André dos Santos Moro

ESTUDO DOPPLER-ECOCARDIOGRÁFICO EM ATLETAS DE DIFERENTES MODALIDADES ESPORTIVAS

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação "Fisiopatologia em Clínica Médica", Área de Concentração em Cardiologia, da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP, para obtenção do título de Doutor

Orientador: Prof. Dr. Katashi Okoshi

Botucatu – SP
2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
Bibliotecária responsável: Selma Maria de Jesus

Moro, André dos Santos.
Estudo Doppler-ecocardiográfico em atletas de diferentes modalidades esportivas / André dos Santos Moro. – Botucatu : [s.n.], 2009.

Tese (doutorado) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2009.
Orientador: Katashi Okoshi
Assunto CAPES: 40101100

1. Atletas 2. Medicina do esporte 3. Eletrocardiografia 4. Ecocardiografia

CDD 616.120754

Palavras chave: Ciclismo; Coração de atleta; Corrida de longa distância; Ecocardiografia; Ecocardiograma de atletas; Eletrocardiografia; Remodelamento cardíaco

Dedicatória

Aos meus pais, **José** *e* **Carmem**, *pelo amor incondicional, pela educação, pelo carinho e por me fazerem um homem de bem. Pela dedicação em minha formação pessoal e profissional. Vocês são os maiores responsáveis por todas as conquistas da minha vida.*

À minha esposa **Luana** *e minha filha* **Mariana**; *a primeira pelo apoio e paciência em todos os momentos da minha vida; a segunda que junto com a primeira são a razão da minha felicidade ser plena.*

Aos meus irmãos **Pricila**, **Marcelo** *e* **Raquel**, *pelo amor, carinho e amizade. Por me proporcionarem viver momentos de alegria em família.*

A **Deus**, *por colocar tantas pessoas especiais na minha vida, que me deram amor, incentivo e colaboração. Por ter me dado paz e sabedoria nos momentos difíceis e força para conseguir revertê-los.*

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. **Katashi Okoshi**, *meu orientador, pela oportunidade e confiança depositados em mim. O meu muito obrigado pela dedicação, ensinamentos, paciência, amizade. Admiro muito seu profissionalismo e competência. Minha gratidão e admiração serão eternas.*

À Profª. Dra. **Marina Politi Okoshi**, *do Departamento de Clínica Médica, pelo apoio, incentivo e grande colaboração em todos os momentos.*

À Profª. Titular **Beatriz Bojikian Matsubara**, *que numa longínqüa conversa em meados de 2003, orientou-me a procurar como orientador o Prof. Dr.* **Katashi Okoshi**, *então nos Estados Unidos terminando seu Pós-Doutorado.*

Ao meu irmão **Marcelo**, *à mesma época residente de Clínica Médica da Faculdade de Medicina da Unesp, que abriu-me as portas da Unesp, possibilitando-me ter a "longínqüa conversa" com a Profª. Dra.* **Beatriz Matsubara**.

Ao Prof. Titular **Carlos Padovani**, *do Departamento de Bioestatística, e o Prof. Dr.* **Sérgio Alberto Rupp de Paiva** *do Departamento de Clínica Médica, pela grande contribuição nas análises estatísticas e ensinamentos.*

Ao Prof. Dr. **João Carlos Hueb** *e à Profª. Dra.* **Silméia Garcia Zanati**, *componentes da banca do Exame Geral de Qualificação, pelas valiosas sugestões, muito importantes para a redação final da tese.*

Ao Dr. **Adelino Parro Júnior**, *responsável pelo Serviço de Ecocardiografia do Instituto de Moléstias Cardiovasculares de São José do Rio Preto, que com muita dedicação e paciência ensinou-me os primeiros passos na ecococardiografia.*

Ao Prof. Dr. **Roberto Mizobuchi**, *responsável pelo Departamento Médico do Marília Atlético Clube; ao auxiliar de preparação física* **Tonelo**; *ao corredor* **Carlos Alberto Godói** *e ao ciclista* **Antônio Prieto**, *por me ajudarem a reunir e avaliar tantos atletas de alto nível.*

Aos jogadores de futebol do Marília Atlético Clube, aos atletas da Associação dos Corredores de Marília, e aos ciclistas das prefeituras de Marília e Assis.

A todos aqueles que participaram do estudo como integrantes do grupo controle.

À minha esposa **Luana**, *companheira, mulher e amiga de todas as horas, que acompanha minhas atividades médicas e científicas dando muito incentivo, sem falar nas constantes manifestações de amor e carinho. Por depositar em mim confiança nos momentos mais difíceis da minha vida. Obrigado por me ensinar a trilhar o caminho da felicidade. Minha gratidão e meu amor por você são eternos.*

À minha filha **Mariana**, *mesmo com a inocência da pouca idade, conseguiu alegrar minha vida e torná-la muito mais feliz. Você é a razão da minha dedicação, persistência e luta para ser um pai e um profissional melhor. Você é a verdadeira expressão da palavra amor. Quando souber ler, saberá que todos os dias pela manhã agradeço a Deus pela sua existência.*

À minha avó **Rosa**, *que mesmo não estando entre nós há 25 anos, faz-se presente em todos os momentos de minha vida.*

Às minhas irmãs **Pricila** *e* **Raquel**, *a primeira pelo carinho e cuidados comigo por ser irmã mais velha. Como diz o ditado: ''São nos pequenos frascos que se encontram os grandes perfumes!''; a segunda e futura colega de profissão* **Raquel**, *por toda a grandeza demonstrada em 2008 quando lutou e venceu a batalha contra o câncer. Minha admiração por você é muito grande. (Realmente, são nos pequenos frascos que se encontram os grandes perfumes!)*

Aos meus professores de inglês: **Malu**, **Fernanda** *e* **André**, *que me ajudaram a progredir muito no idioma. À minha professora de italiano* **Fernanda**, *essencial para meu ingresso no doutorado.*

A meus companheiros das viagens a Botucatu: **Ricardo Tófano**, **André Campos**, **Alexandre Rodrigues**, **Juliana**, **Vânia** *e* **Lucienne**. *Muito obrigado pela companhia e pela amizade.*

Aos meus sogros, **Luís Antônio** *e* **Marisa**, *pelo carinho, amizade e por me ''darem'' sua principal obra: a* **Luana**.

A meu cunhado e grande amigo **Roger**, *pela ajuda irrestrita, seja nas questões de informática ou como integrante do grupo controle.*

A meu cunhado e companheiro de todas as horas **Camilo**, *pela ajuda em vários momentos, pelo incentivo e até pela companhia em viagens a Botucatu.*

Aos meus amigos **Vinicius**, **Alessandra**, **Matheus**, **André** *e* **Lídia**; *pelo apoio, amizade e incentivo em todos os momentos.*

Às secretárias do Instituto de Cardiologia de Marília: **Simone**, **Luciana**, **Eliane**, **Vanessa**, **Flávia** *e* **Ana Laura** *pelo grande auxílio e pela realização dos eletrocardiogramas.*

À **Regina**, **Janete**, **Lilian**, **Andréa Paula** *e* **Nathanael**, *funcionários do setor de Pós-Graduação da Unesp pela cooperação em todos os momentos.*

Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS 01
RESUMO 04
SUMMARY 07
1 INTRODUÇÃO 10
1.1 Histórico 11
1.2 O ‘‘coração de atleta’’ 13
1.3 Eletrocardiografia no atleta 14
1.4 Ecocardiografia no atleta 14
2. OBJETIVOS 17
2.1 Objetivo principal 18
2.2 Objetivo secundário 18
3. CASUÍSTICA E MÉTODOS 19
3.1 Seleção de atletas 20
3.1.1 Critérios de inclusão 20
3.1.2 Critérios de exclusão 20
3.2 Procedência dos atletas 21
3.3 Grupo controle 21
3.4 Rotina de treinamento 22
3.5 Local do estudo 22
3.6 Entrevista clínica 23
3.7 Eletrocardiografia 23
3.8 Doppler-ecocardiografia 23
3.9 Análise estatística 32
4. RESULTADOS 33
5. DISCUSSÃO 46
6. CONCLUSÕES 60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 62
8. ANEXOS 69

Lista de Abreviaturas

A:	velocidade diastólica máxima transvalvar atrioventricular durante a fase de contração atrial
AE:	diâmetro do átrio esquerdo
Am:	velocidade máxima de deslocamento do anel mitral decorrente da contração atrial avaliada por Doppler tissular (média aritmética das velocidades das regiões septal, lateral, anterior e inferior)
ANCOVA:	análise de co-variância
AO:	diâmetro da raiz da aorta
ARV:	alteração da repolarização ventricular
At:	velocidade de deslocamento do anel tricuspídeo decorrente da contração atrial avaliada por Doppler tissular
BAV:	bloqueio atrioventricular
BCRD:	bloqueio completo do ramo direito
BIRD:	bloqueio incompleto do ramo direito
CIC:	Ciclistas
COR:	corredores de longa distância
CTR:	Controles
DD S-AT:	distância diastólica do anel tricuspídeo ao septo interventricular
DS S-AT:	distância sistólica do anel tricuspídeo ao septo interventricular
DDVD:	diâmetro diastólico do ventrículo direito
DDVE:	diâmetro diastólico de ventrículo esquerdo
DSVD:	diâmetro sistólico do ventrículo direito
DSVE:	diâmetro sistólico de ventrículo esquerdo
E:	onda de velocidade diastólica máxima transvalvar atrioventricular durante a fase de enchimento rápido
EDPPVE:	espessura diastólica da parede posterior de ventrículo esquerdo
EDSIV:	espessura diastólica do septo interventricular
Em:	velocidade máxima de deslocamento do anel mitral no início da diástole avaliada por Doppler tissular (média aritmética das velocidades das regiões septal, lateral, anterior e inferior)
ERVE:	espessura relativa da parede do ventrículo esquerdo
ESPPVE:	espessura sistólica da parede posterior de ventrículo esquerdo
ESSIV:	espessura sistólica do septo interventricular
Et:	velocidade máxima de deslocamento do anel tricuspídeo no início da diástole avaliada por Doppler tissular
E/A:	razão entre as ondas E e A
E/Em:	razão entre as ondas E mitral e E tissular mitral
E/Et:	razão entre as ondas E tricuspídea e E tissular do ventrículo direito
Em/Am:	razão entre as ondas E e A mitral ao Doppler tissular

Et/At:	razão entre as ondas E e A tricuspídeas ao Doppler tissular do ventrículo direito
FE:	fração de ejeção
FUT:	Futebolistas
IMVE:	índice de massa ventricular esquerda
IPM:	índice de performance miocárdica
IVAE:	índice de volume atrial esquerdo
MVE:	massa ventricular esquerda
MVE/Alt^{2,7}:	razão entre a massa ventricular esquerda e a altura elevada à potência de 2,7
MVE/SC:	razão entre a massa ventricular esquerda e a superfície corpórea
SAE:	sobrecarga atrial esquerda
Sm:	velocidade máxima de deslocamento sistólico do anel mitral avaliada por Doppler tissular (média de quatro regiões)
St:	velocidade máxima de deslocamento sistólico do anel tricuspídeo avaliada por Doppler tissular
SVE:	sobrecarga ventricular esquerda
TDE:	tempo de desaceleração da onda E
TRIV:	tempo de relaxamento isovolumétrico
TRIV tissular:	tempo de relaxamento isovolumétrico ao Doppler tissular
VAE:	volume atrial esquerdo
VD:	ventrículo direito
VDF:	volume diastólico final do ventrículo esquerdo
VDVE:	volume diastólico de ventrículo esquerdo
VE:	ventrículo esquerdo
VSF:	volume sistólico final do ventrículo esquerdo
VSVE:	volume sistólico de ventrículo esquerdo
%ΔD:	porcentagem de encurtamento endocárdico do ventrículo esquerdo
%Δ área:	fração de variação das áreas diastólica e sistólica
%ΔD S-AT:	porcentagem da variação da distância do anel tricuspídeo ao septo interventricular

Resumo

A expressão ‘‘coração de atleta’’ é normalmente usada para caracterizar os efeitos cardiovasculares do condicionamento físico à longo prazo, em atletas competitivos e altamente treinados. Sabe-se que o exercício físico é um fator estimulante para o desenvolvimento de hipertrofia ventricular esquerda, podendo esta variar de acordo com a característica do esporte. Assim, o coração do atleta apresenta alterações morfológicas e funcionais resultantes de intenso treinamento físico. Embora muitos estudos mostrem alterações cardíacas induzidas pelo exercício, há poucos relatos sobre a adaptação dos ventrículos esquerdo (VE) e direito (VD) em atletas de futebol, ciclismo e corridas de longa distância. Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar por meio da Doppler-ecocardiografia, a estrutura e funções sistólica e diastólica do coração de atletas dessas modalidades esportivas, comparando-as entre si e com indivíduos não-atletas. Neste estudo prospectivo, observacional e transversal, foi realizado ecocardiograma transtorácico, provido da técnica do Doppler tissular, e eletrocardiograma de 12 derivações em repouso em futebolistas profissionais, ciclistas e corredores de longa distância. Foram estudados 57 atletas e 36 indivíduos não-atletas, todos homens, com idades de 32,9±8,4 e 30,4±11,1 anos, respectivamente. As comparações foram realizadas por ANCOVA (idade como co-variante) complementada pelo teste de Tukey ($p<0,05$). As comparações das freqüências de alterações eletrocardiográficas entre os grupos foram realizadas pelo teste de Goodman para contrastes entre populações multinomiais. Os atletas apresentaram aumento do volume do átrio esquerdo, da espessura do VE e dos diâmetros diastólicos do VE (DDVE) e VD (DDVD) em relação aos sedentários. O volume do átrio esquerdo e o DDVE foram maiores nos ciclistas em relação aos corredores, e o DDVD foi maior nos ciclistas em relação aos futebolistas. O índice de massa do VE foi maior nos atletas; já os ciclistas apresentaram valores maiores que

corredores e futebolistas. Não houve diferença significante da função sistólica do VE entre os grupos. O único índice alterado de função diastólica do VE foi o maior valor da relação E/A nos ciclistas em relação ao grupo controle. Não houve diferença na relação E/Em, avaliado pelo Doppler tissular. A função sistólica do VD avaliada pelo Doppler tissular mostrou valores maiores nos ciclistas e futebolistas em relação aos corredores. Não houve diferenças conclusivas em relação à função diastólica do VD. Em relação ao eletrocardiograma, observou-se bradicardia sinusal e bloqueio atrioventricular de primeiro grau com maior freqüência em corredores em relação aos sedentários. Sobrecarga ventricular esquerda e alteração da repolarização ventricular foram mais freqüentes nos atletas em relação aos não-atletas. Sobrecarga atrial esquerda foi mais freqüente nos corredores em relação aos futebolistas. Em conclusão, futebolistas, corredores e ciclistas apresentam remodelamento cardíaco caracterizado por hipertrofia ventricular esquerda, aumento nas dimensões de ventrículo esquerdo, átrio esquerdo e do ventrículo direito. Há indícios de maior remodelamento cardíaco entre os ciclistas em relação aos corredores e futebolistas. As funções sistólicas de ambos os ventrículos não são diferentes entre os atletas e os não-atletas. Em relação à função diastólica, o VE de ciclistas apresenta padrão supranormal em relação ao grupo controle. Ao eletrocardiograma, sobrecarga ventricular esquerda e alteração da repolarização ventricular são mais freqüentes em atletas. Bradicardia sinusal e bloqueio atrioventricular de primeiro grau são mais freqüentes em corredores.

Palavras-chave: ecocardiografia de atletas; coração de atleta; remodelamento cardíaco; eletrocardiografia; futebol; ciclismo; corrida de longa distância.

Summary

The expression “athlete’s heart” is normally used to characterize the cardiovascular effects of physical conditioning in competitive and highly trained athletes. It’s known that physical exercise stimulates the development of left ventricular hypertrophy according to the sports modalities. Thus, the athlete’s heart presents some morphological and functional alterations resultants of the intense physical training. Although many studies have demonstrated cardiac alterations induced by exercise, there are just a few that describe adaptations of left (LV) and right (RV) ventricles in soccer players, bicyclists and long distance runners. Therefore, the objective of this study was to evaluate the structure, systolic and diastolic functions of these athletes by Doppler echocardiography, and compare them among each other and with non-athletes individuals. In this transversal, observational, and prospective study, it was performed a transtoracic ecocardiographic evaluation with tissue Doppler interrogation and a 12-lead electrocardiogram at rest on professional soccer players, bicyclists and long distance runners. Fifty seven athletes and 36 non-athletes men, aged 32.9±8.4 and 30.4±11.1 years, respectively, were studied. Comparisons among the groups were done by ANCOVA (age as co-variate) and complemented by Tukey’s test ($p<0.05$). Electrocardiographic alterations was analyzed by Goodman’s test for contrasts among multinomial populations. The athletes showed increased left atrial volume, LV wall thickness and enlargement of left (LVDD) and right (RVDD) ventricular diastolic diameters in comparison with non-athletes group. Bicyclists showed larger left atrial volume and LVDD than long distance runners, and also larger RVDD than soccer players. LV mass index was greater in athletes, and the bicyclists showed a greater index than long distance runners and soccer players. Systolic function was not different among the groups. In regard to LV diastolic function, bicyclists presented increased E/A ratio compared to control group,

suggesting supranormal function. There was no difference of E/Em on tissue Doppler assessment. Bicyclists and soccer players' RV systolic function evaluated by tissue Doppler showed greater values than distance runners. There was no conclusive difference in RV diastolic function. Electrocardiographic analysis showed sinus bradycardia and first degree atrioventricular block more frequently in long distance runners compared to controls. Left ventricular hypertrophy and nonspecific ventricular repolarization abnormalities were greater in athletes compared to sedentary group. Left atrial hypertrophy was more frequent in long distance runners compared to soccer players. In conclusion, soccer players, long distance runners, and bicyclists show cardiac remodeling characterized by left ventricular hypertrophy, enlargement of left ventricle, left atria, and right ventricle. There are evidence that bicyclism induces greater cardiac remodeling than soccer and long distance run. Systolic function of both ventricles is not different among the athletes and controls. Bicyclists' diastolic function showed a pattern suggestive of supranormal function compared to controls. Left ventricular hypertrophy and nonspecific ventricular repolarization abnormalities are more frequent in athletes than controls. Sinus bradycardia and first degree atrioventricular block are more frequent in long distance runners.

Key-words: Athlete's Doppler-echocardiography, athlete's heart, cardiac remodeling, electrocardiography, byciclism, soccer, long distance run.

1. Introdução

1.1. Histórico

Desde os tempos da Grécia Antiga existe interesse a respeito dos riscos do exercício físico, principalmente quando se trata do coração de atletas. Esses riscos estão resumidos na história de Pheidippides, que nos fornece dramática introdução aos riscos do exercício.

Pheidippides era um soldado ateniense que percorreu a distância de 240 km de Atenas até Esparta para buscar auxílio militar, porque Atenas havia sido atacada pelos persas. Era a Batalha de Maratona, que ocorreu durante a Primeira Guerra Médica, em setembro de 490 a.C., onde hoje localiza-se a cidade de Maratona. No retorno a Atenas, ele trouxe a notícia que os espartanos não iriam oferecer auxílio militar. Em seguida, Pheidippides desmaiou e faleceu (Thompsom, 2004).

Tempos depois, ao redor de 460 a.C., Hipócrates, considerado o ‘‘Pai da Medicina’’, escreveu o livro ‘‘*Regimens in Health*’’, recomendando equilíbrio entre dieta e exercício físico. Hipócrates também influenciou Galeno, médico romano que também escreveu sobre o valor do exercício.

A influência de Hipócrates e Galeno na medicina estendeu-se através dos tempos, e seus ensinamentos e escritos foram usados nas escolas médicas nos meados do século XVIII (Thompsom, 2004).

Com o ressurgimento dos Jogos Olímpicos, realizados em 1896 em Atenas, na Grécia, houve também o reaparecimento da maratona, o que gerou muita preocupação na comunidade médica a respeito do coração de atletas. No ano seguinte, ocorreu a primeira Maratona de Boston. Já naquela época, essa competição era considerada como um grande evento do esporte mundial, sendo seus resultados impressos nas primeiras páginas dos jornais.

Na primeira década do século XX, os maratonistas eram vistos como verdadeiros “super-heróis” do esporte mundial (Thompsom, 2004). Nessa época, a preocupação com os riscos do exercício físico era considerável, haja vista a publicação de editorial pelo *Journal of the American Medical Association* (JAMA), em 1903, alertando sobre esses riscos, confirmando ser inquestionável que o exercício repetitivo, assim como o treinamento prolongado por vários anos, poderia causar lesão cardíaca permanente (Thompsom, 2004).

O primeiro autor a usar a expressão ‘‘coração de atleta’’ foi o sueco H. Henschen, em 1899, ao observar esquiadores *cross-country*, antes e após uma competição. Ao inspecionar e percutir o tórax, concluiu que havia tanto dilatação como hipertrofia cardíacas, e que essas alterações eram favoráveis ao atleta. A frase do autor ‘‘esquiar causa aumento do coração que pode ter desempenho melhor que um coração normal’’ ficou bastante conhecida (apud Maron & Pelliccia, 2006).

Outro autor a estudar o coração do atleta foi Gott (1968) que descreveu a ‘‘síndrome do coração de atleta’’. De acordo com esse autor, alterações como bradicardia sinusal, presença de terceira ou quarta bulhas, sopro sistólico suave, aumento da área cardíaca à radiografia de tórax, além de alterações eletrocardiográficas diversas, configuravam anormalidades do coração. Foi muito discutido na época se o coração de atleta era um coração doente ou, ao contrário, um coração adaptado fisiologicamente, extremamente eficaz e sadio.

A partir da segunda metade do século XX, começou-se a determinar as várias características da adaptação cardíaca, sendo eliminados conceitos errôneos como o fato de o exercício agudo prejudicar a função cardíaca. Além disso, os limites

normais das alterações cardíacas passaram a ser publicados bem como a determinação dos riscos e benefícios do exercício (Thompsom, 2004).

1.2. O ‘‘coração de atleta’’

Atualmente a expressão ‘‘coração de atleta’’ tem sido utilizada para caracterizar os efeitos cardiovasculares do condicionamento físico a longo prazo, em atletas competitivos e altamente treinados (Petkowicz, 2004).

O coração de atleta apresenta uma variedade de alterações morfológicas e funcionais, resultantes do treinamento físico vigoroso e sistemático. Esse treinamento tem como objetivo melhorar a função do coração como bomba e a capacidade do sistema cardiovascular de fornecer oxigênio aos músculos que se exercitam (Ghorayeb *et al.*, 2005b).

Sabe-se que o exercício físico é um fator estimulante para o desenvolvimento de hipertrofia ventricular esquerda, a qual varia em magnitude de acordo com a característica do esporte (Maron & Pelliccia, 2006). Essa hipertrofia é considerada fisiológica, sendo vista como adaptação benigna ao treinamento sistemático, e não está associada a conseqüências cardiovasculares adversas (Ghorayeb *et al.*, 2005b).

O treinamento físico intensivo e prolongado acarreta adaptações cardiovasculares que são responsáveis por um desempenho acima do normal. No entanto, o significado das modificações anatômicas e funcionais causadas pelo exercício físico, muitas vezes fora dos limites da normalidade, ainda é motivo de muita controvérsia (Gallagher, 2002).

1.3. Eletrocardiografia no atleta

As alterações eletrocardiográficas são freqüentes nos corações de atletas, sendo a maioria benigna. As principais são: bradicardia sinusal, prolongamento do intervalo PR, aumento da voltagem das ondas R ou S, repolarização precoce e bloqueio incompleto do ramo direito (Pelliccia *et al.*, 2000). A bradicardia em repouso é observada com muita freqüência em atletas. Em alguns casos, pode chegar a menos de 40 batimentos por minuto. Os mecanismos envolvidos são redução do tônus simpático, hipertonia vagal, além de prováveis mudanças funcionais das células do nó sinusal (Ghorayeb *et al.*, 1998). Isto pode resultar em pausa sinusal, com ritmo de escape juncional, além de bloqueio atrioventricular de primeiro grau e bloqueio atrioventricular de segundo grau do tipo Wenckebach, principalmente durante o sono (Oakley & Sheffield, 2001). Apesar dos conhecimentos sobre as alterações eletrocardiográficas nos atletas, são escassos os trabalhos que as comparam em atletas de diferentes modalidades esportivas.

1.4. Ecocardiografia no atleta

O ecocardiograma é um exame de imagem não invasivo que permite obtenção de informações sobre a estrutura e função cardíacas. É a principal fonte de informações sobre a adaptação cardíaca em resposta a treinamento intensivo em atletas (Maron, 1986; Pelliccia *et al.,* 1991), e também um método essencial no diagnóstico de várias cardiopatias que podem predispor atletas à morte súbita, tais como anormalidades estruturais envolvendo o miocárdio, a aorta ou as válvulas (Ghorayeb *et al*., 2005a).

Vários estudos ecocardiográficos mostraram que o treinamento físico está associado ao aumento da cavidade ventricular esquerda, da espessura das paredes e da massa ventricular esquerda (Pelliccia *et al*., 1991; Pluim *et al*., 2000; Peidro, 2003; Maron, 2005; Neilan *et al.*, 2006; Tümüklü *et al*., 2007). Essas alterações são consideradas adaptações fisiológicas e permitem normalizar o aumento do estresse parietal do ventrículo esquerdo (VE) durante o exercício físico.

Mais recentemente, uma nova técnica foi incorporada ao exame ecocardiográfico, o Doppler tissular. O Doppler tissular é uma técnica que avalia quantitativamente a velocidade de movimentação do miocárdio, tanto na sístole como na diástole. Essa técnica foi desenvolvida a partir de diferenças físicas existentes entre a movimentação do músculo cardíaco e do sangue. Sabe-se que o miocárdio se movimenta em velocidades menores (4 a 14 cm/s) que o fluxo sanguíneo (40 a 150 cm/s), mas produz sinais com amplitude cem vezes maior que o sangue (Silva *et al*., 2002). Assim, a técnica do Doppler tissular utiliza o princípio Doppler para reportar a velocidade de movimentação da parede do coração em diferentes locais. A freqüência e a extensão das excursões musculares refletem a performance em cada região explorada. Este recurso tem sido aplicado para detectar a resposta do VE ao treinamento, além de auxiliar na diferenciação entre hipertrofia fisiológica e patológica (Pelà *et al*., 2004).

Em estudo ecocardiográfico recente com futebolistas profissionais da Turquia, observou-se aumento das dimensões de ambos os ventrículos, hipertrofia excêntrica do VE e ausência de diferença na função sistólica entre os atletas e um grupo controle. Á análise pelo Doppler tissular foi detectado benefício na função diastólica desses atletas (Tümüklü *et al.*, 2007). No entanto, há poucos estudos que utilizaram Doppler tissular em atletas de diferentes modalidades esportivas. Além disso, os

dados disponíveis atualmente demonstram grande utilidade do Doppler tissular na análise das funções sistólica e diastólica do coração de atletas (Zoncu *et al*., 2002; D'Andrea *et al.,* 2006).

Até o presente momento, são raros os estudos sobre o coração de atletas de várias modalidades que enfoquem não só o ventrículo esquerdo, mas também o ventrículo direito detalhadamente, e que enfatizem a técnica do Doppler tissular.

2. Objetivos

2.1. Objetivo principal

O objetivo principal desse estudo consistiu em avaliar por meio da Doppler-ecocardiografia a estrutura e funções sistólica e diastólica do coração de atletas de diferentes modalidades esportivas, comparando-os entre si e com indivíduos não-atletas.

2.2. Objetivo secundário

O objetivo secundário foi identificar as alterações eletrocardiográficas em atletas de diferentes modalidades esportivas, comparando suas prevalências entre si e com indivíduos não-atletas.

3. Casuística e Métodos

O estudo foi realizado em atletas e indivíduos controle que autorizaram a utilização de seus dados. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Marília, conforme a resolução 196/96, sob o número 286/06 (Anexo 1). Todos os indivíduos foram devidamente informados sobre os objetivos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexos 2, 3 e 4).

3.1. Seleção de atletas

Foram selecionados 57 atletas do sexo masculino praticantes de atividade física competitiva. Dessa amostra, 21 eram futebolistas, 19 corredores de longa distância e 17 ciclistas. Para o grupo controle foram escolhidos 36 indivíduos.

Os exames foram realizados no período de 8 de fevereiro a 6 de setembro de 2007.

3.1.1. Critérios de inclusão

Com o intuito de atingirmos os objetivos deste estudo, determinamos como principais critérios de inclusão a participação em atividade física competitiva (futebol de campo, corridas de longa distância e ciclismo) e ser do sexo masculino.

3.1.2. Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão que foram considerados neste estudo são:

- Presença de arritmia cardíaca (fibrilação atrial, extra-sistolia freqüente)
- Presença de alterações segmentares de contração do VE
- Presença de alterações valvares significativas
- Pressão arterial sistêmica igual ou superior a 140X90 mmHg imediatamente após a realização do ecocardiograma

- Indivíduos em uso de anti-hipertensivos e hipoglicemiantes
- Presença de co-morbidades identificadas na anamnese como diabetes mellitus, insuficiência coronariana, doença de Chagas ou outras patologias com complicações renais, cerebrais ou pulmonares.

3.2. Procedência dos atletas

Todos os atletas participantes desta pesquisa eram provenientes de clubes ou agremiações da cidade de Marília (SP) e região. Os jogadores de futebol foram oriundos do Marília Atlético Clube, que disputou a primeira divisão do Campeonato Paulista e a segunda divisão do Campeonato Brasileiro de Futebol em 2007. Os corredores eram integrantes da Associação dos Corredores de Marília, e os ciclistas eram vinculados às equipes de ciclismo das Prefeituras de Marília e Assis. Os corredores participavam, além de corridas de maratona, de provas de 10, 15 e 21 km. Alguns deles tinham, inclusive, experiência de participação em maratonas no exterior. Os ciclistas tinham como principal competição nacional a Volta Ciclística do Estado de São Paulo e os Jogos Abertos do Interior, e também participavam de competições no interior dos Estados de São Paulo e Paraná. Todos os atletas estavam em pleno andamento de suas competições à época da realização dos exames.

3.3. Grupo controle

O grupo controle foi composto por 36 indivíduos sadios do sexo masculino, com idade, peso e altura semelhantes às dos atletas e que não praticavam atividade física regularmente. Estes também foram submetidos aos mesmos critérios de exclusão mencionados acima.

3.4. Rotina de treinamento

O treinamento dos futebolistas inclui exercícios isotônicos e isométricos, realizados em sessões de treinamento que somam cerca de 26 horas por semana. Jogadores de todas as posições foram estudados, exceto os goleiros, por terem um tipo de treinamento diferente dos demais.

Os corredores realizam sessões de treino de aproximadamente 2 a 3 horas por dia (seis vezes por semana), perfazendo total de 80 a 120 quilômetros por semana.

Os ciclistas, por sua vez, treinam cerca de 24 horas por semana, ou 600 quilômetros de treinamento, divididos em seis dias. E esses atletas não realizam qualquer outro treinamento durante o ano, exceto nas pré-temporadas, quando realizam curto período de musculação.

O treinamento físico de atletas de alto rendimento é tarefa árdua e extenuante, tanto do ponto de vista físico como psicológico. É considerado atleta competitivo aquele que se dedica de 20 a 40 horas por semana, impondo a seu corpo os limites fisiológicos (Scott, 2002).

3.5. Local do estudo

Os exames foram realizados no setor de ecocardiografia do Instituto de Cardiologia de Marília, em Marília, Estado de São Paulo. Todos os exames foram realizados pelo mesmo examinador. Este é titulado na área de atuação em Ecocardiografia pela Sociedade Brasileira de Cardiologia e Associação Médica Brasileira, e tem oito anos de experiência no método.

3.6. Entrevista clínica

Precedendo aos exames, foi realizada entrevista clínica com atenção aos sintomas cardiovasculares. O peso e estatura dos indivíduos foram medidos por meio de balança da marca *Toledo* modelo 2096 PP (aprovada pela Portaria INMETRO 236/94). Foi verificada a pressão arterial imediatamente após o ecocardiograma. Essa medida foi realizada pelo método indireto com técnica palpatória e auscultatória, na posição supina, com esfigmomanômetro de coluna de mercúrio da marca *Missouri* devidamente calibrado e com manguito adequado para a circunferência do braço.

3.7. Eletrocardiografia

Previamente ao estudo ecocardiográfico, foi realizado eletrocardiograma de repouso de 12 derivações padrão. Para isso foi utilizado o eletrocardiógrafo digital *Wincardio Micromed* (Micromed Biotecnologia Ltda.). Todos os eletrocardiogramas foram examinados pelo mesmo cardiologista.

O diagnóstico de alterações eletrocardiográficas foi baseado em critérios comumente utilizados na literatura (Mirvis & Goldberger, 2005).

3.8. Doppler-ecocardiografia

Foi utilizado o ecocardiógrafo da marca *Philips*, modelo Envisor C (Philips Medical Systems, Andover, Massachussets, USA), equipado com transdutor de 2,0 - 4,0 MHz com recurso para captação de imagens em segunda harmônica, Doppler tecidual, pulsátil, contínuo e colorido, além das imagens que foram obtidas nos modos uni e bidimensional. Com os indivíduos posicionados em decúbito lateral esquerdo e monitorados com uma derivação eletrocardiográfica, foram realizados os

seguintes cortes ecocardiográficos: paraesternal eixo menor para medida do ventrículos, aorta e átrio esquerdo; apicais duas, quatro e cinco câmaras para avaliação das funções sistólica e diastólica dos ventrículos. Todas as medidas foram realizadas de acordo com as recomendações da *American Society of Echocardiography* – ASE (Lang *et al.*, 2005). Para cada variável foi calculada a média aritmética de três medidas.

As variáveis ecocardiográficas analisadas foram:

Estruturas do VE, Átrio Esquerdo e Raiz da Aorta

- Diâmetros diastólico e sistólico do VE (DDVE e DSVE)
- Espessuras diastólica e sistólica do septo interventricular e da parede posterior do VE (EDSIV, ESSIV, EDPPVE e ESPPVE, respectivamente)
- Volumes diastólico e sistólico do VE (VDVE e VSVE)
- Diâmetro da raiz da aorta (AO)
- Diâmetro do átrio esquerdo (AE)
- Volume atrial esquerdo (VAE): média aritmética de volumes do átrio esquerdo obtidos no final da sístole (método de Simpson) nos cortes apicais duas e quatro câmaras (Figura 1)
- Índice de volume atrial esquerdo (IVAE): VAE normalizado pela superfície corpórea

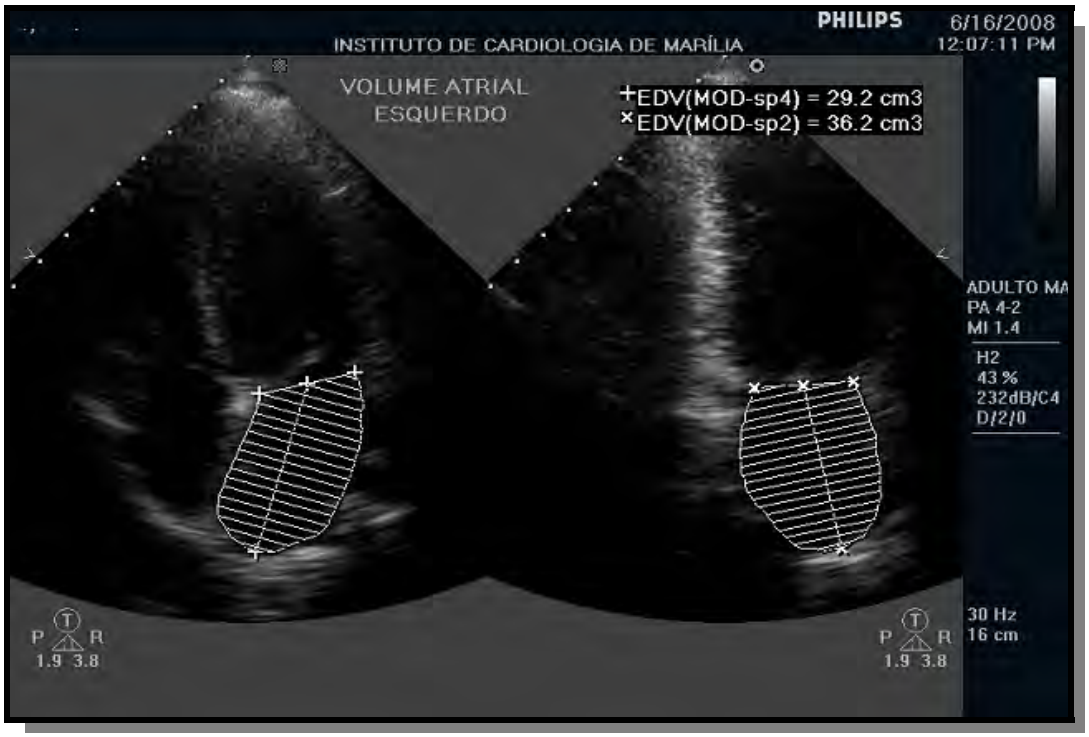


Figura 1. Medida do volume atrial esquerdo utilizando o método bi-plano de discos (Simpson) nos cortes apicais quatro (à esquerda) e duas (à direita) câmaras no final da sístole.

- Massa do VE (MVE) calculada pela fórmula de Devereux (Devereux *et al*., 1986):

$$MVE= 0,8 \times \{1,04 \times [(DDVE + EDSIV + EDPPVE)^3 - DDVE^3]\} + 0,6$$

- MVE normalizada pela superfície corpórea (MVE/SC)
- MVE normalizada pela altura elevada à potência 2,7 ($MVE/Alt^{2,7}$)
- Espessura relativa da parede do VE calculada pela seguinte fórmula (Koren *et al*., 1991):

$$ERVE= (2 \times EDPPVE)/DDVE$$

Função Sistólica do VE

- Fração de ejeção pelo método de Teicholz (Teicholz *et al*., 1976), calculada pela fórmula (VDF-VSF)/VDF, onde VDF e VSF representam respectivamente os volumes diastólico e sistólico final. Os volumes foram calculados de acordo com as seguintes fórmulas:

$VDF = (DDVE^3 \times 7) / (2,4 + DDVE)$ e $VSF = (DSVE^3 \times 7) / (2,4 + DSVE)$

- Fração de ejeção pelo método de Simpson bi-plano (Figura 2)

Para efetuar essa medida realizamos planimetria na diástole e sístole, nos cortes apicais duas e quatro câmaras; a quantificação do volume foi feita pelo programa do ecocardiógrafo.

- Porcentagem de encurtamento endocárdico pela fórmula:

$\%\Delta D = [(DDVE-DSVE)/DDVE] \times 100$

- Índice de performance miocárdica, IPM (Tei *et al*., 1996) (Figura 3)

O índice de performance miocárdica é um índice sisto-diastólico de avaliação ventricular, pois engloba intervalos de tempo relacionados às funções sistólica e diastólica, refletindo a função cardíaca global. O índice é definido pela soma dos tempos de contração e relaxamento isovolumétricos, dividida pelo tempo de ejeção.

Figura 1A

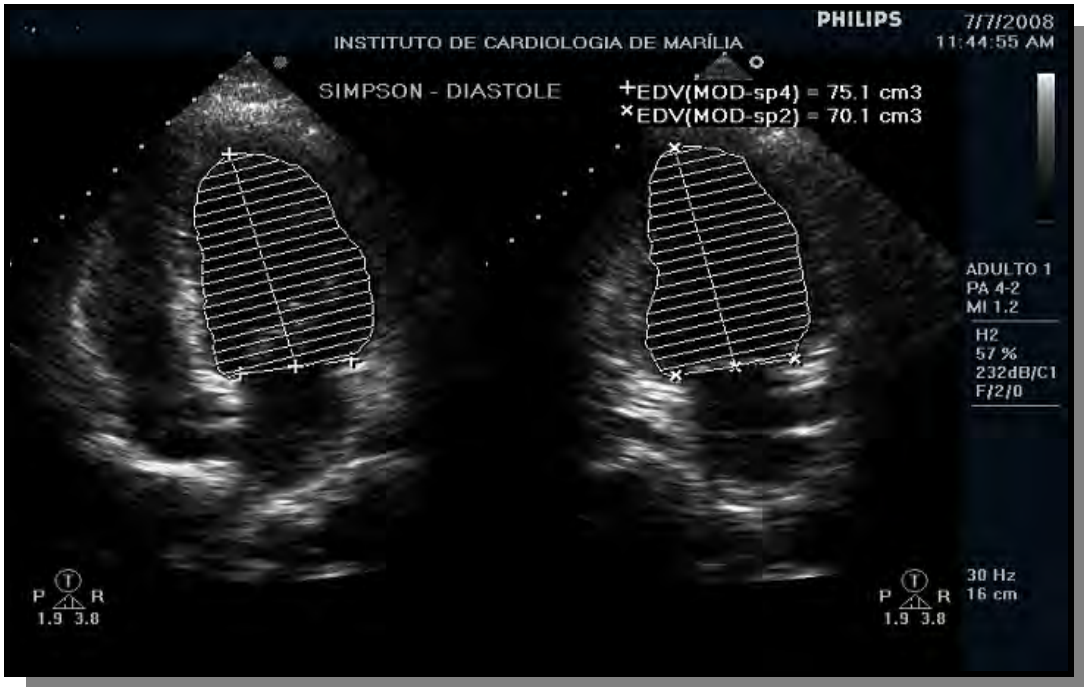


Figura 1B

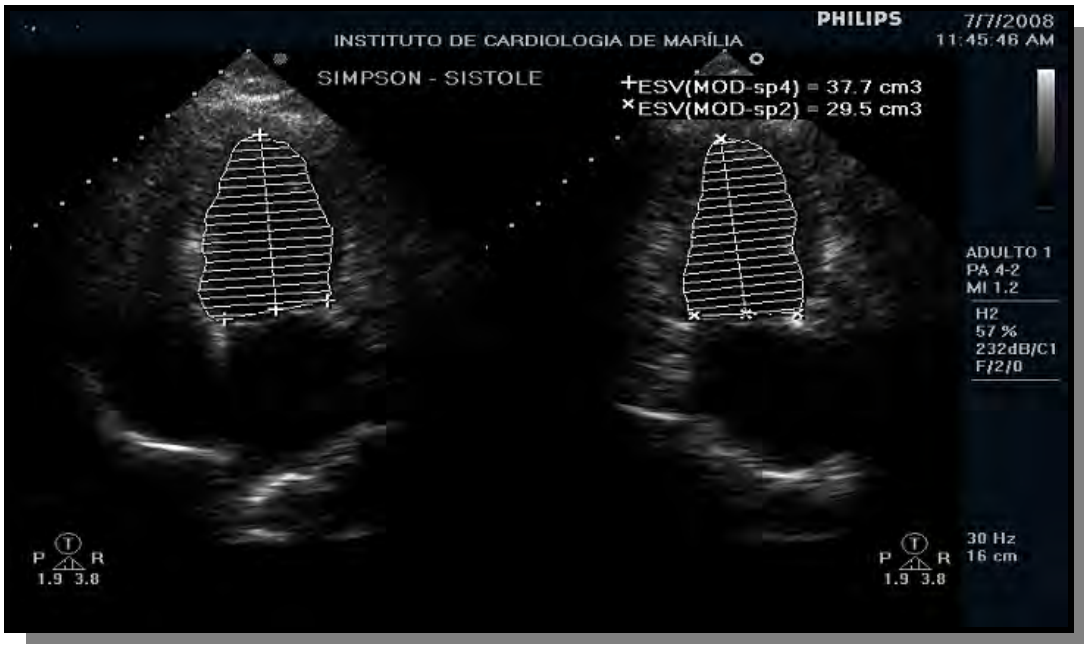


Figura 2. Planimetria do ventrículo esquerdo para cálculo de volume usando método bi-plano de discos (método de Simpson) em cortes apicais quatro câmaras (à esquerda) e duas câmaras (à direita), no fim da diástole (1A) e da sístole (1B).

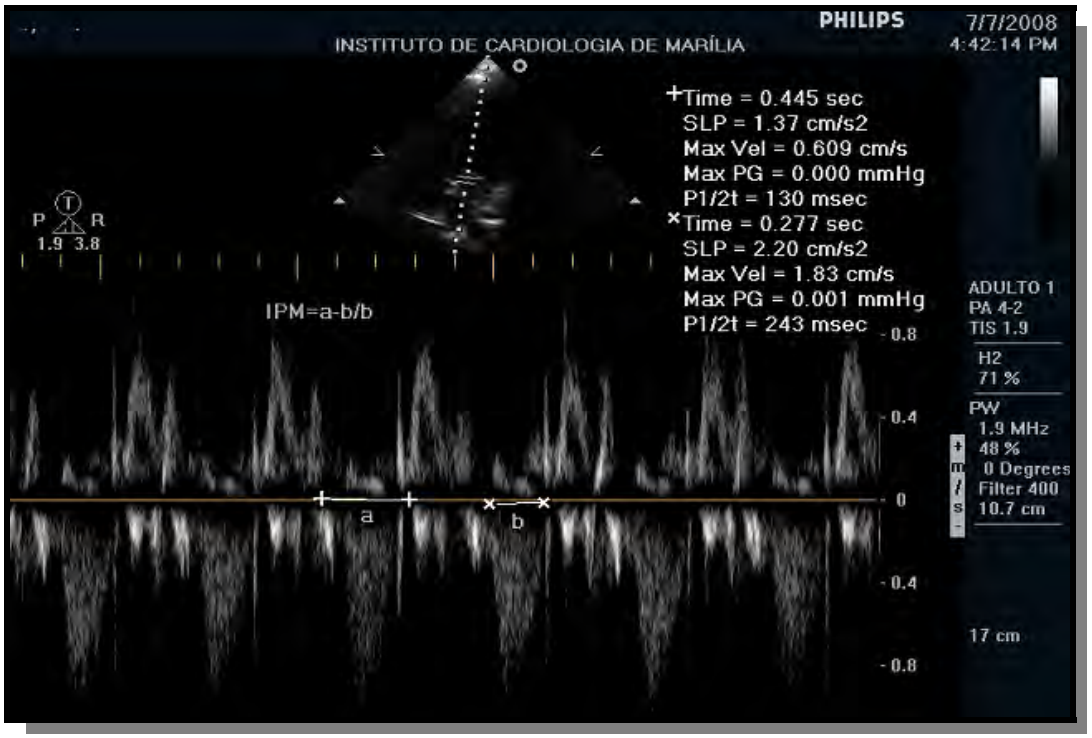


Figura 3. Medida do intervalo de tempo entre o final e o início do fluxo transmitral (a) e o tempo de ejeção do ventrículo esquerdo (b). O índice de performance miocárdica é calculado pela seguinte fórmula: (a - b)/b.

- Velocidade sistólica ao Doppler tissular (Sm): média aritmética das velocidades máximas de deslocamento sistólico do anel mitral nas regiões septal, lateral, anterior e inferior (Figura 4)

Função Diastólica do VE

- Velocidade diastólica máxima transvalvar mitral durante a fase de enchimento rápido (onda E mitral) (Figura 5)
- Velocidade diastólica máxima transvalvar mitral durante a fase de contração atrial (onda A mitral) (Figura 5)
- Razão entre as ondas E/A mitral
- Tempo de desaceleração da onda E mitral (TDE mitral) (Figura 5)

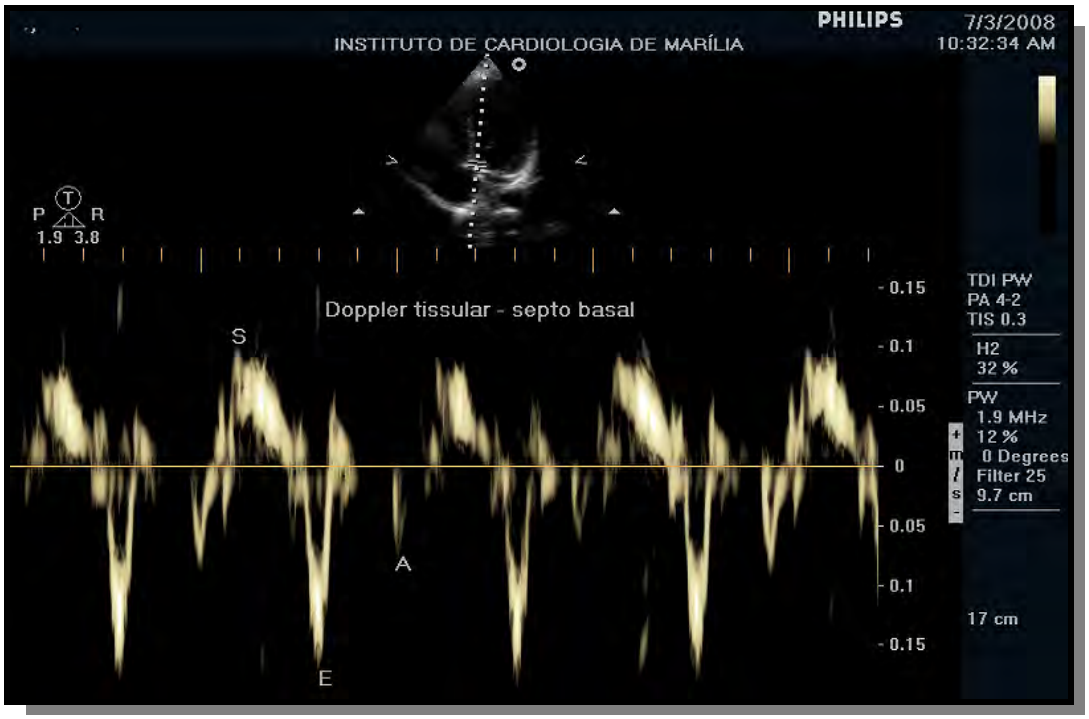


Figura 4. Figura ilustrativa obtida pelo método do Doppler tissular na região basal do septo interventricular no corte apical quatro câmaras. S: velocidade máxima de deslocamento sistólico; E: velocidade máxima de deslocamento diastólico inicial; A: velocidade máxima de deslocamento diastólico decorrente da contração atrial.

- Tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV)
- Velocidade máxima de deslocamento do anel mitral no início da diástole avaliada por Doppler tissular (Em): média aritmética das velocidades das regiões septal, lateral, anterior e inferior (Figura 4)
- Velocidade máxima de deslocamento do anel mitral decorrente da contração atrial avaliada por Doppler tissular (Am): média aritmética das velocidades das regiões septal, lateral, anterior e inferior (Figura 4)
- Razão Em/Am
- Razão E/Em

Estruturas do Ventrículo Direito (VD)

- Diâmetros diastólico (DDVD) e sistólico (DSVD)
- Distâncias diastólica (DD S-AT) e sistólica (DS S-AT) do anel tricuspídeo ao septo interventricular (modo-M) (Figura 6)
- Áreas diastólica e sistólica (Figura 7)

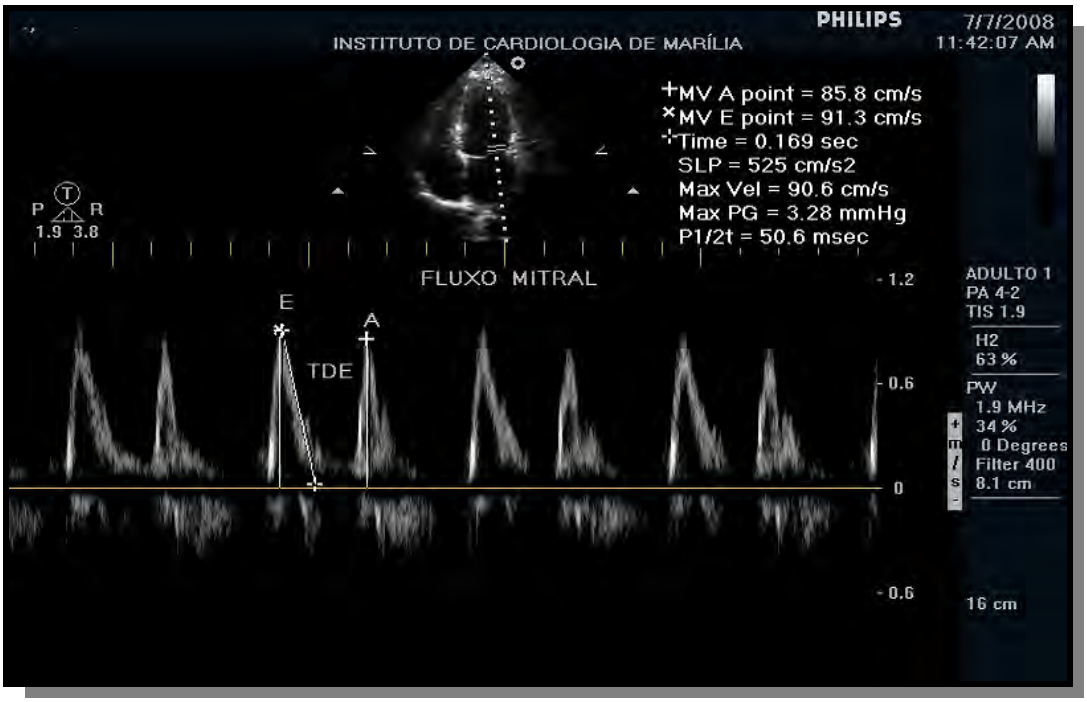


Figura 5. Fluxo diastólico transvalvar mitral. E: onda de velocidade diastólica máxima transvalvar atrioventricular durante a fase de enchimento rápido; A: velocidade diastólica máxima transvalvar atrioventricular durante a fase de contração atrial; TDE: tempo de desaceleração da onda E.

Função Sistólica do VD

- Fração de variação de área (% Δ área)
- Fração de variação das distâncias do anel tricuspídeo ao septo interventricular (% ΔD S-AT)
- Velocidade sistólica (St) da parede livre (Doppler tissular)

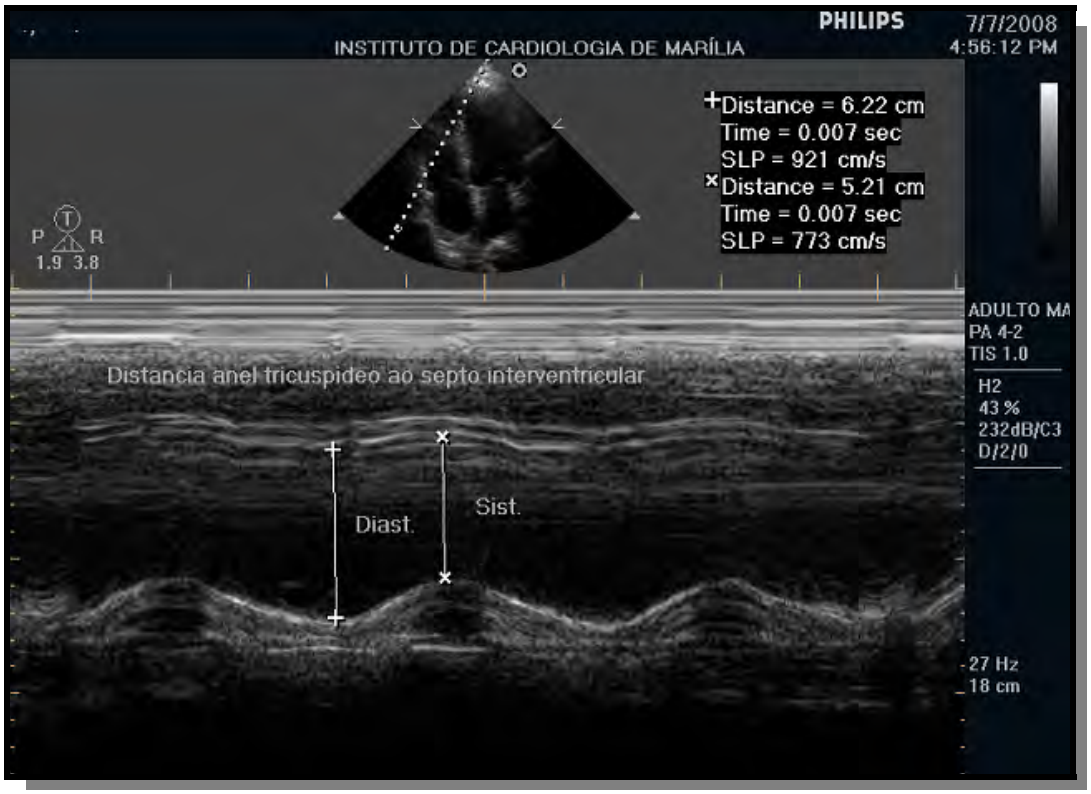


Figura 6. Figura ilustrativa mostrando a distância diastólica e sistólica do anel tricuspídeo ao septo interventricular (modo-M) com o cursor do modo-M orientado pela imagem bidimensional no corte apical quatro câmaras.

Função Diastólica do VD

- Onda E tricuspídea
- Onda A tricuspídea
- Razão entre ondas E/A tricuspídeas
- Tempo de desaceleração da onda E tricuspídea
- Tempo de relaxamento isovolumétrico através do Doppler tissular
- Velocidade máxima de deslocamento do anel tricuspídeo no início da diástole avaliada por Doppler tissular (Et)

Velocidade máxima de deslocamento do anel tricuspídeo decorrente da contração atrial avaliada por Doppler tissular (At)

- Razão E/A
- Razão E/Et

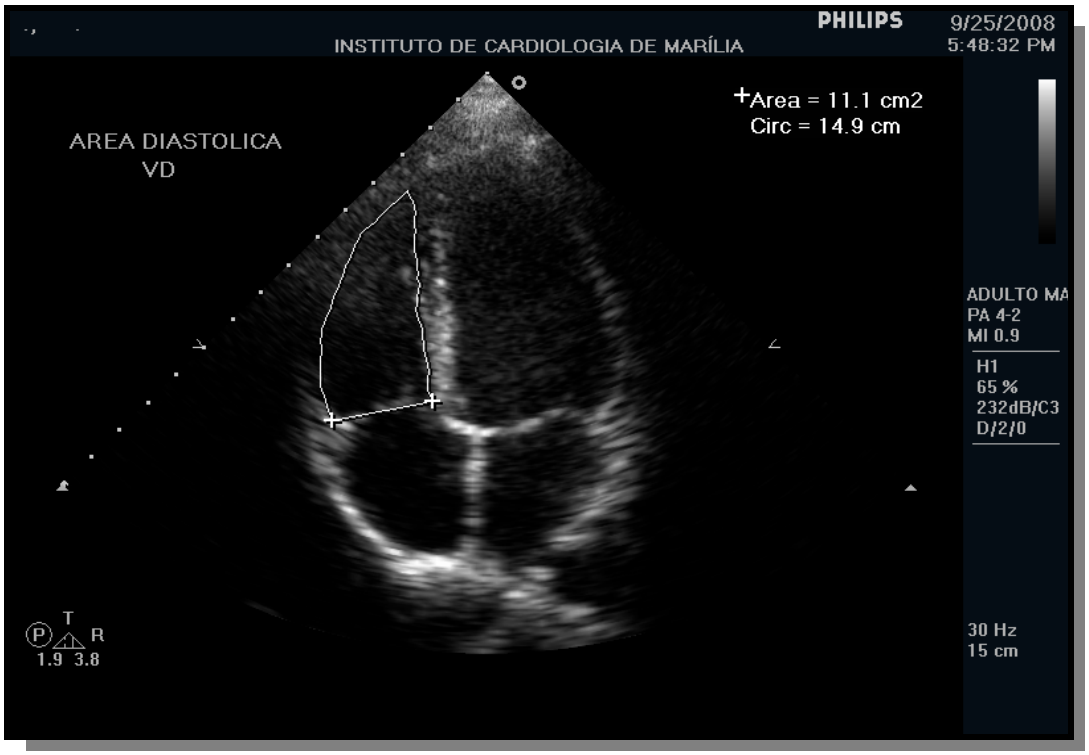


Figura 7. Figura ilustrativa da medida da área diastólica do ventrículo direito na diástole no corte apical quatro câmaras.

3.9. Análise estatística

Para comparar as características gerais entre os grupos foi utilizada a análise de variância complementada com teste de Tukey quando a distribuição probabilística era normal, e a análise de variância *on ranks* (Kruskal-Wallis) complementada com teste de Dunn quando a distribuição era não normal.

As comparações das variáveis ecocardiográficas foram realizadas por análise de co-variância (ANCOVA), utilizando a idade como co-variante, complementada com teste de Tukey.

As comparações das freqüências de alterações eletrocardiográficas entre os grupos foram realizadas pelo teste de Goodman para contrastes entre populações multinomiais (Goodman, 1964; Goodman, 1965).

Todas as conclusões estatísticas são discutidas no nível de significância de 5% ($p<0,05$).

4. Resultados

A Tabela 1 mostra a distribuição dos atletas e grupo controle quanto à idade, peso, altura, índice de massa corpórea, área de superfície corpórea, e pressão arterial.

Tabela 1. Características gerais dos indivíduos controles e atletas

Variáveis	Controle (n=36)	Futebolistas (n=21)	Corredores (n=19)	Ciclistas (n=17)
Idade (anos)	30,0 (27,0-35,0)	22,0 (20,0-23,0)*	43,0 (35,7-50,7)†	26 (23,0-28,2) #
Peso (kg)	77,1±1,5	75,8±1,5	65,4±1,5 *†	67,7±1,76*†
Altura (m)	1,80±0,01	1,77±0,01	1,73±0,01 *	1,74±0,01*
IMC (kg/m^2)	23,8±0,33	24,3±0,41	21,9±0,45 *†	22,3±0,43†
SC (m^2)	1,95±0,03	1,92±0,02	1,78±0,02*†	1,81±0,03*†
PAS (mmHg)	120 (110-130)	120 (110-130)	110 (100-120)*	113 (100-120)
PAD (mmHg)	80,0 (77,5-80,0)	80,0 (73,7-85,0)	70,0 (66,2-80,0)	80,0 (65,0-80,0)

Valores expressos como média ± erro padrão ou mediana e percentis 25% e 75%. kg: quilogramas; m: metros; mmHg: milímetros de mercúrio; IMC: índice de massa corpórea; SC: área de superfície corpórea; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. *, †, #: p<0,05 vs. controle, futebolistas e corredores, respectivamente (ANOVA e Tukey; Kruskal-Wallis e Dunn).

A idade foi uma variável que apresentou diferença estatisticamente significante entre os corredores e os futebolistas, e destes com o grupo controle; também houve diferença entre os ciclistas e os corredores. O peso corporal foi menor nos corredores e ciclistas em relação aos futebolistas e o grupo controle. A altura foi significativamente menor nos corredores e ciclistas em relação aos não-atletas. O índice de massa corpórea foi menor nos corredores e ciclistas em relação aos futebolistas, e também nos corredores em relação aos controles. A superfície corpórea também foi significativamente menor nos corredores e ciclistas em relação aos futebolistas e controles. Os valores da pressão arterial diastólica não foram diferentes entre os grupos, enquanto a pressão arterial sistólica foi significativamente menor nos corredores em relação aos não-atletas.

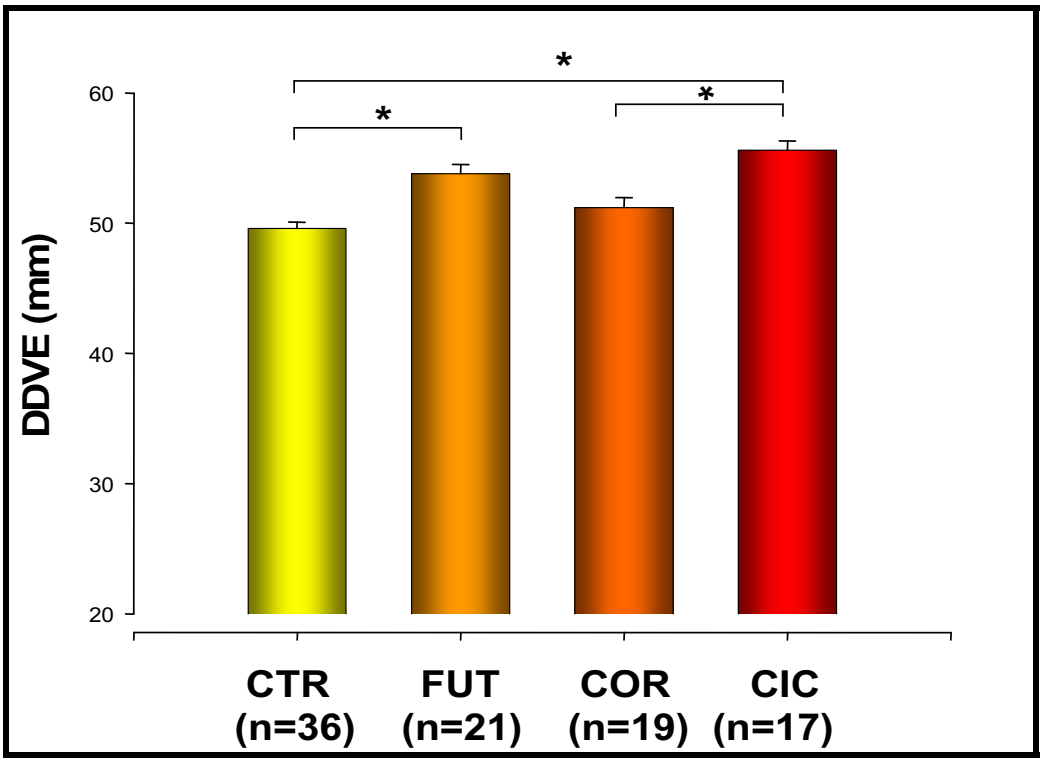


Gráfico 1. Diâmetro diastólico de ventrículo esquerdo (DDVE) de indivíduos controles (CTR), futebolistas (FUT), corredores (COR) e ciclistas (CIC). *: p<0,05, ANCOVA e Tukey.

A Tabela 2 mostra as variáveis estruturais do ventrículo esquerdo, aorta e átrio esquerdo.

Tabela 2. Variáveis estruturais do ventrículo esquerdo, átrio esquerdo e aorta dos indivíduos controles e atletas

Variáveis	Controle (n=36)	Futebolistas (n=21)	Corredores (n=19)	Ciclistas (n=17)
DDVE (mm)	49,6±0,49	53,8±0,71*	51,2±0,77	55,6±0,72*#
DSVE (mm)	31,3±0,51	34,7±0,71*	33,2±0,81	35,8±0,76*
EDSIV (mm)	8,53±0,17	10,5±0,24*	9,80±0,26*	10,5±0,24*
ESSIV (mm)	13,2±0,22	15,1±0,32*	14,2±0,35	15,1±0,32*
EDPPVE (mm)	8,40±0,22	10,5±0,32*	9,82±0,35*	10,5±0,33*
ESPPVE (mm)	13,6±0,21	15,8±0,31*	14,7±0,33*	16,0±0,31*#
VDVE (ml)	117±2,85	142±4,17*	125±4,52	152±4,22*#
VSVE (ml)	39,6±1,69	51,0±2,48*	44,5±2,68	54,8±2,51*#
AO (mm)	32,5±0,54	32,1±0,79	32,5±0,86	32,8±0,80
AE (mm)	35,1±0,51	38,3±0,74*	35,6±0,80	39,6±0,75*#
VAE (ml)	42,7±1,66	56,1±2,42*	52,3±2,68*	62,8±2,45*#
IVAE (ml/m^2)	22,0±0,81	28,8±1,19*	30,1±1,32*	34,5±1,20*†
MVE (g)	144±5,44	214 ±7,97*	184 ±8,63*	231±8,06*#
IMVE (g/m^2)	74,1±2,75	110±4,03*	105±4,36*	128±4,08*†#
MVE/alt^{2,7}	29,3±1,24	46,6±1,82*	41,8±1,97*	52,5±1,84*#
ERVE	0,38±0,01	0,34±0,01*	0,40±0,01*	0,38±0,01

Valores expressos como média ± erro padrão; DDVE: diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; DSVE: diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo; EDSIV: espessura diastólica do septo interventricular; ESSIV: espessura sistólica do septo interventricular; EDPPVE: espessura diastólica da parede posterior do ventrículo esquerdo; ESPPVE: espessura sistólica da parede posterior do ventrículo esquerdo; VDVE: volume diastólico do ventrículo esquerdo; VSVE: volume sistólico do ventrículo esquerdo; AO: aorta; AE: átrio esquerdo; VAE: volume atrial esquerdo; IVAE: índice de volume atrial esquerdo; MVE: massa ventricular esquerda; IMVE: índice de massa ventricular esquerda; alt.:altura; ERVE: espessura relativa da parede do ventrículo esquerdo; *,†,#: $p<0,05$ vs. controle, futebolistas e corredores, respectivamente (ANCOVA e Tukey).

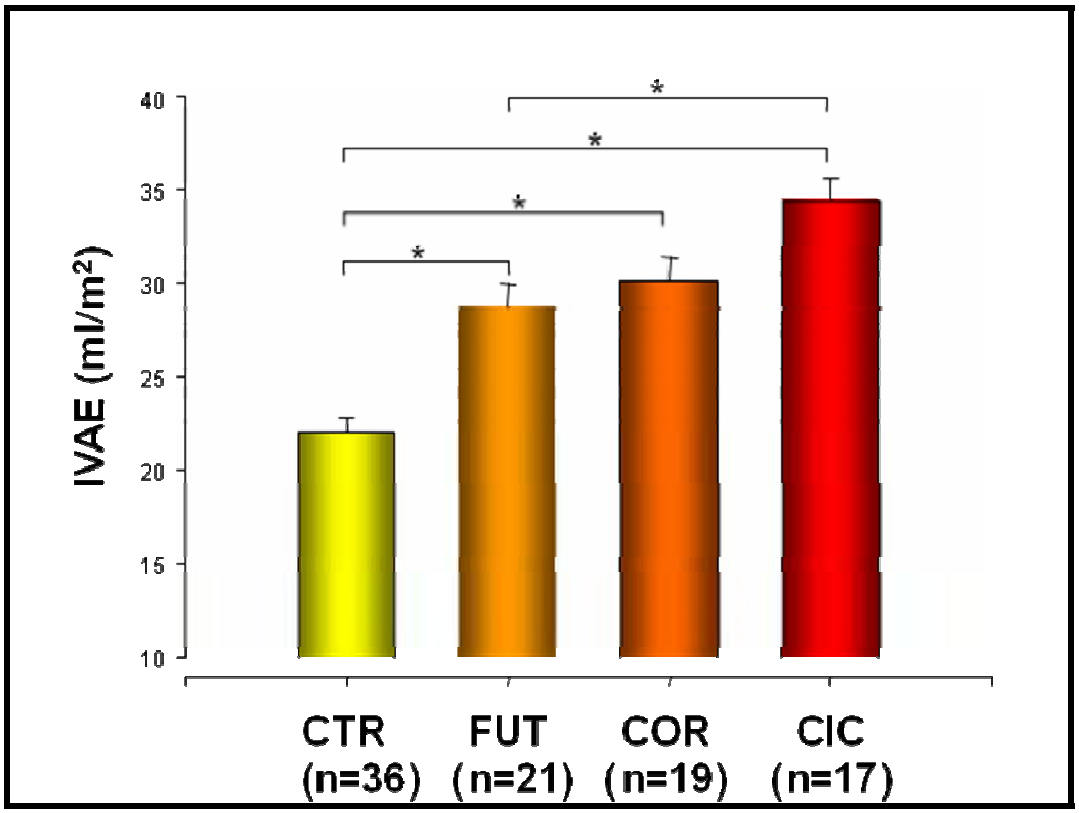


Gráfico 2. Índice do volume atrial esquerdo (IVAE) de indivíduos controles (CTR), futebolistas (FUT), corredores (COR) e ciclistas (CIC). *: p<0,05, ANCOVA e Tukey.

Os ciclistas apresentaram valores de diâmetro diastólico (Gráfico 1) e volumes diastólico e sistólico do VE maiores que os controles e corredores; os futebolistas também apresentaram valores maiores dessas variáveis em relação ao grupo controle. Os valores do diâmetro sistólico do VE dos ciclistas e futebolistas também foram superiores em relação aos não-atletas. A espessura diastólica do septo interventricular e da parede posterior e a espessura sistólica da parede posterior de ventrículo esquerdo foram maiores nos três grupos de atletas em relação ao grupo controle, enquanto que a espessura sistólica do septo interventricular foi maior nos ciclistas e futebolistas em relação ao grupo controle.

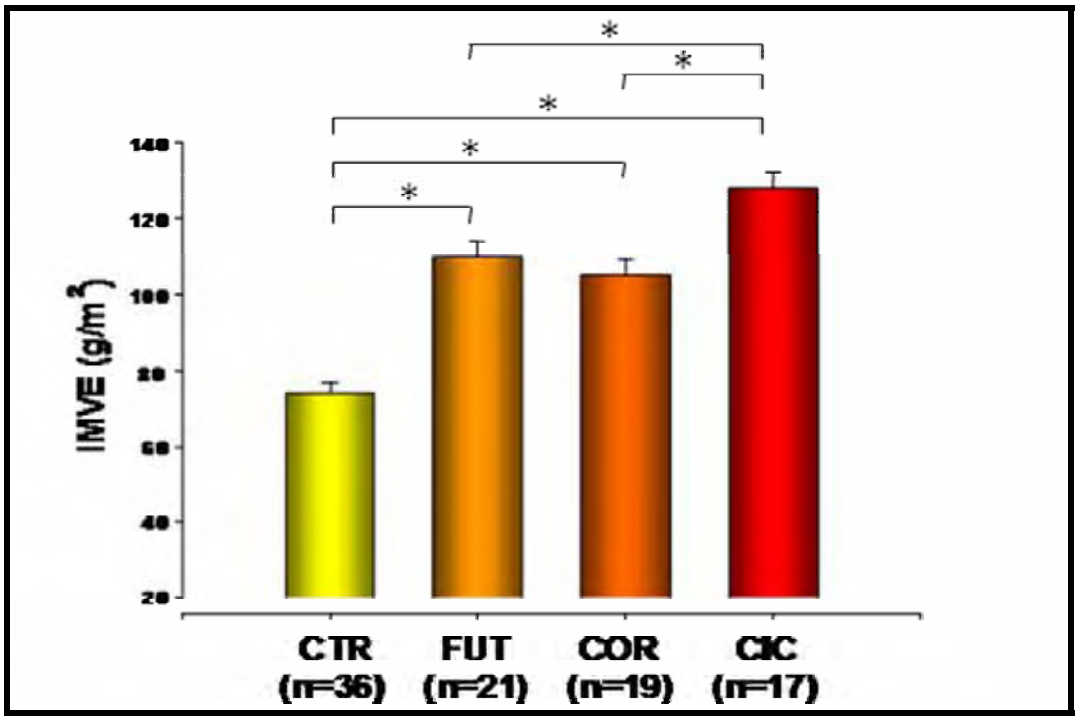


Gráfico 3. Índice de massa ventricular esquerda (IMVE) de indivíduos controles (CTR), futebolistas (FUT), corredores (COR) e ciclistas (CIC). *: p<0,05, ANCOVA e Tukey.

A medida do diâmetro da raiz da aorta foi semelhante entre os grupos e a medida do átrio esquerdo foi maior nos ciclistas e futebolistas em relação ao grupo controle. Tanto o volume atrial esquerdo como o índice de volume atrial esquerdo (Gráfico 2) foram maiores nos atletas em relação ao grupo controle; o volume atrial esquerdo também mostrou-se maior nos ciclistas em relação aos corredores, e o índice de volume atrial esquerdo foi maior nos ciclistas em relação aos futebolistas.

A massa ventricular esquerda, em valores absolutos ou normalizados pela altura elevada à potência de 2,7, mostrou-se maior nos atletas em relação ao grupo controle; também houve diferença significativa entre ciclistas e corredores. Quando normalizada pela superfície corporal (Gráfico 3), a massa ventricular esquerda foi significativamente maior nos ciclistas do que nos futebolistas e corredores. A espessura relativa da parede do VE foi maior nos futebolistas e corredores em relação ao grupo controle.

A Tabela 3 mostra as variáveis estruturais do VD.

Tabela 3. Variáveis estruturais do VD dos indivíduos controles e atletas

Variáveis	Controle (n=36)	Futebolistas (n=21)	Corredores (n=19)	Ciclistas (n=17)
DDVD (mm)	24,2±0,37	26,7±0,55*	28,6±0,59*	30,8±0,55*†
DSVD (mm)	16,8±0,39	18,1±0,55*	20,4±0,60*	21,3±0,56*
Área diast. (cm²)	35,3±1,97	49,0±2,88*	52,1±3,12*	60,4±2,92*†
Área sist. (cm²)	18,4±1,28	26,6±1,87*	26,6±1,87*	32,1±1,87*
DD S-AT (mm)	61,3±1,07	65,6±1,57	63,2±1,70	66,8±1,59*
DS S-AT (mm)	47,0±1,05	52,3±1,53*	49,3±1,66	51,0±1,55

Valores expressos como média ± erro padrão; DDVD: diâmetro diastólico do ventrículo direito; DSVD: diâmetro sistólico do ventrículo direito; diast.: diastólica; sist.: sistólica; DD S-AT: distância diastólica do anel tricuspídeo ao septo interventricular; DS S-AT: distância sistólica do anel tricuspídeo ao septo interventricular; *,†; $p<0,05$ vs. controle e futebolistas, respectivamente (ANCOVA e Tukey).

Os valores diastólicos e sistólicos de diâmetros e áreas do VD foram significativamente maiores nos três grupos de atletas em relação ao grupo controle. Além disso, os ciclistas apresentaram maiores valores do diâmetro diastólico e área diastólica em relação aos futebolistas. A distância diastólica do anel tricuspídeo ao septo interventricular foi maior nos ciclistas quando comparado ao grupo controle (Gráfico 4).

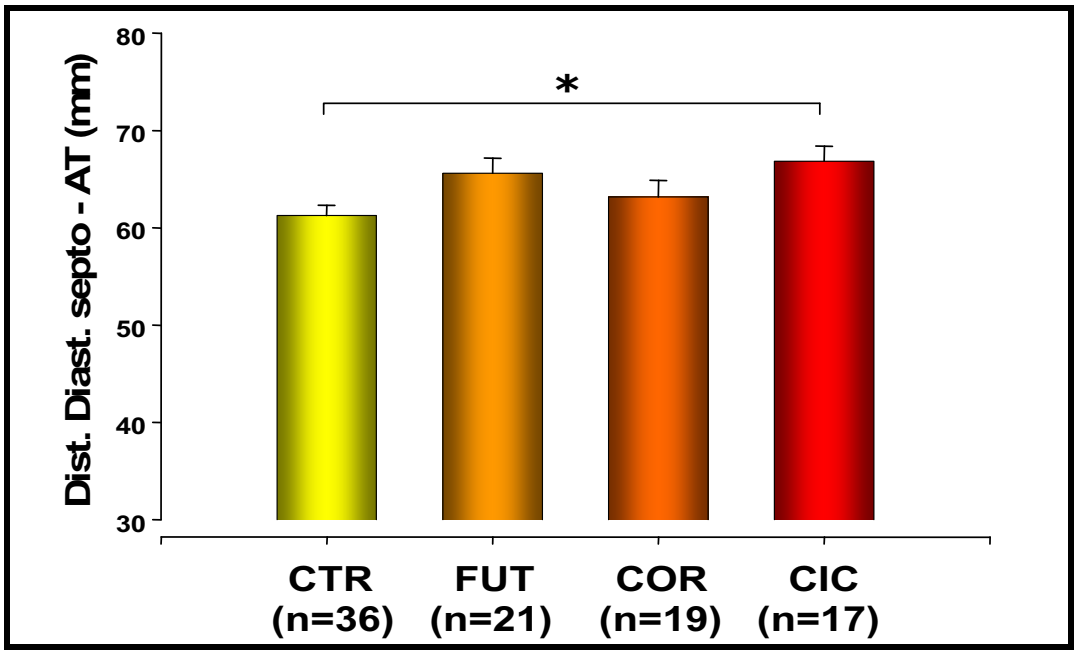


Gráfico 4. Distância diastólica do anel tricuspídeo ao septo interventricular de indivíduos controles (CTR), futebolistas (FUT), corredores (COR) e ciclistas (CIC). *: p<0,05, ANCOVA e Tukey.

Em relação à função sistólica do VE, tanto a fração de ejeção, avaliada pelos métodos de Teicholz e Simpson bi-plano (Gráfico 5), como a porcentagem de encurtamento endocárdico não se mostraram diferentes entre os grupos. O índice de performance miocárdica, um índice sisto-diastólico, e os valores da onda sistólica ao Doppler tissular também não foram diferentes entre os grupos (Tabela 4).

A função sistólica do VD, avaliada pela onda sistólica do anel tricuspídeo ao Doppler tissular, foi significantemente menor nos corredores em relação aos demais atletas. Não houve diferença nesse índice entre os atletas e os controles. O índice de performance miocárdica não foi diferente entre os grupos, assim como as porcentagens de variações da área e da distância do anel tricuspídeo ao septo interventricular (Tabela 5).

A Tabela 4 mostra os índices de função sistólica do VE.

Tabela 4. Índices de função sistólica do VE dos indivíduos controles e atletas

Variáveis	Controle (n=36)	Futebolistas (n=21)	Corredores (n=19)	Ciclistas (n=17)
Fração Ejeção (Teicholz)	0,66±0,01	0,64±0,01	0,64±0,01	0,64±0,01
Fração Ejeção (Simpson)	0,53±0,01	0,54±0,01	0,53±0,01	0,52±0,01
%ΔD	36,4±0,62	35,5±0,91	34,8±0,98	35,5±0,92
IPM	0,52±0,02	0,65±0,04	0,57±0,04	0,58±0,04
Onda S tissular (cm/s)	11,8 ±0,33	11,4±0,48	10,3±0,52	11,7±0,49

Valores expressos como média ± erro padrão; %ΔD: porcentagem de encurtamento endocárdico; IPM: índice de performance miocárdica; onda S: velocidade máxima de deslocamento sistólico do anel mitral avaliada por Doppler tissular (média aritmética de quatro regiões); p>0,05 (ANCOVA e Tukey).

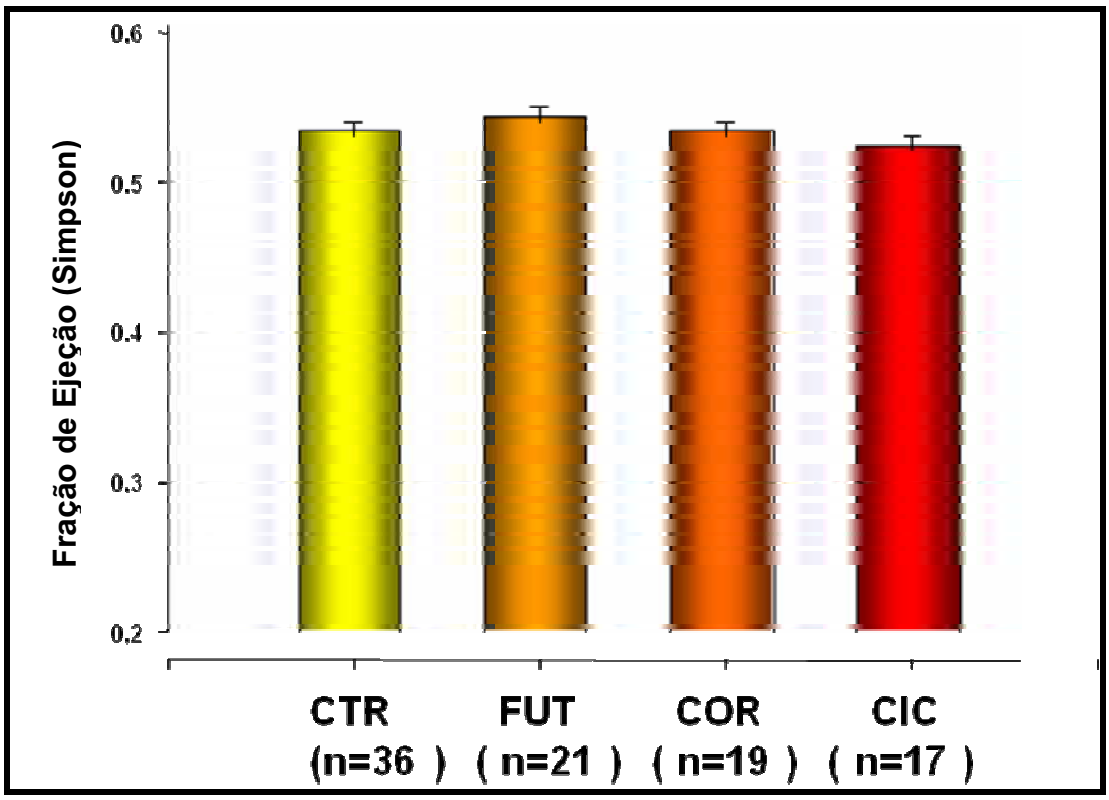


Gráfico 5. Fração de ejeção do VE pelo método de Simpson de indivíduos controles (CTR), futebolistas (FUT), corredores (COR) e ciclistas (CIC). ANCOVA, p>0,05.

A Tabela 5 mostra os índices de função sistólica do VD.

Tabela 5. Função sistólica do VD dos indivíduos controles e atletas

Variáveis	Controle (n=36)	Futebolistas (n=21)	Corredores (n=19)	Ciclistas (n=17)
Onda S tissular (cm/s)	13,7±0,47	15,4±0,68	11,8±0,74†	14,9±0,69$^{\#}$
IPM	0,34±0,02	0,38±0,03	0,34±0,04	0,38±0,03
%Δ área	48±2,0	44±3,0	48±3,0	46±3,0
%ΔD S-AT	23,2±1,2	20,2±1,7	21,7±1,9	23,5±1,8

Valores expressos como média ± erro padrão; onda S tissular: velocidade máxima de deslocamento sistólico do anel tricuspídeo avaliada por Doppler tissular; IPM: índice de performance miocárdica; %Δ área: fração de variação de área do VD; %ΔD S-AT: fração de variação da distância do anel tricuspídeo ao septo interventricular; $^{\dagger,\#}$: p<0,05 vs. futebolistas e corredores, respectivamente (ANCOVA e Tukey).

A Tabela 6 mostra as variáveis da função diastólica do VE.

Tabela 6. Função diastólica do VE dos indivíduos controles e atletas

Variáveis	Controle (n=36)	Futebolistas (n=21)	Corredores (n=19)	Ciclistas (n=17)
Onda E (cm/s)	74,7±2,2	83,3±3,2	79,1±3,4	80,6±3,2
Onda A (cm/s)	49,6±1,52	50,0±2,2	45,3±2,4	46,0±2,2
Razão E/A	1,52±0,05	1,75±0,07	1,70±0,08	1,84±0,07*
TRIV (ms)	97,6±1,43	97,4±2,1	109±2,3*†	101±2,1
TDE (ms)	169±4,57	176±4,57	187±7,25	170±6,77
Onda Em (cm/s)	16,6±0,35	17,3±0,52	16,8±0,56	17,4±0,52
Onda Am (cm/s)	9,61±0,25	8,57±0,37	7,66±0,40*	8,62±0,38
Razão Em/Am	1,79±0,08	2,10±0,11	2,28±0,12*	2,27±0,11*
Razão E/Em	4,53±0,14	4,84±0,21	4,71±0,12	4,50±0,11

Valores expressos como média ± erro padrão; onda E: onda de velocidade diastólica máxima transvalvar mitral durante a fase de enchimento rápido; onda A: velocidade diastólica máxima transvalvar mitral durante a fase de contração atrial; TRIV: tempo de relaxamento isovolumétrico; TDE: tempo de desaceleração da onda E; onda Em: velocidade máxima de deslocamento do anel mitral no início da diástole avaliada por Doppler tissular (média aritmética de quatro regiões); onda Am: velocidade máxima de deslocamento do anel mitral decorrente da contração atrial avaliada por Doppler tissular (média aritmética de quatro regiões); *,†: p<0,05 vs. controle e futebolistas, respectivamente (ANCOVA e Tukey).

As medidas das velocidades máximas do fluxo diastólico transvalvar mitral durante a fase de enchimento rápido (onda E) e decorrente da contração atrial (onda A), assim como o tempo de desaceleração da onda E, foram semelhantes entre os grupos. A razão entre as ondas E e A foi significativamente maior nos ciclistas em relação aos controles. O tempo de relaxamento isovolumétrico foi maior nos corredores em relação aos controles e futebolistas e não foi diferente em relação aos ciclistas.

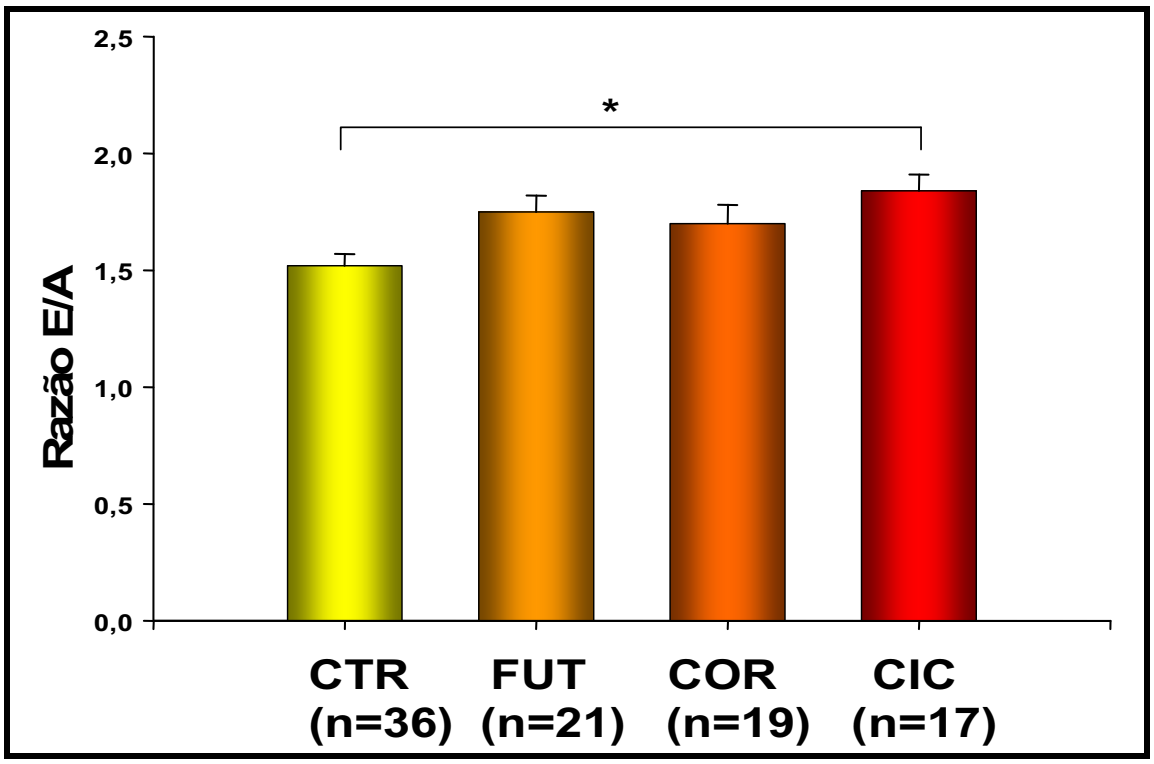


Gráfico 6. Razão entre as ondas E e A do fluxo mitral de indivíduos controle (CTR), futebolistas (FUT), corredores (COR) e ciclistas (CIC). *: $p<0,05$, ANCOVA e Tukey.

Em relação à avaliação da função diastólica pela técnica do Doppler tissular, os corredores apresentaram valores de onda A tissular inferiores aos controles. Além disso, corredores e ciclistas apresentaram valores maiores da razão E/A tissular em relação aos controles. Não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos quanto aos valores da onda E tissular e da razão E/E tissular.

Na Tabela 7 são apresentadas as variáveis relacionadas à função diastólica do VD. O TRIV avaliado pelo Doppler tissular foi maior nos corredores em relação aos controles. Não foram observadas diferenças significantes entre os grupos nas demais variáveis analisadas.

Tabela 7. Função diastólica do VD dos indivíduos controles e atletas

Variáveis	Controle (n=36)	Futebolistas (n=21)	Corredores (n=19)	Ciclistas (n=17)
Onda E (cm/s)	51,3±1,7	49,6±2,6	47,8±2,8	51,4±2,6
Onda A (cm/s)	29,0±0,9	28,3±1,4	26,6±1,5	28,0±1,4
Razão E/A	1,78±0,04	1,77±0,06	1,80±0,06	1,88±0,06
TRIV (ms)	94,6±1,54	96,3±2,26	102,1±2,44*	99,1±2,28
TDE (ms)	192±6,2	182±9,0	185±9,8	178±9,1
Onda Et (cm/s)	14,2±0,81	13,2±1,18	13,9±1,28	15,6±1,20
Onda At (cm/s)	11,3±0,56	10,4±0,82	9,80±0,89	11,4±0,83
Razão Et/At	1,35±0,1	1,43±0,1	1,35±0,1	1,38±0,1
Razão E/Et	3,74±0,16	3,68±0,24	3,71±0,26	3,78±0,24

Valores expressos como média ± erro padrão; onda E: velocidade máxima do fluxo diastólico transvalvar tricúspide durante a fase de enchimento rápido; onda A: velocidade máxima do fluxo diastólico transvalvar tricuspídeo decorrente da contração atrial; TRIV: tempo de relaxamento isovolumétrico obtido pelo Doppler tissular; TDE: tempo de desaceleração da onda E; Onda Et: velocidade máxima de deslocamento do anel tricuspídeo no início da diástole avaliada por Doppler tissular; Onda At: velocidade máxima de deslocamento do anel tricuspídeo decorrente da contração atrial avaliada por Doppler tissular; *: $p<0,05$ vs. controle (ANCOVA e Tukey).

Na Tabela 8 são mostradas as freqüências das alterações eletrocardiográficas em indivíduos controles e atletas.

Tabela 8. Freqüência (%) das alterações eletrocardiográficas observadas em indivíduos controles e atletas

Variáveis	Controle (n=36)	Futebolistas (n=21)	Corredores (n=19)	Ciclistas (n=17)
FC<60 bpm	33,3	68,0	73,7 *	58,8
BAV 1º grau	5,56	20,0	36,8*	23,5
SVE	8,33	55,0 *	47,4*	58,8*
SAE	19,4	0,0*	42,1†	17,6
ARV	13,9	50,0 *	63,2*	45,4*
BCRD	0,0	5,00	15,8	17,6
BIRD	5,56	0,0	10,5	22,6

FC: freqüência cardíaca; BAV 1º grau: bloqueio atrioventricular de primeiro grau; SVE: sobrecarga ventricular esquerda; SAE: sobrecarga atrial esquerda; ARV: alteração da repolarização ventricular; BCRD: bloqueio completo de ramo direito; BIRD: bloqueio incompleto de ramo direito; *,†: $p<0,05$ vs. controle e futebolistas, respectivamente (Teste de Goodman).

A ocorrência de bradicardia sinusal, definida como freqüência cardíaca abaixo de 60 batimentos por minuto, e bloqueio atrioventricular de primeiro grau, ou seja, intervalo PR maior que 200 milissegundos, foi significativamente maior nos corredores em relação ao grupo controle. A presença de sobrecarga ventricular esquerda e alteração da repolarização ventricular foi significativamente maior nos três grupos de atletas em relação ao grupo controle, enquanto que a sobrecarga atrial esquerda não foi observada em futebolistas, sendo estatisticamente diferente em relação aos controles e corredores. A freqüência de bloqueio completo ou incompleto do ramo direito não foi diferente entre os grupos.

5. Discussão

Características gerais dos indivíduos controles e atletas

A idade foi menor nos futebolistas em relação ao grupo controle, e os corredores apresentaram idade superior aos futebolistas e ciclistas. Isso se deve ao fato de as corridas de longa distância, como maratona e meia-maratona, serem freqüentemente praticadas por indivíduos de idades mais avançadas que as dos demais atletas. Além disso, para estar apto a disputar maratonas são necessários muitos anos de treinamento. Por outro lado, as idades médias de ciclistas e futebolistas em atividade situam-se entre 20 e 30 anos.

Embora tenha havido a preocupação de selecionar indivíduos controles e atletas com características antropométricas semelhantes, o fato dos controles não praticarem exercício físico e dos atletas apresentarem características físicas próprias de suas modalidades resultou em algumas diferenças entre os grupos quanto ao peso, índice de massa e superfície corporal. Assim, o peso corporal observado nos corredores e ciclistas foi menor em relação aos futebolistas e grupo controle. Isso provavelmente ocorreu porque os indivíduos controle não praticavam exercício físico regular e, no caso do futebol, a prática de musculação era componente importante do treinamento dessa modalidade. A altura foi significativamente menor em ciclistas e corredores em relação ao grupo controle.

Os valores da pressão arterial diastólica não foram diferentes entre os grupos, enquanto a pressão sistólica foi discretamente menor nos corredores em relação aos controles. Dados da literatura mostram que não existe diferença significativa entre os níveis de pressão arterial entre atletas e indivíduos sedentários que tenham idade e medidas antropométricas semelhantes (Oakley & Sheffield, 2001; Pelà *et al*., 2004; Neilan *et al*., 2006). Em nosso grupo de corredores, os atletas apresentavam

variáveis antropométricas menores que os não-atletas, o que poderia explicar, em parte, a diferença da pressão arterial.

Tipos de exercício físico

As adaptações cardíacas dependem das modalidades esportivas realizadas. Os exercícios físicos podem ser de dois tipos: dinâmico, também chamados de resistência, aeróbio ou isotônico; ou estático, denominados de força, anaeróbio ou isométrico (Mitchell *et al*., 2005). A maioria dos exercícios não apresenta caráter puramente estático ou dinâmico, mas uma mistura entre ambos, sendo denominado exercício misto.

As mudanças fisiológicas resultantes do exercício dinâmico são observadas em atletas praticantes de modalidades com longos períodos de atividade física de média a alta intensidade. Esse tipo de exercício provoca aumento acentuado e prolongado do débito e da freqüência cardíaca, além de aumento pouco significativo da pressão arterial (Gallagher, 2002). Por exemplo, atletas de resistência apresentam aumentos não exuberantes da pressão arterial, ao passo que o débito cardíaco de 5 a 6 litros por minuto em repouso pode atingir até 40 litros por minuto no ápice do esforço (Pluim *et al.,* 2000). Nesses atletas, observa-se hipertrofia ventricular esquerda do tipo excêntrica (Fagard, 2003). Nesse tipo de exercício, ocorrem aumento no comprimento do músculo esquelético e mudança no movimento articular, com contrações rítmicas e de baixa força intramuscular (Mitchell *et al*., 2005).

Diferentemente do exercício dinâmico, as mudanças fisiológicas resultantes do exercício estático são vistas naqueles atletas que realizam modalidades com

exercício físico de grande intensidade por curto período de tempo. Nesse caso, ocorre elevação pouco significativa da freqüência cardíaca e do débito cardíaco, ao passo que a pressão arterial eleva-se significativamente (Gallagher, 2002). Em modalidades como levantamento de peso, há relatos de elevação da pressão arterial aos níveis de 480/350 mmHg (MacDougall *et al*., 1985). Consequentemente, ocorre desenvolvimento de hipertrofia ventricular esquerda do tipo concêntrica (Fagard, 2003). No exercício estático ocorre pouca alteração no comprimento do músculo esquelético e no movimento articular, gerando maior força intramuscular (Mitchell *et al*., 2005).

Entretanto, na maioria das modalidades esportivas, o que se observa é a prática de exercícios mistos, caracterizados por atividade física realizada por longo período e de intensidade moderada ou alta. Nessa situação observa-se aumento acentuado e prolongado da freqüência cardíaca e do débito cardíaco, além de aumento moderado da pressão arterial sistólica por grande intervalo de tempo (Gallagher, 2002). Nesse caso, ocorre o desenvolvimento de hipertrofia ventricular esquerda mista ou balanceada (Fagard, 2003).

Em metanálise que englobou 59 estudos com atletas de elite, confirmou-se que as adaptações cardíacas já descritas acima, em resposta às modalidades com predomínio do componente estático ou dinâmico, são diferentes. Nessa casuística foram incluídos 31 estudos com atletas de resistência, 23 estudos com atletas de força e resistência e 24 estudos com atletas de força, totalizando 1.451 atletas e 813 indivíduos controle. Os estudos com atletas de resistência incluíram principalmente maratonistas e ultramaratonistas, enquanto ciclistas e remadores representaram os atletas de força e resistência, e fisiculturistas, levantadores e arremessadores de peso representaram os esportistas de força (Pluim *et al.,* 2000).

Além das alterações decorrentes de cada tipo de exercício, os fatores hereditários também influenciam as dimensões cardíacas, seja pelo controle genético da resposta hipertrófica ao condicionamento atlético, seja pela predisposição genética para sustentar o treinamento físico mais intenso e atingir níveis mais elevados de performance física (Pelliccia, 1996).

Os efeitos cardiovasculares do exercício a longo prazo incluem diminuição da freqüência cardíaca, tanto no repouso quanto no exercício, elevação do débito cardíaco e dilatação e hipertrofia das câmaras cardíacas.

Estruturas do VE

As alterações nas dimensões cardíacas associadas ao treinamento têm sido discutidas nos últimos 35 anos em inúmeros estudos. As respostas dos atletas ao condicionamento físico não são uniformes, e o treinamento físico induz evidências de remodelamento cardíaco em aproximadamente 50% dos atletas (Maron & Pelliccia, 2006). O sexo masculino e a massa corpórea dos atletas também desempenham papel importante na gênese do remodelamento ventricular esquerdo. A influência genética e do meio ambiente ainda são temas de controvérsia no desenvolvimento do remodelamento ventricular esquerdo (Maron & Pelliccia, 2006).

Em estudo com 235 atletas excepcionalmente treinados, participantes da maior competição de triatlo do mundo, o *Triathlon Ironman* do Havaí (3,9 quilômetros de natação, 180 quilômetros de ciclismo e 42,2 quilômetros de corrida), observou-se apenas discreta dilatação ventricular esquerda com preservação da geometria cardíaca (Douglas *et al*., 1997). Esse resultado está em acordo com o dado

anteriormente citado de que o treinamento físico provoca alterações em cerca de 50% dos atletas.

Em nosso estudo, os futebolistas e ciclistas apresentaram diâmetros e volumes diastólicos e sistólicos do VE maiores que os indivíduos não atletas. Além disso, as medidas de espessuras diastólicas do septo interventricular e da parede posterior do VE foram maiores nos atletas. Conseqüentemente, a massa ventricular esquerda foi significativamente maior em atletas que nos indivíduos controle. Esses dados são semelhantes aos encontrados em vários estudos em atletas de diferentes modalidades esportivas (Zoncu *et al*., 2002; Fagard, 2003; Pelà *et al*., 2004; Neilan *et al.,* 2006; Tümüklü *et al*., 2007). Os três grupos de atletas mostraram aumento do volume atrial esquerdo. O volume atrial esquerdo também foi maior nos ciclistas em relação aos corredores, já o volume atrial esquerdo normalizado pela superfície corpórea foi maior nos atletas em relação aos não-atletas e nos ciclistas em relação os futebolistas. Essas alterações podem ser explicadas pelo tipo de atividade física de nossos atletas, com predomínio do componente dinâmico, principalmente entre os ciclistas, que causa sobrecarga de volume ao coração.

Em estudo do Instituto Nacional de Medicina Esportiva da Itália com 1.777 atletas de 38 modalidades esportivas, observou-se aumento atrial esquerdo em 20% dos indivíduos, principalmente em atletas praticantes de ciclismo e remo, que são esportes com alto componente dinâmico (Pelliccia *et al*., 2005). Um grande estudo do Instituto de Ciências e Medicina Esportiva de Roma mostrou que as adaptações morfológicas na massa ventricular esquerda resultam de treinamento sistemático em diferentes modalidades esportivas (Pluim *et al*., 1999).

Estruturas do VD

Embora numerosos estudos demonstrem as adaptações do VE após longos períodos de atividade física, poucos estudaram as possíveis alterações da cavidade ventricular direita. Há estudos mostrando que a dilatação do coração ocorre também no VD da mesma forma que no VE, secundária à sobrecarga hemodinâmica a que os atletas são submetidos durante o exercício (Henriksen *et al*., 1996; Erol & Karakelleoglu, 2002; Pelà *et al.*, 2004). Em nosso trabalho, encontramos aumento dos diâmetros e áreas sistólica e diastólica do VD do grupo de atletas em relação ao grupo controle; também observamos aumento significativo do diâmetro e área diastólica do VD dos ciclistas em relação aos futebolistas.

Função sistólica do VE

Avaliamos a função sistólica de VE através da fração de ejeção pelos métodos de Simpson bi-plano e Teicholz, da fração de encurtamento endocárdico, do índice de performance miocárdica e da onda de velocidade sistólica através do Doppler tissular. Os nossos resultados concordam com os dados da literatura, não apresentando diferença estatística entre os grupos (Maron, 1986; Douglas *et al.*, 1997; Pluim *et al*., 1999; Claessens *et al*., 2001; Zoncu *et al*., 2002; Aberbethy *et al*., 2003; Pelà *et al*., 2004; Neilan *et al.,* 2006; Tümüklü *et al*., 2007). Sabe-se que o débito cardíaco dos atletas de resistência, embora atinja níveis bastante elevados durante atividade física intensa, é semelhante ao de indivíduos sedentários do mesmo sexo, altura e faixa etária quando em repouso (Barros Neto, 1999).

Função sistólica do VD

A avaliação da função sistólica do VD permanece um desafio, seja pela sua forma geométrica ou pela dificuldade de se definir as superfícies do endocárdio, além da pouca acurácia observada à ecocardiografia bidimensional (Meluzin *et al*., 2001; Lange *et al*., 2005; Tamborini *et al*., 2006; Kjaergaard *et al*., 2007; Haddad *et al*., 2008; Karnati *et al*., 2008).

Estudamos a função sistólica do VD pela onda de velocidade sistólica e pelo índice de performance miocárdica ao Doppler tissular, pela porcentagem de variação das distâncias do anel tricuspídeo ao septo interventricular e pela variação das áreas sistólica e diastólica, as duas últimas medidas por planimetria.

O pico de velocidade da onda sistólica do anel tricuspídeo (Doppler tissular) tem se mostrado um índice simples e rápido com boa sensibilidade e especificidade para avaliar a função ventricular direita, quando comparado à ressonância nuclear magnética e ventriculografia com radionuclídeo (Meluzin *et al*., 2001). Em relação a este índice, observamos menores valores nos corredores em relação aos demais atletas e, no entanto, não houve diferença entre os atletas e os controles. As demais variáveis estudadas não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Em elegante estudo com 36 atletas profissionais da Turquia, que incluiu 14 corredores, 10 remadores, 4 boxeadores, 5 jogadores de basquete e 3 esquiadores, não se observou diferença significativa no índice de performance miocárdica e na velocidade da onda sistólica da parede livre do VD (Erol & Karakelleoglu, 2002).

Função diastólica do VE

Para avaliar a função diastólica do VE, estudamos o fluxo mitral e o Doppler tissular. O fluxo mitral foi avaliado pela velocidade da onda E, onda A, razão E/A, TDE e pelo TRIV. Os grupos estudados não apresentaram diferença em relação a onda E, onda A e o TDE. A razão E/A foi significativamente maior nos ciclistas em relação ao grupo controle.

Também avaliamos a função diastólica através do Doppler tissular pela análise das ondas Em, Am, razão Em/Am, e razão E/Em. A velocidade da onda Em não foi diferente entre os grupos, enquanto a onda Am foi menor nos corredores em relação aos não-atletas. A razão entre elas foi maior nos corredores e ciclistas em relação ao grupo controle. A razão entre as ondas E (Doppler convencional) e Em (Doppler tissular) não apresentou diferença estatística entre os grupos.

Em estudo com 52 triatletas da Bélgica, foi observada significativa diferença na velocidade da onda E, que foi maior nos atletas em relação ao grupo controle composto por indivíduos sedentários, e na velocidade da onda A, que foi menor nos atletas; conseqüentemente, a razão entre elas foi significativamente maior nos atletas. De maneira semelhante, ao analisar a função diastólica através do Doppler tissular, observou-se aumento da velocidade da onda Em e diminuição da onda Am (Claessens *et al*., 2001).

Em recente estudo com jogadores de futebol da Turquia, ao analisar o fluxo mitral, observou-se diminuição significativa na velocidade da onda A, porém não se detectou diferença na velocidade da onda E e na razão entre elas. No mesmo estudo, a velocidade da onda Em e a razão entre esta e a onda Am foram maiores nos atletas quando comparados ao grupo controle (Tümüklü *et al*., 2007). É

importante ressaltar que nesse estudo as velocidades das ondas ao Doppler tissular foram medidas nas paredes septal e lateral, enquanto no nosso estudo obtivemos a média das quatro paredes (septal, lateral, anterior e inferior) do VE.

Função diastólica do VD

Em nosso estudo, analisamos a função diastólica do VD através da análise do fluxo transtricuspídeo e Doppler tissular. As velocidades das ondas E e A, bem como a relação E/A e o TDE não mostraram diferença significativa entre os grupos de atletas e o grupo controle. Também ao Doppler tissular não foram diferentes estatisticamente as ondas E e A, bem como as razões E/E tissular e E/A tissular. O tempo de relaxamento isovolumétrico, medido pelo Doppler tissular, foi significantemente maior nos corredores em relação ao grupo controle.

No mesmo estudo em atletas turcos de várias modalidades, previamente citado (Erol & Karakelleoglu, 2002), também não se observou diferença significativa nos valores das ondas E, A, razão E/A, do TRIV e TDE. Ao estudo com Doppler tissular, as ondas E, A e a razão E/A também não apresentaram diferença significativa.

Eletrocardiografia

O coração do atleta pode estar associado a alterações de ritmo e condução, mudanças morfológicas do complexo QRS e anormalidades da repolarização ventricular. A maioria destas alterações é vista em atletas praticantes de exercícios de resistência de alta intensidade (Fagard, 2003). Pelliccia *et al.* (2000) descreveram

que o ‘‘eletrocardiograma anormal’’ estava presente em 40% de 1.005 atletas estudados, e as alterações eram mais evidentes em atletas praticantes de esporte de resistência, como ciclismo, canoagem e esqui *cross-country.*

A bradicardia sinusal é uma alteração comumente encontrada em atletas altamente treinados, sendo relatada em até 91% dos de alto rendimento. É resultado de hipertonia vagal e diminuição do tônus simpático. Deve-se salientar que a tensão emocional no momento do exame pode induzir ao aumento da freqüência cardíaca (Peidro, 2003). Em nosso estudo, os corredores foram os atletas que mais apresentaram bradicardia sinusal, informação concordante com a literatura.

Os transtornos de condução também são comuns em atletas, e o bloqueio atrioventricular de primeiro grau aparece com freqüência de 10 a 37% em estudo com eletrocardiografia dinâmica (Peidro, 2003). O bloqueio atrioventricular de segundo grau (Mobitz I) é descrito em cerca de 8% dos atletas, enquanto formas mais avançadas de bloqueio, como Mobitz II e o bloqueio atrioventricular total são extremamente raros em atletas (Wu *et al*., 2006). Em nossa casuística, não observamos bloqueios de segundo ou terceiro graus. Os corredores foram aqueles que mais apresentaram bloqueio atrioventricular de primeiro grau.

A sobrecarga ventricular esquerda é muito comum em atletas, sendo relatada entre 8 e 85% (Batlouni, 1980). Em estudo com 122 mil jovens americanos sadios do sexo masculino, a incidência de sobrecarga ventricular esquerda foi observada em cerca de 5% (Hiss, 1962). Deve-se ressaltar que os critérios eletrocardiográficos são passíveis de críticas, haja vista que não consideram o biotipo do atleta, que é diferente para cada modalidade esportiva. Todas as modalidades por nós estudadas apresentaram maior freqüência de sobrecarga ventricular esquerda em relação ao

grupo controle, com porcentagens semelhantes às encontradas no estudo de Sharma *et al*. (1999).

A elevação do segmento ST é descrita em 50 a 89% dos eletrocardiogramas de repouso em atletas. Essa elevação é considerada benigna e secundária ao condicionamento físico. Contudo, o interesse em padrões de repolarização precoce aumentou após a descoberta da síndrome de Brugada, em 1992. Esta é caracterizada por repolarização precoce em derivações precordiais direitas (V1 a V3), com ou sem atraso na ativação ventricular direita, além do elevado risco de morte súbita, haja vista que a prevalência de fibrilação ventricular nos portadores dessa síndrome é estimada em 40 a 60% (Bianco *et al*., 2001). Por outro lado, a ocorrência de depressão do segmento ST é rara e deve ser investigada como alteração patológica (Wright & Salem, 1995). O padrão de repolarização precoce é visto em 10% dos futebolistas profissionais, sendo caracterizada pela elevação do segmento ST, de concavidade para cima, onda T apiculada e assimétrica em pelo menos três derivações do eletrocardiograma de repouso, geralmente nas precordiais V2 a V5 (Ghorayeb *et al.*, 1998). O mecanismo da mesma ainda é desconhecido, sendo provavelmente secundário à diminuição do tônus simpático ou o inicio precoce da repolarização em região subepicárdica, antes da completa despolarização. Em nosso estudo, as três modalidades apresentaram maior freqüência de alterações do segmento ST em relação ao grupo controle.

A incidência de bloqueio incompleto de ramo direito é observada em 14 a 31% dos atletas e resulta do aumento da massa muscular com conseqüente atraso na condução elétrica (Wu *et al.*, 2006). Esse achado é reversível com o descondicionamento físico. Em nossa casuística, não observamos diferença significativa na freqüência desta variável entre atletas e não-atletas.

Em importante estudo desenvolvido com 1.005 atletas olímpicos da Itália, observou-se que o maior determinante de eletrocardiogramas alterados foi o remodelamento cardíaco morfológico induzido pelo treinamento físico. Na verdade, aqueles atletas com alterações mais significativas ao eletrocardiograma apresentavam as maiores dimensões de átrio e ventrículo esquerdos, espessura das paredes e massa ventricular esquerda. Por outro lado, os atletas com eletrocardiogramas normais ou quase normais tinham dimensões cardíacas menores (Pelliccia *et al*., 2000).

Em resumo:

- Futebolistas, corredores e ciclistas apresentam remodelamento cardíaco caracterizado por hipertrofia ventricular esquerda, aumento nas dimensões do ventrículo esquerdo, átrio esquerdo e do ventrículo direito, quando comparados ao grupo controle. Há indícios de maior remodelamento cardíaco entre os ciclistas em relação aos corredores e futebolistas.
- Não há diferença significativa em relação à função sistólica do VE entre os grupos estudados.
- A função diastólica do VE dos ciclistas apresenta padrão supranormal em relação ao grupo controle. Entre os demais grupos estudados, não houve diferença estatisticamente significativa.
- Não há diferenças conclusivas em relação às funções sistólica e diastólica do VD entre os grupos estudados.

- Alterações eletrocardiográficas como sobrecarga ventricular esquerda e alteração da repolarização ventricular foram mais freqüentes em atletas. Bradicardia sinusal e bloqueio atrioventricular de primeiro grau foram observados principalmente em corredores.

6. Conclusões

Futebolistas, corredores e ciclistas apresentam remodelamento das estruturas cardíacas esquerdas e do ventrículo direito, quando comparados ao grupo controle. Há indícios de maior remodelamento cardíaco entre os ciclistas em relação aos corredores e futebolistas. Alterações eletrocardiográficas como sobrecarga ventricular esquerda e alteração da repolarização ventricular são mais freqüentes em atletas.

7. Referências Bibliográficas*

Abernethy WB, Choo JK, Hutter MA. Echocardiographic characteristics of professional football players. J Am Coll Cardiol 2003;41:280-4.

Arrese AL, Ostáriz ES, Carretero MG, Blasco IL. Echocardiography to measure fitness of elite runners. J Am Soc Echocardiogr 2005;18:419-26.

Barros Neto TL, César MC, Tebexreni AS. Fisiologia do Exercício. In: Ghorayeb N, Barros Neto TL, eds. O Exercício. Preparação Fisiológica, Avaliação Médica, Aspectos Especiais e Preventivos. São Paulo: Atheneu; 1999. p. 3-13.

Batlouni M, Abrahão HD, Gizzi J, Luiz C, Zorzo D, Sauaia N. Alterações eletrocardiográficas em atletas profissionais: I – Sobrecargas ventriculares. Arq Bras Cardiol 1980;35:95-110.

Bianco M, Bria S, Gianfelici A, Sanna N, Palmieri V, Zeppilli P. Does early repolarization in the athlete have analogies with the Brugada Syndrome? Eur Heart J 2001;22:504-10.

Claessens PJ, Claessens CW, Claessens MM, Claessens MC, Claessens JE. Supernormal left ventricular diastolic function in athletes. Tex Heart Inst J 2001;28:102-10.

Daher D, Guiselini M, Ghorayeb N, Dioguardi D. Preparticipation cardiovascular evaluation on the gym: medical and physical features. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo 2005;2:105-13.

D'Andrea A, D'Andrea L, Caso P, Scherillo M, Zeppilli P, Calabrò R. The usefulness of Doppler myocardial imaging in the study of the athlete's heart and in the differential diagnosis between physiological and pathological ventricular hypertrophy. Echocardiography 2006;23:149-57.

Dereveux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, *et al*. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. Am J Cardiol 1986;57:450-8.

Douglas PS, O'Toole ML, Katz SE, Ginsburg GS, Hiller WB, Laird RH. Left ventricular hypertrophy in athletes. Am J Cardiol 1997;80:1384-8.

Erol MK, Karakelleoglu S. Assessment of right heart function in the athlete's heart. Heart Vessels 2002;16:175–80.

---

* *(International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. N Engl J Med 1997;336:309-15.)*

Fagard R. Athlete's heart. Heart 2003;89:455-61.

Forfia PR, Fisher MR, Mathai SC, Hoursten-Harris T, Hemnes AR, Borlaug BA, *et al*. Tricuspid annular displacement predicts survival in pulmonary hypertension. Am J Respir Crit Care Med 2006;174:1034-41.

Gallagher KM. Classificação dos esportes e coração de atleta. In: Williams R, ed. O atleta e a doença cardíaca: diagnóstico, avaliação & conduta. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.; 2002. p. 7-17.

Ghorayeb N, Dioguardi GS, Baptista C. Coração de atleta. In: Porto CC, ed. Doenças do coração. Prevenção e tratamento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.; 1998. p. 1038-41.

Ghorayeb N, Dioguardi GS, Daher DJ, Jardim CA, Baptista CA, Batlouni M. Preparticipation screening of athletes for cardiovascular disease. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo 2005a;2:97-104.

Ghorayeb N, Batlouni M, Pinto IM, Dioguardi GS. Left ventricular hypertrophy in athletes. Adaptative response of the heart. Arq Bras Cardiol 2005b;85:191-7.

Goodman LA. Simultaneous confidence intervals for contrasts among multinomial populations. Ann Math Stat 1964;35:716-25.

Goodman LA. On simultaneous confidence intervals for multinomial populations. Technometrics 1965;7:247-54.

Gott PH, Roselle HA, Crampton RS. The athletic heart syndrome. Five-year cardiac evaluation of a champion athlete. Arch Intern Med 1968;122:340-4.

Haddad F, Hunt SA, Rosenthal DN, Murphy DJ. Right ventricular function in cardiovascular disease, part I. Anatomy, physiology, aging, and functional assessment of the right ventricle. Circulation 2008;117:1436-48.

Henriksen E, Landelius J, Wesslén H, Arnell C, Nyström-Rosander C, Kangro T, *et al.* Echocardiographic right and left ventricular measurements in male elite endurance athletes. Eur Heart J 1996;17:1121-8.

Hiss RG, Lamb LE. Electrocardiographic findings in 122,043 individuals. Circulation 1962;25:947-61.

Jeffrey Wu, Stork TL, Perron AD, Brady WJ. The athlete's electrocardiogram. Am J Emerg Med 2006;24:77-86.

Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah PM. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. Am Heart J 1984;107:526-31.

Karnati PK, El-Hajjar M, Torosoff M, Fein SA. Myocardial performance index correlates with right ventricular ejection fraction measured by nuclear ventriculography. Echocardiography 2008;25:381-5.

Kjaergaard J, Akkan D, Iversen KK, KØber L, Torp-Pedersen C, Hassager C. Right ventricular dysfunction as an independent predictor of short- and long-term mortality in patients with heart failure. Eur J Heart Fail 2007;9:610-6.

Koren MJ, Devereux RB, Casale PN. Relation of the left ventricular mass and geometry to morbidity an mortality in uncomplicated essential hypertension. Ann Intern Med 1991;114:345-52.

Lang RM, Beirig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, *et al.* Recommendations for chamber quantification: report from the American Society of Echocardiography's guidelines and standards committee and the chamber quantification writing group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. J Am Soc Echocadiogr 2005;18:1440-63.

Lee CY, Chang SM, Hsiao SH, Tseng JC, Lin SK, Liu CP. Right heart function and scleroderma: insights from tricuspid annular plane systolic excursion. Echocardiography 2007;24:118-25.

Maron BJ. Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography. J Am Coll Cardiol 1986;7:190-203.

Maron BJ. Cardiovascular disease in athletes. In: Braunwald E, Zipes DP, Libby P, eds. Heart disease. A textbook of cardiovascular medicine. 7th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2005. p. 1985-91.

Maron B, Pelliccia A. The heart of trained athletes. Cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. Circulation 2006;114:1633-44.

MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. J Appl Physiol 1985;58:785-90.

Meluzin J, Spinarová L, Bakla J, Toman J, Krejci J, Hude P, *et al*. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion. Eur Heart J 2001;22:340-8.

Mirvis DM, Goldberger AL. Eletrocardiography. In: Braunwald E, Zipes DP, Libby P, eds. Heart disease. A textbook of cardiovascular medicine. 7th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2005. p.107-51.

Mitchel JH, Haskell W, Snell P, Van Camp SP. Task Force 8: Classification of sports. In: Maron BJ, Zipes DP, eds. 36th Bethesda Conference: eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. J Am Coll Cardiol 2005;45:1364-7.

Neilan TG, Ton-Nu TT, Jassal DS, Popovic ZB, Douglas PS, Halpern EF, *et al*. Myocardial adaptation to short-term high-intensity exercise in highly trained athletes. J Am Soc Echocardiogr 2006;19:1280-5.

Oakley D, Sheffield UK. The athlete's heart. Heart 2001;86:722-6.

Oh JK, Appleton CP, Hatle LK, Nishimura RA, Seward JB, Tajik AJ. The non-invasive assessment of LV diastolic function with two-dimensional and Doppler echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 1997;10:246-70.

Peidro R. The athlete's heart: clinical, electrocardiographic and echocardiographic findings. Rev Arg Cardiol 2003;7:126-37.

Pelà G, Bruschi G, Montagna L, Manara M, Manca C. Left and right ventricular adaptation assessed by Doppler tissue echocardiography in athletes. J Am Soc Echocardiography 2004;17:205-11.

Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A, Proschan MA, Spirito P . The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. N Engl J Med 1991;324:295-301.

Pelliccia A. Determinants of morphologic cardiac adaptation in elite athletes: the role of athletic training and constitutional factors. Int J Sports Med 1996;96:741-7.

Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Di Paolo FM, Spataro A, Biffi A, *et al.* Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. Circulation 2000;102:278-84.

Pelliccia A, Maron B, Di Paolo F, Biffi A, Quatrinni FM, Pisicchio C. Prevalence and clinical significance of left atrial remodeling in competitive athletes. J Am Coll Cardiol 2005;46:690-6.

Petkowicz RO. Coração de atleta e morte súbita. Rev Soc Cardiol do Rio Grande do Sul 2004;1:1-3.

Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A, van der Wall EE. The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function. Circulation 2000;101:336-44.

Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feingebaun H, *et al*. Recommendations for quantitation of the left ventricule by two-echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. J Am Soc Echocardiogr 1989;2:358-67.

Scott WA. Maximizing performance and the prevention of injuries in competitive athletes. Curr Sports Med Rep 2002;1:184-90.

Sharma S, Whyte G, Elliott P, Padula M, Kaushal R, Mahon N, *et al.* Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. Br J Sports Med 1999;33:319-24.

Silva CE, Ferreira LD, Peixoto LB, Mônaco CG, Gil MA, Ortiz J. Estudo das velocidades de contração e relaxamento do miocárdio pela ecocardiografia com Doppler tecidual. Nova alternativa na avaliação da função ventricular segmentar. Arq Bras Cardiol 2002;78:200-5.

Tamborini G, Peppi M, Galli CA, Maltagliati A, Celeste F, Muratori M. Feasibility and accuracy of a routine echocardiographic assessment of right ventricular function. Int J Cardiol 2007;115:86-9.

Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, Kyle RA, Tajik AJ, Seward JB. Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. J Am Coll Cardiol 1996;28:658-64.

Teicholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. Am J Cardiol 1976;37:7-11.

Thompson PD. Historical concepts of the athlete's heart. Med Sci Sports Exerc 2004;36:363-70.

Tümüklü MM, Ildizli M, Ceyhan K, Cinar CS. Alterations in left ventricular structure and diastolic function in professional football players: Assessment by tissue Doppler imaging and left ventricular flow propagation velocity. Echocardiography 2007;24:140-8.

Ueti OM, Camargo EE, Lima-Filho EC, Nogueira EA. Assessment of right ventricular function with Doppler-echocardiographic indices derived from tricuspid annular motion: comparison with radionuclide angiography. Heart 2002;88:244-5.

Zar JH. Bioestatistical analysis, 4 th ed. New Jersey: Prentice-Hall; 1999. p. 663.

Zoncu S, Pelliccia A, Mercuro G. Assessment of regional systolic and diastolic wall motion velocities in highly trained athletes by pulsed wave Doppler tissue imaging. J Am Soc Echocardiogr 2002;15:900-5.

Wight JN Jr, Salem D. Sudden cardiac death and the 'athlete's heart'. Arch Intern Med 1995;155:1473-80.

Wu J, Stork TL, Perron AD, Brady WJ. The athlete's electrocardiogram. Am J Emerg Med 2006;24:77-86.

8. Anexos

Anexo 1 - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

Famema

FACULDADE DE MEDICINA DE MARÍLIA
Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos

Marília, 01 de Setembro de 2006

Ilmo(ª) Sr.(ª)
Dr. André Dos Santos Moro
Marília/SP

O Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Faculdade de Medicina de Marília, recebeu o protocolo de estudo nº 286/06, intitulado: "Estudo Doppler-Ecocardiográfico em Atletas de Diferentes Modalidades Esportivas", considerou **APROVADO** em Reunião Ordinária – 28/08/2006, de acordo com a Resolução 196/96 e suas Resoluções do Conselho Nacional de Saúde, podendo ser iniciado.

Sendo só para o momento, reiteramos protestos de consideração e apreço.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Rubens Augusto Brazil Silvado
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Seres Humanos

ANEXO 2 - Termo de Esclarecimento

Você está sendo convidado(a) a participar do "Estudo Doppler-ecocardiográfico em atletas de diversas modalidades esportivas''. Os avanços na área da saúde acontecem em estudos como este, e sua participação é importante. O objetivo desse estudo é avaliar o funcionamento do coração de atletas de alto nível, comparando-se com indivíduos não-atletas; caso você participe, será necessário a realização de um ecocardiograma transtorácico (ultrassom cardíaco), e um eletrocardiograma de repouso (eletro do coração). Não será feito qualquer procedimento que traga desconforto ou risco à sua vida. O ecocardiograma é um exame não-invasivo, isto é, não traz danos ou dores àqueles que o realizam; com o paciente deitado colocado um gel sobre a pele do tórax, e um transdutor é colocado sobre o gel, obtendo-se assim imagens do coração.

Você poderá ter todas as informações que quiser e poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo no seu atendimento. Pela participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá as garantias de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. Seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois você será identificado com um número.

Marília , ...de.....de 200....

ANEXO 3 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu_____, RG_____residente e domiciliado no endereço_____, na cidade de _____ ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo a que serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e os benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará meu tratamento. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e que não receberei dinheiro para participar do estudo.

Eu concordo em participar do estudo.

Marília, de de 200....

_____

Atleta

_____ _____

Dr. André dos Santos Moro Prof. Dr. Katashi Okoshi

Pós-graduando Orientador

Em caso de dúvida em relação a esse documento, você pode entrar em contato com o Comitê Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu, pelo telefone (14) 3811-6213 ou com o pesquisador responsável André dos Santos Moro, no endereço Rua Coronel José Braz, 331 apto. 103, Centro CEP 17501-570, em Marília (SP), pelos telefones (14) 9703 - 3834, (14) 3453-5236, (14) 3433 – 7377, ou pelo e-mail asmoro@uol.com.br, ou andremoro@cardiol.br. Dr. Katashi Okoshi, no endereço Travessa Cyro Targa 115, Jardim Paraíso CEP 18610-253, em Botucatu (SP), pelos telefones (14) 3815-1764, (14) 3882-2969, ou pelo email katashi@fmb.unesp.br, ou okoshi@cardiol.br.

ANEXO 4 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Indivíduo Controle

Eu_____, RG_____residente e domiciliado no endereço_____, na cidade de _____ ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo a que serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e os benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará meu tratamento. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e que não receberei dinheiro para participar do estudo.

Eu concordo em participar do estudo fazendo parte do grupo controle dos atletas.

Marília, de de 200.....

_____

Paciente

_____ _____

Dr. André dos Santos Moro
Pós-graduando

Prof. Dr. Katashi Okoshi
Orientador

Em caso de dúvida em relação a esse documento, você pode entrar em contato com o Comitê Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu, pelo telefone (14) 3811-6213 ou com o pesquisador responsável André dos Santos Moro, no endereço Rua Coronel José Braz, 331 apto. 103, Centro CEP 17501-570, em Marília (SP), pelos telefones (14) 9703 - 3834, (14) 3453-5236, (14) 3433 – 7377, ou pelo e-mail asmoro@uol.com.br, ou andremoro@cardiol.br. Dr. Katashi Okoshi, no endereço Travessa Cyro Targa 115, Jardim Paraíso, CEP 18610-253, em Botucatu (SP), pelos telefones (14) 3815-1764, (14) 3882-2969, ou pelo e-mail katashi@fmb.unesp.br ou okoshi@cardiol.br.

ANEXO 5 - Protocolo - Ecocardiograma em Atletas

Nome:

Idade: data de nascimento: ...../...../.....

Endereço:

Modalidade:

Tempo de prática:

Freqüência:

Raça:

Data do exame:

Peso (kg):

Altura (m):

Pressão arterial: .....mmHg

Freqüência cardíaca: .....bpm

ANEXO 6 - Protocolo - ECG em atletas

Nome:

Idade:

Modalidade:

ECG

Ritmo:

Frequência: ..... bpm

PR (ms):

Índice de Sokolow-Lyon: ..... mm

SVE: sim ( ) não ( )

SAE: sim ( ) não ( )

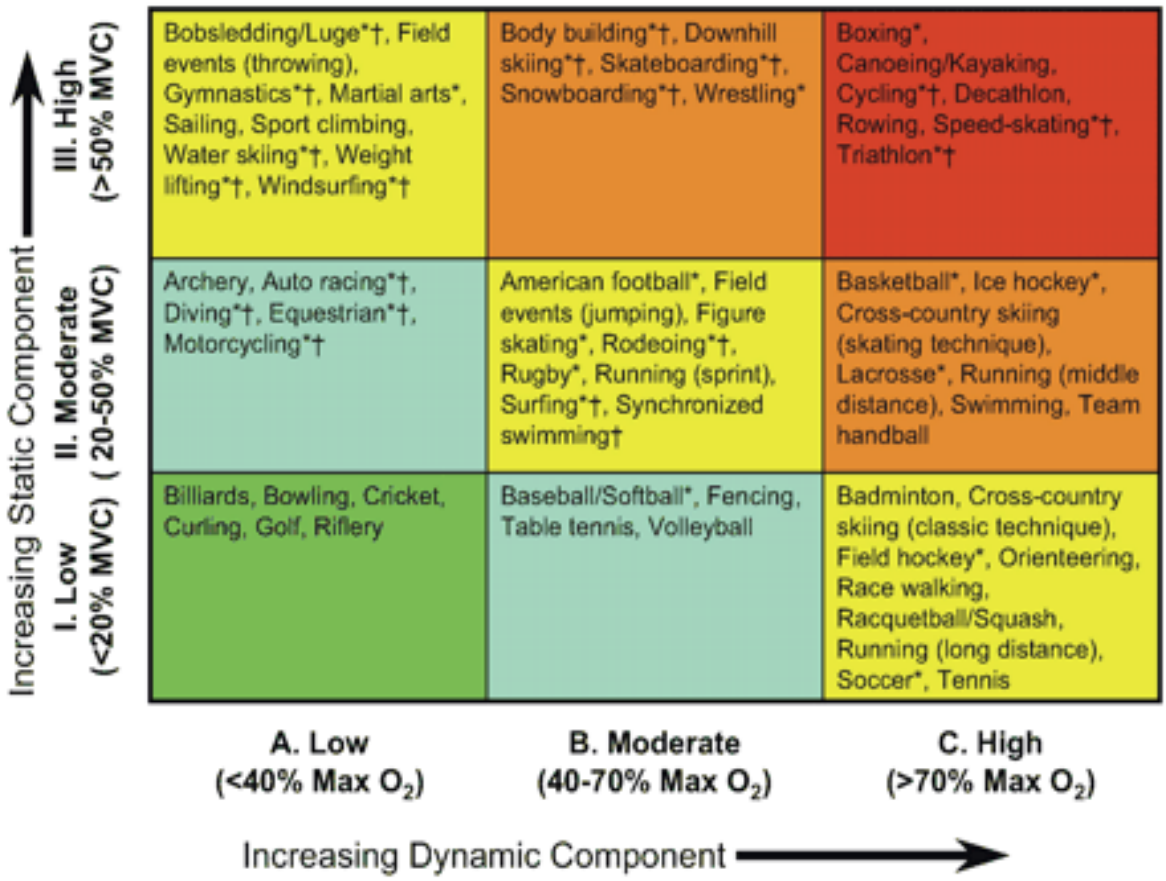
ARV: sim ( ) não ( )

BIRD: sim ( ) não ( )

BCRD: sim ( ) não ( )

ANEXO 7

O anexo 7 mostra a classificação dos esportes, conforme a 36ª. Conferência de Bethesda (Mitchell *et al*., 2005)



* Risco de colisão corporal; † Aumento do risco de ocorrer síncope; MVC máxima contração voluntária.

Tabela 9. Classificação dos Esportes. Esta classificação é baseada nos componentes estático e dinâmico alcançados durante competição. Pode ser notado, entretanto, que valores maiores podem ser notados durante o treinamento. O aumento do componente dinâmico é definido pelo percentual estimado do consumo máximo de oxigênio (Máx VO2) alcançado e resulta em acréscimo no débito cardíaco. O aumento do componente estático está relacionado ao percentual estimado da máxima contração voluntária (MVC) alcançada e resulta em aumento da pressão arterial.