UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DANTE PAZZANESE DE CARDIOLOGIA

BRUNO BASSANEZE

A ressonância nuclear magnética de coração na avaliação atrial do coração de atleta

São Paulo
2019

BRUNO BASSANEZE

A ressonância nuclear magnética de coração na avaliação atrial do coração de atleta

Dissertação apresentada ao Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – Entidade Associada da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Programa de Mestrado Profissional Associado à Residência em Medicina Cardiovascular.

Área de Concentração: Prevenção, Diagnóstico e Tratamento em Medicina Cardiovascular.

Orientador: Prof. Dr. Romeu Sérgio Meneghelo

Versão corrigida. Resolução CoPGr 6018/11, de 01 novembro de 2011. A versão original está disponível na Biblioteca do IDPC.

São Paulo
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia

©reprodução autorizada pelo autor

Bassaneze, Bruno

A ressonância nuclear magnética de coração na avaliação atrial do coração de atleta/ Bruno Bassaneze. -- São Paulo, 2019.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia Universidade de São Paulo. Mestrado Profissional Associado à Residência em Medicina Cardiovascular.

Orientador: Prof. Dr. Romeu Sérgio Meneghelo

Descritores: 1. Técnicas de Diagnóstico Cardiovascular. 2. Atletas. 3. Exercício aeróbico. 4. Função Atrial. 5. Imagem por Ressonância Magnética

USP/IDPC/Biblioteca/006/19

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: BASSANEZE, Bruno

Título: A ressonância nuclear magnética de coração na avaliação atrial do coração de atleta

Dissertação apresentada ao Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – Entidade Associada da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof.Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a todos os membros da minha família, em especial ao meu irmão Thiago Bassaneze. Sua participação nessa conquista foi fundamental, agradeço muito pelas orientações e direcionamentos nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Romeu Sérgio Meneghelo, a quem tenho profunda gratidão, respeito e admiração. Sua contribuição como orientador desse trabalho foi crucial em todos os momentos, agradeço muito por ter confiado no meu potencial.

Ao Dr. Tiago Senra, pela disponibilidade de tempo e auxílio na interpretação das imagens. Esta dissertação não seria possível sem sua colaboração.

Ao Dr. Ricardo Contesini Francisco, pela contribuição na originalidade do tema e participação ativa na seleção de pacientes desta tese.

À Dra Clea Simone Sabino de Souza Colombo, pela contribuição na revisão deste texto e pelo constante estímulo para a realização de estudos na área de Cardiologia do Esporte.

Ao estatístico Fábio Hideto Oki, pela análise e auxílio na interpretação dos dados desta tese de mestrado.

Ao serviço de Arquivo Médico e Estatística (SAME) e à Seção de Cardiologia do Esporte do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, na figura do Prof. Dr. Nabil Ghorayeb, pela liberação de prontuários dos componentes dos grupos estudados nesta tese.

Ao Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, onde pude evoluir profissionalmente e ter tido a oportunidade de aprender e fazer o melhor da Cardiologia.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta apresentação:

Universidade de São Paulo. Sistema Integrado de Bibliotecas. Diretrizes para apresentação de Dissertações e Teses da USP - Parte IV (Vancouver); 3ª edição - São Paulo: 2016. Elaborado por Vânia Martins Bueno de Oliveira Funaro, Maria Cláudia Pestana, Maria Cristina Cavarette Dziabas, Eliana Maria Garcia, Maria Fátima dos Santos, Maria Marta Nascimento, Suely Campos Cardoso.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com List of Journals indexed in Index Medicus.

RESUMO

Bassaneze B. A ressonância nuclear magnética de coração na avaliação atrial do coração de atleta. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia; 2019.

A avaliação biatrial é parte integrante da caracterização do Coração de Atleta. A utilização cada vez mais frequente da ressonância magnética de coração (RMC) implica em reconhecimento de padrões de normalidade para essas câmaras cardíacas, bem como a necessidade de estabelecimento de correlação clínica com as medidas encontradas. Para tal fim, objetivou-se realizar a avaliação morfofuncional biatrial em atletas e esportistas corredores de provas de fundo e compará-las com indivíduos sedentários e hígidos da mesma faixa etária e gênero. Foi realizado estudo observacional e retrospectivo, no Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC) e analisadas ressonâncias magnéticas de coração de 25 atletas e esportistas, do gênero masculino, com idade entre 30 e 60 anos e comparadas com a de 10 sedentários, de mesmo gênero e faixa etária. Para ambos os átrios foram avaliados volumes diastólico final (VDF) e sistólico final (VSF) e fração de ejeção, além das medidas de espessura de septo interatrial (SIA) e diâmetro anteroposterior do átrio esquerdo (AE). A análise da RMC resultou na identificação de relevante alteração das câmaras cardíacas estudadas na comparação entre atletas e sedentários. Em detalhes, foram encontradas diferenças estatísticas nos seguintes parâmetros: VDF de átrio direito (AD) de 105,56 mL ±24,86 para atletas e 69,90 mL ±8,9 para sedentários (p valor<0,001), VSF de AD de 62,72 mL ±21,18 para atletas e 39,10 mL ±7,46 para sedentários (p valor<0,001), VDF de átrio esquerdo (AE) de 82,96mL ±33,25 para atletas e 63,4 mL ±14,15 para sedentários (p valor<0,03) e menores valores de SIA sendo 2,42mm ±0,74 para atletas e 3,21mm ±1,24 para sedentários (p valor<0,04). Não houve diferença na avaliação das demais medidas de câmaras, de função atrial através da fração de ejeção e não foi possível a correlação com dados clínicos. Dessa forma, o presente estudo demonstra importante dilatação biatrial, sendo mais expressiva para o átrio direito na avaliação do coração de atleta pela ressonância magnética de coração, sem presença de prejuízo na função biatrial avaliada pela fração de ejeção.

Descritores: 1. Técnicas de Diagnóstico Cardiovascular. 2. Atletas. 3. Exercício aeróbico. 4. Função Atrial. 5. Imagem por Ressonância Magnética.

ABSTRACT

Bassaneze B. Cardiac magnetic resonance in the atrial evaluation of the athlete's heart . São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia; 2019.

The biatrial evaluation is a part of the characterization of the athlete's heart. The increasingly frequent use of cardiac magnetic resonance (CMR) involves the recognition of normality patterns for these cardiac chambers, as well as the need to establish a clinical correlation with the measurements found. For this purpose, the main objective was to perform a biatrial morphofunctional evaluation of *endurance* athletes and compare them with sedentary and healthy individuals of the same age and gender. An observational and retrospective study was conducted at the Dante Pazzanese Institute of Cardiology (DPIC). Cardiac magnetic resonance of 25 male athletes, aged 30 to 60 years, were analyzed and compared to 10 sedentary subjects of the same gender and age. end-diastolic volume (EDV), end systolic (ESV) and ejection fraction were measured for both atria, in addition to measurements of the atrial septal thickness (AST) and anteroposterior left atria (LA) diameter. The CMR indicates a relevant alteration in heart chambers features among athletes compared to sedentary individuals. In details, statistically significant differences were observed in four parameters, as follows: EDV of Right Atria (RA) (105.56±24.86 mL for athletes vs. 69.90±8.9 mL for sedentary subjects ($p<0.001$)), ESV of RA (62.72±21.18 mL athletes vs. 39.10±7.46 mL sedentary ($p<0.001$)), EDV of LA (82.96±33.25 mL athletes vs and 63.4±14.15 mL sedentary ($p <0.03$)), and lower AST values comparison (2.42±0.74 mm for athletes vs 3.21±1.24 mm sedentary ($p <0.04$)). There was no difference in the evaluation of the other chambers measurements and atrial function, and the markers for biatrial dilatation does not correlate to clinical data. The present study results demonstrate an essential biatrial dilation in athletes detected by CMR. There is a right atrium significant alteration, without the impairment of biatrial function as measured by the ejection fraction parameter. Taken together, the observed alterations do not cause real dysfunction, and can be interpreted as a physiological accommodation of the athlete’s heart.

Keywords: 1. Cardiovascular Diagnostic Techniques. 2. Athletes. 3. Exercise. 4. Atrial function. 5. Magnetic Resonance Imaging

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principais alterações no sistema cardiovascular secundários à prática de exercício físico.....15

Figura 2. Distribuição de alterações e doenças cardiovasculares em atletas olímpicos 16

Figura 3. Representação esquemática da curva em U da relação entre nível de atividade física e eventos CV.....17

Figura 4. Distribuição dos pacientes oriundos do setor Cardiologia do Esporte.....25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Apresentação dos resultados obtidos para as variáveis qualitativas das características clínicas de ambos os grupos estudados.....29

Tabela 2. Apresentação das características antropométricas de treino do grupo A/E.....30

Tabela 3. Apresentação dos resultados obtidos para o perfil laboratorial de ambos os grupos estudados 31

Tabela 4. Apresentação dos resultados obtidos para o ecocardiograma de ambos os grupos estudados.....31

Tabela 5. Apresentação dos resultados obtidos para o teste ergométrico do grupo A/E 32

Tabela 6. Apresentação dos resultados quantitativos obtidos para ambos os átrios na ressonância magnética de coração dos grupos estudados.....33

Tabela 7. Apresentação dos resultados quantitativos obtidos para ambos os átrios na ressonância magnética de coração para indivíduos da etnia branca.....33

Tabela 8. Benefícios potenciais da atividade física regular.....36

Tabela 9. Protocolos utilizados nos testes ergométricos do IDPC.....46

LISTA DE ABREVIATURAS

AD	Átrio direito
AE	Átrio esquerdo
AP	Anteroposterior
BAV	Bloqueio Atrioventricular
BIRD	Bloqueio incompleto de ramo direito
CE	Cardiologia do esporte
CV	Cardiovascular
DAC	Doença arterial coronariana
ECO	Ecocardiografia
ESSV	Extrassístole supraventricular
EV	Extrassístole ventricular
FA	Fibrilação atrial
FEAD	Fração de ejeção do átrio direito
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
HVD	Hipertrofia de ventrículo direito
HVE	Hipertrofia de ventrículo esquerdo
IDPC	Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia
MET	Equivalente metabólico
MS	Morte súbita
RMC	Ressonância magnética de coração
SIA	Septo interatrial
VAE	Volume atrial esquerdo
VD	Ventrículo direito

VDFAD	Volume diastólico final de átrio direito
VE	Ventrículo esquerdo
VO_2	Volume de oxigênio
VSF	Volume sistólico final
VSFAD	Volume sistólico final de átrio direito
VSFAE	Volume sistólico final de átrio esquerdo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

1.1 O impacto de exercícios de alta intensidade 16

1.2 A ressonância nuclear magnética aplicada ao coração de atleta 18

1.3 A avaliação dos átrios de atletas 19

1.3.1 O átrio esquerdo (AE) 20

1.3.1.1 O AE na avaliação pelo ecocardiograma 20

1.3.1.2 O AE na avaliação pela ressonância nuclear magnética 20

1.3.1.3 O átrio direito (AD) 21

1.3.1.4 O AD na avaliação pelo ecocardiograma 21

1.3.1.5 O AD na avaliação pela ressonância nuclear magnética 21

1.4 Correlação com dados clínicos 22

2 JUSTIFICATIVA PARA ESSE ESTUDO 23

3 OBJETIVOS 24

3.1 Principal 24

3.2 Secundário 24

4 MÉTODOS 25

4.1 Local do estudo 25

4.1.1 Seção de Cardiologia do Esporte 25

4.2 Tipo de estudo 25

4.3 Captação e seleção de dados 25

4.4 Critérios de inclusão 26

4.5 Critérios de exclusão 27

4.6 Protocolo de imagem 27

4.7 Variáveis estudadas 27

4.8 Análise estatística 28

5 ÉTICA 28

6 RESULTADOS 29

6.1 Características clínicas 29

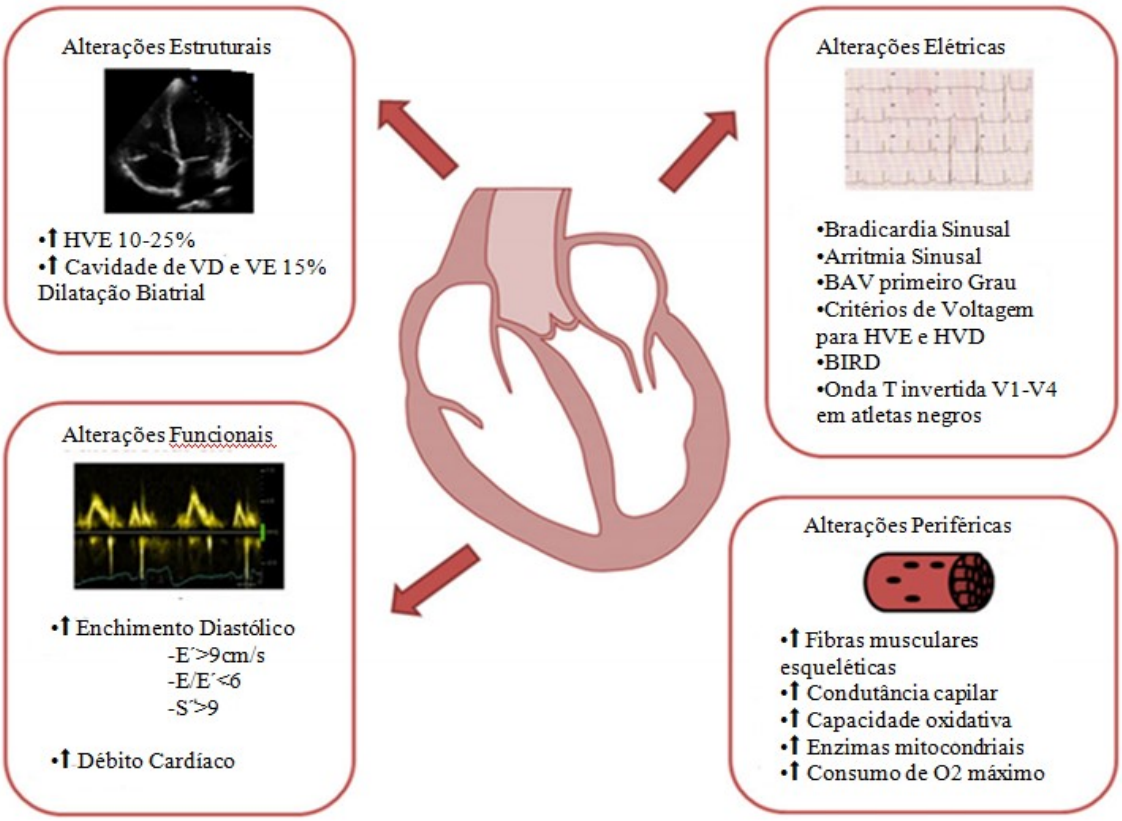
6.2 Análise do perfil laboratorial.....30
6.3 Análise ecocardiográfica.....30
6.4 Análise do teste ergométrico.....30
6.5 Análise da ressonância magnética de coração.....32
7 DISCUSSÃO.....34
7.1 Características clínicas.....34
7.2 Análise do perfil laboratorial.....35
7.3 Análise ecocardiográfica e teste ergométrico.....36
7.4.1 A exclusão dos apêndices atriais.....37
8 CONCLUSÃO.....40
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....41
10 ANEXOS.....46

1 INTRODUÇÃO

A busca por excelência esportiva requer o comprometimento dos atletas com regimes cada vez mais intensos e prolongados de treinamento. Ao submeter o sistema cardiovascular (CV) a esforços intensos e contínuos, inúmeras alterações elétricas, estruturais e funcionais do coração podem ser identificadas e, em conjunto, são denominadas "coração de atleta" (Sharma et al, 2015 e 2018) (figura 1).

A magnitude do remodelamento cardíaco resultante desse processo é variável e sofre influência principal dos seguintes itens: idade, etnia, gênero, área de superfície corporal, modalidade esportiva, intensidade praticada e nível competitivo (Dores et al, 2015).

Figura 1. Principais alterações no sistema cardiovascular secundários à prática de exercício físico.



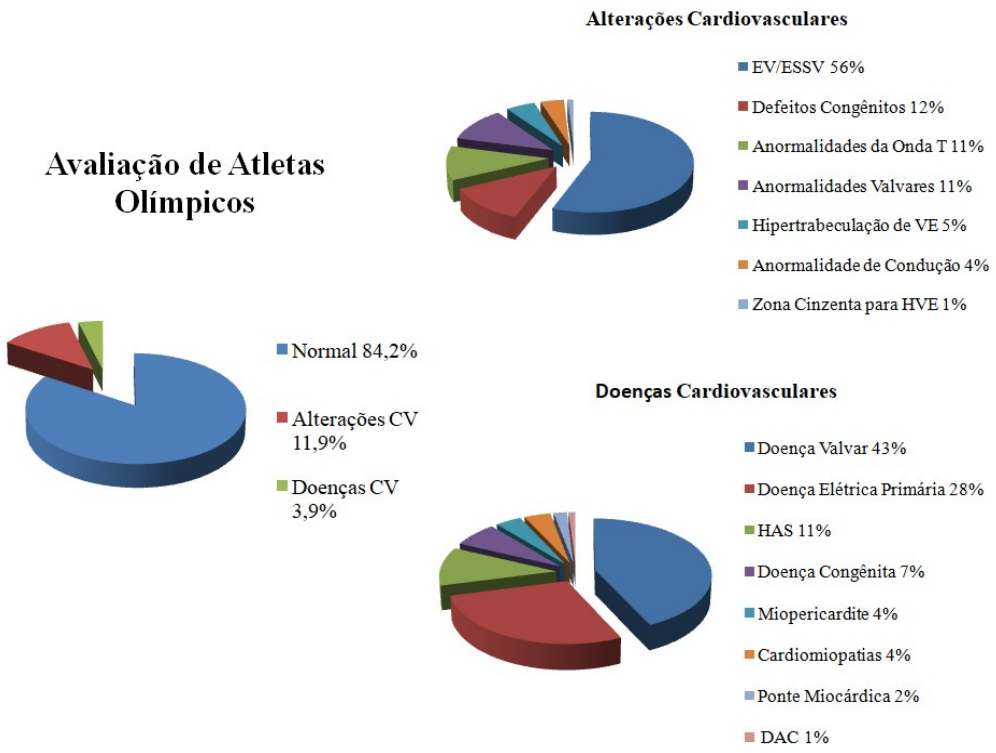
Fonte: Modificado de Sharma et al (2015, p.3). HVE: Hipertrofia de ventrículo esquerdo, Vd=Ventrículo direito, VE=ventrículo esquerdo, BAV=bloqueio atrioventricular, HVD=hipertrofia de ventrículo direito, BIRD=Bloqueio incompleto de ramo direito;

Embora tais adaptações possam ser secundárias somente à prática de atividade esportiva, com regressão parcial ou total com o descondicionamento físico, faz-se fundamental a diferenciação com doenças, como arritmias, cardiomiopatias, doenças elétricas

primárias, más formações congênitas, doenças valvares e doenças isquêmicas do coração, uma vez que a sobreposição entre elas não é rara (Pelliccia et al, 2017) e o desfecho pode ser diverso, incluindo eventos catastróficos, como a ocorrência de morte súbita (MS) em indivíduos jovens (Sharma et al, 2018).

Pelliccia et al (2017) realizaram a avaliação pré-participação de 2352 atletas olímpicos e identificaram que 11,9% tinham adaptações e 3,9% doenças cardiovasculares. A figura 2 mostra, de forma pormenorizada, a distribuição de tais alterações na população estudada. Dessa forma, é indiscutível a necessidade de avaliação cardiológica preventiva dessa população, a fim de identificar riscos e estabelecer diagnósticos.

Figura 2. Distribuição de alterações e doenças cardiovasculares em atletas olímpicos de 2004 a 2014



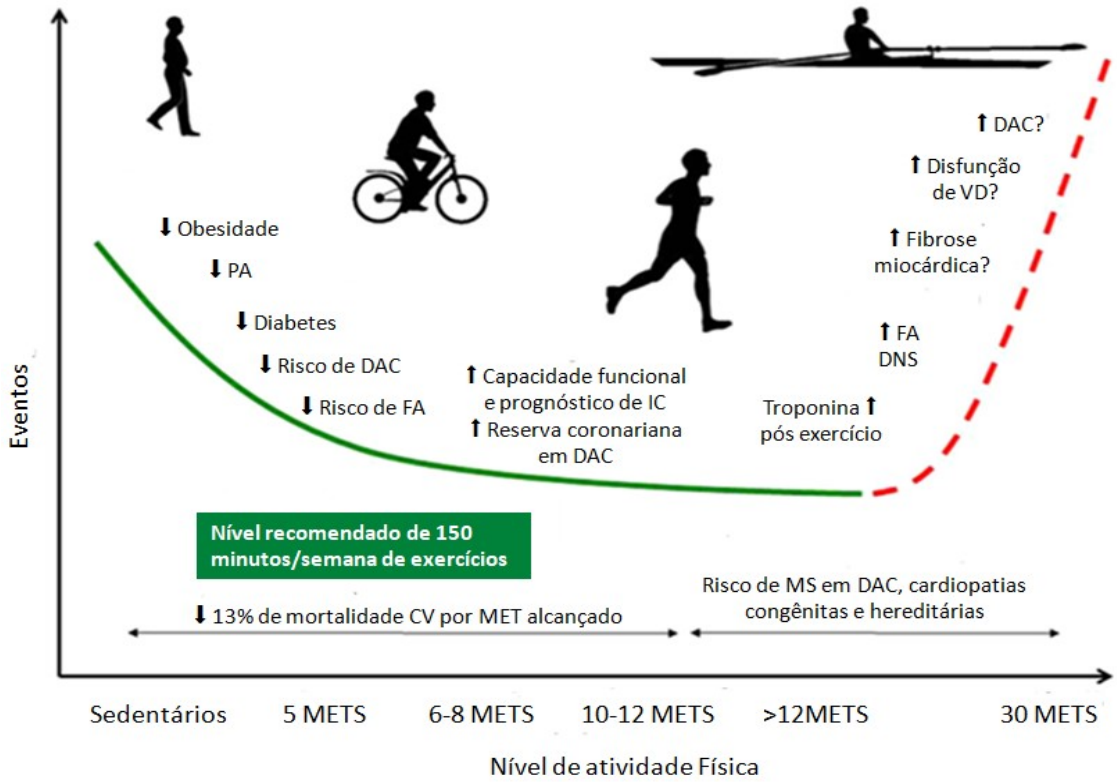
Fonte: Modificado de Pelliccia et al (2016, p.2). CV=Cardiovascular, EV=Extrassístoles ventriculares, ESSV: Extrassístoles supraventriculares, VE=Ventrículo esquerdo, HVE=Hipertrofia de Ventrículo esquerdo; HAS= Hipertensão arterial sistêmica, DAC=Doenças arterial coronária.

1.1 O impacto de exercícios de alta intensidade

A prática de exercícios em intensidade leve a moderada foi profundamente estudada e seu benefício para saúde geral e, principalmente, cardiovascular foi amplamente consolidada

(Blair et al, 2009; Grundy et al, 2012; Sharma et al, 2015). Por outro lado, a realização de atividades de caráter vigoroso e em longo prazo é motivo de recente discussão com a proposta, por alguns autores, de curva em formato de U na relação entre intensidade do exercício e todas as causas de eventos CV (Armstrong et al, 2015; Merghani et al, 2016; Schnohr et al, 2012). Fibrilação atrial (FA), DAC, fibrose miocárdica, insuficiência cardíaca e disfunção de ventrículo direito seriam também possibilidades para justificar tal comportamento e estão apresentadas de forma esquemática na figura 3.

Figura 3. Representação esquemática da curva em U da relação entre nível de atividade física e eventos CV.



Fonte: Adaptado de Merghani et al (2016, p. 5). PA= Pressão arterial, DAC=Doença arterial coronariana, FA=Fibrilação atrial, IC=insuficiência cardíaca, DNS=Doença do nó sinusal, VD=Ventrículo direito, CV=Cardiovascular, MET=Equivalente metabólico da tarefa, e MS=Morte súbita.

Diante da relevância do tema, Rao et al (2017) publicaram revisão alertando sobre a limitação dos estudos até então realizados, sendo predominantemente transversais com pequeno número de atletas compondo o grupo de intensidade vigorosa, bem como a não valorização de variáveis confundidoras como dieta, fatores de risco CV tradicionais e tipos de treinos realizados. Sendo assim, é possível que exista um limite seguro de dose da atividade

física (volume e intensidade), para além do qual não haja aumento dos benefícios, porém mais estudos controlados são necessários para confirmar essa hipótese.

Dessa forma, com o aumento importante de indivíduos interessados na prática de exercícios na faixa de intensidade vigorosa é fundamental a compreensão de mecanismos adaptativos do coração, bem como a identificação precoce de anormalidades para intervenção adequada.

1.2 A ressonância nuclear magnética aplicada ao coração de atleta

Embora a ecocardiografia seja atualmente o exame mais utilizado para avaliação morfológica do coração de atletas sabe-se que a ressonância magnética de coração (RMC) é o exame padrão ouro para tal finalidade (Gati et al, 2018; Iskandar et al, 2015). Através da captação de imagens com excelente resolução é possível cálculo acurado de espessura, avaliação de contratilidade das paredes e mensuração da fração de ejeção de ventrículos, análise de origem de coronárias, análise morfofuncional das quatro câmaras, detecção de fibrose miocárdica com realce tardio, avaliação de isquemia com teste de stress, mapeamento T2 para avaliação de edema miocárdico em miocardites e mapeamento T1 para cálculo de volume extracelular para fibrose intersticial (Gati et al, 2018).

Em síntese, no diagnóstico diferencial do coração de atleta com cardiopatias complexas, a RMC adiciona as seguintes informações (Gati et al, 2018):

- Cardiomiopatia Hipertrófica
    - Mensuração acurada de parede de VE;
    - Avaliação de HVE assimétrica, incluindo ápice;
    - Detecção de fibrose miocárdica;
    - Avaliação de volume extracelular (mapeamento T1);
- Cardiomiopatia Dilatada
    - Avaliação de déficits de contratilidade segmentar e fração de ejeção;
    - Detecção de fibrose miocárdica;
- Miocárdio não compactado
    - Melhor delineamento entre miocárdio compactado e trabeculado;
    - Detecção de áreas com contratilidade anormal e fibrose miocárdica;
- Cardiomiopatia Arritmogênica
    - Detalhamento de função e estrutura de VD;

    - Detecção de fibrose miocárdica e comprometimento de VE;
- Origem anômala de coronárias
    - Método não invasivo e sem irradiação;
    - Permite avaliação concomitante de isquemia;
- Miocardite
    - Melhor método não invasivo;
    - Detecção e quantificação de fibrose miocárdica;
    - Implicações prognósticas (auxílio para indicação de retorno ou não à prática esportiva competitiva);

Além disso, na comparação direta entre ECO e RMC em pacientes praticantes de corrida de rua com idade entre 18 e 39 anos, Prakken et al (2012) demonstraram que a avaliação através do ECO resultava em menores valores de volume e diâmetros tanto atrial quanto ventricular, além de aumento da espessura de septo ventricular quando comparada com a RMC.

1.3 A avaliação dos átrios de atletas

A análise dos átrios dos atletas merece destaque e aprofundamento, seja para melhor compreensão da sua adaptação anatômica, seja por permitir correlação com dados clínicos, como a ocorrência de arritmias atriais.

A identificação de anormalidades atriais, como discreto aumento de volume e diâmetros atriais, pode estar relacionada com adaptações a atividade esportiva e necessitam de acompanhamento periódico. Estudos em modelos animais demonstraram que, em ratos, o exercício prolongado e vigoroso resultou em dilatação e fibrose atrial, especialmente no AD, e aumento do mRNA em comparação com os controles. (Benito et al, 2011).

Através de diversos estudos realizados principalmente com a Ecocardiografia (ECO) descobriu-se que imposição de sobrecarga hemodinâmica de forma repetitiva gera mecanismo adaptativo nessas câmaras cardíacas, sendo que átrio esquerdo (AE) e átrio direito (AD) têm comportamentos diferentes frente ao mesmo estímulo. Ademais, a ressonância magnética de coração (RMC) tem aumentado o seu espaço, garantindo avaliação detalhada e fornecendo dados de importante relevância clínica, conforme será apresentado a seguir.

1.3.1 O átrio esquerdo (AE)

1.3.1.1 O AE na avaliação pelo ecocardiograma

Diversos estudos foram realizados para a avaliação ecocardiográfica do AE de atletas. Historicamente, os principais foram o de Pelliccia et al (2005), que identificou que 18% dos atletas tinham diâmetro atrial esquerdo maior ou igual a 40mm e 2% maior ou igual a 45mm e o de D´Andrea et al (2010), que considerou o volume atrial esquerdo (VAE) indexado como melhor parâmetro para avaliação dessa cavidade, visto sua anatomia não simétrica e identificou aumento discreto (29-33 mL/m²) em 24% e moderado (≥ 34 mL/m²) em 3,2% dos atletas estudados.

Em 2015, Iskandar et al divulgaram meta-análise da avaliação do AE com ECO em 7018 atletas. Definiram ocorrência de aumento até 13% no diâmetro atrial e 30% no volume atrial indexado, sendo que, em valores absolutos, o diâmetro poderia atingir até 4,1mm e o volume 7,0 mL/m^2, acima do encontrado para indivíduos saudáveis. Ao separar por sexo, identificaram diâmetro atrial para homens de 36 mm e para mulheres 34,2 mm, sendo o volume atrial médio para homens 30,8 mL/m^2, com limite superior de 35,8 mL/m^2.

D´Ascenzi et al (2012) mostraram ainda o caráter dinâmico e adaptativo dessa câmara cardíaca diante de estímulo repetitivo. Ao submeterem adolescentes futebolistas a protocolo de treinamento intensivo com subsequente avaliação pelo ECO, evidenciaram aumento de VAE em 4 meses (25,65 mL/m^2), com maior aumento em 8 meses (29,13 mL/m^2), quando comparado a condição inicial (20,18 mL/m^2). Rundqvsti et al (2016) e D´Ascenzi et al (2016) também encontraram aumento biatrial em atletas pré adolescentes comparados com sedentários de mesma faixa etária.

1.3.1.2 O AE na avaliação pela ressonância nuclear magnética

Em 2010, Scharf et al avaliaram adaptações estruturais e funcionais de átrios e ventrículos em triatletas pela RMC e encontraram aumento de volume sistólico final (VSF) de AE em 57,8 mL/m^2 quando comparado com grupo controle de indivíduos saudáveis de 40,7 mL/m^2, sendo que 16 dos 26 atletas tinham VSF maior que 55 mL/m^2. Além disso, notaram correlação entre bradicardia sinusal e volume atrial, em que a frequência cardíaca era menor em átrios mais dilatados.

Steding-Ehrenborg et al (2016) compararam determinantes da energia cinética nas câmaras cardíacas entre sedentários e atletas através da RMC. As medidas encontradas para AE em indivíduos do gênero masculino foram de FEAE 62% ±6, sem diferença estatística na comparação com controles sedentários (FEAE 60% ±5). O volume de AE, por sua vez, foi de 128mL± 34 contra 92 mL±20 dos sedentários ($p<0,05$).

Em 2018, Falecka et al publicaram resultados de avaliação por RMC em crianças atletas de futebol. Foi encontrado aumento de VAE indexado em todos os cortes realizados. Já Maestrini et al (2016) avaliaram 158 atletas veteranos praticantes de endurance e identificaram aumento de volume e massa de AE.

1.3.1.3 O átrio direito (AD)

1.3.1.4 O AD na avaliação pelo ecocardiograma

O AD, por sua vez, tem a peculiaridade da anatomia complexa e da contração não concêntrica, o que desestimulou seu estudo sistemático para quantificar diâmetro e volume ao longo dos anos, de forma que dados na literatura são faltantes. Os estudos visaram, de forma primária, a avaliação de VD, sendo o átrio parâmetro secundário das análises.

Dos trabalhos existentes, destacam-se o de Zaidi et al (2013), que definiu área de AD de 28 cm^2 para homens e 24cm^2 para mulheres atletas da etnia africana/afro-caribenha, sendo os limites superiores para volume atrial direito indexado de 14 cm^2/m^2 para homens e 13cm^2/m^2 para mulheres, e o de D´Ascenzi et al (2017) que fizeram meta-análise da avaliação de câmaras direitas em atletas de diferentes modalidades pelo ECO e RMC. Nesse estudo, 6806 atletas, com idade entre 18 e 39 anos foram submetido ao ECO, sendo encontrado aumento da área de AD quando comparado à população sedentária, sem diferença para essa câmara entre as modalidades de treino estudadas (*endurance*, força ou misto).

1.3.1.5 O AD na avaliação pela ressonância nuclear magnética

A carência de dados para análise de AD é ainda mais importante quando se procura informações obtidas a partir da RMC. Poucos estudos são relevantes na avaliação desse tema. Em 2013, Mangold et al divulgaram avaliação completa de RMC para 95 triatletas, sendo 73 homens e 22 mulheres, com idade média de 35 ±11,4 anos. Para o átrio direito avaliaram apenas o diâmetro, registrando 29,5 cm^2 ±4,9 para homens e 22,6 cm^2 ±3,3 para mulheres. Não foi feita avaliação de volume nessa ocasião.

Do trabalho previamente citado de Steding-Ehrenborg et al (2016) verifica-se as medidas para AD em indivíduos do gênero masculino, sendo FEAD 52% ±2, sem diferença estatística na comparação com controles sedentários (FEAD 52% ±6). E o volume de AD foi de 178 mL ± 41 contra 129 mL±26 dos sedentários (p valor<0,05). Nota-se ainda, de forma muito importante, que a diferença na avaliação do volume de AD não teve diferença estatística das mulheres analisadas.

Por fim, D´Ascenzi et al (2017) publicou meta-análise da avaliação ecocardiográfica e por RMC de câmaras direitas do coração de atleta. Referentes ao AD foram publicadas apenas as medidas de diâmetro, sendo a média de 18cm^2, sem diferenças entre as modalidades estudadas.

1.4 Correlação com dados clínicos

Os mecanismos para aumento do AE no coração de atletas ainda não foram completamente elucidados. Pode estar associado com o também aumento do volume de VE e representar o resultado da sobrecarga crônica de volume e/ou pressão decorrente da prática de esforços intensos e o impacto do remodelamento atrial tem sido correlacionado com alterações clínicas relevantes.

Um grande número de estudos realizados com corredores de rua observou aumento de até cinco vezes no risco de desenvolvimento de fibrilação atrial em atletas e ex-atletas, quando comparados com controles [Abdulla et al (2009), O´Keefe et al (2012), Mont et al (2009)]. No entanto, em 2018 foi publicada metanálise por Aynde et al relatando a maior incidência de FA na população de atletas, porém, apenas para faixa etária inferior a 54 anos. Após essa idade, não houve diferença em relação à população sedentária.

Já foram propostos possíveis mecanismos subjacentes à associação exercício e fibrilação atrial e podem incluir alterações atriais estruturais (dilatação e fibrose), aumento do tônus vagal e alterações inflamatórias (Mont et al 2002 e 2009). Recentemente foi proposta associação de três componentes: o *Substrato* (dilatação atrial, fibrose atrial e inflamação no miocárdio), o *gatilho* (extrassístoles supraventriculares) e os *moduladores* (bradicardia sinusal e desequilíbrio autonômico). Porém, o mecanismo exato ainda necessita de mais estudos e aprofundamento (Guasch et al, 2018).

2 JUSTIFICATIVA PARA ESSE ESTUDO

Diante da necessidade da avaliação estrutural do coração de atletas em situações específicas, atendendo ao disposto em consensos e diretrizes (Ghorayeb et al, 2013), o uso da RMC tornou-se cada vez mais relevante e indispensável. A avaliação ventricular foi, até o presente momento, realizada de forma mais sistemática, contemplando diversas faixas etárias e modalidades esportivas, a avaliação atrial, por sua vez, foi feita de forma secundária e em poucos estudos. (D´Ascenzi et al, 2017).

Além disso, outros pontos de relevância devem ser considerados, como a alta incidência de arritmia supraventricular em atletas, a falta de normatização de valores de referência para avaliação dos átrios pela RMC em atletas, bem como a melhor compreensão de alterações anatômicas secundárias à agressão imposta pelo treinamento intensivo, comparando-as com indivíduos saudáveis e correlacionando-as com dados clínicos.

A partir da presente contextualização, pode-se constatar necessidade de prosseguimento de estudos que permitam avaliação estrutural do coração de atletas em diversas situações, como diferentes idades, cargas de treino e modalidades esportivas, de forma a aumentar o conhecimento acumulado sobre o impacto da sobrecarga hemodinâmica imposta pelo exercício físico intenso sobre o coração e compreensão da correlação de tal fato com a possibilidade de surgimento de cardiopatias.

3 OBJETIVOS

3.1 Principal

Testar a hipótese de que ocorrem alterações morfofuncionais biatriais em atletas e esportistas corredores de provas de fundo em comparação com sedentários saudáveis.

3.2 Secundário

Avaliar alterações clínicas, como bradicardia sinusal, e correlacionar com medidas biatriais.

4 MÉTODOS

4.1 Local do estudo

O presente estudo foi realizado nos setores de Ressonância e Tomografia Cardiovascular e Cardiologia do Esporte do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC), em São Paulo-SP.

4.1.1 Seção de Cardiologia do Esporte

Em 1999, de forma pioneira, o IDPC criou a seção clínica de Cardiologia do Esporte com a finalidade de atender esportistas e atletas para avaliações pré participação (APP), diagnóstico, tratamento e acompanhamento de cardiopatias, bem como da avaliação alterações fisiológicas do coração de atleta. Destaca-se ainda pela grande quantidade de artigos científicos publicados e relatos de caso obtidos a partir de grande experiência acumulada com essa população.

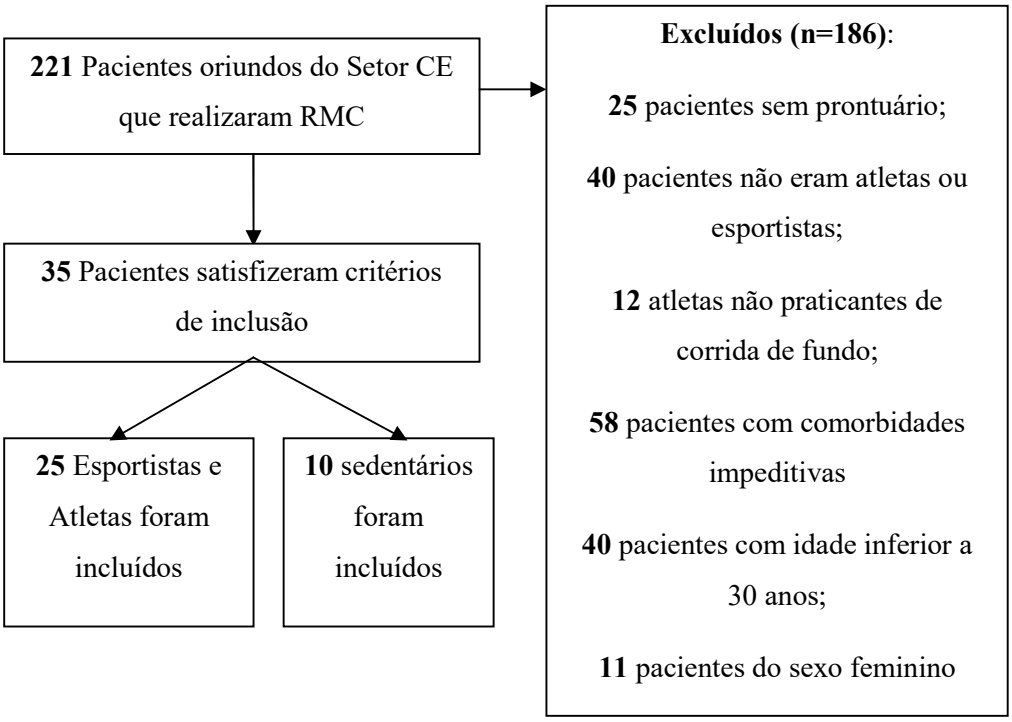
4.2 Tipo de estudo

Trata-se de estudo observacional e retrospectivo.

4.3 Captação e seleção de dados

A captação dos dados foi realizada mediante levantamento dos prontuários médicos no Serviço de Arquivo Médico e Estatística (SAME) e dos exames de imagem no Serviço Ressonância e Tomografia Cardiovascular do IDPC. Todos os pacientes analisados eram oriundos da seção clínica Cardiologia do Esporte (CE) e foram selecionados indivíduos sedentários (para grupo controle), esportistas ou atletas que satisfaziam os critérios de inclusão e exclusão e tinham realizado RMC no período compreendido entre 2014 e 2018 (Figura 4).

Figura 4. Distribuição dos pacientes oriundos do setor Cardiologia do Esporte



4.4 Critérios de inclusão

Foram incluídos pacientes esportistas ou atletas, do sexo masculino com idade igual ou superior a 30 e inferior a 60 anos, praticantes de corrida de fundo (superior a 5 Km), com carga de treino semanal descrita em prontuário igual ou superior a 6 horas, sem comorbidades cardiovasculares que interferissem na função ou promovessem, mesmo que em potencial, remodelamento atrial.

O conceito de esportista e atleta respeitou o disposto no Consenso Brasileiro de Cardiologia do Esporte e do Exercício (Ghorayeb et al, 2013), sendo:

Esportista: Caracterizado por indivíduos adultos que praticam atividades físicas e esportivas de maneira regular, de moderada a alta intensidade, competindo eventualmente, porém, sem vínculo profissional com o esporte;

Atleta: Caracterizado por indivíduos que praticam atividades físicas e esportivas de maneira regular e profissional, competindo sistematicamente, com vínculo profissional com o esporte por meio de clubes e/ou patrocinadores de qualquer natureza;

O grupo controle foi composto de indivíduos que haviam realizado estudo anterior na seção de CE com uso exclusivo de RMC, oriundos do mesmo banco de dados, do sexo

masculino, sedentários, hígidos, com idade superior a 30 anos e inferior a 60 anos e prática máxima de 150 minutos de atividade física por semana.

4.5 Critérios de exclusão

Foram excluídos do presente estudo atletas com as seguintes comorbidades: hipertensão arterial sistêmica (HAS), cardiomiopatia de qualquer etiologia, fibrilação atrial. Além de sexo feminino, idade inferior a 30 ou superior a 60 anos completos ou que não atendessem aos critérios de faixa de treinamento acima estipulados.

4.6 Protocolo de imagem

A RMC foi realizada no aparelho da marca PHILIPS® do modelo Ingenia 3 Tesla, conforme protocolo institucional, incluindo sequências localizadoras, sequências SSFP (precessão livre no estado estacionário) para avaliação morfofuncional nos planos de eixo curto, quatro câmaras varredura, duas e três câmaras, com espessura de corte de 8mm e intervalo de 2mm. Ao final, foram adotadas as medidas feitas no plano 4 câmaras varredura como padrão para comparação entre os grupos. As imagens foram transferidas para análise posterior *offline* utilizando programa visualizador de imagens específico, da marca HOROS®.

A análise das imagens foi realizada por um avaliador cego e compreendeu as seguintes medidas: dos volumes sistólico e diastólico atriais (com a exclusão dos apêndices nas medidas de ambos os átrios e das veias pulmonares nas medidas do AE), do septo interatrial e da fração de ejeção, que foi calculada pelo método de Simpson. Foi avaliado ainda o diâmetro anteroposterior do AE nas imagens de três câmaras.

4.7 Variáveis estudadas

Foram analisadas as seguintes variáveis:

- Características Clínicas
  - ✓ Idade;
  - ✓ Gênero;
  - ✓ Etnia;
  - ✓ IMC;
  - ✓ Volume de treinamento;
  - ✓ Frequência cardíaca em repouso;
  - ✓ Pressão arterial em repouso;

- Análise de perfil laboratorial
  - ✓ Glicemia de Jejum;
  - ✓ Colesterol Total e frações HDL e LDL;
  - ✓ Triglicerídeos;
  - ✓ Hemoglobina;
- Análise Ecocardiográfica (*apenas para grupo atletas e esportistas*)
  - ✓ Diâmetro de AE;
  - ✓ Volume de AE indexado;
- Análise de Teste Ergométrico (*apenas para grupo atletas e esportistas*)
  - ✓ Protocolo utilizado;
  - ✓ Número de equivalentes metabólicos (METs) alcançado;
  - ✓ Volume de oxigênio (VO_2) máximo calculado;
- Análise da RMC para Átrio Direito
  - ✓ Volume diastólico final;
  - ✓ Volume sistólico final;
  - ✓ Fração de ejeção;
- Análise da RMC para Átrio Esquerdo;
  - ✓ Volume diastólico final;
  - ✓ Volume sistólico final;
  - ✓ Diâmetro anteroposterior;
  - ✓ Fração de ejeção;
  - ✓ Espessura do septo interatrial (SIA)

4.8 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada pelo setor de Estatística do IDPC. Os dados descritivos são apresentados em termos de média e desvio padrão para variáveis contínuas e número absoluto e porcentagem para variáveis categóricas. Para avaliar a associação entre variáveis categóricas, foi utilizado teste exato de Fisher e para a avaliação da diferença entre os grupos em relação a variáveis continuas foi utilizado o teste não paramétrico de Mann Whitney. O nível de significância adotado foi de 5%.

5 ÉTICA

O presente estudo obteve parecer de aprovação consubstanciada do CEP do IDPC sob o número 040726/2018.

6 RESULTADOS

Total de 35 indivíduos foi avaliado, sendo 10 (28,6%) do grupo controle, composto pelos sedentários e 25 (71,4%) do grupo observacional, divididos em 15 esportistas e 10 atletas.

6.1 Características clínicas

Idade, etnia, PAS, PAD e FC no repouso foram avaliadas para ambos os grupos. As medidas antropométricas foram analisadas apenas para o grupo de atletas/esportistas (A/E) visto que tal dado foi obtido no setor de ecocardiografia e apenas essa população tinha realizado o exame anteriormente a esse estudo.

Com relação à idade, observou-se média total de 45,6 ±7,8, sendo 46,5 ±8,5 para grupo A/E e 40 ± 4,8 para sedentários (p= 0,16). A média de horas de treino por semana do grupo A/E foi de 7,38 ±2,3. A tabela 1 apresenta os resultados das características clínicas de ambos os grupos e a tabela 2 apresenta as características específicas do grupo A/E.

Tabela 1. Apresentação dos resultados obtidos para as variáveis qualitativas das características clínicas de ambos os grupos estudados.

Variável		Sedentários N=10	Atletas/Esportistas N=25	P valor
Etnia				0,147
	Branco	9	16	
	Negro	0	5	
	Pardo	0	4	
PAS (mmHg)				1,0
	<100	1	3	
	100-130	9	20	
PAD (mmHg)				0,109
	<80	1	10	
	80-90	9	13	
FC (bpm)				1,0
	<50	0	2	
	>50	8	20	
Volume de treinamento (dias por semana)				Não se aplica
	3-5	0	13	
	>5	0	12	

Tabela 2. Apresentação das características antropométricas e de treino do grupo A/E.

		Peso (Kg)	Altura(Cm)	IMC (Cm^2/Kg)	Área de Superfície corporal (m^2)	Horas de treino por semana (h/s)
Grupo A/E						
	Média	74,2	172,5	24,8	1,86	7,38
	Desvio Padrão	±10,4	7,35	±2,4	±0,15	±2,3

A bradicardia sinusal (considerada FC<50bpm) não foi encontrada na maioria dos atletas, sendo assim, não houve diferença na medida de FC entre os dois grupos.

6.2 Análise do perfil laboratorial

A análise do perfil laboratorial foi realizada a partir da avaliação dos exames contidos em prontuários. Glicemia de Jejum, Colesterol total e frações, Triglicerídeos e Hemoglobina foram avaliadas para ambos os grupos (tabela 3). Para essa avaliação estavam disponíveis exames de 9 de 10 sedentários e 22 de 25 participantes do grupo A/E. Destaca-se a diferença estatística na dosagem de triglicerídeos entre os grupos, com menores valores para A/E (P valor 0,04).

6.3 Análise ecocardiográfica

Após a avaliação dos prontuários foi possível identificar que houve a solicitação de ecocardiograma para 16 componentes do grupo A/E (tabela 3), sendo que desses, todos tinham medidas de diâmetro de AE e apenas 6 de volume AE indexado pela altura. Os demais componentes do grupo A/E não realizaram ECO por terem indicação inicial de estudo com RMC. Os dados relativos a AD não foram obtidos uma vez que a descrição dessa câmara não é realizada de rotina em laudo de ECO sem alterações no IDPC. Já o grupo sedentário não apresentava registro de ecocardiograma nos respectivos prontuários.

6.4 Análise do teste ergométrico

Também foi possível obter dados relativos ao teste ergométrico de 22 dos 25 participantes do grupo A/E sendo que em um dos exames não houve registro físico dos METs alcançados.

Tabela 3. Apresentação dos resultados obtidos para o perfil laboratorial de ambos os grupos estudados.

Variável		Sedentários N=9	Atletas/Esportistas N=22	P valor
Glicemia de Jejum (mg/dL)	<92	5	10	0,704
	92-126	4	12	
Colesterol total (mg/dL)	<200	6	15	0,110
	201-239	1	7	
	>239	2	0	
LDL (mg/dL)	<100	2	12	0,309
	100-130	3	4	
	>130	4	6	
HDL (mg/dL)	<40	3	3	0,281
	40-60	6	14	
	>60	0	5	
Triglicérides (mg/dL)	<150	5	20	0,04
	>151	4	2	
Hemoglobina (g/dL)	>13	9	22	Não se aplica

Tabela 4. Apresentação dos resultados obtidos para o ecocardiograma do grupo A/E.

Variável	N	Média	Desvio Padrão
AE diâmetro (mm)	16	35,6	±6,08
AE indexado (mL/m^2)	6	36,6	±6,0
VSFVE (mL)	14	41,4	±7,3
VDFVE (mL)	16	117,1	±25,22
FEVE (%)	16	63,6	±4,8

Apenas um dos avaliados apresentou desempenho inferior, alcançando 12 METs com VO_2 máximo calculado em 42mL/kg·min, destoando do perfil dos demais participantes desse estudo, conforme pode ser verificado na tabela 4.

Os protocolos utilizados foram os de Bruce (n=1), Ellestad (n=12) e de rampa aplicados rotineiramente no IDPC, denominados atleta baixo (n=3), atleta médio (n=3), atleta alto (n=2) e atleta fundo (n=1), que estão detalhados nos anexos.

Tabela 5. Apresentação dos resultados obtidos para o teste ergométrico do grupo A/E.

Variável	N	Média	Desvio Padrão
METs	21	21,53	±13,98
VO_2 máximo calculado (mL/kg·min)	22	62,49	±13,58

6.5 Análise da ressonância magnética de coração

Na tabela 5 estão apresentados os dados quantitativos para as variáveis estudadas na avaliação pela RMC. São apresentadas médias e desvios padrão totais e separadas pelos grupos. Nota-se importante diferença para as medidas de volume de AD, sendo que tanto o volume diastólico final de átrio direito (VDFAD), quanto o volume sistólico final de átrio direito (VSFAD) atingiram relevante significância estatística com p valor <0,001. Além disso, nota-se diferença entre as medidas de volume diastólico final de átrio esquerdo (VDFAE) (p valor 0,03) e menores medidas para o septo interatrial para o grupo de A/E (p valor 0,04). A avaliação da fração de ejeção e os demais parâmetros relacionados ao tamanho das cavidades não atingiram diferenças relevantes.

Foi realizada a comparação dos valores apenas para indivíduos da etnia branca, uma vez que todos os indivíduos do grupo controle eram dessa etnia. As diferenças encontradas estão apresentadas na tabela 7 e se mantiveram as mesmas que as já destacadas previamente.

A avaliação de volumes diastólicos finais para AD e AE indexados foi possível apenas para o grupo A/E (o grupo controle não tinha área de superfície corporal disponível em prontuário), sendo encontrados os valores de 56,23 mL/m^2 ±14,20 e 45,13 mL/m^2 ±17,45, respectivamente.

Tabela 6. Apresentação dos resultados quantitativos obtidos para ambos os átrios na ressonância magnética de coração dos grupos estudados.

Variável		Sedentários N=10	Atletas/Esportistas N=25	P valor	Total N=35
VDFAD (mL)				<0,001	
	Média	69,90	105,56		95,37
	Desvio Padrão	±8,9	±24,86		±26,91
VSFAD (mL)				<0,001	
	Média	38,10	62,72		55,69
	Desvio Padrão	±7,46	±21,18		±21,42
FEAD (%)				0,523	
	Média	44,90	40,88		42,03
	Desvio Padrão	±9,71	±10,87		±10,57
VDFAE (mL)				0,032	
	Média	63,40	82,96		77,37
	Desvio Padrão	±14,15	±33,25		±30,23
VSFAE (mL)				0,071	
	Média	30,20	41,16		38,03
	Desvio Padrão	±8,76	±25,54		±22,49
FEAE (%)				0,907	
	Média	52,50	51,56		51,83
	Desvio Padrão	±6,77	±10,21		±9,27
Diâmetro AP AE (mm)				0,794	
	Média	30,50	31,00		30,86
	Desvio Padrão	±5,40	±6,43		±6,08
Espessura SIA (mm)				0,049	
	Média	3,21	2,42		2,65
	Desvio Padrão	±1,24	±0,74		±0,96

Tabela 7. Apresentação dos resultados quantitativos obtidos para ambos os átrios na ressonância magnética de coração para indivíduos da etnia branca.

Variável		Sedentários N=9	Atletas/Esportistas N=16	P valor	Total N=25
VDFAD (mL)				0,001	
	Média	68,56	101,50		89,67
	Desvio Padrão	8,29	26,81		27,07
VSFAD (mL)				0,001	
	Média	36,67	58,25		50,48
	Desvio Padrão	6,28	19,41		18,98
FEAD (%)				0,57	
	Média	45,78	42,44		43,64
	Desvio Padrão	9,87	10,46		10,17
VDFAE (mL)				0,02	
	Média	60,89	85,56		76,68
	Desvio Padrão	12,43	40,55		35,00
VSFAE (mL)				0,07	
	Média	28,56	42,56		37,52
	Desvio Padrão	7,48	31,73		26,36
FEAE (%)				0,91	
	Média	53,11	52,25		52,56
	Desvio Padrão	6,88	11,46		9,90
Diâmetro AP AE (mm)				0,44	
	Média	29,44	31,69		30,88
	Desvio Padrão	4,50	7,48		6,55
Espessura SIA (mm)				0,05	
	Média	3,30	2,34		2,70
	Desvio Padrão	1,28	0,58		0,99

7 DISCUSSÃO

A avaliação específica de átrios de esportistas e atletas através da RMC é algo novo e de extrema importância. Compreender o impacto da sobrecarga hemodinâmica imposta pelo exercício sobre AD e AE possibilitará melhor caracterização do remodelamento atrial, definição de alterações fisiológicas que possam compor o Coração de Atleta, identificação de cardiopatias, além de permitir a correlação clínica com alterações como arritmias supraventriculares, bloqueios atriais e fibrilação atrial. Além disso, a RMC permite a avaliação adicional de fibrose atrial, que será motivo de grande discussão em estudos futuros.

Até o presente momento há falta de dados relativos aos átrios na avaliação pela RMC, principalmente de AD (Carboni et al, 2017), motivo principal pelo qual se realizou essa dissertação.

O Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia (IDPC) é instituição integrante do Sistema Único de Saúde (SUS) e tem uma seção clínica destinada à avaliação específica de esportistas e atletas, denominada Cardiologia do Esporte (CE). Através dela foi possível a seleção de indivíduos para compor a amostra de A/E saudáveis.

A solicitação de RMC havia sido feita principalmente para investigação de arritmias ventriculares no esforço e, após a retirada daqueles que não atendiam aos critérios de inclusão, foi possível a análise de 25 exames. Já a amostra de sedentários foi obtida na mesma seção, que havia realizado estudo com esse grupo anos antes.

Reforça-se que se optou por estudo retrospectivo visto alto custo de realização de RMC, algo que seria inviável, para indivíduos saudáveis, no contexto do SUS.

7.1 Características clínicas

Na tabela 1 foram apresentadas as características clínicas dos grupos estudados. Não foram encontradas diferenças estatísticas nos resultados obtidos, no entanto enfatiza-se que, embora não tenha sido critério de seleção adotado, a composição do grupo sedentários foi 100% de indivíduos da etnia branca.

Além disso, atenta-se para o fato de bradicardia sinusal ter sido documentada em apenas 2 dos 25 indivíduos que compunham o grupo A/E, algo inesperado visto que é uma das principais adaptações do coração de atleta. Dessa forma, a correlação do tamanho dos

átrios com a FC tornou-se inviável. Erros de aferição e registro são possibilidades para ajudar a justificar tal achado, uma vez que, como será discutido a seguir, os membros do grupo A/E tinham ótimo condicionamento aeróbico.

A intensidade e volume de treinamento foram em concordância com demais estudos que avaliam esse tipo de população e foram superiores a faixa de 300 minutos de exercícios moderados a intensos, que os classificariam como de "alta atividade" (Hamer et al, 2018).

Já a avaliação de pressão arterial, variável classicamente apresentada como contínua, foi feita por meio da categorização entre indivíduos com tendência a hipotensão ou aqueles com pressão normal, visto que os hipertensos foram excluídos desse trabalho por potencial fator confundidor no remodelamento atrial esquerdo. Nenhuma diferença nos valores de PA foi encontrada na comparação entre os dois grupos.

7.2 Análise do perfil laboratorial

A análise do perfil de exames laboratoriais também foi possível para ambos os grupos. Em conjunto com a avaliação clínica foi possível descartar comorbidades como *Diabetes Melittus* e dislipidemias para todos os pacientes.

A única diferença estatística foi obtida na avaliação dos triglicerídeos, porém já é bem documentado na literatura o benefício da atividade física na melhora do perfil metabólico, permitindo a melhora de diversos parâmetros conforme pode ser visualizado na tabela 7 (Lavie et al, 2009). Provavelmente, o impacto da atividade física nessas variáveis tenha sido menos expressivo, pelos critérios de seleção para o grupo de sedentários terem incluído apenas indivíduos saudáveis.

Apesar disso, de forma surpreendente, D´Ascenzi et al (2018), publicaram estudo com 1058 atletas olímpicos (656 homens e 402 mulheres) e identificaram dislipidemia como principal fator de risco (32%), além de aumento de circunferência abdominal (25%), tabagismo (8%), hipertensão arterial (3.8%) e hiperglicemia (0.3%). Ademais, conforme a idade progredia, houve, com relevância estatística, piora nas medidas de colesterol total, HDL, LDL, triglicerídeos e glicemia de jejum.

Tabela 8. Benefícios potenciais da atividade física regular.

Benefícios potenciais da atividade física regular	
Aumento de HDL	Redução de pressão arterial
Redução de LDL e triglicérides	Aumento de sensibilidade a insulina
Controle de obesidade	Melhora de função endotelial
Auxílio para cessação de tabagismo	Redução de estresse emocional

Fonte: Modificado de Lavie et al (2009, p.5).

7.3 Análise ecocardiográfica e teste ergométrico

A análise retrospectiva dos prontuários permitiu a avaliação de 16 exames Ecocardiográficos do grupo A/E. A partir disso foi possível a obtenção de média e desvio padrão para diâmetro AP (n=16) e volume AE indexado (n=6), conforme apresentado na tabela 4. Nota-se que o aumento de ambas as medidas estudadas está de acordo com o previsto na adaptação do coração de atleta e publicado em meta-análise feita por Iskandar et al (2015).

Já a avaliação do teste ergométrico teve a finalidade de demonstrar que o condicionamento físico dos componentes do grupo A/E era compatível com a carga de treinamento reportada em prontuário. Algo que ficou evidente após a constatação de média de 21 METs em esteira, com média de VO_2 máximo calculado em 62,49, independentemente do protocolo utilizado.

7.4 Análise da ressonância magnética de coração

A utilização da RMC como método auxiliar na avaliação do coração de atletas tem crescido de forma expressiva nos últimos anos e se configura como elemento indispensável para o diagnóstico diferencial em situações desafiadoras, como cardiomiopatias *versus* coração de atleta. A alta resolução espacial, número irrestrito de planos de corte para análise das imagens e ausência de radiação ionizante configuram algumas das principais vantagens desse método frente aos outros disponíveis. (Androulakis et al, 2018). Além disso, trata-se de tecnologia em constante desenvolvimento, conforme foi visto através da análise de realce tardio ou mapeamento T1 e T2 nos últimos anos. (Androulakis et al 2018, Gati et al, 2018).

Apesar desse pleno desenvolvimento, são poucos os trabalhos destinados a avaliação de ambos os átrios com RMC em atletas e esportistas, comparando com indivíduos sedentários. Na grande maioria dos estudos e meta-análises que deles foram realizadas, as medidas de AE e AD eram oriundas de trabalhos cuja avaliação principal foi destinada aos ventrículos e a principal medida adotada foi a da área e não do volume.

Por falta de número suficiente de exames solicitados previamente na seção CE não foi possível análise das RMC de atletas do gênero feminino, algo que necessita ser realizado futuramente. Além disso, avaliar o impacto de diferentes etnias, modalidades, cargas e tempo de treinamento também se faz necessário. No presente trabalho, conforme apresentado na tabela 7, foi possível a comparação da etnia branca de A/E e sedentários e os resultados acompanharam o encontrado na população geral, conforme será apresentado a seguir.

7.4.1 A exclusão dos apêndices atriais

A exclusão ou não dos apêndices na avaliação de volume atrial também merece destaque. Na literatura encontram-se valores de referência para medidas de AD e AE incluindo (Kawel-Boehm et al, 2015) e excluindo as suas medidas (Li et al, 2017).

As principais justificativas para a exclusão são: necessidade aquisição de novas imagens para sua realização, maior demanda de tempo na análise e grande variabilidade nas medidas, uma vez que alguns para pacientes a visualização do apêndice é de grande dificuldade (Hof et al, 2010, Zareian et al, 2015, Ivanov et al 2017, Zenrak et al, 2017, Li et al, 2017). No seu estudo, Ivanov et al (2017) relataram que 37% dos apêndices atriais direitos não eram de fácil visualização. Por esses motivos, o presente estudo optou por adotar a exclusão de apêndices atriais nas medidas dos volumes de ambos os átrios.

7.4.2 O átrio esquerdo

A avaliação do AE de atletas foi objetivo de grandes estudos, principalmente com ECO, nos últimos anos. Inclusive, a definição de valores específicos para esportistas e atletas está descrita em recente meta-análise (Iskandar et al 2015). O aumento dessa câmara é esperado e pode, desde que descartado os diagnósticos diferenciais, representar alteração compatível com o coração de atleta.

Os mecanismos responsáveis pela ampliação do AE em atletas não são claros. O alargamento do AE é estreitamente associado ao aumento da cavidade do VE (Pelliccia et al, 2006) e pode representar a consequência fisiológica do aumento de volume do VE e/ou sobrecarga de pressão de longo prazo treinamento intensivo dinâmico ou estático (Iskandar et al 2015).

Inicialmente adotava-se o diâmetro anteroposterior (AP) como medida principal de tamanho de AE, no entanto, pela sua conformação não simétrica e crescimento irregular, instituiu-se o volume como padrão para essa avaliação. Ao ser submetido a sobrecarga hemodinâmica imposta pela atividade esportiva, o AE apresenta crescimento no eixo AP limitado pela presença do arco aórtico, traqueia e brônquios principais, de forma que se expande predominantemente para o eixo médio-lateral e superior-inferior (Iskandar et al, 2015). Essa pode ser a justificativa para ausência de diferenças no diâmetro AP do AE da população do presente estudo ($p<0,7$), em contraste com o valor de VDFAE ($p<0,03$).

Além disso, as medidas de volume de AE tem correção clínica com desfechos cardiovasculares adversos, como Fibrilação atrial (Lang et al, 2005), de forma mais íntima do que as medidas de área de AE ou diâmetro AP (Abhayaratna et al, 2006; Tsang, 2006). Esse achado, porém, não foi possível no presente trabalho, uma vez que a FA foi um dos critérios de exclusão.

Medida inédita foi a do septo interatrial, que apresentou diferença estatística entre as populações estudadas ($p<0,04$), e pode representar o afilamento dessa estrutura decorrente do aumento do tamanho do AE, secundária à atividade física.

Por fim, a análise da fração de ejeção de AE não resultou em resultados relevantes, algo em concordância com dados da literatura prévia a esse estudo (Schnell et al, 2017).

7.4.3 O átrio direito

As câmaras direitas AD e VD sofrem importante remodelamento ao serem submetidas à sobrecarga de volume imposta pela atividade esportiva. Diversos autores publicaram estudos com ECO e RMC avaliando a adaptação de VD, que apresenta aumento de volumes e diâmetros, quando comparados com indivíduos normais e esses dados foram compilados em recente meta-análise. (D´Ascenzi et al, 2017). A avaliação do AD pela RMC, no entanto, carecia de dados específicos, como a avaliação de volumes e fração de ejeção.

No presente estudo foi encontrado importante aumento dos volumes sistólico e diastólico finais do AD ($p<0,001$), sem diferença na sua função sistólica, analisada através da fração de ejeção. Tratam-se de dados semelhantes aos encontrados por Steding-Ehrenborg et al (2016), que também analisou as diferenças entre atletas e sedentários. Pela ausência de documentação clínica de bradicardia sinusal, não foi possível estabelecer correção de tal adaptação com dados clínicos.

Os dados encontrados também estão em concordância com aqueles obtidos através de estudos realizados com ECO. Em 2013, D'Ascenzi et al investigaram a função e a dimensão da AD em 100 atletas de nível superior pelo ecocardiograma padrão e *speckle tracking* mostraram que a área e volume de AD e veia cava inferior foram significativamente maiores em atletas do que em controles e os valores de pico de esforço longitudinal atrial e pico de contração atrial foram menores em atletas do que nos controles. Essa redução de tensão não deve representar uma disfunção real, mas apenas um fenômeno fisiológico e pode ser incluída no “coração do atleta” (Carboni et al 2017).

8 CONCLUSÃO

Nas condições desse estudo, os resultados obtidos permitiram concluir:

1- Sobre a avaliação morfofuncional biatrial
   - Há importante aumento de volume de ambos os átrios, principalmente de AD, em homens praticantes de endurance, em comparação com grupo de sedentários.
   - Não há alteração na fração de ejeção nos grupos avaliados.

2- Sobre a correlação clínica
   - Não foi possível estabelecer correlação clínica com os sinais vitais analisados.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdulla J, Nielsen, J R. Is the risk of atrial fibrillation higher in athletes than in the general population? A systematic review and meta-analysis. Europace. 2009; 11(9):1156–1159.

Abhayaratna WP, et al. Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications. J Am Coll Cardiol 2006;47: 2357–63.

Androulakis E, Swoboda PP. The Role of Cardiovascular Magnetic Resonance in Sports Cardiology; Current Utility and Future Perspectives. Curr Treat Options Cardiovasc Med. 2018 Aug 31;20(10):86

Armstrong ME, et al. Frequent physical activity may not reduce vascular disease risk as much as moderate activity: large prospective study of women in the United Kingdom. Circulation. 2015;131(8):721-729.

Ayinde H, et al. Age modifies the risk of atrial fibrillation among athletes: a systematic literature review and meta-analysis. Int J Cardiol Heart Vasc. 2018; 18:25-29.

Benito B, et al. Cardiac arrhythmogenic remodeling in a rat model of long-term intensive exercise training. Circulation 2011; 123: 13-22.

Blair SN, Morris JN. Healthy hearts and the universal benefits of being physically active: physical activity and health. Ann Epidemiol 2009; 19:253-6.

Brunetti N D, Santoro F, Correale M. Incidence of atrial fibrillation is associated with age and gender in subjects practicing physical exercise: a meta-analysis and meta-regression analysis. Int J Cardiol. 2016; 221:1056–1060.

Carbone A, et al. Cardiac damage in athlete's heart: When the "supernormal" heart fails!. World J Cardiol 2017; 9(6): 470-480.

D'Andrea A, et al. Left atrial volume index in highly trained athletes. Am Heart J 2010; 159: 1155-61.

D'Ascenzi F, et al. Left Atrial Remodelling in competitive adolescent soccer players. Int J Sports Med 2012; 33: 795–801.

D'Ascenzi F, et al. Characterization of right atrial function and dimension in top-level athletes: a speckle tracking study. Int J Cardiovasc Imaging 2013; 29: 87-94.

D´Ascenzi F, et al. Normative reference values of right heart in competitive athletes: a systematic review and meta-analysis. J Am Soc of Echocardiogr. 2017; 30(9):845-858.

D'Ascenzi F, et al. Cardiovascular risk profile in Olympic athletes: an unexpected and underestimated risk scenario. Br J Sports Med. 2018; 0:1–7.

Dores H, et al. The hearts of competitive athletes: An up-to-date overview of exercise-induced cardiac adaptations. Rev Port Cardiol. 2015; 34(1):51-64.

Falecka M B, et al. Cardiac magnetic resonance assessment of the structural and functional cardiac adaptations to soccer training in school-aged male children. Pediatr Cardiol, 2018; 8:1844-1845.

Gati S, Sharma S, Pennell D. The role of cardiovascular magnetic resonance imaging in the assessment of highly trained. JACC Cardiovasc Imaging. 2018. 11(2):247-259.

Ghorayeb N, et al. Diretriz em cardiologia do esporte e do exercício da sociedade brasileira de cardiologia e da sociedade brasileira de medicina do esporte. Arq Bras Cardiol. 2013; 100(1Supl.1):1-41.

Ghorayeb N, et al. Atualização da Diretriz em Cardiologia do Esporte e do Exercício da Sociedade Brasileira de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte - 2019. Arq Bras Cardiol. 2019; 112(3):326-368.

Grundy SM, et al. Cardiorespiratory fitness and metabolic risck. Am J Cardiol 2012; 109:988-993.

Guasch E, Mont L, Sitges M. Mechanisms of atrial fibrillation in athletes: what we know and what we do not know. Neth Heart J. 2018;26.

Hamer M, O´Donovan G, Satamatakis E. Association between physical activity and sub-types of cardiovascular disease death causes in a general population cohort. Eur J Epidemiol. 2019, May;34(5):483-487.

Hof I, et al. Left Atrial Volume and Function Assessment by Magnetic Resonance Imaging J Cardiovasc Electrophysiol, 2010. Vol. 21, pp. 1247-125

Iskandar A, Mutjaba M T, Thompson P D. Left atrium size in elite athletes. JACC Cardiovasc Imaging. 2015; 8(7):753-762.

Ivanov A, Mohamed A, AsfourA, Ho J, Khan SA, Chen O, et al. Right atrial volume by cardiovascular magnetic resonance predicts mortality in patients with heart failure with reduced ejection fraction.PLoS ONE. 2017 12(4): e0173245.

Kawel-Boehm et al. Normal values for cardiovascular magnetic resonance in adults and children Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance (2015) 17:29.

Li W, et al. Reference value of left and right atrial size and phasic function by SSFP CMR at 3.0 T in healthy Chinese adults. Sci Rep. 2017 Jun 9;7(1):3196.

Lang RM, et al. Recommendations for chamber quantification: a 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 Echocardiogr 2005;18: 1440–63.

Lavie, C.J, et al. Exercise training and cardiac rehabilitation in primary and secondary prevention of coronary heart disease. Mayo Clin Proc 2009; 84: 373–83.

Maestrini V, et al. CMR findings in high *endurance* veteran athletes a 247 subject study. J Cardiovasc Magn Reson. 2016; 18(Suppl 1):O38.

Merghani A, Malhotra A, Sharma S. The U-shaped relationship between exercise and cardiac morbidity. Trends Cardiovasc Med. 2016; 26(3):232–40.

Mont L, et al. Long-lasting sport practice and lone atrial fibrillation. Eur Heart J. 2002;23(6):477-482.

Mont L, Elosua R, Brugada J. *Endurance* sport practice as a risk factor for atrial fibrillation and atrial flutter. Europace. 2009; 11(1):11-17.

O'Keefe JH, et al. Potential adverse cardiovascular effects from excessive *endurance* exercise. Mayo Clin Proc. 2012 Jun;87(6):587-95.

Pelliccia A, et al. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. Ann Intern Med 1999;130:23–31.

Pelliccia A, et al. Prevalence and clinical significance of left atrial remodeling in competitive athletes. J Am Coll Cardiol 2005; 46:690-6.

Pelliccia A, et al. Are olympic athletes free from cardiovascular diseases? Systematic investigation in 2352 participants from Athens 2004 to Sochi 2014. Br J Sports Med. 2016; 51(4):238-243.

Prakken N H, et al. Cardiac MRI reference values for athletes and nonathletes corrected for body surface area, training hours/week and sex. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. 2010; 17(2): 198-203.

Prakken, N H, et al. Head to-head comparison between echocardiography and cardiac MRI in the evaluation of the athlete's heart. Brit J of Sports Med. 2012; 46 (5):348–54.

Rao, MDP, Hunter Jr AM, Baggish AL. The Limits of Cardiac Performance: Can Too Much Exercise Damage the Heart? The American Journal of Medicine, 2018;131:1279 -1284.

Scharf M, et al. Atrial and ventricular functional and structural adaptations of the heart in elite triathletes assessed with cardiac MR imaging. Radiology. 2010; 257(1):71-79.

Schnell F, et al. Atrial volume and function during exercise in health and disease Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. 2017. 19:104.

Schnohr P, et al. Dose of jogging and long term mortality: the Copenhagen City Heart Study .J Am Coll Cardiol.2015;65(5):411–419.

Sharma S, Merghani A, Mont L. Exercise and the heart: the good, the bad, and the ugly. European Heart Journal, 2015, 36, 1445–1453.

Sharma S, et al. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. Eur Heart J, 2018; 39(16):1466-1480.

Steding-Ehrenborg K, et al. Determinants of kinetic energy of blood flow in the four-chambered heart in athletes and sedentary controls. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2016 Jan 1;310(1):H113-22.

Tsang TS et al. Prediction of cardiovascular outcomes with left atrial size: is volume superior to area or diameter? J Am Coll Cardiol 2006;47:1018–23.

Zaidi A, et al. Physiological right ventricular adaptation in elite athletes of African and Afro-Caribbean origin. Circulation 2013;127:1783-92.

Zareian M, et al. Left atrial structure and functional quantitation using cardiovascular magnetic resonance and multimodality tissue tracking: validation and reproducibility assessment Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance (2015) 17:52.

Zenrak F, et al. Left Atrial Structure in Relationship to Age, Sex, Ethnicity, and Cardiovascular Risk Factors MESA (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis). Circ Cardiovasc Imaging.2017 Feb;10(2).

10 ANEXOS

Tabela 9. Protocolos utilizados nos testes ergométricos do IDPC

Protocolo	Tempo (minutos)	Velocidade (MPH)	Inclinação (%)	MET	VO_2
Bruce					
	3	1,7	10	5,5	17
	3	2,5	12	7	24,5
	3	3,4	14	10	35
	3	4,2	16	13	45,5
	3	5,0	18	16	56,0
	3	5,5	20	19	66,5
	3	6,0	22	22	77,0
Ellestad					
	3	1,7	10	5	17,5
	2	3,0	10	7	24,5
	2	4,0	10	9	31,5
	3	5,0	10	12	42,0
	2	5,0	15	14	49,0
	3	6,0	15	17	56,0
Atleta Baixo					
	1	3,2	0	4,6	15,2
	1	4,4	0	7,7	26,8
	1	5,3	0	8,6	28,5
	1	5,6	0	9,5	33,5
	1	6,4	0	10,8	40,2
	1	6,8	0	11,5	44,5
	1	7,5	0	12,6	48,2
	1	7,5	5	15,0	52,5
	1	7,5	10	17,5	63,5
	1	7,5	15	20,1	70,5
Atleta Médio					
	1	4,4	0	7,7	26,8
	1	5,3	0	8,0	30,3
	1	5,6	0	9,6	33,5
	1	6,4	0	10,4	35,5
	1	6,8	0	11,5	40,2
	1	7,5	0	12,4	44,5
	1	8,1	0	13,4	46,6
	1	7,1	5	15,3	46,3
	1	8,7	10	17,3	60,7
	1	8,7	10	20,5	71,3
	1	8,7	15	23,3	81,7

Atleta Alto				
1	5,0	0	8,6	30,2
1	5,6	0	9,4	32,6
1	6,2	0	10,5	36,8
1	6,9	0	11,6	40,2
1	7,5	0	12,4	43,5
1	8,1	0	14,3	47,5
1	8,7	0	16,2	50,2
1	9,3	5	18,2	53,5
1	9,9	10	20,5	56,8
1	9,9	15	23,1	60,8
Atleta Fundo				
2	3,0	5	5,4	18,9
2	5,0	5	10,0	35,0
2	7,0	10	16,5	57,7
2	8,0	10	18,7	65,4
2	8,0	12	19,8	69,3
2	9,0	12	22,1	77,3
2	9,0	14	23,3	81,5
2	10,0	14	25,8	90,3
2	10,0	16	27,2	95,2