
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO
E TECNOLOGIAS
(TECNOLOGIAS NAS DINÂMICAS CORPORAIS)**

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE CAMINHADA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO
SANGUÍNEO SOBRE A ECONOMIA DE CORRIDA EM INDIVÍDUOS ATIVOS**

FELIPE BRUNO DIAS DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias (Área de Concentração: Tecnologias nas Dinâmicas Corporais).

Abril - 2013



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - RIO CLARO**



FELIPE BRUNO DIAS DE OLIVEIRA

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE CAMINHADA COM RESTRIÇÃO DO FLUXO
SANGUÍNEO SOBRE ECONOMIA DE CORRIDA EM INDIVÍDUOS ATIVOS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias (Área de Concentração: Tecnologias nas Dinâmicas Corporais).

ORIENTADOR: PROF. DR. BENEDITO SÉRGIO DENADAI

**Rio Claro
2013**

796.077 Oliveira, Felipe Bruno Dias de
O48ef Efeitos do treinamento de caminhada com restrição do
fluxo sanguíneo sobre a economia de corrida em indivíduos
ativos / Felipe Bruno Dias de Oliveira. - Rio Claro : [s.n.],
2013
76 f. : il., figs., forms., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Benedito Sérgio Denadai

1. Esportes - Treinamento técnico. 2. Fisiologia do
exercício. 3. Potência aeróbia. 4. Capacidade aeróbia. 5.
Hipóxia. 6. Estresse metabólico. I. Título.

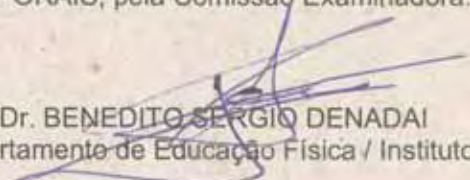
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Efeitos do treinamento de caminhada com restrição do fluxo sanguíneo sobre Índices de aptidão aeróbia

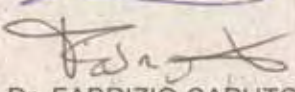
AUTOR: FELIPE BRUNO DIAS DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. BENEDITO SERGIO DENADAI

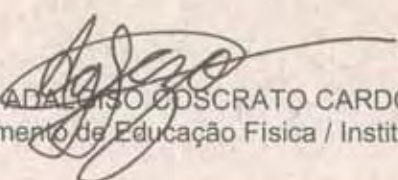
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS, Área: TECNOLOGIAS NAS DINÂMICAS CORPORAIS, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. BENEDITO SERGIO DENADAI

Departamento de Educação Física / Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro


Prof. Dr. FABRIZIO CAPUTO

Centro de Ciências da Saúde e do Esporte / Universidade do Estado de Santa Catarina


Prof. Dr. ADALBERTO COSCRATO CARDOZO

Departamento de Educação Física / Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro

Data da realização: 04 de abril de 2013.

Dedico este trabalho a meus familiares.

AGRADECIMENTOS

À meus pais, por terem me apoiado durante mais esta etapa da minha vida e por terem me passado conhecimento tão importante quanto ao que obtive profissionalmente durante o mestrado, conhecimento sobre a vida, os quais também foram passados a eles por meus avós, ajudando a me tornar quem sou hoje.

Ào professor Denadai, por ter me aceito como orientando, não apenas no mestrado, mas dès da graduação em 2009. Lembro do primeiro dia em que fui em sua sala e de uma frase que disse que resumiu bem nossa conversa "...muitos alunos vem aqui me procurar, mas poucos acabam ficando...". Desse dia, até hoje, só tenho a agradecer por tudo que aprendi com ele tanto da parte científica quanto da experiência profissional, sendo que este último não se encontra em livros. E se existe algo que nunca vou esquecer é "...o fácil já foi feito!".

Ào Leonardo e Thiago, que por todo esse período, foram mais do que simplesmente parceiros de laboratório, mas, amigos, irmãos e conselheiros. Que apesar do desgaste da convivência diária, sempre estiveram junto comigo. Espero poder sempre contar com esta amizade da mesma forma que eles sempre poderão contar com a minha, seja dentro ou fora do ambiente profissional.

À professora Camila, todos os membros do Laboratório de Avaliação da Performance Humana e do Laboratório de Estudos de Esportes de Endurance, pela troca de conhecimentos e pela amizade que guardarei com muito carinho.

À Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", todos os voluntários e pessoas que tornaram possível a realização deste projeto.

“O conhecimento torna a alma jovem e diminui a amargura da velhice. Colhe, pois, a sabedoria. Armazena suavidade para o amanhã.” (LEONARDO DA VINCI).
(CLARET, CARVALHO, BRUNO, 1985, p.64)

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos de um protocolo de 28 sessões de treinamento de caminhada de 20 minutos com restrição do fluxo sanguíneo (RFS) dos membros inferiores, organizadas dentro de 4 semanas, sobre índices de aptidão aeróbia. Participaram do estudo 18 voluntários aparentemente saudáveis e sem experiência recente (6 meses) com treinamento resistido ou aeróbio, que foram divididos em: grupo de treinamento de caminhada sem RFS (GT) ($23,2 \pm 2,8$ anos, $70,1 \pm 7,6$ Kg, $176,2 \pm 6,9$ cm, $N = 9$) e grupo de treinamento de caminhada com RFS (GTR) ($23,6 \pm 5,8$ anos, $73,2 \pm 10$ Kg, $175,6 \pm 6,1$ cm, $23,8 \pm 3,1$ N = 9), sendo que os valores iniciais de consumo máximo de oxigênio de cada grupo foram similares (GT: $45,3 \pm 4,7$ ml·Kg⁻¹·min⁻¹; GTR: $49 \pm 5,1$ ml·Kg⁻¹·min⁻¹). O GT realizou o mesmo número de sessões de caminhada em esteira sem RFS na mesma intensidade relativa (% do consumo de oxigênio) do que o GTR que caminhou com RFS (30-35% do consumo máximo de oxigênio). Os resultados mostraram que não houve alterações para nenhuma das variáveis aeróbias (consumo máximo de oxigênio, intensidade do consumo máximo de oxigênio e limiar de lactato), neuromusculares (pico de torque, taxa de desenvolvimento de força absoluta ou relativa, *stiffness* e eletromiografia) e biomecânicas (amplitude e frequência de passada) após o treinamento, apesar da área de secção transversa musculo-osso ter aumentado (4,4%), provavelmente devido ao acúmulo de metabólitos observado nas sessões de caminhada do GTR. Este tipo de protocolo de caminhada não mostrou ser suficiente para gerar alterações cardiorrespiratórias importantes e também este aumento da hipertrofia, não foi suficiente pra alterar as variáveis neuromusculares. Sendo que todas as variáveis citadas interferem na economia de corrida, fica claro que este tipo de treinamento e com esta duração, não ocasiona melhoras na economia de corrida.

Palavras chave: Potência aeróbia, capacidade aeróbia, hipóxia, estresse metabólico.

ABSTRACT

The main of the present study was investigate the effects of a 28 walking training sessions protocol with blood flow occlusion (RFS) of the lower limbs, arranged within 4 weeks, on aerobic fitness indexes. Participated in this study 18 apparently healthy volunteers without recent experience (6 months) in resistance or aerobic training, which were divided in: walking training group without RFS (GT) ($23,2 \pm 2,8$ years, $70,1 \pm 7,6$ Kg, $176,2 \pm 6,9$ cm, $N = 9$) and walking training group whit RFS (GTR) ($23,6 \pm 5,8$ anos, $73,2 \pm 10$ Kg, $175,6 \pm 6,1$ cm, $23,8 \pm 3,1$ N = 9), whit similar values of maximum oxygen consumption between groups (GT: $45,3 \pm 4,7$ ml·Kg⁻¹·min⁻¹; GTR: $49 \pm 5,1$ ml·Kg⁻¹·min⁻¹). The GT performed the same number of treadmill walking sessions without RFS at the same relative exercise intensity (% of oxygen uptake) as the GTR, which will walk whit RFS (30-35% of maximal oxygen uptake). The results showed no alterations for any of the aerobic variables (maximal oxygen uptake, maximal oxygen uptake intensity and lactate threshold), neuromuscular (torque peak, absolute and relative rate of force development, stiffness and electromyography) and biomechanics (stride frequency and length) post training, despite the muscle-bone cross sectional area had increased (4,4%), probably due to the metabolic accumulation observed during the walking training sessions of GTR. This walking protocol type did not show to be sufficient to make important cardiorespiratory changes and so this increase in hypertrophy was not sufficient to change neuromuscular variables. Once all cited variables interfere in running economy, it is made clear this training type and duration does not improve running economy.

Keywords: Aerobic power, aerobic capacity, hypoxia, metabolic stress.

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Delineamento experimental.....	29
Figura 2. A - Dados de torque durante os primeiros 250 ms de uma CVM isométrica de extensão do joelho, formando uma curva torque-tempo. • Início da contração estipulado a partir de 2,5% da diferença entre o pico de torque e o a linha de base da contração. B - Dados de valores de TDF calculados a cada 10 ms, durante primeiros os 250ms da contração, formando a curva taxa de desenvolvimento de força (TDF)-tempo.....	36
Figura 3. A - Ajuste polinomial sobre a curva torque-tempo e a inclinação da reta segundo o maior coeficiente angular. B - Curva <i>stiffness</i> -ângulo	38
Figura 4. Valores médios \pm DP da progressão do consumo de oxigênio (VO_2) (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e coeficiente respiratório (R) (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado), durante as 4 semanas de treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. ** $p \leq 0.05$, VO_2 da semana 4 GT maior que da semana 1 e 2 GT (N = 18; GT = 9 - GTR = 9)	41
Figura 5. Valores médios \pm DP da escala de percepção subjetiva de esforço de BORG) (PSE) (N = 18; GT = 9 - GTR = 9) (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e concentração de lactato sanguíneo ([La]) (N = 13; GT = 5 - GTR = 8) (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado), durante as 4 semanas de treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. * $p \leq 0.01$, PSE de todas as semanas do GTR são maiores do que as respectivas semanas do GT; # $p \leq 0.05$, [La] da semana 3 e 4 do GTR maior que as respectivas semanas do GT.....	42
Figura 6. Valores médios \pm DP das alterações do consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}) (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e economia de corrida (EC) (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado) pré e pós treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9)	43

- Figura 7.** Valores em média \pm DP das alterações da intensidade do consumo máximo de oxigênio (IVO_{2MAX}) (N = 18; GT = 9 - GTR = 9 (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e limiar de lactato (LL) (N = 13; GT = 5 - GTR = 8 (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado) pré e pós treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo 44
- Figura 8.** Valores médios \pm DP das alterações da amplitude de passada (AP) (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e da frequência de passada (FP) (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado) pré e pós treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9) 45
- Figura 9.** Valores médios \pm DP das alterações do pico de torque dos extensores do joelho (PT_{EJ}), flexores do joelho (PT_{FJ}) pré (GT, barra branca rachurada; GTR, barra branca) e pós (GT, barra preta rachurada; GTR, barra preta) treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9) 46
- Figura 10.** Valores médios \pm DP das alterações do pico da taxa de desenvolvimento de força dos extensores do joelho (TDF_{EJ}), flexores do joelho (TDF_{FJ}) pré (GT, barra branca rachurada; GTR, barra branca) e pós (GT, barra preta rachurada; GTR, barra preta) treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9) 47
- Figura 11.** Valores médios \pm DP das alterações do pico da taxa de desenvolvimento de força relativa dos extensores do joelho ($TDFR_{EJ}$), flexores do joelho ($TDFR_{FJ}$) pré (GT, barra branca rachurada; GTR, barra branca) e pós (GT, barra preta rachurada; GTR, barra preta) treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9) 48
- Figura 12.** Valores de RMS do PT do vasto lateral (VL), reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), semitendinoso (ST), pré e pós treinamento em todos os movimentos articulares testados. Valores expressos em mediana, quartis e mínimo e máximo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9) 49

Figura 13. Valores de RMS da TDF do vasto lateral (VL), reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), semitendinoso (ST), pré e pós treinamento em todos os movimentos articulares testados. Valores expressos em mediana, quartis e mínimo e máximo. (n = 18; GT = 9 - GTR = 9) 50

LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
Tabela 1. Protocolo de treinamento durante a primeira semana	31
Tabela 2. Protocolo de treinamento durante as semanas dois, três e quatro	32
Tabela 3. Valores médios \pm DP da pressão de oclusão (PO) utilizada no treinamento. N = 9	32
Tabela 4. Protocolo de treinamento do grupo sem restrição vascular	32
Tabela 5. Valores médios \pm DP do <i>stiffness</i> músculo-tendíneo (STIFF) e da área de secção transversa músculo-osso da coxa (ST _C) do grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo (GT) e do grupo de treinamento de caminhada com restrição do fluxo sanguíneo (GTR) no pré e pós treinamento (N = 18; GT = 9 - GTR = 9)	51

LISTA DE FÓRMULAS

	PÁGINA
<p>(1). $TDF = (TQ_F - TQ_I) / (TP_F - TP_I)$ 35</p> <p>onde : TQ_I é um valor fixo de torque que representa o início da contração conforme descrito acima e equivale ao ponto TP_I (0 ms) que também é um valor fixo de tempo. Já o TQ_F representa qualquer valor de torque que esteja presente no ponto TP_F (ms) escolhido para o cálculo.</p>	35
<p>(2). $TDFR = (\%TQ_F - \%TQ_I) / (TP_F - TP_I)$..... 36</p> <p>onde: $\%TQ_F$ e $\%TQ_I$ são percentuais dos valores de TQ_F e TQ_I em relação ao PT da contração, e são calculados exatamente nos mesmos pontos TP_F e TP_I utilizados para o calculo da TDF.</p>	36
<p>(3). $T(\theta) = m\theta^4 + n\theta^3 + o\theta^2 + p\theta + q$</p> <p>onde: T é o torque, θ é o ângulo e m, n, o, p, q são constantes experimentais 37</p>	37
<p>(2). $T'(\theta) = 4m\theta^3 + 3n\theta^2 + 2o\theta + p$</p> <p>onde: T é o torque, θ é o ângulo e m, n, o, p, q são constantes experimentais 37</p>	37
<p>(3). $ST = \pi \cdot [r - (TA_A + TA_P)/2]^2$</p> <p>onde: r é o raio calculado da C..... 40</p>	40

LISTA DE ABREVIATURAS

- [La]** - Concentração de lactato sanguíneo
- 1RM** - Uma repetição máxima
- Ag/AgCl** - Prata/ Cloreto de Prata
- Akt** - Proteína Akt
- AMP** - Monofosfato de adenosina
- AP** - Amplitude de Passada
- BF** - Bíceps femoral (cabeça longa)
- C** - Circunferência da coxa
- CVM** - Contração voluntária máxima
- CPM** - Cadeia pesada da miosina
- EC** -Economia de corrida
- EMG** - Atividade eletromiográfica
- ER** - Exercício resistido
- FP** - Frequência de passada
- GH** - *Growth hormone*
- GL** - Gastrocnêmio lateral
- GM** - Gastrocnêmio medial
- GT** - Grupo de treinamento de caminhada sem restrição vascular
- GTR** - Grupo de treinamento de caminhada com restrição vascular
- H⁺** - Íon de Hidrogênio
- IT** - Intensidade do treinamento
- IVO_{2MAX}** - Intensidade do consumo máximo de oxigênio
- K⁺** - Íon de Potássio
- LL** - Limiar de lactato
- MCT-1 e MCT-4** - Monocarboxylate transporter 1 e 4
- mRNA** - *Messenger ribonucleic acid*
- MSTN** - Miostatina
- mTOR** - *mammalian target of rapamycin*
- p70S6K1** - p70S6 kinase 1
- PAS** - Pressão arterial sistólica real
- PAS_T** - Pressão arterial sistólica de treino
- PI3K** - Phosphatidylinositol 3 kinase

PO - Pressão de oclusão

PSE - Percepção subjetiva de esforço

PT - Pico de torque

PT_{EJ} - Pico de torque dos extensores do joelho

PT_{FJ} - Pico de torque dos flexores do joelho

R - Coeficiente respiratório

RF - Reto femoral (RF)

RFS - Restrição do fluxo sanguíneo

RMS - *Root mean square*

RMS_{MAX} - *Root mean square* máxima

SMT - Semitendinoso

SOL - Sóleo

ST - Área de secção transversa músculo-osso

ST_C - Área de secção transversa músculo-osso da coxa

STIFF - *Stiffness*

TA_A - Tecido adiposo da região anterior

TA_P - Tecido adiposo da região posterior

TDF - Taxa de desenvolvimento de força

TDFR - Taxa de desenvolvimento de força relativa

TDFR_{EJ} - Taxa de desenvolvimento de força relativa dos extensores do joelho

TDFR_{FJ} - Taxa de desenvolvimento de força relativa dos flexores do joelho

TIB - Tibial

TR - Treinamento resistido

UM - Unidades motoras

VL - Vasto lateral (VL)

VS - Volume sistólico

VO_{2MAX} - Consumo máximo de oxigênio

VO₂ - Consumo de Oxigênio

SUMÁRIO

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVO	19
2.1 Objetivo geral.....	19
2.2 Objetivo específico	19
3. REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1. Adaptações ao treinamento com RFS	20
3.1.1. Adaptações neuromusculares	20
3.1.2. Adaptações cardiovasculares	22
3.2. Fatores que influenciam a EC.....	23
3.2.1. Aspectos estruturais neuromusculares	24
3.2.2. Adaptações cardiovasculares	25
4. JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE	27
5. MATERIAL E MÉTODOS	28
5.1. Sujeitos	28
5.1.1. Critérios de inclusão e exclusão no estudo	28
5.2. Delineamento experimental	29
5.3. Adaptação aos testes e equipamentos	30
5.4. Pressão arterial sistólica de treino (PAS _T)	30
5.5. Treinamento.....	31
5.6. Determinação do consumo máximo de oxigênio (VO _{2MAX}), intensidade do VO _{2MAX} (IVO _{2MAX}), do limiar de lactato (LL)	33
5.7 Determinação da intensidade de treinamento (IT)	33
5.8. Teste para determinação de economia de corrida (EC) e análise cinemática do movimento.....	34
5.9. Teste de contração voluntária máxima (CVM) para determinação do pico de torque isométrico (PT) e do pico da taxa de desenvolvimento de força (TDF) e taxa de desenvolvimento de força relativa (TDFR)	34
5.10. Avaliação do <i>stiffness</i> passivo (STIFF) dos flexores plantares	36
5.11. Sinal eletromiográfico e “ <i>root mean square</i> ” (RMS) do PT, TDF e STIFF	38
5.12. Ultrassonografia muscular	39
5.13. Análise estatística	40

6. RESULTADOS	41
6.1. Intensidade do Treinamento	41
6.2. VO_{2MAX} , IVO_{2MAX} , EC e LL.....	43
6.3. Cinemática.....	45
6.4. PT e TDFR.....	46
6.5. RMS.....	49
6.6. Stiffness Musculo-tendineo e Area de Secção Transversa Musculo-Osso.....	41
7. DISCUSSÃO	52
8. CONCLUSÃO	58
9. REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE I - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	70
ANEXO I - Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q).....	73
ANEXO II - Questionário Médico.....	74
ANEXO III - Modelo Clínico de Wells et al (2000) e Wells et al. (2003)	76

1. INTRODUÇÃO

Os benefícios obtidos através de um treinamento físico são dependentes da combinação entre intensidade, volume e frequência deste treinamento, sendo proporcionais ao estímulo e ao nível de treinabilidade do indivíduo. Segundo o AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2011) para a melhora da aptidão cardiorrespiratória de indivíduos iniciantes ou intermediários ao treinamento aeróbio, é necessária uma intensidade de treinamento moderada, baseando no consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}) o equivalente a 40 - 60% VO_{2MAX} , com um volume de exercício igual ou superior a 150 minutos por semana. Já para que ocorram ganhos de força também em indivíduos iniciantes ou intermediários ao treinamento resistido (TR), é necessário que o exercício seja realizado com cargas entre 60 e 70% de uma repetição máxima (1 RM). Do mesmo modo, para que ocorram ganhos de hipertrofia muscular é necessário que se utilize cargas entre 70 e 85% 1 RM (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

Há uma década, pesquisadores japoneses patentearam um método de treinamento que gera oclusão parcial do fluxo sanguíneo para os membros (inferiores ou superiores) durante o exercício (SATO, 2005). Conhecido e patentado como “KAATSU Training”, esta técnica envolve a utilização de um aparelho de pressão, similar a um esfigmomanômetro, que é posicionado na porção proximal dos membros a serem exercitados e inflado, causando a diminuição do fluxo sanguíneo para os mesmos.

Interessantemente, vários estudos têm encontrado aumentos significantes de força e hipertrofia com TR de baixa intensidade (20 - 50% 1RM) quando associado à restrição do fluxo sanguíneo (RFS) (ABE et al., 2005b; ABE et al., 2005c; MADARAME et al., 2008; TAKARADA; SATO; ISHII, 2002; TAKARADA; TSURUTA; ISHII, 2004), sendo inclusive, aumentos hipertróficos similares a obtidos por treinamento resistido de alta intensidade (80% 1RM) (KARABULUT et al., 2010; KUBO et al., 2006a; TAKARADA et al., 2000b).

Da mesma forma que os treinos de força, porém com uma menor magnitude, alguns estudos com treinamento de caminhada (3 - 6 km/h) com RFS ($\leq 40\% VO_{2MAX}$) também têm mostrado ganhos de força e hipertrofia (ABE; KEARNS; SATO, 2006; ABE et al., 2009; ABE et al., 2010; BEEKLEY; SATO; ABE, 2005; OZAKI et al., 2011).

Interessantemente, estímulos de caminhada com RFS são capazes de gerar alterações cardiorrespiratórias importantes durante a sessão de exercício, como aumento do VO_2 , aumento da pressão arterial (PA), aumento da frequência cardíaca (FC) e redução do volume sistólico (VS) (ABE et al., 2006; PARK et al., 2010; RENZI; TANAKA; SUGAWARA, 2010; SAKAMAKI et al., 2008). Já intervenções longitudinais de caminhada com RFS também têm encontrado, apesar de poucas e conflitantes evidências (ABE et al., 2010), alterações cardiovasculares como, redução da frequência cardíaca, aumento do volume sistólico e aumento do VO_{2MAX} (PARK et al., 2010; OZAKI et al., 2011), sendo esta última um importante índice de aptidão aeróbia. Adaptações como estas ocasionadas pela RFS podem interagir de diversas formas no desempenho funcional e/ou esportivo de diferentes populações.

Outro importante índice de aptidão aeróbia, mais especificamente de performance, é a economia de corrida (EC). Definida como a quantidade de energia (i.e., $VO_2 - ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) consumida para a realização de determinada intensidade (velocidade) submáxima de corrida (MORGAN; CRAIB, 1992; PATTE et al., 1992), é conhecida por melhor predizer o desempenho de atletas de elite do que o VO_{2MAX} (MORGAN; MARTIN; KRAHENBUHL, 1989), uma vez que estes atletas podem apresentar VO_{2MAX} similares, tendo entretanto, rendimentos aeróbios diferentes (CONLEY; KRAHENBUHL, 1980; MORGAN et al., 1991).

Assim como outros índices aeróbios, a EC pode ser melhorada com o treinamento físico e/ou com algumas intervenções. As principais estratégias até então utilizadas para este fim são o treinamento de força máxima (JOHNSTON et al., 1997; McCARTY et al., 1995; MILLET et al., 2002; STØREN et al., 2008), pliometria (PAAVOLAINEN et al., 1999; SAUNDERS et al., 2006; TURNER; OWINGS; SHWANE, 2003; SPURRS; MURPHY; WATAFORD, 2003) e exposição a altitudes elevadas ou câmaras hipobáricas de hipóxia (KATAYAMA et al., 2003; KATAYAMA et al., 2004; SAUNDERS et al., 2004b; SAUNDERS et al., 2009; NEYA et al., 2007), associadas ao treinamento de corrida. Embora se conheçam as diversas adaptações geradas pelos treinamentos resistidos (hipertrofia de fibras do tipo IIA) e de caminhada (aumento da potência aeróbia) com RFS, as quais podem contribuir para a melhora da EC, para o nosso conhecimento não há estudos que tenham investigado estes possíveis efeitos do treino de caminhada com RFS sobre a EC.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi analisar a influência de um protocolo de treinamento de quatro semanas de caminhada com RFS sobre a aptidão aeróbia de indivíduos saudáveis ativos.

2.2 Objetivos específicos

Especificamente objetivou-se investigar a influência de um protocolo de treinamento de caminhada com RFS sobre o VO_{2MAX} , EC e resposta de lactato ao exercício. Foi objetivo também analisar os efeitos deste treinamento sobre o pico de torque isométrico (PT), taxa de desenvolvimento de força (TDF), área de secção transversa músculo-osso (ST) e *stiffness* músculo-tendíneo (STIFF).

3. REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão está organizada em dois tópicos principais: adaptações ao treinamento com RFS e fatores que influenciam a EC.

3.1. Adaptações ao treinamento com RFS

3.1.1. Adaptações neuromusculares

Adaptações neuromusculares têm sido encontradas com curto período de TR utilizando RFS, como demonstrado por Abe et al. (2005b), que com apenas 2 semanas (24 sessões - 3x15, série x repetições - 20% 1RM), encontraram aumento de força (16,8 - 22%) e hipertrofia (8,5%). Já Abe et al. (2005a), com apenas 8 dias de treino (16 sessões - 3x15, série x repetições - 20% 1RM), encontraram adaptações um pouco menores de força (10%) e hipertrofia (4,5%). Takarada et al. (2002) também com 16 sessões distribuídas em 8 semanas de treino mas utilizando cargas maiores (4 séries até exaustão - 50% 1RM) encontraram aumento da força (14%) e hipertrofia (15%), assim como Madarame et al. (2008) que após 10 semanas (20 sessões - 3x10 série x repetições - 50% 1RM) encontraram aumento das mesmas variáveis (força - 20%; hipertrofia - 10%).

Os estímulos provenientes do exercício resistido (ER) com RFS são principalmente a redução da concentração de oxigênio local devido a dificuldade do retorno venoso e conseqüentemente ao acúmulo de metabólitos (H^+ , K^+ , AMP, lactato) (FUJITA et al., 2007; KARABULUT et al., 2011; SUGA et al., 2009; TAKANO et al., 2005; TANIMOTO; MADARAME; ISHII, 2005; YASUDA et al., 2010), que possuem papel importante na regulação vascular e hormonal.

Um das respostas mais observadas em decorrência a hipóxia e ao baixo pH muscular são os aumentos da secreção do hormônio do crescimento (GH) nos minutos seguintes ao término do ER com RFS. Takarada et al. (2000a) encontraram um aumento de ~290 vezes da concentração basal de GH, após uma sessão de ER com RFS (5 séries - 20% 1RM). Já Reeves et al. (2006) também encontraram aumento, embora sensivelmente menor (~41 vezes o valor basal), de GH após uma sessão de ER com RFS (3 séries - 30% 1RM). Grupos musculares com menor área de secção transversa determinam menor estresse metabólico (i.e., menor lactato e

H⁺) e provavelmente menor aumento do GH. Vários outros pesquisadores também encontraram aumento da concentração de GH após ER (FUJITA et al., 2007; MADARAME et al., 2008; PIERCE et al., 2006; TAKANO et al., 2005; TANIMOTO; MADARAME; ISHII, 2005) e treinamento de caminhada com RFS (ABE et al., 2006). A modulação deste aumento parece depender do reflexo metabólico, ou seja, do estímulo dos nervos aferentes III e IV por meio metaborreceptores (VICTOR; SEALS, 1989).

Além da expressão hormonal, a facilitação das vias de sinalização da *mammalian target of rapamycin* (mTOR) (PI3K - Akt - mTOR - p70S6K1) parece ser fundamental para que ocorra a translação do mRNA e subsequente síntese protéica. Mais recentemente, alguns estudos observaram que o TR com RFS aumenta a fosforilação destas proteínas (FUJITA et al., 2007; FRY et al., 2010; GUNDERMAN et al., 2012). Apesar de apenas Fujita et al. (2007) não terem encontrado aumento da sinalização da mTOR, encontraram da S6K1 que é a proteína subsequente da mTOR, ou seja, também mostrando o aumento da sinalização para a síntese protéica, pós estímulo com RFS.

A expressão gênica também vem sendo estudada com TR e RFS, com é o caso da miostatina (MSTN), que é uma proteína conhecida por ser um regulador negativo da síntese protéica, dificultando o aumento da massa muscular. Primeiramente Kawada e Ishii (2005) encontraram redução da expressão de miostatina em ratos após a utilização de treinamento com RFS. Já Drummond et al. (2008) encontraram de forma aguda a redução da expressão da miostatina após uma sessão de exercício resistido (4 séries - 20% 1RM) em humanos. Mais recentemente, Laurentino et al. (2012) encontraram após 8 semanas de TR com RFS (20% 1RM), diminuição da expressão de miostatina de forma crônica. Todos estes fatores somados evidenciam os possíveis fatores que explicam os ganhos de hipertrofia com o treinamento de RFS.

Além da hipertrofia, aumentos de força após TR com RFS, podem ocorrer por alterações neurais, pois a hipóxia e o estresse metabólico podem modificar o recrutamento de unidades motoras (UM). Isto parece ocorrer devido a ativação de metaborreceptores periféricos, que estimulando a via simpática nervosa, aumentam o recrutamento de UM do tipo II (MORITANI et al., 1992; TAKARADA et al., 2000b; WERNBOM et al., 2008; YAMADA et al., 2004; YASUDA et al., 2012). Este maior recrutamento tem sido proposto com base no aumento da atividade eletromiográfica

(EMG) durante a oclusão do fluxo sanguíneo (TAKARADA et al., 2000a), apesar de alguns estudos não terem encontrado este aumento, provavelmente pelo tipo de exercício utilizado não ter intensidade o suficiente para que isto ocorra (KARABULUT et al., 2006), ou o protocolo utilizado não ter sido adequado para diferenciar condição experimental e controle (WERNBOM, et al. 2009).

Entretanto, o TR com RFS não parece ser eficiente em gerar adaptações do complexo tendão-aponeurose, uma vez que Kubo et al. (2006a) não encontraram aumento do *stiffness* após o protocolo de TR com RFS. Apesar do aumento da [La] ser um importante estimulador da produção de colágeno (KLEIN et al., 2001), o aumento do *stiffness* parece ser mais influenciado pelo estresse gerado no tendão durante o exercício (KUBO et al. 2006a).

3.1.2 Adaptações cardiovasculares

Agudamente, a utilização do método de RFS gera importantes alterações cardiovasculares (LIDA et al., 2007). Devido a restrição de fluxo, o retorno venoso é reduzido, diminuindo o volume sistólico e por conseqüência, ocorre aumento da frequência cardíaca para suprir a demanda de oxigênio. Juntamente com estas alterações, o estresse metabólico pode gerar um reflexo pressórico aumentado (aférentes III e IV), elevando a pressão arterial. Esses efeitos ocorrem de forma mais acentuada durante o exercício, tanto de caminhada como no TR com RFS (RENZI; TANAKA; SUGAWARA, 2010; TAKANO et al., 2005).

Contudo, apesar destas alterações não serem desejadas cronicamente, exercícios com RFS já se mostraram eficientes em aumentar a circulação sanguínea (FAHS et al., 2012; PATTERSON; FERGUSON, 2010) e diâmetro arterial (HUNT; WALTON; FERGUSON, 2012) no membro treinado. Mais recentemente, Larkin et al. (2012) mostraram que uma sessão de TR com RFS pode aumentar a expressão do gene de angiogênese, o que talvez levasse ao aumento da densidade capilar como observado por Sundberg et al. (1994) após 4 semanas de treinamento de longa duração com RFS.

Enquanto as adaptações neuromusculares com o TR de RFS estão bem documentadas, as alterações com treinamento de caminhada com RFS e as alterações cardiovasculares e metabólicas resultantes dos dois tipos de treinamento ainda não foram muito estudadas. Por exemplo, em relação ao VO_{2MAX} , que é

considerado o padrão ouro da avaliação da potência aeróbia (DENADAI, 2000), poucos estudos abordaram este índice em função do treino com RFS (ABE; KEARNS; SATO, 2006; ABE et al., 2010; PARK et al., 2010). Abe et al. (2006) realizaram três semanas de treinamento de caminhada com RFS em sujeitos ativos e encontraram ganhos de força (7,4% - 8,3%), hipertrofia (5,7 - 7,6%) e observaram que a partir da terceira série do treino (5 séries de 2 minutos à 3 km/h) o consumo de oxigênio passou a ser maior para o grupo com RFS. Porém, não foi observado o efeito crônico do treinamento no VO_{2MAX} . Abe et al. (2010) realizaram seis semanas de treinamento de caminhada com RFS (20 minutos contínuos à 4 km/h) e encontraram aumento da força isométrica para os extensores do joelho (18,8%) e hipertrofia (5,1% - 5,8%), mas não no VO_{2MAX} . Park et al. (2010) realizaram duas semanas de treinamento de caminhada com RFS em atletas de basquetebol (5 séries de 3 minutos à 6 km/h e 5% de inclinação da esteira) mas com a intensidade do exercício mais elevada (40% VO_{2max}) em relação ao estudo de Abe et al. (2010). Os resultados obtidos não mostraram ganhos de força ou hipertrofia, o que talvez possa ser explicado pelo fato dos sujeitos serem atletas e treinarem exercícios resistidos regularmente. Porém, mostraram que o grupo com RFS aumentou tanto o VO_{2MAX} (11,6%) quanto o volume sistólico (VS) (21,4%). Assim, o aumento do VS pode ser um dos fatores pelos quais existiu incremento do VO_{2MAX} . Por outro lado, para o nosso conhecimento, nenhum estudo analisou os efeitos do treino com RFS sobre a resposta do lactato ao exercício (p.ex., limiar de lactato – LL). O LL é considerado padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbia (DENADAI, 2000), sendo sua melhora com treino dependente das alterações periféricas de ordem metabólica (p.ex., capilarização, densidade mitocondrial e expressão das proteínas mitocondriais - MCT-1 e MCT-4) (BERGMAN et al. 1999; DUBOUCHAUD et al. 2000) e neuromuscular (adaptações nos tipos de fibra muscular) (MARCINIK et al., 1991). Modelos de estudo com oclusão têm verificado aumento da capilarização muscular (EVANS et al., 2010) e da área e do percentual de fibras do tipo I (EIKEN et al., 1991).

3.2. Fatores que influenciam a EC

A EC pode ser influenciada por diferentes fatores, sendo que alguns podem ser modificados pelo treinamento físico (DENADAI et al., 1996; SAUNDERS et al.,

2004). Baseando-se apenas nos fatores treináveis, há principalmente duas condições importantes que são discutidas a seguir.

3.2.1 Aspectos neuromusculares

Os ganhos na EC após TR parecem estar principalmente relacionados com o aumento da capacidade de gerar força rapidamente e manter pouco contato com o solo, através de adaptações neurais (recrutamento de fibras) e estruturais (tipo de fibra e *stiffness* do tendão). Estas adaptações comumente ocorrem de forma simultânea (MILLET et al., 2002; STØREN et al., 2008).

Hickson et al. (1988) após 10 semanas de TR e de corrida encontraram ganhos de hipertrofia e maior atividade neural muscular, não verificando entretanto, alterações do VO_{2MAX} . Porém, a *performance* de endurance de curta distancia (4-8 minutos) melhorou, indicando uma possível melhor EC. Já Millet et al. (2002) encontraram melhora da EC em triatletas após 14 semanas de TR e de corrida, sem o aumento do VO_{2MAX} , com ganhos de força máxima, potência muscular e *stiffness*.

Treinos isométricos podem aumentar o *stiffness* do tendão da articulação trabalhada, diminuindo o tempo para que a reação músculo-tendão-osso ocorra após o início da contração muscular (KUBO et al., 2006b). Fletcher, Esau e Macintosh (2010) após 8 semanas de treinamento isométrico a 80% de 1RM do tríceps sural, encontraram melhora da EC, correlacionando este ganho ao aumento do *stiffness* do tendão do músculo tríceps sural.

De fato, existem correlações positivas entre o *stiffness* e a EC (DUMKE et al., 2010), principalmente o *stiffness* do tríceps sural (HUNTER et al., 2011), que além desta característica deve apresentar uma maior capacidade de gerar força máxima (45% - 100% da contração voluntária máxima) durante a fase de impulsão para também auxiliar na EC (ARAMPATZIS et al., 2006).

Os treinamentos pliométricos aumentam principalmente a potência muscular (KENT et al., 1992; POTTEIGER et al., 1999), afetando o ciclo alongamento-encurtamento e conseqüentemente, diminuindo o tempo de contato com o solo, podendo melhorar a EC. De fato, Turner, Owings e Schwane (2003) encontraram melhora da EC após 6 semanas de treinamento pliométrico, assim como Saunders et al. (2006) após 9 semanas.

Além das variáveis comumente analisadas para força explosiva (p.ex., altura de salto), uma importante medida de avaliação para esta condição é TDF (AAGAARD et al., 2002). Spurss et al. (2003) e Støren et al. (2008) com treinamentos de pliometria (6 semanas) e força (8 semanas), respectivamente, encontraram aumentos de *stiffness*, TDF e conseqüentemente da EC. Também Støren et al. (2008) mostraram uma correlação positiva entre TDF e EC ($R^2 = 0,26$, $p < 0,05$).

Treinamento resistido explosivo concorrente ao treinamento aeróbio de atletas de corrida, também melhora a economia de corrida, como observado por Paavolainen (1999) após 9 semanas de treinamento pliométrico com movimentos similares a corrida, como saltos, *sprint* de curta distância, mas também *leg press* e *leg curl* com movimentos rápidos e cargas menores de 40% de 1RM. Já para períodos de treino menores (4 semanas), Guglielmo, Greco, Denadai (2009) observaram que TR de alta intensidade (90% 1 RM) é mais eficiente do que o TR feito de modo explosivo (70% 1 RM), quando feito de forma concorrente ao treinamento aeróbio de atletas de corrida, uma vez que apenas o grupo que treinou com alta intensidade melhorou a economia de corrida.

Treinamento resistido tem como característica a mudança do tipo de fibra muscular em direção a fibras do tipo IIA (AAGAARD et al, 2001; ANDERSEN et al., 2010). Apesar deste tipo de fibra apresentar maior capacidade de contração rápida, ela também é mais econômica do que a do tipo IIB. Desta forma, o treino de força, ao alterar a contribuição percentual dos diferentes tipos de fibra, pode melhorar a EC (KIROLAYNEN et al., 2003).

3.2.2. Adaptações cardiovasculares

Existem associações entre frequência cardíaca, ventilação pulmonar e volume sistólico com EC. Segundo Bailey e Pate (1991), reduções no VO_2 do miocárdio podem induzir uma melhora na EC, por uma melhor relação entre frequência cardíaca e volume sistólico. Na mesma linha, Pate et al. (1992) verificaram relações positivas entre menores valores de frequência cardíaca e ventilação pulmonar com uma melhor EC. Estas adaptações devem-se ao fato de gerar um menor trabalho cardíaco e respiratório e por conseqüência, um menor gasto energético.

Apesar do VO_{2MAX} não ser o melhor índice de predição da performance aeróbia, existe uma correlação positiva entre seus valores e a EC. Pate et al. (1992) e Morgan e Daniels (1994) encontraram correlações significantes entre o VO_{2MAX} e o VO_2 submáximo durante a corrida ($r=0,26$, $p<0,001$ e $r=0,59$ $p<0,01$, respectivamente). Porém, não é necessário que o treinamento aeróbio aumente o VO_{2MAX} para melhorar a EC. Ortiz et al. (2003) com apenas 4 semanas de treinamento aeróbio (100% intensidade do VO_{2MAX} - IVO_{2MAX}), observaram melhoras no limiar de lactato, IVO_{2MAX} e EC. Também com treinamento de corrida, Moore et al. (2012) após 10 semanas de treinamento, encontraram aumento na EC de atletas devido a aperfeiçoamento de variáveis cinemáticas, sem alterações no VO_{2MAX} .

4. JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE

Quando constatada a escassez de estudos longitudinais analisando os efeitos do treinamento de caminhada com RFS sobre adaptações aeróbias (VO_{2MAX} , LL, EC), faz-se necessária uma exploração nesse campo promissor de intervenções com o treinamento. Um dos principais problemas da prescrição do treinamento que visa a melhora da aptidão física voltada a saúde, é a necessidade da manutenção e/ou melhora da aptidão aeróbia e neuromuscular (i.e., força) de modo simultâneo. Os modelos de treinamento mais tradicionais acabam exigindo um volume / frequência de treinamento muito elevado, pois normalmente as adaptações dos treinos aeróbios e de força são específicos. Além disso, os treinos de força requerem cargas de treino elevadas (70 a 85% 1 RM), que nem sempre são bem suportados por todos os indivíduos. Partindo da hipótese de uma possível capacidade de se obter adaptações concorrentes após, o treino de caminhada com RFS, este treino pode ser interessante para diferentes populações que apresentem baixa capacidade funcional, como por exemplo, idosos, indivíduos com doenças neuromusculares e cardiovasculares. Antes desta fase, porém, pode ser interessante testar o modelo de treinamento em indivíduos jovens e saudáveis.

A partir dos estudos citados na revisão de literatura a principal hipótese a ser testada foi:

- Devido ao aumento da quantidade e ativação de fibras do tipo IIA promovida pelo treinamento de caminhada com RFS, era esperado que a EC melhorasse, uma vez que estas modificações neuromusculares podem promover adaptações especialmente ligadas a maiores velocidades de contração muscular, gerando um menor tempo de contato com o solo durante a corrida, conseqüentemente, um menor custo energético para correr.

A hipótese secundária a ser testada foi:

- Uma vez que adaptações cardiovasculares (aumento do VS e angiogênese) também parecem ocorrer pelo o treinamento de caminhada com RFS, poderíamos esperar que ocorresse um aumento do VO_{2MAX} e do limiar e lactato (LL) após o treinamento.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Sujeitos

Participaram do estudo 18 voluntários, sendo esses divididos entre os grupos de treinamento de caminhada sem restrição vascular (GT: $23,2 \pm 2,8$ anos, $70,1 \pm 7,6$ Kg, $176,2 \pm 6,9$ cm, $22,6 \pm 2,4$ IMC; N = 9) e grupo de treinamento de caminhada com restrição vascular (GTR: $23,6 \pm 5,8$ anos, $73,2 \pm 10$ Kg, $175,6 \pm 6,1$ cm, $23,8 \pm 3,1$ N = 9). O protocolo desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade (091/2011).

5.1.1 - Critérios de inclusão e exclusão no estudo

Para participar do estudo os voluntários deveriam ser do gênero masculino, ativos, mas deveriam estar há pelo menos seis meses sem realizarem treinamento sistematizado de caráter aeróbio ou resistido. Após serem informados textual e verbalmente sobre os seus direitos, possíveis riscos e benefícios, objetivos e metodologia deste estudo, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE I). Os voluntários foram randomicamente divididos em dois grupos, sendo um grupo de treinamento de caminhada sem restrição vascular (GT) e um grupo de treinamento de caminhada com restrição vascular (GTR). Todos os voluntários responderam ao “Questionário de Prontidão para Atividade Física - PAR-Q (1994)” (ANEXO I).

Os voluntários que foram sorteados para participar do GTR, passarem por uma consulta médica, na qual o médico fez uma avaliação clínica para o preenchimento do “Questionário médico” (ANEXO II) através do qual foi possível se obter informações para responder o “Modelo clínico de Wells *et al.* (2003) para avaliar a probabilidade de diagnóstico pré teste de Trombose Venosa Profunda” e o “Modelo clínico de Wells *et al.* (2000) para avaliar a probabilidade de diagnóstico pré teste de Embolia Pulmonar” (ANEXO III). Sendo assim, qualquer resultado negativo em algum dos testes impediria o sujeito de participar do estudo.

Como critério para eliminação do voluntário do estudo, duas ausências de forma consecutiva ou alternada sem reposição foram permitidas. Mais do que duas

ausências apenas se houvesse reposição em dias não convencionais, não deixando que o intervalo entre as semanas fosse maior do que 2 dias.

5.2. Delineamento experimental

O experimento foi desenvolvido ao longo de 7 semanas, sendo as duas primeiras destinadas à adaptações e aplicação de testes (pré) e a última apenas para a reaplicação dos mesmos testes (pós). As outras 4 semanas foram para a realização do protocolo de treinamento (ver 5.5). Durante a primeira semana os voluntários compareceram ao laboratório em 3 dias diferentes. No primeiro dia passaram por exames médicos (ANEXO II e III) e de ultrassonografia muscular (ver 5.12) e *doppler* vascular (ver 5.4), sendo os outros dois dias utilizados para adaptações ao dinamômetro isocinético e a esteira ergométrica (ver 5.3). Na segunda semana os voluntários compareceram ao laboratório primeiramente em uma sessão para realizar a primeira parte do teste de *stiffness* passivo (ver 5.10), para determinar o LL e o VO_{2MAX} (ver 5.6). Após 48h desta última sessão, os voluntários retornaram ao laboratório para outra sessão na qual foi realizado o teste de EC (ver 5.8) e os testes neuromusculares (ver 5,9 - 5,10 - 5,11) no dinamômetro isocinético. Após o termino de todo o protocolo de treinamento houve 72h de intervalo para então serem feitas as mesmas medidas realizadas nas duas primeiras semanas, com exceção das adaptações.

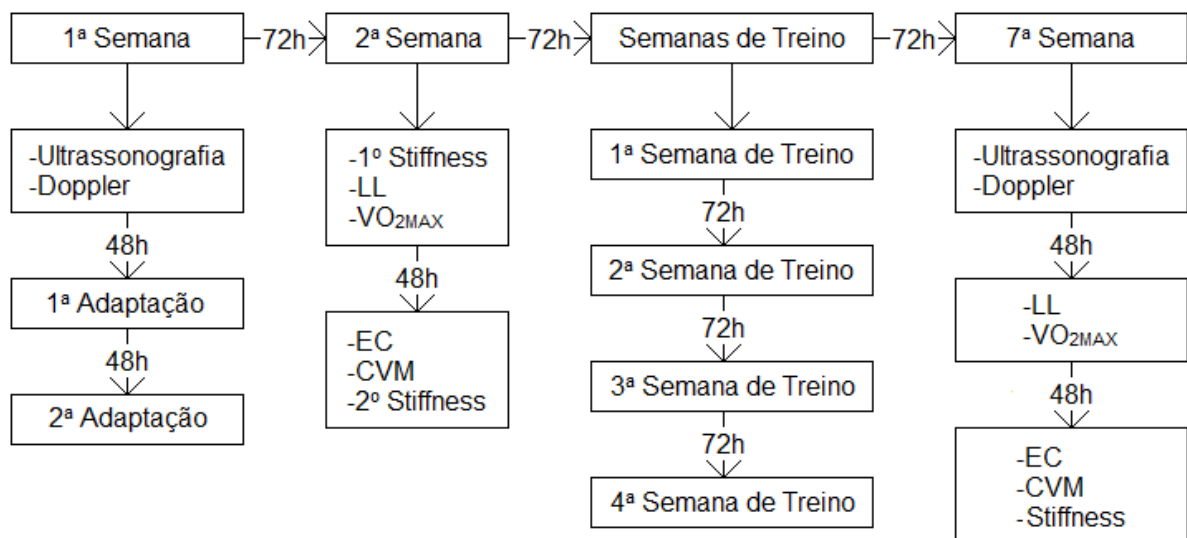


Figura 1. Delineamento experimental.

5.3. Adaptação aos testes e equipamentos

As sessões de adaptação têm como propósito diminuir a influência da aprendizagem dos testes (OLIVEIRA et al., 2010), aumentando a validade dos dados coletados. As sessões de adaptação ao dinamômetro isocinético foram idênticas ao teste de contração voluntária máxima (CVM) e *stiffness* passivo (ver item 5.9 e 5.10), enquanto que a adaptação a esteira ergométrica foi realizada visando aperfeiçoar a entrada e saída da mesma em movimento, e para que o voluntário sinta maior segurança ao utilizá-la.

5.4. Pressão arterial sistólica de treino (PAS_T)

Para mensurar a PAS_T foi utilizado um ultrassom (*GE Health Care – Product Technology – Voluson E8*) que realizou o *doppler* vascular. Antes da mensuração os voluntários ficaram em repouso por mais de 5 minutos em decúbito ventral em uma superfície plana. Foi utilizado um esfigmomanômetro de adulto obeso (17 cm largura e 65 de comprimento) no membro inferior sobre a região inguinal da coxa e o transdutor do ultrassom foi posicionado sobre a artéria poplítea. Então, o esfigmomanômetro foi inflado até que a artéria fosse ocluída, sendo logo em seguida desinflado até que ocorresse o retorno do pulso, determinando assim a pressão arterial sistólica de repouso (PAS_T). Contudo a PAS_T não representa a pressão arterial sistólica de repouso real (PAS) do voluntário, pois, para mensurar a PAS é necessário um o esfigmomanômetro que apresente dimensões (largura e comprimento) adequadas (PICKERING et al., 2005). Como neste caso o aparelho utilizado apresenta dimensões inferiores as quais seriam necessárias para mensurar a PAS posicionando o mesmo na coxa, os valores obtidos foram provavelmente superestimados, pois foi necessária uma pressão maior para ocluir o fluxo sanguíneo. Sendo assim, esta medida foi feita exatamente nestas condições para cada voluntário. Para o treinamento, foram utilizadas porcentagens da PAS_T (ver 5.5) como pressão de oclusão (PO), para que a intensidade da oclusão fosse individualmente equalizada entre todos os voluntários (LOENNEKE et al., 2012a).

5.5. Treinamento

Ambos os grupos (GT e GTR) realizaram, ao todo, 28 sessões de 20 minutos de caminhada, durante 4 semanas. Para isso cada semana teve 7 sessões de treino distribuídas em 5 dias consecutivos, sendo que no segundo e quarto dia foram realizadas 2 sessões de treino. O intuito deste protocolo foi otimizar o número de sessões por semana, uma vez que os resultados deste tipo de treino parece ser sessão-dependente (ABE et al., 2009). Para o GTR, a PO aplicada na coxa pelo esfigmomanômetro inicialmente foi de 50% e durante a primeira semana aumentou gradualmente 10% a cada duas sessões até atingir 80% da PAS_T para que os voluntários pudessem se adaptar gradualmente ao estímulo do treinamento e conseguissem completar a sessão de treinamento inteira. Nas semanas seguintes não houve alteração da PO, apenas da velocidade da esteira. A velocidade de caminhada durante as duas primeiras semanas foi de 4 Km/h. Na terceira semana a velocidade foi aumentada para 4,5 Km/h. E na última semana, a velocidade também foi de 4,5 Km/h, mas durante o 9º ao 11º minuto foi aumentada para 5 Km/h, sendo logo em seguida reduzida para 4,5 Km/h. A Tabela 1 detalha as sessões realizadas na primeira semana.

Tabela 1. Protocolo de treinamento durante a primeira semana

Dias*	1	2	3	4	5
Número de sessões/dia	1	2	1	2	1
Tempo de caminhada (min/dia)[#]	20	40	20	40	20
PO do aparelho de pressão (%)	50%	50-60%	60%	70-70%	80%

* Velocidade de caminhada na esteira durante a primeira semana (4 Km/h). [#] 20 minutos por sessão.

A Tabela 2 demonstra as características dos treinos durante as semanas seguintes.

Tabela 2. Protocolo de treinamento durante as semanas dois, três e quatro

Semana*	2	3	4
Tempo de caminhada (min/sessão)	20	20	20
PO do aparelho de pressão (%)	80%	80%	80%
Velocidade (Km/h)	4	4.5	4,5-5 [#]

* Cada semana de treinamento equivalem a 7 sessões de treino distribuídas em 5 dias. [#] Apenas 2 minutos.

A tabela 3 mostra os valores de PO utilizados durante o período de treinamento e o valor de oclusão total utilizado como referencia.

Tabela 3. Valores médios \pm DP da pressão de oclusão (PO) utilizada no treinamento. N = 9.

Valores (%)	50	60	70	80	100
PO (mmHg)	58,3 \pm 20,9	69,9 \pm 25	81,6 \pm 29,2	93,2 \pm 33,4	129,4 \pm 8,5

Para o GT o volume de treinamento foi o mesmo e a intensidade foi a mesma intensidade relativa do GTR, ou seja, a velocidade foi ajustada para compensar a falta da restrição do fluxo sanguíneo. Esta intensidade quando observada pelo % VO_{2MAX} tem se mostrado maior quando existe a presença da restrição sanguínea (ABE; KEARNS; SATO, 2006). Desta forma, foram realizados estudos pilotos manipulando a velocidade do GT para que os valores de consumo de oxigênio se aproximassem aos valores do GTR, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4. Protocolo de treinamento do grupo sem restrição vascular.

Semanas*	1	2	3	4
Número de sessões/dia	1	2	1	2
Tempo de caminhada (min/dia)	20	40	20	40
Velocidade (Km/h)	4,5	5	5,5	6

* Cada semana de treinamento equivalem a 7 sessões de treino distribuídas em 5 dias.

5.6. Determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}), intensidade do VO_{2MAX} (IVO_{2MAX}), do limiar de lactato (LL)

O VO_{2MAX} e LL foram determinados a partir de dois testes incrementais em uma esteira ergométrica (H/P/ Cosmos, Pulsar – Traunstein/Alemanha). Para determinar o LL o teste era iniciado com velocidade de 6 Km/h e teve incrementos de 1 Km/h a cada 3 minutos. Entre cada estágio houve um intervalo de 30s para que fosse feita a coleta de 25 μ l de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem da concentração de lactato sanguíneo (YSL 2300 STAT). Assim que era observado o aumento da concentração de lactato em relação aos valores de repouso o teste era interrompido, sendo o LL a velocidade obtida no estágio exatamente anterior a este aumento. Após 20 minutos de intervalo, era realizado o teste para determinar o VO_{2MAX} . Este teste era iniciado com um aquecimento de 3 minutos com velocidade correspondente a 90% da LL. A partir deste ponto os incrementos eram de 0.2 Km/h a cada 12 segundos, totalizando 1 Km/h/minuto, até a exaustão voluntária. Ambos os testes tiveram 1% de inclinação na esteira. Os gases expirados foram analisados respiração a respiração por um analisador de gases (Quark PFT Ergo, Cosmed, Itália). A frequência cardíaca (POLAR XRL) e a “Escala de Borg” foram coletados no teste de VO_{2MAX} para monitorar a exaustão do voluntário. O VO_{2MAX} foi definido com o maior valor de VO_2 obtido durante o teste por médias dos valores de respiração-por-respiração a cada 15 segundos.

5.7. Determinação da intensidade do treinamento (IT)

A determinação da IT foi realizada para verificar se os treinos tiveram suas intensidades equalizadas. Este controle foi sempre realizado na última sessão de treinamento da semana, coletando-se o VO_2 , coeficiente respiratório (R), escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de BORG e o lactato sanguíneo. A IT corresponde a média dos valores de VO_2 obtidos em todo o teste, desprezando-se os 5 primeiros minutos. Os valores de R são obtidos da mesma forma que os valores de VO_2 . Os valores de PSE foram obtidos a cada 5 minutos no decorrer do teste, questionando os indivíduos sobre a sensação de “queimação” do membro ocluído, sendo utilizado o maior valor obtido. O lactato foi coletado antes do exercício, logo após sem retirar a RFS e 1, 3, 5, 7 minutos após retirar a RFS, obtendo o maior valor

de concentração de lactato ([La]) para observar o acúmulo metabólico promovido pelo treino.

5.8. Teste para determinação de economia de corrida (EC) e análise cinemática do movimento

Os voluntários realizaram 8 minutos de corrida na intensidade correspondente a velocidade de 8 Km/h, tanto para os testes pré quanto pós treinamento, por ser a primeira velocidade em que os voluntários entravam em fase de corrida. Durante o teste era mensurado o consumo de oxigênio (Quark PFT Ergo, Cosmed, Itália) para obter a média do VO_2 entre o 7º e 8º minuto de teste.

Para a análise cinemática, foi filmada a corrida entre 7º e 8º minuto de teste de todos os voluntários com uma câmera de vídeo (Compact Full HD Memory Camcorder - Samsung) com frequência de amostragem de 60 Hz, posicionada a 3 metros do plano sagital da esteira. A partir desta filmagem foram determinadas a frequência (FP) e a amplitude (AP) de passada, analisando-se os vídeos. A FP foi determinada pela contagem de quantas passadas os voluntários realizaram entre o 7º e 8º minuto e dividindo este valor pelo tempo (60s). AP foi determinada pelo cálculo em metros da distância percorrida pela esteira a 8 Km/h durante um minuto (133,3 m) pelo número de passadas. Para normalizar os dados, os valores de FP e AP foram divididos pelo comprimento do membro do voluntário, sendo este a distância entre o côndilo lateral do fêmur até o maléolo lateral do tornozelo do voluntário.

5.9. Teste de contração voluntária máxima (CVM) para determinação do pico de torque isométrico (PT) e do pico da taxa de desenvolvimento de força (TDF) e taxa de desenvolvimento de força relativa (TDFR)

Todos os testes foram realizados em um dinamômetro isocinético (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, Shirley, N.Y.) sincronizado a um módulo de aquisição de sinais biológicos (EMG System[®]) com frequência de amostragem de 1000 Hz (ver 5.11). Os dados de torque obtidos de todas as contrações dos testes foram filtrados (filtro Butterworth de passa baixa, quarta ordem, com frequência de corte de 15 Hz) e analisados no *software* MatLab 6.5.

Para a determinação da CVM dos extensores (PT_{EJ}) e flexores (PT_{FJ}) do joelho, os voluntários permaneceram sentados, seguramente presos à cadeira por dois cintos cruzados sobre o tronco (do ombro ao quadril), um cinto na região do quadril e um no terço distal da coxa. O ângulo entre o quadril e a coxa foram de 85° e o ângulo entre a coxa e a perna de 75° (0° = extensão total). O braço de alavanca do dinamômetro era preso a perna logo acima do tendão de aquíles, sendo o eixo de rotação alinhado com o côndilo lateral do fêmur. O teste consistiu de 2 contrações isométricas máximas dos extensores e 2 contrações isométricas máximas dos flexores do joelho do membro inferior dominante com duração de 5 segundos e 3 minutos de intervalo entre cada contração.

A instrução dada aos voluntários foi para que começassem a contração “o mais rápido e forte possível”, mantendo o esforço até o fim dos 5 segundos. Foi utilizada para análise a contração de maior PT.

Para a determinação da TDF dos extensores (TRF_{EJ}) e flexores (TDF_{FJ}) do joelho, o início da contração foi considerado como o ponto em que o valor de torque ultrapassou 2,5% da diferença entre o pico de torque e o a linha de base da contração (ANDERSEN et al., 2010). O cálculo da taxa de desenvolvimento de força foi obtido pela razão entre a variação da torque ($N\cdot m$) e a variação do tempo (s) ($\Delta\text{torque}/\Delta\text{tempo} - N\cdot m\cdot s^{-1}$) (AAGAARD et al., 2002) (ver Figura 2.A). Este cálculo foi realizado para todos os pontos da CVM, que por ser coletada com frequência de amostragem de 1000Hz, possibilita o calculo a cada 1 milissegundo (ms) (ver Figura 2.B). A partir deste calculo foi utilizado o maior valor encontrado como TDF:

$$TDF = (TQ_F - TQ_I) / (TP_F - TP_I) \quad (1)$$

onde : TQ_I é um valor fixo de torque que representa o início da contração conforme descrito acima e equivale ao ponto TP_I (0 ms) que também é um valor fixo de tempo. Já o TQ_F representa qualquer valor de torque que esteja presente no ponto TP_F (ms) escolhido para o cálculo.

Para a determinação da TDFR dos extensores ($TRFR_{EJ}$) e flexores ($TDFR_{FJ}$) do joelho, os valores de torque obtidos durante a CVM foram normalizados pelo valor de pico de torque (%PT) e o início da contração exatamente o mesmo utilizado para o calculo da TDF. O cálculo da taxa de desenvolvimento de força relativa foi obtido pela razão entre a variação da força normalizada (%PT) e a variação do tempo (s) ($\Delta\text{torque}/\Delta\text{tempo} - \%PT\cdot s^{-1}$) (ANDERSEN et al., 2010). A partir deste calculo, assim como a TDF, foi utilizado o maior encontrando como TDFR:

$$\text{TDFR} = (\%TQ_F - \%TQ_I) / (TP_F - TP_I) \quad (2)$$

onde: $\%TQ_F$ e $\%TQ_I$ são percentuais dos valores de TQ_F e TQ_I em relação ao PT da contração, e são calculados exatamente nos mesmos pontos TP_F e TP_I utilizados para o cálculo da TDF.

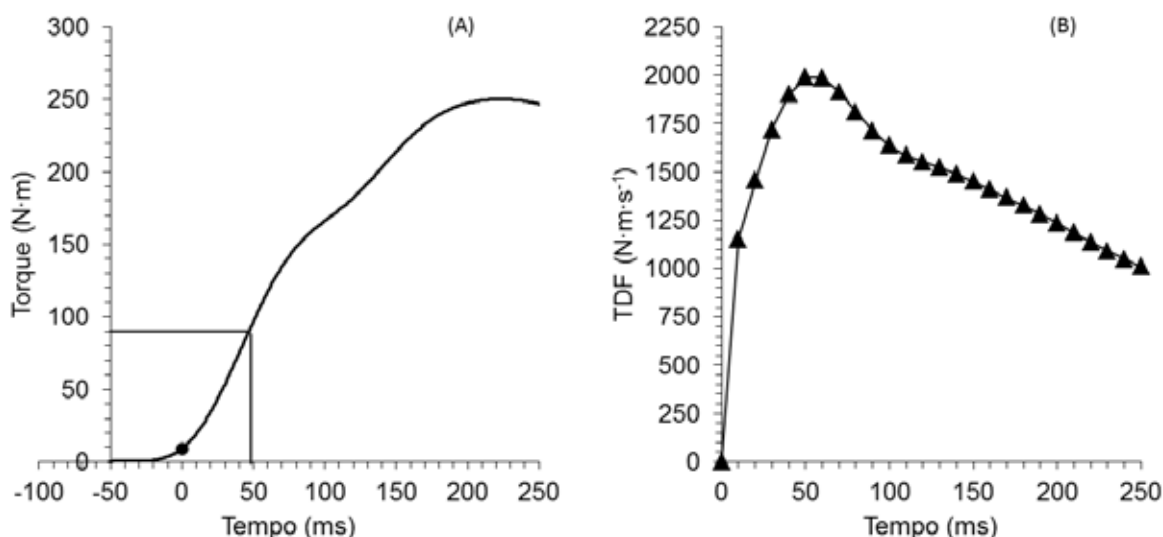


Figura 2. A - Dados de torque durante os primeiros 250 ms de uma CVM isométrica de extensão do joelho, formando uma curva torque-tempo. • Início da contração estipulado a partir de 2,5% da diferença entre o pico de torque e o a linha de base da contração. B - Dados de valores de TDF calculados a cada 10 ms, durante primeiros os 250ms da contração, formando a curva taxa de desenvolvimento de força (TDF)-tempo.

5.10. Avaliação do *stiffness* passivo (STIFF) dos flexores plantares

Para a determinação do STIFF foram necessárias duas sessões realizadas em dias diferentes, uma para determinar o ângulo de alongamento máximo do tornozelo em dorso flexão e outra para o teste de *stiffness*. Em ambas as sessões os voluntários permaneceram em decúbito dorsal, presos à cadeira por três cintos cruzados sobre o tronco, dois do ombro ao quadril e um sobre o peitoral, e um no terço distal da coxa. Os ângulos entre o quadril e coxa e entre a coxa e perna foram de 0° , sendo o ângulo do tornozelo de 90° (relação entre tíbia e o apoio do pé). O pé foi firmemente fixado a uma plataforma de alavanca própria para mensuração da

articulação do tornozelo, sendo o eixo de rotação desta plataforma alinhado ao maléolo lateral do voluntário. Para a determinação do ângulo de alongamento máximo a posição inicial do tornozelo foi de 95° entre a tíbia e a plataforma de alavanca, sendo esses 5 graus a mais para a aceleração do dinamômetro. O voluntário segurava o botão de *comfort stop* e uma placa foi colocada em sua frente para ele não ver o movimento do tornozelo. O dinamômetro fazia passivamente a dorso flexão do tornozelo a $5^\circ \cdot s^{-1}$ até o momento em que o voluntário sentisse que chegou a seu ponto máximo de alongamento e apertasse o *comfort stop*. Ao apertar o botão, o dinamômetro era interrompido imediatamente e o pé do voluntário retirado da plataforma. Sendo observado então, qual foi o ângulo máximo atingido.

Para o teste de *stiffness* apenas 80% da amplitude máxima de alongamento do tornozelo (determinada na primeira sessão) foi utilizada, por ser uma amplitude na qual a ação muscular do reflexo de estiramento é inexistente ou pouco evidente (McNAIR et al., 2001), não influenciando os resultados. Além disso, durante o teste foram utilizados eletrodos nos músculos, gastrocnêmio medial, lateral e sóleo para verificar possíveis alterações na atividade eletromiográfica (ver 5.11). Também foi instruído aos voluntários que ficassem o mais relaxado possível para não realizassem contrações voluntárias dos flexores plantares, garantindo que o valor torque obtido fosse apenas da resistência estrutural músculo-tendinea e não por contração voluntária.

O testes consistiram de 5 dorso flexões passivas consecutivas a $5^\circ \cdot s^{-1}$ partindo da posição inicial (95°) até 80% da amplitude máxima de alongamento do tornozelo. Será utilizado um modelo polinomial de quarta ordem (ver Figura 3.A) para cada uma das 5 curvas torque-ângulo (NORDEZ et al., 2006; RIEMANN et al., 2001):

$$T(\theta) = m\theta^4 + n\theta^3 + o\theta^2 + p\theta + q \quad (3)$$

onde: T é o torque, θ é o ângulo e m, n, o, p, q são constantes experimentais.

Em seguida foi realizada a primeira derivada desta equação polinomial de quarta ordem:

$$T'(\theta) = 4m\theta^3 + 3n\theta^2 + 2o\theta + p \quad (4)$$

onde: T é o torque, θ é o ângulo e m, n, o, p, q são constantes experimentais. A média dos valores máximos obtidos em cada uma das 5 curvas pela derivada foi considerado o valor de *stiffness* passivo (ver Figura 3.B).

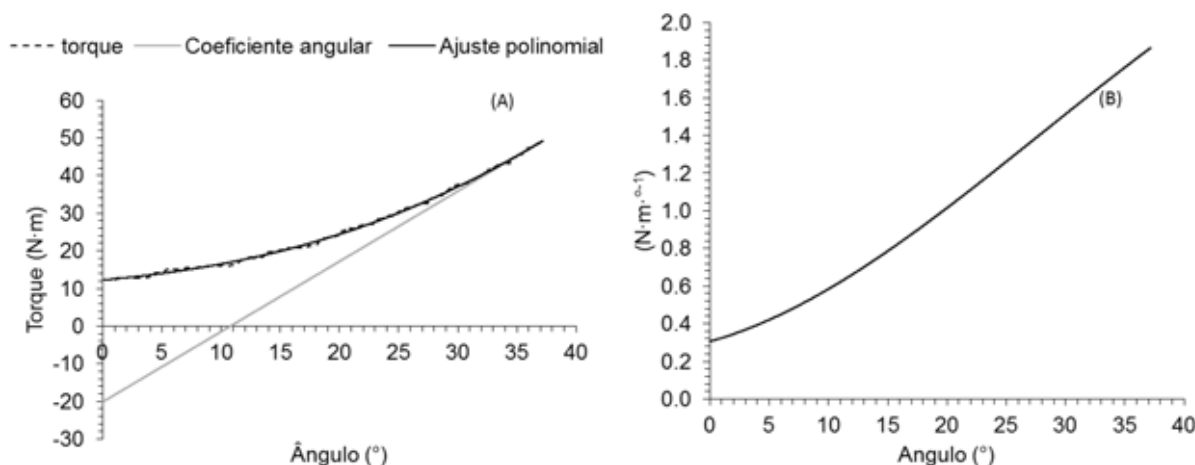


Figura 3. A - Ajuste polinomial sobre a curva torque-tempo e a inclinação da reta segundo o maior coeficiente angular. B - Curva *stiffness*-ângulo.

5.11. Sinal eletromiográfico e “*root mean square*” (RMS) do PT, TDF e STIFF

Todos os testes feitos no dinamômetro isocinético foram acompanhados por avaliações eletromiográficas. Para a captação dos sinais eletromiográficos foram utilizados eletrodos de superfície, descartáveis e passivos de contato bipolar de Ag/AgCl conectados a um pré-amplificador de ganho de 100 vezes. Foram colocados eletrodos duplos (20mm de distancia entre os polos) dispostos sobre os músculos reto femoral (RF), vasto lateral (VL), bíceps femoral (cabeça longa) (BF), semitendinoso (SMT), gastrocnêmio lateral (GL), gastrocnêmio medial (GM), sóleo (SOL) e tibial anterior (TIB) de acordo com SENIAM (HERMES et al., 2000). Para reduzir interferências na captação do sinal eletromiográfico, previamente à colocação dos eletrodos foi realizada a tricotomia, abrasão (com lixa fina) e limpeza da pele com álcool no nível dos músculos estudados bem como na região do punho direito. O eletrodo de referência foi colocado no processo estiloide da ulna. Anteriormente ao início das coletas, os valores de atividade EMG deveriam estar inferiores a 5 μ V. Os eletrodos foram conectados a um módulo de aquisição de sinais biológicos (EMG System[®]) de quatro canais. O ganho promovido no eletromiógrafo é de 20 vezes (o qual formará, juntamente com o pré-amplificador, um ganho total de 2000 vezes). A conversão dos sinais analógicos para digitais foi realizada por uma placa A/D com faixa de entrada de -5 á +5 Volt.

Para a captação dos sinais biológicos ocorrerá através do software do eletromiógrafo que foi calibrado para captar uma frequência de 1000 Hz. E os dados obtidos foram analisados no *software* MatLab 6.5. Os sinais de eletromiografia de todos os músculos foram suavizados por dois filtros (Butterworth de passa alta, segunda ordem, com frequência de corte de 20 Hz - Butterworth de passa baixa, quarta ordem, com frequência de corte de 500 Hz). Os valores da RMS dos PT foram obtidos através do cálculo da média da RMS de um período de 1 s (0,5 s antes e 0,5 s depois) do ponto de PT obtido durante a CVM e os valores de RMS das TDF foram obtidos pela cálculo da média da RMS do período relativo ao ponto de início da contração (utilizado para o cálculo da TDF) até o ponto em que se encontrou o valor utilizado para a TDF. Já para a o STIFF, foi utilizado o feedback visual durante o movimento passivo, para observar se houve atividade eletromiográfica, sendo neste caso descartada a contração.

Para a normalização dos dados de EMG durante o período utilizado para delimitar o cálculo da média da RMS do PT também o maior valor de RMS encontrado no intervalo (RMS_{MAX}), apenas da avaliação pré-treinamento, para cada um dos movimentos articulares. Este valor foi utilizado para normalizar a média de RMS tanto pré quanto pós- treinamento.

5.12. Ultrassonografia muscular

Para a observação da área de secção transversa músculo-osso (ST) foi utilizado um aparelho de ultrassonografia (GE Health Care – Product Technology – Voluson E8). Durante a avaliação da ST, os voluntários permaneceram em decúbito dorsal para mensurar a espessura do tecido adiposo da região anterior (TA_A) da coxa e perna e em decúbito ventral para mensurar o tecido adiposo da região posterior (TA_P) também da coxa e perna. Foi instruído aos voluntários que permanecessem com o membro inferior estendido e relaxado. Um transdutor foi posicionado de forma perpendicular sobre o membro avaliado. Para a aquisição da imagem, foi utilizado um gel à base de água, que promove um contato acústico sem a necessidade de causar pressão sobre a pele. Durante o teste, foi evitado qualquer tipo de pressão do transdutor sobre a pele dos sujeitos. Também foi mensurada a circunferência (C) da coxa e da perna dos voluntários. Os dados obtidos foram adicionados a uma fórmula antropométrica (BEMBEN et al., 2005):

$$ST = \pi \cdot [r - (TA_A + TA_P)/2]^2, \quad (5)$$

onde: r é o raio calculado da C.

A avaliação da ST foi efetuada nos pontos descritos por ABE et al. (1994) para coxa (ST_C) e perna (ST_P), no segmento dominante sendo todas as medidas executadas pelo mesmo avaliador especialista em ultrassonografia musculoesquelética. Para os pontos da coxa é realizada uma circunferência em volta do membro na altura referente a 50% da distância do trocanter maior do fêmur até o côndilo lateral do fêmur e para os pontos da perna a altura fica 30% proximal da distância do maléolo lateral da fíbula até o côndilo lateral da tíbia. O valor dessas alturas e o deslocamento anterior e posterior realizado pelo transdutor para as medidas pré-treinamento foram anotadas e reproduzidas para as medidas pós-treinamento.

5.13. Análise estatística

Foi realizado o teste Kolmogorov-Smirnoff para verificar a normalidade dos dados. Foram realizadas comparações entre os dados de pré e pós testes para verificar se houve diferenças significantes dentro de um grupo ou entre grupos. Para a análise de dados paramétricos os resultados estão expressos em média \pm DP. Para os dados paramétricos que possuem testes pré e pós treinamento foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) de dois caminhos teste (pré e pós) x grupo (GT e GTR). Já para os dados relacionados a IT das quatro semanas foi aplicada uma ANOVA fatorial teste x grupo (GT e GTR) x semana (1 - 2 - 3 - 4). Quando constatado efeito significativo, foi então aplicado o *post hoc* de Tuckey para verificar diferenças entre as médias. Para os dados não paramétricos foi aplicado o teste de Wilcoxon para observar diferenças dentro de cada grupo e Mann-Whitney para observar diferenças entre os grupos. Em todos os testes o nível de significância foi estipulado como $\alpha \leq 0,05$.

6. RESULTADOS

6.1. Intensidade do Treinamento

A intensidade do treinamento (VO_2) não foi diferente entre os grupos durante as semanas de treinamento ($F = 1,67 - p = 0,18$). Entretanto, o GT apresentou maior valor de VO_2 na semana 4 em relação a semana 1 e 2 do mesmo grupo ($F = 10,51 - p < 0,01$). Os valores de R não foram significativamente diferentes entre os grupos e as semanas de treinamento ($F = 2,01 - p = 0,12$). (ver Figura 4).

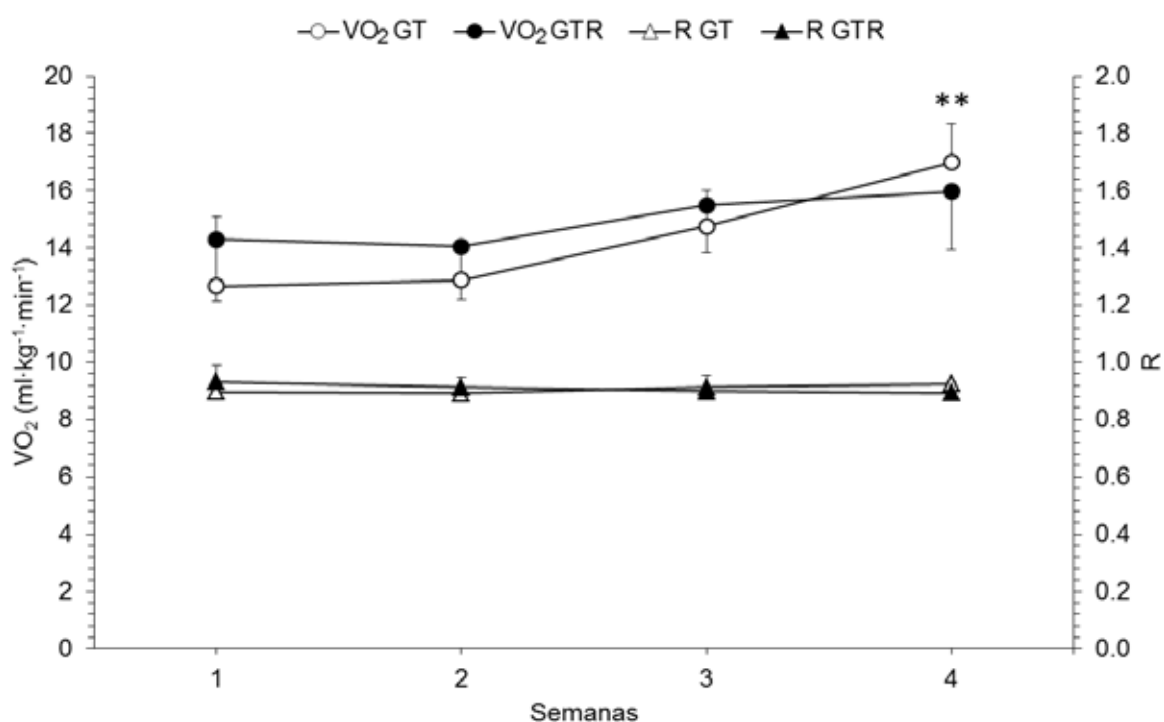


Figura 4. Valores médios \pm DP da progressão do consumo de oxigênio (VO_2) (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e coeficiente respiratório (R) (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado), durante as 4 semanas de treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. ** $p \leq 0,05$, VO_2 da semana 4 GT maior que da semana 1 e 2 GT (N = 18; GT = 9 - GTR = 9).

A concentração de La foi maior para o GTR na semana 3 e 4 em relação ao GT ($F = 26,68 - p < 0,01$). Não houve diferença estatística entre as semanas para os dois grupos ($F = 1,09 - p = 0,36$). Já os valores de percepção da “Escala de BORG” de todas as semanas do GTR foram maiores do que os valores das respectivas semanas do GT ($F = 119,32 - p < 0,01$). Não houve diferença estatística entre as semanas para os dois grupos ($F = 1,58 - p = 0,20$) (ver Figura 5).

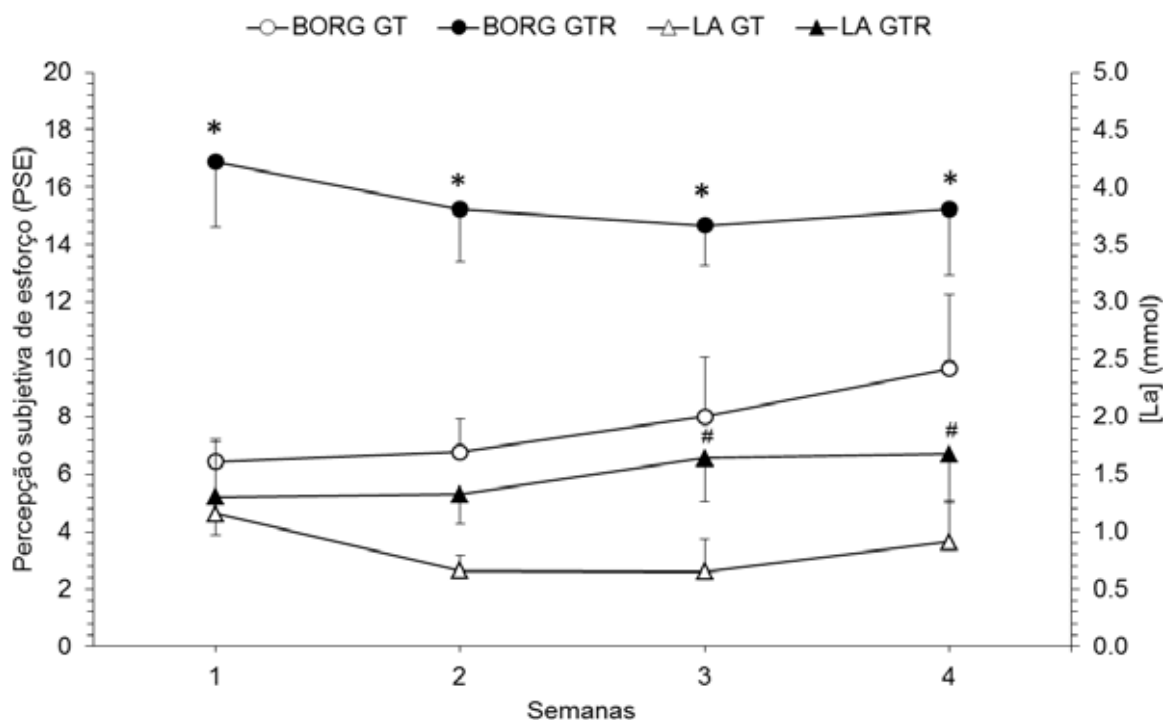


Figura 5. Valores médios \pm DP da escala de percepção subjetiva de esforço de BORG) (PSE) ($N = 18$; GT = 9 - GTR = 9) (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e concentração de lactato sanguíneo ([La]) ($N = 13$; GT = 5 - GTR = 8) (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado), durante as 4 semanas de treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. * $p \leq 0,01$, PSE de todas as semanas do GTR são maiores do que as respectivas semanas do GT; # $p \leq 0,05$, [La] da semana 3 e 4 do GTR maior que as respectivas semanas do GT.

6.2. VO_{2MAX} , IVO_{2MAX} , EC e LL

Tanto para o GTR quanto para o GT os valores de VO_{2MAX} ($F = 1,67 - p = 0,21$), EC ($F = 0,9 - p = 0,35$) (Figura 6), LL ($F = 0,51 - p = 0,48$) e IVO_{2MAX} ($F = 0,45 - p = 0,51$), não apresentaram alterações significativas com o treinamento (ver Figura7). Estas variáveis também não foram significativamente diferentes entre os grupos no pré e pós treinamento.

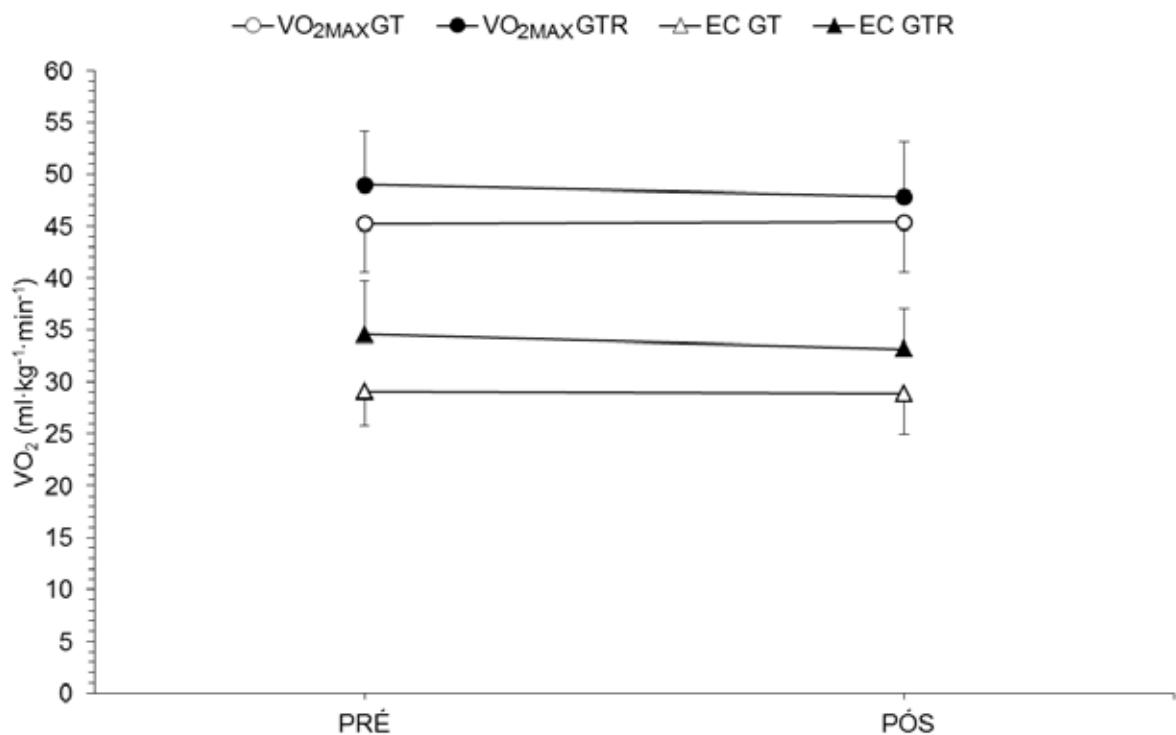


Figura 6. Valores médios \pm DP das alterações do consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}) (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e economia de corrida (EC) (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado) pré e pós treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9).

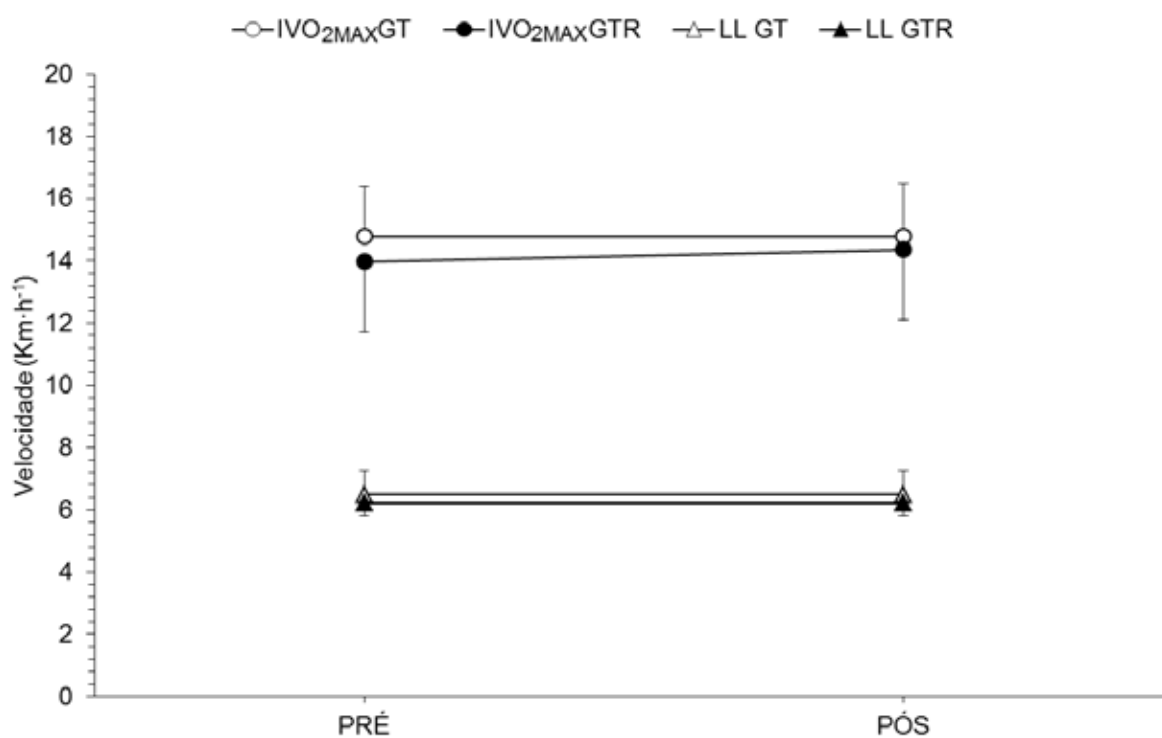


Figura 7. Valores em média \pm DP das alterações da intensidade do consumo máximo de oxigênio (IVO₂MAX) (N = 18; GT = 9 - GTR = 9 (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e limiar de lactato (LL) (N = 13; GT = 5 - GTR = 8) (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado) pré e pós treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo.

6.3. Cinemática

Para ambos os grupos a FP ($F = 1,59 - p = 0,22$) e a AP ($F = 1,42 - p = 0,24$) não apresentaram alterações significantes após o treinamento (ver Figura 8).

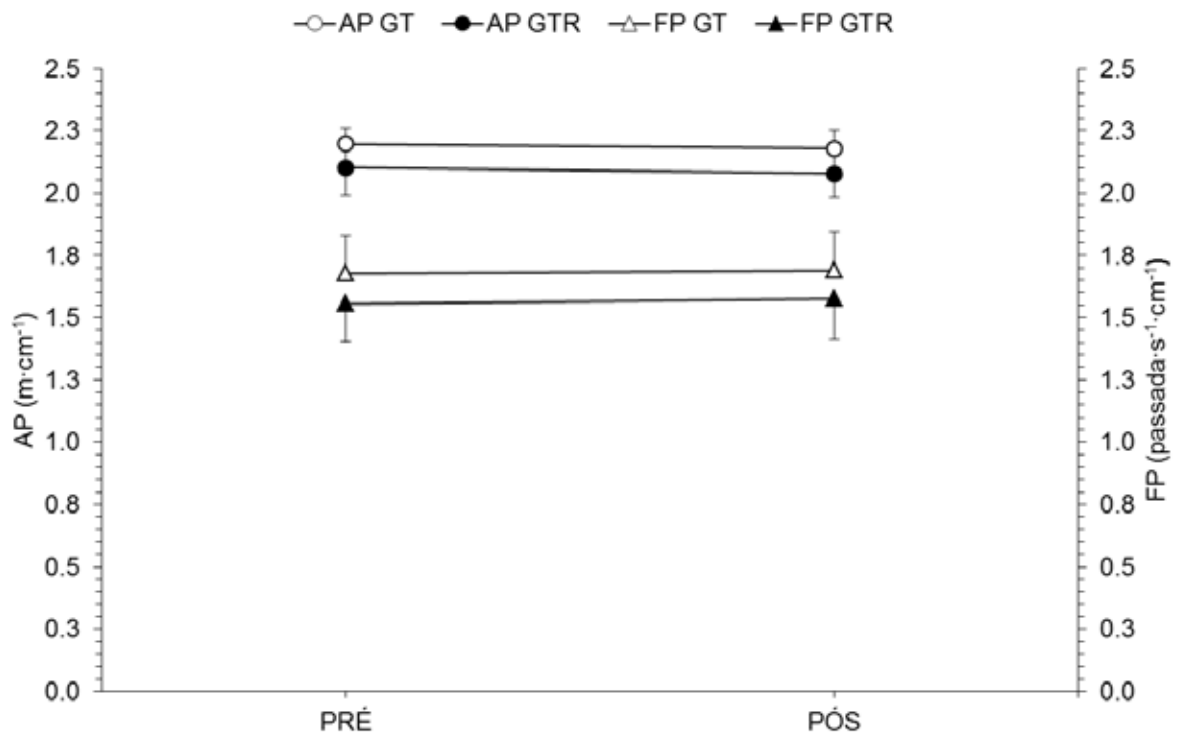


Figura 8. Valores médios \pm DP das alterações da amplitude de passada (AP) (GT, círculo aberto; GTR, círculo fechado) e da frequência de passada (FP) (GT, triângulo aberto; GTR, triângulo fechado) pré e pós treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9)

6.4. PT, TDF e TDFR

O PT (PT_{EJ} $F = 1,78$ - $p = 0,20$; PT_{FJ} $F = 0,002$ - $p = 0,99$) (ver Figura 9), a TDF (TDF_{EJ} $F = 0,43$ - $p = 0,51$; TDF_{FJ} $F = 0,19$ - $p = 0,6$) (ver Figura 10) e a TDFR ($TDFR_{EJ}$ $F = 0,003$ - $p = 0,95$; $TDFR_{FJ}$ $F = 0,009$ - $p = 0,92$) (ver Figura 11) não se alteraram significativamente após o treinamento.

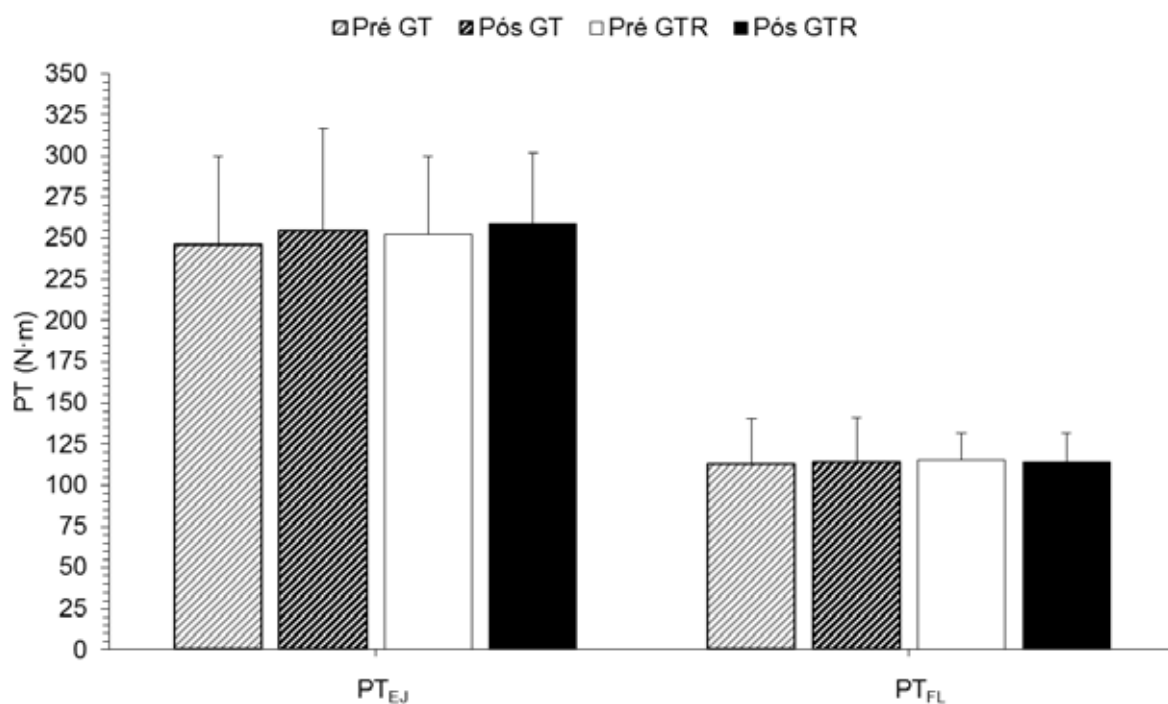


Figura 9. Valores médios \pm DP das alterações do pico de torque dos extensores do joelho (PT_{EJ}), flexores do joelho (PT_{FJ}) pré (GT, barra branca rachurada; GTR, barra branca) e pós (GT, barra preta rachurada; GTR, barra preta) treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. ($N = 18$; $GT = 9$ - $GTR = 9$).

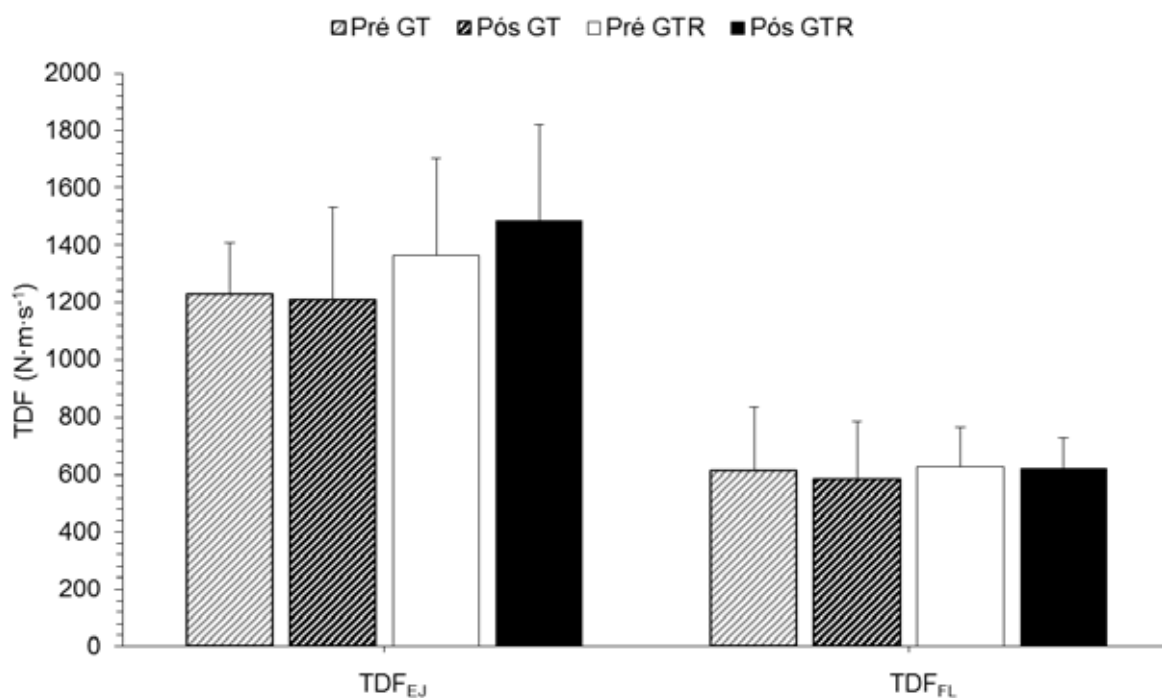


Figura 10. Valores médios \pm DP das alterações do pico da taxa de desenvolvimento de força dos extensores do joelho (TDF_{EJ}), flexores do joelho (TDF_{FJ}) pré (GT, barra branca rachurada; GTR, barra branca) e pós (GT, barra preta rachurada; GTR, barra preta) treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9).

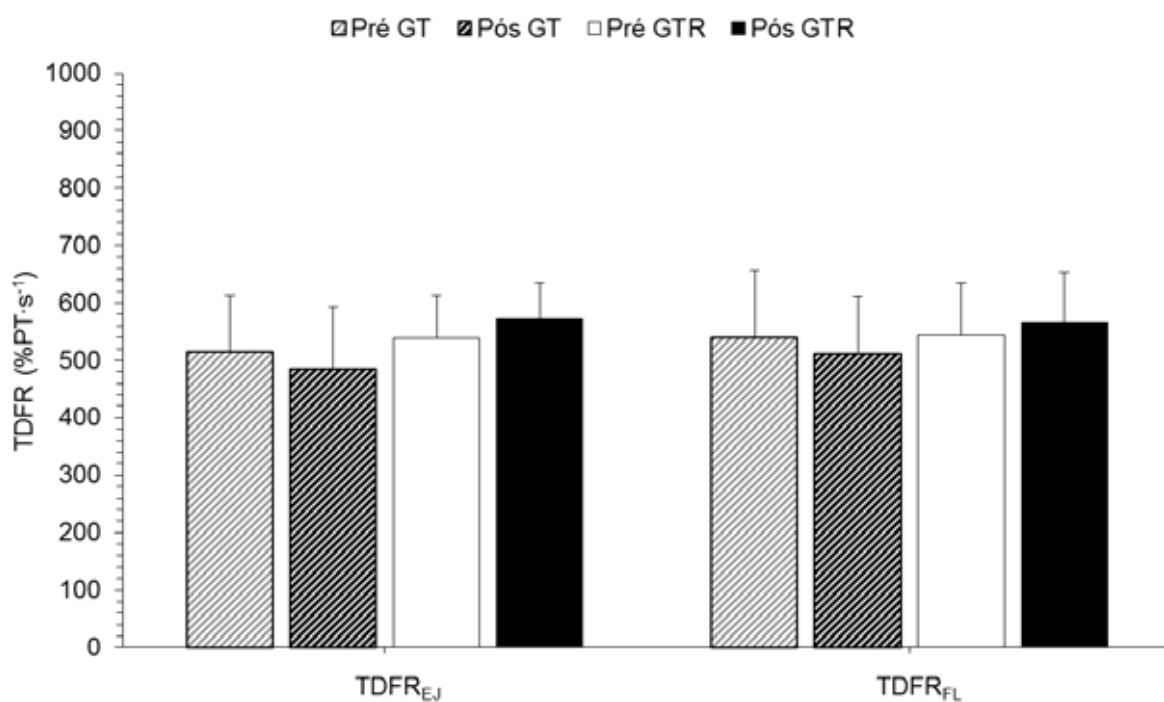


Figura 11. Valores médios \pm DP das alterações do pico da taxa de desenvolvimento de força relativa dos extensores do joelho (TDFR_{EJ}), flexores do joelho (TDFR_{FL}) pré (GT, barra branca rachurada; GTR, barra branca) e pós (GT, barra preta rachurada; GTR, barra preta) treinamento. GT - grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo; GTR - grupo de treinamento e caminhada com restrição do fluxo sanguíneo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9).

6.5. RMS

Os valores de RMS dos músculos analisados durante a CVM de todos os movimentos articulares testados, tanto no PT quanto na TDF, não apresentaram nenhuma alteração significativa com o treinamento (ver Figura 12 e 13). Estas variáveis também não foram significativamente diferentes entre os grupos e intra grupos pré e pós treinamento ($p > 0.05$).

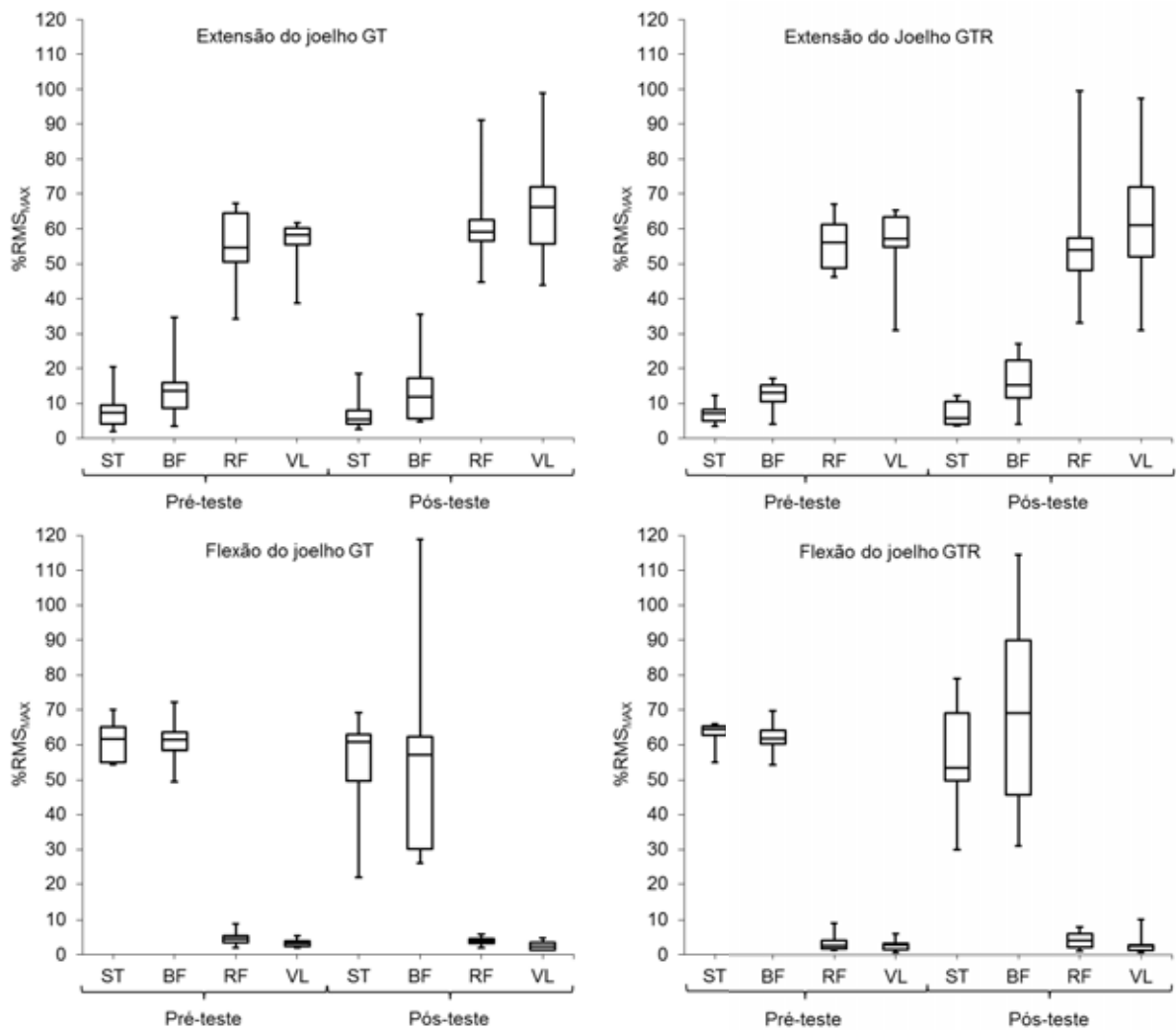


Figura 12. Valores de RMS do PT do vasto lateral (VL), reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), semitendinoso (ST), pré e pós treinamento em todos os movimentos articulares testados. Valores em expressos em mediana, quartis e mínimo e máximo. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9).

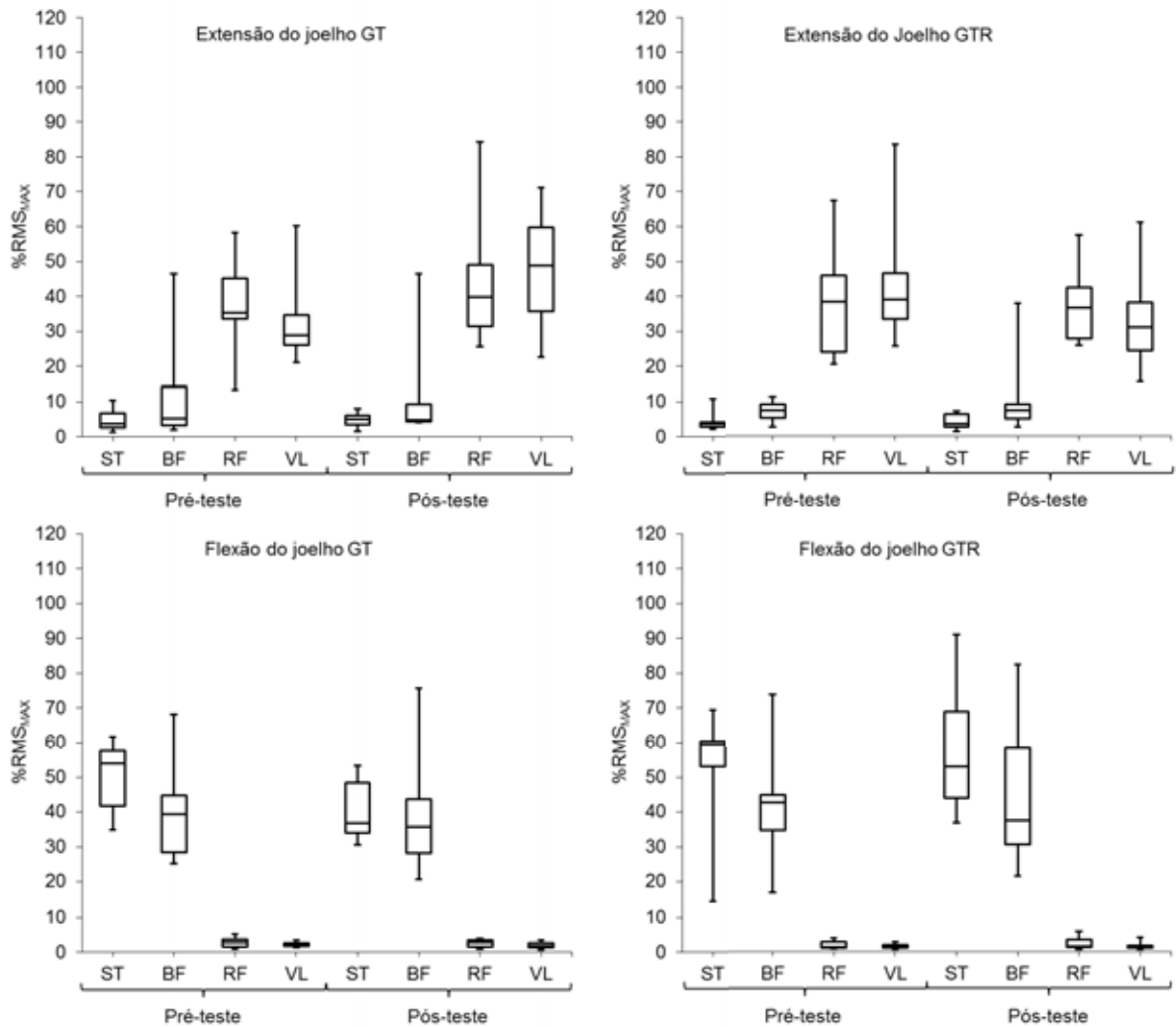


Figura 13. Valores de RMS da TDF do vasto lateral (VL), reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), semitendinoso (ST), pré e pós treinamento em todos os movimentos articulares testados. Valores em expressos em mediana, quartis e mínimo e máximo. (n = 18; GT = 9 - GTR = 9).

6.6. *Stiffness* Músculo-tendíneo e Área de Secção Transversa Músculo-Osso

Os valores de STIFF não apresentaram mudanças estatisticamente significantes após o treinamento para nenhum dos grupos ($F = 2,01 - p = 0,17$). Já o ST_C ($F = 5,54 - p = 0,03$) aumentou significativamente após o treinamento apenas para o GTR (ver Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios \pm DP do *stiffness* músculo-tendíneo (STIFF) e da área de secção transversa músculo-osso da coxa (ST_C) do grupo de treinamento de caminhada sem restrição do fluxo sanguíneo (GT) e do grupo de treinamento de caminhada com restrição do fluxo sanguíneo (GTR no pré e pós treinamento. (N = 18; GT = 9 - GTR = 9

	GT		GTR	
	Pré	Pós	Pré	Pós
STIFF ($N \cdot m \cdot s^{-1}$)	2,6 \pm 1,1	2,4 \pm 1	2 \pm 0,7	1,9 \pm 0,8
ST_C (cm^2)	194,6 \pm 49,9	192,7 \pm 48,7	170,6 \pm 33,6	178,1 \pm 33*

* $p \leq 0,05$, ST_C pós treinamento do GTR maior que do que pré-treinamento.

7. DISCUSSÃO

Primeiramente, como pode ser observado nos resultados, a estratégia utilizada para equalizar as IT entre os grupos, aumentando a velocidade do GT, mostrou ser eficiente. Como já demonstrado por ABE et al. (2006), ao caminhar na esteira utilizando RFS nos membros inferiores, existe um pequeno aumento do consumo de oxigênio. Sendo assim, um pequeno aumento da velocidade do GT foi suficiente para equilibrar as sessões em termos de intensidade relativa.

Apesar da IT dos grupos serem próximas, o GTR apresentou PSE significativamente maiores em todas as semanas, em comparação ao GT, sendo que esta PSE é proveniente da sensação de “queimação” nos membros inferiores relatada pelos sujeitos. Além da PSE, a partir da terceira semana de treinamento, a [La] medida logo após o exercício também apresentou aumentos em relação ao GT. Esses dados são importantes para demonstrar que apesar da baixa intensidade de caminhada, houve o estímulo sobreposto pela RFS. Do mesmo modo, em um estudo transversal, KUMAGAI et al. (2012) verificaram durante uma sessão de caminhada (30 minutos) com RFS, aumentos da PSE e da [La] ao longo do teste. Contudo, Leonneke et al. (2012c) após cinco séries de dois minutos de caminhada ($4,5\text{Km}\cdot\text{h}^{-1}$), com um minuto de intervalo entre as séries, não encontraram aumento da [La] com RFS. Estas diferenças podem ser explicadas, pelo menos em parte, pelo volume total de treino e/ou pela característica do protocolo (i.e., contínuo vs. intermitente). Um tempo total maior de caminhada (20 min vs. 10 min) pode ter resultado em um esforço maior e um maior acúmulo de [La], já que as intensidades (Km/h) foram próximas. Além disso, exercícios intervalados quando comparados com exercícios feitos de forma contínua que possuam mesma intensidade (relativa ou absoluta), apresentam menores valores de lactato, pois há maior ressíntese de fósforo creatina e remoção de lactato nos períodos de recuperação (GRECO et al., 2012). O acúmulo de lactato tem sido apontado como um dos mecanismos para que ocorram adaptações decorrentes do treinamento com RFS. Este acúmulo ativa nervos aferentes (III e IV) por meio de metaboreceptores, aumentando a expressão de GH, sendo um dos motivos para a ocorrência de hipertrofia (REEVES et al., 2006; TAKARADA et al., 2000a; VICTOR; SEALS, 1989).

Considerando-se as recomendações do American College of Sports Medicine (2011), os grupos GT e GTR não realizaram as intensidades (40 - 60% $\text{VO}_{2\text{MAX}}$) e o

volume semanal (150 min) suficientes para a melhora da aptidão aeróbia. A partir disto, já era esperado que os índices de aptidão aeróbia (VO_{2MAX} , EC e LL) para os voluntários do GT não fossem aumentados, já que este grupo exercitou-se a 30 - 35% VO_{2MAX} , durante 140 min por semana. Ao contrário dos treinamentos convencionais, o treinamento com RFS, por apresentar um estímulo sobreposto, já se mostrou eficiente em gerar adaptações cardiovasculares, mesmo em exercícios de baixa intensidade. Park et al. (2010) encontraram aumento do VO_{2MAX} de seus voluntários (jogadores de basquete), após 24 sessões de caminhada RFS, atribuindo isto principalmente ao aumento do VS dos voluntários após o protocolo de treinamento. Contudo neste estudo, não ocorreram ganhos de hipertrofia dos membros inferiores, sendo que esta é uma das principais adaptações quando se utiliza o treinamento com RFS. Diferente do verificado por Park et al. (2010), no presente estudo não foi encontrado aumento do VO_{2MAX} para os voluntários do GTR, apesar do número de sessões de treinamento entres os estudos terem sido similares (28 vs. 24). Existem, no entanto, alguns aspectos do treinamento que se diferenciam entre os estudos, principalmente na intensidade das sessões de caminhada. Como no estudo de Park et al. (2010) os treinamentos eram realizados em séries de 3 minutos de caminhada com um minuto de intervalo, foi possível utilizar uma velocidade maior ($6 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$), além de adicionar uma inclinação na esteira (5%). No presente estudo, no qual o estímulo era de 20 minutos sem intervalo, não foi possível utilizar velocidades maiores e completar a sessão de treinamento. Os valores de PSE do grupo GTR ajudam a evidenciar esta afirmação.

Abe et al (2010) utilizando um treinamento de caminhada com RFS, onde os estímulos eram de 20 minutos contínuos, também não observaram aumento significativo no VO_{2MAX} de seus voluntários (idosos), embora tenham observado hipertrofia dos membros inferiores. Assim como no presente estudo, para o GTR, foi encontrado um aumento (4%) da ST_C após o treinamento, sendo que para o grupo controle não ocorreu nenhuma alteração.

Segundo Kumagai et al. (2012), durante um sessão de caminhada de 30 minutos com RFS, alterações cardiovasculares ocorrem principalmente nos primeiros 10 minutos de exercício, sendo estabilizadas durante o restante do treinamento. Observando esses dados, alterações cardiorrespiratórias decorrentes de exercícios com RFS parecem depender do tipo de protocolo utilizado no treinamento. Talvez seja necessário uma intensidade de caminhada maior para

gerar alterações cardiovasculares expressivas, sendo necessário para isso um intervalo entre estímulos, já que o voluntário não conseguiria manter o mesmo por muito tempo de modo contínuo. Porém, quando se tem intervalos entre os estímulos, o acúmulo de metabólitos pode ser menor quando as intensidades são próximas e/ou permanecer por menos tempo na região ocluída, e isso talvez não seja tão interessante quando o resultado esperado é hipertrofia do membro, principalmente em um curto período de tempo de treino.

Apesar do GTR não ter aumentado o VO_{2MAX} , a EC que não é apenas dependente da potência aeróbia, mas também, por exemplo, das adaptações neuromusculares, ainda poderia melhorar. Entretanto, para o GT e para o GTR, não houveram modificações significantes na EC após o treinamento. Embora tenha ocorrido hipertrofia na coxa dos voluntários do GTR, o PT, a TDF e TDFR não aumentaram para extensão e a flexão do joelho, assim como a EMG também não se alterou para nenhum músculo observado durante as MVC.

Quando ocorre o aumento da atividade muscular, seja por exercício resistido ou de *endurance*, ocorre uma inibição da cadeia pesada da miosina (CPM) de fibras do tipo IIX, aumentando assim a proporção da CPM do tipo IIA (ANDERSEN, AAGAARD, 2000). Já o TR com RFS mostrou ser eficiente em aumentar a área de secção transversa de fibras do tipo I e II (NIELSEN et al., 2012; YASUDA et al., 2005). Como fibras do tipo IIX apresentam uma baixa capacidade oxidativa (WADE, MARBUT, ROUND, 1990), uma possível mudança dos tipos de fibras devido ao treinamento com RFS poderia ter sido favorável a melhora da EC. Contudo, o TR RFS parece ser mais favorável a fibras do tipo II (YASUDA et al., 2005), o que poderia ser interessante para a EC em maiores velocidades de corrida (KIROLAINEN et al., 2003).

Outro fator que poderia ter melhorado a EC é o aumento do *stiffness* (STIFF) músculo-tendíneo, o qual também não apresentou aumento em nenhum dos dois grupos treinados. O acúmulo de lactato, apesar de ser um grande estimulador da produção de colágeno (KLEIN et al., 2001), mostrou-se não ser suficiente para alterar o STIFF após um protocolo de treinamento resistido de baixa intensidade com RFS, como observado por Kubo et al. (2006a). Neste mesmo estudo citado anteriormente, um segundo grupo que realizou um protocolo de treinamento resistido de alta intensidade aumentou o STIFF. Ao que parece o *stiffness* está mais

relacionado ao estresse causado no tendão (KUBO et al., 2006b), respondendo a treinamentos que causem uma maior tensão no mesmo.

Juntamente com as variáveis neuromusculares, alguns fatores biomecânicos, complementam a EC, como a AP e a FP. A relação destas duas variáveis com a EC é inversa, sendo uma relação positiva com maiores AP e negativa com maiores FP. Sendo assim, melhoras em uma delas poderia melhorar a EC (NUMMELA et al., 2007; TARTARUGA et al., 2012). Entretanto, não houve nenhuma alteração destas duas variáveis neste estudo, sendo que estas estão relacionadas a alterações neuromusculares, os resultados obtidos estão dentro do esperado para esta situação.

Ao observar alterações em variáveis neuromusculares decorrentes do treinamento com RFS, aparentemente existe uma inversão temporal nos fatores neurais e estruturais que determinam o aumento da força (LOENNEKE et al., 2012b). No treinamento resistido tradicional, os ganhos de força durante as primeiras semanas são decorrentes de adaptações neurais, existindo posteriormente a hipertrofia muscular (MORITANI 1993). Para o treinamento com RFS, não se observa adaptações neurais em períodos menores do que 8 semanas (FUJITA et al., 2008; KUBO et al., 2006a; MOORE et al., 2004; TAKARADA et al, 2002), mas sim de hipertrofia muscular. Sendo assim, os ganhos de força parecem estar ligados principalmente ao aumento da área de secção transversa muscular, antecedendo temporalmente as alterações de EMG. No presente estudo, foi verificado aumento da ST_C , sugerindo que o treinamento com RFS determinou aumento da área de secção transversa dos músculos da coxa. Além disso, os valores de RMS do PT (extensores e flexores), permaneceram inalterados, confirmando assim, os dados anteriormente encontrados.

Os treinamentos com RFS utilizam cargas baixas para o TR e somente o peso corporal durante do treino de caminhada. Sendo assim, em um curto período de treinamento, talvez sejam necessárias cargas maiores para se obter adaptações neurais, como observado por Kubo et al. (2006a). Além da questão da carga, um outro fator que pode afetar a EMG é a especificidade do exercício, uma vez que a resposta de EMG pode ser de maior magnitude quando o teste é realizado nas mesmas condições do treinamento (HORYOBÁGYI et al., 1996). Rabitta, Perot, Lensei-Corbeil (2000) utilizando teste e treinamento isométricos idênticos, apesar de encontrar ganhos de força a partir da segunda semana, só encontrou aumento da

EMG na quarta semana e em apenas um músculo (reto femoral) dos três que foram avaliados (reto femoral, vasto lateral e vasto medial). Levando em consideração que neste estudo o treinamento foi de caminhada e os testes em um dinamômetro isocinético, a resposta do sinal de EMG ao treinamento pode ter sido afetada.

Do mesmo modo, como no presente estudo o teste de MVC dos extensores e flexores do joelho não foram específicos do tipo de movimento treinado, é possível que o aumento de hipertrofia não tenha sido significativo para gerar um movimento articular com maior torque. Dados similares foram obtidos por Yasuda et al. (2012), que utilizando de dois grupos de treinamento, um grupo apenas com movimentos concêntricos e o outro apenas excêntrico, encontraram hipertrofia em ambos após treinamento com RFS (12 vs 5% respectivamente). Contudo, apenas o grupo concêntrico aumentou a MVC. Já Abe et al. (2006) não encontraram ganhos em todos os exercícios e movimentos articulares que foram utilizados para mensurar a força. Neste estudo foi encontrado aumento da MVC apenas para o teste isométrico de extensão de joelho, mas não para o teste isométrico de flexão do joelho. Interessantemente, a hipertrofia dos voluntários foi maior nos isquiotibiais do que no quadríceps (7.6 vs 5.7%). Apesar destes dados não serem muito claros, a especificidade do movimento e a porcentagem de hipertrofia talvez sejam de fato um fator limitante ao se observar o aumento de força após o treinamento com RFS. Talvez para este tipo de população, para este tempo de treinamento ou para o tipo de teste realizado, seja necessário maior número de sessões para se poder observar adaptações.

Diferentemente da força máxima, a TDF e a TDFR expressam características musculares explosivas quantitativas e qualitativas, respectivamente (ANDERSEN et al., 2010). Alterações na TDF geralmente acompanham ganhos de força (influenciados por alterações neurais) e hipertrofia após treinamentos resistidos (AAGAARD et al., 2002) enquanto aumentos da TDFR estão mais ligados a alterações neurais. A TDFR pode também apresentar queda, particularmente quando o treinamento determina alterações de tipos de fibras no sentido de fibras que apresentem características explosivas menores (IIX → IIA → I) (ANDERSEN, AAGAARD, 2006). Apesar desta mudança do tipo de fibra após os protocolos de treinamento com RFS não estar, para nosso conhecimento, devidamente esclarecida, já é evidente que há o aumento do tamanho de fibras do tipo II (YASUDA et al. 2005, NIELSEN et al. 2012). Também Kawada e Ishii 2008, em um

modelo experimental com ratos, observaram aumento de fibras do tipo IIX após uma obstrução crônica da circulação de um dos membros do animal. Partindo do pressuposto que a hipertrofia encontrada no GTR seja principalmente de fibras do tipo II, este aumento, porém não ter sido suficiente pra aumentar a TDF pelo aumento significativo de unidades motoras, mas também não reduziu a TFDR, o que poderia apontar uma possível hipertrofia, sem necessariamente uma mudança do tipo de fibra muscular.

8. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que 28 sessões de 20 minutos de duração de treinamento de caminhada com restrição do fluxo sanguíneo em jovens ativos, não modifica significativamente a capacidade (LL) e a potência aeróbia (VO_{2max}). Do mesmo modo, fatores neuromusculares associados a EC (PT, TDF, e STIFF) não foram alterados significativamente pelo treinamento, podendo justificar a ausência de alterações no gasto energético durante o exercício submáximo (i.e., EC).

9. REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; ANDERSEN, J. L.; DYHRE-POULSEN, P.; LEFFERS, A.; WAGNER, A.; MAGNUSSON, S. P.; HALKJAER-KRISTENSEN, J.; SIMONSEN, E. B. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *Journal of Physiology*, Cambridge, v.534, n.2, p.613-623, 2001.

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.93, p.1318–1326, 2002.

ABE, T.; KAWAMOTO, K.; YASUDA, T.; KEARNS, C. F.; MIDORIKAWA, T.; SATO, Y. Eight days KAATSU-resistance training improved Sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.1, p.19-23, 2005(a).

ABE, T.; KEARNS, C. F.; FUJITA, S.; SAKAMAKI, M.; SATO, Y.; BRECHUE, W.F. Skeletal muscle size and strength are increased following walk training with restricted leg muscle blood flow: implications for training duration and frequency. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.5, p.9-15, 2009.

ABE, T.; KEARNS, C. F.; SATO Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of Applied Physiology*. Bethesda, v.100, p.1460–1466, 2006.

ABE, T.; KONDO, M.; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T. Prediction equations for body composition of Japanese adults by B-mode ultrasound. *American Journal of human biology*, New York, v.6, p.161-170, 1994.

ABE, T.; SAKAMAKI, M.; FUJITA, S.; OZAKI, H.; SUGAYA, M.; SATO, Y.; NAKAJIMA, T. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therap.*, Philadelphia, v.33, p.34-40, 2010.

ABE, T.; YASUDA, T.; MIDORIKAWA, T.; SATO, Y.; KEARNS, C. F.; INOUE, K.; KOIZUMI, K.; ISHII, N. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.1, p.6-12, 2005(b).

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.41, n.3, p.687-708, 2009.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently

healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.43, n.7, p.1334-1359, 2011.

ANDERSERN, L. L.; AAGAARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European Journal of Applied Physiology*, Heidelberg, v.96, p.46-52, 2006.

ANDERSEN, J. L.; AAGAARD, P. Myosin heavy chain IIX overshoot in human skeletal muscle. *Muscle & Nerve*, New York, v.23, p.1095-1104, 2000.

ANDERSERN, L. L.; ANDERSEN, J. L.; ZEBIS, M. K.; AAGAARD, P. Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Singapore, v.20, p.162-169, 2010.

ARAMPATZIS, A.; DE MONTE, G.; KARAMANIDIS, K.; MOREY-KLAPSING, G.; STAFILIDIS, S.; BRUGGEMANN, G. Influence of the muscle-tendon unit's mechanical and morphological properties on running economy. *The Journal of Experimental Biology*, Cambridge, v.209, p.3345-3357, 2006.

BAILEY, S. P.; PATE, R. R.; Feasibility of improving running economy. *Sports Medicine*, Auckland, v.12, n.4, p.228-236, 1991.

BEEKLEY, M. D.; SATO, Y.; ABE, T. KAATSU-walk training increases sérum bone-specific alkaline phosphatase in Young men. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.1, p.77-81, 2005.

BEMBEN, M. G.; SATO, Y.; ABE, T. The use of anthropometry for assessing muscle size. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.1, p.33-36, 2005.

BERGMAN, B. C.; WOLFEL, E. E.; BUTTERFIELD, G. E.; LOPASCHUK, G. D.; CASAZZA, G. A.; HORNING, M. A.; BROOKS, G. A. Active muscle and whole body lactate kinetics after endurance training in men. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.87, n.5, p.1684-1696, 1999.

CLARET, M.; CARVALHO, E. M. M.; BRUNO, J. C. *O pensamento de*. 1. ed. São Paulo: Martin Claret, 1985. 110 p. (Da Vinci, 9).

CONLEY, D. L.; KRAHENBUHL, G. S. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.12, n.5, p.357-360, 1980.

DENADAI, B. S.; Aspectos fisiológicos relacionados com a economia de de movimento. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, Pelotas, v.1, n.3, p.59-73, 1996.

DENADAI, B. S. Avaliação aeróbia. Determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo, *Motrix*, Rio Claro, 2000.

- DRUMMOND, M. J.; FUJITA, S.; ABE, T.; DREYER, H. C.; VOLPI, E.; RASMUSSEN, B. B.; Human muscle gene expression following resistance exercise and blood flow restriction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.40, n.4, p.691-698, 2008.
- DUBOUCHAUD, H.; BUTTERFIELD, G. E.; WOLFEL, E. E.; BERGMAN, B. C.; BROOKS, G. A. Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1, and MCT4, in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology and Endocrinology Metabolism*, Bethesda, v.278, n.4, p. 571-579, 2000.
- DUMKE, C. L. PFAFFENROTH, C. M.; McBRIDE, J. M.; McCAULEY, G. O. Relationship between muscle strength, power and stiffness and running economy in trained male runners. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Champaign, v.5, p.249-261, 2010.
- EIKEN, O.; SUNDBERG, C. J.; ESBJORNSSON, M.; NYGREN, A.; KAIJSER, L. Effects of ischaemic training on force development and fibre-type composition in human skeletal muscle. *Clinical Physiology*, Stockholm, v.11, n.1, p.41-49, 1991.
- FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; LOENNEKE, J. P.; THIEBAUD, R. S.; KIM, D.; BEMBEN, D. A.; BEMBEN, M. G. Effect of diferente types of lower body resistance training on arterial compliance and calf blood flow. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, Malden, v.32, p.45-51, 2012.
- FLETCHER, J. R.; ESAU, S. P.; MACINTOSH, B. R. Changes in tendon stiffness and running economy in highly trained distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, Heidelberg, v.110, p.1037–1046, 2010.
- FRY, C. S.; GLYNN, E. L.; DRUMMOND, M. J.; TIMMERMAN, K. L.; FUJITA, S.; ABE, T.; DHANANI, S.; VOLPI, E.; RASMUSSEN, B. B. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.108, p.1199–1209, 2010.
- FUJITA, S.; ABE, T.; DRUMMOND, M. J.; CADENAS, J. G.; DREYER, H. C.; SATO, Y.; VOLPI, E.; RASMUSSEN, B. B. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.103, p.903–910, 2007.
- GRECO, C.C.; BARBOSA, L. F.; CARITÁ, R. A.; DENADAI, B. S. Is maximal lactate steady state during intermittent cycling different for active compared with passive recovery? *Applied Physiololy and Nutritional Metabolism*. v.37; n.6, p.1147-1152, 2012.
- GUGLIELMO, L. G.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Effects of strength training on running economy. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.30, n.1, p.27-32, 2009.
- GUNDERMANN, D. M.; FRY, C. S.; DICKINSON, J. M.; WALKER, D. K.; TIMMERMAN, K. L.; DRUMMOND, M. J.; VOLPI, E.; RASMUSSEN, B. B. Reactive hyperemia is not responsible for stimulating muscle protein synthesis following blood

flow restriction exercise. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.112, p.1520-1528, 2012.

HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; DISSELHORST-KLUG, C.; RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, New York, v.10, p.361–374, 2000.

HICKSON, R. C.; DVORAK, B. A.; GOROSTIACA, E. M.; KUROWSKI, T. T.; FOSTER, C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.65, p.2285-2290, 1988.

HORTOBÁGYI, T.; BARRIER, J.; BEARD, D.; BRASPENNINCX, J.; KOENS, P.; DEVITA, P.; DEMPSEY, L.; LAMBERT, J. Greater initial adaptations to submaximal muscle lengthening than maximal shortening. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.81, n.4, p.1677-1682, 1996.

HUNTER, G. R.; KATSOULIS, K.; MCCARTHY, J. P.; OGARD, W. K.; BAMMAN, M. M.; WOOD, D. S.; HOLLANDER, J. A.; BLAUDEAU, T. E.; NEWCOMER, B. R. Tendon length and joint flexibility are related to running economy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.43, n.8, p.1492-1499, 2011.

HUNT, J. E. A.; WALTON, L. A.; FERGUSON, R. A. Brachial artery modifications to blood flow-restricted handgrip training and detraining. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.112, p.956-961, 2012.

JOHNSTON, R. E.; QUIN, T. J.; KERTZEL, R.; VROMAN, N. B. Strength training in female distance runners: Impact on running economy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Colorado Springs, v.11, n.4, p.224-229.

KARABULUT, M.; ABE, T.; SATO, Y.; BEMBEN, M. G. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older man. *European Journal of Applied Physiology*, Heidelberg, v.108, p.147-155, 2010.

KARABULUT, M.; CRAMER, J. T.; RYAN, E. D.; ANDERSON, R. L.; HULL, H. R.; SATO, Y.; ABE, T.; BEMBEN, M. G. Effects of KAATSU on muscular function during isometric exercise. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.2, p.19-28, 2006.

KARABULUT, M.; McCARRON, J.; ABE, T.; SATO, Y.; BEMBEM, M. The effects of different initial restrictive pressures used to reduce blood flow and thigh composition on tissue oxygenation of the quadriceps. *Journal of Sports Science*, Ankara, v.29, n.9, p.951-958. 2011.

KATAYAMA, K.; MATSUO, M.; ISHIDA, K.; Intermittent hypoxia improves endurance performance and submaximal exercise efficiency. *High Altitude Medicine & Biology*, New York, v.4, n.3, p.291-304, 2003.

KATAYAMA, K.; SATO, K.; MATSUO, H.; ISHIDA, K.; IWASAKI, K.; MIYAMURA, M. Effect of intermittent hypoxia on oxygen uptake during submaximal exercise in

endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*. Heidelberg, v.92, n.1-2, p.75-83, 2004.

KAWADA, S.; ISHII, N. Changes in skeletal muscle size, fibre-type composition and capillary supply after chronic venous occlusion in rats. *Acta Physiology*, Oxford, v.192, n.4, p.541-549, 2008.

KAWADA, S.; ISHII, N. Skeletal muscle hypertrophy after chronic restriction of venous blood flow in rats. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.37, n.7, p.1144-1150, 2005.

KENT, A.; O'SHEA, J. P.; O'SHEA, K. L.; CLIMSTEIN, M. The effect os six week squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sport Science Research*, Colorado Springs, v.6, n.1, p.36-41, 1992.

KLEIN, M. B.; PHAM, H.; YALAMANCHI, N.; CHANG, J. Flexor tendon wound healing in vitro: The effects of lactate on tendon cell proliferation and collagen production. *Journal of Hand Surgery*, Secaucus, v.26, n.5, p.847-854, 2001.

KUBO, K.; KOMURO, T.; ISHIGURO, N.; TSUNODA, N.; SATO, Y.; ISHII, N.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Effects of low-load resistance training whit vascular occlusion on mechanical properties of muscle and tendon. *Journal of Applied Biomechanics*, Champaign, v.22, n.2, p.112-119, 2006a.

KUBO, K.; OHGO, K.; TAKEISHI, R.; YOSHINAGA, K.; TSUNODA, N.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Effects of isometric training at different knee angles on the muscle-tendon complex *in vivo*. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Singapore, v.16, p.159-167, 2006b.

KYROLAINEN, H.; KIVELA, R.; KOSKINEN, S.; McBRIDE, J.; ANDERSEN, J. L.; TAKALA, T.; SIPILA, S.; KOMI, P. V. Interrelationships between muscle structure, muscle strength, and running economy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.35, n.1, p.45-49, 2003.

LARKIN, K. A.; MacNEIL, R. G.; DIRAIN, M.; SANDESARA, B.; MANINI, T. M.; BUFORD, T. W. Blood flow restriction enhances post-resistance exercise angiogenic gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, Publish Ahead of Print.

LAURENTINO, G. C.; UGRINOWITSCH, C.; ROSCHEL, H.; AOKI, M. S.; SOARES, A. G.; NEVES JR, M.; AIHARA, A. Y.; FERNANDES, A. R. C.; TRICOLI, V. Strength training whit blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.44, n.3, p.406-412, 2012.

LIDA, H.; KURANO, M.; TAKANO, H.; KUBOTA, N.; MORITA, T.; MEGURO, K.; SATO, Y.; ABE, T.; YAMAZAKI, Y.; UNO, K.; TAKENAKA, K.; HIROSE, K.; NAKAJIMA, T. Hemodynamic and neuro-humoral responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU in healthy subjects. *European Journal of Applied Physiology*. Heidelberg, v.100, p.275-285, 2007.

LOENNEKE, J. P.; FAHS, C. A.; ROSSOW, L. M.; SHERK, V. D.; THIEBAUND, R. S.; ABE, T.; BEMBEN, D. A.; BEMBEN, M. G. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Heidelberg, v.112, p.2903-2912, 2012a.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, J. M.; MARIN, P. J.; ZOURDOS, M. C.; BEMBEN, M. G. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*, Heidelberg, v.112, p.1849-1859, 2012.

LOENNEKE, J. P.; WILSON, G.J.; WILSON, J. M. A Mechanistic Approach to Blood Flow Occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.31, p.1-4, 2010.

MADARAME, H.; NEYA, M.; OCHI, E.; NAKAZATO, K.; SATO, Y.; ISHII, N. Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.40, n.2, p.258-263, 2008.

MARCINIK, E. J.; POTTS, J.; SCHLABACH, G.; WILL, S.; DAWSON, P.; HURLEY, B. F. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.23, n.6, p.739-743, 1991.

MCCARTHY, J. P.; AGRE, J. C.; GRAF, B. K.; POZNIAK, M. A.; VALIAS, A. C. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.27, n.3, p.429-436, 1995.

MCNAIR, P.J.; DOMBROSKI, E. W.; HEWSON, D. J.; STANLEY, S. N. Stretching at the ankle joint: viscoelastic responses to holds and continuous passive motion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.33, n.3, p.354-358, 2001.

MILLET, G. P.; JAOUEN, B.; BORRANI, F.; CANDAU, R. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO₂ kinetics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.34, n.8, p.1351-1359, 2002.

MOORE, D. R.; BURGOMASTER, K. A.; SCHOFIELD, L. M.; GIBALA, M. J.; SALE, D. G.; PHILLIPS, S. M. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *European Journal of Applied Physiology*, Heidelberg, v.92, p.399-406, 2004.

MOORE, I. S.; JONES, A. M.; DIXON, S. J. Mechanisms for improved running economy in beginner runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.44, n.9, p.1756-1763, 2012.

MORITANI, T. Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. *Journal of Biomechanics*, New York, v.26, p.95-107, 1993.

MORITANI, T.; SHERMAN, W. M.; SHIBATA, M.; MATSUMOTO, T.; SHINOHARA, M. Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Berlin, v.64, p.552-556, 1992.

- MORGAN, D. W.; BALDINI, F. D.; MARTIN, P. E.; KOHRT, W. M. Ten kilometer performance and predicted velocity at VO₂max among well-trained male runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.21, n.1, p.78-83, 1989.
- MORGAN, D. W.; CRAIB, M. Physiological aspects of running economy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.24, n.4, p.456-461, 1992.
- MORGAN, D. W.; DANIELS, J. T. Relationship between VO₂max and the aerobic demand of running in elite distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.15, p.426-429, 1994.
- MORGAN, D. W.; MARTIN, P. E.; KRAHENBUHL, G. S.; BALDINI, F. D. Variability in running economy and mechanics among trained male runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.23, n.3, p.378-383, 1991.
- MORGAN, D. W.; MARTIN, P. E.; KRAHENBUHL, G. S. Factors affecting running economy. *Sports Medicine*, Auckland, v.7, n.5, p.310-330, 1989.
- NEYA, M.; ENOKI, T.; KUMAI, Y.; SUGOH, T.; KAWAHARA, T. The effects of nightly normobaric hypoxia and high intensity training under intermittent normobaric hypoxia on running economy and hemoglobin mass. *Journal of Applied Physiology*. Bethesda, v.103, p.828–834, 2007.
- NIELSEN, J. L.; AAGAARD, P.; BECH, R. D.; NYGAARD, T.; HVID, L. G.; WERNBOM, M.; SUETTA, C.; FRANDSEN, U. Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. *Journal of Applied Physiology*. Bethesda, v.590, n.17, p.4351-4361, 2012.
- NORDEZ, A.; CORNU, C.; McNAIR, P. Acute effects of static stretching on passive stiffness of the hamstring muscles calculated using different mathematical models. *Clinical Biomechanics*, Oxford, v.21, p.755-760, 2006.
- OLIVEIRA, A. S.; CORVINO, R. B.; GONÇALVES, M.; CAPUTO, F.; DENADAI, B. S. Effects of a single habituation session on neuromuscular isokinetic profile at different movement velocities. *European Journal of Applied Physiology*. Heidelberg, v.110, n.6, p.1127-1133, 2010.
- ORTIZ, M. J.; DENADAI, B. S.; STELLA, S.; MELLO, M. T. Efeitos do treinamento aeróbio de alta intensidade sobre a economia de corrida em corredores de endurance. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília, v. 11, n. 3, p. 53-56, 2003.
- OZAKI, H.; SAKAMAKI, M.; YASUDA, T.; FUJITA, S.; OGASAWARA, R.; SUGAYA, M.; NAKAJIMA, T.; ABE, T. Increase in thigh muscle volume and strength by walk training with leg blood flow reduction in older participants. *Journal of Gerontology: Biological Science*. Oxford, v.66, n.3, p.257-263.
- PAAVOLAINEN, L.; HAKKINEN, K.; HAMALAINEN, I.; NUMMELA, A.; RUSKO, H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running

economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.86, n.6 p.1527-1533, 1999.

PARK, S.; KIM, J. K.; CHOI, H. M.; KIM, H. G.; BEEKLEY, M. D.; NHO, H. Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes *European Journal of Applied Physiology*. Heidelberg, v.109, p.591–600, 2010.

PATE, R. R.; MACERA, C. A.; BAILEY, S. P. BARTOLI, W. P. POWELL, K. E. Physiological, anthropometric, and training correlates of running economy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.24, n.10, p.1128-1133, 1992.

PATTERSON, S. D.; FERGUSON, R. A.; Increase in calf post-occlusive blood flow and muscle strength following short-term resistance exercise training with blood flow restriction in Young women. *European Journal of Applied Physiology*. Heidelberg, v.108, p.1025-1033, 2010.

PICKERING, G. T.; HALL, J. E.; APPEL, L. J.; FALKNER, B. E.; GRAVES, J.; HILL, M. N.; JONES, D. W.; KURTZ, T.; SHEPS, S. G.; ROCCELLA, E. J. Recommendations for Blood Pressure Measurement in Humans and Experimental Animals: Part 1: Blood Pressure Measurement in Humans: A Statement for Professionals From the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation*, Baltimore, v.111, p.697-716, 2005.

PIERCE, J. R.; CLARK, B. C.; PLOUTZ-SNYDER, L. L.; KANALEY, J. A. Growth hormone and muscle function responses to skeletal muscle ischemia. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.101, p.1588–1595, 2006.

POTTEIGER, J. A.; LOCKWOOD, R. H.; HAUB, M. D.; DOLEZAL, B. A.; ALMUZAINI, K. S.; SCHROEDER, J. M.; ZEBAS, C. J. Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Colorado Springs, v.13, n.3, p.275-279, 1999.

RABITA, G.; PEROT, C.; LENSEL-CORBEIL, G. Differential effect of knee extension isometric training on the different muscles of the quadriceps femoris in humans. *European Journal of Applied Physiology*. Heidelberg, v.83, p.531-538, 2000.

REEVES, G. V.; KRAEMER, R. R.; HOLLANDER, D. B.; CLAVIER, J.; THOMAS, C.; FRANCOIS, M.; CASTRACANE, V. D. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.101, p.1616–1622, 2006.

RENZI, C. P.; TANAKA, H.; SUGAWARA, J. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.42, n.4, p.726-732, 2010.

RIEMANN, B. L.; DeMONT, R. G.; RYU, K.; LEPHART, S. M. The effects of sex, joint angle, and the gastrocnemius muscle on passive ankle joint complex stiffness. *Journal of Athletic Training*, Dallas, v.36, n.4, p.369-377, 2001.

SATO, Y. The history and future of KAATSU Training. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.1, p.1-5, 2005.

SAUNDERS, P. U.; PYNE, D. B.; TELFORD, R. D.; HAWLEY, J. A. Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners. *Sports Medicine*, Auckland, v.34, n.7, p.465-485, 2004(a).

SAUNDES, P. U.; TELFORD, R. D.; PYNE, D. B.; CUNNING, R. B.; GORE, C. J.; HAHN, A. G.; HAWLEY, J. A.; Improved running economy in elite runners after 20 days of simulated moderate-altitude exposure. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.93, n. 3, p.931–937, 2004(b).

SAUNDERS, P. U.; TELFORD, R. D.; PYNE, D. B.; HAHN, A. G.; GORE, C. J. Improved running economy and increased hemoglobin mass in elite runners after extended moderate altitude exposure. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Belconnen, v.12, p.67-72, 2009.

SAUNDERS, P. U.; TELFORD, R. D.; PYNE, D. B.; PELTOLA, E. M.; CUNNINGHAM, B. R.; GORE, C. J.; HAWLEY, J. A. Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Colorado Springs, v.20, n.4, p.947-954, 2006.

SPURRS, R. W.; MURPHY, A. J.; WATSFORD, M. L. The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology*. Heidelberg, v.89, p.1-7, 2003.

SUGA, T.; OKITA, K.; MORITA, N.; YOKOTA, T.; HIRABAYAH, K.; HORIUCHI, M.; TAKADA, S.; TAKAHASHI, T.; OMOKAWA, M.; KINUGAWA, S.; TSUTSUI, H. Intramuscular metabolismo during low-intensity resistance exercise whit blood flows, restriction. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.106, p.1119-1124, 2009.

STØREN, Ø.; HELGERUD, J; HOFF, J. Running stride peak forces inversely determine running economy in elite runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Colorado Springs, v.25, n.1, p.117-123, 2011.

STØREN, Ø.; HELGERUD, J.; STØA, E. M.; HOFF, J. Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v.40, n.6, p.1087 -1092, 2008.

TAKANO, H.; MORITA, T.; LIDA, H.; KATO, M.; UNO, K.; HIROSE, K.; MATSUMOTO, A.; TAKENAKA, K.; HIRATA, Y.; FURUICHI, T.; ETO, E.; NAGAI, R.; SATO, Y.; NAKAJIMA, T. Effects of low-intensity “KAATSU” resistance training exercise on hemodynamic and growth hormone responses. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.1, p.13-18, 2005.

SUNDBERG, C. J.; Exercise and training during graded leg ischaemia in healthy man. *Acta Physiologica Sacandinavica*, Stockholm, v.615, p.1-50, 1994.

TAKARADA, Y.; NAKAMURA, Y.; ARUGA, S.; ONDA, T.; MIYAZAKI, S.; ISHII, N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*. Bethesda, v.88, p.61-65, 2000(a).

TAKARADA, Y.; SATO, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *European Journal of Applied Physiology*. Heidelberg, v.86, p.308–314, 2002.

TAKARADA, Y.; TSURUTA, T.; ISHII, N. Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *Japanese Journal of Physiology*, Tokyo, v.54, p.585-592, 2004.

TAKARADA, Y.; TAKAZAWA, H.; SATO, Y.; TAKEBAYASHI, S. T.; TANAKA, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of Applied Physiology*. Bethesda, v.88, p.2097–2106, 2000(b).

TANIMOTO, M.; MADARAME, H.; ISHII, N. Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: Comparison between “KAATSU” and other types of regimen. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.1, p.51-56, 2005.

TURNER, A. M.; OWINGS, M.; SCHWANE, J. A. Improvement in Running Economy After 6 Weeks of Plyometric Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Colorado Springs, v.17, n.1, p.60–67, 2003.

VICTOR, R. G.; SEALS, D. R. Reflex stimulation of sympathetic outflow during rhythmic exercise in humans. *American Journal of Physiology*, Baltimore, v.21, p.362-369, 2006.

WADE, A. J.; MARBUT, M. M.; ROUND, J. M. Muscle fibre type and aetiology of obesity. *Lancet*, London, v.335, p.805-808, 1990.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; RAASTAD, T.; Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Stockholm, v.18, p.401–416, 2008.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOMEE, R. Effects of vascular occlusion on muscular endurance in dynamic knee extension exercise at different submaximal loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Colorado Springs, v.23, n.8, p.2389-2395, 2009.

YAMADA, E.; KUSAKA, T.; TANAKA, S.; MORI, S.; NORIMATSU, H.; ITOH, S. Effects of vascular occlusion on surface electromyography and muscle oxygenation during isometric contraction. *Journal of Sport and Rehabilitation*, Lexington, v.13, p.287-299, 2004.

YASUDA, T.; ABE, T.; BRECHUE, W. F.; LIDA, H.; TAKANO, H.; MEGURO, K.; KURANO, M.; FUJITA, S.; NAKAJIMA, T. Venous blood gas and metabolite

response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. *Metabolism Clinical Experimental*, Philadelphia, v.59, p.1510-1519, 2010.

YASUDA, T.; ABE, T.; SATO, Y.; MIDORIKAWA, T.; KEARNS, C. F.; INOUE, K.; RYUSHI, T.; ISHII, N. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily. *International Journal of Kaatsu Training Research*, Tokyo, v.1, p.65-70, 2005.

YASUDA, T.; BRECHUE, W. F.; FUJITA, T.; SHIRAKAWA, J.; SATO, Y.; ABE, T.; Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow *Journal of Sports Sciences*, London, v.27, n.5, p.479–489, 2009.

YASUDA, T.; FUKUMURA, K.; FUKUDA, T.; LIDA, H.; IMUTA, H.; SATO, Y.; YAMASOBA, T.; NAKAJIMA, T. Effects of low-intensity, elastic band, resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Stockholm, v.18, p.401–416, 2008.

APÊNDICE I - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - (TCLE)
(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)**

Você está sendo convidado para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado de forma alguma. Em caso de dúvida você pode procurar o Laboratório de Avaliação da Performance Humana no telefone (19) 3526-4325 ou o pesquisador responsável.

A pesquisa para a qual você está sendo convidado possui o seguinte título: “Efeitos do treinamento de caminhada com oclusão do fluxo sanguíneo sobre índices de aptidão aeróbia”

O objetivo desta pesquisa é observar quais serão as alterações que poderão ocorrer em sua circulação sanguínea, respiração e músculos devido ao treinamento que será realizado. Essas alterações podem modificar a sua capacidade de gerar força muscular e de realizar exercícios de longa duração (caminhada, corrida).

A duração total da pesquisa será de sete semanas, sendo as duas primeiras para você se acostumar aos aparelhos que serão utilizados e fazer os testes iniciais e a última para repetir os mesmos testes. As outras quatro semanas serão para o treinamento, que será realizado 5 dias por semana.

Haverá dois grupos de voluntários na pesquisa. Um grupo que irá treinar com dois aparelhos que serão colocados na sua coxa e cheios de ar para reduzir a quantidade de sangue nestes membros e irá caminhar a 4 km/h (grupo treino) durante as quatro semanas. O outro grupo realizará o mesmo treino, mas sem restrição do sangue para as pernas (grupo controle). Você será colocado em um dos dois grupos por meio de sorteio, sendo assim, poderá ou não ser colocado no grupo que irá treinar com redução do fluxo de sangue para a perna.

Antes de você começar os testes e o treinamento, terá que responder a um questionário sobre sua condição geral de saúde, que será aplicado pelo pesquisador responsável, e passará por uma avaliação sobre o estado de saúde dos seus membros inferiores (coxa e perna), que será feita por um médico. Caso você tenha resultados negativos em alguma das avaliações, não poderá participar deste estudo.

Vale informá-lo que toda pessoa que for realizar os testes terão acesso aos seus resultados, assim como a garantia de esclarecimentos, antes e durante a realização da pesquisa. Nenhum resultado será divulgado ou levado ao conhecimento de pessoas estranhas ao Laboratório de Avaliação da Performance Humana, sem a sua autorização expressa. Você poderá abandonar os testes a qualquer momento, sem prestar qualquer tipo de esclarecimento, sem nenhum tipo de prejuízo, mas devendo comunicar sua decisão ao pesquisador responsável o quanto antes. Você terá sempre o acompanhamento e assistência de um membro do laboratório durante todos os treinos e testes que serão realizados. Todos os procedimentos e testes da pesquisa serão explicados a você mais detalhadamente pelo pesquisador, e caso haja qualquer dúvida você pode questioná-lo a qualquer momento.

Quanto aos testes que você terá que fazer, estes serão necessários, pois são os mais precisos e ideais disponíveis no momento pelo Laboratório de Avaliação da Performance Humana.

Primeiramente os pesquisadores o levarão a cidade de Limeira – SP para que seja feita uma imagem (ultrassonografia) de alguns músculos da sua perna e coxa e para obter a medida onde ocorre a diminuição da circulação de sangue na sua perna. Este exame é indolor, não invasivo e será feito por um médico especialista em imagem (ultrassonografia) na clínica

Ultraview S/C Ltda. A ultrassonografia será feita para observar possíveis alterações no tamanho da musculatura devido ao treinamento.

Posteriormente, você fará três testes de corrida em uma esteira rolante. No primeiro a velocidade inicial será bem baixa (6 km/h) e a cada 3 min a mesma será aumentada de 1 km/h até 10 km/h (intensidade moderada). A cada intervalo de 3 minutos os pesquisadores irão coletar de sua orelha aproximadamente duas gotas de sangue. Após um período de 30 minutos de intervalo deste teste, você fará o teste para medir sua capacidade máxima em exercício aeróbio, que começará com a mesma velocidade que foi interrompida o teste anterior, tendo aumentos na velocidade de forma constante, até que você se canse e peça para parar a esteira, que será parada no mesmo instante. Durante este teste você utilizará uma máscara que cobre a boca e o nariz (sem impedir a respiração) que permite a análise do ar expirado. O último teste na esteira, que será realizado em dia diferente dos outros dois, será então o que observa o gasto energético da corrida. Este terá a duração de oito minutos, e será feito com a velocidade obtida no primeiro teste (intensidade leve). Durante o sexto e sétimo minutos será feita uma filmagem em vídeo apenas de suas pernas, para depois serem feitas medidas do comprimento da sua passada.

Além dos testes da esteira, você fará alguns testes em um aparelho que mede a força que você é capaz de exercer em determinadas articulações do seu corpo. Este aparelho será apresentado para você pelo pesquisador, assim como o detalhamento de todas as posições que serão feitos os testes. Será observado a sua capacidade de estender (músculos da parte da frente da coxa) e flexionar (músculos da parte de trás da coxa) o joelho, estender (músculos da parte da frente da perna) e flexionar o tornozelo (músculos da parte de trás da perna). Durante esses testes será utilizado ao mesmo tempo um aparelho que observa a atividade elétrica dos músculos e para utilizá-lo, alguns adesivos (eletrodos) serão colados em cima desses músculos. Para a colocação desses eletrodos será necessária a raspagem dos pelos da região suficiente para que os eletrodos fiquem diretamente em contato com a pele. Assim como para a coleta de sangue, todos os cuidados necessários de higiene e limpeza serão tomados pelos pesquisadores, como, utilização de luvas, avental e materiais descartáveis.

O treinamento que será realizado terá ao todo vinte sessões, sendo estas divididas em cinco vezes por semana, totalizando 4 semanas. O treino consistirá de vinte minutos de caminhada em esteira em uma velocidade bem baixa (4 km/h), com dois aparelhos comuns de medir pressão arterial que serão colocados na parte de cima da coxa. Esses aparelhos serão cheios de ar, apertando um pouco a coxa, causando uma leve diminuição da passagem de sangue para o resto do membro (oclusão do fluxo sanguíneo). A cada semana a quantidade de ar que esses aparelhos serão cheios irá aumentar. Os aparelhos são removidos imediatamente após o término dos vinte minutos de cada sessão. Será permitido durante o treinamento que você falte duas vezes seguida ou alternada ao treino, sem necessidade de reposição. Mais do que duas faltas apenas se houver reposição em dias diferentes (sábado ou domingo).

É necessário informá-lo dos riscos e benefícios que envolvem esta pesquisa. Sendo assim, seguem abaixo algumas considerações.

O que se observa com maior frequência devido ao treinamento com a restrição do fluxo de sangue é a hemorragia subcutânea (machas vermelhas ou arroxeadas, semelhantes as que se obtém quando ocorre alguma batida no local), mas são mais frequentes nos braços do que na coxa e geralmente são pequenas e desaparecem com o tempo sem impedir a continuidade do treinamento. Seguido da hemorragia subcutânea e em frequência muito menor fica o entorpecimento do membro ocluído (sensação de formigamento), mas que também desaparece assim que o membro é desocluído. Em casos muito raros pode ocorrer formação de trombos (sangue coagulado) gerando uma oclusão dos vasos de sangue o que poderia levar a uma dificuldade para respirar. Não existe relato destes casos na comunidade

científica, mesmo porque a restrição do fluxo de sangue não é total e a circulação não é interrompida.

Os riscos presentes nas sessões dos testes de corrida, por envolver a utilização da esteira rolante, são possíveis lesões musculoesqueléticas, traumatismos em geral, arritmias cardíacas, respostas atípicas da pressão arterial e até, em casos raros, ataques cardíacos, assim como inflamação e infecção devido a coleta de sangue no lóbulo da orelha. Porém, estes eventos ocorrem com baixa frequência nas condições laboratoriais, além dos voluntários terem a chance de se adaptar ao uso da esteira, todos os procedimentos necessários de proteção e higiene para a coleta de sangue serão tomados pelos pesquisadores, como, utilização de luvas, avental e materiais descartáveis, diminuindo ainda mais o risco de acidentes. Na ocorrência de algum acidente, os riscos tendem a ser minimizados pelas condições de pronto-atendimento e pelo chamado da Unidade de Resgate do Corpo de Bombeiros, com equipamentos médicos e motorista, auxiliar e encarregado, para a realização dos primeiros socorros. Caso necessário, você será transportado por esta equipe para um hospital.

Os benefícios esperados e provenientes desse tipo de treinamento são, inicialmente, o aumento da força e do tamanho muscular dos membros inferiores (perna e coxa). Além disso, há algumas evidências, apesar de poucas e inconclusivas, de que também possam ocorrer adaptações circulatórias, como a diminuição a frequência cardíaca, aumento do volume de sangue bombeado pelo coração e aumento da aptidão aeróbia (capacidade de realizar atividades de longa duração).

INFORMAÇÕES PESSOAIS

Nome:

Sexo: M() F() **Data de Nascimento:** ___/___/___

Endereço:

Telefone para contato:

Data: ___/___/___.

Assinatura do Voluntário

INFORMAÇÕES DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL E DO ORIENTADOR

Pesquisador Responsável: Felipe Bruno Dias de Oliveira - RG: 44.920.892-8

Cargo/Função: Aluno de Mestrado

Curso: Desenvolvimento Humano e Tecnologias

Instituição: Universidade Estadual Paulista

Endereço: Av. 24 a, 1515, Bela Vista, Rio Claro, SP

Dados para Contato: fone (19) 9797-8012 e-mail: felps_o@hotmail.com

Orientador: Prof. Dr. Benedito Sérgio Denadai

Cargo/função: Professor Titular

Instituição: Universidade Estadual Paulista

Endereço: Av. 24 a, 1515, Bela Vista, Rio Claro, SP

Dados para Contato: fone (19) 3526-4325 e-mail: bdenadai@rc.unesp.br

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Orientador

ANEXO I - Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)

Questionário de Prontidão para
Atividade Física. PAR-Q (revisado em 1994)

PAR-Q E VOCÊ

(Um Questionário para Pessoas com 15 a 69 Anos de Idade)

A atividade física regular é alegre e saudável, com um número cada vez maior de pessoas começando a se tornar mais ativas a cada dia. Ser mais ativo é muito seguro para a maioria das pessoas. Entretanto, algumas pessoas devem consultar-se com seu médico antes de começarem a se tornar muito mais fisicamente ativas.

Se você está planejando tornar-se muito mais fisicamente ativo do que atualmente, convém começar respondendo a sete questões no boxe abaixo. Se você tem entre 15 e 69 anos de idade, o PAR-Q lhe dirá se precisa consultar seu médico antes de começar. Se você tem mais de 69 anos de idade e não costumava ser muito ativo, consultar seu médico.

O bom senso é seu melhor guia ao responder essas questões. Queira ler as questões com extremo cuidado e responder cada uma delas com honestidade: checar SIM ou NÃO.

SIM	NÃO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Seu médico já lhe disse que você é portador de uma afecção cardíaca e que somente deve realizar a atividade física recomendada por um médico?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Você sente dor no tórax quando realiza uma atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. No último mês, você teve dor torácica quando não estava realizando uma atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de uma tonteira ou já perdeu a consciência?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Você sofre de algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado por uma mudança em sua atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Seu médico está lhe receitando atualmente medicamentos (por exemplo, diuréticos) para pressão arterial ou alguma condição cardíaca?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Você está a par de alguma outra razão pela qual não deveria realizar uma atividade física?

SIM para uma ou mais questões

Se
você
respondeu

Falar com seu médico por telefone ou pessoalmente ANTES de começar a se tornar muito mais fisicamente ativo ou antes de realizar uma avaliação para aptidão. Falar com seu médico acerca do PAR-Q e das questões para as quais sua resposta foi SIM.

- Você pode ser capaz de realizar qualquer atividade que queira—desde que comece lentamente e que progrida gradualmente. Ou, você pode ter que restringir suas atividades àquelas que são seguras para você. Fale com seu médico acerca dos tipos de atividades de que deseja participar, e siga seu conselho.
- Descubrir que programas comunitários são seguros e úteis para você.

NÃO a todas as questões

Se você respondeu não com honestidade a todas as questões do PAR-Q, então pode estar razoavelmente seguro de que pode:

- começar a tornar-se muito mais fisicamente ativo—começar lentamente e progredir gradualmente. Esta é a maneira mais segura e mais fácil de prosseguir.
- tomar parte em uma avaliação da aptidão—esta é uma excelente maneira de determinar sua aptidão básica, para que possa planejar a melhor maneira de viver ativamente.

ESPERAR PARA TORNAR-SE MUITO MAIS ATIVO:

- se você não está se sentindo bem em virtude de uma enfermidade temporária tipo resfriado ou febre—esperar até sentir-se melhor; ou
- se você está ou pode estar grávida—falar com seu médico antes de começar a tornar-se mais ativa.

Queira observar: Se sua saúde se modificou, de forma que agora você responde sim a qualquer uma das questões acima, informar seu profissional de aptidão ou de saúde. Perguntar se você deve modificar seu plano de atividade física.

Utilização consciente do PAR-Q: A Canadian Society for Exercise Physiology, Health Canada, e seus agentes não assumem qualquer responsabilidade pelas pessoas que realizam uma atividade física e, se estiverem em dúvida após completar este questionário, consultem seu médico antes de realizar a atividade física.

Você é encorajado a copiar o PAR-Q, porém somente se utiliza o formulário inteiro

NOTA: Se o PAR-Q está sendo fornecido a uma pessoa antes de ela participar de um programa de atividade física ou de uma avaliação da aptidão, esta seção pode ser utilizada com finalidades legais ou administrativas.

Li, compreendi e completei este questionário. Todas as dúvidas que eu tinha foram respondidas de uma maneira plenamente satisfatória.

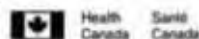
NOME _____

ASSINATURA _____ DATA _____

ASSINATURA DO PROGENITOR _____ TESTEMUNHA _____
ou do TUTOR (para a participação antes da maioridade)

© Sociedade Canadense para a Fisiologia do Exercício
Société canadienne de physiologie de l'exercice

Supervisionado por:



ANEXO II - Questionário Médico**Questionário para fatores de risco de Trombose Venosa Profunda e Embolia Pulmonar****Geral**

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: _____

Clínicos

Insuficiência cardíaca: _____

Doença pulmonar obstrutiva crônica: _____

Insuficiência renal: _____

Insuficiência hepática: _____

Acidente vascular cerebral: _____

Diabetes mellitus: _____

Síndrome nefrótica: _____

Infarto agudo do miocárdio: _____

Arritmia: _____

Doença inflamatória dos cólons: _____

Imobilização gessada recente: _____

Paralisia ou paresia dos MMII: _____

Obesidade: _____

Doença autoimune: _____

Desidratação: _____

Varizes: _____

Insuficiência arterial: _____

TVP prévia: _____

Infecção: _____

Neoplasia: _____

Febre: _____

Dor nos MMII ao esforço: _____

Edema no MMII: _____

Pigmentação cutânea de extremidades: _____

Hipersensibilidade a pulsação dos vasos: _____

Antecedente familiar de patologias cardiovasculares ou circulares: _____

Palpação de pulsos: _____

 Região inguinal: _____

 Poplítea: _____

 Tibial posterior: _____

Medicamentos

Anticoncepcional oral: _____

Reposição hormonal: _____

Corticoides: _____

Outros: _____

Cirúrgicos

Cirurgia recente: _____

Tipo de Cirurgia: _____

Tempo de Cirurgia: _____

Tipo de anestesia: _____

ANEXO III - Modelo Clínico de Wells et al. (2000) e Wells et al. (2003)

Modelo clínico de Wells et al. (2003) para avaliar a probabilidade de diagnóstico pré teste de Trombose Venosa Profunda: Tabela de avaliação clínica	
Características Clínicas	Pontuação
Câncer ativo (paciente recebendo tratamento para câncer dentro dos 6 últimos meses ou atualmente recebendo tratamento paliativo)	1
Paralisia, paresia, ou imobilização com gesso recente das extremidades inferiores	1
Recentemente de cama por 3 dias ou mais, ou cirurgia dentro das últimas 12 semanas exigindo anestesia geral ou regional	1
Sensibilidade localizada, ao longo da distribuição do sistema venoso profundo	1
Edema em todo o membro	1
Edema na panturrilha, pelo menos, 3 cm maior do que na perna assintomática (medida 10 cm abaixo da tuberosidade tibial)	1
Edema depressível limitado à perna sintomática	1
Veias colaterais superficiais (não varicoso)	1
Trombose venosa profunda documentada anteriormente	1
Diagnóstico alternativo, pelo menos, tão provável quanto trombose venosa profunda	-2
	Total:
Probabilidade Clínica: baixa ≤ 0 ; intermediária 1-2; alta ≥ 3 . Em pacientes com sintomas nas duas pernas a mais sintomática é usada. WELLS, P. S.; ANDERSON, D. R.; RODGER, M.; FOGIE, M.; KEARON, C.; DREYER, J.; KOVACS, G. MITCHELL, M.; LEWANDOWSKI, B.; KOVACS, M. J. Evaluation of D-dimer in the Diagnosis of Suspected Deep-Vein Thrombosis. <i>The New England Journal of Medicine</i> . v.349, n.13, p.1227-1235, 2003.	

Modelo clínico de Wells et al. (2000) para avaliar a probabilidade de diagnóstico pré teste de Embolia Pulmonar: Tabela de avaliação clínica	
Características Clínicas	Pontuação
Sintomas clínicos de Trombose Venosa Profunda (mínimo edema na perna e dor induzida pela palpação do sistema venoso profundo)	3
Diagnóstico alternativo menos provável do que Embolia Pulmonar	3
Batimento cardíaco acima de 100bpm	1.5
Imobilização ou cirurgia nas últimas 4 semanas	1.5
Embolia Pulmonar ou Trombose Venosa Profunda anterior	1.5
Hemoptise	1
Malignidade (em tratamento, tratado, ou tratamento paliativo nos últimos seis meses)	1
	Total:
Probabilidade Clínica: baixa 0-1; intermediária 1-2; alta ≥ 7 . WELLS, P. S.; ANDERSON, D. R.; RODGER, M.; GINSBERG, J. S.; KEARON, C.; GENT, M.; TURPIE, A. G. G.; BORMANIS, J.; WEITZ, J.; CHAMBERLAIN, M.; BOWIE, D.; BARNES, D.; HIRSH, J. Derivation of a Simple Clinical Model to Categorize Patients Probability of Pulmonary Embolism: Increasing the Models Utility with the SimpliRED D-dimer. <i>Thrombosis and Haemostasis</i> . v.83, p.416-420, 2000.	