

Luciano Sencovici

Características do miocárdio ventricular esquerdo e do quadríceps femoral pela
ressonância magnética em atletas fundistas e rasistas

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Doutor em Cardiologia

Programa de Cardiologia

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Franchini
Ramires

São Paulo

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Sencovici, Luciano

Características do miocárdio ventricular esquerdo e do quadríceps femoral pela
ressonância magnética em atletas fundistas e rasistas / Luciano Sencovici -- São Paulo,
2017.

Tese (doutorado) -- Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Cardiologia.

Orientador: José Antônio Franchini Ramires.

Descritores: 1. Fenômenos fisiológicos circulatórios e respiratório 2. Exercício
3. Análise química do sangue 4. Sistema musculoesquelético 5. Imagem por ressonância
magnética 6. Espirometria

USP/FM/DBD-159/17

Dedicatória

Aos meus pais, Luiz (in memoriam) e Clementina, que me deram a vida e zelam por mim com toda dedicação e amor, incansáveis em proporcionar, com muito sacrifício, as condições necessárias para que seus filhos alcancem seus objetivos, sempre presentes, ajudando a vencer os obstáculos que surgem em nossos caminhos, procurando mostrar a melhor forma de superá-los e apoiando nossas próprias decisões.

Ao meu filho Théo de Almeida Sencovici, que me faz sentir a vida, a beleza das cores, a harmonia, o encanto e a doçura.

A minha esposa Margarete de Almeida Sencovici, a mulher da minha vida, a razão da existência deste título, a qual contempla o grande tesouro de paz, sabedoria, paciência, bondade, ternura e acolhimento.

Agradecimentos

Ao Grande Arquiteto, pela vida e a possibilidade de empreender esse caminho evolutivo, por propiciar tantas oportunidades e por colocar em meu caminho pessoas amigas e preciosas.

Ao meu orientador, Professor Doutor José Antônio Franchini Ramires, responsável direto pela minha entrada no doutorado. Suas ideias e intervenções foram decisivas nos momentos de dúvida. Um agradecimento carinhoso por todos os momentos de paciência, compreensão e competência. Agradeço também a liberdade e a confiança que me foram dadas para a condução desta obra.

Ao Professor Doutor Carlos Eduardo Rochitte pelo excelente suporte no pouco tempo que lhe coube, pelos seus ensinamentos, correções e incentivos.

Ao Professor Doutor Arthur Roquete de Macedo, padrinho, amigo e mentor que me incentivou nessa nova missão, sempre presente com lembranças e palavras de encorajamento.

Aos Professores e membros da Banca Examinadora, por terem atendido ao convite para desempenhar este papel, dispondo de seu tempo e conhecimento para analisar este trabalho.

À Gislaine Paiva de Almeida Foguth (tradutora), ao Dr. Claudio Campi de Castro e as Doutorinhas Cristiane Marcelino, Patrícia Oliveira, Daniela Agostinho, Renata Doval e Adriana Nogueira pela ajuda incondicional e fundamental para a realização do trabalho.

Aos Doutores Rodrigo Daminello e Ana Paula Ribeiro (análise estatística) que sem a “co-orientação” e auxílio de ambos nada seria possível para o andamento da pesquisa.

As secretárias Glaucia, Angélica, Lenira e Yoni que sempre me receberam e me ajudaram com dedicação.

Aos atletas da pesquisa (Adenilson, Alisson, Amauri, Denis, Diego, Igor, Leandro, Sandro, Orlando, Priscila (minha atleta piloto), Adriano, Alex, Anderson, Hivor, Marcos, Richard, Raphael e Gabriel) por terem gentilmente cedido seu tempo para ciência e para a realização desta pesquisa.

A todos os amigos e participantes deste estudo que contribuíram direta ou indiretamente, pela disposição em ajudar no que deles dependessem para a conclusão da pesquisa, embora, muitas vezes se encontrassem assoberbados pela vida ou mesmo atravessando momentos de dificuldades.

Meu muito obrigado a todos!!

“Veni, Vidi, Vici”
Gaius Iulius Caesar

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adotadas da *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaturas e Siglas

Lista de Símbolos

Resumo

Abstract

1- INTRODUÇÃO.....	01
2 – OBJETIVO.....	03
3 – REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DA LITERATURA.....	04
3.1 – História, conceitos e população praticante de corridas.....	04
3.2 – Noções de fisiologia do exercício aplicado à atividade física.....	05
3.2.1 – Sistemas anaeróbicos alático, anaeróbico láctico e aeróbico.....	05
3.2.2 – Consumo máximo de oxigênio.....	07
3.2.3 – Limiar anaeróbico e aeróbico.....	08
3.3 – Hipertrofia cardíaca fisiológica em atletas.....	08
3.4 – Efeitos fisiológicos do treinamento na musculatura esquelética.....	09
4 – MÉTODOS.....	10
4.1 – Tipo de Estudo.....	10
4.2 – Local do Estudo.....	10
4.3 – Casuística.....	10
4.4 – Protocolo Experimental.....	11

4.5 – Método.....	12
4.5.1 – Avaliação Clínico – Laboratorial.....	12
4.5.2 – Métodos de Ressonância Magnética.....	14
4.5.2.1 – Miocárdio.....	14
4.5.2.2 – Quadríceps.....	15
4.5.3 – Avaliação pela Ergoespirometria.....	16
4.6 – Análise Estatística dos Dados.....	17
5 – RESULTADOS.....	18
6 – DISCUSSÃO.....	26
6.1 – Clínico Laboratorial.....	27
6.2 – Ergoespirometria.....	29
6.3 – Ressonância Magnética.....	29
6.4 – Limitações do estudo e implicações clínicas.....	30
6.5 – Sugestões para estudos futuros.....	31
7 – CONCLUSÃO.....	32
8 – REFERÊNCIAS.....	33
9 - ANEXOS.....	41

Lista de figuras

Figura 1 –Representação por fluxograma das etapas do protocolo experimental.....	12
---	----

Lista de tabelas

Tabela 1 - Características dos sistemas energéticos no esforço físico.....	07
Tabela 2 – Análise comparativa das variáveis antropométricas e clínicas entre corredores fundistas e rasistas.....	18
Tabela 3 – Análise comparativa das variáveis sanguíneas entre corredores fundistas e rasistas.....	19
Tabela 4 – Análise comparativa das variáveis relacionadas a capacidade aeróbica entre corredores fundistas e rasistas.....	19
Tabela 5 – Análise comparativa entre as variáveis relacionadas a ressonância magnética do quadríceps entre os corredores fundistas e rasistas.....	20
Tabela 6 – Análise comparativa entre as variáveis relacionadas à ressonância magnética do volume do quadríceps entre os corredores fundistas e rasistas.....	20
Tabela 7 – Análise comparativa entre as variáveis relacionadas a ressonância magnética do miocárdio entre os corredores fundistas e rasistas.....	21
Tabela 8 – Correlação entre as variáveis do miocárdio e da área do quadríceps em corredores fundistas.....	22
Tabela 9 – Correlação entre as variáveis do miocárdio e da área do quadríceps em corredores rasistas.....	23
Tabela 10 – Correlação entre as variáveis do miocárdio e do volume do quadríceps (cm ³) em corredores fundistas.....	24
Tabela 11 – Correlação entre as variáveis do miocárdio e do volume do quadríceps (cm ³) em corredores rasistas.....	25

Lista de abreviaturas e siglas

ATP-CP	adenosina trifosfato-fosfocreatina
CKMB	isoenzima MB da creatina quinase
CPK	creatinofosfoquinase
D.C.	depois de Cristo
DDF	diâmetro diastólico final
DICOM	digital imaging and communications in medicine
DSF	diâmetro sistólico final
ETL	echo train lenght
FC	frequência cardíaca
FMUSP	faculdade de medicina da universidade de são paulo
FSE	fast spin eco
HDL	proteína de alta densidade
IMC	índice de massa corporal
LDL	proteína de baixa densidade
NEX	números de excitações
PA	pressão arterial
RF	radiofrequência
VD	ventrículo direito
VE	ventrículo esquerdo

Lista de símbolos

®	marca registrada
%	porcentagem
bpm	batimentos por minuto
cm	centímetros
kHz	quilohertz
Km/h	quilômetros por hora
mg/dL	miligramas por decilitro
ms	milisegundos
ng/mL	nanograma por mililitro
°	grau (ângulo)
U/L	unidade por litro
VCO ₂	produção de gás carbônico
VO ₂	consumo de oxigênio

Resumo

Sencovici, L. *Características do miocárdio ventricular esquerdo e do quadríceps femoral pela ressonância magnética em atletas fundistas e rasistas* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2017.

INTRODUÇÃO: O aumento da cavidade ou da espessura do ventrículo esquerdo (VE) e da alteração morfológica do quadríceps se dão de forma diferente dependendo do tipo de atividade esportiva realizada (aeróbica ou anaeróbica). O presente estudo se propôs em verificar o grau de desenvolvimento da hipertrofia cardíaca e da musculatura periférica (quadríceps) em atletas fundistas e rasistas. **MÉTODOS:** Participaram deste estudo 16 (dezesesseis) atletas de alta performance, voluntários, divididos em dois grupos: 8 (oito) atletas fundistas (corredores de 10000 metros) e 8 (oito) atletas rasistas (corredores de 100 metros livre). Cada atleta foi submetido a uma coleta de sangue em jejum para as análises laboratoriais de rotina. Foram submetidos a exame de ressonância magnética cardíaca e do quadríceps femoral e, por fim, realizaram teste de esforço com a utilização da ergoespirometria. Para a análise estatística foram utilizados teste de Shapiro-Wilk para normalidade, quando não confirmado a normalidade, foi realizado o teste não paramétrico de *Mann-Whitney*, teste de Levene para homocedasticidade, teste *t student* para análise descritiva e comparativa entre os grupos e o teste de correlação de Spearman. **RESULTADOS:** Os fundistas e rasistas, respectivamente, apresentaram semelhanças nas comparações entre as variáveis antropométricas e clínicas, apresentando diferenças significativas nas variáveis sanguíneas direcionadas à troponina ($2,2 \pm 1,0$ e $3,0 \pm 2,4$ ng/mL) com $p = 0,042$, creatina quinase (CKMB) com valores de 0,007 ng/mL e 0,016 ng/mL com $p = 0,001$ e creatina fosfoquinase (CPK) com valores de $166,3 \pm 84,1$ U/L e $465,1 \pm 221,6$ U/L com $p = 0,017$, respectivamente. Em relação a variável relacionada à capacidade aeróbica dos corredores, não se observou diferenças entre corredores fundistas e rasistas. No que tange aos resultados apresentados na ressonância magnética, verificou-se diferença estatística comparativa no volume do quadríceps entre fundistas ($3263,7 \text{ cm}^3$) e rasistas ($4946,4 \text{ cm}^3$) sendo $p < 0,01$. Foi apresentada correlação significativa no tamanho da área do quadríceps no grupo fundista ($161,8 \pm 19,6 \text{ cm}^2$) com a variável do diâmetro diastólico final do ventrículo esquerdo (DDF do VE) ($5,3 \pm 0,5 \text{ cm}$) e no diâmetro sistólico final (DSF do VE) ($3,5 \pm 0,4 \text{ cm}$), com $p = 0,05$ em ambos. Ainda no grupo fundista, observou-se uma correlação positiva do DDF do VE com o volume do

quadríceps ($3263,7 \pm 212,2 \text{ cm}^3$), com $p = 0,04$. No grupo rasista a significância estatística ($p = 0,04$) foi na aorta ascendente ($2,7 \pm 0,5 \text{ cm}$) em correlação com a área do quadríceps ($198,8 \pm 21,1 \text{ cm}^2$) e no DSF do VE ($3,5 \pm 0,5 \text{ cm}$) com o volume do quadríceps ($4946,4 \pm 470,4 \text{ cm}^3$). **CONCLUSÃO:** Com esses resultados pode-se afirmar que o quadríceps e o miocárdio adaptam-se estrutural e funcionalmente ao treinamento físico, sendo essas adaptações distintas de acordo com o tipo de modalidade esportiva realizada.

Descritores: fenômenos fisiológicos circulatórios e respiratório; exercício; análise química do sangue; sistema musculoesquelético; imagem por ressonância magnética; espirometria.

Abstract

Sencovici, L. *Features of myocardium left ventricle and quadriceps femoris by magnetic resonance imaging in long and short distance running athletes* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo” 2017.

INTRODUCTION: the increase of the cavity or the thickness of the left ventricle (LV) and the morphological changes of the quadriceps happen differently depending on the type of sports activity performed (aerobic or anaerobic). The proposal of the present study is to verify the degree of development of cardiac hypertrophy and peripheral muscle (quadriceps) in short and long distance running athletes. **METHOD:** 16 (sixteen) high performance volunteer athletes participated in this study and were divided into two groups: 8 (eight) long distance athletes (10000 meter runners) and 8 (eight) short distance athletes (100 m runners /freestyle). Each athlete was subjected to a fasting blood collection for the routine laboratory analysis. They underwent a magnetic resonance imaging examination of the heart and quadriceps femoris and finally performed a stress test using ergo-spirometry. As statistical analysis we used Shapiro-Wilk test for normality and the non-parametric Mann-Whitney when normality was not confirmed; Levene test for homoscedasticity, t student test for descriptive and comparative analysis between the groups and the Spearman correlation test. **RESULTS:** The long and short distance athletes, respectively, presented similarities in the comparisons between the anthropometric and clinic variables, showing significant differences in blood variables directed to troponin (2.2 ± 1.0 and 3.0 ± 2.4 ng/mL) with $p = 0.042$, creatine kinase (CKMB) with values of 0.007 ng/mL and 0.016 ng/mL with $p = 0.001$ and creatine phosphokinase (CPK) with values of $166.3 \pm U/L$ and 84.1 ± 465.1 221.6 U/L with $p = 0.017$, respectively. Regarding the variable related to the aerobic capacity of the runners, no differences were observed between long and short distance running athletes. With respect to the results presented in the MRI, there was comparative statistical difference in the quadriceps volume between long distance athletes (3263.7 cm³) and short distance athletes (4946.4 cm³) being $p < 0.01$. There was significant correlation in the size of the quadriceps area in long-distance group (161.8 ± 19.6 cm²) with the variable of final diastolic diameter of left ventricle (FDD of LV) (5.3 ± 0.5 cm) and in the final systolic diameter (FSD of LV) (3.5 ± 0.4 cm), with $p = 0.05$ in both. Also in the long distance group, it was noticed a positive correlation of FDD of LV with the volume of the

quadriceps ($3263.7 \pm 212.2 \text{ cm}^3$), with $p = 0.04$. In the short distance group, the statistical significance ($p = 0.04$) was in the ascending aorta ($2.7 \pm 0.5 \text{ cm}$) in correlation to the quadriceps area ($198.8 \pm 21.1 \text{ cm}^2$) and in the FSD of LV ($3.5 \pm 0.5 \text{ cm}$) with the volume of the quadriceps ($4946.4 \pm 470.4 \text{ cm}^3$). **CONCLUSION:** Based on this results we can state that both quadriceps and myocardium adapt structurally and functionally to the physical training, being these distinct adaptations according to the type of sport.

Descriptors: circulatory and respiratory physiological phenomena; exercise; blood chemical analysis; musculoskeletal system; magnetic resonance imaging; spirometry.

1- INTRODUÇÃO

Para um atleta cujo treinamento físico, intensivo e prolongado, e realizado de forma recorrente, adaptações cardiovasculares respondem às atividades impostas¹, permitindo que seu coração apresente desempenho notável.^{2,3} Em resposta às essas adaptações, geralmente, o coração apresenta alteração morfológica e estrutural da massa cardíaca, principalmente, do ventrículo esquerdo (VE)⁴

As alterações relativas ao aumento da cavidade ou da espessura do VE diferem de acordo com o tipo de atividade esportiva realizada.⁵ Constata-se que, para atletas praticante de atividades de longa duração (exercícios aeróbicos) o VE apresenta aumento em sua cavidade (hipertrofia excêntrica).⁶ As adaptações cardiovasculares nos praticantes de atividades aeróbicas ocorrem, em sua maioria, devido ao aumento da atividade nervosa, dada à ativação do comando central e de mecanorreceptores do sistema esquelético, resultando assim no aumento da frequência cardíaca, no volume sistólico e, conseqüentemente, do débito cardíaco. Portanto, nota-se que durante a prática do exercício aeróbico há o aumento da pressão arterial sistólica e manutenção ou queda da pressão arterial diastólica cujas adaptações promovem sobrecarga volumétrica no sistema cardiovascular e aumento do fluxo sanguíneo, com conseqüente aumento da cavidade ventricular esquerda⁷

Para atletas praticantes de atividades físicas de curta duração (exercícios anaeróbicos), constata-se aumento da espessura da parede cardíaca do VE, sem afetar a dimensão da cavidade. Nesses casos, a ação mecânica da musculatura periférica promove aumento da pressão intramuscular e compressão dos vasos arteriais no músculo ativo, gerando a oclusão do fluxo sanguíneo muscular, diminuição do retorno venoso e aumento do mesmo na pós-carga. Para atletas praticantes desta modalidade o desenvolvimento da chamada hipertrofia ventricular esquerda concêntrica é apontada como característica deste tipo de atividade, a qual promove grande sobrecarga de pressão ao sistema cardiovascular, resultando no espessamento da parede ventricular esquerda sem a diminuição interna da cavidade.^{6,8} O coração de um atleta pode ser detalhado por estudos radiográficos, pelo ecocardiograma⁵ e pela ressonância magnética.⁹

No que se refere aos músculos periféricos, o músculo estriado esquelético exhibe alta plasticidade, o que habilita este tecido alterar suas características morfológicas, metabólicas e funcionais, em resposta a estímulos específicos.^{10,11}

O aumento da força isométrica e dinâmica, bem como a indução da modulação da tipagem das fibras são resultados às adaptações na função neural e na morfologia muscular promovidas pelo treinamento físico. São identificados três tipos de fibras: I, IIA e IIB as quais possuem características distintas em relação à coloração, velocidade de encurtamento, entre outros, sendo que no treinamento aeróbico há pequenas mudanças na massa muscular.¹⁴

O aumento da área de secção transversal da fibra, resulta na hipertrofia destes músculos, fenômeno adaptativo comumente observado em tecido muscular submetido a prática de exercícios físicos. Esse processo ocorre em resposta ao aumento da síntese proteica, aumento do número e tamanho das miofibrilas e com a adição de sarcômeros no interior da fibra muscular.¹⁵

De forma geral, os efeitos crônicos à exposição frequente e regular à atividade física representam aspectos morfofuncionais que diferenciam um indivíduo fisicamente treinado de outro sedentário, como a bradicardia relativa de repouso, a hipertrofia muscular periférica, a hipertrofia fisiológica do ventrículo esquerdo e o aumento do consumo máximo de oxigênio.^{16,17,18}

Desse modo, o presente estudo se propôs a verificar e comparar o grau da hipertrofia cardíaca, da musculatura periférica e se há relação entre elas em atletas fundistas e rasistas.

As hipóteses iniciais são que (i) o coração de um atleta se desenvolve de maneira proporcional a musculatura periférica, sendo o inverso verdadeiro; (ii) a proporcionalidade de desenvolvimento entre ambos é diferente em atletas que praticam exercícios aeróbicos comparados aos que praticam exercícios anaeróbicos.

2- OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi verificar e comparar o grau da hipertrofia cardíaca, da musculatura periférica e se há relação entre elas em atletas fundistas e rasistas.

3 – REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DA LITERATURA

Nesta revisão de literatura, serão apresentados tópicos referentes ao atletismo (corredores fundistas e rasistas), as atividades aeróbicas, anaeróbicas, hipertrofia cardíaca, hipertrofia da musculatura periférica, fisiologia cardíaca e fisiologia respiratória em relação a essas atividades de esforço físico – suas definições mais atualizadas e os métodos para suas avaliações e análises.

As bases de dados Mediline, Lilacs, Scielo, Portal Capes e Pubmed foram consultadas, abrangendo o período de 1990 à 2017, utilizando-se palavras chaves: Fisiologia Respiratória e Cardiovascular, Exercício Físico, Análise Química do Sangue, sistema musculoesquelético, ressonância nuclear magnética, espirometria e seu correspondentes em inglês.

Foram encontrados 126 artigos científicos e, dentre estes, 71 foram citados.

3.1 – História, conceitos e população praticante de corridas

Após um longo período de esquecimento, desde a extinção dos Jogos Olímpicos em 393D.C, até a sua retomada pelos ingleses no final do século 18, o atletismo finalmente se consolidou e cresceu de forma efetiva com a realização dos Jogos Olímpicos da Era Moderna, na Grécia em 1896. Desde então, as provas atléticas evoluíram paulatinamente e a profissionalização do esportista elevou as disputas a níveis nunca antes imaginados pelo ser humano.¹⁹

Na primeira Olimpíada Moderna, se contemplava 12 provas: as corridas de 100m, 110m com barreiras, 400m, 800m, 1.500m, saltos em distância, salto triplo, salto em altura, salto com vara, arremesso de peso, lançamento de disco e a simbólica Maratona, cujo nome homenageava Philippides, um soldado ateniense que, conforme relatos, morreu de exaustão ao correr um percurso de 42 km, da cidade de Maratona à Atenas, com intuito de avisar o êxito na batalha contra os Persas. Hoje, vencer a Maratona é uma glória para poucos, e sempre desperta uma grande emoção ao final dos Jogos Olímpicos.²⁰

Considerada por muitos como um movimento natural do ser humano, vários autores concordam que o nascimento da corrida se deu ainda na pré-história como parte evolutiva e de sobrevivência no qual o objetivo seria se locomover de forma mais rápida do que o andar.

Isso não deixa de ser uma verdade, porém não podemos comparar o atletismo moderno com o simples movimento de correr do homem pré-histórico, ainda que a comparação entre esses movimentos possa ser feita, é preciso destacar que seus objetivos são totalmente diferentes.

O desenvolvimento das capacidades físicas e específicas, para cada modalidade esportiva, exige treinamento que ocorre de forma gradual percorrendo um caminho evolutivo até que o atleta atinja seu máximo em rendimento físico. Atletas praticantes de provas de velocidade e fundo, necessitam de diferentes intensidades, volume, resistência muscular e força explosiva durante os seus treinamentos, porém considerando que o objetivo da prova determinará o treino ideal. O sexo, a idade e a hereditariedade são outros fatores que influenciam e ainda apresentam aspectos determinantes no rendimento físico.^{21,22}

Recentes estudos,²³⁻²⁵ relatam que atletas profissionais praticantes de ultra corridas apresentam idade superior, em ambos os sexos, quando comparados aos praticantes de provas de curta duração, dada às suas características maturacionais apresentarem um amadurecimento fisiológico oxidativo e maior grau de experiência. Outro motivo a ser observado é a diminuição da capacidade de pico anaeróbio ocorrer antes da diminuição da capacidade de resistência aeróbia²⁶ como respostas hormonais, na redução da testosterona com o passar dos anos.²⁷

3.2 – Noções de fisiologia do exercício aplicado à atividade física

3.2.1 – Sistemas Anaeróbico Alático, Anaeróbico Lático e Aeróbico

Os chamados sistemas energéticos diferenciam-se em complexidade, regulação, capacidade, força e os tipos de atividades físicas realizadas, de acordo com a energia preeminente em cada um deles, ou seja, está intimamente ligado com a intensidade e a duração dos exercícios e são classificados em: anaeróbico (alático ou lático) e aeróbico.²⁸

- **Sistema anaeróbico alático**

Sistema anaeróbico alático é conhecido como sistema ATP-CP (adenosina trifosfato-fosfocreatina), sendo o primeiro a entrar em ação nos segundos iniciais dos exercícios físicos. Como a quantidade de ATP encontrada no organismo é suficiente

apenas para realização de uma atividade física máxima por alguns segundos, para restaurar a molécula de ATP necessita-se novamente da energia química proveniente dos alimentos. O primeiro processo de restauração da ATP é por meio de uma molécula de CP, que, por sua vez, também estará na célula funcionando como reservatório de energia. Esse sistema é considerado independente, pois não há necessidade de O₂ e não há formação de ácido láctico. Trata-se de sistema de alta potência com liberação de grande energia em espaço curto de tempo, porém, em contrapartida, de baixa capacidade, ou seja, pouca capacidade de trabalho por longo período (de 15 a 20 segundos no máximo de atividade).^{29,30}

- **Sistema anaeróbico láctico**

Também conhecido como metabolismo glicolítico, é um sistema de transferência de energia a curto prazo, empregado predominantemente em exercícios de alta intensidade e curta duração. Comparado ao sistema anaeróbio alático, o sistema anaeróbio láctico é de menor potência, mas de maior capacidade (de 30 a 90 segundos no máximo de atividade). É importante salientar que nesse sistema a concentração de ácido láctico no sangue não significa necessariamente que sua produção tenha aumentado, a diminuição na eliminação de ácido láctico do sangue também pode aumentar a concentração de ácido láctico em circulação.^{30,31}

- **Sistema aeróbico**

Também conhecido como sistema oxidativo,²⁷ fornece energia para exercícios de intensidade baixa a moderada, gera uma quantidade substancial de ATP usando o oxigênio e é ativado para produzir energia durante períodos mais longos do exercício. O melhor exemplo de esforço físico que recruta o sistema aeróbico são as corridas de longas distâncias, uma vez que qualquer atividade contínua em um mínimo de 5 minutos pode ser considerada aeróbica.³²

Tabela 1 - Características dos sistemas energéticos no esforço físico

Sistema	Uso de O₂	Esforço Físico
Anaeróbico alático	Não	• Corridas de 50 a 100 metros • Saltos em altura
Anaeróbico lático	Não limitado	• Corridas de 100 a 400 metros • Natação de 100 metros
Aeróbico oxidativo	Sim	• Maratona • Corridas de fundo

Fonte: Raimundo, RD. Reabilitação Cardiovascular e Metabólica. 1.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2013.

3.2.2 – Consumo máximo de oxigênio

O Consumo de Oxigênio (VO₂), corresponde à quantidade de oxigênio que o organismo consome durante uma determinada atividade física. O consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) é a melhor variável utilizada para determinar e classificar o condicionamento cardiorrespiratório de um atleta, permitindo que se avalie a quantidade máxima de oxigênio que pode ser captado, transportado e consumido pelo metabolismo celular enquanto se desempenha um exercício dinâmico envolvendo grande porcentagem da massa muscular corporal.³³

É, igualmente, conhecido como potência aeróbica máxima, por sua medida ser descrita, tanto na forma relativa como na forma absoluta, em volume de oxigênio (mililitros ou litros) por minuto. Seus valores podem ser determinados através de espirômetro durante teste de esforço máximo, por meio da avaliação de determinadas variáveis fisiológicas e físicas coletadas durante teste de esforço máximo e submáximo, cujos valores são inseridos dentro de modelos matemáticos.³⁴

3.2.3 - Limiar Anaeróbico e Aeróbico

O termo Limiar Anaeróbico é um fenômeno que ocorre com todos os atletas - sendo o máximo esforço ou velocidade em que se produz um nível constante de lactato no sangue. Qualquer aumento acima deste nível tanto em velocidade ou esforço, causará um aumento contínuo do lactato ou do ácido láctico. O Limiar Anaeróbico também pode variar entre esportes para um mesmo indivíduo, como por exemplo, os atletas que participam em triatlons não devem utilizar níveis fixos de lactato para todas as modalidades envolvidas. Já o limiar aeróbico é quando o corpo passa a usar o oxigênio do ambiente como combustível predominante, ao mesmo tempo em que remove o ácido láctico que se armazena em alguns grupos musculares durante o exercício. Podemos dizer que é a fase anti-residual de lactato, em ritmo confortável e podendo ser mantido durante um longo período.^{28,35}

3.3 – Hipertrofia cardíaca fisiológica em atletas

No campo esportivo, tem-se como objetivo final do treinamento físico a obtenção do melhor aumento possível das capacidades físicas e motoras do organismo, a fim de se executar atividades musculares específicas que visem a otimização da performance. Para isso, utilizam-se exercícios físicos crônicos que resultam em alterações fisiológicas complexas em todo o organismo. Em muitas modalidades esportivas, o desempenho do sistema cardiovascular é o determinante da performance, como por exemplo, nas provas de fundo do atletismo. Além disso, o ótimo desenvolvimento desse sistema possibilita ao atleta suportar maior carga de treinamento, pois permite, por exemplo, recuperação mais rápida após exercícios intensos. Sendo assim, o sistema cardiovascular é um dos mais importantes componentes do organismo, possibilitando aumento do volume e da intensidade dos exercícios nas diversas fases de treinamento em busca da supercompensação, e consequentemente, da alta performance.³⁶

O coração normal de um indivíduo pesa aproximadamente 300g. A hipertrofia cardíaca ocorre quando há aumento da massa miocárdica além desse peso, como no caso de atletas, onde podemos encontrar valores de até 500g.³⁷ Fatores genéticos, fatores ambientais, tróficos e sobrecargas hemodinâmicas desencadeiam hipertrofia cardíaca, tanto patológica como fisiológica.³⁸

As características da hipertrofia cardíaca induzida pelo treinamento físico dependem da intensidade e duração dos estímulos impostos sobre o coração, promovendo alterações funcionais, estruturais e moleculares distintas para cada situação. A hipertrofia cardíaca ocorre pela capacidade do músculo cardíaco de adaptar-se a sobrecargas hemodinâmicas,³⁹ que levam às alterações na estrutura do miocárdio de duas formas: uma causada pela sobrecarga de volume, verificada com o treinamento físico aeróbico, chamada de hipertrofia excêntrica e outra causada pela sobrecarga de pressão, observada com o treinamento de força/isométrico, que é conhecida como hipertrofia concêntrica.⁴⁰

Na hipertrofia concêntrica ocorre aumento de massa ventricular decorrente de aumento da espessura da parede e redução dos diâmetros cavitários.⁴¹ Essa hipertrofia, é decorrente do treinamento de força sendo gerada pela sobrecarga pressórica que ocorre no VE, ou seja, pelo aumento da pós-carga, que é caracterizado pelo elevado pico de tensão sistólica.⁴² Na hipertrofia excêntrica, ocorre aumento de massa ventricular, todavia com aumento dos diâmetros cavitários,⁴¹ observada no coração de atletas que realizam treinamento aeróbico, ocorre devido à sobrecarga de volume, ou seja, aumento da pré-carga devido ao aumento do retorno venoso durante as sessões de exercício, o que gera elevado pico de tensão diastólica.⁴²

3.4 – Efeitos fisiológicos do treinamento na musculatura esquelética

O músculo esquelético é formado basicamente por tecido conjuntivo e por três tipos de fibras musculares: do tipo I (lentas), IIA (intermediárias) e IIB (rápidas). Quando observadas individualmente, as fibras musculares possuem diferenças na velocidade de contração, oxidação, capilarização, resistência à fadiga, número e tamanho de mitocôndrias.⁴³

Durante um período contínuo e prolongado de treinamento aeróbico, ocorrem modificações quanto ao tipo e características das fibras musculares. As fibras do tipo I tornam-se 7% a 22% maiores que as do tipo IIB. A proporção de fibras musculares do tipo I aumenta com o treinamento de endurance crônico. Maratonistas de elite, por exemplo, podem ter 95% de fibras musculares tipo lentas.⁴⁴

Em contrapartida, o ganho adicional de força verificado com o início de um programa de treinamento de força deve-se à ativação neural, em fibras do tipo IIA, IIB, e até mesmo nas fibras do tipo I.⁴⁵ No treinamento de força, a proporção de fibras musculares tipo II aumenta significativamente.⁴⁶

4 - MÉTODOS

4.1- Tipo de Estudo

Trata-se de estudo descritivo, exploratório, de corte transversal e abordagem quantitativa em amostra por conveniência constituída de 16 (dezesesseis) atletas que frequentam a Associação Brasileira A Hebraica de São Paulo.

4.2- Local do Estudo

A pesquisa foi realizada no Instituto do Coração, do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

4.3- Casuística

Participaram deste estudo 16 (dezesesseis) atletas voluntários de alta performance que frequentam a Associação Brasileira A Hebraica de São Paulo. Foram divididos em dois grupos: 8 (oito) atletas fundistas (corredores de 10000 metros) e 8 (oito) atletas rasistas (corredores de 100 metros livre).

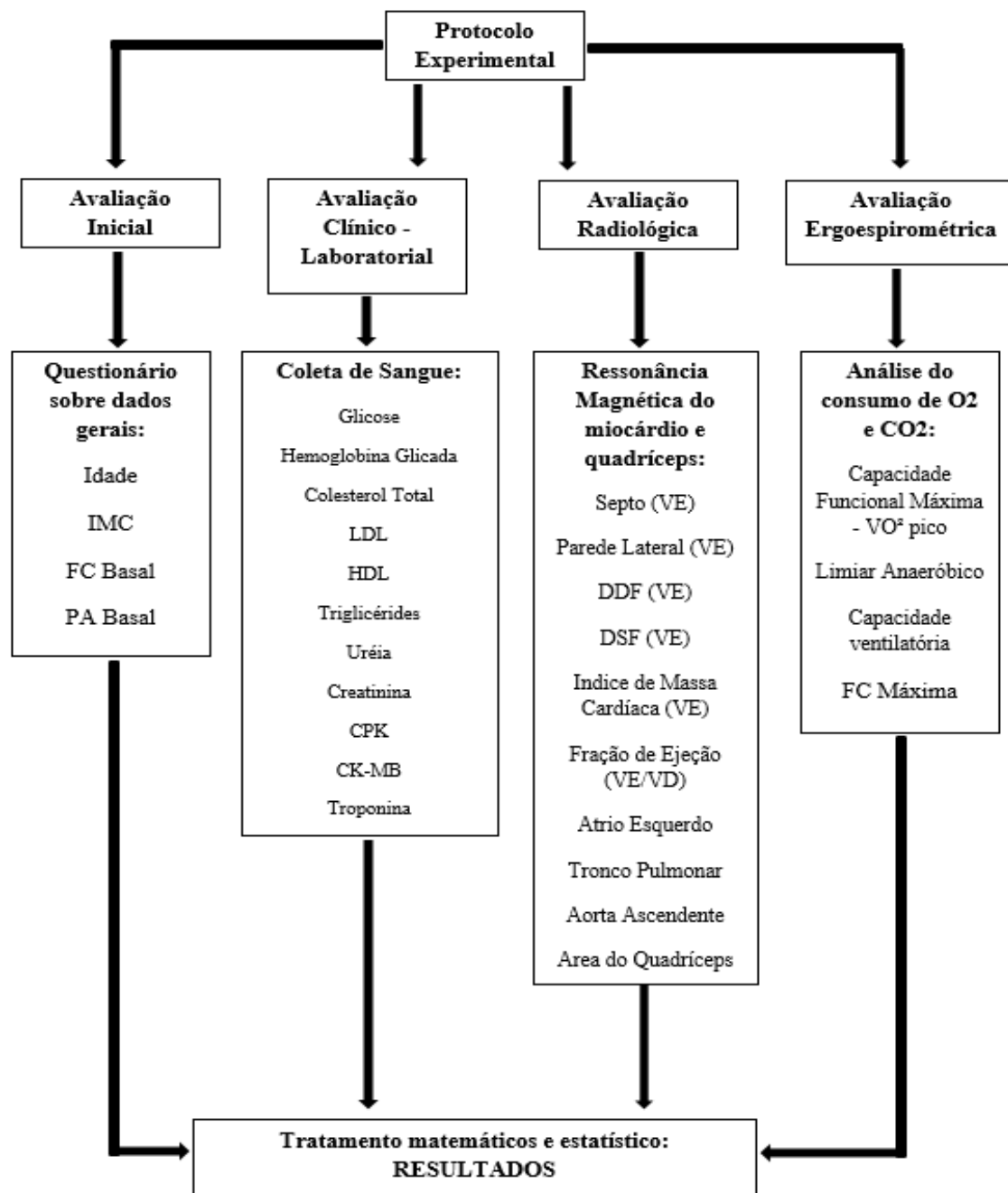
Critérios de Inclusão

Os atletas foram encaminhados pela Associação Brasileira A Hebraica de São Paulo e obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: sexo masculino, com idade entre 20 à 35 anos, praticantes de esporte aeróbico de alta resistência e anaeróbicos de baixa resistência há mais de 3 (três) anos em período de atividade atlética plena (prática de atividade física de 6 (seis) vezes por semana, com mínimo de 2 (duas) horas por dia.

Critérios de Exclusão

Claustrofobia devido à necessidade de ressonância magnética torácica, uso de esteróides anabolizantes, hipertensão arterial, arritmias cardíacas, alterações eletrocardiográficas de risco ou doença cardiovascular subjacente, disfunções musculoesqueléticas ou neurológicas, diabetes, insuficiência hepática ou renal. Estes dados fazem parte da ficha de avaliação médica periódica da Associação Brasileira A Hebraica de São Paulo.

4.4 – Protocolo Experimental (ilustração)



4.5- Método

Todos os atletas foram informados da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecidos (TCLE) (anexo I). Após serem devidamente informados sobre o objetivo e metodologia da pesquisa, foi solicitado que respondessem a um questionário de dados pessoais e clínico (anexo II). Os procedimentos da pesquisa foram realizados após a aprovação da Comissão de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP – Protocolo N° 060/14 (anexo III).

4.5.1 – Avaliação Clínico – Laboratorial

O exame de sangue avalia quantitativa e qualitativamente os elementos celulares do sangue e eventuais alterações metabólicas ou tissulares. Cada atleta foi submetido à coleta de sangue em jejum de 12 horas e não deviam ter realizado nenhum esforço intenso nas últimas 48 horas para as análises laboratoriais de rotina incluindo:

- **Glicose:**

Dosada por método enzimático automatizado, utilizando-se kit específico para o equipamento automatizado Dimension RXL, Siemens Healthcare (Newark, USA).

- **Hemoglobina Glicada:**

Dosada pelo método Imunoturbidimétrico, certificado pelo NGSP – *National Glycohemoglobin Standardization Program*, utilizando-se o kit Flex[®] reagente cartridge, equipamento Dimension RXL, Siemens Healthcare (Newark, USA).

- **Colesterol Total:**

Dosado por método Colorimétrico enzimático, utilizando-se o kit Flex[®] reagente cartridge, equipamento Dimension RXL, Siemens Healthcare (Newark, USA).

- **LDL (proteínas de baixa densidade):**

O LDL é estimado pela equação de Friedewal, para valores de triglicérides inferiores a 400 mg/dl.

- **HDL (proteínas de alta densidade):**

Dosado por método Colorimétrico enzimático homogêneo, utilizando-se o kit Flex[®] reagente cartridge, equipamento Dimension RXL, Siemens Healthcare (Newark, USA).

- **Triglicérides:**

Dosado por método Colorimétrico enzimático, utilizando-se o kit Flex[®] reagente cartridge, equipamento Dimension RXL, Siemens Healthcare (Newark, USA).

- **Uréia:**

A determinação quantitativa da amilase é realizada por método enzimático. O ensaio é realizado no sistema de química clínica Dimension[®] (Siemens Healthcare Diagnostics, Newark, USA), utilizando kit da mesma marca.

- **Creatinina:**

Quantificada por método colorimétrico CREA, utilizado no sistema de química clínica Dimension[®] (Siemens Healthcare Diagnostics, Newark, USA). O método da creatinina emprega uma modificação da reação cinética de Jaffe.

- **CPK (Creatinofosfoquinase):**

Material: Soro

Método: Cinético automatizado

- **CK-MB (isoenzima MB da creatina quinase):**

A determinação quantitativa de CKMB – massa é obtida por meio de imunoensaio tipo sanduíche efetuado em dois locais que recorre à tecnologia quimioluminométrica direta, a qual utiliza quantidades constantes de dois anticorpos. Para isso, é utilizado o kit comercial ADVIA Centaur[®] CKMB (Siemens Healthcare Diagnostics, Tarrytown, NY, USA) em equipamento automatizado da mesma marca.

- **Troponina I:**

A determinação quantitativa de Troponina I é obtida por meio de imunoensaio tipo sanduíche efetuado em três etapas que utiliza tecnologia quimioluminescente direta e quantidades constantes de dois anticorpos monoclonais. É incluído um reagente auxiliar para reduzir a ligação não específica. Para isso, é utilizado o kit comercial ADVIA

Centaur[®] TnI-Ultra (Siemens Healthcare Diagnostics, Tarrytown, NY, USA) em equipamento automatizado da mesma marca.

4.5.2 – Métodos de Ressonância Magnética (RM)

A RM é atualmente a técnica de eleição para a caracterização morfológica e funcional. Permitindo avaliar sem estar limitada pelo morfotipo ou por outra questão técnica, e possibilita também uma caracterização tecidual não acessível por outro método não invasivo.⁴⁷

Todos os atletas receberam, 48h antes, orientações de preparo para o exame de ressonância magnética (anexo IV). Sem utilização de contraste, os exames foram realizados no período da tarde, e no dia agendado foram submetidos à avaliação cardíaca e na sequência a do quadríceps femoral em um equipamento da Philips Achieva - Magnetic Resonance Scanner de 1.5T. Este equipamento possui gradientes de Alto Desempenho - 33mT de amplitude e 150mT / m / s e sistema de 16 canais.

4.5.2.1 – Miocárdio

Para o coração, foram adquiridas imagens acopladas ao eletrocardiograma e durante pausa respiratória, em quatro câmaras, eixo curto e eixo longo do ventrículo esquerdo. Uma sequência gradiente-eco (steady-state free precession) foi utilizada para avaliação da função cardíaca e massa ventricular esquerda. Os parâmetros utilizados foram tempo de repetição de 3,8 ms, tempo de eco de 1,6 ms, ângulo de inclinação de 45°, largura da banda de recepção de ± 125 kHz, campo de visão de 34 a 36 cm, matriz de 256x128, espessura de corte 8,0 mm e espaço entre os cortes 2,0 mm. O processamento das imagens para avaliação dos volumes ventriculares, da massa e da fração de ejeção foi realizado pelo método de Simpson, em uma workstation dedicada a análise de imagem cardiovascular, chamada Circle Cardiovascular Image, Canada (CMR-42). O método de Simpson consiste da análise de cortes paralelos ao eixo do ventrículo esquerdo, do ápex até a base, onde são delimitadas as bordas do endocárdio de ambos os ventrículos e do epicárdio do ventrículo esquerdo, que neste software são feitas de forma semi-automática. Estas medidas são realizadas no final da diástole e da sístole, gerando os volumes sistólicos, diastólicos finais, fração de ejeção e massa ventricular. Os dados volumétricos

foram indexados para a superfície corpórea, gerando os índices de volumes e de massa dos ventrículos.

4.5.2.2 – Quadríceps

Para obter as imagens dos quadríceps femoral foi utilizado a sequência FSE (Fast Spin-eco), com ponderações em T1 e T2 com supressão de gordura. Os parâmetros utilizados foram realizados em sequências de pulso mais rápidas que possibilitam menor tempo de exame, FSE sequências, FSE t1, com tempo repetição menor que 700 ms, tempo de eco menor que 25 ms, trem de eco (ETL) de 2 a 5, número de excitações (NEX) de 1 a 2 NEX. Sequências FSE t2, com tempo repetição maior que 1500 ms, tempo de eco de 60 a 100 ms, trem de eco (ETL) entre 8 a 16, número de excitações (NEX) 2 a 4 NEX, campo de visão de 40cm no sagital e coronal a 220 cm no plano axial, matriz de 256x256, espessura de corte 5,0 mm e espaço entre os cortes 1,0 mm. As imagens foram gravadas em formato DICOM e transferidas para um computador iMac e analisadas no programa Osirix Lite, versão 7.5. Nas séries pesadas em T1 coronais foi medida a distância entre a extremidade cranial da cabeça femoral e a superfície articular distal do côndilo femoral medial. Foi então selecionada o corte axial pesado em T1 situado no meio da coxa, correspondendo à metade da distância entre a extremidade cranial da cabeça femoral e a superfície articular distal do côndilo femoral medial. No corte axial foi utilizada a função ROI poligonal traçando-se região de interesse no subcutâneo que envolve os planos musculares, com o objetivo de se excluir a superfície cutânea, que pode ter sinal semelhante ao do plano muscular. Posteriormente foi traçada a região de interesse no plano muscular para se obter a intensidade de sinal mínima e máxima do plano muscular. Foi então utilizada a função ROI / Growing Region (2D/3D Segmentation, Threshold (lower/upper bounds), utilizando-se como parâmetros as intensidades de sinal mínima e máxima obtidas no passo anterior. Os resultados foram limitados para se avaliar dentro do ROI obtido anteriormente traçado pelo subcutâneo, obtendo-se a área do plano muscular, em cm². Os valores de “threshold” foram modificados manualmente, após análise visual, para limitar a análise apenas a planos musculares. No que tange à mensuração do volume do quadríceps femoral, as imagens gravadas em formato DICOM foram transferidas para um computador Mac e analisadas no programa Osirix Lite versão 8.0. Nas séries pesadas em T1 foi delimitado cortes axiais a serem medidos entre porção

inferior da cabeça do fêmur e a porção superior dos côndilos, posteriormente o filtro convolução foi acionado sendo aplicado o Excessive Edges. Foi então utilizada a função ROI / Growing Region 2D (current image only), utilizando-se como parâmetros as intensidades de sinal mínima e máxima. Nas porções centrais e distais da coxa utilizou-se Multiplier 2 e para as porções basais utilizou-se o Multiplier 1.5. Em seguida, o ROI de Brush foi convertido em polígono, através da opção Convert Between Polygon / Brush com o objetivo de se excluir a superfície cutânea. Com todos os cortes axiais medidos, foi computado o volume em cm^3 .

4.5.3 – Avaliação pela ergoespirometria

A ergoespirometria avalia, de forma associada ao teste de esforço tradicional, a medida da ventilação minuto pulmonar e a análise consumo de oxigênio (VO_2) e do gás carbônico produzido (VCO_2) pelo metabolismo celular, durante a realização de exercício de cargas crescentes. Por isso, a ergoespirometria é um método mais preciso para a avaliação da capacidade funcional do coração do que o teste de esforço. Pois o mesmo, além de medir a atividade elétrica do miocárdio e a resposta da pressão arterial como no teste de esforço, acopla a estas medidas as atividades metabólicas da célula. Sendo assim, esta metodologia permite diagnosticar melhor o nível de aptidão cardiorrespiratória do praticante.⁴⁸

A avaliação ergoespirométrica avaliou o nível de aptidão física atual. A finalidade deste teste nesta pesquisa é detectar não somente a capacidade atlética, mas também de homogeneizar as amostras, uma vez que, dependendo dos resultados do VO_2 e do limiar aeróbico, podem influenciar o condicionamento físico e por sua vez, ser indicativo das alterações morfofuncionais do miocárdio.

Os atletas receberam 48h antes, orientações de preparo para o exame (anexo V). Para o teste, foram obtidos os dados de pressão arterial, frequência cardíaca de repouso, massa corporal, estatura e o índice de massa corporal (IMC). Os voluntários, que realizaram o teste no período vespertino, foram orientados a se apresentarem nos testes descansados, alimentados, hidratados e que não tivessem realizado nenhum esforço intenso nas últimas 48h. Para a obtenção dos dados ergoespirométricos foi realizado um teste máximo incremental na esteira ergométrica da marca GE T2100. Após 3 minutos

em 5,5 km/h, a velocidade foi aumentada em 0,5 km/h a cada minuto, até a exaustão. A esteira foi mantida com 1% de inclinação durante todo o teste.

As variáveis cardiorrespiratórias do VO_2 , e do VCO_2 foram medidas utilizando um analisador de gases em um equipamento da marca VMAX29S Encore. Os dados foram coletados a cada ciclo respiratório e depois transformados para uma média de 10 s. A frequência cardíaca (FC) foi monitorada por frequencímetro. Antes de cada teste, os sistemas de análise do O_2 e CO_2 foram calibrados usando o ar ambiente como referência. O VO_2 pico foi considerado como o valor obtido no pico do exercício calculado em médias de 10 s. A FC obtida no pico do exercício foi considerada com Frequência Cardíaca Máxima ($\text{FC}_{\text{máx}}$).

4.6 - Análise Estatística dos Dados

A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste Shapiro-Wilk's e a homocedasticidade pelo teste Levene's. Quando confirmado a normalidade, foi realizada análise descritiva e comparativa entre os grupos de fundistas e rasistas, para cada variável dependente analisada, por meio do teste *t student* independente. Quando não confirmado a normalidade, foi realizado o teste não paramétrico de *Mann-Whitney*. Em seguida, para verificar a associação entre a área de secção do quadríceps e as variáveis dependentes analisadas do miocárdio, foi aplicado o teste de correlação de *Spermann*. Adotou-se alfa de 5% para considerar diferenças significativas. A análise estatística foi realizada no software SSPSS versão 22.0.

5 – RESULTADOS

Este estudo envolveu 16 atletas voluntários, do sexo masculino, divididos em dois grupos: 8 (oito) atletas fundistas (corredores de 1.0000 m) e 8 (oito) atletas rasistas (corredores de 100 m livre).

Conforme a tabela 2, os fundistas e rasistas apresentaram semelhanças nas comparações entre as variáveis antropométricas e clínicas.

Tabela 2 – Análise comparativa das variáveis antropométricas e clínicas entre corredores fundistas e rasistas.

Variável	N_08 Fundistas (1)	N_08 Rasistas (2)	<i>p</i>
Idade (anos)	30,6±2,6	28,5±4,7	0,1
IMC (Kg/m ²)	22,7±1,6	26,1±4,6	0,3
Tempo de Prática Esportiva	4,0±0,9	4,2±1,2	0,37
FC Basal (bpm)	72,3±9,0	71,6±11,3	0,2
PA Basal – PAS - (mmHg)	118,7±8,3	133,7±15,9	0,1
PA Basal – PAD - (mmHg)	82,5±4,6	78,7±8,3	0,7

Conforme a tabela 3, os fundistas e rasistas apresentaram diferenças significativas nas variáveis sanguíneas direcionadas à troponina ($p=0,042$), CKMB ($p=0,001$) e CPK ($0,017$).

Tabela 3 – Análise comparativa das variáveis sanguíneas entre corredores fundistas e rasistas.

Variável	N_08 Fundistas (1)	N_08 Rasistas (2)	<i>p</i>
Colesterol Total (mg/dL)	172,3±21,7	163,1±25,2	0,9
HDL	58,6±11,9	50,6±10,8	0,6
LDL	100,3±23,3	96,1±25,3	0,5
Triglicérides (mg/dL)	65,1±14,1	81,2±32,5	0,09
Glicose (mg/dL)	93,8±6,7	92,8±5,2	0,6
Uréia (mg/dL)	34,2±7,7	38,2±10,7	0,1
Creatinina (mg/dL)	0,97±0,15	1,0±0,09	0,3
Troponina (ng/mL)	0,007±0,002	0,016±0,024	0,04
CKMB (ng/mL)	2,2±1,0	3,0±2,4	0,001
CPK (U/L)	166,3±84,1	465,1±221,6	0,01
Hemoglobina Glicada (%)	5,0±0,3	5,0±0,2	0,1

Na tabela 4, não se observou diferenças significativas entre corredores fundistas e rasistas em nenhuma variável relacionada a capacidade aeróbica.

Tabela 4 – Análise comparativa das variáveis relacionadas a capacidade aeróbica entre corredores fundistas e rasistas

Variável	N_08 Fundistas (1)	N_08 Rasistas (2)	<i>p</i>
Capacidade Funcional Máxima – VO ₂ pico (L/min)	4044,3±354,1	4286,3±562,2	0,2
Limiar Aeróbico (%)	70,2±5,9	68,8±12,8	0,1
Capacidade ventilatória (L/min)	130,2±17,9	124,4±14,8	0,6
FC máxima (bpm)	168,2±5,0	178,5±9,2	0,09

Na tabela 5, não se observou diferença estatística para as variáveis de ressonância magnética da área do quadríceps entre os grupos de corredores fundistas e rasistas.

Tabela 5 – Análise comparativa entre as variáveis relacionadas à ressonância magnética da área do quadríceps entre os corredores fundistas e rasistas.

Variável	N_08 Fundistas (1)	N_08 Rasistas (2)	<i>p</i>
Área (cm ²)	161,8±19,6	198,8±21,1	0,6

Conforme a tabela 6 observou-se diferença estatística do volume do quadríceps (cm³), verificado pela ressonância magnética, entre corredores fundistas e rasistas.

Tabela 6 – Análise comparativa entre as variáveis relacionadas à ressonância magnética do volume do quadríceps entre os corredores fundistas e rasistas.

Variável	N_08	N_08	<i>p</i>
	Fundistas (1) Média/DP	Rasistas (2) Média/DP	
Volume cm ³	3263,7±212,2	4946,4±470,4	<0,01

Na tabela 7, não se observou diferença estatística para as variáveis de ressonância magnética do miocárdio entre os grupos de corredores fundistas e rasistas

Tabela 7 – Análise comparativa entre as variáveis relacionadas a ressonância magnética do miocárdio entre os corredores fundistas e rasistas.

Variável	N_08 Fundistas (1)	N_08 Rasistas (2)	p
Septo do VE (cm)	0,9±0,2	0,8±0,2	0,6
Parede Lateral do VE (cm)	0,8±0,2	0,8±0,1	0,3
DDF do VE (cm)	5,4±0,5	6±0,6	0,6
DSF do VE (cm)	3,4±0,1	4±0,3	1,0
Índice de Massa Cardíaca do VE (g/cm ²)	71,2±14,3	64,2±10,3	0,2
Fração de Ejeção do VE (%)	61,3±5,5	64,3±5,3	0,4
Fração de Ejeção do VD (%)	58±5,2	59,3±9	0,1
Átrio Esquerdo (cm)	2,9±0,6	3±0,1	0,8
Tronco Pulmonar (cm)	2,4±0,4	2,4±0,4	0,7
Aorta Ascendente (cm)	2,6±0,3	2,7±0,5	0,3

Conforme a tabela 8, os corredores fundistas apresentaram correlações positivas nas variáveis no miocárdio (DDF do VE e DSF do VE) e da área do quadríceps (p=0,05)

Tabela 8 – Correlação entre as variáveis do miocárdio e da área do quadríceps em corredores fundistas.

Variável	Miocárdio	Quadríceps (cm ²)	Correlação (r)	p
Septo do VE (cm)	0,9±0,2	161,8±19,6	0,5	0,2
Parede Lateral do VE (cm)	0,8±0,2	161,8±19,6	0,2	0,7
DDF do VE (cm)	5,3±0,5	161,8±19,6	0,7	0,05
DSF do VE (cm)	3,5±0,4	161,8±19,6	0,7	0,05
Índice de Massa Cardíaca do VE (g/cm ²)	71,2±14,3	161,8±19,6	0,2	0,1
Fração de Ejeção do VE (%)	61,3±5,5	161,8±19,6	0,1	0,7
Fração de Ejeção do VD (%)	58±5,2	161,8±19,6	0,06	0,9
Átrio Esquerdo (cm)	2,9±0,6	161,8±19,6	0,6	0,1
Tronco Pulmonar (cm)	2,4±0,4	161,8±19,6	0,5	0,2
Aorta Ascendente (cm)	2,6±0,3	161,8±19,6	0,2	0,7

Conforme a tabela 9, os corredores rasistas apresentaram correlações positivas nas variáveis do miocárdio da Aorta Ascendente e da área do quadríceps (p=0,04)

Tabela 9 – Correlação entre as variáveis do miocárdio e da área do quadríceps em corredores rasistas.

Variável	Miocárdio	Quadríceps (cm ²)	Correlação (r)	p
Septo do VE (cm)	0,8±0,2	198,8±21,1	0,03	0,9
Parede Lateral do VE (cm)	0,8±0,1	198,8±21,1	0,1	0,7
DDF do VE (cm)	6±0,6	198,8±21,1	0,4	0,4
DSF do VE (cm)	4±0,3	198,8±21,1	0,4	0,3
Índice de Massa Cardíaca do VE (g/cm ²)	64,2±10,3	198,8±21,1	0,07	0,8
Fração de Ejeção do VE (%)	64,3±5,3	198,8±21,1	0,08	0,8
Fração de Ejeção do VD (%)	59,3±9	198,8±21,1	0,4	0,3
Átrio Esquerdo (cm)	3±0,1	198,8±21,1	0,4	0,3
Tronco Pulmonar (cm)	2,4±0,4	198,8±21,1	0,07	0,8
Aorta Ascendente (cm)	2,7±0,1	198,8±21,1	0,7	0,04

Conforme a tabela 10, os corredores fundistas apresentaram correlações positivas nas variáveis do DDF do VE e da área do quadríceps (p=0,04)

Tabela 10 – Correlação entre as variáveis do miocárdio e do volume do quadríceps (cm³) em corredores fundistas.

Variável	Miocárdio	Volume do Quadríceps (cm ³)	Correlação (r)	P
Septo do VE (cm)	0,9±0,2	3263,7±212,2	0,06	0,9
Parede Lateral do VE (cm)	0,8±0,3	3263,7±212,2	0,01	0,9
DDF do VE (cm)	5,3±0,5	3263,7±212,2	0,03	0,04
DSF do VE (cm)	3,5±0,4	3263,7±212,2	-0,4	0,2
Índice de Massa Cardíaca do VE (g/cm ²)	71,2±14,3	3263,7±212,2	0,6	0,5
Fração de Ejeção do VE (%)	61,3±5,5	3263,7±212,2	-0,4	0,3
Átrio Esquerdo (cm)	2,9±0,6	3263,7±212,2	0,4	0,2
Tronco Pulmonar (cm)	2,4±0,4	3263,7±212,2	0,04	0,5
Aorta Ascendente (cm)	2,6±0,3	3263,7±212,2	-0,8	0,1

Conforme a tabela 11, os corredores rasistas apresentaram correlações positivas nas variáveis do DSF do VE e da área do quadríceps (p=0,02)

Tabela 11 – Correlação entre as variáveis do miocárdio e do volume do quadríceps (cm³) em corredores rasistas.

Variável	Miocárdio	Volume do Quadríceps (cm ³)	Correlação (r)	P
Septo do VE (cm)	0,8±0,2	4946,4±470,4	0,7	0,2
Parede Lateral do VE (cm)	0,8±0,1	4946,4±470,4	-0,4	0,3
DDF do VE (cm)	6±0,6	4946,4±470,4	0,4	0,2
DSF do VE (cm)	4±0,3	4946,4±470,4	-0,17	0,02
Índice de Massa Cardíaca do VE (g/cm ²)	64,2±10,3	4946,4±470,4	0,3	0,1
Fração de Ejeção do VE (%)	64,3±5,3	4946,4±470,4	0,1	0,07
Átrio Esquerdo (cm)	3±0,1	4946,4±470,4	0,6	0,4
Tronco Pulmonar (cm)	2,4±0,4	4946,4±470,4	0,6	0,4
Aorta Ascendente (cm)	2,7±0,5	4946,4±470,4	0,8	0,9

6 – DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar e comparar o grau da hipertrofia cardíaca, da musculatura periférica e se há relação entre elas em atletas fundistas e rasistas.

Os fundistas e rasistas, respectivamente, apresentaram semelhanças nas comparações entre as variáveis antropométricas e clínicas, apresentando diferenças significativas nas variáveis sanguíneas direcionadas à troponina ($2,2 \pm 1,0$ e $3,0 \pm 2,4$ ng/mL), CKMB com valores de 0,007 ng/mL e 0,016 ng/mL e CPK com valores de $166,3 \pm 84,1$ U/L e $465,1 \pm 221,6$ U/L. Em relação a variável relacionada à capacidade aeróbica dos corredores, não se observou diferenças entre corredores fundistas e rasistas. Em relação aos resultados apresentados na ressonância magnética, verificou-se diferença estatística comparativa no volume do quadríceps entre fundistas ($3263,7 \text{ cm}^3$) e rasistas ($4946,4 \text{ cm}^3$). No grupo fundista foi apresentada correlação significativa no tamanho da área do quadríceps ($161,8 \pm 19,6 \text{ cm}^2$) com a variável do DDF do VE ($5,3 \pm 0,5 \text{ cm}$) e no DSF do VE ($3,5 \pm 0,4 \text{ cm}$). Ainda nesse mesmo grupo, observou-se uma correlação positiva do DDF do VE com o volume do quadríceps ($3263,7 \pm 212,2 \text{ cm}^3$). No grupo rasista a significância estatística foi na aorta ascendente ($2,7 \pm 0,5 \text{ cm}$) em correlação a área do quadríceps ($198,8 \pm 21,1 \text{ cm}^2$) e no DSF do VE ($3,5 \pm 0,5 \text{ cm}$) com o volume do quadríceps ($4946,4 \pm 470,4 \text{ cm}^3$).

Segundo a definição de Puffer et al.⁴⁹ o coração de um atleta apresenta remodelamento à adaptação benigna em virtude de atividade física vigorosa, que consiste com o aumento do volume das câmaras cardíacas ventriculares, do septo intraventricular e espessamento da parede ventricular. Sharma, et al.⁵⁰ e Petkowicz,⁵¹ confirmaram esses achados relatando que atletas praticantes de atividades de longa duração (exercícios aeróbicos) apresentam aumento da cavidade do ventrículo esquerdo (hipertrofia excêntrica)⁵² e atletas, praticantes de atividades anaeróbicas, apresentam espessamento da parede do VE, sem diminuição da dimensão interna da cavidade (hipertrofia concêntrica)⁶

Compreender o comportamento do miocárdio se torna relevante para identificar o grau dessas alterações que ocorrem em decorrência do treinamento físico intenso, já que a alteração ventricular esquerda desenvolve-se como processo compensatório ou adaptativo, representando a sobrecarga de pressão (anaeróbico) ou de volume (aeróbico).

Transformações teciduais do músculo esquelético são apresentadas conforme a atividade física que o indivíduo pratica, contribuindo muito para o aumento do volume muscular e para o aumento de força.⁵³

O entendimento dessas transformações teciduais é importante, pois as variáveis do treinamento estarão intimamente relacionadas com a modalidade esportiva. O treinamento consiste num meio de melhorar o condicionamento físico e a performance dos atletas.

Vários tipos de treinamentos são determinados a fim de se alcançar os objetivos dos atletas, entre eles o isocinético, a resistência variável, o isométrico, o pliométrico.⁵⁴

Exercícios anaeróbicos para membros inferiores podem ser os mais utilizados para atletas rasistas, que têm como objetivo a eficácia em força e potência (explosão), enquanto que para os fundistas, exercícios aeróbicos, é o ponto focal para o melhor condicionamento físico que envolve atividades esportivas de longa duração.⁵⁵⁻⁵⁷

6.1 – Clínico Laboratorial

De forma geral, os fundistas e rasistas apresentaram semelhanças nas comparações entre as variáveis antropométricas e clínicas, mostrando diferenças significativas apenas para algumas variáveis sanguíneas direcionadas à troponina I ($p=0,042$), CKMB ($p=0,001$) e CPK (0,017).

Em relação aos resultados da troponina I, encontramos os seguintes valores nos grupos fundistas e rasistas respectivamente: 0,007 e 0,016 ng/mL

As troponinas são responsáveis pela formação de uma rede de regulação que proporciona a interação cálcio-dependente da miosina com a actina na contração dos músculos estriado e cardíaco, sendo constituídas de três diferentes proteínas (troponina I, C e T) existentes tanto no músculo esquelético quanto cardíaco e codificadas por diferentes genes.⁵⁸

Constata-se que as troponinas cardíacas, e em especial a troponina I, são proteínas que atuam na indicação de lesão miocárdica, portanto, o exercício físico extremo pode levar a aumentos significativos da troponina.⁵⁹

Embora nenhum dos grupos neste estudo, tenham apresentado elevação de troponina I acima do valor de referência para diagnóstico de dano miocárdico, verifica-se que no grupo rasista o valor é maior quando comparado ao grupo fundista, o que pode

ser interpretado, como hipótese, que tal resultado responda ao estresse gerado pelo exercício físico ou à maior massa ventricular nesse grupo.⁶⁰

Presente, predominantemente no tecido muscular, a enzima CK desempenha um importante papel na geração de energia para o metabolismo muscular. Essa enzima apresenta-se como um composto por qualquer combinação entre dois monômeros M ou B, cujas combinações resultam nas isoenzimas BB, MB e MM. A CK dos músculos esqueléticos é quase exclusivamente da fração MM (97-99%), sendo o restante composto pela fração MB. Já a enzima CK presente no miocárdio apresenta sua formação basicamente pela fração MM (75-80%), porém com maiores quantidades da fração MB (15-20%).^{61,62}

Os dados estatísticos apresentados mostraram ser significativamente diferentes entre os grupos apresentados ($p=0,001$). Quando comparados os valores de CK-MB dos fundistas ($2,2\pm1,0$ ng/mL) revelaram ser menores em relação aos rasistas ($3,0\pm2,4$ ng/mL). Embora a literatura relate que os níveis de CK-MB são elevados com a realização do exercício físico prolongado,⁶³ vale ressaltar que os valores obtidos laboratorialmente refletem a condição em repouso dos referidos atletas, incluindo rasistas e fundistas.

De acordo com a literatura, os níveis de CK-MB apresentam variáveis entre indivíduos considerando sexo, raça e o tipo de treinamento físico submetido. A variação do índice de elevação também está associada aos fatores: a) intensidade da atividade, b) ao condicionamento físico, c) duração da atividade. Aponta-se ainda, que os fatores mencionados são determinantes na elevação da enzima CK-MB durante e após a prática do exercício físico. O treinamento diário poderá resultar numa elevação persistente da CK pela maior massa ventricular. A creatinoquinase liberada, em sua maior parte, após a realização de exercícios físicos, pertencem à fração MM, contudo a elevação da CK-MB pós exercício prolongado e extenuante, como por exemplo uma maratona, não evidencia isquemia cardíaca. Há relatos na literatura que revelam que existem em grandes quantidades nas fibras musculares em regeneração, semelhante aos mioblastos fetais, que expressam maior quantidade de CK-MB do que as células musculares maduras.⁶³⁻⁶⁵

Com relação aos valores da CPK, a partir de revisão da literatura, Mujika et al.⁶⁶ citaram, que os índices de CPK podem ser utilizados como valor fisiológico de estresse induzido pela atividade física. Embora provenientes de uma pequena amostra, no presente estudo, observam-se diferenças estatísticas significantes entre os atletas fundistas e rasistas ($166,3\pm84,1$ e $465,1\pm221,6$ U/L respectivamente). Entre os fatores implicados na magnitude de aumento da CPK destacam-se, a duração e intensidade do exercício, além

do nível individual de aptidão física do indivíduo. Os atletas fundistas apresentaram níveis mais baixos de CPK, mostrando que o volume do esforço não é necessariamente o grande determinante da elevação. Pode-se supor que o grau elevado do condicionamento físico, levou os atletas a percorrerem maiores distâncias, também evitou maior catabolismo muscular. Estudos anteriores mostram que o treinamento físico realmente atenua a liberação de CPK em um mesmo indivíduo,^{67,68} ou seja, os níveis de CPK séricos tendem a diminuir em atletas treinados, como consequência de mecanismos adaptativos.⁶⁹

Embora indique importante variabilidade individual, a CPK, estando atrelada ao nível de treino do atleta,⁶⁶⁻⁶⁹ é importante destacar o posicionamento de outros autores que, descrevem altos níveis séricos de CPK podendo ser potenciais indicadores de super-treinamento e aumento da massa muscular esquelética.⁷⁰

6.2 – Ergoespirometria

No que tange nos resultados relacionados à capacidade aeróbica dos corredores, não se observou diferenças estatísticas significantes entre corredores fundistas e rasistas, na variável capacidade funcional máxima – VO_2 pico ($p = 0,218$), no limiar aeróbico ($p = 0,192$), na capacidade ventilatória ($p = 0,661$) 0,661 e por fim na FC máxima ($p = 0,096$). De qualquer forma, de acordo com a literatura, o consumo máximo de oxigênio (VO_2 max) é o principal indicador das adaptações cardiovasculares. Pesquisas demonstraram que as alterações da massa ventricular esquerda e do tamanho do VE, com o treinamento e condicionamento físico, ocorrem em paralelo com as alterações do VO_2 max, sugerindo que a hipertrofia ventricular se associa com melhor função cardíaca.³

6.3 – Ressonância Magnética

De acordo com os resultados apresentados na ressonância magnética, não se observou nenhuma diferença estatística comparativa para as variáveis da área do quadríceps e do miocárdio entre os dois grupos de corredores, entretanto, verificou-se que houve diferença estatística comparativa no volume do quadríceps entre fundistas (3263,7 cm^3) e rasistas (4946,4 cm^3), sendo p de 0,01. Segundo a literatura pesquisada, treinamento aeróbico recorrente e contínuo, acarretam alterações quanto ao tipo e características das fibras musculares. As fibras do tipo I, também chamadas de contração lenta, tornam-se maiores que as do tipo II, ou contração de rápida. Não obstante, em

treinamento de força (anaeróbico), as fibras musculares do tipo II aumentam de maneira significativa.⁷¹

Conforme apresentado nos resultados, no grupo fundistas, observou-se que houve diferença estatística significativa no tamanho da área do quadríceps ($161,8 \pm 19,6 \text{ cm}^2$) com as variáveis DDF do VE ($5,3 \pm 0,5 \text{ cm}$) e DSF ($3,5 \pm 0,4 \text{ cm}$), sendo $p=0,05$ em ambos, assim como observou-se correlação positiva do DDF do VE com o volume do quadríceps ($3263,7 \pm 212,2 \text{ cm}^3$). A partir desses dados, pode-se pressupor que o tamanho da área e do volume do quadríceps pode estar associado com uma dilatação do VE. Todavia, isso não se reflete no rendimento na fração de ejeção do VE ($61,3 \pm 5,5 \%$), indicando que a hipertrofia ventricular esquerda é apenas uma adaptação fisiológica ao exercício físico⁸.

Apesar da literatura relatar que praticantes de atividades anaeróbicas apresentem espessamento da parede ventricular esquerda (Parede Lateral do VE)⁶, neste estudo, o grupo rasista não apresentou diferenças estatísticas comparativas significantes com os fundistas ($p=0,3$), entretanto, houve correlação positiva ($p=0,04$) na aorta ascendente ($2,7 \pm 0,5 \text{ cm}$) com a área do quadríceps ($198,8 \pm 21,1 \text{ cm}^2$) e correlação significativa no DSF do VE ($3,5 \pm 0,5 \text{ cm}$) com o volume do quadríceps ($4946,4 \pm 470,4 \text{ cm}^3$), sugerindo que, quanto maior este músculo esquelético, maior o diâmetro sistólico final do VE e consequentemente maior a dilatação aórtica. Essas alterações podem estar envolvidas ao treinamento com foco no desenvolvimento de força e potência vistos em exercícios estáticos (isométrico ou dinâmico) em membros inferiores. Segundo Forjaz⁷², o aumento da resistência vascular periférica praticadas por essas formas de treinamento, resultam na elevação exacerbada da frequência cardíaca e, principalmente, o aumento exacerbado da pressão arterial, que se amplia à medida que o exercício vai sendo repetido.⁷

6.4 – Limitações do estudo e implicações clínicas

Nosso estudo apresenta algumas limitações: O número de atletas incluídos não foi baseado em cálculo amostral, mas no número de amostras por conveniência; a avaliação única não nos permite qualquer inferência sobre a evolução temporal das alterações cardiovasculares e da musculatura esquelética encontrada; apesar de todos os atletas relatarem que não utilizam ou que não utilizaram esteróides anabolizantes, nenhum exame de sangue foi realizado para averiguação.

Ao término deste estudo, confirmamos a importância de se conhecer, através dos dados quantitativos, as alterações morfológicas do miocárdio e do quadríceps, para que a

partir disso, evidenciadas as avaliações de proporcionalidade, é possível perceber a necessidade de um conhecimento aprofundado das técnicas de medidas e da padronização indicada para atender os objetivos e necessidades dos profissionais da saúde a partir de medidas válidas e fidedignas.

6.5 – Sugestões para estudos futuros

Uma das sugestões é que estudos semelhantes a este, sejam realizados em outros momentos no futuro respeitando essa forma metodológica – como idade, sexo e atividades esportivas apresentadas, porém com uma análise de número amostral maior e com avaliação temporal dos atletas e de outros recursos morfológicos.

7 - CONCLUSÃO

A finalidade do presente trabalho foi de verificar e comparar o grau da hipertrofia cardíaca, da musculatura periférica e se há relação entre elas em atletas fundistas e rasistas. Pelos resultados obtidos e levando em conta a metodologia de análise empregada, podemos tecer algumas considerações:

Pelo exposto, pode-se afirmar que o quadríceps e o miocárdio adaptam-se estrutural e funcionalmente ao treinamento físico, sendo essas adaptações distintas de acordo com o tipo de modalidade esportiva realizada. No grupo dos **atletas fundistas**, observou-se correlação do tamanho da área do quadríceps, com o diâmetro diastólico e sistólico final do ventrículo esquerdo e uma correlação do diâmetro diastólico final deste mesmo ventrículo com o volume do quadríceps, enquanto que, no grupo dos **atletas rasistas**, a correlação da área do quadríceps foi com a aorta ascendente, e apresentando também, correlação do diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo com o volume do quadríceps. Essas colocações demonstram claramente a especificidade do treinamento físico.

8 - REFERÊNCIAS

- 1 - Montero FJC, Peinado PJ, Di Salvo FP e Maffulli N. Cardiac adaptaion to training and decreased training loads in endurance athletes: a systematic review. *British Medical Bulletin*, 2007;84:25-35.

- 2 - Schnell F, Riding N, O'Hanlon R, Lentz, PA, Donal E, Kervio G, Matelot D, Leuren G, Doutreleau S, Chevalier L, Guerard S, Wilson MG, Carré F. Recognition and Significance of Pathological T-Wave Inversions in Athletes, *Circulation*, 2015, 131:165-173

- 3 - Ghorayeb N, Batlouni M, Pinto IMF e Dioguardi GS. Hipertrofia Ventricular Esquerda do Atleta. Resposta Adaptativa Fisiológica do Coração. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 2005;(3):5.

- 4 - Maron BJ e Pelliccia A. The heart of trained athletes: Cardiac Remodeling and the Risks of Sports, including sudden death. *Circulation*, 2006;114:1633-1644.

- 5 - Hnidawei M, Mjall M e Zayed Z. The upper limit of physiological cardiac hypertrophy in elite male athletes. *American Journal of Applied Sciences* 2010;7(10):1327-1333.

- 6 - Hashimoto NY, Fernandes T, Soci UPR e Oliveira EM. Determinantes Moleculares da Hipertrofia Cardíaca Induzida por Diferentes Volumes de Treinamento Aeróbio. *Rev Bras Cardiol*. 2011;24(3):153-162.

- 7 - Forjaz CLM, Rezk CC, Melo CM, Santos DA, Teixeira L, Nery SS e Tinucci, T. Exercício resistido para o paciente hipertenso: indicação ou contra-indicação. *Rev.Bras.Hipertens*.2003;10:119-124.

- 8 - Pluim BM, Zwinderman AH, Laarse A e Wall EE. The athlete`s heart: A meta-analysis of cardiac structure and function. *Cirulation*. 1999; 100:336-344.

- 9 - Shephard RJ. The athletes`s heart: is big beautiful? *Br Jt Sports Med* 1996;30:5-100.

- 10 - Aguiar AF e Aguiar DH. Plasticidade muscular no exercício físico. R.Bras.Ci.e Mov.2009;17(3):104-113.
- 11 - Pette D, Staron RS. Transitions of muscle fiber phenotypic profiles. Histochem Cell Biol. 2001;115(5):359-72.
- 12 - Aagaard P. Making muscles "stronger": Exercise, nutrition, drugs. J Musculoskel Neuron Interact.2004;4(2):165-174.
- 13 - Scott W, Stevens J e Binder-Macleod SAB. Human Skeletal Muscle Fiber Type Classifications. Phys Ther.2001;81:1810-1816.
- 14 - Wackerhage H e Woods NM. Exercis-induced signal transduction and gene regulation in skeletal muscle. Journal of Sports Science and Medicine,2002; 1: 103-114.
- 15 - Meloni VHM. The role of hyperplasia on the increase of skeletal muscle size. Rev.Bras.Cine.Des.Hum.2005;7(1):59-63.
- 16 - Carmo AC, Santana DA, Awad SMN e Navarro F. Systemic Blood Pressure Monitoring in the Immediate and Delayed Acute Effect of the Exercise resisted Moderate in a Light Individual Hypertension. Rev Bras Presc Fisiol Exer. 2007;1(6):28-38.
- 17 - Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T e Negrão CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. Rev Paul Educ Fís, 2004;(18): 21-31.
- 18 - Urbana MP, Rondon B e Brum PC. Exercício físico como tratamento não farmacológico da hipertensão arterial. Rev.Bras.Hipertens, 2003;10(2).
- 19 - Atletismo – História. s.d. Disponível em: www.msports.com.br
- 20 - Vieira S e Freitas A. O que é Atletismo. Rio de Janeiro: Casa da Palavra: COB, 2007.

- 21 – Kent LM, Morton DP, Rankin PM, Gobble JE, Diehl HA. Gender differences in effectiveness of the Complete Health Improvement Program (CHIP). *J Nutr Educ Behav*. 2015; 47(1).
- 22 - Seiono S, Shinkai S, Fujiwara Y, Obuchi S, Yoshida H, Hirano H, Kim HK, Ishizaki T, Takahashi R. Reference Values and Age and Sex Differences in Physical Performance Measures for Community-Dwelling Older Japanese: A Pooled Analysis of Six Cohort Studies *PLOS ONE*, 2014; 9(6).
- 23 - Romer T, Rust CA, Zingg MA, Rosemann T, Knechtle B. Age and ultra-marathon performance - 50 to 1,000 km distances from 1969 - 2012. *Springerplus*. 2014; 25:3.
- 24 - Rust, CA, Zingg, MA, Rosemann, T, Knechtle B. Will the age of peak ultramarathon performance increase with increasing race duration? *Sports Science, Medicine & Rehabilitation*. 2014; 6:36.
- 25 - Knechtle B, Assadi H, Lepers R, Rosemann T, Rust CA. Relationship between age and elite marathon race time in world single age records from 5 to 93 years. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2014; 31.
- 26 - Moton RHA. Decline in Anaerobic Distance Capacity of Champion Athletes Over the Years? *Inter Jour of Sports Science & Coaching*. 2014; 9 (5).
- 27 - Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiologia médica*. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- 28 - Raimundo, RD. *Reabilitação Cardiovascular e Metabólica*. 1.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2013.
- 29 - Westerblad H, Allen DE, Lännergren J. Muscle fatigue: 7. lactic acid or inorganic phosphate the major cause? *News Physiol Sci* 2002,17:17-21.
- 30 - Melbo JI, Tabata I. Anaerobic energy release in 1. working muscle during 30 s to 3 min of exhausting bicycling. *J Appl Physiol* 1993;75(4):1654-1660.

- 31 - Robergs RA, Parker D. Lingering construct of lactic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2005;289:R904-910
- 32 - Mcardle WD, Katch FI, Katch V. *Fisiologia do Exercício - Energia, Nutrição e Desempenho Humano*, 6º ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2008.
- 33 - Powers SK e Howley ET. *Fisiologia do Exercício*, 5º ed. São Paulo, Manole, 2006.
- 34 - Kruel LFM, Coertjens M, Tartaruga LAP e Pusch HC. Validade e Fidedignidade do Consumo Máximo de Oxigênio Predito pelo Freqüenc.metro Polar M52. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. 2002;Volume 2.
- 35 - Oliveira FR, Lima-Silva AE, Nakamura FY, Dal' Molin MAP e Gevaerd MS Testes de pista para avaliação da capacidade láctica de corredores velocistas de alto nível. *Rev Bras Med Esporte*.2006;12(2).
- 36 - Paulo AC, Forjaz, CLM. Treinamento físico de endurance e de força máxima: adaptações cardiovasculares e relações com a performance esportiva. *Rev. Bras. Cienc. Esporte*.2001;22(2):99-114.
- 37 - Amato, MCM. *Hipertrofia Ventricular. Cardiopatias Valvares*. São Paulo. Roca. 1998.
- 38 - Ghorayeb, N; Batlouni, M. Morte Súbita na Atividade Físico-Esportiva. *Revista Socesp*. 1998;8(4).
- 39 - Carbone e D`Andrea. Cardiac Dysfunction and athlete`s heart: New insights into pathophysiology and treatment. *E-Journal of Cardiology Practice*. 2017;14(35)
- 40 - Fagard RH. Impact of different sports and training on cardiac structure and function. *Cardiology Clinics*.1997;15(3):397- 412.
- 41 - Mill JG, Vassallo DV. Hipertrofia Cardíaca. *Rev Bras Hipertens*.2001; 8: 63-75.

- 42 - Magalhães FC, Barretti D, Hashimoto N, Melo SFS, Roque FR, Oliveira EM. Hipertrofia Cardíaca induzida pelo treinamento físico: Eventos moleculares e celulares que modificam o fenótipo. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte* – 2008;7 (1): 189-193
- 43 - Bucci M, Vinagre EC, Campos, GER, Curi R, Pithon-Curi TC. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. *R. bras. Ci e Mov.* 2005; 13(1): 17-28
- 44 - Andersen JL, Schjerling P e Saltin B. Muscle, genes and athletic performance. *Sci. Am.* 2000; 283(3): 48-55.
- 45 - Shoepe TC, Stelzer JE, Garner DP e Widrick JJ. Functional Adaptability of Muscle Fibers to Long-Term Resistance Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2003; 35(6): 944–951.
- 46 - Williamson DL, Gallagher PM, Carroll CC, Raue U e Trappe SW. Reduction in hybrid single muscle fiber proportions with resistance training in humans. *J. Appl. Physiol.* 2001; 91: 1955–1961
- 47 - Duarte S e Bogaert J. The role of cardiac magnetic resonance in hypertrophic cardiomyopathy. *Rev Port Cardiol.* 2010;29 (10): 79-93.
- 48 - Tebexreni AS, Alves ANF, Hossrii CC. Ergoespirometria. In: Ghorayeb, N; Dioguardi, S.G. *Tratado de cardiologia do exercício e do esportes*. São Paulo: Atheneu, 2007. cap.20, p.199-221.
- 49 - Puffer J.C. The Athletic Heart Syndrome Ruling out Cardiac Pathologies. *The Physician and Sports Medicine*. Vol. 30. Núm. 7. 2002.
- 50 - Sharma, S.; Maron, B.J.; Whyte, G.; Firoozzi, S.; Elliot, P.M.; McKenna, W.J. Physiologic limits of left Ventricular Hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of Athlete's Heart and Hypertrophic Cardiomyopathy. *Journal of the American College of Cardiology*. Núm.40. 2003. p.1431-6.

- 51 - Petkowicz, R.O. Coração de Atleta e Morte Súbita. Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Num. 1. ano 13. 2004. p.1-3.
- 52 - Zehender M, Meinertz T, Keul J, Just H. ECG variants and cardiac arrhythmias in athletes: Clinical relevance and prognostic importance. Am Heart J. 1990; 119: 1378-91.
- 53 - Campos GER, Luecke TJ, Wendeln HK, Kumika T, Hagerman FC, Murray TF Ragg KE, Ratamess NA, Kraemer WJ e Staron RS. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. European Journal of Applied Physiology, 2002
- 54 - Fleck, S. J., Kraemer, William J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- 55 - Brown, L. e Chandler, T. J. Treinamento de Força Para o Desempenho Humano. 1 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2009
- 56 - Manimmanakorn A, Hamlin MJ, Ross JJ, et al. Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. J Sci Med Sport.2013; 16(4):337-342
- 57 - Ogasawara, R., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T. (2013). Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. International Journal of Clinical Medicine, 4, 114–121.
- 58 - Kobayashi T, Jin L, de Tombe PP. Cardiac thin filament regulation. Pflugers Arch 2008;457:37-46.
- 59 - Martins, CS. Troponina Estrutura, Fisiopatologia e Importância Clínica para Além da Isquemia Miocárdica. Arquivos de Medicina, 2009; 23(6):221-40
- 60 - Kasikcioglu E. From altus to parvus: cardiac fatigue in athletes. Eur Heart J. 2007;28(9):1171-2.

- 61 - Andriolo, A.; Cotrim, F.L.S. Infarto agudo do miocárdio. In: Andriolo, A. Guias de medicina ambulatorial e hospitalar UNIFESP/ Escola Paulista de Medicina. Medicina Laboratorial. 2ed. São Paulo, Manole, 2008. p. 57-60.
- 62 - Brancaccio, P.; Maffulli, N.; Buonauro, R. Serum enzyme monitoring in sports medicine. Clin Sports Med 2008. 27:1-18
- 63 - Rossi, L.F.; Ramos, L.A.M.; Ramos, R.R.; Araújo, A.R.C. Rabdomiólise induzida por esforço físico intenso com altos níveis de creatinoquinase. Revista da AMRIGS 2009. 53(3):269-72.
- 64 - Sanchez, L.D.; Corwell, B.; Berkoff, D. Medical problems of marathon runners. Am J Emerg Med 2006. 24:608-15.
- 65 - Clarkson, P.M.; Kearns, A.K.; Rouzier, P.; Rubin, R.; Thompson, P.D. Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. Med Sci Sports Exercise 2006. 38(4):623-7.
- 66 - Mujika I, Padilla S, Pyne D, Busso T. Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. Sports Med. 2004;34:891-927.
- 67 - Timmons BW, Bar-Or O, Riddell MC. Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men. J Appl Physiol. 2003;94:278-84.
- 68 - Warburton DE, Welsh RC, Haykowsky MJ, Taylor DA, Humen DP. Biochemical changes as a result of prolonged strenuous exercise. Br J Sports Med. 2002;36(4):301-3.
- 69 - Katirji B, Al-Jaberi MM. Creatine kinase revisited. J Clin Neuromuscular Disease. 2001;2:158-63.
- 70 - Halson SL, Jeukendrup AE. Does overtraining exist? An analysis of overtraining research. Sports Med. 2004;34:967-81.

71 – Williamson DL, Gallagher, PM, Carrol, CC, Raue, U and Trappe, SW. Reduction in hybrid single muscle fiber proportions with resistance training in humans. J. Appl. Physiol. 2001; 91: 1955–1961

72 - Forjaz CLM, Tinucci T. A medida da pressão arterial no exercício. Rev. Bras. de Hipertensão 2000; 7(1):79-87

9 – ANEXOS

I - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU
RESPONSÁVEL LEGAL**

1. NOME:

.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE

CEP:..... TELEFONE: DDD(.....).....

2. RESPONSÁVEL

LEGAL.....

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador

etc.).....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :SEXO: M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO.:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO:

BAIRRO:CIDADE:.....

CEP: TELEFONE: DDD (.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

O ESPORTE E O INDÍCE DE MASSA MUSCULAR CARDÍACA E PERIFÉRICA:

Proporcionalidade da hipertrofia cardíaca e dos músculos periféricos em atletas

PESQUISADOR: Prof. Dr. José Antonio Franchini Ramires

CARGO/FUNÇÃO: Professor Titular da Disciplina de Cardiologia INSCRIÇÃO

CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA Nº 17977.

UNIDADE DO HCFMUSP: Instituto do Coração – INCOR

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO BAIXO X RISCO MAIOR ☐

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : três dias

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

Esta pesquisa visa verificar a proporcionalidade do tamanho do coração com o músculo da coxa em atletas.

Descrição dos procedimentos:

Você participará de um projeto de pesquisa que irá analisar a proporcionalidade do tamanho do coração com o músculo da coxa. Porém antes, será necessário o preenchimento de uma Ficha de Avaliação que será fornecido pelo pesquisador. Nessa ficha constará seu nome, telefone para contato e dados sobre sua saúde em geral. Logo após, em jejum, você fará uma coleta de sangue de rotina o qual foram medidos os parâmetros hemodinâmicos e poderá sentir uma pequena dor, apresentar uma leve hemorragia ou pequenos hematomas devido à picada da agulha, depois uma sessão de ressonância magnética de seu coração e de suas coxas que poderá gerar algum desconforto por ter que entrar em uma espécie de tubo por um período de no máximo de 40 minutos

e pelo barulho do equipamento (nesse caso será colocado um dispositivo no ouvido para amenizar este barulho, sendo totalmente indolor). Posteriormente, você fará o Teste Cardiopulmonar de Exercício, que é um exame amplamente utilizado na medicina, tendo como principais indicações: identificar a doença coronariana, detectar distúrbios do ritmo cardíaco, avaliar o comportamento da pressão arterial e a aptidão física do indivíduo, fornecendo dados importantes de diagnóstico e prognóstico. Para a sua correta realização, será colocada uma máscara de ar em sua boca e quando necessário, é realizada a raspagem de pelos de alguns pontos do tórax e do abdome, bem como a limpeza da pele, com uma ligeira fricção, com gaze e álcool, para remover a oleosidade natural dessas áreas, onde foram colocados eletrodos. Embora na grande maioria das vezes esse processo seja bem tolerado, é possível que, ocasionalmente, ocorra algum desconforto por reações alérgicas ou hipersensibilidade individual. Nesses casos, recomendamos evitar a exposição ao sol nos dias subsequentes, podendo ser usado hidratante ou creme dermatológico, sob orientação médica. Com monitorização eletrocardiográfica constante, você realizará o exercício físico caminhando em uma esteira ergométrica. Progressivamente, o médico aumentará a velocidade e/ou a inclinação do aparelho, até o limite tolerado. O objetivo é verificar a sua capacidade pulmonar mediante tal atividade com os resultados obtidos na troca de gases (oxigênio e gás carbônico). A interrupção do exercício poderá ser solicitada por você a qualquer momento, devido ao cansaço ou outros sintomas. Eventualmente, o médico que acompanha o exame poderá interrompê-lo, se julgar necessário. Apesar de todos os cuidados na realização desse exame, alguns incidentes podem ocorrer, incluindo queda da esteira, resposta anormal da pressão arterial, alterações do ritmo do coração, angina do peito e tonteados, entretanto, em circunstâncias extremamente raras, pode ocorrer infarto ou morte. Lembramos que esses casos excepcionais (menos de 0,01% de óbitos na maioria das estatísticas mundiais), geralmente ocorrem em quem possui doença grave do coração, e que esses indivíduos com alto risco podem apresentar as mesmas complicações em qualquer outra circunstância, inclusive dormindo e geralmente longe dos recursos necessários para tentar revertê-las. Para estas situações, dispomos de equipamentos de ressuscitação e profissionais habilitados. Informamos ainda que, durante todo o exame, o médico estará ao seu lado monitorando o eletrocardiograma, a pressão arterial, a frequência cardíaca e os sintomas que você relatar.

Importante salientar que você estará amparado pela Resolução Nº 466/12 de Ética em Pesquisa Humana caso necessite de assistência imediata emergencial sem ônus de

qualquer espécie e/ou assistência integral prestada para atender complicações e danos decorrentes, direta ou indiretamente a esta pesquisa.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Professor Doutor José Franchini Ramires que pode ser encontrado no endereço: Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44 - Cerqueira César - São Paulo, telefone (11) 3069-5236 / 3069-5310. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Departamento de Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa CAPPesq, Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 225 - Prédio da Administração - 5º andar - CEP 05403-010 - São Paulo – SP, Fone: (11) 2661-6442 ramais 16, 17, 18 e 20 - e-mail: cappesq@hcnet.usp.br.

Não há benefício direto para você, pois trata-se de estudo experimental testando a hipótese de que o coração acompanha o aumento do tamanho de sua coxa e vice-versa. Somente no final do estudo poderemos concluir a presença de algum benefício.

Terá liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo. As informações pessoais de cada participante serão resguardadas, garantindo a confidencialidade, o sigilo e a privacidade de cada um.

Não haverá despesas pessoais para você em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Os dados e o material coletado serão utilizados somente para esta pesquisa.

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim.

Eu discuti com o Professor Doutor José Franchini Ramires sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades

III – Carta de Aprovação do Comitê de Ética



APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **21/05/2014**, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **060/14** intitulado: **“O ESPORTE E O ÍNDICE DE MASSA MUSCULAR CARDÍACA E PERIFÉRICA: PROPORCIONALIDADE DA HIPERTROFIA CARDÍACA E DOS MÚSCULOS PERIFÉRICOS EM ATLETAS”** apresentado pela **COMISSÃO CIENTÍFICA DO INCOR**.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/12).

Pesquisador (a) Responsável: **Jose Antonio Franchini Ramires**

Pesquisador (a) Executante: **Luciano Sencovici**

CEP-FMUSP, 28 de Maio de 2014.



Prof. Dr. Paulo Eurípedes Marchiori
Vice-Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

IV – Orientações de preparo para a ressonância magnética

INFORMAÇÕES E PREPARO

Os preparativos do exame

Antes de fazer o seu exame você receberá um questionário. A precisão nas respostas é vital, porque existem vários aspectos do seu corpo que podem impossibilitá-lo de realizar o exame de RM, como, por exemplo, marcapasso cardíaco. Após preencher o questionário, você poderá discutir todo o procedimento do exame com o técnico e mais uma vez confirmar todas as informações do formulário.

Não é preciso interromper qualquer medicação que você esteja tomando sob orientação médica.

Não se esqueça de fornecer qualquer exame diagnóstico prévio (por exemplo, tomografia computadorizada, ultra-som, radiografia, exames de ressonâncias magnéticas anteriores etc), pois serão úteis para a interpretação do seu exame.

Alguns exames de Ressonância Magnética exigem a administração de um contraste - um líquido que acentua as imagens dos seus órgãos e/ou vasos sanguíneos. Pouco tempo depois do exame o contraste será eliminado do seu corpo através da urina. Em alguns exames é necessária a utilização do contraste de rotina; nos demais casos o médico avalia a necessidade. O ponto principal nos preparativos para um exame de RM é não se preocupar. Ele dura pouco tempo, é indolor e é um excelente método diagnóstico.

O seu exame de Ressonância Magnética

Você será orientado a trocar sua roupa por uma outra fornecida para a realização do exame, pois materiais metálicos, tais como botões, zíper etc. afetam a qualidade das imagens. Por esse motivo também não é permitido entrar na sala de exame portando objetos metálicos, como jóias, próteses metálicas ou cartões magnéticos.

É muito importante que você informe ao médico ou técnico que opera o equipamento se você usa marcapasso, placa de metal, pino ou qualquer outro implante metálico, válvula cardíaca artificial, grampo de aneurisma ou se já foi ferido durante o serviço militar ou se já trabalhou diretamente em contato com metais. Algumas peças metálicas no corpo podem causar desconforto ou mesmo lesão quando em contato com o forte campo magnético do equipamento.

Durante o exame

O técnico o colocará na posição adequada na mesa de RM e um dispositivo chamado de bobina. Esta bobina é usada para receber as imagens do seu corpo

. A seguir, o operador vai movimentar a mesa na qual você está deitado e ela deslizará suavemente para dentro do magneto, onde permanecerá durante todo o exame. O técnico sairá da sala, mas ficará em permanente contato visual com você através de uma janela de vidro e poderá falar com você ou escutá-lo através de um aparelho de comunicação interna. Relaxe e permaneça o mais imóvel possível. Em caso de qualquer desconforto haverá uma campainha para você fazer contato com a equipe. O tempo e o tipo de imagens captadas através da RM variam de acordo com a parte do corpo examinada. A aquisição das imagens produz um barulho parecido com batidas em intervalos regulares, que você ouvirá durante todo o exame. Isto significa que principalmente durante o barulho você deverá permanecer bem imóvel. Se você se mexer a imagem ficará tremida, assim como na fotografia, e será necessário repetir aquela parte do exame. O equipamento dispõe de um fone especial para reduzir o barulho e é possível até mesmo tocar sua música predileta para ouvir durante o exame.

Quando acabar o exame, as imagens da RM serão revistas, seja em filme ou em um monitor, pelo radiologista, que então emitirá um laudo.

APRESENTAR-SE MUNIDO DE:

– Documento de identificação pessoal com foto (RG, Carteira Profissional, etc.)

LOCAL DO EXAME

- Avenida Doutor Enéas de Carvalho Aguiar, 44 - Cerqueira César, São Paulo - SP, 05403-900

- Tel: (11) 2661-5000

CONTATO DO PESQUISADOR

- Prof. Luciano Sencovici

- Rua Dr. Albuquerque Lins, 374 – Ap 113, Santa Cecília, São Paulo – SP, 01230-000

- [Tel:3666-7522](tel:3666-7522) / Cel: 99100-7071

V – Orientações de preparo para o teste ergométrico

RECOMENDAÇÕES PARA O EXAME

- a) NÃO realizar o exame em jejum. Se o exame for agendado pela manhã, alimente-se normalmente (obedecendo as restrições a seguir) e se for agendado à tarde, almoçar até às 11h30 min;
- b) NÃO fumar no dia do exame;
- c) NÃO tomar café, chá e bebidas alcoólicas no dia do exame;
- d) NÃO utilizar soutien com suporte metálico;
- e) NÃO utilizar hidratantes ou sabonetes hidratantes no dia do exame;
- f) EVITAR exercícios intensos e se for possível, procure dormir pelo menos 8 horas à noite;
- g) Comparecer para realização do exame trajando agasalho esportivo ou bermudas e com blusa aberta (roupas leves que permitam conforto ao caminhar);
- h) Comparecer para realização do exame calçando tênis;
- i) NÃO realizar o exame se estiver resfriado, gripado ou com outra ocorrência;
- j) Comparecer para o exame com 15 minutos de antecedência do horário agendado;

APRESENTAR-SE MUNIDO DE:

- Documento de identificação pessoal com foto (RG, Carteira Profissional, etc.)

LOCAL DO EXAME

- Avenida Doutor Enéas de Carvalho Aguiar, 44 - Cerqueira César, São Paulo - SP, 05403-900
- Tel: (11) 2661-5000

CONTATO DO PESQUISADOR

- Prof. Luciano Sencovici
- Rua Dr. Albuquerque Lins, 374 – Ap 113, Santa Cecília, São Paulo – SP, 01230-000
- [Tel:3666-7522](tel:3666-7522) / Cel: 99100-7071

VI - Resultados brutos

Tab. 1 Comparativo das variáveis entre os dois grupos: Dados gerais

NUMERO	IDADE		IMC		FC basal bpm		PA basal mmHg (PAS)		PA basal mmHg (PAD)		Colesterol mg/dL		HDL mg/dL		LDL mg/dL		Triglicídeos mg/dL		Glicose mg/dL		Ureia mg/dL		Creatinina mg/dL		Troponina ng/mL		CKMB ng/mL		CPK U/L		Hemoglobina Glicada %	
																															F	R
	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R
1	33	35	22,04	28,84	65	76	120	130	80	60	159	193	54	35	92	132	64	131	91	93	37	29	1,01	1,2	0,007	0,006	2,15	4,37	263	338	5,1	5,5
2	34	25	25,95	20,75	58	64	120	150	80	80	140	164	61	59	60	82	85	114	93	91	30	28	0,82	1,1	0,009	0,006	2,24	1,41	94	239	4,6	4,6
3	33	23	23,22	27,32	74	80	110	110	80	80	170	109	54	44	106	53	52	60	92	94	38	55	1	1,05	0,006	0,006	1,7	0,76	207	167	4,7	5,1
4	28	33	23,04	32,69	82	65	110	120	80	80	159	174	41	47	106	112	59	73	98	84	35	46	1	0,88	0,006	0,006	1,75	1,01	179	118	5,5	5
5	27	32	22,91	32,08	72	56	130	140	90	80	181	178	60	51	111	109	48	89	96	102	28	27	0,83	1,02	0,006	0,021	0,24	6,5	70	553	4,7	5,1
6	28	29	23,6	30,85	82	87	130	160	90	90	211	174	57	41	143	115	56	89	106	90	48	34	1,31	0,98	0,006	0,077	3,24	4,9	312	527	5,3	5,2
7	31	22	20,73	22,57	81	62	120	130	80	80	190	150	83	66	90	79	84	26	82	92	36	50	0,88	0,97	0,013	0,006	2,5	5,2	73	720	5,1	5,1
8	31	29	20,15	20,34	65	83	110	130	80	80	169	163	59	62	95	87	73	68	93	97	22	37	0,92	1,01	0,006	0,006	3,85	0,18	133	59	5,5	5,1

Tab. 2 Comparativo das variáveis entre os dois grupos na Avaliação Cardiorrespiratória

NUMERO	FC máx bpm		Capacidade Funcinal Máxima (VO ² pico) - L/min		Limiar Anaeróbico %		Capacidade ventilatória	
	F	R	F	R	F	R	F	R
1	184	178	3980	4511	66	67	154,4	137
2	181	190	4523	3941	69	73	127	128
3	184	170	3984	4919	68	64	136	137
4	193	171	4270	5193	61	85	147	132,8
5	190	165	3690	3921	70	75	121	92,6
6	181	183	4201	4169	74	78	135,4	114,1
7	184	181	4282	3475	73	42	126,1	125,9
8	193	190	3425	4162	81	67	95,2	128,4

Tab. 3 Comparativo das variáveis entre os dois grupos na RM de Quadriceps

NUMERO	Área cm2	Área cm2
	F	R
1	159,1	212
2	197,2	200
3	160,5	198,4
4	160,8	230
5	140,3	217,1
6	179,9	191,6
7	160,4	168,9
8	136,2	172,5

Tab. 4	Comparativo das variáveis entre os dois grupos na Ressonância Magnética do Miocárdio																						
NUMERO	Ventrículo Esquerdo										Ventrículo Direito				Átrio Esquerdo		Tronco Pulmonar		Aorta Ascendente				
	Septo cm		ParedeLateral cm		DDF cm		DSF cm		Fração de Ejeção %		Índice de Massa Cardíaca g/cm2		Fração de Ejeção %		Cm		Cm		cm				
	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R			
1	1	0,8	1	0,8	5	5,4	3,7	3,2	60	66	6,65	4,2	61	65	3,5	3,7	2	2,9	3	2,8			
2	0,9	0,6	0,7	0,9	6,3	5,5	4,4	4,1	62	62	5,9	6,16	52	55	3,8	3,3	2,6	2	2,5	2,3			
3	0,9	0,7	0,5	0,7	5,6	7,2	3,4	4	65	54	5,25	4,4	56	58	3	3,3	2	2,2	2,2	3			
4	0,8	1	0,8	1	5,8	6,3	3,3	3,7	66	72	4,8	5,9	68	54	3	4	2,2	2,4	2,4	3,1			
5	0,5	0,7	0,5	0,5	4,9	6,5	2,8	4,1	60	62	4	4,3	53	70	2,1	4,5	2	2,2	2,8	2,9			
6	1	1,1	0,7	0,8	5,4	6	3,5	3,6	54	65	5,2	5,8	58	68	2,4	5,1	2,9	2,8	2,8	3,1			
7	0,9	0,9	1,1	0,8	4,6	5,5	3,3	3,6	60	66	8,1	4,34	60	43	3,5	3,3	2,7	1,9	2,8	1,8			
8	0,9	0,8	0,8	0,7	5,1	5,5	3,6	3,1	61	68	6,1	4,8	55	62	2,2	3	2,4	2,8	2,1	2,5			

NUMERO	Volume cm3	Volume cm3
Sujeito	F	R
1	3425,9853	5085,9067
2	3126,4152	4256,8872
3	3389,2567	4995,6335
4	3559,8874	5702,8543
5	3486,7746	4985,6352
6	2956,2174	5423,2152
7	3112,6983	4265,3256
8	3052,871	4856,3687