

João Antonio da Silva Júnior

**COMPARAÇÃO ENTRE A RESPOSTA CARDIOPULMONAR,
METABÓLICA E SINTOMAS DE CLAUDICAÇÃO DE INDIVÍDUOS
COM DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA EM TESTE DE
EXERCÍCIO INCREMENTAL NA ESTEIRA *VERSUS*
CICLOERGÔMETRO.**

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

Belo Horizonte

2016

João Antonio da Silva Júnior

**COMPARAÇÃO ENTRE A RESPOSTA CARDIOPULMONAR,
METABÓLICA E SINTOMAS DE CLAUDICAÇÃO DE INDIVÍDUOS
COM DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA EM TESTE DE
EXERCÍCIO INCREMENTAL NA ESTEIRA VERSUS
CICLOERGÔMETRO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Profa. Dra. Danielle Aparecida Gomes Pereira

Coorientadora: Profa. Dra. Raquel Rodrigues Britto

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

Belo Horizonte

2016

S586c Silva Júnior, João Antonio da
2016 Comparação entre a resposta cardiopulmonar, metabólica e sintomas de claudicação de indivíduos com doença arterial periférica em teste de exercício incremental na esteira versus cicloergômetro. [manuscrito] / João Antonio da Silva Júnior – 2016.
54f., enc.: il.

Orientadora: Danielle Aparecida Gomes Pereira
Coorientador: Raquel Rodrigues Britto

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 39-43

1. Doença arterial periférica - Teses. 2. Exercícios físicos - Teses. 3. Sistema cardiopulmonar - Teses. 4. Aptidão física – testes - Teses. 5. Claudicação intermitente - Teses. I. Pereira, Danielle Aparecida Gomes. II. Britto, Raquel Rodrigues. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

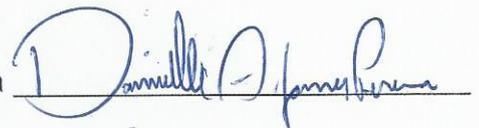
CDU: 615.8-053.9

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL
SITE: www.eeffto.ufmg.br/mreab E-MAIL: mreab@eeffto.ufmg.br FONE/FAX: (31) 3409-4781/7395

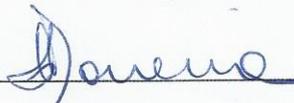
ATA DE NÚMERO 237 (DUZENTOS E TRINTA E SETE) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELO CANDIDATO **JOÃO ANTÔNIO DA SILVA JUNIOR** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.

Aos 26(vinte e seis) dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezesseis, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação "**Comparação entre a resposta cardiopulmonar, metabólica e sintomas de claudicação de indivíduos com doença arterial periférica em teste de exercício incremental na esteira versus cicloergômetro**". A banca examinadora foi constituída pelas seguintes Professoras Doutoras: Danielle Aparecida Gomes Pereira, Verônica Franco Parreira e Maria Clara Noman de Alencar sob a presidência da primeira. Os trabalhos iniciaram-se às 14h00min com apresentação oral do candidato, seguida de arguição dos membros da Comissão Examinadora. **Após avaliação, os examinadores consideraram o candidato aprovado e apto a receber o título de Mestre, após a entrega da versão definitiva da dissertação.** Nada mais havendo a tratar, eu, Marilane Soares, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 26 de fevereiro de 2016.

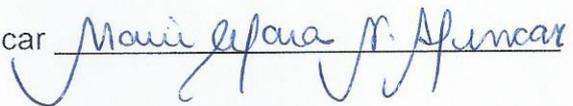
Professora Dra. Danielle Aparecida Gomes Pereira



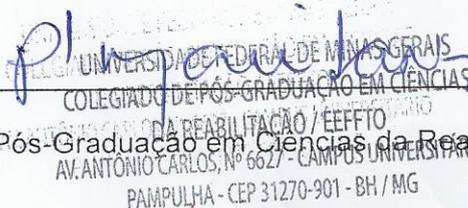
Professora Dra. Verônica Franco Parreira



Professora Dra. Maria Clara Noman de Alencar



Marilane Soares 084190



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
DA REABILITAÇÃO / EEFFTO
AV. ANTONIO CARLOS, Nº 6627 - CAMPOS UNIVERSITÁRIOS
PAMPULHA - CEP 31270-901 - BH / MG

Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL
SITE: www.eeffto.ufmg.br/mreab E-MAIL: mreab@eeffto.ufmg.br
FONE/FAX: (31) 3409-4781

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que **JOÃO ANTÔNIO DA SILVA JUNIOR** defendeu a dissertação intitulada: “**Comparação entre a resposta cardiopulmonar, metabólica e sintomas de claudicação de indivíduos com doença arterial periférica em teste de exercício incremental na esteira versus cicloergômetro**”, obtendo em 26/02/2016 a aprovação unânime da Banca Examinadora, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível Mestrado, da Universidade Federal de Minas Gerais; fazendo jus ao título de Mestre em Ciências da Reabilitação a partir da referida data.

Belo Horizonte, 26 de Fevereiro de 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG
DA REABILITAÇÃO / EEFFTO
AV. ANTÔNIO CARLOS, Nº 6627 - CAMPUS UNIVERSITÁRIO
PAMPULHA - CEP 31270-901 - BH / MG

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que até aqui tem me guiado e estado sempre ao meu lado. Que eu continue recebendo suas bênçãos e se cumpra os planos que Ele tem para mim.

À minha orientadora, Profa. Dra. Danielle Aparecida Gomes Pereira, pelo exemplo profissional, dedicação e compreensão durante estes anos em que tive a oportunidade de aprender com você. Sem dúvida, um exemplo de pessoa e professora que levarei para a vida.

À minha coorientadora, Profa. Dra. Raquel Rodrigues Britto pela competência, conselhos e contribuições sempre relevantes. Muito obrigado pelas oportunidades de crescimento acadêmico e profissional nestes últimos anos.

À minha esposa, Lívia Arruda de Melo Silva, pelo companheirismo e amor dedicados nos bons momentos e pelo apoio incondicional nos momentos difíceis. Divido com você a vitória de concluir este trabalho.

Aos meus pais amados, João Antonio da Silva e Sara Brito da Silva, sem os quais eu nada seria e jamais pensaria em alcançar tantos objetivos. Não há palavras que possam descrever o quanto sou grato pelo esforço que vocês dedicaram à minha formação como pessoa e profissional.

Ao meu irmão, Anderson Brito da Silva, pela amizade de sempre e pelo exemplo de quem não tem medo de buscar os seus sonhos. Muito obrigado pelas discussões e colaborações, as quais foram indispensáveis para a conclusão deste trabalho.

À minha irmã, Aline Brito da Silva, que muito me ajudou no início da minha vida escolar e sempre foi uma amiga com quem pude contar. As conquistas dos seus irmãos são suas também, muito obrigado.

A todos os familiares, meus e da Lívia, que mesmo de longe sempre nos dão toda a força para continuar.

À toda equipe que fez parte deste trabalho: Dra. Giane Amorim Ribeiro-Samora, Hugo Alves, Daniela Rodrigues Ferreira, Mariane Cássia Paixão Valeriano e Raquel Ferreira Santos. A dedicação de cada uma de vocês foi fundamental para essa conquista.

À equipe do LABCARE, principalmente à professora Verônica Parreira, pela confiança e apoio.

À Dra. Maria Clara Noman de Alencar, pelas contribuições profissionais e acadêmicas e por abrir portas para meu aprendizado junto ao grupo do SEFICE-EPM.

A todos os professores e colegas do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, pela cumplicidade, troca de conhecimentos e convivência durante estes anos.

Aos meus amigos da SPORTIF - Clínica do Exercício e do Esporte, em especial à Marconi Gomes da Silva, Lucas de Castro Boechat e Magno Luiz de Miranda, pela amizade, oportunidades oferecidas e por compartilharem comigo o sonho de uma clínica multidisciplinar.

À toda equipe do Setor de Reabilitação Cardiopulmonar do HC-UFMG, médicos, fisioterapeutas, residentes e demais, por compartilhar a experiência inesquecível de trabalhar com o que se gosta e poder trocar conhecimentos de uma maneira tão natural.

Aos funcionários do Departamento de Fisioterapia, pela atenção e disponibilidade.

Aos voluntários, parte indispensável deste trabalho, pela disposição em colaborar e se fazer presente em todas as etapas deste estudo. A vocês todo o meu respeito e consideração eterna.

RESUMO

A doença arterial periférica (DAP) é uma doença vascular que cursa com fluxo sanguíneo inadequado para a periferia do corpo. Os métodos para avaliação da tolerância ao esforço assumem grande importância na caracterização inicial e no seguimento clínico dos pacientes com DAP e usualmente estas avaliações são realizadas com protocolos em esteira. Poucos estudos realizaram comparações com outras modalidades de teste até o momento, utilizando métodos que permitam a avaliação direta das respostas ao exercício. A espectroscopia de luz próxima ao infravermelho ou *Near-infrared spectroscopy* (NIRS) é um método capaz de monitorar o determinante fisiopatológico chave da DAP, ou seja, a oferta de oxigênio para o tecido muscular periférico, e pode auxiliar na melhor compreensão das limitações periféricas destes indivíduos. O objetivo deste estudo foi comparar a resposta cardiopulmonar, metabólica, sintomas claudicantes e o comportamento da deoxihemoglobina e saturação tecidual de oxigênio em panturrilha no teste incremental em esteira *versus* cicloergômetro. Os voluntários foram submetidos à realização de uma espirometria e realizaram dois testes incrementais, sendo um em esteira e outro cicloergômetro, em ordem aleatória. O teste incremental em esteira foi iniciado com 3,2 km/h e 0% de inclinação por cinco minutos, seguido por estágios com velocidade fixa de 3,2 km/h e incremento de 3,5% na inclinação a cada três minutos. Para realização do teste incremental em cicloergômetro o indivíduo foi orientado a manter uma cadência de 60 rotações por minuto, pedalando inicialmente a 20 watts (W) por cinco minutos seguido de um incremento de 20 W cada três minutos. Durante cada teste, os indivíduos tiveram sua panturrilha monitorizada por NIRS e foram realizadas coletas seriadas de lactato capilar, análise dos gases expirados e foram orientados a sinalizar o início do sintoma claudicante. Para avaliar a distribuição normal dos dados foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. Foi utilizada ANOVA mista para comparar as variáveis utilizando o tipo de teste incremental como parcela e nível de obstrução como subparcela. Para a análise post-hoc foi utilizado o teste LSD. Para avaliar a capacidade do consumo de oxigênio no pico do esforço (VO_2 pico) e da concentração de deoxihemoglobina no pico do esforço (HHb pico) em discriminar o nível de obstrução (proximal *versus* distal) foi

realizada a análise discriminante. Para realizar as medidas de associação foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. Para todas as análises foi considerado para significância estatística um alfa de 5%. A amostra final foi composta por 16 indivíduos com DAP, dos quais dois indivíduos não realizaram um dos testes incrementais e foram excluídos das análises de comparação. A média de idade foi de $64,8 \pm 8,5$ anos, com índice de massa corpórea (IMC) de $25,52 \pm 3,34$ kg/m² e índice tornozelo-braço (ITB) médio entre os dois membros de $0,63 \pm 0,16$. Quando comparados os testes em esteira versus cicloergômetro, foi encontrado uma menor razão de troca respiratória no pico do esforço (R pico), menor variação da concentração sérica de lactato (Δ Lactato), maior duração do teste (DT) e menor relação percentual entre o tempo de início da dor e a duração do teste (TID/DT) para o exercício em esteira. Nas comparações entre os sujeitos com obstrução proximal e distal, houve diferença nas variáveis VO₂ pico, ventilação minuto no pico do esforço (VE pico), Δ Lactato, DT e tempo de início da dor (TID). A análise discriminante considerando o VO₂ pico e a HHb pico, independentemente do tipo de teste, foi capaz de classificar corretamente 89,5% dos voluntários com obstrução proximal e 81,8% dos sujeitos com obstrução distal. O exercício em cicloergômetro foi capaz, portanto, de produzir uma resposta cardiopulmonar máxima similar ao teste em esteira, apesar de diferenças na resposta metabólica, parâmetros observados pelo NIRS e sintomas de claudicação. Uma maior contribuição da via glicolítica e menor demanda periférica distal por extração de oxigênio foi observada no cicloergômetro, com a variação da concentração sérica de lactato sendo um fator associado ao desempenho nesta modalidade de teste. Indivíduos com acometimento proximal apresentam pior desempenho em ambos os testes e na ausência de exame de imagem para diagnóstico de nível de acometimento, a utilização do teste cardiopulmonar e do NIRS como ferramentas não-invasivas de estratificação do paciente é possível e com boa acurácia.

Palavras-chave: Doença Arterial Periférica. Teste de Esforço. Capacidade Funcional. Espectroscopia de Luz Próxima ao Infravermelho. Metabolismo energético.

ABSTRACT

Peripheral arterial disease (PAD) is a vascular disease that impairs peripheral blood flow. Methods for evaluation of exercise tolerance are important in the initial characterization and clinical follow-up of patients with PAD and usually are carried out on treadmill protocols. Few studies have made comparisons with other test modes so far, using methods that allow the direct evaluation of responses to exercise. The near-infrared spectroscopy (NIRS) is a method that monitors the supply of oxygen to the peripheral muscle tissue, a key pathophysiological mechanism of PAD, which can help better understand the peripheral limitations of these individuals. The aim of this study was to compare the cardiopulmonary and metabolic responses, claudication symptoms and behavior of deoxyhemoglobin and tissue saturation index at calf in incremental tests on treadmill and cycle ergometer. The volunteers were submitted to a spirometry and two incremental tests, one in a treadmill and one in a cycle ergometer, in random order. The incremental treadmill test was started with 3.2 km/h and 0% of slope for five minutes, followed by stages with fixed speed of 3.2 km/h and increased by 3.5% in the slope every three minutes. For the test in cycle ergometer the subject was instructed to maintain a cadence of 60 revolutions per minute, pedalling initially at 20 watts (W) for five minutes followed by a 20 W increment every three minutes. During each test, the subjects had their calf monitored by NIRS and blood samples were collected for lactate analysis and expired gases analysis were made. Subjects were instructed for signalling the start of the claudication symptom. Normal distribution of the data was evaluated by Shapiro-Wilk test. Mixed ANOVA was used to compare variables using the type of test as plot and level of obstruction as a subplot. LSD was used for post-hoc analysis. To evaluate the ability of peak oxygen consumption (peak VO_2) and peak relative concentration of deoxyhemoglobin (peak HHb) in discriminating the level of obstruction (proximal versus distal), a discriminant analysis was performed. For the measures of association Pearson correlation coefficient was applied. For all analysis, an alpha of 5% was considered as significance level. The final sample consisted of 16 individuals with PAD, from which two individuals did not perform one of the tests and were excluded from the comparison analysis.

The average age was 64.8 ± 8.5 years, with a body mass index (BMI) of 25.52 ± 3.34 kg/m² and average ankle-brachial index for both members of 0.63 ± 0.16 . When comparing the test on a treadmill versus cycle ergometer, a lower respiratory exchange ratio at peak exercise (peak RER), less variation in serum lactate (Δ Lactate), a higher test duration and a lower ratio between the time to onset of pain and the test duration to exercise was found for the treadmill test. Between subjects with proximal and distal obstruction there were difference in peak VO_2 , peak minute ventilation (peak VE), Δ Lactate, test duration and time to onset of pain. The discriminant analysis considering the peak VO_2 and peak HHb was able to correctly classify 89.5% of subjects with proximal obstruction and 81.8% of subjects with distal obstruction, regardless of the type of test. The cycle ergometer and treadmill test was able therefore to produce similar maximal cardiopulmonary response, despite differences in metabolic response, parameters observed by NIRS and claudication symptoms. A greater contribution of the glycolytic pathway and lower distal peripheral demand for oxygen extraction was observed in cycle ergometer, with the variation of serum lactate concentration as a factor associated with the performance in this mode of exercise. Individuals with proximal involvement performed worse in both tests and in the absence of imaging test for diagnosing level of involvement, the use of cardiopulmonary exercise testing and NIRS as a non-invasive tool for patient stratification can be performed with good accuracy.

Keywords: Peripheral Arterial Disease. Exercise Test. Functional Capacity. Spectroscopy, Near-Infrared. Energy Metabolism.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	- Procedimentos realizados no estudo	18
FIGURA 2	- Medida de SatO ₂ e HHb pelo NIRS de um voluntário	21
FIGURA 3	- Método trapezoidal para cálculo da área sob a curva do estágio 3 e estimativa de contribuição energética aeróbica durante este estágio	24
FIGURA 4	- Contribuição dos Sistemas Energéticos (média e desvio-padrão) nos testes incrementais em esteira (A) e cicloergômetro (B)	29
FIGURA 5	- Comportamento da HHb durante teste incremental em esteira e cicloergômetro	31
FIGURA 6	- Comportamento da SatO ₂ durante teste incremental em esteira e cicloergômetro	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Caracterização dos participantes do estudo	27
TABELA 2	- Comparação da resposta cardiopulmonar e metabólica entre o teste incremental em esteira e cicloergômetro (n=14), considerando o nível de obstrução arterial dos voluntários (n=9 proximal; n=5 distal)	28
TABELA 3	- Comparação dos sintomas de claudicação entre o teste incremental em esteira e cicloergômetro (n=14), considerando o nível de obstrução arterial dos voluntários (n=9 proximal; n=5 distal)	29
TABELA 4	- Comparação da resposta das variáveis medidas por NIRS entre o teste incremental em esteira e cicloergômetro (n=14), considerando o nível de obstrução arterial dos voluntários (n=9 proximal; n=5 distal)	30
TABELA 5	- Correlação de Pearson (r) entre a variação de lactato durante o exercício e variáveis de desempenho nos testes incrementais em esteira (n=15) e cicloergômetro (n=15)	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos	16
1.1.1	Objetivo Principal	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	MATERIAIS E MÉTODOS	17
2.1	Tipo de estudo	17
2.2	Amostra	17
2.2.1	Critérios de inclusão	17
2.2.2	Critérios de exclusão	17
2.3	Aspectos Éticos	17
2.4	Local de realização	18
2.5	Procedimentos e Coleta de Dados	18
2.5.1	Seleção dos voluntários	18
2.5.2	Anamnese e exame físico	19
2.5.3	Agendamento dos testes	19
2.5.4	Espirometria	20
2.5.5	NIRS	20
2.5.6	Teste cardiopulmonar incremental com medidas de lactato sanguíneo	22
2.6	Variáveis estudadas	25
2.7	Procedimentos estatísticos	25
2.7.1	Cálculo amostral	25
2.7.2	Análise dos dados	26
3	RESULTADOS	27
4	DISCUSSÃO	33
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	44
	ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG.	47
	MINI-CURRÍCULO	48

1. INTRODUÇÃO

A doença arterial periférica (DAP) é uma doença vascular, causada principalmente por aterosclerose, que leva ao fluxo sanguíneo inadequado para a periferia do corpo, tipicamente acometendo membros inferiores (HAAS et al., 2013). Sua incidência é relacionada com a idade e em particular, com fatores de risco como o diabetes mellitus e o tabagismo. Nos Estados Unidos, estima-se que, em indivíduos acima dos 40 anos, a prevalência seja de 5,9%, totalizando aproximadamente 7,2 milhões de pessoas acometidas (PANDE et al., 2011). No Brasil, um estudo multicêntrico indicou uma prevalência de 10,8% em indivíduos acima de 18 anos (MAKDISSE et al., 2008).

A claudicação intermitente é a apresentação mais frequente da DAP e é um dos principais fatores relacionados à redução da funcionalidade de indivíduos com a doença. É definida como uma sensação de dor, câimbra ou parestesia no membro acometido, desencadeada pelo exercício e com alívio no repouso. No entanto, a apresentação clínica pode variar desde pacientes oligossintomáticos àqueles com lesões tróficas e ulcerações crônicas em membros inferiores. Ademais, observa-se que mesmo os pacientes com doença incipiente já podem apresentar importante redução da capacidade funcional (ASKEW et al., 2013; BERGER; HIATT, 2012).

O nível de obstrução arterial pode ser variado, acometendo artérias proximais, pertencentes ao segmento aortoilíaco (ilíaca comum, ilíaca externa, aorta abdominal) ou artérias distais, pertencentes ao segmento femoropoplíteo (femoral comum, femoral superficial, poplítea infragenicular, poplítea distal, tronco tíbio-fibular). A sintomatologia, abordagem terapêutica e o prognóstico dos pacientes podem ser influenciados por este nível de obstrução (NORGREN et al., 2007).

O manejo da DAP inclui: controle dos fatores de risco cardiovascular; medidas farmacológicas; treinamento físico; e em alguns casos, intervenção cirúrgica (HAAS et al., 2013). No entanto, o tratamento cirúrgico fica reservado aos casos em que não haja boa resposta ao tratamento clínico e reabilitação com exercício físico, nas lesões proximais ao nível do segmento aorto-ilíaco ou nos casos em que há isquemia crítica, quando há risco de amputação iminente do membro (ROOKE et al., 2013).

O tratamento conservador é mais vantajoso para o paciente por não ser invasivo, quase não ter efeitos adversos, atuar na prevenção de demais complicações e diminuir a progressão da doença aterosclerótica (KHAN et al., 2005). No entanto, os benefícios das drogas existentes para a melhora dos sintomas de claudicação são limitados. Muitas vezes, os medicamentos utilizados para a melhora sintomática envolve drogas diferentes das utilizadas para controle dos fatores de risco e com nível de evidência variado dando suporte ao seu uso, sem a mesma eficácia de outras intervenções como reabilitação e revascularização cirúrgica (MOMSEN et al., 2009; NORGREN et al., 2007).

Em contrapartida, os benefícios da prática regular de exercícios para esses pacientes já são bem evidenciados por ensaios clínicos e com excelentes resultados, principalmente quando realizados em regime supervisionado (AL-JUNDI et al., 2013; BERMINGHAM et al., 2013; DELANEY et al., 2014; MOCKFORD et al., 2014). O treinamento físico é capaz de melhorar a distância de caminhada livre de dor (CUCATO et al., 2013; GARDNER et al., 2005; JANUSZEK et al., 2014), a distância máxima de caminhada (COLLINS et al., 2012; CROWTHER et al., 2012; CUCATO et al., 2013; GARDNER et al., 2005; MOCKFORD et al., 2014; PARMENTER et al., 2011; TEW et al., 2009), a eficiência de caminhada (CROWTHER et al., 2012; MOCKFORD et al., 2014), a função endotelial (JANUSZEK et al., 2014), a circulação colateral (DUSCHA et al., 2011) e a qualidade de vida (GARDNER et al., 2005; SAXTON et al., 2011) de pacientes com DAP.

Entretanto, os pacientes com DAP costumam evitar a prática de atividade física devido ao sintoma claudicante que ela gera no membro acometido e com isso se tornam cada vez mais sedentários. Por sua vez, a inatividade física e a baixa tolerância ao esforço estão associadas a uma maior mortalidade, independente do estágio da doença e idade. Por isso, o treinamento com exercícios deve ser um dos principais focos do tratamento, objetivando a melhora da capacidade funcional destes pacientes (ASKEW et al., 2013; LEEPER et al., 2013).

O treinamento pode ser realizado de diferentes formas, com a utilização de modalidades e duração diferentes de exercício, com a caminhada sendo tradicionalmente a modalidade recomendada para esses pacientes (NORGREN et al.,

2007). No entanto, uma revisão sistemática recente demonstrou que outras modalidades de exercício apresentam benefícios similares, com a vantagem de não provocar o mesmo nível de sintoma claudicante (PARMENTER et al., 2011). Mais estudos se fazem necessários acerca das demandas metabólicas geradas por essas diferentes modalidades e seu impacto no indivíduo com DAP.

Conseqüentemente, os métodos para avaliação da tolerância ao esforço assumem grande importância na caracterização inicial e no seguimento clínico dos pacientes com DAP, sendo úteis como mensurações do efeito das intervenções terapêuticas. Usualmente esses testes de exercício são realizados em esteira ergométrica, em protocolos com carga constante ou incrementais (ASKEW et al., 2013; NICOLAÏ et al., 2009, 2010), mas outros métodos, como o teste de caminhada de 6 minutos (TC6) também são utilizados na prática clínica, com alguma controvérsia no meio científico se haveria maior utilidade de algum destes métodos em relação ao outro (HIATT; ROGERS; BRASS, 2014; MCDERMOTT et al., 2014). O *Incremental Shuttle Walk Test* (ISWT) também é demonstrado como uma ferramenta importante na avaliação de pacientes com DAP, refletindo melhor a condição clínica desses pacientes quando comparado com o TC6, com melhor correlação com o sintoma claudicante e distância percorrida (DIXIT et al., 2015).

Uma metanálise recente evidenciou que o uso de protocolos incrementais na esteira que avaliem como desfecho principal o tempo máximo tolerado de caminhada, também chamado de tempo absoluto de claudicação, é o teste que apresenta maior confiabilidade (NICOLAÏ et al., 2009). Os protocolos incrementais mais utilizados são o de Hiatt (HIATT et al., 1988) e o de Gardner (GARDNER et al., 1991). Ambos utilizam uma velocidade fixa de 3,2 km/h e inclinação inicial de 0%, mas enquanto o primeiro utiliza incrementos de 3,5% na inclinação a cada 3 minutos, o segundo é realizado com aumento de 2% a cada 2 minutos.

Poucos estudos compararam o uso de protocolos incrementais em esteira com outras modalidades de teste até o presente momento. Askew et al. (2002) observaram que pedalar e caminhar induzem um nível similar de estresse cardiovascular e metabólico, mas que os sintomas limitantes primários e a resposta hemodinâmica em alguns indivíduos poderia diferir substancialmente entre os dois tipos de exercício. Tuner et

al. (2008) demonstraram que o protocolo em cicloergômetro possui uma confiabilidade e reprodutibilidade semelhantes ao teste em esteira, mas que seria melhor tolerado pelos pacientes e geraria maior resposta de frequência cardíaca, produção de dióxido de carbono, ventilação minuto e razão de troca respiratória no pico do esforço. Os autores atribuíram essa diferença à hipótese de um melhor recrutamento dos músculos mais proximais e melhor perfusão muscular durante o exercício em cicloergômetro.

Estes dados sugerem que o cicloergômetro poderia ser uma modalidade de escolha em indivíduos com DAP, quando respostas sistêmicas mais intensas são desejadas. Sua utilização pode ser interessante tanto no treinamento dos pacientes ou na avaliação de comprometimento cardiopulmonar subjacente, já que a maior perfusão muscular e a conseqüente menor limitação periférica, acabaria por induzir a uma limitação hemodinâmica e ventilatória central e em cargas maiores (TUNER et al., 2008). Este pode ser um método útil, por exemplo, na investigação de doença arterial coronariana (DAC), enfermidade com prevalência alta nesta população, com uma estimativa de que dois em cada três pacientes com DAP sejam acometidos pela DAC (FURUHASHI et al., 2014; NESS; ARONOW; AHN, 2000) (FURUHASHI et al., 2014; NESS; ARONOW; AHN, 2000). Este é um dado extremamente relevante, pois existem fortes evidências de que ter DAP está associada a um pior prognóstico e maior mortalidade em pacientes com DAC (INGLIS et al., 2013; LEE et al., 2014; SAW et al., 2006).

Desta forma, mais estudos são necessários para compreender melhor as limitações periféricas dos pacientes com DAP frente a essas diferentes modalidades de exercício, utilizando métodos que permitam a avaliação direta das respostas ao exercício. A espectroscopia de luz próxima ao infravermelho ou *Near-infrared spectroscopy* (NIRS), por exemplo, é um método que é capaz de monitorar o determinante fisiopatológico chave da DAP, ou seja, a oferta de oxigênio para o tecido muscular periférico. Seja em repouso ou durante o pico do esforço, é relatada uma boa reprodutibilidade de medida, com coeficiente de correlação intraclasse de 0,91 e 0,90, respectivamente (VARDI; NINI, 2008).

Este método utiliza um ou mais feixes de luz de comprimento de onda entre 700 e 900 nm, com melhor penetração nos tecidos vivos que a luz visível, para estimar os valores de saturação tecidual de oxigênio e as variações na oxihemoglobina e deoxihemoglobina. É um método que pode ser aplicado com aparelhos portáteis, inclusive para avaliação durante exercício. Esse tipo de equipamento tem sido usado para identificar e avaliar o grau de isquemia em pacientes com doença arterial obstrutiva periférica, com relativa concordância com a avaliação clínica (HAMAOKA et al., 2011).

Pacientes com doença arterial obstrutiva periférica apresentam saturação tecidual de oxigênio em repouso similar à de indivíduos saudáveis, mas com maior variação durante o exercício, atingindo valores de pico significativamente inferiores em relação aos controles (COMEROTA et al., 2003; HAMAOKA et al., 2011). Mesmo indivíduos apenas com fatores de risco para DAP, sem diagnóstico da doença, parecem apresentar maiores quedas de saturação tecidual de oxigênio durante exercício em relação a indivíduos saudáveis e sem fatores de risco (MIRANDA et al., 2012). Essas alterações parecem ser mutáveis com o treinamento e passíveis de serem monitoradas com o NIRS, demonstrando o potencial de se utilizar este tipo de equipamento na avaliação de indivíduos com DAP (MANFREDINI et al., 2012).

Por conseguinte, compreender de forma mais aprofundada as demandas cardiopulmonares, periféricas e metabólicas das diferentes modalidades de exercício e os fatores relacionados à claudicação e intolerância ao esforço no paciente com DAP é de suma importância para identificar os melhores métodos de avaliação desses pacientes e definir mais objetivamente parâmetros de treinamento na reabilitação.

1.1. Objetivos

1.1.1. Geral

Este estudo tem como objetivo comparar a resposta cardiopulmonar, metabólica, sintomas claudicantes e o comportamento da deoxihemoglobina e saturação tecidual de oxigênio em panturrilha no teste incremental em esteira e cicloergômetro.

1.1.2. Específicos

- Identificar as variáveis ventilatórias e metabólicas associadas ao desempenho durante o teste incremental em esteira e cicloergômetro;
- Avaliar o comportamento dinâmico da deoxihemoglobina e saturação tecidual de oxigênio durante o teste incremental em esteira e cicloergômetro;
- Comparar o desempenho durante teste incremental em esteira e cicloergômetro de voluntários com obstrução proximal e distal;
- Identificar variáveis que possibilitem discriminar os indivíduos com obstrução proximal *versus* obstrução distal;

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1. Tipo de estudo:

Trata-se de um estudo observacional transversal, exploratório.

2.2. Amostra

Os voluntários foram selecionados por amostragem não probabilística, a partir da lista de pacientes encaminhados ao projeto de extensão Serviço de Apoio a Pessoas com DAP (SAP-DAP) do Departamento de Fisioterapia, da Universidade Federal de Minas Gerais.

2.2.1. Critérios de inclusão:

Foram incluídos sujeitos que apresentavam índice de massa corpórea (IMC) menor que 30 kg/m² e diagnóstico de DAP, confirmado por duplex scan e índice tornozelo-braço menor que 0,9 (ROOKE et al., 2011).

2.2.2. Critérios de exclusão:

- Angina instável ou história de infarto agudo miocárdio nos últimos 90 dias;
- Existência de quaisquer contraindicações à realização de teste de exercício cardiopulmonar máximo (ACSM, 2010; NEDER; NERY, 2002);
- Impossibilidade de realizar a manobra de oclusão por qualquer motivo;

2.3. Aspectos Éticos

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob o parecer CAAE – 36989914.3.0000.5149, disponível no ANEXO A. Os participantes do estudo foram informados e instruídos quanto aos procedimentos das coletas, sendo essas

realizadas somente após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no APÊNDICE A.

2.4. Local de realização

Os procedimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) do Departamento de Fisioterapia, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

2.5. Procedimentos e Coleta de Dados

O fluxograma abaixo (FIGURA 1) ilustra a ordem dos procedimentos realizados no estudo e a descrição deles pode ser lida nas seções seguintes.

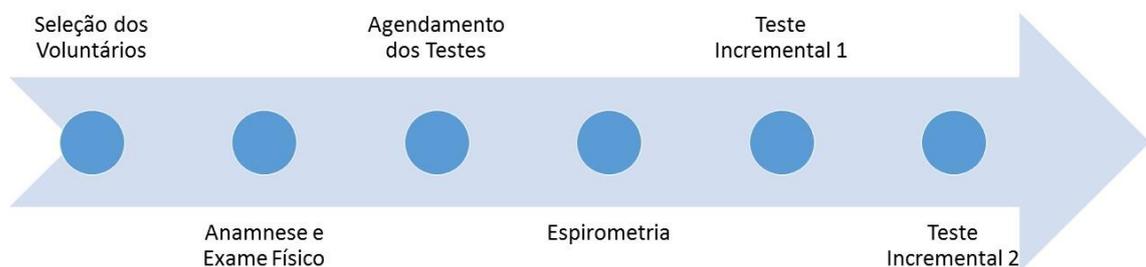


FIGURA 1 – Procedimentos realizados no estudo

2.5.1. Seleção dos voluntários

Após contato inicial, o voluntário foi informado dos testes necessários para a condução da pesquisa, com esclarecimento dos riscos inerentes à realização de um teste de esforço máximo. Foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) para que o voluntário assinasse, caso concordasse em participar do estudo. Foi esclarecido ao voluntário que em qualquer momento dos procedimentos

da pesquisa teria o direito de retirar o seu consentimento e desta maneira, não mais participar do estudo.

2.5.2. Anamnese e exame físico

No mesmo dia da seleção, os sujeitos que aceitaram participar do estudo foram submetidos a uma avaliação inicial composta de anamnese e exame físico. Com base no *duplex scan*, os voluntários foram categorizados em dois grupos: obstrução no segmento aortoilíaco (proximal) ou femoropoplíteo (distal). Após a anamnese foi realizada a mensuração do índice tornozelo-braço (ITB) com um esfigmomanômetro colocado de 10 a 12 cm acima do tornozelo e um Doppler portátil (DV 2001, MEDPEJ, Brasil), a fim de que fossem aferidas as pressões sistólicas da artéria tibial posterior e dorsal do pé de cada perna. Após o voluntário ter permanecido em decúbito dorsal por 10 minutos, as pressões sistólicas da artéria braquial de cada braço e das artérias tibial posterior e dorsal do pé de cada perna foram aferidas. Para cálculo do ITB, dividiu-se a maior pressão sistólica de cada perna (tibial posterior ou dorsal do pé) pela maior pressão da artéria braquial (braço direito ou esquerdo) (ABOYANS et al., 2012).

2.5.3. Agendamento dos testes

A espirometria foi agendada preferencialmente para um momento anterior à realização do primeiro teste incremental, respeitando um limite para realização de no mínimo 30 minutos antes do início dos procedimentos. Para os sujeitos que não conseguiram realizar manobra com parâmetros aceitáveis na primeira visita, uma nova data foi agendada antes do segundo teste incremental.

Os testes incrementais em esteira e cicloergômetro, foram agendados para realização em ordem aleatória, definidos por sorteio, em bloco. Os mesmos foram realizados em dias distintos, separados por no mínimo 48 horas e no máximo 30 dias (ASKEW et al., 2002).

Os sujeitos foram orientados a realizar refeição leve cerca de 2 horas antes do horário marcado para os testes e evitar cafeína, cigarro, álcool e exercícios físicos no dia do teste (NEDER; NERY, 2002; WEISMAN et al., 2003). Além disso, foram orientados a manter a medicação usual e a utilizar roupas leves e confortáveis, adequadas para a realização de exercícios, utilizando meias e tênis, quando possível.

2.5.4. Espirometria

Todos os voluntários do presente estudo foram submetidos a uma prova de função pulmonar para caracterização da amostra, utilizando-se o espirômetro Pony (*Pony FX®*, Cosmed, Roma, Itália). Foram adotados os critérios de aceitação e reprodutibilidade, assim como a gradação de qualidade, de acordo com as normas recomendadas pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (PEREIRA, 2002).

Os dados espirométricos foram derivados da manobra de capacidade vital forçada e interpretados de acordo com valores preditos para a população brasileira (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007). Foram utilizadas para caracterização as seguintes variáveis: capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), a razão entre o VEF_1 e a CVF (VEF_1/CVF), o pico de fluxo expiratório (PFE) e o fluxo expiratório forçado de 25 a 75% da manobra de CVF ($FEF_{25-75\%}$).

2.5.5. NIRS

Foram aferidas a saturação tecidual de oxigênio ($SatO_2$) e concentração relativa de deoxihemoglobina (HHb) através de um sistema portátil sem fio de NIRS (*Portamon*, *Artinis*, Holanda), fixado no ventre muscular da panturrilha do membro relatado pelo voluntário como o mais acometido pela DAP. A medida foi realizada durante todo o protocolo de exame. No dia da realização de cada teste, o protocolo de exercício e os procedimentos foram cuidadosamente explicados ao sujeito.

A monitoração da $SatO_2$ e da HHb pelo NIRS foi realizada de maneira contínua, antes, durante e após oclusão arterial do membro estudado, durante cinco minutos, realizada por manguito na coxa insuflado a 250 mmHg. Foram mensurados os valores dessas

variáveis após um minuto de repouso, o valor mínimo de SatO_2 e máximo de HHb atingido após cinco minutos de oclusão arterial e o valor máximo de SatO_2 e mínimo de HHb durante o pico de hiperemia, 30 a 60 segundos após o manguito ser desinsuflado (HAMAOKA et al., 2011). Caso o voluntário não tolerasse o desconforto, o examinador poderia interromper o procedimento.

Após a manobra de oclusão, o sujeito permanecia monitorado pelo NIRS anteriormente ao protocolo de exercício por um período de 10 minutos em repouso sentado e durante todo o protocolo de exercício do teste cardiopulmonar incremental, incluindo o período de recuperação. A figura (FIGURA 2) abaixo exemplifica a medida da SatO_2 e HHb realizada durante um dia de protocolo de teste com o indivíduo. Os dados obtidos foram expressos em média móvel de 10 segundos e para obtenção dos valores de SatO_2 e HHb no repouso e no pico do esforço foram utilizados os 10 segundos finais das respectivas etapas.

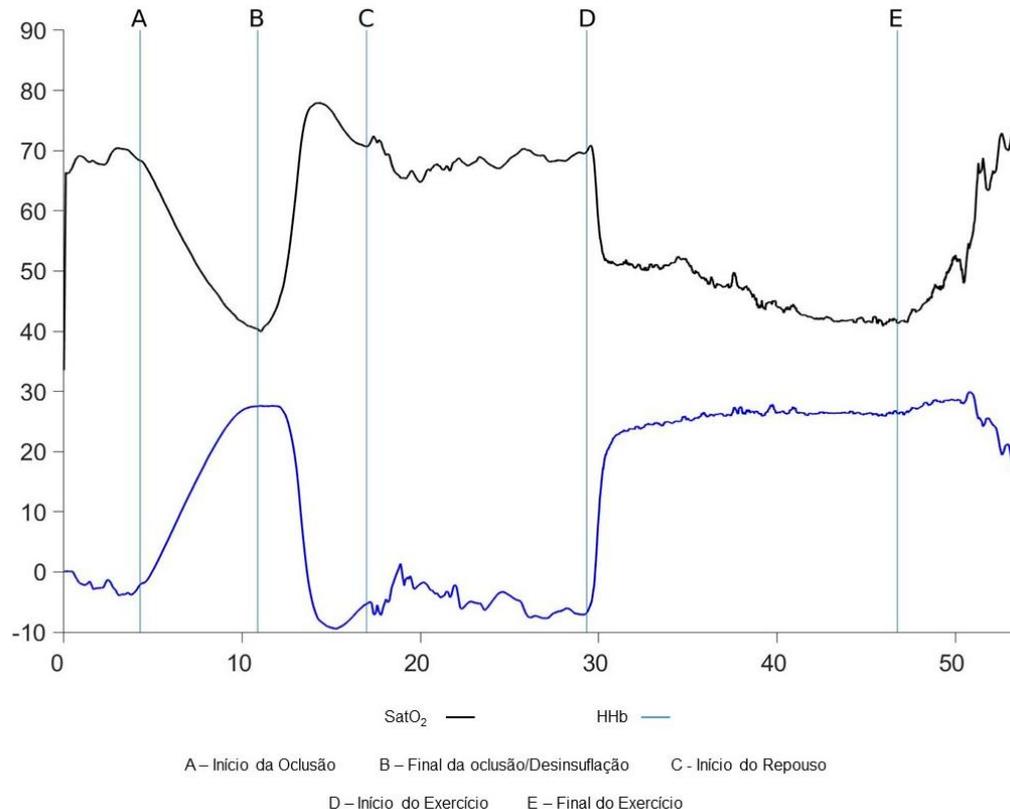


FIGURA 2 – Medida de SatO_2 (%) e HHb ($\mu\text{mol/L}$) pelo NIRS de um voluntário

2.5.6. Teste cardiopulmonar incremental com medidas de lactato sanguíneo

Os sujeitos realizaram dois tipos de teste de exercício incremental, em ordem aleatória, sendo um em esteira e um em cicloergômetro. O teste incremental em esteira foi realizado em esteira ergométrica motorizada com interface computadorizada (ATL, Inbrasport, Brasil), iniciando com 3,2 km/h e 0% de inclinação por cinco minutos, seguido por estágios com velocidade fixa de 3,2 km/h e incremento de 3,5% na inclinação a cada três minutos (ASKEW et al., 2002; HIATT et al., 1988; REGENSTEINER et al., 1993). O teste se encerrava quando o voluntário não era capaz manter o ritmo de caminhada pré-determinado ou apresentasse qualquer um dos critérios definidos pelo *American College of Sports Medicine* para interrupção do teste de esforço (ACSM, 2010). Após a interrupção, foi realizado um período de recuperação ativa de 3 minutos a 3,2 km/h e 0% de inclinação, seguido de 3 minutos de recuperação passiva (ASKEW et al., 2002; HIATT et al., 1988; REGENSTEINER et al., 1993).

Para realização do teste incremental em cicloergômetro foi realizado um protocolo em um cicloergômetro controlado eletronicamente por computador (*Corival, Lode*, Holanda), mantendo uma cadência de 60 rotações por minuto, até o limite tolerado pelo voluntário. Inicialmente o sujeito pedalou a 20 W por cinco minutos e após esse tempo um incremento de 20 watts (W) a cada três minutos foi utilizado, até a fadiga (ASKEW et al., 2002). O teste foi interrompido quando o indivíduo não mais conseguia manter a cadência mínima de 60 rotações por minuto ou se apresentasse qualquer um dos critérios definidos pelo *American College of Sports Medicine* para interrupção do teste de esforço (ACSM, 2010). Após o término, o sujeito era orientado a pedalar sem carga por 3 minutos, seguido de recuperação passiva por mais 3 minutos.

Durante ambos os testes, os voluntários foram submetidos à monitorização eletrocardiográfica, análise de gases expirados, concentração do lactato sanguíneo e avaliação da saturação tecidual de oxigênio e da concentração relativa de deoxihemoglobina na panturrilha. Foram ainda utilizadas medidas repetidas de pressão arterial, oximetria de pulso, percepção subjetiva do esforço e medidas de tempo para eventos pré-definidos.

A monitorização eletrocardiográfica foi feita utilizando-se um eletrocardiógrafo digital de 12 derivações integrado a um sistema computadorizado de análise (*Cardioperfect Systems, Welch Allyn, EUA*). Através deste sistema foram obtidos os valores de frequência cardíaca (FC) em repouso e durante todo o teste de esforço.

A pressão arterial foi aferida pelo método auscultatório, com esfigmomanômetro de braço, em repouso, durante o minuto final de cada estágio de cada teste de exercício, imediatamente após o término do exercício e logo após o primeiro, terceiro e quinto minuto da recuperação. A oximetria de pulso foi registrada concomitantemente à aferição da pressão arterial. Para avaliação da percepção subjetiva de esforço foi utilizada a Escala de Borg modificada de 0 a 10 (BORG, 1982). O voluntário foi orientado previamente a sinalizar o momento de início da dor claudicante, utilizando uma das mãos.

A análise de gases expirados foi realizada utilizando-se um sistema de medida respiração-a-respiração (*CPX Ultima, Medgraphics, EUA*), sendo avaliado o consumo de oxigênio (VO_2), a taxa de troca gasosa (R) e a ventilação minuto (VE). Os valores foram obtidos continuamente por um período de 5 minutos em repouso, durante o esforço e na recuperação. Antes do início do protocolo incremental, o analisador de gases foi devidamente calibrado conforme especificações do fabricante. A temperatura no local do teste foi mantida sob refrigeração entre 22 e 24 graus Celsius. O consumo de oxigênio de pico (VO_2 pico), ventilação minuto no pico do esforço (VE pico) e taxa de troca gasosa no pico do esforço (R pico) foram determinados pelos 10 segundos com maior média, obtidos dos últimos 30 segundos registrados na fase de esforço (ARENA et al., 2005).

A concentração de lactato sanguíneo foi determinada através da coleta de sangue capilar (50 μ L) da ponta do dedo, sendo mensurados 25 μ L em duplicata, de cada amostra, por método enzimático em analisador de lactato (YSI 1500 Sport, Yellow Spring Instruments, EUA) e considerado o valor médio entre as duas análises. As amostras foram coletadas em repouso e nos 10 segundos finais de cada estágio em cada teste de exercício, imediatamente após o término do exercício e no terceiro e quinto minuto da recuperação (BERTUZZI et al., 2013).

O cálculo da contribuição dos sistemas energéticos ao final de cada estágio do teste foi determinado conforme descrito previamente por Bertuzzi e colaboradores (BERTUZZI et al., 2007). De maneira geral, a contribuição do sistema aeróbio foi estimada através do método trapezoidal, subtraindo-se o consumo de oxigênio em repouso da área sob a curva integrada ao longo do tempo para cada estágio e utilizando um equivalente calórico de 20,9 kJ por litro O₂. (BERTUZZI et al., 2007). Para estimar a contribuição do sistema anaeróbio glicolítico, cada aumento de 1 mmol.L⁻¹ no nível sérico de lactato acima dos níveis de repouso (Δ Lactato) foi considerado equivalente energeticamente a 3 mL.kg⁻¹ O₂. Como o sistema dos fosfatos de alta energia (anaeróbio alático) é predominantemente utilizado apenas durante atividades de alta intensidade com duração em torno de 10 a 30 segundos, este não foi considerado para cálculo da contribuição energética. (ARTIOLI et al., 2012; GASTIN, 2001). A figura 3 ilustra o método trapezoidal, utilizado para o cálculo da contribuição energética do sistema aeróbico.

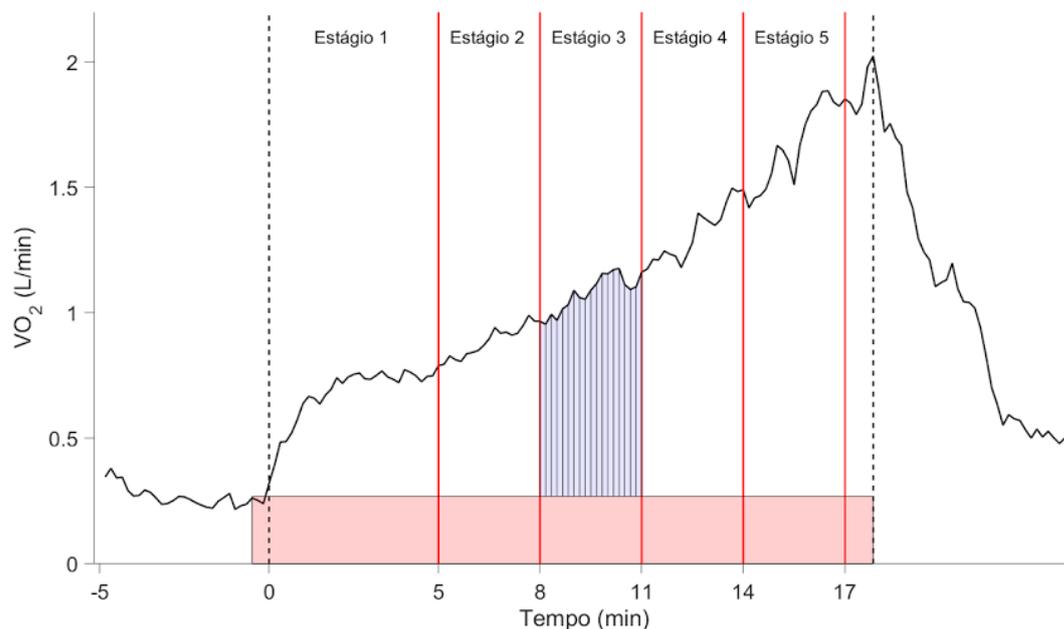


FIGURA 3 - Método trapezoidal para cálculo da área sob a curva do estágio 3 e estimativa de contribuição energética aeróbica durante este estágio.

2.6. Variáveis estudadas

- Consumo de oxigênio medido no pico do esforço (VO_2 pico, $mL.kg^{-1}.min^{-1}$);
- Razão de troca respiratória no pico do esforço (R pico);
- Ventilação minuto no pico do esforço (VE pico, L/min);
- Frequência cardíaca no pico do esforço (FC pico, bpm);
- Duplo produto no pico do esforço (DP pico, bpm.mmHg);
- Variação da concentração sérica de lactato (Δ Lactato, mmol/L);
- Duração do Teste (DT, s);
- Tempo até o Início da Dor (TID, s);
- Relação entre o Tempo de Início da Dor e a Duração do Teste (TID/DT, %);
- Concentração relativa de deoxihemoglobina em repouso (HHb rep, μ mol/L);
- Concentração relativa de deoxihemoglobina no pico do esforço (HHb pico, μ mol/L);
- Variação da concentração de deoxihemoglobina (Δ HHb, μ mol/L)
- Saturação tecidual de oxigênio em repouso (SatO₂ rep, μ mol/L);
- Saturação tecidual de oxigênio no pico do esforço (SatO₂ pico, μ mol/L);
- Variação da Saturação tecidual de oxigênio (Δ SatO₂, μ mol/L)

2.7. Procedimentos estatísticos

2.7.1. Cálculo amostral

Para definição do tamanho amostral, foram utilizados dados de um piloto de 10 sujeitos. As variáveis VO_2 pico, VE pico, FC pico, DP pico, Δ Lactato, DT, TID/DT, Δ HHb e Δ SatO₂ foram utilizadas para o cálculo. A partir de uma ANOVA mista para comparar essas variáveis entre os dois testes incrementais considerando o nível de obstrução, foram obtidos os tamanhos de efeito e definido o N necessário para a análise de cada variável com um poder de 80% e alfa de 5%. Para as variáveis VO_2 pico, VE pico, FC pico, DP pico seria necessário um tamanho amostral de 1096 sujeitos. Para as variáveis Δ Lactato, DT, TID/DT, Δ HHb e Δ SatO₂ um N de 12 seria exigido para a análise. As variáveis cardiopulmonares foram detalhadamente analisadas e foi identificado um padrão: os sujeitos obtiveram praticamente a mesma média de VO_2 pico nos dois testes. Considerando essa observação e a inviabilidade

de um N de 1096 indivíduos, foi considerado o cálculo de 12 sujeitos. Prevendo as possíveis perdas foi acrescido 50% ao número inicial e coletados testes de 18 sujeitos.

2.7.2 Análise dos dados

Os dados foram convertidos para uma planilha e para o *Statistical Package for Social Sciences*® (SPSS, Chicago, IL, USA) versão 15.0 para análise estatística. As variáveis contínuas foram apresentadas como média \pm desvio-padrão (DP). As variáveis categóricas foram expressas em frequência absoluta e relativa.

Para avaliar a distribuição dos dados foi realizado o teste de Shapiro-Wilk. Foi utilizada ANOVA mista para comparar as variáveis VO₂ pico, VE pico, R pico, FC pico, DP pico, Δ Lactato, DT, TID, TID/DT, HHb rep, HHb pico, Δ HHb, SatO₂ rep, SatO₂ pico e Δ SatO₂ utilizando o tipo de teste incremental como parcela e nível de obstrução como subparcela. Para a análise post-hoc foi utilizado o teste LSD.

Devido ao fato da duração dos testes ter sido bem variada, uma análise visual com normalização dos dados considerando a duração individualizada de 0 a 100% foi utilizada para avaliar a contribuição relativa dos sistemas energéticos e o comportamento das variáveis obtidas pelo NIRS, com auxílio do software *MATLAB* (*Matrix Laboratory, MathWorks, USA*). O sinal original foi suavizado por um filtro de média movel de 10 segundos. Para a normalizar a duração do exercício entre 0 e 100, o sinal filtrado foi interpolado com splines cúbicas e expresso em um gráfico com a média e o desvio padrão das medidas (DE BOOR, 2001).

Para avaliar a capacidade do VO₂ pico e da HHb pico em discriminar o nível de obstrução (proximal *versus* distal) foi realizada a análise discriminante. Considerando que não houve diferença no VO₂ pico obtido na esteira e no cicloergômetro, foi realizado o agrupamento dessa variável para proceder a análise discriminante.

Para avaliar as associações entre as variáveis VO₂ pico, DT, TID e TID/DT com o Δ Lactato foi realizado o coeficiente de correlação de Pearson. Para todas as análises foi considerado para significância estatística um alfa de 5%.

3. RESULTADOS

A amostra inicial foi composta por 18 voluntários, dos quais dois foram excluídos por não tolerarem a manobra de oclusão. Dessa forma, a amostra final foi composta por 16 indivíduos. Destes, dois indivíduos não realizaram um dos testes incrementais dentro do período estabelecido e foram excluídos das análises de comparação entre testes, para as quais foram avaliados 14 voluntários. Apenas 11 indivíduos conseguiram realizar espirometria que atenderam aos critérios de aceitação e reprodutibilidade. A Tabela 1 mostra as características da amostra analisada.

TABELA 1
Caracterização dos participantes do estudo

Características	n	Valor
Idade (anos)	16	64,8 ± 8,5
Sexo (n)	16	
Masculino		14
Feminino		2
ITB membro D	16	0,61 ± 0,15
ITB membro E	16	0,65 ± 0,22
IMC (kg/m ²)	16	25,52 ± 3,34
VO ₂ pico (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	16	18,8 ± 5,4
VO ₂ pico (% do previsto)	16	83,9 ± 30,4
Medicações (n)		
Beta-bloqueadores	16	5
Cilostazol	16	4
Nitrato	16	1
Diabetes Mellitus (n)	16	6
CVF (% do previsto)	11	82,4 ± 8,3
VEF ₁ (% do previsto)	11	79,3 ± 12,8
VEF ₁ / CVF (% do previsto)	11	94,4 ± 6,9

Dados apresentados como média e desvio-padrão ou frequência absoluta. ITB: Índice tornozelo-braço; IMC: Índice de massa corpórea; VO₂ pico: Consumo de oxigênio de pico; CVF: Capacidade vital forçada; VEF₁: Volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁ / CVF: Relação entre o Volume expiratório forçado no primeiro segundo e a Capacidade vital forçada.

A tabela 2 apresenta as comparações das variáveis cardiopulmonares e metabólicas, entre o teste em esteira e cicloergômetro, considerando ainda a classificação do nível de obstrução apresentado pelos sujeitos como fonte de variação. Houve diferença nas variáveis R pico e Δ Lactato quando comparados os testes em esteira *versus* cicloergômetro. Nas comparações entre os sujeitos com obstrução proximal e distal, houve diferença nas variáveis VO₂ pico, VE pico, Δ Lactato. Não foi encontrado efeito interação significativo entre os fatores analisados em nenhuma das análises.

TABELA 2

Comparação da resposta cardiopulmonar e metabólica entre o teste incremental em esteira e cicloergômetro (n=14), considerando o nível de obstrução arterial dos voluntários (n=9 proximal; n=5 distal)

	Obstrução	Esteira	Cicloergômetro	F (p) Teste	F (p) Obstrução
VO ₂ pico (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Proximal	15,2 ± 3,5	14,4 ± 2,8	1,614 (0,228)	9,511 (0,009)
	Distal	21,0 ± 3,3 [†]	19,4 ± 5,1 [†]		
	Total	17,3 ± 4,4	16,2 ± 4,4		
VCO ₂ pico (ml.min ⁻¹)	Proximal	1010 ± 247	1092 ± 304	0,01 (0,923)	0,916 (0,357)
	Distal	1694 ± 430	1593 ± 425		
	Total	1254 ± 458	1271 ± 418		
R pico	Proximal	1,02 ± 0,12	1,15 ± 0,10	9,296 (0,010)	0,331 (0,576)
	Distal	1,10 ± 0,10	1,13 ± 0,05		
	Total	1,05 ± 0,11	1,15 ± 0,08*		
VE pico (L/min)	Proximal	42,4 ± 9,7	47,2 ± 11,8	0,416 (0,531)	6,102 (0,029)
	Distal	56,6 ± 13,5 [†]	56,5 ± 6,4 [†]		
	Total	47,5 ± 12,8	50,5 ± 10,9		
FC pico (bpm)	Proximal	119 ± 21	125 ± 24	0,482 (0,501)	0,429 (0,525)
	Distal	129 ± 29	130 ± 15		
	Total	122 ± 23	126 ± 20		
DP pico (bpm.mmHg)	Proximal	17909 ± 4040	17368 ± 4660	0,275 (0,610)	2,772 (0,122)
	Distal	20248 ± 4446	20600 ± 2022		
	Total	18744 ± 4181	17879 ± 4365		
Δ Lactato (mmol/L)	Proximal	1,7 ± 1,3	3,0 ± 1,0	9,381 (0,010)	11,435 (0,005)
	Distal	2,8 ± 1,6 [†]	5,5 ± 2,4 [†]		
	Total	2,1 ± 1,5	3,9 ± 2,0*		

* p<0,05 versus teste em esteira; † = p<0,05 versus obstrução proximal. VO₂ pico: Consumo de oxigênio medido no pico do esforço; VCO₂ pico: Produção de dióxido de carbono no pico do esforço; R pico: Razão de troca respiratória no pico do esforço; VE pico: Ventilação minuto no pico do esforço; FC pico: Frequência cardíaca no pico do esforço; DP pico: Duplo produto no pico do esforço; Δ Lactato: Variação da concentração sérica de lactato.

A análise visual da contribuição dos sistemas energéticos aeróbio e anaeróbio láctico é evidenciada pelos gráficos exibidos na figura 4.

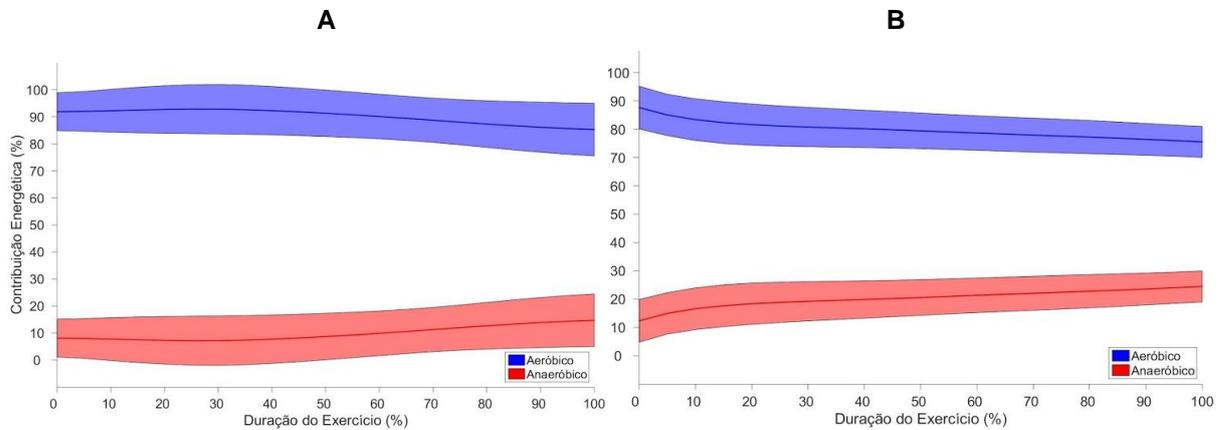


FIGURA 4 - Contribuição dos Sistemas Energéticos (média e desvio-padrão) nos testes incrementais em esteira (A) e cicloergômetro (B)

A tabela 3 apresenta as comparações dos sintomas de claudicação entre o teste em esteira e cicloergômetro, considerando o nível de obstrução. Houve diferença em DT e TID/DT quando comparado esteira *versus* cicloergômetro. Nas comparações entre os sujeitos com obstrução proximal e distal, houve diferença nas variáveis DT e TID. Não foi encontrado efeito interação significativo entre os fatores analisados.

TABELA 3

Comparação dos sintomas de claudicação entre o teste incremental em esteira e cicloergômetro (n=14), considerando o nível de obstrução arterial dos voluntários (n=9 proximal; n=5 distal)

	Obstrução	Esteira	Cicloergômetro	F (p)	F (p)
DT (s)	Proximal	697 ± 297	524 ± 154	8,815 (0,012)	12,504 (0,004)
	Distal	1075 ± 175 [†]	858 ± 155 [†]		
	Total	832 ± 315	643 ± 223 [*]		
TID (s)	Proximal	285 ± 189	295 ± 149	2,476 (0,142)	7,587 (0,017)
	Distal	459 ± 163 [†]	605 ± 232 [†]		
	Total	347 ± 194	406 ± 232		
TID/DT (%)	Proximal	42,3 ± 19,9	54,6 ± 18,8	12,005 (0,005)	0,780 (0,395)
	Distal	43,6 ± 15,8	68,6 ± 15,9		
	Total	42,8 ± 17,9	59,6 ± 18,6 [*]		

* p<0,05 *versus* teste em esteira; † = p<0,05 *versus* obstrução proximal. DT: Duração do Teste; TID: Tempo até o Início da Dor; TID/DT: Relação entre o Tempo de Início da Dor e a Duração do Teste.

A tabela 4 mostra o resultado da comparação das variáveis do NIRS, entre o teste em esteira e cicloergômetro, considerando ainda a classificação do nível de obstrução apresentado pelos sujeitos como fonte de variação. Houve diferença nas variáveis HHb pico, Δ HHb, SatO₂ pico e Δ SatO₂ quando comparados os testes em esteira *versus* cicloergômetro. Nas comparações entre os sujeitos com obstrução proximal e distal não houve diferença estatisticamente significativa.

TABELA 4

Comparação da resposta das variáveis medidas por NIRS entre o teste incremental em esteira e cicloergômetro (n=14), considerando o nível de obstrução arterial dos voluntários (n=9 proximal; n=5 distal)

	Obstrução	Esteira	Cicloergômetro	F (p)	F (p)
HHb rep (μ mol/L)	Proximal	3,1 \pm 5,4	3,8 \pm 6,4	1,135	2,009
	Distal	2,1 \pm 2,4	-3,3 \pm 10,4	(0,308)	(0,182)
	Total	2,8 \pm 4,5	1,3 \pm 8,4		
HHb pico (μ mol/L)	Proximal	20,4 \pm 10,5	11,9 \pm 6,3	17,281	0,636
	Distal	20,1 \pm 5,8	6,9 \pm 4,8	(0,001)	(0,441)
	Total	20,3 \pm 8,9	10,1 \pm 6,1*		
Δ HHb (μ mol/L)	Proximal	17,3 \pm 10,7	8,1 \pm 4,2	8,989	0,142
	Distal	17,9 \pm 7,9	10,2 \pm 8,2	(0,011)	(0,713)
	Total	17,5 \pm 9,5	8,9 \pm 5,7*		
SatO ₂ rep (%)	Proximal	65,4 \pm 5,8	68,7 \pm 6,2	3,399	1,206
	Distal	69,0 \pm 2,9	70,8 \pm 3,0	(0,221)	(0,294)
	Total	66,8 \pm 5,1	69,4 \pm 5,2		
SatO ₂ pico (%)	Proximal	46,5 \pm 4,9	57,8 \pm 5,8	36,639	0,505
	Distal	49,1 \pm 8,5	59,9 \pm 9,2	(<0,001)	(0,491)
	Total	47,4 \pm 6,2	58,5 \pm 6,9*		
Δ SatO ₂ (%)	Proximal	-19,0 \pm 5,9	-10,9 \pm 5,7	17,043	0,023
	Distal	-20,0 \pm 7,6	-10,9 \pm 8,7	(0,001)	(0,882)
	Total	-19,3 \pm 6,3	-10,9 \pm 6,6*		

* p<0,05 *versus* teste em esteira; † = p<0,05 *versus* obstrução proximal. HHb rep: Concentração relativa de deoxihemoglobina em repouso; HHb pico: Concentração relativa de deoxihemoglobina no pico do esforço; Δ HHb: Variação da concentração de deoxihemoglobina; SatO₂ rep: Saturação tecidual de oxigênio em repouso; SatO₂ pico: Saturação tecidual de oxigênio no pico do esforço; Δ SatO₂: Variação da Saturação tecidual de oxigênio.

Na análise discriminante o VO_2 pico foi capaz de discriminar o nível de obstrução proximal *versus* distal (Wilks's $\Lambda = 0,611$; $\chi^2_{(gl=2)} = 13,546$, $p < 0,0001$), sendo este modelo capaz de explicar 38,9% da variação total entre os grupos (função de correlação canônica de 0,624). Além disso, foram classificados corretamente 89,5% dos voluntários com obstrução proximal e 63,6% dos voluntários com obstrução distal, estabelecendo-se um ponto de corte para o VO_2 de 17,72 mL/kg.min entre os dois grupos, através do modelo encontrado ($fd(x) = -0,407(\text{VO}_2\text{pico})$; $c = 7,356$).

Quando se adicionou a variável HHb pico na análise em conjunto com o VO_2 pico (Wilks's $\Lambda = 0,539$; $\chi^2_{(gl=2)} = 16,668$; $p < 0,0001$), foi obtida uma melhora da capacidade discriminativa da obstrução distal para 81,8%, através do modelo $fd(x) = -0,540(\text{VO}_2\text{pico}) + 0,110(\text{HHb pico})$; $c = 8,057$.

As figuras 5 e 6 mostram o comportamento das variáveis do NIRS (deoxihemoglobina e saturação tecidual de oxigênio, respectivamente) ao longo do teste incremental em esteira e cicloergômetro, quando a duração é normalizada entre os indivíduos, variando de 0 a 100% do tempo de duração do teste.

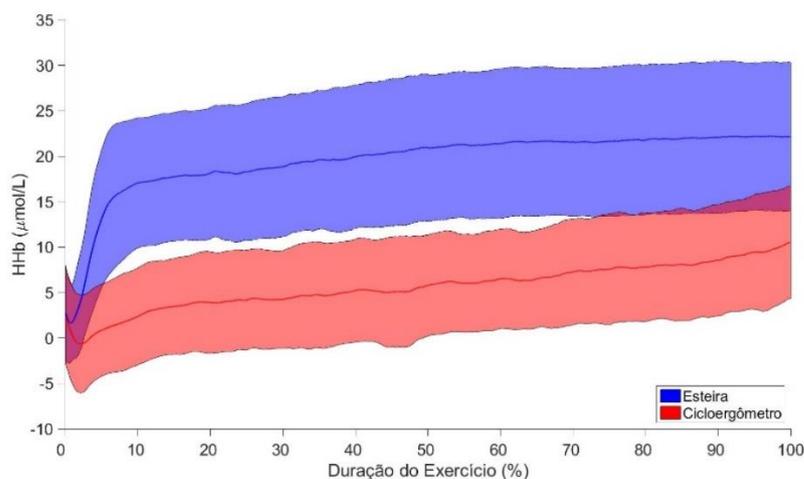


FIGURA 5 – Comportamento da deoxihemoglobina (média e desvio-padrão) durante teste incremental em esteira e cicloergômetro.

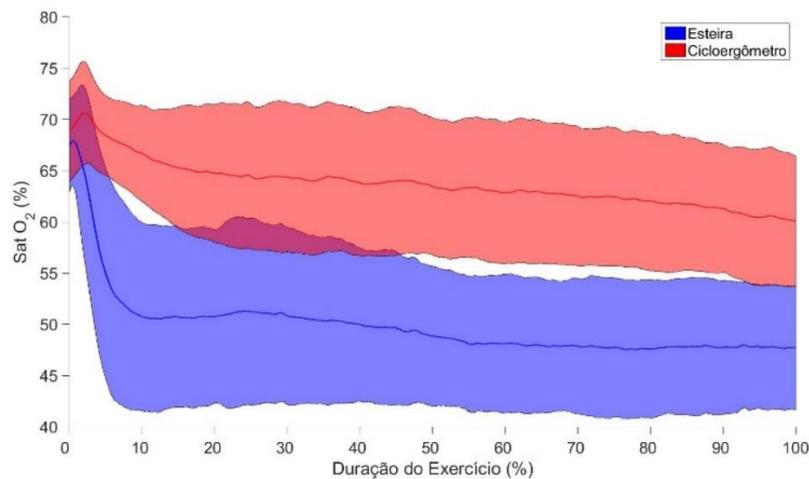


FIGURA 6 – Comportamento da SatO₂ (média e desvio-padrão) durante teste incremental em esteira e cicloergômetro.

A tabela 6 mostra as correlações entre a variação de lactato (Δ Lactato) e as variáveis de desempenho observadas nos testes.

TABELA 5

Correlação de Pearson (r) entre a variação de lactato durante o exercício e variáveis de desempenho nos testes incrementais em esteira (n=15) e cicloergômetro (n=15).

	Δ Lactato Esteira r (Valor-p)	Δ Lactato Cicloergômetro r (Valor-p)
VO ₂ pico	0,238 (0,393)	0,869* (<0,001)
DT	0,211 (0,451)	0,871* (<0,001)
TID	-0,124 (0,659)	0,936* (<0,001)
TID/DT	-0,238 (0,392)	0,702* (0,004)

Δ Lactato: Variação da concentração sérica de lactato; VO₂ pico: Consumo de oxigênio medido no pico do esforço; DT: Duração do Teste; TID: Tempo até o Início da Dor; TID/DT: Relação percentual entre o Tempo de Início da Dor e a Duração do Teste. * = p<0,05.

4. DISCUSSÃO

Um dos principais achados do presente estudo foi demonstrar que o exercício em cicloergômetro é capaz de produzir uma resposta cardiopulmonar máxima similar ao teste em esteira, apesar de diferenças na resposta metabólica, parâmetros observados pelo NIRS e sintomas de claudicação. De maneira similar ao encontrado em estudos anteriores que compararam o desempenho de sujeitos com DAP na esteira e cicloergômetro, não foi encontrada diferença significativa no VO_2 pico entre as duas modalidades de teste (ASKEW et al., 2002; TUNER et al., 2008).

Tuner e colaboradores estudaram a hipótese de que o teste incremental em cicloergômetro seria capaz de causar um estresse metabólico e cardiovascular em nível similar ao provocado durante um teste incremental em esteira. Para isso, compararam a reprodutibilidade da tolerância de exercício e as respostas cardiopulmonares máximas de ambas as modalidades de teste em 10 sujeitos com DAP e nível de acometimento predominantemente na artéria femoral superficial. A média de idade dos indivíduos foi de 52 ± 6 anos e peso corporal de $74,6 \pm 13,2$ kg (TUNER et al., 2008).

No estudo supracitado, após familiarização, cada sujeito realizou dois testes em cada modalidade de exercício em ordem randomizada e separados por pelo menos seis dias. Para o teste em cicloergômetro, foi utilizado um protocolo com aquecimento de três minutos sem carga, seguidos por um aumento de 10W por minuto até a exaustão. Já no teste em esteira, utilizaram aquecimento de dois minutos a 2 km/h sem inclinação, seguidos de estágios com uma velocidade fixa de 3,2 km/h e aumentos de inclinação de 0,5% a cada 30 segundos até a exaustão. Neste estudo, encontraram diferenças entre o VCO_2 pico, VE pico, FC pico e R pico quando comparadas as duas modalidades (TUNER et al., 2008).

Askew e colaboradores, por sua vez, compararam o desempenho em esteira e

cicloergômetro de 16 indivíduos com média de idade de 63 ± 10 anos, 76 ± 13 kg e IMC de $25,9 \pm 4,3$. Após um período de familiarização, foram utilizados os mesmos protocolos do presente estudo para ambos os testes, os quais já foram descritos previamente neste trabalho. Eles demonstraram que pedalar e caminhar induzem a um nível de estresse metabólico e cardiovascular semelhante, mas com diferenças no sintoma limitante e na resposta hemodinâmica pós-exercício (ASKEW et al., 2002). De maneira similar ao reportado por estes pesquisadores, em nosso estudo não foi encontrada diferença no VO_2 pico, VE pico, FC pico e DP pico, mas houve diferença significativa na R pico (ASKEW et al., 2002).

A resposta da R pico, distinta entre os testes, pode ser explicada por possíveis diferenças na seleção do substrato e vias de fornecimento de energia. Sabe-se que a R durante o exercício físico será maior quanto maior for a utilização de carboidratos como fonte de energia (NEDER; NERY, 2002). No presente estudo, houve uma resposta de Δ Lactato maior no cicloergômetro, o que refletiria uma maior utilização da via anaeróbica láctica para fornecimento de energia no pico do esforço (ARTIOLI et al., 2012; BERTUZZI et al., 2013), via esta que é dependente exclusivamente da quebra de glicose (POWERS; HOWLEY, 2004).

A análise gráfica da contribuição energética percentual das vias aeróbia e anaeróbia láctica, considerando a duração relativa do esforço, mostra o quanto esta diferença na utilização da via anaeróbica representa em termos do total da demanda energética para cada intensidade de esforço. Observa-se que há uma maior contribuição da via glicolítica no teste em cicloergômetro quando comparado ao teste em esteira, não somente no pico do esforço, mas durante toda a duração dos dois protocolos de exercício. A associação significativa encontrada da Δ Lactato com os parâmetros VO_2 pico, DT, TID e TID/DT apenas no teste em cicloergômetro também reforça a importância que esta via de obtenção de energia possui para o desempenho do exercício nessa modalidade.

Em um estudo com 14 indivíduos saudáveis e fisicamente ativos, Scott e colaboradores demonstraram que a Δ Lactato e o gasto energético pela via anaeróbia láctica foi significativamente maior pedalando do que correndo (SCOTT et al., 2006). Além disso, esses autores reportaram que apesar da diferença entre a contribuição das vias energéticas, não houve diferença no gasto energético total para desempenhar um protocolo de exercício de um minuto pedalando a 250 watts ou em carga similar estimada na esteira de acordo com o trabalho vertical e peso dos indivíduos (SCOTT et al., 2006).

Bertuzzi e colaboradores, em um estudo com 10 corredores recreacionais e saudáveis, avaliaram a contribuição dos sistemas energéticos durante protocolo de exercício incremental em esteira, encontrando uma contribuição percentual de 86 a 95% da via aeróbia e 5 a 14% da via glicolítica, com a contribuição dos sistemas energéticos demonstrando uma transição lenta e progressiva conforme aumento da intensidade de exercício (BERTUZZI et al., 2013).

Os achados do presente estudo são compatíveis aos encontrados por estes autores, principalmente quando consideramos os dados obtidos em esteira e a análise gráfica da contribuição energética, não parecendo haver diferença visual entre os percentuais encontrados para indivíduos saudáveis e indivíduos com DAP. De acordo com nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que avaliou a contribuição dos sistemas energéticos durante teste incremental em indivíduos com DAP. Os resultados encontrados são relevantes para compreender melhor as demandas metabólicas e energéticas durante o teste incremental e suscitar a hipótese de que pode existir diferença nas alterações metabólicas adaptativas geradas por modalidades distintas de exercício, mesmo em sujeitos com claudicação intermitente, limitados por isquemia periférica.

Em se tratando da DT e TID, Tuner e colaboradores, utilizando protocolos de exercício incremental distintos dos utilizados no presente estudo e avaliando um grupo de indivíduos com média de idade menor (52 ± 6 anos), não encontraram diferença

significativa entre DT e TID na esteira e cicloergômetro (TUNER et al., 2008). Askew e colaboradores, fazendo uso dos mesmos protocolos de exercício que foram utilizados no presente estudo, encontraram uma maior DT em cicloergômetro, sem diferença significativa no TID/DT (ASKEW et al., 2002). Nós, ao contrário, encontramos uma maior DT para o teste em esteira, mas com o início da dor mais precoce, a $42,8 \pm 17,9$ % de tempo do teste decorrido versus $59,6 \pm 18,6$ % no cicloergômetro.

Estes dados de tempo de teste e sintoma claudicante, em conjunto com os achados observados pelo NIRS em panturrilhas de maior HHb pico, maior Δ HHb, menor SatO₂ pico e maior Δ SatO₂ para o teste em esteira, evidenciam que a demanda periférica neste grupo muscular é diferente entre as duas modalidades de teste e reforça a hipótese de que o fluxo sanguíneo para o tríceps sural seja limitante durante a caminhada, mas não durante o exercício em cicloergômetro (TUNER et al., 2008). Em relação aos estudos anteriores sobre o tema, o presente estudo é o primeiro a incluir a monitorização por NIRS, cuja análise visual do comportamento da HHb e SatO₂ evidencia a diferença de extração de oxigênio em toda a duração do exercício. É possível observar uma resposta mais precoce, súbita e com menor SatO₂ e maior HHb no pico do esforço na esteira, enquanto que no cicloergômetro é observada uma mudança gradual e com menor variação. Ainda são necessários outros estudos com a finalidade de definir melhor os valores de corte dessas variáveis em pacientes com DAP (BOEZEMAN et al., 2016).

Em relação às diferenças entre pacientes com acometimento aortoilíaco ou femoropoplíteo, estudos anteriores evidenciam que os pacientes com acometimento distal são mais responsivos ao tratamento com exercícios, o que lhes confere melhor prognóstico e coloca a reabilitação como opção terapêutica de escolha destes pacientes. Indivíduos com obstrução proximal também se beneficiam de intervenções com exercício, mas são candidatos mais prováveis à outras intervenções terapêuticas associadas (MALGOR et al., 2015; PERKINS et al., 1996).

Isso demonstra a importância de estratificar o nível de acometimento da doença, para tomar a decisão terapêutica mais adequada para estes pacientes. No presente estudo, houve diferença significativa de desempenho na comparação dos subgrupos de nível de acometimento da doença, com menor VO_2 pico, VE pico, Δ Lactato, DT e TID nos sujeitos com obstrução no segmento proximal. A análise discriminante considerando o VO_2 pico e a HHb pico, independentemente do tipo de teste, foi capaz de classificar corretamente 89,5% dos voluntários com obstrução proximal e 81,8% dos sujeitos com obstrução distal, o que demonstra que na ausência de exame de imagem para definição de nível de acometimento, a utilização do teste cardiopulmonar e do NIRS como opções não-invasivas de estratificação do paciente é possível de ser realizada.

É importante destacar que apenas o VO_2 pico isoladamente já é capaz de discriminar bem os indivíduos com obstrução proximal. Desta maneira, a utilização do teste cardiopulmonar isoladamente ou em conjunto com o NIRS pode ser mais interessante que a análise realizada em repouso pelo duplex scan, pois além de fornecer dados que podem ser importantes para a melhor prescrição do exercício e avaliação da capacidade funcional, também é um método capaz de discriminar o nível de obstrução destes sujeitos. Além disso, a partir dos achados aqui reportados, novos estudos poderão avaliar se testes de exercício mais simples e de mais fácil aplicabilidade, poderão ser utilizados com a finalidade de discriminar o nível de obstrução de sujeitos com DAP.

O presente estudo possui algumas limitações. O pequeno número de sujeitos pesquisados e a desproporção entre homens e mulheres participantes devem ser levados em consideração. A ausência do uso de uma ferramenta validada para a estratificação do nível de atividade física prévia dos sujeitos participantes pode ter gerado um viés. Além disso, a não realização de visitas iniciais para familiarização dos sujeitos com os métodos utilizados, podem ter influenciado nos resultados encontrados. Futuros estudos devem, se possível, tentar envolver homens e mulheres em proporções similares à prevalência de DAP encontrada entre os sexos, controlar o nível de aptidão física dos indivíduos e realizar visitas prévias para familiarização dos mesmos.

5. CONCLUSÃO

O teste de exercício incremental em esteira ou cicloergômetro são capazes de produzir uma resposta cardiopulmonar máxima similar, apesar de diferenças metabólicas, nos sintomas de claudicação e comportamento de HHb e SatO₂ em panturrilhas. Uma maior contribuição da via glicolítica foi observada no cicloergômetro quando comparado à esteira, com a variação da concentração sérica de lactato sendo um fator associado ao desempenho nesta modalidade de teste. A demanda periférica por extração de oxigênio em panturrilhas é menor no cicloergômetro e sugere que o fluxo sanguíneo para este grupo muscular seja limitante durante a caminhada, mas não durante o exercício em cicloergômetro. No entanto, tanto o teste em esteira quanto em cicloergômetro podem ser considerados como alternativas viáveis para a avaliação de indivíduos com DAP.

Indivíduos com acometimento proximal apresentam pior desempenho, com menor VO₂ pico, VE pico, Δ Lactato, DT e TID. Na ausência de exame de imagem para definição de nível de acometimento, a utilização do teste cardiopulmonar e do NIRS como ferramentas não-invasivas de estratificação do paciente é possível e com boa acurácia.

REFERÊNCIAS

- ABOYANS, V. et al. Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index: A Scientific Statement From the American Heart Association. **Circulation**, v. 126, n. 24, p. 2890–2909, 16 nov. 2012.
- ACSM. **ACSM's Guidelines for exercise Testing and Prescription**. [s.l.: s.n.]. v. 21
- AL-JUNDI, W. et al. Systematic Review of Home-based Exercise Programmes for Individuals with Intermittent Claudication. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 46, n. 6, p. 690–706, 2013.
- ARENA, R. et al. Prognostic characteristics of cardiopulmonary exercise testing in heart failure: comparing American and European models. **European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation: official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology**, v. 12, p. 562–567, 2005.
- ARTIOLI, G. G. et al. Determining the Contribution of the Energy Systems During Exercise. **Journal of Visualized Experiments**, n. 61, p. 1–5, 2012.
- ASKEW, C. D. et al. Physiological and symptomatic responses to cycling and walking in intermittent claudication. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 22, n. 5, p. 348–55, 2002.
- ASKEW, C. D. et al. Exercise & Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise prescription for patients with peripheral arterial disease and intermittent claudication. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, n. 6, p. 623–629, 2013.
- BERGER, J. S.; HIATT, W. R. Medical therapy in peripheral artery disease. **Circulation**, v. 126, n. 4, p. 491–500, 2012.
- BERMINGHAM, S. L. et al. The cost-effectiveness of supervised exercise for the treatment of intermittent claudication. **European journal of vascular and endovascular surgery: the official journal of the European Society for Vascular Surgery**, v. 46, n. 6, p. 707–14, 2013.
- BERTUZZI, R. C. D. M. et al. Energy system contributions in indoor rock climbing. **European Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 3, p. 293–300, 2007.
- BERTUZZI, R. C. D. M. et al. Energy system contributions during incremental exercise test. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 12, n. 3, p. 454–460, 2013.
- BOEZEMAN, R. P. E. et al. Systematic review of clinical applications of monitoring muscle tissue oxygenation with near-infrared spectroscopy in vascular disease. **Microvascular research**, v. 104, p. 11–22, 2016.
- BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and**

Science in Sports and Exercise, v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.

COLLINS, E. G. et al. The Effects of Walking or Walking-with-Poles Training on Tissue Oxygenation in Patients with Peripheral Arterial Disease. **International journal of vascular medicine**, v. 2012, p. 985025, 2012.

COMEROTA, A. J. et al. Tissue (muscle) oxygen saturation (StO₂): A new measure of symptomatic lower-extremity arterial disease. **Journal of Vascular Surgery**, v. 38, n. 4, p. 724–729, 2003.

CROWTHER, R. G. et al. Effects of a 6-month exercise program pilot study on walking economy, peak physiological characteristics, and walking performance in patients with peripheral arterial disease. **Vascular Health and Risk Management**, v. 8, p. 225–232, 2012.

CUCATO, G. G. et al. Exercise prescription using the heart of claudication pain onset in patients with intermittent claudication. **Clinics (São Paulo, Brazil)**, v. 68, n. 7, p. 974–8, jul. 2013.

DE BOOR, C. **A Practical Guide to Splines - Revised Edition**. [s.l: s.n.].

DELANEY, C. L. et al. A randomised controlled trial of supervised exercise regimens and their impact on walking performance, skeletal muscle mass and Calpain activity in patients with intermittent claudication. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 47, n. 3, p. 304–310, 2014.

DIXIT, S. et al. Comparison of two walk tests in determining the claudication distance in patients suffering from peripheral arterial occlusive disease. **Advanced Biomedical Research**, v. 4, n. 1, p. 123, 2015.

DUSCHA, B. D. et al. Angiogenesis in Skeletal Muscle Precede Improvements in Peak Oxygen Uptake in Peripheral Artery Disease Patients. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 31, n. 11, p. 2742–2748, 2011.

FURUHASHI, T. et al. Usefulness of stress myocardial perfusion imaging and baseline clinical factors for predicting cardiovascular events in patients with prior coronary artery disease. **Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society**, v. 78, n. 7, p. 1676–83, jan. 2014.

GARDNER, A. W. et al. Progressive vs single-stage treadmill tests for evaluation of claudication. **Med Sci Sports Exerc**, v. 23, n. 4, p. 402–408, 1991.

GARDNER, A. W. et al. The effect of exercise intensity on the response to exercise rehabilitation in patients with intermittent claudication. **Journal of vascular surgery: official publication, the Society for Vascular Surgery [and] International Society for Cardiovascular Surgery, North American Chapter**, v. 42, n. 4, p. 702–9, 2005.

GASTIN, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 31, n. 10, p. 725–741, 2001.

HAAS, T. L. et al. Exercise Training and Peripheral Arterial Disease. **Compr Physiology**, v. 2, n. 4, p. 2933–3017, 2013.

HAMAOKA, T. et al. The use of muscle near-infrared spectroscopy in sport, health and medical sciences: recent developments. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 369, n. 1955, p. 4591–4604, 2011.

HIATT, W. et al. The Evaluation of Exercise Performance in Patients with Peripheral Vascular Disease. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation**, v. 8, n. 12, p. 525–32, 1988.

HIATT, W. R.; ROGERS, R. K.; BRASS, E. P. The treadmill is a better functional test than the 6-minute walk test in therapeutic trials of patients with peripheral artery disease. **Circulation**, v. 130, n. 1, p. 69–78, 2014.

INGLIS, S. C. et al. Peripheral artery disease and outcomes after myocardial infarction: an individual-patient meta-analysis of 28,771 patients in CAPRICORN, EPEHESUS, OPTIMAAL and VALIANT. **International journal of cardiology**, v. 168, n. 2, p. 1094–101, 2013.

JANUSZEK, R. et al. The effect of treadmill training on endothelial function and walking abilities in patients with peripheral arterial disease. **Journal of Cardiology**, v. 64, n. 2, p. 145–151, 2014.

KHAN, S. et al. Life-style modification in peripheral arterial disease. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 29, p. 2–9, 2005.

LEE, W.-H. et al. Cardiovascular events in patients with atherothrombotic disease: a population-based longitudinal study in Taiwan. **PloS one**, v. 9, n. 3, p. e92577, jan. 2014.

LEEPER, N. J. et al. Exercise capacity is the strongest predictor of mortality in patients with peripheral arterial disease. **Journal of Vascular Surgery**, v. 57, n. 3, p. 728–733, 2013.

MAKDISSE, M. et al. Prevalence and risk factors associated with peripheral arterial disease in the Hearts of Brazil Project. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 91, n. 6, p. 370–382, 2008.

MALGOR, R. D. et al. A systematic review of treatment of intermittent claudication in the lower extremities. **Journal of vascular surgery**, v. 61, n. 3 Suppl, p. 54S–73S, 2015.

MANFREDINI, F. et al. Near-Infrared Spectroscopy Assessment Following Exercise Training in Patients With Intermittent Claudication and in Untrained Healthy Participants. **Vasc Endovascular Surg**, v. 46, n. 4, p. 315–324, 2012.

MCDERMOTT, M. M. et al. Six-Minute Walk Is a Better Outcome Measure Than Treadmill Walking Tests in Therapeutic Trials of Patients With Peripheral Artery Disease. **Circulation**, v. 130, n. 1, p. 61–68, 2014.

MIRANDA, A. et al. Calf Tissue Oxygenation During Exercise in Men with and Without Risk Factors for Developing Peripheral Arterial Disease. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 91, n. 3, p. 200–210, 2012.

MOCKFORD, K. A. et al. Effect of supervised exercise on physical function and

balance in patients with intermittent claudication. **The British journal of surgery**, v. 101, n. 4, p. 356–62, 2014.

MOMSEN, A. H. et al. Drug Therapy for Improving Walking Distance in Intermittent Claudication: A Systematic Review and Meta-analysis of Robust Randomised Controlled Studies. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 38, n. 4, p. 463–474, 2009.

NEDER, J. A.; NERY, L. E. Teste de Exercício Cardiopulmonar. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. Supl 3, p. 166–206, 2002.

NESS, J.; ARONOW, W. S.; AHN, C. **Prevalence of coronary artery disease, ischemic stroke, and symptomatic peripheral arterial disease and of associated risk factors in older men and women with and without diabetes mellitus** *Prev Cardiol*, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11834935>>

NICOLAÏ, S. P. A et al. Reliability of treadmill testing in peripheral arterial disease: A meta-regression analysis. **Journal of Vascular Surgery**, v. 50, n. 2, p. 322–329, 2009.

NICOLAÏ, S. P. A. et al. Extending the Range of Treadmill Testing for Patients with Intermittent Claudication. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 4, p. 640–645, 2010.

NORGREN, L. et al. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). **Journal of Vascular Surgery**, v. 45, n. 1, p. S5–S67, 2007.

PANDE, R. L. et al. Secondary prevention and mortality in peripheral artery disease: National health and nutrition examination study, 1999 to 2004. **Circulation**, v. 124, p. 17–23, 2011.

PARMENTER, B. J. et al. A systematic review of randomized controlled trials: Walking versus alternative exercise prescription as treatment for intermittent claudication. **Atherosclerosis**, v. 218, n. 1, p. 1–12, 2011.

PEREIRA, C. A. D. C. Espirometria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. supl 3, p. S1–S82, 2002.

PEREIRA, C. A. DE C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 4, p. 397–406, 2007.

PERKINS, J. M. et al. Exercise training versus angioplasty for stable claudication. Long and medium term results of a prospective, randomised trial. **European journal of vascular and endovascular surgery: the official journal of the European Society for Vascular Surgery**, v. 11, n. 4, p. 409–13, 1996.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance**. [s.l: s.n.]. v. 4th

REGENSTEINER, J. G. et al. Chronic changes in skeletal muscle histology and function in peripheral arterial disease. **Circulation**, v. 87, n. 2, p. 413–421, 1993.

ROOKE, T. W. et al. Management of patients with peripheral artery disease (compilation of 2005 and 2011 ACCF/AHA Guideline Recommendations): a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 61, n. 14, p. 1555–70, 2013.

SAW, J. et al. The Influence of Peripheral Arterial Disease on Outcomes A Pooled Analysis of Mortality in Eight Large Randomized Percutaneous Coronary Intervention Trials. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 48, n. 8, p. 1567–1572, 2006.

SAXTON, J. M. et al. Upper- versus lower-limb aerobic exercise training on health-related quality of life in patients with symptomatic peripheral arterial disease. **Journal of vascular surgery**, v. 53, n. 5, p. 1265–73, 2011.

SCOTT, C. B. et al. Differences in oxygen uptake but equivalent energy expenditure between a brief bout of cycling and running. **Nutrition & metabolism**, v. 3, p. 1, 2006.

TEW, G. et al. Limb-specific and cross-transfer effects of arm-crank exercise training in patients with symptomatic peripheral arterial disease. **Clinical science (London, England : 1979)**, v. 117, n. 12, p. 405–13, 2009.

TUNER, S. L. et al. Cardiopulmonary responses to treadmill and cycle ergometry exercise in patients with peripheral vascular disease. **Journal of Vascular Surgery**, v. 47, n. 1, p. 123–130, 2008.

VARDI, M.; NINI, A. Near-infrared Spectroscopy for Evaluation of Peripheral Vascular Disease. A Systematic Review of Literature. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 35, n. 1, p. 68–74, 2008.

WEISMAN, I. M. et al. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 167, n. 2, p. 211–277, 2003.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nº _____

Investigador: João Antonio da Silva Júnior**Orientadora :** Prof^a. Dra. Danielle Aparecida Gomes Pereira.**Co-orientadora:** Prof^a. Dra. Raquel Rodrigues Britto**TÍTULO DO PROJETO**

Associação entre a resposta cardiopulmonar, metabólica e sintomas de claudicação de indivíduos com doença arterial obstrutiva periférica em teste de exercício incremental na esteira *versus* cicloergômetro.

INFORMAÇÕES

O(a) Sr(a) está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa que tem como objetivo avaliar a associação entre a resposta cardiopulmonar, metabólica e sintomas de claudicação de pacientes com doença arterial obstrutiva periférica (DAP), quando avaliados em teste incremental na esteira *versus* cicloergômetro. Este projeto será desenvolvido como um Trabalho de Mestrado em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais.

DESCRIÇÃO DOS TESTES A SEREM REALIZADOS**Avaliação Inicial**

Inicialmente, serão coletadas informações para a sua identificação, além de alguns dados clínicos. Para garantir o seu anonimato, serão utilizadas senhas numéricas. Assim, em momento algum haverá divulgação do seu nome. Neste momento inicial, também será realizada uma manobra de oclusão arterial no membro inferior, com um manguito na coxa inflado a 250 mmHg, por um período de 5 minutos.

Serão realizados dois tipos de testes:

- Teste de Exercício Incremental em Cicloergômetro – Será solicitado que o(a) Sr(a) pedale em um cicloergômetro, com incremento progressivo da carga, até o máximo for tolerado;
- Teste de Exercício Incremental em Cicloergômetro – Neste teste você deverá caminhar em uma esteira ergométrica, num protocolo com velocidade fixa, mas com aumento de inclinação, até o máximo que conseguir.

Em ambos os testes você utilizará uma máscara para análise de gases expirados, um aparelho portátil em panturrilha para medição da saturação tecidual de oxigênio e será coletada amostras sanguíneas do lóbulo da orelha.

RISCOS

O(a) Sr(a) poderá sentir dores musculares na panturrilha durante e após a manobra de oclusão arterial e após os testes incrementais. Poderá também ocorrer uma dor muscular que persista por até 2 dias após a realização dos testes, no entanto, essa dor é passageira e não te impedirá de seguir com suas atividades do dia-a-dia. O(a) Sr(a) poderá sentir cansaço e aumento dos seus batimentos cardíacos durante os testes. Essas alterações podem ser normais durante o esforço e serão monitoradas por profissional médico e com o auxílio de equipamentos de monitoração e de emergência que teremos à nossa disposição.

BENEFÍCIOS

Os resultados obtidos irão colaborar com o conhecimento científico, podendo estabelecer novas propostas de avaliação de indivíduos que tenham a mesma doença que o(a) Sr(a). Além disso, o(a) Sr(a) obterá uma avaliação funcional que fornecerá dados objetivos sobre o estado atual da sua doença e seu condicionamento físico.

NATUREZA VOLUNTÁRIA DO ESTUDO/ LIBERDADE PARA SE RETIRAR

A sua participação é voluntária e o(a) Sr(a) tem o direito de se recusar a participar por qualquer razão e a qualquer momento.

GASTOS FINANCEIROS

Os testes e todos os materiais utilizados na pesquisa não terão custo para o(a) Sr(a).

USO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Os dados obtidos no estudo serão para fins de pesquisa, podendo ser apresentados em congressos e seminários e publicados em artigo científico; porém, a identidade do(a) Sr(a) será mantida em absoluto sigilo.

DECLARAÇÃO E ASSINATURA

Eu, _____ li e entendi toda a informação repassada sobre o estudo, sendo os objetivos e procedimentos satisfatoriamente explicados. Tive tempo, suficiente, para considerar a informação acima e tive a oportunidade de tirar todas as minhas dúvidas. Estou assinando este termo voluntariamente e tenho direito, de agora ou mais tarde, discutir qualquer dúvida que eu venha a ter com relação à pesquisa com:

João Antonio da Silva Júnior: (31) 9303-0339

Prof^a. Dra. Danielle Aparecida Gomes Pereira (31) 34094793 / 91037415

Assinando este termo de consentimento, eu estou indicando que eu concordo em participar deste estudo.

Assinatura do Participante

Data

Assinatura do Pesquisador
Responsável

Data

Comitê de Ética em Pesquisa / UFMG: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 –
Unidade Administrativa II - 2º andar – Sala 2005. CEP: 31270-901 – BH –
MGTelefax: (31) 3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

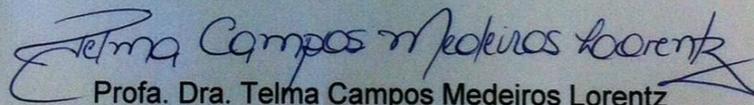
Projeto: CAAE – 36989914.3.0000.5149

Interessado(a): **Profa. Danielle Aparecida Gomes Pereira**
Departamento de Fisioterapia
EEFFTO - UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 06 de novembro de 2014, o projeto de pesquisa intitulado **"Associação entre a resposta cardiopulmonar, metabólica e sintomas de claudicação de indivíduos com doença arterial obstrutiva periférica em teste de exercício incremental na esteira versus cicloergômetro"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto através da Plataforma Brasil.


Prof. Dra. Telma Campos Medeiros Lorentz
Coordenadora do COEP-UFMG

João Antonio da Silva JúniorCurriculum Vitae

Dados Pessoais**Nome** João Antonio da Silva Júnior**Data de Nascimento:** 06/01/1985**Endereço** Rua Maranhão, 513, apto 202, Santa Efigênia – Belo Horizonte
30150-330, MG – Brasil**Endereço eletrônico** joaoantoniojr@gmail.com

Formação Acadêmica/Titulação

- 2014 – Atual** Mestrado em Ciências da Reabilitação (em andamento).
Título: Comparação entre a resposta cardiopulmonar, metabólica e sintomas de claudicação de indivíduos com doença arterial periférica em teste de exercício incremental na esteira versus cicloergômetro.
Orientadora: Profa. Dra. Danielle Aparecida Gomes Pereira
Linha de Pesquisa: Desempenho Cardiorrespiratório
Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, Brasil.
- 2015** Curso Nacional de Pós-graduação na Especialidade Médica Nutrologia
Associação Brasileira de Nutrologia, São Paulo, Brasil.
- 2012** Título de Especialista em Medicina do Esporte.
Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte, SBMEE.
Associação Médica Brasileira, AMB.
- 2009 - 2012** Residência Médica em Medicina Esportiva.
Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, Brasil.
- 2002 - 2008** Graduação em Medicina.
Universidade Federal do Maranhão, UFMA, São Luis, Brasil.

PRODUÇÕES

Artigos completos publicados em periódicos

SILVA JÚNIOR, J. A. *et al.* Avaliação da saturação tecidual de oxigênio durante o sintoma claudicante em pacientes com doença arterial periférica. *Jornal Vasculoso Brasileiro*, v. 14, n. 4, p. 311–318, 2015.

SILVA JÚNIOR, J. A. *et al.* Electrocardiography interpretation and alterations found in athletes from the sports training Centre of Federal University of Minas Gerais. *Revista Médica de Minas Gerais*, v. 24, n. Supl 9, p. 13–15, 2014. Disponível em: <<http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/2238-3182.20140116>>.

Resumos publicados em anais de congresso

SILVA JÚNIOR, J.A.; RIBEIRO-SAMORA, G.A.; FERREIRA, D.R.; VALERIANO, M.C.P.; SANTOS, R.F.; BRITTO, R.R.; PEREIRA, D.A.G. Cardiopulmonary and peripheral responses to treadmill and cycle ergometer incremental exercise in patients with peripheral arterial disease: a pilot study. International Sports Science and Sports Medicine Conference 2015, Newcastle, UK. *Br J Sports Med* 2015;49(Suppl 2):A1–A9.

SILVA JÚNIOR, J.A.; LANA, R.C.; RIBEIRO-SAMORA, G.A.; PESSOA, A.C.; LOPES, L.K.R.; RODRIGUES-DE-PAULA, F.V.; PEREIRA, D.A.G. Breathing pattern during incremental exercise in patients with Parkinson's disease. International Sports Science and Sports Medicine Conference 2015, Newcastle, UK. *Br J Sports Med* 2015;49(Suppl 2):A1–A9.

OLIVEIRA, N. F. ; CHAVES, G. S. S. ; SERVIO, T. C. ; SOUZA, D. U. F. ; **SILVA JUNIOR, J. A.** ; ALBUQUERQUE, L. ; PEREIRA, D. G. ; BRITTO, R. R. Avaliação da Manutenção da Capacidade Funcional em Programa de Reabilitação Cardíaca após Redução da Supervisão Direta. XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014. ASSOBRAFIR Ciência. 2014 Set;5(Supl 1):265-332.

SILVA, P.C.; STARKE, A.C.; MONTEIRO, D.P.; ALBUQUERQUE, L.; LAGES, A.C.; ELMIRO, N.; **SILVA JUNIOR, J.A.**; PEREIRA, D.A.G..Treino aeróbico associado ao treino resistido no desempenho muscular na doença arterial obstrutiva periférica: um estudo experimental de caso único. XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014. ASSOBRAFIR Ciência. 2014 Set;5(Supl 1):265-332.

LIMA, S.C.; RODRIGUES, R.S.; SAMORA, G.A.; MONTEMEZZO, D.; PEREIRA, D.A.G.; **SILVA JUNIOR, J.A.**; PARREIRA, V.F.; BRITTO, R.R. Capacidade funcional avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos em indivíduos com insuficiência cardíaca com e sem ineficiência ventilatória. XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014. ASSOBRAFIR Ciência. 2014 Set;5(Supl 1):265-332.

SOUZA, D.U.F; ALBUQUERQUE, L.; SILVA, M.G.; **SILVA JUNIOR, J.A.**; PASSAGLIA, L.G.; SOARES, I.R.C.; PEREIRA, D. G. ; BRITTO, R. R. Reabilitação cardíaca de um paciente com insuficiência cardíaca: um relato de caso. XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014. ASSOBRAFIR Ciência. 2014 Set;5(Supl 1):265-332.

OLIVEIRA, N.F.; LIMA, S.C.; MONTEMEZZO, D.; ALBUQUERQUE, L.; **SILVA JÚNIOR, J.A.**; PEREIRA, D.A.G.; BRITTO, R.R. Conhecimento sobre doença arterial coronariana dos usuários atendidos pelo programa de reabilitação cardíaca do HC-UFGM: um estudo piloto. XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014. ASSOBRAFIR Ciência. 2014 Set;5(Supl 1):265-332.

Artigos submetidos para publicação

LANA, R.C.; PEREIRA, D.A.G.; CARDOSO, F.E.; RIBEIRO-SAMORA, G.A.; **SILVA JÚNIOR, J.A.**; RODRIGUES-DE-PAULA, F. Stair ascent and descent and six-minute walk test to evaluate exercise capacity in individuals with parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2015.

Participação em banca de trabalho de conclusão de curso

Iara Regina Cunha Soares. Endurance Shuttle Walk Test como instrumento de avaliação da capacidade funcional em cardiopatas: uma revisão literária. Programa de Residência Integrada Multiprofissional em Saúde do Hospital das Clínicas da UFGM, 2015, Belo Horizonte, Brasil.

Ednei Costa Maia. Estado de hidratação de atletas em corrida de rua de 15 km sob elevado estresse térmico. Trabalho de Conclusão do Curso de Medicina da Universidade Federal do Maranhão, 2014, São Luís, Brasil.

Participação em Eventos e Congressos

1. International Sports Science and Sports Medicine Conference, 2015, Newcastle, UK.
2. 19º Congresso Brasileiro de Nutrologia, 2015, São Paulo, Brasil.
3. Curso Avançado de Avaliação da Composição Corporal, 2015, Rio de Janeiro, Brasil.
4. ISCD DXA Body Composition Analysis Course, 2015, Rio de Janeiro, Brasil.
5. III Congresso Mineiro de Medicina do Exercício e do Esporte, 2015, Belo Horizonte, Brasil.
6. IV Workshop on Exercise and autonomic regulation, 2014, Belo Horizonte, Brasil.
7. Jornada ABCD de Formação de Agentes de Controle de Dopagem, 2014, Rio de Janeiro, Brasil.
8. 26º Congresso Brasileiro de Medicina do Exercício e do Esporte, 2014, Belo Horizonte, Brasil.