**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO**

Oswaldo Teno Castilho Junior

**Avaliação do efeito da meia elástica na hemodinâmica
venosa dos membros inferiores de corredores**

**Ribeirão Preto
2015**

Oswaldo Teno Castilho Junior

**Avaliação do efeito da meia elástica na
hemodinâmica venosa dos
membros inferiores de corredores**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do **Título de Mestre**.

Área de concentração: Clínica Cirúrgica.

Orientador: **Prof. Dr. Carlos Eli Piccinato**

**Ribeirão Preto
2015**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico para fins de estudo, pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Castilho Junior, Oswaldo Teno

Avaliação do efeito da meia elástica na hemodinâmica venosa dos membros inferiores de corredores. Ribeirão Preto, 2015.

71 p.: il. ; 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Clínica Cirúrgica.

Orientador: Piccinato, Carlos Eli.

1. Corrida. 2. Hemodinâmica. 3. Pletismografia a ar. 4. Meias de compressão. 5. Membros inferiores.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: CASTILHO Jr., Oswaldo Teno

Título: Avaliação do efeito da meia elástica na hemodinâmica venosa dos membros inferiores de corredores

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do **Título de Mestre**. Área de concentração: Clínica Cirúrgica.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

À Erika, meu amor.

Agradecimento Especial:

Aos meus pais, pelo exemplo.

Aos meus filhos, pelo exemplo.

AGRADECIMENTO

Ao meu orientador, Professor Carlos Eli Piccinato, pela presença serena e segura.

Ao meu colega e amigo, Dr. Nei Rodrigues Alves Dezotti, pelo incentivo.

À todos os amigos voluntários, pela dedicação, paciência e disponibilidade.

Aos Profs. Drs. Marcondes Figueiredo e Edwaldo Edner Joviliano, por enriquecerem a banca examinadora dessa tese.

À academia Cia Atlética de Ribeirão Preto, principalmente à Stella Santini, que cedeu os equipamentos e espaço para a realização desse trabalho.

À Venosan do Brasil, especialmente à representante Perciliana Marconini, pela rapidez e solicitude ao ceder as meias elásticas utilizadas nesse estudo.

À Juliana Pischiottin da Silva Moraes, secretária do Programa de Pós-Graduação de Clínica Cirúrgica, pela presteza e competência.

À Laucéa Conrado da Silva e à Tânia Beatriz Chiari, secretárias do Departamento de Cirurgia e Anatomia da HCRP-USP, pelo pronto auxílio na formatação desse trabalho.

À FMRP-USP e ao HCRP-USP, instituições das quais muito me orgulho e a todos que fazem parte de sua história, mantendo a sua boa reputação.

RESUMO

Castilho Junior, O T. **Avaliação do efeito da meia elástica na hemodinâmica venosa dos membros inferiores de corredores.** 2015. 71f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP.

Introdução: A literatura médica a respeito da eficácia e dos benefícios do uso de meias elásticas de compressão graduada (MECG) na corrida é controversa e inconclusiva. **Objetivo:** O objetivo foi verificar as alterações da hemodinâmica venosa dos MMII pela pletismografia a ar (PGA) , do lactato sanguíneo e da resposta clínica provocadas pela corrida em atletas amadores saudáveis sem e com o uso de MECG. **População e Método:** Dez atletas (4 homens e 6 mulheres), corredores voluntários, com idade média 40,3 anos, índice de massa corporal (IMC) médio de 21,88, foram submetidos a avaliações de parâmetros hemodinâmicos venosos por meio da PGA (IEV-índice de enchimento venoso; FE-fração de ejeção e FVR-fração de volume residual), dosagem de lactato capilar e avaliação clínica (frequência cardíaca, dor e conforto nos MMII) em 3 situações: em repouso (antes da corrida); logo depois de uma corrida de 10 km em esteira com inclinação de 1% sem o uso de MECG e uma semana após com o uso de MECG. Todas as variáveis foram analisadas estatisticamente e considerou-se 5% o nível de significância. **Resultado:** Após a corrida houve elevação significativa dos valores de IEV dos MMII no grupo sem em relação ao grupo com MECG e em repouso. Houve queda significativa da FVR do membro inferior direito no grupo com MECG em relação aos grupos em repouso e sem meia elástica, o que não ocorreu no membro inferior esquerdo. A FE foi semelhante em todas as situações. O lactato elevou-se no final da corrida no grupo sem MECG e notou-se tendência a elevação no grupo com MECG, mas a diferença inicial e final do lactato nas duas situações permaneceu semelhante. As manifestações clínicas (frequência cardíaca , dor, conforto e lesões) foram semelhantes em todas as situações após a corrida sem e com MECG. **Conclusão:** Apesar de inalteradas as manifestações clínicas (frequência cardíaca, dor e desconforto) e dos níveis de lactato de corredores amadores, sadios, após a corrida de 10km com inclinação de 1%, o uso de MECG teve efeitos positivos na hemodinâmica venosa dos MMII, aferidos pela PGA e caracterizados pela redução do IEV em ambos os membros e pela queda da FVR, pelo menos no membro inferior direito.

Palavras-chave: Corrida. Meias de compressão. Pletismografia a ar. Hemodinâmica. Membros inferiores.

ABSTRACT

Castilho Junior, OT. **Evaluation of the effect of compression stockings in venous hemodynamic of the lower limbs of runners.** 2015. 71f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP.

Background: The literature about the efficacy and the benefits of wearing compression stockings (CS) in running is controverse and inconclusive. **Objective:** The objective was to verify the changes of venous hemodynamic parameters of the lower limbs measured by air pletismography (APG), of the capillary lactate and of some clinical aspects promoted by running in normal healthy runners wearing or not compression stockings. **Methods:** Ten volunteer runners (4 men, 6 women), mean age 40,3 years, mean corporal mass index of 21,88, were submitted to evaluation the hemodynamic parameters measured by APG (venous filling index – VFI; ejection fraction – EF and residual venous fraction - RVF), measurement of capillary lactate and clinical aspects (cardiac frequency, pain, comfort and lesions) in 3 situations: at rest (before running); after a 10 Km running on a treadmill with 1% inclination degree without CS and a week later, after the same running wearing compression stockings. All variables were statistically analised and it was considered 5% as the significance level. **Results:** After running there was significant elevation of the VFI in the group without CS compared to the groups at rest and with CS. There was also a meaning descent of the RVF levels of the right lower limb of the volunteers wearing CS compared to those without CS and at rest, but this was not noticed on the left lower limb. The EF was the same in all situations. The lactate levels increased after running without CS and there was a tendency of elevation with the use of CS, but the initial and final differences in both situations remained the same. The clinical aspects (cardiac frequency, pain, comfort and lesions) were similar after running with or without CS. **Conclusion:** Although there were no changes of the clinical aspects (cardiac frequency, pain, comfort and lesions) and the lactate levels of healthy amateur runners after a 10 Km running on a treadmill with a 1% elevation degree, APG showed that the use of CS promoted beneficial effects on venous hemodynamics of the lower limbs, featured by the fall of the VFI levels on both lower limbs and the fall of the RVF levels on the right lower limbs.

Keywords: Air pletismography. Compression stockings. Hemodynamic. Lower limbs. Running.

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AMB	Associação Médica Brasileira
CFM	Conselho Federal de Medicina
CK	Creatina quinase
CM	Com meia elástica
FE	Fração de ejeção
FC	Frequência cardíaca
FVR	Fração de volume residual
IEV	Índice de enchimento venoso
IMC	Índice de massa corpórea
IVC	Insuficiência venosa crônica
Km	Quilômetros
lac	Lactato
MECG	Meia elástica de compressão graduada
MMII	Membros inferiores
n	Número de corredores/voluntários
PGA	Pletismografia a ar
PVA	Pressão venosa ambulatorial
rep	Repouso
SM	Sem meia elástica
VE	Volume ejetado
VF	Volume final
VRe	Volume de reenchimento
VRmin	Volume residual mínimo
VSM	Veia safena magna
VSP	Veia safena parva
VV	Volume venoso

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio padrão de Índice de Enchimento Venoso a direita (IEV D) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.	49
Tabela 2 - Média e desvio padrão do Índice de Esvaziamento Venoso do membro inferior esquerdo (IEV E) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.	49
Tabela 3 - Média e desvio padrão da Fração de Ejeção do membro inferior direito (FE D) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.	50
Tabela 4 - Média e desvio padrão da Fração de Ejeção do membro inferior esquerdo (FE E) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.	50
Tabela 5 - Média e desvio padrão da Fração de Volume Residual do membro inferior direito (FVR D) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.	51
Tabela 6 - Média e desvio padrão da Fração de Volume Residual do membro inferior esquerdo (FVR E) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.	51
Tabela 7 - Média e desvio padrão do Lactato(lac) inicial e final de 10 corredores após corrida de 10 km, sem uso de meia elástica(SM).	52
Tabela 8 - Média e desvio padrão do Lactato(lac) final e inicial de 10 corredores após corrida de 10 km, com uso de meia elástica(CM).	52
Tabela 9 - Comparação entre as diferenças (delta) final e inicial das dosagens de lactato em 2 situações: corrida sem (SM) e com (CM) meia elástica.	52
Tabela 10 - Frequências cardíacas de 10 corredores em repouso, antes da corrida; no final e frequência cardíaca máxima durante o exercício.	53
Tabela 11 - Resposta dos 10 corredores segundo a escala de Likert em relação aos sintomas: fadiga, dores, lesões, sem(SM) e com(CM) meia elástica.	54

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Anatomia das veias do membro inferior. A, Veias superficiais e perfurantes, visão anterior. B, Veias superficiais, visão posterior. C, Veias profundas, visão anterior.21
- Figura 2** - Efeito da posição vertical nas pressões arterial e venosa. A pressão no nível do átrio direito é 0. Na posição supina, a pressão hidrostática é essencialmente 0, portanto a pressão intra-vascular total se aproxima da pressão dinâmica.24
- Figura 3** - Dinâmica do fluxo venoso em resposta à contração muscular da panturrilha no membro normal.....25
- Figura 4** - Efeitos do exercício no volume da panturrilha e na pressão venosa medida no dorso do pé (Strandeness, Summer (1975) apud Pounds, Killewich (2010)).27
- Figura 5** - Curva pressão X volume das veias do membro inferior.29
- Figura 6** - Exemplo mostrando os graus de compressão exercidos em diferentes pontos dos MMII em meia elástica de compressão graduada medicinal de 20 a 30 mmHg.31
- Figura 7** - Foto de corredor com a meia elástica utilizada (Venosan Sportactive®). 41
- Figura 8** - Foto da tela do monitor do computador do Pletimógrafo a Ar com o exame completo mostrando a curva obtida ao final do exame de um dos MMII. .44
- Figura 9** - Foto do aparelho Accutrend Plus® e das fitas utilizadas para a aferição dos níveis de lactato capilar.45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. ESTADO DA ARTE	20
2.1. Considerações anatômicas	20
2.1.1. Anatomia venosa nos MMII.....	20
2.1.2. Válvulas venosas	22
2.1.3. Composição e estrutura da parede venosa.....	22
2.2. Hemodinâmica venosa.....	22
2.2.1. Relações fluxo-pressão e retorno venoso	23
2.2.2. A bomba muscular da panturrilha	25
2.2.3. Pressão venosa ambulatorial	26
2.2.4. Complacência venosa e capacitância	27
2.2.5. Efeitos da respiração no retorno venoso dos MMII	29
2.3. Pletismografia a ar	29
2.4. Meias elásticas	30
2.4.1. Princípios básicos da compressão	30
2.4.2. Gradiente de compressão	31
2.4.3. Mecanismo de ação.....	32
2.4.4. Meias elásticas na prática esportiva	33
3. OBJETIVOS	37
3.1. Objetivo Geral	37
3.2. Objetivos específicos	37
4. POPULAÇÃO E MÉTODO	39
4.1. População	39
4.2. Método	41
4.2.1. Pletismografia a ar.....	41
4.2.2. Dosagem do lactato.....	44
4.2.3. Avaliação clínica.....	45
4.3. Análise Estatística.....	46
5. RESULTADOS	49
5.1. Pletismografia a ar	49
5.2. Lactato	51
5.3. Aspectos clínicos	53
5.3.1. Frequência cardíaca.....	53
5.3.2. Sintomas.....	54
6. DISCUSSÃO	56
7. CONCLUSÃO.....	63
8. REFERÊNCIAS	65
9. ANEXOS.....	71

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A meia elástica de compressão graduada (MECG) é um produto terapêutico, considerado a melhor opção de tratamento clínico da Insuficiência Venosa Crônica (IVC) (Figueiredo, 2009). Seu uso vem se popularizando entre atletas amadores ou profissionais, principalmente aqueles que praticam atividades de *endurance* (resistência), como o *triathlon*, a maratona e a corrida de aventura (Figueiredo, 2013). Esse uso se estendeu para os praticantes de corridas de rua, muito populares nos dias de hoje.

As corridas de rua são elaboradas, frequentemente, em distâncias de 5 a 10 quilômetros, com variações de inclinação, mas, normalmente, em terrenos asfaltados. São frequentadas, em grande maioria, por atletas amadores, usualmente não portadores de doença venosa e seriam classificados como C0 ou C1, de acordo com a classificação CEAP. Esta classificação foi criada com o objetivo de uniformizar a literatura médica em casos de IVC e refere-se a critérios clínicos (C), etiológicos (E), anatômicos (A) e fisiopatológicos (P), conforme publicação aprovada pela *Society of Vascular Surgery* e aceita mundialmente para identificar a gravidade da IVC. Indivíduos classe C0 são aqueles sem sinais visíveis ou palpáveis de doença venosa e C1, aqueles portadores de teleangectasias e/ou veias reticulares (Eklöf et al., 2004).

É frequente o questionamento, por parte de pessoas que procuram o auxílio médico na clínica diária, quanto aos benefícios e a eficácia do uso dessas MECG na prática de exercícios físicos, principalmente naqueles considerados de *endurance*, como a corrida, já que a indústria propaga e disponibiliza MECG específicas para uso nesta modalidade. Meias elásticas medicinais são prescritas exclusivamente por médicos (Figueiredo, 2013). Mas as meias elásticas utilizadas para a prática de atividades esportivas podem ser adquiridas livremente em lojas de materiais esportivos, apesar de serem confeccionadas, frequentemente (quando informado pelo fabricante), com o mesmo grau de compressão das meias medicinais.

A literatura disponível sobre o uso das MECG na prática de atividades esportivas é controversa e inconclusiva, baseando-se na avaliação de parâmetros

bioquímicos e de parâmetros subjetivos para avaliar a eficácia do uso destas MECG na melhora da performance e da recuperação destes atletas (Ali et al, 2010; Rimaud et al., 2010; Bovenschen et al., 2013). Estes trabalhos também divergem quanto ao tipo de exercício físico e a região anatômica estudados e quanto ao modelo e grau de compressão da MECG utilizada. Os fabricantes das MECG alegam que seus produtos favorecem a performance e a recuperação dos atletas (Rimaud et al., 2010; Figueiredo, 2013; Bieuzen et al., 2013).

A pletismografia a ar (PGA) é um método não invasivo capaz de avaliar a hemodinâmica venosa. A PGA, no início dos anos 1980, foi usada para estudar as alterações da hemodinâmica nos membros inferiores (MMII) em resposta a alterações posturais e aos exercícios musculares em portadores de IVC, com e sem o uso de MECG (Christopoulos et al., 1987, 1989). Assim, este método se torna interessante para investigar as alterações da hemodinâmica venosa em corredores durante a atividade esportiva com e sem o uso das meias elásticas.

Muitos estudos ressaltam a associação entre a cinética/dinâmica do lactato e a performance do atleta. A capacidade de trabalho muscular e a performance são adversamente afetados por níveis elevados de lactato sanguíneo (Rimaud et al., 2010). Baseados em efeitos positivos na hemodinâmica venosa (melhora do retorno venoso e fluxo sanguíneo) que as MECG demonstraram no pós-operatório e em pacientes acamados e no tratamento da IVC, assim como na importância do fluxo sanguíneo muscular na cinética e no metabolismo do lactato, os fabricantes das MECG alegam que, ao alterar positivamente a cinética e o metabolismo do lactato, seus produtos favoreceriam a performance e a recuperação dos atletas (Rimaud et al., 2010)

Diante dos questionamentos e da inconsistência da literatura disponível a respeito da eficácia e dos benefícios do uso de meias elásticas por corredores, propõe-se um estudo que possa auxiliar no esclarecimento dos efeitos na hemodinâmica venosa dos MMII provocados pelo uso das MECG em pessoas não portadoras de IVC durante a prática da corrida.

Utilizando-se a PGA e a dosagem de um marcador bioquímico de capacidade aeróbia (lactato), avaliaram-se, neste trabalho, as alterações dos parâmetros hemodinâmicos venosos nos MMII de atletas amadores (CEAP C-0 ou C-1) e as variações deste marcador (lactato) em três momentos diferentes: 1. em repouso, antes da corrida; 2. imediatamente depois de uma corrida de 10 km sem

uso de meias elásticas; 3. imediatamente depois de uma corrida de 10 km com meias elásticas de 20-30 mmHg.

Assim, os objetivos deste estudo foram: verificar as alterações da hemodinâmica venosa e do lactato provocadas pelo exercício (corrida) em atletas amadores saudáveis e não portadores de doença venosa significativa por meio da PGA e da dosagem de lactato capilar antes e depois da corrida; se tais alterações seriam afetadas pelo uso de MECG; a influência do uso das MECG no desempenho destes atletas nesta situação. Avaliaram-se também as condições clínicas de seu desempenho com base na frequência cardíaca, conforto, dor e fadiga com e sem o uso da meia elástica, por meio de aplicação de um questionário.

Tais informações podem auxiliar na real contribuição do uso de MECG por atletas, amadores ou não e no esclarecimento de aspectos hemodinâmicos do seu mecanismo de ação nesta atividade esportiva.

2. ESTADO DA ARTE

2. ESTADO DA ARTE

2.1. Considerações anatômicas

2.1.1. Anatomia venosa nos MMII

O sistema venoso dos MMII, assim como o sistema venoso dos membros superiores, contém três componentes: sistemas venoso superficial e profundo e as veias perforantes. As veias do sistema superficial estão localizadas acima da fáscia muscular. As veias do sistema venoso profundo localizam-se nos compartimentos fasciais musculares, seguem o mesmo trajeto das artérias e recebem os mesmos nomes destas. As veias perforantes atravessam a fáscia muscular e comunicam as veias superficiais e as profundas (Pounds; Killewich, 2010).

O sistema venoso superficial tem como principais componentes os troncos das veias safenas magna e parva. A veia safena magna (VSM) é de grande interesse do cirurgião que trata problemas venosos nos MMII e arteriais (revascularizações). O termo *saphenous* deriva do grego e significa “evidente” (Caggiati *et al*, 2002). Sua origem anatômica se dá no dorso do pé a partir do arco venoso dorsal, passa anterior ao maléolo medial, progride medialmente na panturrilha até assumir posição póstero-medial no espaço poplíteo, seguindo medialmente na coxa e termina na veia femoral.

As veias tributárias da VSM que merecem destaque pelo seu envolvimento com a formação de varizes são:

1. Arco venoso posterior, que recebe as 3 perforantes tibiais posteriores (Cockett);
2. A veia tributária anterior do sistema safeno, localizada infrapatelar e anteriormente, que drena a face anterior e lateral da perna;
3. A veia tributária posterior do sistema safeno, localizada postero-medialmente no terço proximal da panturrilha.

Outras tributárias ao nível da coxa também podem ser sítio de varicosidades.

Veias perfurantes associadas à formação de varizes, quando insuficientes em suas válvulas, são de proximal para distal (Figura1):

1. Perfurantes do canal femoral (Hunter e Dodd)
2. Perfurante paratibial (Boyd, proximal e Sherman)
3. Perfurantes tibiais posteriores (Cocket : 3 ao todo)
4. Perfurante do tornozelo

Menos comuns nas varicosidades primárias e mais importante na recorrência de varizes após tratamento cirúrgico, são as tributárias que drenam para VSM à altura da fossa ovalis. Elas são a veia pudenda externa, veia epigástrica superficial e a veia ilíaca superficial.

Posteriormente na perna, a mais importante das veias axiais é a veia safena parva (VSP). Com origem lateral no pé a partir do arco venoso dorsal, a VSP ascende na linha média da panturrilha em sua face posterior até o cavo poplíteo, onde drena para a veia poplíteia (Figura1).

As veias do sistema venoso profundo dos MMII localizam-se nos compartimentos fasciais musculares, seguem o mesmo trajeto das artérias e recebem os mesmos nomes destas.

Figura 1 - Anatomia das veias do membro inferior. A, Veias superficiais e perfurantes, visão anterior. B, Veias superficiais, visão posterior. C, Veias profundas, visão anterior.

2.1.2. Válvulas venosas

As válvulas venosas são bicúspides e previnem o fluxo retrógrado do sangue em direção proximal para distal. São encontradas por todo o corpo, mas em maior concentração nas extremidades inferiores (Pounds; Killewich, 2010).

2.1.3. Composição e estrutura da parede venosa

A parede venosa é composta por três camadas: íntima, média e adventícia. Estas são constituídas de fibras musculares lisas, elastina e colágeno. O colágeno e as fibras musculares estão dispostos em espiral. O músculo liso proporciona o tono ativo e a elastina e o colágeno proporcionam a elasticidade passiva. A íntima é uma camada simples de células disposta sobre uma fina camada de tecido conectivo. As válvulas são alinhadas em ambos os lados por uma camada de íntima sobre um fino esqueleto de tecido conectivo. Adjacente á íntima está a lâmina elástica interna. A média é composta por células musculares lisas e tecido conectivo, como colágeno. A adventícia não é bem diferenciada da média e contém tecido conectivo frouxo, vasa vasorum e fibras nervosas adrenérgicas (Pounds; Killewich, 2010).

2.2. Hemodinâmica venosa

O sistema venoso tem 2 funções importantes: o retorno do sangue ao coração, do leito capilar e manutenção da hemostasia cardiovascular por meio de alterações na capacitância (Meissner et al., 2007). Estas funções contribuem para o mecanismo de bombeamento periférico que assiste o coração no transporte de sangue durante o exercício e fazem parte do sistema termo-regulatório.

O retorno venoso é realizado pela interação de gradientes de pressão, bombas musculares e válvulas. Gradientes de pressão prevalecem na posição supina. Na posição vertical, a gravidade é compensada por um eficiente sistema de bombas musculares e válvulas (Alimi et al., 1994). Ao contrário das artérias, o volume de sangue nas veias varia consideravelmente sem alterações concomitantes na pressão venosa. Essa grande capacitância mantém a estabilidade cardiovascular (Pounds; Killewich, 2010).

2.2.1. Relações fluxo-pressão e retorno venoso

O bombeamento do coração causa movimentação do sangue pelas artérias e veias. A pressão gerada pelo bombeamento cardíaco é denominada *pressão dinâmica*. Em condições normais, na posição supina, o fluxo do sangue é determinado pelos gradientes da pressão dinâmica, sendo a pressão arterial maior do que a venosa. A maior parte da pressão dinâmica é dissipada no sistema arterial antes de atingir o leito capilar. Na extremidade venosa do leito capilar ela varia de 12 a 18 mmHg. A pressão atrial varia de 4 a 7 mmHg em condições normais. Portanto, o sangue flui por meio deste gradiente e retorna ao coração. (Pounds; Killewich, 2010).

Na posição vertical, o fluxo venoso é regido pelos efeitos da *pressão hidrostática*, que é derivada do peso da coluna de sangue abaixo do átrio direito (Figura 2). A pressão hidrostática é determinada pela densidade do sangue e pela aceleração da gravidade. Um pequeno efeito da pressão dinâmica também está presente. O retorno do sangue do membro inferior nessa posição para o coração requer a superação dos efeitos da pressão hidrostática, que é realizada pela ação conjunta de bombas musculares e das válvulas venosas (Pounds; Killewich, 2010).

Figura 2 - Efeito da posição vertical nas pressões arterial e venosa. A pressão no nível do átrio direito é 0. Na posição supina, a pressão hidrostática é essencialmente 0, portanto a pressão intra-vascular total se aproxima da pressão dinâmica.

Veias valvuladas do sistema venoso profundo transportam o sangue por meio das contrações musculares. Estas geram alta pressão, que propaga o sangue venoso em direção ao coração. Esse mecanismo se estabelece de forma mais efetiva e crucial em determinados territórios como região plantar, panturrilhas, coxas e glúteos agindo como verdadeiras bombas musculares responsáveis pelo retorno venoso (Ludbrook, 1966; Stegall, 1966; White et al., 1966; Alimi et al., 1994;). A bomba muscular da panturrilha é a mais importante (Ludbrook, 1966). As veias do sistema venoso superficial, também valvuladas, direcionam seu fluxo cranialmente e drenam para o sistema profundo através de conexões chamadas de veias perfurantes que penetram a fáscia profunda dos MMII. As válvulas das veias perfurantes protegem o sistema superficial do refluxo e das elevações pressóricas compartmentais geradas pelo exercício.

Figura 3 - Dinâmica do fluxo venoso em resposta à contração muscular da panturrilha no membro normal.

2.2.2. A bomba muscular da panturrilha

A bomba muscular da panturrilha inclui os músculos soleares e gastrocnêmios, os sinusóides venosos intramusculares e as veias superficiais e profundas. Mesmo na posição vertical, a contração muscular produz pressão suficiente para ejetar o sangue e propagá-lo em direção ao coração. As veias intramusculares também são afetadas devido à forte fáscia que envolve os músculos.

A contração muscular produz mais pressão no sistema venoso profundo do que no superficial, mas o sangue não reflui para o sistema superficial graças às válvulas das veias perfurantes. As veias perfurantes conectam os dois sistemas (Arnoldi; Linderholm, 1969) (Figura 3). Todas as veias profundas da panturrilha drenam para a veia poplítea, que é a via de saída da bomba da panturrilha.

A veia poplítea, calibrosa, não oferece resistência ao fluxo de saída do compartimento profundo. Sendo o gradiente entre as pequenas veias e o coração de

10 a 15 mmHg tem-se o suficiente para assegurar o retorno venoso na posição supina. Durante os exercícios musculares vigorosos em ortostase, o aumento do gradiente de 100 a 200 mmHg produzido pela bomba é mais do que suficiente para assegurar um retorno venoso rápido e adequado ao coração (Barcroft; Dornhorst, 1949). A função contrátil da panturrilha sofre grande prejuízo na obstrução da veia poplítea ou na limitação da amplitude da articulação do tornozelo.

Quando os músculos da panturrilha relaxam, os sinusóides soleares e gastrocnêmios são reabastecidos pelo afluxo capilar de veias profundas distais e, em menor proporção, pelo fluxo das perfurantes no sentido superficial para profundo (Almen, Nylander, 1962; Stegall, 1966).

2.2.3. Pressão venosa ambulatorial

Na posição ereta, a pressão venosa medida no dorso do pé é um pouco maior do que a pressão no braço, variando com a altura do indivíduo. A caminhada, exercício que gera contração da bomba muscular da panturrilha, reduz rapidamente a pressão venosa no pé para cerca de 22 mmHg (Hojensgard; Sturup, 1952; Hjelmstedt, 1968). Manobras de flexão plantar e elevação do tornozelo produzem o mesmo efeito (Figura 4). Depois do fim do exercício, são necessários, em média, 31 segundos para a recuperação da pressão hidrostática por meio do afluxo do leito capilar (Nicolaidis et al., 1993).

A medida da pressão venosa ambulatorial (PVA) tem sido usada para quantificar alterações na função venosa associadas com a insuficiência venosa crônica e a síndrome pós-flebítica (Criado, Passman, 1989).

O fluxo pelo leito capilar de músculos durante o exercício é facilitado pela redução da PVA (Pounds; Killewich, 2010).

Figura 4 - Efeitos do exercício no volume da panturrilha e na pressão venosa medida no dorso do pé (Strandness, Summer (1975) apud Pounds, Killewich (2010)).

2.2.4. Complacência venosa e capacitância

Além do retorno do sangue para o coração, as veias desempenham papel importante na manutenção da hemostasia cardiovascular devido à sua capacidade de mudar de forma e manutenção da pressão, apesar de alterações significativas no volume (Rothe, 1986). Em determinadas situações, o sistema venoso pode conter até 75% do volume sanguíneo sistêmico. Com isso, mudanças reflexas no tônus vasomotor junto com a distensão passiva ou a retração das veias, fornecem mecanismos para rápida redistribuição do volume sanguíneo em situações como hemorragias.

A relação entre a pressão e o volume num determinado nível do tônus da musculatura lisa no sistema venoso é denominada *capacitância*. *Complacência* é alteração de volume de sangue que ocorre para cada unidade de mudança na pressão transmural num determinado segmento de veia. Em outras palavras, é o declive da curva de capacitância (Rothe, 1986).

A capacitância venosa é regida pela natureza flexível da parede venosa. Um pequeno volume de sangue dentro da veia, como durante o relaxamento muscular, leva esta ao colapso. À medida que se dá o enchimento venoso o vaso se distende, passa por uma forma elíptica e assume uma configuração circular (Rothe, 1983; Meissner et al., 2007;). A resistência ao fluxo sanguíneo torna-se menor à medida que seu corte transversal passa de uma elipse para um círculo. Até que esse corte se torne circular, a veia consegue acomodar um volume crescente de sangue, sem aumento significativo da pressão de distensão. Pressão de distensão é a pressão transmural (i. e.: a pressão intraluminal menos a pressão extraluminal).

Um aumento na pressão transmural de 0 a 15 mmHg resulta num aumento do volume venoso de até 250%. Isso corresponde à mudança da forma elíptica para a circular (Moreno et al., 1970) (Figura 5). Entretanto, uma vez que a veia atinge sua forma circular, muito mais pressão é necessária para distender a parede venosa e adicionar volume. Sob pressões arteriais, as veias se tornam tão rígidas quanto as artérias (Attinger, 1969; Strandness; Sumner, 1975).

A compreensão do gráfico “pressão X volume” é particularmente relevante para a doença venosa dos MMII. Tanto durante a ortostase quanto na obstrução venosa as veias superficiais distais do membro distendem-se, e quando cheias, seu corte transversal é circular. Nesse momento, o acréscimo de um volume pequeno de sangue, proveniente de uma bomba funcionalmente anormal, que deixa o sangue refluir pelas veias comunicantes insuficientes, causará um aumento significativo da pressão venosa superficial. Conforme observado na Figura 5, uma alteração de volume de 0,5 ml/100 ml em qualquer ponto entre A e B causa apenas uma pequena (4 mmHg) alteração na pressão, enquanto que a mesma alteração de volume entre C e D aumenta a pressão em 50 mmHg. (Raju et al., 1993).

Figura 5 - Curva pressão X volume das veias do membro inferior.

2.2.5. Efeitos da respiração no retorno venoso dos MMII

A respiração modula o retorno venoso dos MMII por meio de alterações na capacitância e complacência venosas relacionadas aos movimentos do diafragma e alterações nas pressões intra-torácica e intra-abdominal (Sumner et al, 2005).

Durante a inspiração normal, com a descida do diafragma, a pressão intra-abdominal aumenta, colapsando a veia cava, diminuindo o retorno venoso dos MMII e, frequentemente, até cessando-o. Porém, devido à propriedade de armazenamento de sangue do sistema venoso, não se altera a pressão nas veias dos MMII nesta situação (Sumner et al, 2005).

2.3. Pletismografia a ar

A pletismografia a ar (PGA) é um método não-invasivo que utiliza as alterações no volume da perna para quantificar mudanças no volume venoso (Pounds; Killewich, 2010). Christopoulos e Nicolaidis introduziram o método em meados da década de 1980 (Christopoulos et al., 1987, 1989). A PGA é considerada o método mais eficaz para a avaliação da IVC (Bays et al., 1994) e, segundo

Figueiredo et al. (2004), pode ser utilizada para monitorização dos efeitos induzidos pela meia elástica na hemodinâmica venosa dos MMII.

Segundo as diretrizes da Associação Médica Brasileira (AMB) e Conselho Federal de Medicina (CFM) de 2002, a PGA pode ser utilizada na avaliação do grau de acometimento da função venosa (obstrução e/ou refluxo) (Evangelista, 2002), estimando a proporção de comprometimento do sistema venoso superficial e profundo. A PGA pode, potencialmente, medir cada componente individual da hemodinâmica venosa, que são: o refluxo, a função da bomba muscular da panturrilha e a obstrução ao escoamento venoso (Lal, 2010).

Os resultados encontrados pela aplicação da PGA são expressos por meio de variáveis quantitativas, sendo as principais: Volume Venoso (VV) - expressa a capacitância venosa em mililitros (ml); Índice de Enchimento Venoso (IEV) – expressa a presença ou não de refluxo venoso em mililitros por segundo (ml/s); Fração de Ejeção (FE) - representa o volume propulsionado pela panturrilha, após exercício de elevação dos calcanhares pelo próprio paciente e avalia a eficiência da bomba muscular da panturrilha e, finalmente, a Fração Venosa Residual (FVR), que é o volume venoso que permanece na perna após 10 exercícios de elevação dos calcanhares (Figueiredo et al., 2004). Christopoulos et al (1988) descreveram em seus trabalhos que o IEV mensura os diversos graus de refluxo venoso, sendo assim um instrumento importante no diagnóstico da IVC em situações equivocadas onde os sinais clínicos não são evidentes.

2.4. Meias elásticas

2.4.1. Princípios básicos da compressão

A terapia da compressão é um método físico de tratamento frequentemente usado em condições que envolvem insuficiência venosa e/ou linfática dos MMII, como varizes, ulceração e eczema venosos, trombose venosa profunda, síndrome pós-flebítica e linfedema (Lim et al., 2014). As várias formas de compressão incluem bandagens elásticas ou não-elásticas, botas, *lingerie* ou meias

e aparelhos pneumáticos (Gloviczki et al., 2011). Devido às suas características e facilidade de uso, quando comparadas com as outras opções de compressão, as meias elásticas são mais comumente prescritas e utilizadas, apesar da baixa aderência ao seu uso (Lim et al., 2014).

Diferentemente dos outros métodos e das meias de uso diário, a meia elástica tem como principal característica a compressão graduada, que oferece benefícios à circulação das extremidades inferiores (Figueiredo, 2013). Uma meia elástica é considerada medicinal ou terapêutica quando sua compressão é maior do que 15 a 18 mmHg (Figueiredo, 2013).

2.4.2. Gradiente de compressão

Conrad Jobst (1951) apud Bergan (1985) idealizou o gradiente de compressão, que representa a compressão decrescente exercida ao longo da perna pelas meias terapêuticas, no sentido do pé para a coxa, ordenando o fluxo venoso e linfático da extremidade para o coração.

Figura 6 - Exemplo mostrando os graus de compressão exercidos em diferentes pontos dos MMII em meia elástica de compressão graduada medicinal de 20 a 30 mmHg.

Padronizou-se que as MECG exercem de 80 a 100% de sua pressão na região do tornozelo, 50 a 80% na região da panturrilha e 20 a 50% na coxa (Figueiredo, 2013). Não existe uma padronização mundial com relação à terminologia, porém convencionou-se que as meias de baixa compressão ou classe 1 são aquelas com até 20 mmHg, as de média compressão ou classe 2 são aquelas de 20 a 30 mmHg e as alta compressão ou classe 3, as de 30 a 40 mmHg (Lim et al, 2014).

Interessante ressaltar que a pressão exercida pelas meias elásticas nos pés é similar àquela exercida nas panturrilhas, ou seja, 50 a 80% do grau de compressão total da MECG (Flour et al., 2012). Não se sabe, porém, se este fato é relevante do ponto de vista hemodinâmico e se um maior grau de compressão no pé seria benéfico sob essa perspectiva e nem se um maior grau de compressão no pé teria efeitos deletérios (Flour et al., 2012).

2.4.3. Mecanismo de ação

O mecanismo de ação das MECG baseia-se na compressão que se opõe aos tecidos e funciona como uma aponeurose elástica sobre a pele (Figueiredo, 2013). Dessa maneira e, por meio do gradiente de compressão com o qual foram confeccionadas, as meias elásticas exercem a *pressão de repouso*, que age sobre os tecidos superficiais permanentemente e que, se muito alta, pode comprometer o afluxo arterial e a *pressão de trabalho*, que atua como um anteparo durante a contração muscular, orientando os fluxos venoso e linfático (Belczak apud Figueiredo, 2013).

O gradiente de compressão adequado, além reduzir o diâmetro das veias principais, aumentando a velocidade e o volume do fluxo sanguíneo, assegura que o fluxo do sangue seja direcionado para o coração, ao invés de refluir para o pé ou lateralmente para em direção às veias superficiais (Lim et al., 2014).

Em portadores de IVC, que não apresentam a queda da PVA que ocorre normalmente nas pessoas sem patologia venosa, as MECG, por meio do mecanismo acima descrito e, ao comprimir o calibre das veias da perna e diminuir o

refluxo e o volume venosos, auxiliam a bomba muscular da panturrilha e melhoram a FE (Figueiredo, 2013).

Portanto, a MECG pode reverter a hipertensão venosa presente nos portadores de IVC, melhorar a função da bomba muscular da panturrilha, facilitar o retorno venoso e a drenagem linfática (Moffatt, 2008). A MECG desencadeia efeitos bioquímicos nos sistemas arterial, venoso e linfático, ainda não totalmente esclarecidos, que podem melhorar a oxigenação do membro inferior e diminuir os níveis de citocinas pró-inflamatórias nas úlceras de estase (Motykie et al., 1999; Agu et al., 2004; Moffatt, 2008; Breidler et al., 2009).

Vários trabalhos que atestam os efeitos benéficos da ação das MECG utilizaram a PGA como principal método de avaliação da hemodinâmica venosa dos MMII (Figueiredo et al., 2004). Ibegbuna et al, em 2003, publicaram uma modificação do método da PGA, aplicando-a a voluntários portadores de IVC durante a caminhada em esteira em diversas velocidades e concluíram que a MECG é eficaz na diminuição da FVR, sendo esse efeito diretamente relacionado com a proporção de refluxo, quando em baixa velocidade. Concluíram, também, que a PGA quando usada desta maneira (durante a caminhada em esteira), é um método não-invasivo de avaliação da hemodinâmica venosa em portadores de IVC factível e que permite a quantificação do efeito da MECG em condições fisiológicas.

2.4.4. Meias elásticas na prática esportiva

Os benefícios do uso da meia elástica na prática esportiva têm sido objeto de vários estudos. Hill et al., em meta-análise publicada em 2014, concluíram que o uso de MECG logo depois da atividade esportiva tem um efeito positivo na recuperação dos danos musculares induzidos pelo exercício e essa parece ser uma aplicação muito interessante do uso deste dispositivo por atletas.

Apesar de sua eficiência na melhora da performance de corredores ser questionável, alguns autores defendem o uso das MECG em atividades esportivas, especialmente na corrida, alegando, entre outros, que, apesar da maioria dos atletas não apresentar doença venosa nos MMII, o uso destas durante e/ou logo após a atividade física de longa duração protegeria o “*pool venoso*” destes do

desenvolvimento de insuficiência venosa. A compressão promovida pela MECG teria efeito benéfico também em outros aspectos físicos, que melhorariam a mecânica da corrida, como a atenuação da oscilação muscular e a melhora da conscientização articular (MacRae et al., 2011).

Outros alegam que MECG esportivas seriam inócuas em pessoas que não apresentam insuficiência venosa de MMII, como é a maioria dos atletas que praticam estas atividades e que o uso destas meias poderia, inclusive, prejudicar o desempenho dos usuários porque dificultaria a troca de calor durante a prática da atividade esportiva e, portanto, prejudicaria o desempenho dos atletas, além de poderem causar lesões de pele nestes (Val, 2011).

Bovenschen et al. (2013), utilizando um foto-perômetro, observaram que o uso de MECG por corredores previne o aumento do volume da perna logo depois da corrida, apesar de não haver diferenças nas queixas reportadas em questionário de dor e conforto quando esses sujeitos submeteram-se ao mesmo exercício com e sem MECG.

Figueiredo et al., em recente publicação (2011), observaram que o uso de MECG de modelo semelhante ao utilizado no presente estudo (Venosan Sportactive®, de 20 a 30 mmHg) foi associado a menores níveis plasmáticos de biomarcadores de lesão muscular (creatina quinase, lactato desidrogenase e mioglobina) em mulheres praticantes de voleibol.

Muitos estudos ressaltam a associação entre a cinética/dinâmica do lactato e a performance. A capacidade de trabalho muscular e a performance são adversamente afetados por níveis elevados de lactato sanguíneo. Baseados em efeitos positivos na hemodinâmica venosa (melhora do retorno venoso e fluxo sanguíneo) que as MECG demonstraram no pós-operatório e em pacientes acamados e no tratamento da IVC, assim como na importância do fluxo sanguíneo muscular na cinética e no metabolismo do lactato, os fabricantes das MECG alegam que, ao alterar positivamente a cinética e o metabolismo do lactato, seus produtos favoreceriam a performance e a recuperação dos atletas (Rimaud et al., 2010).

De uma maneira geral, a literatura mostra aspectos controversos sobre a utilização de MECG em atletas e com base nestes trabalhos, surgiu a idéia de se investigar, por meio da PGA, o impacto destas na hemodinâmica venosa dos MMII de praticantes de corrida sem doença venosa, além da análise das variações do lactato, da frequência cardíaca, de parâmetros clínicos e da percepção de conforto

do uso das meias elásticas nessa modalidade e consequentemente, a possível influência do uso destas meias no desempenho dos atletas.

3. OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é verificar as alterações na hemodinâmica venosa por meio da PGA dos MMII, além das variações dos níveis de lactato sanguíneo e de alguns aspectos clínicos de atletas amadores sem doença venosa provocados pela corrida com o uso de MECCG .

3.2. Objetivos específicos

1. Análise das variáveis da PGA:
 - a. IEV
 - b. FVR
 - c. EF
2. Análise da variação do lactato sanguíneo
3. Análise dos aspectos clínicos:
 - a. Frequência cardíaca
 - b. Sintomas: conforto, dor e fadiga ou cansaço com e sem o uso da meia elástica, por meio de aplicação de questionário (escala de Likert).

4. POPULAÇÃO E MÉTODO

4. POPULAÇÃO E MÉTODO

4.1. População

Dez voluntários adultos (20 MMII), sadios, com idade média de 40,3 anos (34 a 49 anos), com Índice de Massa Corporal (IMC) médio de 21,88 (19,46 a 24,33), atletas amadores, classificados como CEAP C0 ou C1, foram submetidos a avaliações de variáveis hemodinâmicas venosas por meio da PGA, de dosagem de lactato capilar e avaliação clínica (frequência cardíaca, dor, lesões e cansaço ou fadiga nos MMII) em três (3) situações:

1. Em repouso, antes da corrida;
2. Logo depois de uma corrida de 10 km em esteira com inclinação de 1% sem o uso de MECG e;
3. Logo depois de uma corrida de 10 km em esteira com inclinação de 1% com o mesmo tempo total e o mesmo grau de esforço da primeira corrida, com o uso de MECG. O intervalo entre as duas corridas foi de uma semana.

As MECG, a esteira e o ambiente utilizados foram padronizados. As meias, cedidas pela indústria, foram da marca e modelo Venosan Sportactive®¹, de 20/30 mmHg (Figura 6). Essas meias são descritas como “BD suporte compressivo para panturrilha” e cobrem do tornozelo até logo abaixo do joelho, deixando os pés livres (pode-se usar junto a meia comum de preferência para a prática de esportes) e são compostas por 69% de poliamida/nylon e 31% de elastano/spandex.

As esteiras eram da marca Lifefitness®, disponibilizadas pela academia Companhia Atlética do Shopping Santa Úrsula de Ribeirão Preto e utilizadas nas suas dependências, o que possibilitou, também, o ambiente mantido a temperatura e outras condições constantes e similares para todos os participantes. Os atletas puderam ingerir líquidos livremente durante as corridas.

O registro da PGA foi feito com equipamento SDV 3000 da marca Angiotec® (Belo Horizonte, Brasil), com calibração automatizada por computador.

¹ Declaro não haver conflito de interesse

Foram colhidas amostras de sangue capilar para a dosagem de lactato. Utilizou-se o aparelho portátil Accutrend Plus® (Cobas®/Roche®) que permite, por meio da utilização de fitas específicas, a dosagem do lactato capilar de uma pequena amostra de sangue coletado da extremidade de um dos dedos das mãos por um pequeno orifício provocado pela punção com uma lanceta. O procedimento é similar àquele para a obtenção da glicometria capilar.

Foram aferidos, também, a frequência cardíaca (pelo uso de frequencímetro portátil Polar®) e a percepção de conforto e de dor e a ocorrência de lesões nos MMII destes voluntários nestas situações, utilizando-se questionário adaptado e específico (escala de Likert).

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: Voluntários adultos, de ambos os sexos, atletas amadores sadios em atividade (ou seja, treinando regularmente e que pratiquem corrida pelo menos 3 vezes por semana), que tenham completado pelo menos uma competição (corrida) de 10km nos últimos 6 meses e que sejam classificados clinicamente como CEAP 0 ou 1.

Como critérios de exclusão foram considerados indivíduos portadores de: 1. insuficiência venosa crônica de MMII clinicamente classificados como CEAP 2 a 6; 2. história de trombose venosa profunda, tromboflebite, erisipela ou cirurgia de varizes de MMII; 3. dor articular ou de origem ortopédica nos MMII; 4. alguma comorbidade relevante, como cardiopatias, diabetes, hipertensão arterial sistêmica, etc.; 4. não adequação aos critérios de inclusão; 6. aqueles que não assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Clínica do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (Processo HCRP nº2719/2015).

Figura 7 - Foto de corredor com a meia elástica utilizada (Venosan Sportactive®).

4.2. Método

4.2.1. Pletismografia a ar

Os exames foram realizados na academia Companhia Atlética, localizada no Shopping Santa Úrsula de Ribeirão Preto, no período vespertino, por dois examinadores, concomitantemente. As manobras foram iniciadas somente após a demonstração do exame ao corredor e confiança em sua compreensão.

O aparelho utilizado foi o SDV 3000 da marca Angiotec® (Belo Horizonte, Brasil), com calibração automatizada por computador.

Para realização do exame, a temperatura ambiente foi mantida entre 22 e 24° C . Utilizada maca de exame a uma altura próxima dos 55 cm, para facilitar a mobilização do paciente da posição supina para ortostática. Padronizou-se iniciar o registro da PGA pelo membro inferior direito em todos os corredores nas duas fases.

O plestimógrafo consiste em um aparelho conectado, através de cabos, a um computador, e de uma mangueira de poliuretano, com dois metros e meio de comprimento, conectada a um manguito com 35 cm de comprimento, com aproximadamente 5 litros de capacidade, do mesmo material que a mangueira.

O exame é realizado com o paciente em posição supina, para o esvaziamento das veias, mantendo a perna elevada a 45° e o joelho levemente fletido. O pé é apoiado pelo calcanhar em um suporte a uma altura de 20 cm em relação a mesa de exame. É colocado na perna do paciente um manguito pneumático de tamanho apropriado, envolvendo toda a extensão da perna, desde o joelho até o tornozelo, não excedendo os limites da perna, permitindo assim um bom contato do manguito com a pele. Este, por sua vez, promove mínima oclusão das veias superficiais. Começa-se, assim, a calibragem do aparelho de forma automática.

Cuidados são tomados para que o manguito não fique em contato com o suporte de elevação do pé e com a mesa de exame, para não alterar a leitura feita pelo aparelho e, conseqüentemente, o resultado do exame.

Após comando eletrônico, o manguito é inflado automaticamente a uma pressão selecionada de 6 mmHg, transmitindo ao transdutor de pressão, localizado no aparelho, amplificando o sinal e registrando-o na tela do computador, em forma de gráfico.

Um valor basal de volume é obtido e, então, solicita-se ao voluntário que levante a perna com auxílio do examinador, apoiando-se, na posição de pé, no membro não avaliado. Em um andador, o voluntário apoia as mãos para sua melhor sustentação. O aumento do volume da perna é então observado até chegar a um platô, indicando que as veias estão cheias. A diferença entre o volume inicial e o volume no platô representará o volume venoso funcional (VV). Na seqüência, solicita-se ao voluntário que se apóie com os dois pés no chão e realize movimento de flexão plantar, provocando a contração da musculatura da panturrilha, retornando a seguir à posição inicial de repouso ou relaxando o membro avaliado. A queda que se observa na curva do gráfico corresponde ao volume ejetado (VE), resultado da contração muscular da panturrilha. Após esse movimento, atinge-se um novo platô, geralmente mais elevado que o inicial, e solicita-se ao voluntário a realização de dez (10) movimentos de flexão plantar, numa velocidade de um movimento por segundo. O decréscimo de volume observado também é anotado. O volume residual (VR) é

calculado a partir do valor basal final em relação ao volume restante ao término dos movimentos. Após o término das flexões plantares, o voluntário retorna à posição de repouso e relaxa a perna examinada, até se atingir um novo platô de enchimento venoso. Findo o nivelamento, com auxílio do examinador, o voluntário retorna à posição supina, na mesa de exame, com o pé sobre o suporte, observando-se, no gráfico o esvaziamento total do membro, mostrado por um nivelamento do gráfico, correspondente ao Volume Final (VF).

O gráfico volume/tempo é visualizado na tela do computador. Uma vez traçado esse gráfico, são feitas marcações com cursor do programa do computador, correspondente ao Volume Inicial (ZERO), Volume Venoso (VV), Volume Ejetado (VE), Volume de Reenchimento (VRe), Volume Residual Mínimo (VRmin) e, por fim, o Volume Final (Final). O programa marcará automaticamente o tempo gasto para alcançar 90% do Volume Venoso (90% VV). Realizadas as marcações no gráfico, o computador processa os cálculos automaticamente para Índice de Enchimento Venoso (IEV), Fração de Ejeção (FE) e Fração do Volume Residual (FVR). O IEV é a variação de volume produzida no membro dividida pelo tempo correspondente em segundos, na passagem da posição deitada para a posição ortostática, calculado mediante a fórmula $IEV = 90\% \times VV / TEV\ 90$ e expresso em ml/s (Figura 8).

Avalia-se a função de bomba da panturrilha por meio dos dados obtidos pelas variáveis FE e FVR. A FE fornece uma estimativa do retorno venoso durante a atividade física e de alterações que resultem em menos sangue ejetado. A FE é a porcentagem do volume venoso total ejetada em uma única contração da musculatura da panturrilha sendo calculada pela fórmula $FE = (VE / VV) \times 100$ onde, VE é o Volume Ejetado e VV, o Volume Venoso. A FVR correlaciona-se linearmente com a PVA (Lal, 2010), medindo-a de forma não-invasiva, ou seja, medida pela fórmula $FVR = (VR / VV) \times 100$, onde VR é o Volume Residual. Os valores de literatura considerados normais são $IEV < 2$, $FE > 40\%$ e $FVR < 35\%$ (Evangelista, 2002).

Figura 8 - Foto da tela do monitor do computador do Pletimógrafo a Ar com o exame completo mostrando a curva obtida ao final do exame de um dos MMII.

4.2.2. Dosagem do lactato

Para a dosagem do lactato utilizou-se o aparelho Accutrend Plus® (Cobas®/Roche®). O aparelho é portátil e permite, por meio da utilização de fitas específicas, a dosagem do lactato capilar de uma pequena amostra de sangue coletado da extremidade de um dos dedos das mãos por um pequeno orifício originado pela punção com uma lanceta (Figura 9). O procedimento é similar àquele para a obtenção da glicosimetria capilar. O intervalo de medição obtido por esse método varia de 0,8 a 22 mmol/L (Gambke et al., 1997).

Figura 9 - Foto do aparelho Accutrend Plus® e das fitas utilizadas para a aferição dos níveis de lactato capilar.

4.2.3. Avaliação clínica

4.2.3.1. Frequência cardíaca

A frequência cardíaca foi registrada com frequencímetro portátil (Polar®) utilizado pelo voluntário durante todo o período da corrida e foram anotados os valores obtidos em repouso, logo antes do início e no final, além do valor máximo atingido durante a corrida.

4.2.3.2. Questionário de sintomas clínicos

Adaptou-se o questionário de qualidade de vida em atletas desenvolvido por Cunha (2008) e aplicou-se aos voluntários imediatamente depois do término das corridas com e sem meia elástica. Trata-se de um questionário tipo escala Likert de 5 pontos, variando de 0 a 4, sendo 0: totalmente inaplicável

(assintomático) e 4: totalmente aplicável (sintoma máximo), em que solicita-se as manifestações dos corredores quanto a cansaço/fadiga, dores e desconfortos físicos e ocorrência de lesões. O Quadro 1 representa o questionário aplicado individualmente aos corredores.

	0	1	2	3	4
CANSAÇO/FADIGA FÍSICA					
DORES E DESCONFORTOS FÍSICOS					
LESÕES					

SEM MEIA

	0	1	2	3	4
CANSAÇO/FADIGA FÍSICA					
DORES E DESCONFORTOS FÍSICOS					
LESÕES					

COM MEIA

Quadro 1 - Questionário apresentado aos corredores após a corrida com e sem meia elástica sendo 0- totalmente inaplicável (assintomático) e 4: totalmente aplicável (sintoma máximo).

4.3. Análise Estatística

As variáveis estudadas por meio da PGA (IEV, FE e RVF) na avaliação hemodinâmica antes e depois da corrida, com e sem o uso da MEGG foram registradas. Consideraram-se as medidas iniciais (em repouso) nas duas situações, com e sem meia uma única vez (os valores obtidos em repouso, antes da primeira corrida, foram considerados para comparação com os resultados finais com e sem

MECG). Devido ao tamanho da amostra ($n = 10$), utilizaram-se métodos não-paramétricos nas análises. Adotou-se $p \leq 0,05$ como nível de significância. Para as comparações entre as diferenças foi utilizado o teste de Friedman. Quando encontrada diferença significativa, utilizou-se o teste de Wilcoxon com correção de Bonferroni para detecção do local desta ocorrência.

As variações entre os valores individuais da dosagem do lactato no início e ao final da corrida, com e sem o uso de meia foram utilizadas para a comparação mediante o teste de Wilcoxon. Considerou-se 5% o nível de significância.

Para as comparações dos valores iniciais, máximos e finais da FC e dos sintomas (cansaço/fadiga, dor e ocorrência de lesões) foi utilizado o teste de Wilcoxon para amostras não pareadas.

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1. Pletismografia a ar

Os valores de IEV foram registrados antes e após a corrida, sem e com o uso da MEGG. As médias e os desvio padrão encontram-se nas Tabela 1 (membro inferior direito) e Tabela 2 (membro inferior esquerdo).

Tabela 1 - Média e desvio padrão de Índice de Enchimento Venoso a direita (IEV D) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
IEV rep D	10	1,4450	0,60270	0,84	2,63	1,3850
IEV SM D	10	2,1130	0,63729	1,14	3,42	1,9800
IEV CM D	10	1,3840	0,61731	0,56	2,20	1,3250

($X^2 = 9,80$; $p = 0,007^*$) rep=repouso; SM=sem meia; CM=com meia; n=número de corredores

Houve elevação significativa dos valores de IEV de membro inferior direito no grupo sem meia. O grupo com meia manteve média semelhante à condição de repouso.

Tabela 2 - Média e desvio padrão do Índice de Esvaziamento Venoso do membro inferior esquerdo (IEV E) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
IEV rep E	10	1,4990	0,55089	0,88	2,26	1,3500
IEV SM E	10	1,7100	0,36271	1,20	2,50	1,6400
IEV CM E	10	1,1960	0,35306	0,58	1,65	1,2100

($X^2 = 7,80$; $p = 0,02^*$) rep=repouso; SM=sem meia; CM=com meia; n=número de corredores

Houve aumento significativo do IEV no membro inferior esquerdo no grupo sem meia em relação aos outros grupos. O grupo com meia apresentou IEV valores semelhantes aos do repouso.

Os valores da FE registrados nos MMII direito e esquerdo antes (repouso) e após a corrida, com e sem meia são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Média e desvio padrão da Fração de Ejeção do membro inferior direito (FE D) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
FE rep D	10	105,2100	36,57903	57,20	179,80	101,1500
FE SM D	10	72,3800	22,04716	51,00	115,90	67,4000
FE CM D	10	90,5500	13,04924	65,00	107,60	94,7500

($X^2 = 2,60$; $p = 0,27$) rep=repouso; SM=sem meia; CM=com meia; n=número de corredores

Não houve diferença significativa entre os grupos.

Tabela 4 - Média e desvio padrão da Fração de Ejeção do membro inferior esquerdo (FE E) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
FE rep E	10	103,8600	32,69187	55,20	149,30	100,7500
FE SM E	10	100,2300	23,68690	72,30	141,30	101,3000
FE CM E	10	79,0000	15,49710	53,40	106,30	77,2000

($X^2 = 2,00$; $p = 0,27$) rep=repouso; SM=sem meia; CM=com meia; n=número de corredores

Não houve diferença significativa entre os grupos.

Os valores de RVF dos MMII direito e esquerdo registrados antes e após a corrida, com e sem meia encontram-se nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Média e desvio padrão da Fração de Volume Residual do membro inferior direito (FVR D) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
FVR rep D	10	22,0700	8,70007	9,50	35,00	22,3500
FVR SM D	10	19,5000	10,57765	4,20	43,00	19,4000
FVR CM D	10	12,3000	9,62970	1,60	30,00	10,5000

($X^2 = 9,80$ $p = 0,007^*$) rep=repouso; SM=sem meia; CM=com meia; n=número de corredores

Houve queda significativa da FVR de membro inferior direito no grupo com MEGG em relação aos grupos em repouso e sem meia elástica.

Tabela 6 - Média e desvio padrão da Fração de Volume Residual do membro inferior esquerdo (FVR E) de 10 corredores sem e com meia elástica no repouso e após a corrida de 10 km.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
FVR rep E	10	13,1800	11,12453	0,40	33,40	13,5500
FVR SM E	10	21,8100	13,05292	2,20	42,70	26,3500
FVR CM E	10	11,9240	12,37167	1,70	42,30	8,3200

($X^2 = 2,40$; $p = 0,30$) rep=repouso; SM=sem meia; CM=com meia; n=número de corredores

Não houve diferença significativa entre os grupos.

5.2. Lactato

A média e o desvio padrão dos valores do lactato inicial e final após a corrida de 10km, com e sem a MEGG encontram-se na Tabela 7 e 8.

Tabela 7 - Média e desvio padrão do Lactato (lac) inicial e final de 10 corredores após corrida de 10 km, sem uso de meia elástica (SM).

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
lac inicial SM	10	1,4700	1,26759	0,00	4,00	1,1500
lac final SM	10	3,3500	1,75388	1,40	7,30	2,8500

($Z = 2,77$ $p = 0,008^*$)

Houve aumento significativo do lactato final em relação ao inicial no grupo sem MECG.

Tabela 8 - Média e desvio padrão do Lactato(lac) final e inicial de 10 corredores após corrida de 10 km, com uso de meia elástica(CM).

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
lac inicial CM	10	1,9600	1,19648	0,00	3,40	2,6000
lac final CM	10	3,6700	2,33859	1,10	7,70	2,6000

($Z = 1,89$ $p = 0,06$)

Não houve diferença significativa entre o lactato inicial e final, mas notou-se tendência a aumento no lactato final, no grupo com MECG.

A Tabela 9 apresenta as diferenças (delta) final e inicial das dosagens de lactato em 2 situações: corrida sem e com meia elástica

Tabela 9 - Comparação entre as diferenças (delta) final e inicial das dosagens de lactato em 2 situações: corrida sem (SM) e com (CM) meia elástica.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
deltaSM	10	1,8800	1,36121	,00	4,50	1,5000
deltaCM	10	1,7100	2,31634	-,80	6,20	1,3500

($Z = 0,31$ $p = 0,76$)

Não houve diferença significativa entre as diferenças final e inicial após corrida de 10 km sem e com MECG.

5.3. Aspectos clínicos

5.3.1. Frequência cardíaca.

Na Tabela 10 estão registradas as frequências cardíacas dos voluntários em repouso, antes das corridas e no final, além da frequência cardíaca máxima durante o exercício.

Tabela 10 - Frequências cardíacas de 10 corredores em repouso, antes da corrida; no final e frequência cardíaca máxima durante o exercício.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
FC inicial SM	10	62,20	4,264	58	72	61,00
FC max SM	10	168,40	13,962	158	198	162,50
FC final SM	10	167,20	14,726	155	198	161,00
FC inicial CM	10	62,90	4,067	58	72	62,00
FC max CM	10	165,60	9,812	158	189	162,00
FC final CM	10	164,40	11,047	150	189	162,00

(FC inicial: $Z = 1,44$; $p = 0,15$; FC max: $Z = 1,54$; $p = 0,12$; FC final: $Z = 1,19$; $p = 0,23$)

Não houve diferença significativa entre as frequências cardíacas inicial, final e máxima entre os corredores sem e com MECG.

5.3.2. Sintomas

A Tabela 11 apresenta a resposta dos 10 corredores segundo a escala de Likert em relação aos sintomas: fadiga, dores, lesões sem e com MECG.

Tabela 11 - Resposta dos 10 corredores segundo a escala de Likert em relação aos sintomas: fadiga, dores, lesões, sem (SM) e com (CM) meia elástica.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana
fadiga SM	10	2,20	1,135	1	4	2,50
dores SM	10	0,50	0,707	0	2	0,00
lesões SM	10	0,00	0,000	0	0	0,00
fadiga CM	10	2,20	1,317	0	4	3,00
dores CM	10	0,40	0,699	0	2	0,00
lesões CM	10	0,00	0,000	0	0	0,00

Fadiga: $Z = 0,00$ $p = 1,00$; Dores: $Z = 1,00$; $p = 0,32$; Lesão: $Z = 0,00$; $p = 1,00$

Não houve diferença nos sintomas sem e com uso de MECG após corrida de 10 km.

6. DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

O presente trabalho comparou os efeitos provocados pela corrida, ao usar ou não, as MEEG especialmente desenvolvidas para a prática da atividade esportiva na hemodinâmica venosa dos MMII de indivíduos não portadores de IVC. O objetivo, na prática, era verificar se essas MEEG esportivas tem algum efeito na hemodinâmica venosa dos MMII desses indivíduos (praticantes de corrida sem doença venosa) e, portanto, se trazem algum benefício aos seus usuários.

Como as MEEG atuam na hemodinâmica venosa dos MMII, escolhemos a PGA para aplicação nesse estudo, já que se trata de um método não invasivo consagrado na avaliação das alterações hemodinâmicas promovidas pelas MEEG em indivíduos portadores de IVC (Figueiredo et al., 2004).

Não se encontrou, na literatura médica, o uso da PGA para a avaliação da hemodinâmica venosa dos MMII em atividades esportivas. O trabalho que mais se aproxima dessa finalidade é o de Ibegbuna et al. que, em 2003 publicaram uma modificação do método da PGA, aplicando-a a voluntários portadores de IVC durante a caminhada em esteira.

Portanto, pode-se afirmar que o presente estudo é inédito ao aplicar a PGA em indivíduos não portadores de IVC para avaliação das alterações na hemodinâmica venosa dos MMII provocadas pela corrida e, também, por aplicá-la para avaliar os efeitos produzidos pela MEEG nestes indivíduos nesta situação.

Optou-se pela corrida de 10 Km, com inclinação de 1%, em esteira, em ambiente climatizado, na tentativa de se aproximar das condições reais, mantendo-se a uniformização das condições aplicadas a todos os voluntários. Essa é uma distância padrão, muito popular, nas corridas de rua.

Outros trabalhos publicados relacionados ao tema utilizaram a mesma distância (10 Km) em suas avaliações (Ali et al., 2011; Bovenschen et al., 2013). Sabe-se que a inclinação da esteira em 1% simula o esforço das corridas ao ar livre (Jones et al, 1996); daí a opção por esse grau de inclinação.

Nesse trabalho, o mesmo individuo foi testado em três situações: em repouso (antes da corrida), depois de uma corrida de 10 Km sem o uso de MEEG e depois de uma corrida de 10 Km, nas mesmas condições da primeira, com o uso de

MECG. Solicitou-se aos voluntários que fizessem as duas corridas (com e sem MECG) no mesmo tempo (duração) e, portanto, com o mesmo grau de esforço a fim de se evitar a influência de fatores físicos, emocionais ou motivacionais nos resultados. O próprio indivíduo foi o seu controle. Diferentemente do trabalho publicado por Bovenschen et al., em 2013, os voluntários utilizaram as MECG em ambos os MMII e o seu próprio membro inferior ipsi-lateral foi o controle para avaliação das variáveis aferidas pela PGA.

Os resultados mostram diferença estatisticamente significativa do IEV do grupo submetido à corrida sem meia elástica em relação ao grupo com meia (tanto para o membro inferior direito quanto para o esquerdo). O grupo corrida com meia mostrou resultados semelhantes ao grupo repouso (medida com os voluntários antes da corrida), ou seja, o uso da MECG durante a corrida evitou o aumento do IEV observado no grupo corrida sem meia. Tais dados nos permitem inferir que a corrida de 10 km em esteira com inclinação a 1% sem o uso de MECG leva a um aumento do IEV em relação ao repouso e que a meia elástica evitaria tal alteração.

O IEV, que permite uma estimativa razoável da função global do sistema venoso do membro inferior e do refluxo venoso, corresponde à variação de volume produzida no membro dividida pelo tempo correspondente em segundos, na passagem da posição deitada para a posição ortostática (Lal, 2010). Portanto, este resultado sugere que a corrida promove aumento no volume do membro inferior avaliado numa determinada fração de tempo ao se passar da posição supina para a em pé e que esse aumento é evitado pela MECG. Pode-se entender, então, que a alteração na função global do sistema venoso do membro inferior de atletas saudáveis produzida pela corrida é evitada pelo uso da MECG esportiva.

O efeito do uso das MECG no IEV está em conformidade com os achados de Bovenschen et al. (2013) que, utilizando um foto-perômetro, observaram que o uso de MECG por corredores previne o aumento do volume da perna logo depois da corrida.

Outro achado significativo é a diferença encontrada na variação da RVF no membro inferior direito do grupo com meia em relação aos grupos repouso e sem meia. O grupo com meia apresenta valores de RVF menores quando comparados com os outros dois grupos (repouso e sem meia). Tal diferença não se repetiu no membro inferior esquerdo. A discordância dos resultados da RVF encontrada entre os MMII direito e esquerdo pode ser decorrente do fato de se ter

padronizado a realização do exame (PGA) primeiro no lado direito. O intervalo de 15 a 20 minutos para a realização da avaliação do lado esquerdo pode ter contribuído para essa diferença.

A RVF correlaciona-se linearmente com a Pressão Venosa Ambulatorial (PVA) e a queda fisiológica da PVA facilita o fluxo pelo leito capilar dos músculos durante o exercício (Hojensgard; Sturup, 1952; Hjelmstedt, 1968; Figueiredo, 2013). Portanto, nos voluntários estudados, ao se considerar a queda da FVR (sugerindo a queda da PVA) no membro inferior direito com o uso da MECG, pode-se inferir que há tendência a um outro efeito benéfico pelo uso da MECG na hemodinâmica venosa dos MMII na corrida, uma vez que essa queda na PVA promovida pelo uso da meia facilitaria o fluxo do leito capilar dos músculos durante a corrida.

Não se encontrou diferença nas comparações da FE, em ambos os MMII. A FE fornece uma estimativa do retorno venoso durante a atividade física e de alterações que resultem em menos sangue ejetado. Representa o volume impulsionado pela panturrilha, após exercício de elevação dos calcanhares pelo próprio indivíduo e avalia a eficiência da bomba muscular da panturrilha (Figueiredo et al., 2004). A não alteração da FE era esperada e explica-se pelo fato de se incluir nesse estudo somente indivíduos não portadores de IVC (critério de inclusão), ou seja, aqueles com função normal da hemodinâmica venosa dos MMII (bomba muscular da panturrilha e as válvulas do sistema venoso normais e eficientes).

Também não foram observadas alterações nas variações das dosagens do lactato com ou sem o uso da MECG na corrida de 10 Km. Apesar de ter ocorrido aumento significativo dos níveis finais de lactato no grupo sem meia e tendência para o mesmo aumento no grupo com meia, quando se comparou a variação (delta) dos níveis de lactato final e inicial nos grupos com e sem meia elástica, não se encontrou diferença significativa. Ou seja, o aumento dos níveis finais de lactato promovidos pela corrida sem MECG não foi diferente daquele encontrado quando se usou a MECG para a mesma corrida.

Sabe-se que a performance é adversamente afetada por níveis elevados de lactato sanguíneo. Quanto menor os níveis de lactato, melhor a performance do indivíduo (Rimaud et al., 2010). Pode-se afirmar, portanto, que, ao não promover a inibição do aumento dos níveis finais de lactato sanguíneo, as MECG não influenciaram a performance dos voluntários.

O achado acima é corroborado pelos resultados encontrados na percepção de esforço ou desconforto quando em uso de MECG em relação ao não uso destas e pelos resultados verificados nas aferições da frequência cardíaca em repouso, máxima e no final das corridas com e sem MECG. Os valores foram semelhantes para todos os indivíduos quando comparados com eles mesmos.

Estes resultados, entretanto, não correspondem aos encontrados por outros autores. Rimaud et al. (2010) relataram aumento dos níveis de lactato sanguíneo com o uso de meias elásticas em voluntários submetidos à testes de exaustão em bicicletas ergométricas. Explicaram esse achado pelo maior acúmulo de lactato relacionado à grande contribuição da glicólise anaeróbica para suprimento de energia quando os indivíduos utilizaram as MECG e sugeriram cautela na recomendação do uso de meias de compressão durante atividades esportivas. Varela-Sanz et al., em 2011, encontraram diminuição da porcentagem de FC máxima em indivíduos submetidos à testes de corrida em esteira ao usar MECG, diferentemente do presente estudo, em que essa variação não ocorreu. Kemmler et al. (2009) concluíram que o uso de MECG melhorou a performance em testes de corrida em esteira em diferentes limiares metabólicos (limiares aeróbio, anaeróbio e de lactato) .

As manifestações clínicas (frequência cardíaca , dor, conforto e lesões) foram semelhantes em todas as situações após a corrida sem e com MECG. Esses resultados estão em conformidade com outros trabalhos publicados recentemente. Em revisão sobre o tema publicada em 2011, MacRae et al concluíram que o uso de MECG teve pouca influência na percepção de esforço durante protocolos de exercícios de corrida. Bovenschen et al, em sua publicação de 2013, não encontraram alterações nos parâmetros subjetivos e clínicos (dor, desconforto e ocorrência de lesões) avaliados por meio de questionário (escala Likert) em voluntários testados em corridas de 10 Km com e sem o uso de MECG de 25-35 mmHg. Ali et al. (2011) incluíram 12 voluntários, corredores competitivos, para avaliar os efeitos do uso de diferentes graus de compressão de MECG na performance em corridas de 10 Km. Observaram que o uso destas não alterou o tempo final ou total de corrida, mas que as MECG de 12 a 15 mmHg foram consideradas mais confortáveis para uso durante a corrida do que as meias de 18 a 21 e de 23 a 32 mmHg. Entretanto, o uso de meias de 12 a 15 e 18 a 21 mmHg resultou numa melhor manutenção da potência muscular da perna depois do

exercício de endurance (corrida de 10 Km).

Um aspecto muito interessante do uso das MECG em atividades esportivas, ressaltado em várias publicações e sumarizado na meta-análise de Hill et al. (2014), é a melhora na recuperação muscular depois da prática de exercícios intensos e de competições. Este artigo conclui que o uso de vestimentas de compressão promove uma recuperação mais rápida da função muscular, da dor muscular e da atividade sistêmica da CK (creatina quinase) quando comparado a um grupo controle. Figueiredo et al. (2011) observaram que o uso de meias elásticas foi associado a menores níveis plasmáticos de biomarcadores de lesão muscular (creatina quinase, lactato desidrogenase, mioglobina) em jogadoras de voleibol. Nesse estudo foram empregadas as mesmas MECG (Venosan Sportactive®) que utilizamos.

Existem indícios de que o uso de vestimentas de compressão melhoram a consciência articular e a propriocepção. O uso desses materiais reduziu a oscilação muscular em testes com voluntários que incluíram saltos, mas não se pode afirmar que efeito similar está presente em exercícios contínuos, como a corrida (MacRae et al., 2011).

Portanto, os estudos relacionados ao impacto do uso de MECG em atividades esportivas (especialmente a corrida) na performance dos atletas são controversos e não há consenso quanto aos benefícios ou vantagens do uso destas meias no melhor desempenho dos usuários. A grande contribuição do uso destas MECG, segundo a literatura vigente, é a melhora da recuperação muscular, por meio de menores níveis de lesão muscular.

Os resultados do presente trabalho confirmam a inconsistência do impacto das MECG em parâmetros clínicos relacionados à performance dos atletas. Novos estudos, porém, são necessários para investigar se e como as alterações da hemodinâmica venosa dos MMII de corredores, quando em uso de MECG, encontradas estão relacionadas com os menores níveis de lesão muscular e com a melhora da recuperação muscular promovidos pelo uso dessas meias descritos pela literatura atual.

Apesar de inalteradas as manifestações clínicas (frequência cardíaca, dor e desconforto) e dos níveis de lactato no desempenho de corredores amadores, sadios, após a corrida de 10km em esteira com inclinação de 1%, o uso de MECG facilita a hemodinâmica venosa dos MMII. Esse efeito é caracterizado

pela diminuição do IEV e pela queda da FVR (pelo menos no membro inferior direito) quando se compara com o grupo sem MECG.

7. CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

Conclui-se que, apesar de inalteradas as manifestações clínicas (frequência cardíaca, dor e desconforto) e os níveis de lactato no desempenho de corredores amadores, saudáveis, após a corrida de 10km em esteira com inclinação de 1%, o uso de MECG tem efeitos positivos na hemodinâmica venosa dos MMII dos corredores, aferidos pela PGA e caracterizados pela redução do IEV em ambos os membros e pela queda da FVR, pelo menos no membro inferior direito.

8.REFERÊNCIAS

8. REFERÊNCIAS

Agu O, Baker D, Seifalian AM. Effect of graduated compression stockings on limb oxygenation and venous function during exercise in patients with venous insufficiency. *Vascular*. 2004;12:69-76.

Ali A, Creasy RH, Edge JA. Physiological effects of wearing graduated compression stockings during running. *Eur J Appl Physiol*. 2010; 09:1017-25.

Ali A, Creasy RH, Edge JA. The effect of graduated compression stockings on running performance. *J Strength Cond Res*. 2011;25:1385-92.

Ali A, Caine MP, Snow BG. Graduated compression stockings: physiological and perceptual responses during and after exercise. *J Sports Sci*. 2007;25:413-9.

Alimi YS, Barthelemy P, Juhan C. Venous pump of the calf: a study of venous and muscular pressures. *J Vasc Surg*. 1994;20:728-35.

Almen T, Nylander G. Serial phlebography of the normal leg during muscular contraction and relaxation. *Acta Radiol*. 1962;57:264-72.

Arnoldi CC, Linderholm H. Venous blood pressures in the lower limb at rest and during exercise in patients with idiopathic dysfunction of the venous pump of the calf. *Acta Chir Scand*. 1969;135:601-9.

Attinger EO. Wall properties of veins. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1969;16:253-61.

Barcroft H, Dornhorst AC. The blood flow through the human calf during rhythmic exercise. *J Physiol*. 1949;109:402-11.

Bays RA, Healy DA, Atnip RG, Neumyer M, Thiele BL. Validation of air plethysmography, photoplethysmography, and duplex ultrasonography in the evaluation of severe venous stasis. *J Vasc Surg*. 1994;20:721-7.

Belczak, CEQ. Ataduras elásticas e inelásticas – características, quando e como utilizá-las. In: Figueiredo M, editor. *Terapia da compressão*. Rio de Janeiro: Di Livros; 2013. p. 17-42.

Bergan JJ. Conrad Jobst and the development of pressure gradient therapy for venous disease. In: Bergan JJ, Yao JS, editors. *Surgery of the veins*. Orlando: Grune & Stratton; 1985. p. 529-40.

Bieuzen F, Brisswalter J, Easthope C, Vercruyssen F, Bernard T, Hausswirth C. Effect of wearing compression stockings on recovery following mild exercise-induced muscle damage. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013 May 22. [Epub ahead of print]

Bovenschen HJ, Booij MT, van der Vhueten CJM. Graduated compression stockings for runners: friend, fake or foe? *J Athl Train*. 2013;48:226-32.

Beidler SK, Douillet CD, Berndt DF, Keagy BA, Rich PB, Marston WA. Inflammatory cytokine levels in chronic venous insufficiency ulcer tissue before and after compression therapy. *J Vasc Surg*. 2009; 49:1013-20.

Caggiati A, Bergan JJ, Gloviczki P, Jantet G, Wendell-Smith CP, Partsch H, et al. Nomenclature of the veins of the lower limbs: an international interdisciplinary consensus statement. *J Vasc Surg*. 2002;36:416-22.

Christopoulos D, Nicolaides AN, Cook A, Irvine A, Galloway JM, Wilkinson A. Pathogenesis of venous ulceration in relation to the calf muscle pump function. *Surgery*. 1989;106:829-35.

Christopoulos D, Nicolaides AN, Galloway JM, Wilkinson A. Objective noninvasive evaluation of venous surgical results. *J Vasc Surg*. 1988;8:683-7.

Christopoulos DG, Nicolaides AN, Szendro G, Irvine AT, Bull ML, Eastcott HH. Air-plethysmography and the effect of elastic compression on venous hemodynamics of the leg. *J Vasc Surg*. 1987;5:148-59.

Criado E, Passman MA. Physiological assessment of the venous system. In: Rutherford RB. *Vascular surgery*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1989. p. 175-7.

Cunha RA. *Elaboração e validação do questionário sobre qualidade de vida de atletas (QQVA) [dissertação]*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2008.

Eklöf B, Rutherford RB, Bergan JJ, Carpentier PH, Gloviczki P, Kistner RL, et al. Revision of the CEAP classification for chronic venous disorders: consensus statement. *J Vasc Surg*. 2004;40:1248-52.

Evangelista SSM. Pletismografia no estudo das doenças venosas. In: Maffei FHA., editor. *Doenças vasculares periféricas*. 3a ed. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan; 2002. p. 479-92.

Figueiredo M, Figueiredo MF, Silva NP. Efeito do uso de meia elástica sobre os níveis de biomarcadores de lesão muscular em atletas de voleibol após atividade física. *J Vasc Bras*. 2011; 10: 289-92.

Figueiredo M. Como e quando prescrever meias elásticas. In: Figueiredo M, editor. *Terapia da compressão*. Rio de Janeiro: Di Livros; 2013. p. 49-55.

Figueiredo MAM, Filho AD, Cabral ALS. Avaliação do efeito da meia elástica na hemodinâmica venosa dos membros inferiores de pacientes com insuficiência venosa crônica. *J Vasc Bras*. 2004;3:231-7.

Flour M, Clark M, Partsch H, Mosti G, Uhl JF, Chauveau M, et al. Dogmas and controversies in compression therapy. Dogmas and controversies in compression therapy: Report of an International Compression Club (ICC) meeting, Brussels, May 2011. *Int Wound J*. 2012;10:516-28.

Gloviczki P, Comerota AJ, Dalsing MC, Eklof BG, Gillespie DL, Gloviczki ML, et al. The care of patients with varicose veins and associated chronic venous diseases: clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery and the American Venous Forum. *J Vasc Surg*. 2011;53:2S-48S.

Gambke B, Kouri T, Kutter D, Nagel D, Vukovich T, Wefers A. Multicentre evaluation of the urine analyser Miditron Junior. *Scand J Clin Lab Invest*. 1997;57:605-11.

Hill J, Howatson G, van Somerenk K, Leeder J, Pedlar C. Compression garments and recovery from exercise-induced muscle damage: a meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2014;48:1340-6.

Hjelmstedt A. The pressure in the veins of the dorsum of the foot in quiet standing and during exercise in limbs without signs of venous disorder. *Acta Chir Scand*. 1968;134:235-44.

Ibegbuna V, Delis KT, Nicolaides AN, Aina O. Effect of elastic compression stockings in venous hemodynamics during walking. *J Vasc Surg*. 2003; 37: 420-5.

Jones AM, Doust JA. A 1% treadmillgrade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *J Sports Sci*. 1996;14:321-7.

Kemmler W, von Stengel S, Köckritz C, Mayhew J, Wassermann A, Zapf J. Effect of compression stockings on running performance in men runners. *J Strength Cond Res*. 2009;23:101-5.

Lal BK. Vascular laboratory: venous physiologic assessment. In: Cronenwett JL, Johnston KW, editors. *Rutherford's vascular surgery*. 7th ed. Philadelphia: Editora Saunders Elsevier; 2010. p. 261-4.

Lim CS, Davies AH. Graduated Compression Stockings – Review. *CMAJ*. 2014;186:E391-8.

Ludbrook J. The musculo-venous pumps of the human lower limb. *Am Heart J*. 1966;71:635-41.

MacRae B, Cotter JD, Laing RM. Compression garments and exercise: garments considerations, physiology and performance. *Sports Med*. 2011;41:815-43.

Meissner MH, Moneta G, Burnand K, Gloviczki P, Lohr JM, Lurie F, et al. The hemodynamics and diagnosis of venous disease. *J Vasc Surg*. 2007;46:4S-24S.

Moffatt C. Variability of pressure provided by sustained compression. *Int Wound J*. 2008;5:259-65.

Moreno AH, Katz AI, Gold LD, Reddy RV. Mechanics of distension of dog veins and other thin-walled tubular structures. *Circ Res*. 1970;27:1069-80.

Motykie GD, Caprini JA, Arcelus JI, Reyna JJ, Overom E, Mokhtee D. Evaluation of therapeutic compression stockings in the treatment of chronic venous insufficiency. *Dermatol Surg*. 1999;25:116-20.

Nicolaidis AN, Hussein MK, Szendro G, Christopoulos D, Vasdekis S, Clarke H. The relation of venous ulceration with ambulatory venous pressure measurements. *J Vasc Surg*. 1993;17:414-9.

Pounds LL, Killewich LA. Venous physiology. In: Cronenwett JL, Johnston KW, editors. *Rutherford's vascular surgery*. 7th ed. Philadelphia: Editora Saunders Elsevier; 2010. P. 151-62.

Raju S, Fredericks R, Lishman P, Neglen P, Morano J. Observations on the calf pump mechanism. Determinates of post exercise pressure. *J Vasc Surg*. 1993;17:459-69.

Rimaud D, Messonnier L, Castells J, Devillard X, Calmels P. Effects of compression stockings during exercise and recovery on blood lactate kinetics. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110:425-33.

Rothe CF. Physiology of venous return. *Arch Intern Med*. 1986;146:977-82.

Rothe CF. Reflex control of veins and vascular capacitance. *Physiol Rev*. 1983;63:1281-342.

Stegall HR. Muscle pumping in the dependent leg. *Circ Res*. 1966;19:180-90.

Strandness DE Jr, Sumner DS. Hemodynamics for surgeons. New York: Grune & Stratton; 1975.

Sumner DS, Zierler RE. Vascular physiology: essential hemodynamic principles. Rutherford RB. Vascular surgery. 6th ed. Philadelphia: WB Saunders; 2005. p. 75-123.

Val RC. Terapia de compressão elástica no esporte. Vascular In. nov/2011-jan/2012. 10(37): 30-31.

Varela-Sanz A, España J, Carr N, Boullosa DA, Esteve-Lanao J. Effects of gradual-elastic compression stockings on running economy, kinematics, and performance in runners. J Strength Cond Res. 2011;25:2902-10.

White JV, Katz ML, Cisek P, Kreithen J. Venous outflow of the leg: anatomy and physiologic mechanism of the plantar venous plexus. J Vasc Surg. 1996;24:819-24.

9. ANEXOS

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 27 de maio de 2015

Ofício nº 1954/2015
CEP/MGV

Prezados Senhores,

O trabalho intitulado **“AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO USO DE MEIAS ELÁSTICAS DE COMPRESSÃO GRADUADA EM CORREDORES” – versão 2, de 25/04/2015**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 408ª Reunião Ordinária realizada em 25/05/2015 e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – versão 2, de 25/04/2015**, de acordo com o Processo HCRP nº 2719/2015.

De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (ICH-GCP), bem como a Resolução nº 466/12 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente.

DRª. MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores
OSWALDO TENO CASTILHO JUNIOR
PROF.DR.CARLOS ELI PICCINATO(Orientador)
Depto. de Cirurgia e Anatomia

**UNIVERSIDADE DE SAO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRAO PRETO
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA E ANATOMIA**

PROJETO DE PESQUISA: AVALIACAO DA EFICÁCIA DO USO DE MEIAS ELÁSTICAS DE COMPRESSÃO GRADUADA POR CORREDORES

PESQUISADOR: Dr. Oswaldo Teno Castilho Junior

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Eli Piccinato

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você e' convidado a participar do projeto de pesquisa acima mencionado, que será desenvolvido analisando-se os resultados de exames realizados por médicos da disciplina de Cirurgia Vascular e Endovascular do Hospital das Clinicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP).

Trata-se de uma pesquisa que tem como objetivo verificar a eficácia e as alterações provocadas pelo uso de meias elásticas de compressão graduada por atletas amadores praticantes de corrida.

Serão utilizados a pletismografia a ar e as aferições das variações de lactato e da frequência cardíaca em 2 situações: 1. antes e logo depois de uma corrida de 10km em esteira (com inclinação de 1%) sem meia elástica e 2. antes e logo depois de uma corrida de 10km em esteira (com inclinação de 1%) com meia elástica. O intervalo entre as 2 corridas será de 1 semana.

A pletismografia mede a variação de volume das pernas através de um manguito semelhante ao utilizado para a medida da pressão arterial. Não se utiliza agulhas, contraste, tinturas ou qualquer objeto que cause dor ou desconforto durante esse exame.

A dosagem de lactato é feita por aparelho portátil semelhante ao utilizado para dosagem de glicemia por diabéticos. Portanto, exige uma leve punção em um dos dedos das mãos.

Os riscos a que você estará sujeito são os mesmos da prática de atividades físicas em academia. Os riscos e desconforto da pletismografia a ar são praticamente nulos e os riscos da coleta de amostras de sangue para dosagem de lactato são semelhantes aos riscos da dosagem de glicosimetria capilar por pacientes diabéticos, considerando-se que seriam aplicados por profissional médico treinado e com experiência na aplicação destes exames, o que diminui o desconforto desta punção.

Realizando-se essas avaliações na academia e no horário que você está acostumado, pretende-se minimizar o desconforto de sua participação. Você também poderá ingerir líquidos em quantidade e qualidade de sua preferência durante a pesquisa.

A sua assinatura abaixo demonstra a sua aceitação em participar deste projeto. Pode-se, porém, desistir ou negar a participação a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo.

Esclarece-se, também, que a sua identidade será preservada e não se divulgará nomes ou registros. Somente o resultado dos exames será divulgado e

you will be informed of the conclusion of this study. You will also be able to clarify any doubts before and during your participation.

You will have the right to indemnification, according to the laws in force in Brazil, in case of damage suffered as a result of your participation in this research.

Your participation will not be remunerated and there will be no reimbursement of expenses related to it (such as transport and food). You will receive a suitable sports elastic band for your body type, new, for use during the research, at no cost. And you will be able to keep it at the end of your participation.

You will receive a copy of this Free and Informed Consent Term and it will be properly signed and stamped.

Since now, we thank you for your attention and acceptance in participating in this project.

VOLUNTÁRIO

DATA:

PESQUISADOR: Dr. Oswaldo Teno Castilho Junior
R. Prudente de Moraes, 1084 – Ribeirão Preto - SP
Fone: 16-3636 1955 / 16-99225 5458

DATA:

Para quaisquer dúvidas e esclarecimentos éticos, comunique-se com:
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HCRP-USP: 16 – 3602-2228