

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação

Gisela Maria Pontes Przybysz

**OXIGENAÇÃO TECIDUAL PERIFÉRICA EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA
ARTERIAL PERIFÉRICA DE CAPACIDADES DE CAMINHADA DISTINTAS: UM
ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Educacional da UFMG

2024

Gisela Maria Pontes Przybysz

**OXIGENAÇÃO TECIDUAL PERIFÉRICA EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA
ARTERIAL PERIFÉRICA DE CAPACIDADES DE CAMINHADA DISTINTAS: UM
ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Área de Concentração: Desempenho Funcional Humano

Linha de Pesquisa: Desempenho Cardiorrespiratório

Orientadora: Prof^a. Dra. Danielle Aparecida Gomes Pereira

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia ocupacional da UFMG

2024

P973o Przybysz, Gisela Maria Pontes
2024 Oxigenação tecidual periférica em indivíduos com doença arterial periférica de capacidades de caminhada distintas: um estudo exploratório. [manuscrito] / Gisela Maria Pontes Przybysz – 2024.
82 f.: il.

Orientadora: Danielle Aparecida Gomes Pereira

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 44-48

1. Doença arterial periférica – Teses. 2. Fisioterapia – Teses. 3. Caminhada – Teses. I. Pereira, Danielle Aparecida Gomes. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 615.8-053.9

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: nº 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA GISELA MARIA PONTES PRZYBYSZ

Realizou-se, no dia 02 de julho de 2024, às 08:30 horas, Miniaudatório da EEEFTO, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada *OXIGENAÇÃO TECIDUAL PERIFÉRICA EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA DE CAPACIDADES DE CAMINHADA DISTINTAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO*, apresentada por GISELA MARIA PONTES PRZYBYSZ, número de registro 2022688451, graduada no curso de FISIOTERAPIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Danielle Aparecida Gomes Pereira - Orientador (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof(a). Patricia Fernandes Trevisan Martinéz (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof(a). Maria Clara Noman de Alencar (11 METS).

A Comissão considerou a dissertação:

Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 02 de julho de 2024.

Prof(a). Danielle Aparecida Gomes Pereira (Doutora)

Prof(a). Patricia Fernandes Trevisan Martinéz (Doutora)

Prof(a). Maria Clara Noman de Alencar (Doutor)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

UFMG


FOLHA DE APROVAÇÃO

OXIGENAÇÃO TECIDUAL PERIFÉRICA EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA DE CAPACIDADES DE CAMINHADA DISTINTAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

GISELA MARIA PONTES PRZYBYSZ

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, área de concentração DESEMPENHO FUNCIONAL HUMANO.

Aprovada em 02 de julho de 2024, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Danilene Aparecida Gomes Pereira - Orientador
Universidade Federal de Minas Gerais


Prof(a). Patricia Fernandes Trevisan Martinâz
Universidade Federal de Minas Gerais


Prof(a). Maria Clara Norman de Alencar
11 METS

Belo Horizonte, 2 de julho de 2024.

AGRADECIMENTOS

Dou início a esta sessão agradecendo, acima de tudo a Deus que sempre me concedeu bênçãos tão maiores do que um dia eu pudesse sonhar. Por cada dificuldade e obstáculo que Ele colocou no meu caminho e que me prepararam para chegar neste momento, repleta de gratidão e felicidade.

Aos meus pais, Tereza e Carlos, que nunca mediram esforços para que eu pudesse realizar cada um dos meus sonhos, que tanto me ensinaram e me apoiaram em cada uma das batalhas da vida. Nenhum obrigada será suficiente para expressar o tamanho do meu amor e agradecimento por tudo, sem vocês eu nada seria.

Agradeço ao meu marido, Lowander por toda a paciência, compreensão, amor e parceria que me impulsionam a ir muito além. Obrigada por me apoiar em cada desafio e acreditar no meu potencial, mesmo nos momentos em que eu mesma duvidei.

Agradeço também aos meus irmãos, Gislayne que sempre esteve nas plateias, desde a minha carreira de ginasta até hoje, com bom humor e palavras de motivação e incentivo ‘Você é meu orgulho, Bob.’ Giulia que desde a nossa infância me ensinou tanto, mesmo que ela ainda estivesse aprendendo, entre erros e acertos ela sempre me ajudou a buscar a minha melhor versão. Gilvan Jr., ‘irmão’, que sempre foi meu ponto certo de apoio e que me acolheu como filha em BH, obrigada por tanto. Aqui, ainda gostaria de agradecer a Márcia que sempre esteve cuidando e zelando por mim em BH, e Rafaela, sobrinha que virou irmã e me deu um ombro amigo em tantos momentos, obrigada!!

À minha querida orientadora, Danielle Gomes, que me acolheu e me deu oportunidades com as quais eu sempre sonhei. Muito obrigada por ser muito mais do que uma orientadora, mas

também um grande exemplo de pessoa, mãe, pesquisadora, fisioterapeuta e professora, você me inspira a buscar sempre mais e mais!

Agradeço aos meus parceiros de pesquisa, em especial à Patrícia Paulino que passou de preceptora de residência a uma grande amiga e parceira de longas coletas! Obrigada por compartilhar tanto conhecimento comigo, pelos momentos de desabafo, risadas e análises intermináveis dos gráficos da NIRS, tenha a certeza que você me marcou, obrigada mais uma vez!

Aos queridos acadêmicos Marina, Raimundo, Bruno, Drielly e Pollyane, por me permitirem fazer parte do seu processo de aprendizado, por se doarem tanto às coletas e por todas as risadas, momentos de descontração e lanches deliciosos, vocês fazem parte do meu crescimento e serei sempre grata.

A todos os professores que passaram pela minha caminhada, obrigada por cada ensinamento, por todas as horas de trabalho e pela doação em transmitir o seu maior bem: o conhecimento. Levo comigo a marca de cada um de vocês e serei eternamente grata a cada aprendizado adquirido.

Aos participantes desta pesquisa, pelos aprendizados que vão além dos livros e por toda a disponibilidade em contribuir com o processo de pesquisa. Aos meus pacientes que sempre compartilharam valiosos conhecimentos de vida e que são o combustível que me move à procura da minha melhor versão como fisioterapeuta.

Agradeço ainda aos meus amigos de Manaus e de BH que sempre me apoiaram nas batalhas da vida. Deixo um agradecimento especial à Mariana, que de uma amizade à primeira vista pouco provável, se tornou uma grande certeza, madrinha de casamento e ponto de equilíbrio durante as turbulências.

Agradeço imensamente à Débora Úrsula, por todos os ensinamentos, não só na fisioterapia vascular, mas também na vida. Obrigada por ter me acolhido, pela confiança em mim, por todas as oportunidades, risadas e trocas genuínas. Você sempre será uma grande inspiração! Agradeço à Ana Flávia pela parceria em diversos momentos, aprendizados na residência e na clínica, além de bons cafés e desabafos.

Gostaria ainda de agradecer ao Dr. Marcos Andrade, pela confiança em meu trabalho, por todos os aprendizados e oportunidades de crescimento. Estendo os agradecimentos a todo o corpo da Clínica Marcos Andrade pelo suporte, troca de conhecimentos e momentos de descontração.

RESUMO

Introdução: A restrição de fluxo sanguíneo causado pela doença arterial periférica (DAP) reflete em diminuição de até 50% da capacidade de caminhada, quando comparados com seus pares saudáveis. A limitação da capacidade de caminhada já foi previamente relacionada à pior qualidade de vida e menores níveis de capacidade funcional. Ao considerar a perfusão, o metabolismo e o fluxo sanguíneo, os mecanismos periféricos que podem atuar sob a capacidade de caminhada de indivíduos com DAP ainda não são totalmente compreendidos. Este estudo objetivou 1) comparar a oxigenação tecidual periférica e o metabolismo muscular de indivíduos com DAP de capacidades de caminhada distintas e 2) avaliar quais variáveis de oxigenação tecidual periférica e metabolismo muscular têm potencial de explicar a variabilidade da distância caminhada entre os níveis de desempenho. **Métodos:** Estudo transversal exploratório que utilizou os dados do *baseline* de dois ensaios clínicos aleatorizados. A amostra não probabilística, a despeito de sexo e etnia, foi composta por adultos com diagnóstico de DAP recrutados nos serviços de uma instituição pública de saúde. A avaliação da oxigenação tecidual foi realizada pela *Near-Infrared Spectroscopy* (NIRS) na manobra de oclusão arterial e durante o teste em esteira com velocidade e inclinação constantes (3,2 km/h, 10%). A auto percepção dos participantes acerca da sua capacidade de caminhada foi coletada através o Walking Impairment Questionnaire (WIQ). A normalidade dos dados foi verificada através do teste de *Shapiro-Wilk*. Para comparação entre grupos, os participantes foram separados em três tercís (T1, T2 e T3) conforme a distância percorrida no teste em esteira e a média da pontuação no WIQ. A análise de variância unidirecional (ANOVA one-way) foi utilizada para as comparações entre tercís e o teste *Least Significant Difference* (LSD) foi utilizado para a realização das comparações *post hoc*. A regressão linear múltipla (modelo *backward*) foi realizada considerando distância de caminhada no teste em esteira como variável dependente. **Resultados:** Foram analisados os dados de 72 indivíduos com idade de $65,83 \pm 9,06$ anos, índice tornozelo-braquial médio de $0,65 \pm 0,14$, majoritariamente homens (56,9%), ex-tabagistas (61,1%) e hipertensos (88,9%). Não houveram diferenças significativas nos valores basais de saturação tecidual periférica de oxigênio (StO₂) ou no delta dos valores de StO₂ em todos os tercís ($p > 0,05$). Após a manobra de oclusão, a taxa de reoxigenação e StO₂ na hiperemia foram significativamente maiores no T3 comparadas a T1 e T2 ($p < 0,05$). No teste em esteira, o tempo para atingir a menor StO₂ e o tempo de resistência à isquemia foram significativamente maiores no T3 comparados a T1 e T2 ($p < 0,05$). A regressão linear demonstrou que o tempo de resistência à isquemia é a variável que parece ter maior influência na distância percorrida (R^2 ajustado=0,83). **Conclusão:** As variáveis da NIRS relacionadas à oxigenação e metabolismo muscular tem comportamento distinto entre os indivíduos com melhor e pior capacidade de caminhada. Fatores como disfunção microvascular, endotelial e muscular parecem influenciar na redução da capacidade de caminhada de indivíduos com DAP.

Palavras-chave: doença arterial periférica; espectroscopia de luz próxima ao infravermelho; capacidade de caminhada.

ABSTRACT

Introduction: The restriction of blood flow caused by peripheral arterial disease (PAD) results in a decrease of up to 50% in walking capacity when compared to healthy peers. Limiting the ability to walk has previously been related to worse quality of life and lower levels of functional capacity. When considering perfusion, metabolism, and blood flow, the peripheral mechanisms that may affect the walking capacity of individuals with PAD are not yet fully understood. This study aimed to 1) compare peripheral tissue oxygenation and muscle metabolism in individuals with PAD with different walking capabilities and 2) evaluate which variables of peripheral tissue oxygenation and muscle metabolism have the potential to explain the variability in distance walked between performance levels. **Methods:** An exploratory cross-sectional study was conducted using baseline data from two randomized clinical trials. A non-probabilistic sample, regardless of gender and ethnicity, was composed of adults diagnosed with PAD recruited from the services of a public health institution. Tissue oxygenation was assessed using Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) at rest and during the treadmill test at constant speed and incline (3.2 km/h, 10%). Participants' self-perception of their walking ability was collected using the Walking Impairment Questionnaire (WIQ). Data normality was checked using the Shapiro-Wilk test. For comparison between groups, participants were separated into three tertiles (T1, T2, and T3) according to the distance covered in the treadmill test and the mean WIQ score. One-way analysis of variance (one-way ANOVA) was used for comparisons between tertiles, and the Least Significant Difference (LSD) test was used to perform post hoc comparisons. Multiple linear regression (backward model) was performed considering walking distance in the treadmill test as the dependent variable. **Results:** Data from 72 individuals aged 65.83 ± 9.06 years, with a mean ankle-brachial index of 0.65 ± 0.14 , mostly men (56.9%), former smokers (61.1%), and hypertensive (88.9%) were analyzed. There were no significant differences in baseline peripheral tissue oxygen saturation (StO₂) values or delta StO₂ values across all tertiles ($p > 0.05$). After the occlusion maneuver, the reoxygenation rate and StO₂ in hyperemia were significantly higher in T3 compared to T1 and T2 ($p < 0.05$). In the treadmill test, the time to reach the lowest StO₂ and the time to resist ischemia were significantly longer in T3 compared to T1 and T2 ($p < 0.05$). Linear regression demonstrated that ischemia resistance time is the variable that appears to have the greatest influence on the distance covered (adjusted $R^2 = 0.83$). **Conclusion:** The NIRS variables related to oxygenation and muscle metabolism have different behavior between individuals with better and worse walking ability. Factors such as microvascular, endothelial, and muscular dysfunction were decisive in reducing the walking capacity of individuals with PAD.

Keywords: peripheral arterial disease; near-infrared spectroscopy; walking ability.

PREFÁCIO

A presente dissertação foi elaborada no formato opcional segundo as normas estabelecidas pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. A mesma encontra-se formatada conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Sua estrutura compreende 5 sessões. A primeira sessão contém a introdução da dissertação, que abrange a contextualização do tema. A segunda sessão está descrita a justificativa do estudo. Na terceira sessão encontram-se os objetivos primários e secundários dessa dissertação. Na quarta sessão contém a metodologia e resultados no formato de artigo científico intitulado “Oxigenação tecidual periférica em indivíduos com doença arterial periférica de capacidades de caminhada distintas: um estudo exploratório”. O artigo foi redigido e formatado de acordo com as normas da revista *Microvascular Research*. Após apreciação da banca examinadora e devida adequação, o artigo será traduzido para língua inglesa e submetido ao respectivo periódico. Na quinta sessão estão as considerações finais desta dissertação. Em seguida estão incluídas as referências bibliográficas, os anexos e apêndices.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 Objetivo primário	16
3.2 Objetivo secundário.....	16
4. ARTIGO	17
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	38
ANEXOS	43
APÊNDICES	53

1. INTRODUÇÃO

A doença arterial periférica (DAP) é uma causa importante de morbidade e mortalidade nos países ocidentais, e acomete mais de 110 milhões de pessoas ao redor do mundo (Leng; Fowkes, 1993; Tsao *et al.*, 2023). A maioria dos casos estão em países de baixa e média renda, e, no Brasil, a prevalência estimada é de 10,5% (Makdisse *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2019). Apesar desta ser uma condição prevalente com impacto no dia a dia dos indivíduos, a DAP é frequentemente subdiagnosticada (Campia *et al.*, 2019).

A DAP é, na maioria dos casos, um reflexo da aterosclerose sistêmica e acomete artérias periféricas, causando obstrução parcial ou total do fluxo sanguíneo, redução da perfusão dos tecidos por elas irrigadas e consequente isquemia (Kullo; Rooke, 2016; Mueller *et al.*, 2016; Olin *et al.*, 2016). Os fatores de risco para o seu desenvolvimento são semelhantes aos relacionados à doença arterial coronariana, incluindo tabagismo, hipertensão, diabetes e níveis elevados de colesterol, e, por isso, não é incomum que essas duas condições coexistam (Lane *et al.*, 2017).

Devido à perfusão sanguínea diminuída, acontece o desequilíbrio entre oferta e demanda de oxigênio durante atividades físicas, o que desencadeia sintomas típicos da DAP (Baker *et al.*, 2017; Lane *et al.*, 2017; Manfredini *et al.*, 2012; Muller *et al.*, 2013). Entre estes sintomas, destaca-se a claudicação intermitente, definida como dor ou incômodo muscular durante o esforço, nas panturrilhas, nádegas ou pés, que cessa somente ao repouso (Ouriel, 2001). Estudos apontam possível relação entre hábitos sedentários e declínio funcional com piores níveis de claudicação intermitente na presença da DAP (Mcdermott *et al.*, 2006, 2011).

Mesmo havendo, sobretudo na fase inicial, indivíduos com DAP que são assintomáticos, cerca de 10 a 35% dos diagnosticados com a doença têm sintomas típicos de claudicação intermitente durante suas atividades de vida diária (Norgren *et al.*, 2007). Assim, indivíduos

sintomáticos experienciam diminuição de até 50% da distância de caminhada quando comparados com seus pares saudáveis, dado este previamente relacionado à pior qualidade de vida e menores níveis de capacidade funcional (Cunha-filho, I. T. da *et al.*, 2007; Dua; Lee, 2016; Green, 2002).

A medida de capacidade funcional em indivíduos com DAP é um importante indicador de saúde e de qualidade de vida, sendo a piora da capacidade de caminhada o comprometimento funcional mais relevante para esta população, e, portanto, o de maior interesse no tratamento dessa condição (Nicolai *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2024; Poredoš; Jezovnik, 2020).

Ao planejar a avaliação da capacidade de caminhada de maneira objetiva, os testes de caminhada serão frequentemente os instrumentos de primeira escolha. Todavia, quando se deseja estimar a autopercepção do indivíduo acerca da sua capacidade de caminhada, os questionários se tornarão os instrumentos mais adequados (Nicolai *et al.*, 2009; Poredos *et al.*, 2022). Dentre os testes de caminhada, destaca-se o teste em esteira com velocidade e inclinação constantes por se tratar de um teste de esforço submáximo, de carga intermediária, com potencial de gerar sobrecarga aos diferentes níveis de desempenho no exercício, além de ser amplamente difundido e utilizado na população com DAP (Hiatt; Rogers; Brass, 2014; Nicolai *et al.*, 2009; Poredoš; Jezovnik, 2020).

A capacidade de caminhada, pode ainda ser verificada através da aplicação do *Walking Impairment Questionnaire* (WIQ), um questionário que avalia a autopercepção do indivíduo em relação à distância e velocidade de caminhada, além da sua capacidade de subir escadas (Poredos *et al.*, 2022). Trata-se de um questionário validado para brasileiros com DAP, que pode ser utilizado de forma isolada ou em conjunto com testes de caminhada, possibilitando assim, o levantamento de informações mais robustas sobre a capacidade de funcional de cada indivíduo (Mendes Ritti-Dias *et al.*, 2008.; Nicolai *et al.*, 2009; Poredos *et al.*, 2022).

Apesar de existirem diversos métodos de diagnóstico da DAP, estes são baseados na investigação do fluxo sanguíneo, não sendo adequados para o conhecimento e acompanhamento da perfusão e oxigenação periférica (Baltrūnas *et al.*, 2022; Vardi; Nini, 2008). Ademais, habitualmente esta população apresenta desempenho físico heterogêneo, de forma que alguns indivíduos demonstram grave limitação para atividades de baixa intensidade, enquanto outros tem limitação apenas diante de atividades extenuantes (Hiatt; Rogers; Brass, 2014). Diante disso, a limitação de conhecimento acerca do comportamento da resposta periférica muscular de indivíduos diagnosticados com DAP, que apresentem níveis distintos de capacidade de caminhada, torna-se ainda mais evidente (Manfredini *et al.*, 2012).

A *near-infrared spectroscopy* (NIRS) é um equipamento não invasivo, portátil e indolor que permite a monitorização da oxigenação tecidual periférica através da espectroscopia por infravermelho próximo, tanto em avaliações estáticas, quanto dinamicamente durante o exercício (Baltrūnas *et al.*, 2022; Boezeman *et al.*, 2016; Boushel *et al.*, 2001). Este instrumento funciona com base na capacidade de penetração, absorção, reflexão e dispersão da luz nos tecidos biológicos, sendo, portanto, um meio apto para avaliar os componentes moleculares de um tecido (Baltrūnas *et al.*, 2022; Marin; Moore, 2024). A NIRS é composta por um microprocessador que dispõe de uma fonte emissora de luz em dois comprimentos de onda (760 e 850nm), além de um canal receptor, responsável por coletar informações provenientes do tecido, diferenciando cromóforos oxigenados de desoxigenados (Baltrūnas *et al.*, 2022; Marin; Moore, 2024). Deste modo, é possível obter um recorte do ambiente muscular, expresso através das concentrações relativas e variações de oxihemoglobina (HbO₂) e desoxihemoglobina (HHb), além da saturação tecidual periférica de oxigênio (StO₂), o que proporciona análises de possíveis interações entre demanda, fornecimento e consumo de oxigênio (Boezeman *et al.*, 2016; Fuglestad *et al.*, 2020).

2. JUSTIFICATIVA

Foi previamente demonstrado que a capacidade de caminhada pode ser positivamente alterada pelo treinamento aeróbico e muscular através da progressão de distância caminhada, assim como a oxigenação periférica dos indivíduos com DAP (Baker *et al.*, 2017; Manfredini *et al.*, 2009). Ademais, também já é conhecido que indivíduos com DAP apresentam pior resposta isquêmica durante e após o exercício quando comparados com sujeitos saudáveis (Joseph *et al.*, 2022). Entretanto, ao se levar em consideração a perfusão, o metabolismo e a oxigenação tecidual, os mecanismos periféricos que apresentam potencial de influenciar a capacidade de caminhada e diferenciar indivíduos com DAP de melhor e pior desempenho físico ainda não são totalmente compreendidos (Baker *et al.*, 2017; Manfredini *et al.*, 2009). Portanto, torna-se de grande relevância para a comunidade científica, para os profissionais de saúde envolvidos na reabilitação e, sobretudo, para os indivíduos diagnosticados com DAP, o desenvolvimento de estudos que contribuam para o conhecimento destes mecanismos afim de nortear uma reabilitação mais eficaz através do aumento da capacidade de caminhada e diminuição do impacto dessa condição no dia a dia dos indivíduos acometidos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo primário

Comparar a oxigenação tecidual periférica e o metabolismo muscular de indivíduos com DAP de capacidades de caminhada distintas.

3.2 Objetivo secundário

Avaliar quais variáveis de oxigenação tecidual periférica e metabolismo muscular têm o potencial de explicar a variabilidade da distância caminhada entre os níveis de desempenho observados.

4. ARTIGO

Oxigenação tecidual periférica em indivíduos com doença arterial periférica de capacidades de caminhada distintas: um estudo exploratório

RESUMO

Introdução: A restrição de fluxo sanguíneo causado pela doença arterial periférica (DAP) reflete em menor capacidade de caminhada. Ao considerar a perfusão, o metabolismo e a oxigenação tecidual, os mecanismos periféricos que podem atuar sob a capacidade de caminhada de indivíduos com DAP ainda não são totalmente compreendidos. Este estudo objetivou 1) comparar a oxigenação tecidual periférica e o metabolismo muscular de indivíduos com DAP de capacidades de caminhada distintas e 2) avaliar quais variáveis de oxigenação tecidual periférica e metabolismo muscular têm potencial de explicar a variabilidade da distância caminhada entre os níveis de desempenho. **Métodos:** Estudo transversal exploratório com amostra não probabilística composta por adultos com diagnóstico de DAP. A avaliação da oxigenação tecidual foi realizada pela *Near-Infrared Spectroscopy* (NIRS) durante a manobra de oclusão arterial e no teste em esteira com velocidade e inclinação constantes (3,2 km/h, 10%). A auto percepção dos participantes acerca da sua capacidade de caminhada foi coletada através o *Walking Impairment Questionnaire* (WIQ). Para comparação entre grupos, os participantes foram separados em tercís (T1, T2 e T3) conforme a distância percorrida no teste em esteira e a média da pontuação no WIQ. A análise de variância unidirecional (ANOVA *one-way*) foi utilizada para as comparações entre tercís e a regressão linear múltipla para as análises de associação. **Resultados:** Não houveram diferenças significativas entre os tercís nos valores basais de saturação tecidual periférica de oxigênio (StO₂) ou no delta dos valores de StO₂ em todos os tercís. A taxa de reoxigenação e StO₂ na hiperemia na manobra de oclusão e o tempo para atingir a menor StO₂ e o tempo de resistência à isquemia no teste em esteira foram significativamente maiores no T3 comparados a T1 e T2 ($p<0,05$). A regressão linear demonstrou que o tempo de resistência à isquemia é a variável que parece ter maior influência na distância percorrida (R^2 ajustado=0,83). **Conclusão:** O melhor desempenho de caminhada esteve ligado a melhor capacidade de resposta dinâmica à isquemia. Fatores como disfunção microvascular, endotelial e muscular pareceram ser decisivos na redução da capacidade de caminhada de indivíduos com DAP.

Introdução

A doença arterial periférica (DAP) é um reflexo da aterosclerose sistêmica que gera obstrução parcial ou total do fluxo sanguíneo periférico, resultando em baixa perfusão sanguínea e isquemia por desequilíbrio entre oferta e demanda de oxigênio (Baker *et al.*, 2017; Kullo; Rooke, 2016; Lane *et al.*, 2017; Manfredini *et al.*, 2012; Mueller *et al.*, 2016; Olin *et al.*, 2016).

A piora da capacidade de caminhada é o comprometimento funcional mais relevante para esta população, e, portanto, o de maior interesse no tratamento da DAP (Nicolai *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2024; Poredoš; Jezovnik, 2020). Para conhecimento da capacidade de caminhada, instrumentos como os testes de caminhada e questionários de autopercepção são ferramentas relevantes (Nicolai *et al.*, 2009; Poredos *et al.*, 2022).

Estudos sugerem que piores níveis de claudicação intermitente podem ter relação com hábitos sedentários e declínio funcional, e, teoricamente, piores oxigenação e metabolismo muscular (Mcdermott *et al.*, 2006, 2011). Indivíduos sintomáticos tem distância de caminhada reduzida em até 50% se comparados a seus pares saudáveis, decréscimo este relacionado à pior qualidade de vida e menores níveis de capacidade funcional (Cunha-filho, I. T. da *et al.*, 2007; Dua; Lee, 2016; Green, 2002).

A *near-infrared spectroscopy* (NIRS) é um equipamento não invasivo, portátil que permite a monitorização indolor da oxigenação tecidual periférica através da espectroscopia por infravermelho próximo, tanto em repouso quanto no exercício (Baltrūnas *et al.*, 2022; Boezeman *et al.*, 2016). A NIRS permite a visualização de um recorte do ambiente muscular, expresso através de valores da saturação de oxigênio tecidual e das variações de oxihemoglobina (HbO₂), desoxi-hemoglobina (HHb) e hemoglobina total, viabilizando o

reconhecimento de possíveis interações entre a demanda, o fornecimento e o consumo do oxigênio (Boezeman *et al.*, 2016; Fuglestad *et al.*, 2020).

Foi previamente demonstrado que a capacidade de caminhada e a oxigenação periférica na DAP podem ser positivamente alteradas pelo treinamento aeróbico e muscular (Baker *et al.*, 2017; Manfredini *et al.*, 2009). Entretanto, ao levar em consideração a perfusão, o metabolismo e a oxigenação tecidual, os mecanismos periféricos que podem atuar sob a capacidade de caminhada dos indivíduos com DAP ainda não são totalmente compreendidos (Baker *et al.*, 2017; Manfredini *et al.*, 2009, 2012). Portanto, estudos que contribuam para a compreensão destes mecanismos são relevantes para a comunidade científica.

Com enfoque nestes mecanismos, este estudo objetivou comparar a oxigenação tecidual periférica e o metabolismo muscular de indivíduos com DAP de capacidades de caminhada distintas e avaliar quais variáveis de oxigenação tecidual periférica e metabolismo muscular têm o potencial de explicar a variabilidade da distância caminhada entre os níveis de desempenho observados. A hipótese do estudo foi que indivíduos com melhor capacidade de caminhada apresentam também melhores indicadores de metabolismo muscular e de reoxigenação periférica do que aqueles com menores distâncias caminhadas.

Materiais e métodos

Desenho do estudo

Estudo transversal exploratório que utilizou os dados do *baseline* de dois ensaios clínicos aleatorizados, aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE 51042621.5.0000.5149 e 51274515.4.0000.5149).

Participantes

Indivíduos com diagnóstico de DAP e com idade mínima de 18 anos de idade, compuseram a amostra a despeito de sexo e etnia. Para ingressar no estudo, os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido após receber todas as informações relativas aos procedimentos da pesquisa.

Os critérios de inclusão para considerar elegibilidade foram índice tornozelo-braquial (ITB) $<0,90$ ou $>1,30$ com diagnóstico clínico de DAP, presença de claudicação intermitente, classificação de baixo ou moderado risco cardiovascular para a realização de exercício físico (Carvalho, T. de *et al.*, 2020), com ausência de dor em repouso, sem lesão de pele em membros inferiores e que se apresentassem clinicamente estáveis nos três meses que antecederam a avaliação, sendo a estabilidade clínica definida como ausência de internação e/ou descompensação com necessidade de assistência em pronto atendimento.

Foram excluídos sujeitos com limitação de marcha por causas diferentes da DAP, contraindicação de exercício por condições clínicas e/ou comprometimento cognitivo verificado através do Mini-Exame do Estado Mental (13 para analfabetos, 18 para baixa e média escolaridade e 26 para alta escolaridade) (Bertolucci *et al.*, 1994). Também foram excluídos aqueles que não puderam assimilar e executar os procedimentos requeridos, ou que não compareceram à avaliação física.

NIRS

O modelo do dispositivo NIRS utilizado foi o *PortaMon*[®] (Artinis, Holanda), um sistema sem fio, portátil, com transmissão simultânea de informações ao software *Oxysoft*[®] através de sistema *bluetooth*. Os sensores da NIRS foram acoplados no músculo gastrocnêmio (porção medial) da perna mais acometida, com o participante em decúbito dorsal, com uso de filme plástico e faixa elástica escura. O zero fisiológico da HbO₂ e da HHb foi definido através da

manobra de oclusão arterial, a partir da insuflação de um torniquete de nylon acoplado a um dispositivo pneumático e posicionado entre o terço médio e distal da coxa, a uma pressão entre 250-280mmHg, sustentada por cinco minutos para estabilização das medidas (Boushel *et al.*, 2001; Manfredini *et al.*, 2009; Vardi; Nini, 2008). Ao final da manobra o manguito foi devidamente desinflado e desacoplado.

Teste de caminhada em esteira

Para escolha do protocolo utilizado ao longo do estudo foi levada em consideração a reprodutibilidade dos protocolos existentes, além da imposição de carga intermediária de maneira que pudesse ser tolerada por sujeitos com capacidades de exercício variadas, assim como, gerar sobrecarga suficiente para avaliação funcional (Cunha-filho, I. T. da *et al.*, 2007). Neste estudo, a aplicação do teste se deu através do protocolo contínuo, com velocidade de 3,2km/h e inclinação de 10% (Nicolai *et al.*, 2009).

Com o objetivo de avaliar a capacidade de caminhada, os participantes foram instruídos a deambular na esteira com a carga descrita no protocolo pelo maior tempo possível. O teste foi descontinuado caso participante não conseguisse mais caminhar por sintoma claudicante, se chegasse ao tempo limite de 30 minutos ou caso o avaliador indicasse a interrupção por critérios de segurança previamente estabelecidos.

O teste se iniciou com aquecimento de um minuto na esteira, durante o qual a velocidade e inclinação foram paulatinamente aumentados até atingir 3,2km/h e inclinação de 10% (Nicolai *et al.*, 2009). Os avaliadores realizaram registros ao longo do teste do tempo e distância até início da dor, tempo até dor máxima, distância máxima percorrida, mensuração de variáveis hemodinâmicas (pressão arterial, frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio) antes, durante e após o teste. A percepção subjetiva de esforço foi registrada ao

início e ao final do teste pela Escala de Borg Modificada de 0-10 (Borg, 1998; Burnetto; Paulin; Yamaguti, 2002).

WIQ

O *Walking Impairment Questionnaire* (WIQ), questionário validado para a população com DAP, foi realizado com a finalidade de avaliar a auto percepção de capacidade e velocidade de caminhada, além de subir escadas. Possui os domínios distância, velocidade e subir escadas. Em cada domínio, sua pontuação varia de zero a 100%, sendo 100% equivalente ao melhor desempenho (ANEXO II).

As informações solicitadas neste questionário referem-se às percepções do indivíduo no último mês, trata-se de um instrumento breve, de fácil aplicação, traduzido e validado para a população brasileira (Manfredini *et al.*, 2012; Poredos *et al.*, 2022). Neste estudo, o comprometimento funcional autorrelatado foi expresso através da pontuação em cada domínio do WIQ e média final das pontuações.

Procedimentos

A figura 1 representa todos os procedimentos realizados no estudo em linha do tempo. Os indivíduos recrutados realizaram consulta médica de triagem no serviço de reabilitação cardiovascular do ambulatório de referência de um Hospital Universitário para classificação de risco cardiovascular (Carvalho, T. de *et al.*, 2020) e liberação clínica para participação do estudo.

Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório de uma Universidade Pública, em sala com temperatura controlada (22-24°C). Foram realizados anamnese, coleta de dados sociodemográficos e exame físico.

Para a análise da oxigenação tecidual periférica e do metabolismo muscular, a NIRS foi acoplada na área de maior circunferência da panturrilha da perna mais sintomática conforme autorrelato de claudicação intermitente do participante. Inicialmente foi realizada a manobra de oclusão arterial. Após 10 minutos de repouso para estabilização das medidas, foi realizada ambientação na esteira e só então foi realizado o teste em esteira com velocidade e inclinação constantes com monitorização contínua pela NIRS. O teste em esteira e o WIQ foram realizados em ordem aleatorizada por sorteio prévio.

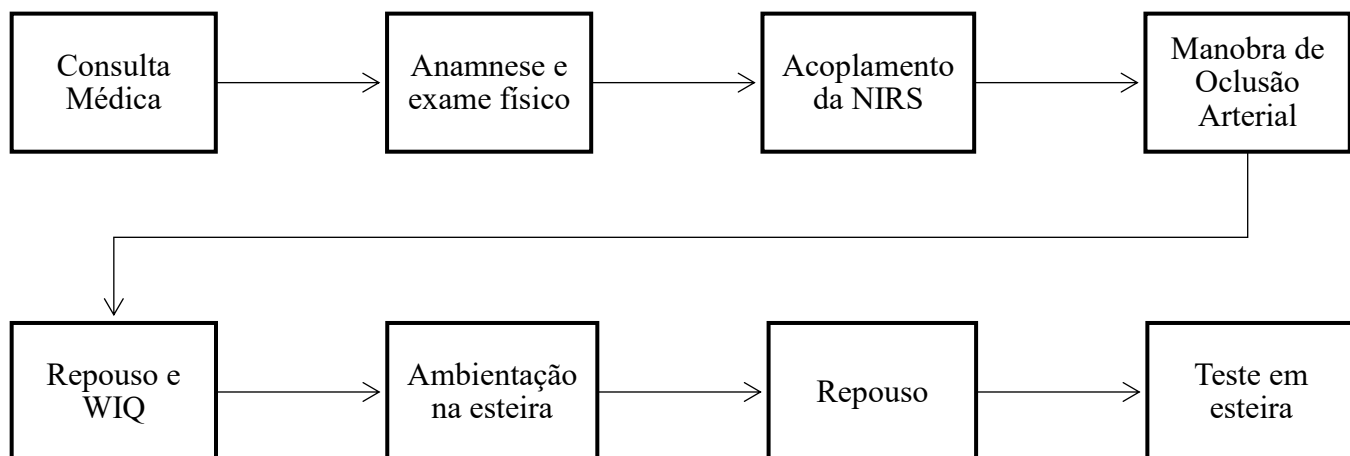


Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos realizados

Variáveis do estudo

a) Variáveis de interesse durante o repouso e manobra de oclusão arterial:

- StO₂ inicial: valor de StO₂ (%) basal antes da realização dos testes.

-Delta StO₂: diferença entre o valor de StO₂ (%) ao final da manobra de oclusão arterial e o valor basal.

-Taxa de reoxigenação após manobra de oclusão: razão entre o delta da StO_2 (%) e o tempo (minutos) necessário para a recuperação da StO_2 ao valor basal.

-Maior StO_2 (%) atingida durante a fase de hiperemia após manobra de oclusão.

b) Variáveis de interesse durante o teste em esteira:

-Delta da StO_2 : diferença entre o menor valor de StO_2 (%) observado durante o teste em esteira e o valor basal.

-Menor StO_2 : Menor valor de StO_2 (%) atingido durante o teste.

-Tempo para atingir a menor StO_2 : Tempo (minutos) decorrido desde o início do teste até atingir o menor valor de StO_2 .

-Tempo de resistência à isquemia: Tempo (segundos) a partir da menor StO_2 até o fim do teste.

-Taxa de desoxigenação durante o teste em esteira: razão entre o delta da StO_2 (%) e o tempo de desoxigenação, em minutos.

c) Variáveis de interesse após o exercício:

-T100: tempo (segundos) decorrido desde o fim do teste até a recuperação do valor de StO_2 inicial.

-Taxa de reoxigenação após exercício: razão entre o delta da StO_2 (%) durante o teste e o tempo até recuperar a StO_2 .

Viés

Para prevenir potenciais fontes de viés foram realizadas medidas tais como a criação de protocolo e rotina de avaliação prévia, treinamento teórico e prático dos avaliadores com a

presença de indivíduos com DAP, calibração de instrumentos de precisão utilizados nas coletas de dados, controle de temperatura ambiente durante a realização dos testes, cegamento dos sujeitos para distância e tempo de caminhada no teste em esteira. Adicionalmente, a equipe pré-estabeleceu uma rotina de extração dos dados da NIRS, assim como realizou treinamento teórico e prático específico para este instrumento antes do início das coletas.

Análise estatística

- Análise preliminar

Os dados coletados com a NIRS foram analisados e extraídos através dos gráficos gerados pelo software *Oxysoft*, de maneira simultânea por duas pesquisadoras. Uma das pesquisadoras com ampla experiência em pesquisa e manejo da NIRS, e a outra foi devidamente e previamente treinada pela pesquisadora com maior expertise. Os dados foram extraídos no repouso, durante o exercício e na recuperação.

- Análise de dados e cálculo de tamanho de amostra

O cálculo amostral foi definido a partir dos dados já coletados de 40 sujeitos do *baseline* do primeiro estudo. A partir da divisão da amostra em tercís pela distância percorrida no teste em esteira e a média da pontuação obtida no WIQ, o menor tamanho de efeito f calculado foi 0,4. Assim, o N definido para o estudo foi de 22 sujeitos por tercíl (n total de 66), calculado no *G*Power 3.1.9.7*®, considerando o poder de 0,80 e alfa de 5%.

Foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade dos dados. Os participantes foram separados em tercís conforme a distância percorrida no teste em esteira e a média da pontuação obtida no WIQ para realização de comparação entre grupos, sendo o tercíl 1 (T1) o de pior desempenho, tercíl 2 (T2) de desempenho mediano e o tercíl 3 (T3) o de melhor desempenho na amostra. A partir da distância percorrida no teste em esteira, o T1 foi

composto por 25 sujeitos que percorreram menos do que 100 metros, 23 sujeitos que caminharam entre 100 e 173.3 metros compuseram o T2, e 24 sujeitos que caminharam acima de 173.3 metros compuseram o T3. Para a média da pontuação obtida no WIQ, os tercís foram compostos da seguinte forma: T1 com pontuação até 14,9; T2 acima de 14,9 até 32,6 e T3 acima de 32,6. Posteriormente, foi aplicada a análise de variância unidirecional (ANOVA *one-way*). O teste *Least Significant Difference* (LSD) foi utilizado para a realização das comparações post hoc e se considerou um valor de alfa de 5% para a significância estatística.

A regressão linear múltipla (modelo *backward*) foi utilizada para determinar quais variáveis de oxigenação muscular no esforço explicam a variância da distância de caminhada no teste em esteira. As variáveis com relação bivariada com a variável dependente e com $p < 0,20$ foram inicialmente inseridas no modelo até a definição do modelo de maior poder explicativo com o menor número de variáveis. Os pressupostos de ausência de multicolinearidade e distribuição normal dos resíduos foram atendidos.

Resultados

A Figura 2 apresenta o fluxograma com os sujeitos elegíveis, não incluídos e excluídos, assim como seus respectivos motivos. As características demográficas e clínicas dos 72 indivíduos incluídos são apresentadas na Tabela 1. A amostra foi composta em sua maioria por homens, ex-fumantes, hipertensos e diabéticos.

As características clínicas e demográficas dos 72 participantes divididos por tercís de acordo com o desempenho no teste em esteira são apresentadas na Tabela 2. Os grupos apresentaram características semelhantes, sem diferença estatística entre eles.

A Tabela 3 apresenta as variáveis do comportamento da NIRS durante a manobra de oclusão arterial, teste em esteira e após o esforço entre tercís com base no desempenho no teste em

esteira. Dois sujeitos do tercil 1 e um do tercil 2 foram excluídos da análise da manobra de oclusão por apresentarem aumento da hemoglobina total (tHb) durante a oclusão arterial. Não houveram diferenças significativas nos valores basais de StO₂ ou no delta dos valores de StO₂ em todos os tercis. Após a manobra de oclusão, a taxa de reoxigenação e StO₂ na hiperemia foram maiores no T3, com diferença significativa em relação ao T1 e T2. Durante o teste em esteira não houveram diferenças significativas entre os valores mais baixos de StO₂ ou entre as taxas de desoxigenação, entretanto, o tempo para atingir a menor StO₂ e o tempo de resistência à isquemia se mostrou significativamente maior no T3 em comparação com T1 e T2. Na fase de recuperação após esforço não houveram diferenças significativas entre os tercis.

A regressão linear para a variável dependente distância no teste em esteira é apresentada na tabela 4. O segundo modelo de regressão linear mostrou que o tempo de resistência à isquemia é a variável que parece ter maior influência na distância percorrida. Em todos os modelos foi testada a influência da variável diabetes mellitus e sua presença ou ausência não alterou a predição dos modelos.

Os tercis definidos pelos resultados do WIQ não apresentaram diferença significativa e, portanto, não foram reportados em tabela.

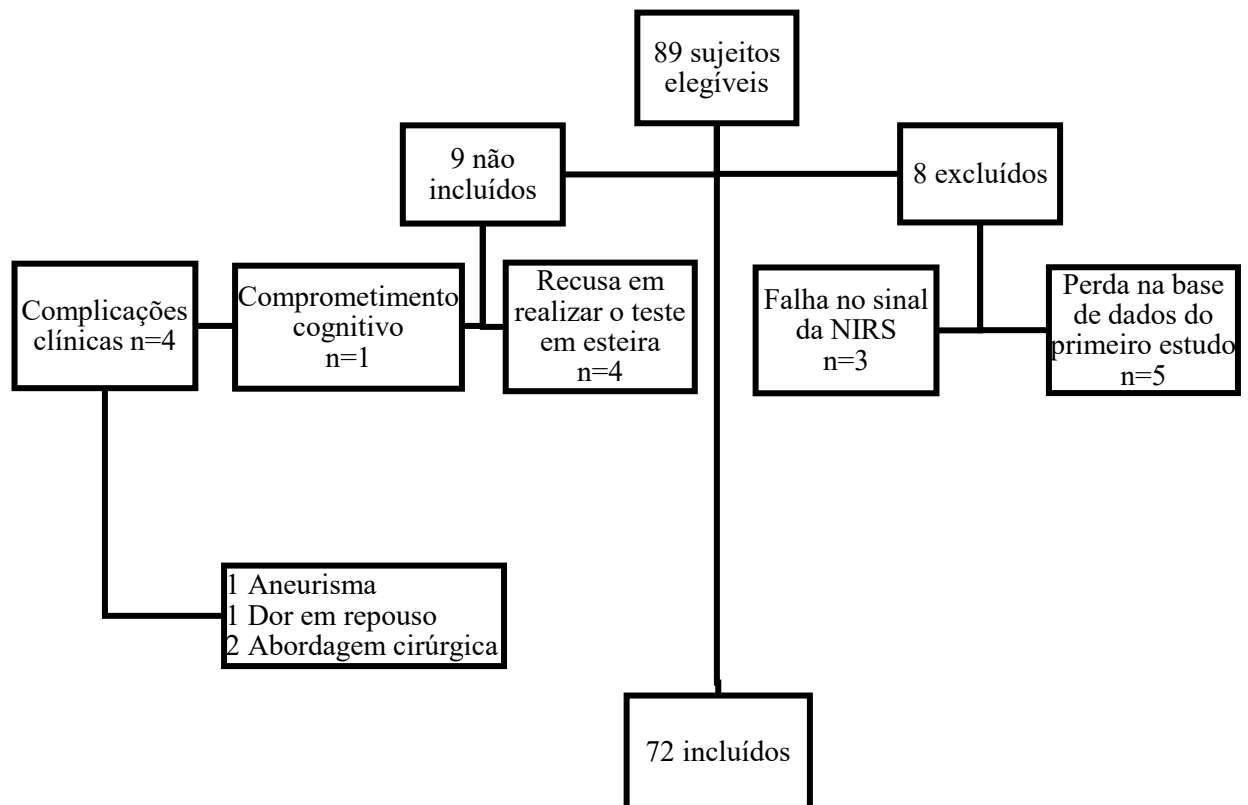


Figura 2 – Fluxograma de sujeitos recrutados, não incluídos e excluídos.

Tabela 1 – Características clínicas e demográficas da amostra (n=72).

Variáveis	Média ± DP ou n (%)
Idade, anos	65.83 ± 9.06
Sexo, n (%)	
Masculino	41 (56.90)
IMC, kg/m ² (média ± DP)	27.25 ± 4.69
Nível de obstrução arterial, n (%)	
Aorto-ílica	17 (23.60)
Superficial femoral	29 (40.30)
Indefinido	24 (33.30)
Mista	2 (2.80)
ITB médio (média ± DP)	0.65 ± 0.14
Tabagismo, n (%)	
Não	10 (13.90)
Tabagista	18 (25.00)
Ex-tabagista	44 (61.10)
Alcoolismo, n (%)	
Não	51 (70.80)
Alcoolista	15 (20.80)
Ex-alcoolista	6 (8.30)
Hipertensão arterial, n (%)	64 (88.90)
Diabetes mellitus, n (%)	29 (40.30)

Doença arterial coronariana, n (%)		
	Sim	25 (34.70)
	Não	28 (38.90)
	Indeterminado	19 (26.40)
Medicação, n (%)		
	Cilostazol	22 (30.60)
	Betabloqueadores	30 (41.70)

DP: desvio padrão; n: número; %: frequência relativa; IMC: Índice de massa corporal; ITB: Índice tornozelo-braquial.

Tabela 2 – Características clínicas e demográficas da amostra dividida em tercís de acordo com o desempenho no teste em esteira.

	T1 (n=25) ($< 100\text{m}$)	T2 (n=23) ($\geq 100\text{ m} / < 173.3\text{m}$)	T3 (n=24) ($\geq 173.3\text{m}$)	<i>p</i>
Idade, anos	66.05 ± 9.13	68.10 ± 8.36	63.76 ± 8.12	0.062
Sexo, n (%)				0.078
	Masculino	11 (44)	12 (52)	18 (75)
IMC, kg/m^{-2} (média ± DP)	27.59 ± 4.85	26.80 ± 4.72	26.82 ± 4.72	0.830
Nível de obstrução arterial, n (%)				0.255
	Aorto-iliaca	5 (20)	8 (34.8)	4 (16.7)
	Superficial femoral	7 (28)	10 (43.5)	12 (50)
	Indefinido	12 (48)	4 (17.4)	8 (33.3)
	Misto	1 (4)	1 (4.3)	0 (0)
ITB médio (média ± DP)	0.67 ± 0.16	0.65 ± 0.14	0.61 ± 0.13	0.321
Tabagismo, n (%)				0.094
	Não	5 (20)	2 (8.7)	3 (12.5)
	Tabagista	9 (36)	2 (8.7)	7 (29.2)
	Ex-tabagista	11 (44)	19 (82.6)	14 (58.3)
Alcoolismo, n (%)				0.571
	Não	20 (80)	16 (69.6)	15 (62.5)
	Alcoolista	4 (16)	4 (17.4)	7 (29.2)
	Ex-alcoolista	1 (4)	3 (13)	2 (8.3)
Hipertensão arterial, n (%)	22 (88)	22 (95.7)	20 (83.3)	0.399
Diabetes mellitus, n (%)	10 (40)	8 (34.8)	11 (45.8)	0.742
Doença arterial coronariana, n (%)				0.059
	Sim	6 (24)	7 (30.4)	12 (50)
	Não	15 (60)	9 (39.1)	4 (16.7)
	Indeterminado	4 (16)	7 (30.4)	8 (33.3)

Medicação, n (%)

Cilostazol	8 (32)	8 (34.8)	6 (25)	0.753
Betabloqueadores	8 (32)	12 (52.2)	10 (41.7)	0.367

Dados apresentados como frequência absoluta (n) e relativa (%) ou como média \pm desvio padrão (DP). IMC: Índice de massa corporal; ITB: Índice tornozelo-braquial.

Tabela 3 – Resultados do teste em esteira e variáveis da NIRS durante manobra de oclusão arterial, teste em esteira e pós teste da amostra dividida em tercís conforme desempenho no teste em esteira.

	T1 ($< 100\text{m}$)	T2 ($\geq 100\text{ m} / < 173.3\text{m}$)	T3 ($\geq 173.3\text{m}$)	F	p
Desempenho no teste em esteira (n=72)					
Tempo (min)	1.62 (1.48–1.76)	3.09 (2.10–4.07)	6.67 (5.23–8.10) ^{*,†}	44.47	<0.001
Distância caminhada (m)	72.36 (64.49–80.22)	129.10 (121.74–136.45)	346.16 (268.93–423.44) ^{*,†}	44.47	<0.001
Oclusão (n=69)					
StO ₂ inicial (%)	65.13 (62.38–67.88)	66.00 (63.95–68.05)	67.31 (65.72–68.90)	1.13	0.330
Delta StO ₂ (%)	-19.25 (-22.27 – -16.25)	-18.45 (-21.34 – -15.56)	-21.24 (-24.16 – -18.32)	1.05	0.354
Taxa de reoxigenação ($\Delta\text{StO}_2/\text{min}$)	17.35 (12.46–22.24)	15.54 (9.47–21.60)	25.44 (18.06–32.82) ^{*,†}	3.11	0.049
Maior StO ₂ na hiperemia (%)	70.91 (68.45–73.37)	71.56 (69.57–73.54)	74.55 (73.17–75.95) ^{*,†}	4.42	0.016
Teste em esteira (n=72)					
StO ₂ inicial (%)	66.88 (64.50–69.25)	67.22 (64.85–69.60)	67.46 (65.59–69.33)	0.08	0.925
Delta StO ₂ (%)	-15.74 (-19.56 – -11.92)	-16.01 (-19.18 – -12.85)	-16.58 (-19.65 – -13.51)	0.07	0.933
Menor StO ₂ atingida (%)	50.30 (46.10–54.50)	50.69 (46.87–54.51)	50.29 (47.05–53.54)	0.01	0.985
Tempo para atingir a menor StO ₂ (min)	1.07 (0.86–1.27)	1.03 (0.84–1.22)	1.77 (1.03–2.52) ^{*,†}	3.49	0.036
Taxa de desoxigenação ($\Delta\text{StO}_2/\text{min}$)	18.51 (13.28–23.75)	18.87 (13.89–23.84)	13.33 (10.20–16.47)	1.97	0.147
Tempo de resistência à isquemia (seg)	43.14 (32.53–53.76)	88.65 (72.28–105.02)	235.38 (145.93–324.83) ^{*,†}	13.36	<0.001
Pós-teste (n=72)					
Taxa de reoxigenação ($\Delta\text{StO}_2/\text{min}$)	0.13 (0.09–0.16)	0.12 (0.09–0.16)	0.15 (0.11 – 0.19)	0.67	0.516
T100 (seg)	154.61 (114.90–194.32)	184.73 (120.58–248.89)	134.17 (103.28–165.05)	1.26	0.290

Valores apresentados como média e intervalo de confiança de 95%; min: minutos; seg: segundos; m: metros; StO₂: saturação periférica de oxigênio; ΔStO₂: delta de saturação periférica de oxigênio; T100: tempo de recuperação até nível de StO₂ basal. *: $p < 0.05$ T3 vs T1. †: $p < 0.05$ T3 vs T2.

Modelo	Variáveis	<i>p</i>	R ² ajustado	Constant	B
1	Taxa de desoxigenação	<0.001	0.89	-231.34	-3.28
	Tempo de resistência à isquemia				0.90
	Delta HHb				-2.26
	Taxa de reoxigenação				552.14
	T100				0.36
	Maior StO ₂ na hiperemia				3.39
2	Tempo de resistência à isquemia	<0.001	0.83	64.52	0.97

Tabela 4 – Regressão linear para a variável dependente distância no teste em esteira (n=72).

StO₂: saturação periférica de oxigênio; HHb: desoxihemoglobina; T100: tempo de recuperação até nível de StO₂ basal.

Discussão

Em suma, o presente estudo demonstrou que apesar de todos os participantes apresentarem nível de oxigenação periférica similar no repouso e atingiram o mesmo nível de isquemia durante o esforço no teste em esteira, aqueles que obtiveram maior distância de caminhada (T3) se distinguiram dos demais na taxa de reoxigenação mais eficaz e hiperemia mais elevada na manobra de oclusão, no tempo mais prolongado para atingir a menor StO₂ no teste em esteira e no maior tempo de resistência à isquemia durante o teste.

Nossa amostra foi composta, em sua maioria, por indivíduos idosos com ITB médio abaixo de 0.7 e presença dos principais fatores de risco para DAP (Golledge, 2022; Lane *et al.*, 2017; Norgren *et al.*, 2007), fatores estes distribuídos homogeneamente mesmo quando dividida em tercís. O melhor desempenho atingido no teste em esteira foi do T3, com média de acima de 300 metros. Em contraposição, T1 e T2 apresentaram testes com duração abaixo de cinco minutos, ou 250 metros, marco utilizado para distinguir sujeitos com claudicação moderada a

grave de acordo com classificação clínica amplamente utilizada tanto na prática clínica quanto em ensaios clínicos (Rutherford *et al.*, 1997).

Ao acessar a auto percepção destes indivíduos através do WIQ, não foi encontrada nenhuma diferença entre os tercís para as variáveis de oxigenação tecidual periférica analisadas neste estudo. A ausência dessa diferença entre os tercís divididos pelo relato subjetivo de capacidade de caminhada no WIQ pode ter ocorrido por autopercepção inexata sobre a capacidade funcional dos sujeitos analisados. Evidências prévias demonstram que indivíduos com DAP costumam estimar a sua capacidade de caminhada de forma imprecisa, além de esta imprecisão tornar-se ainda mais evidente em indivíduos com idade superior a 60 anos (Abraham *et al.*, 2012; Watson *et al.*, 1997), o que foi a maior parte da amostra analisada neste estudo.

Todos os participantes deste estudo iniciaram as coletas com valores similares de StO₂ e atingiram também níveis semelhantes de isquemia tanto na manobra de oclusão arterial quanto durante o teste em esteira, de forma que não houveram diferenças significativas nestas variáveis entre os tercís divididos pela distância no teste em esteira. O que distinguiu os tercís, além do desempenho no teste em si, foram as variáveis relacionadas a função endotelial e microvascular. A disfunção endotelial, macro e/ou microvascular já foi associada a maior risco de doenças cardiovasculares, podendo ainda acrescer a morbidade e mortalidade de indivíduos com DAP (Anderson *et al.*, 2011; Hafner *et al.*, 2014; Huang *et al.*, 2007; Ishibashi *et al.*, 2006).

Durante a fase de recuperação da manobra de oclusão arterial, foi observada melhor taxa de reoxigenação e maior hiperemia nos indivíduos que caminharam maior distância no teste em esteira (T3). A fase de hiperemia reativa após um período de isquemia acontece através de vasodilatação com consequente redução da resistência microvascular, que promove a

reperfusão do tecido desoxigenado (Rosenberry; Nelson, 2020). Ademais, foi previamente demonstrado que a magnitude da reperfusão está proporcionalmente relacionada à capacidade de responsividade endotelial e microvascular, sendo significativamente correlacionada com a medida da dilatação fluxo-mediada, técnica não invasiva amplamente utilizada na avaliação da responsividade macrovascular (Mclay *et al.*, 2016; Rosenberry; Nelson, 2020).

Durante o teste em esteira foi possível detectar que o T3 além de desoxigenar de forma mais lenta, também conseguiu resistir por mais tempo à isquemia periférica, resultando em maior tempo e capacidade de caminhada. Estudos prévios já demonstraram que indivíduos com DAP apresentam desoxigenação mais rápida quando comparados com indivíduos saudáveis (Joseph *et al.*, 2022). Fatores como restrição macrovascular ao fluxo sanguíneo e doença microvascular caracterizada pelo espessamento de membranas basais capilares, fibrose perivascular e prejuízo da reatividade endotelial, apresentam potencial de afetar as células musculares, levando à disfunção mitocondrial significativa, estresse oxidativo e uso ineficiente do oxigênio e de demais nutrientes disponíveis, caracterizando defeito metabólico do músculo esquelético por produção insuficiente de adenosina-trifosfato (ATP) (Makris *et al.*, 2007; Muller *et al.*, 2013; Pipinos *et al.*, 2006, 2008). Tais mecanismos podem explicar a desoxigenação mais rápida entre os sujeitos com menor distância de caminhada e pior função endotelial (T1 e T2).

Além disso, os tercis 1 e 2 apresentaram testes com duração inferior a dois minutos, de forma que não chegaram a atingir o estado estável de oxigênio, comumente alcançado após três minutos de exercício (Xu; Rhodes, 1999). A ausência de estado estável de oxigênio pode ser explicada pela oferta deficitária de oxigênio ao músculo em atividade, mas parece, sobretudo nesta população, estar ligada à redução da capacidade muscular oxidativa, fator que

aparentemente distingue o tercil 3 dos demais tercis com menor capacidade de caminhada (Hughson, 1990; Hughson; Morrissey, 1983; Xu; Rhodes, 1999).

O maior tempo de resistência à isquemia observado no T3 pode ser explicado por maior atividade de enzimas oxidativas em resposta à isquemia, gerando alteração do metabolismo muscular esquelético e viabilizando uma extração mais eficiente do O₂ disponível (Holm; Björntorp; Schersth, 1972; Jansson *et al.*, 1988; Makris *et al.*, 2007). Indivíduos com menor capacidade de exercício, como aqueles que compuseram T1 e T2, experenciam fase anaeróbia prolongada por produção insuficiente de ATP, o que resulta na interrupção de caminhada (Schocke; Esterhammer; Greiner, 2008). Evidências demonstram que o exercício físico induz o remodelamento extensivo do sistema vascular, sendo responsável por melhora consistente da função endotelial, incremento de densidade capilar, redução de marcadores inflamatórios e melhor vasodilatação endotélio-dependente (Baker *et al.*, 2017; Gokce *et al.*, 2002; Makris *et al.*, 2007; Mazzolai *et al.*, 2024; Muller *et al.*, 2013; Stewart *et al.*, 2002). Assim, o modelo de regressão linear encontrado neste estudo, que indica o tempo de resistência à isquemia como variável de maior potencial explicativo para a variância da distância de caminhada, fortalece a premissa da realização de treinamento isquêmico em sintoma claudicante moderado a máximo, como indicado por diretrizes e especialistas ao redor do mundo (Carthy, 2013; Gerhard-Herman *et al.*, 2017; Norgren *et al.*, 2007; Treat-Jacobson *et al.*, 2019).

Apesar dos resultados não terem se mostrado significativos, é possível observar que durante a recuperação do exercício em esteira, o T3 demonstrou uma velocidade em torno de 27% mais rápida que o T2 para retomar ao valor de StO₂ basal, dado relevante para a prática clínica, já que indivíduos com uma recuperação mais eficiente também tendem a retomar a caminhada mais rapidamente, o que pode reduzir o impacto da DAP no cotidiano. Além disso, estudo prévio levanta a possibilidade de que o tempo prolongado para recuperação após o esforço

pode indicar pior função microvascular, como provável reflexo da rigidez e alcance de vasodilatação máxima de arteríolas e capilares (Kragelj *et al.*, 2001), reforçando os achados previamente discutidos que demonstraram pior função endotelial e microvascular dos indivíduos com pior desempenho de caminhada.

Este estudo apresentou algumas limitações. A parcela de 4% dos participantes não teve manobra de oclusão incluída na análise de dados pois apresentaram incremento da tHb durante a manobra, o que pode ser explicado por redistribuição sanguínea na panturrilha ou por não ter havido oclusão completa do sistema arterial durante análise do membro inferior (Beekvelt, 2002; Kooijman *et al.*, 1997). Entretanto, essa perda é mínima e não tem potencial de prejudicar a generalização dos dados da amostra, já que a maioria dos participantes apresentaram manobra de oclusão arterial efetiva.

É importante destacar que, devido ao perfil da amostra, os resultados deste estudo não podem ser generalizados para indivíduos com alto risco cardiovascular para realização de exercícios, com rigidez arterial maior ou com isquemia ameaçadora de membros inferiores. Além disso, os achados do presente estudo se referem a uma amostra específica de idosos, com sobrepeso, em sua maioria tabagistas e hipertensos, com prevalência menor de diabetes, o que demanda cautela ao generalizar clinicamente esses resultados, sendo ainda importante destacar que outros fatores não avaliados neste estudo, como desempenho muscular, podem apresentar influência sobre o desempenho físico desses indivíduos.

Por fim, possíveis vieses relativos a características clínicas distintas entre os tercís foram controlados considerando que a distribuição foi homogênea em relação à composição corporal, idade, ITB médio e presença de fatores de risco entre os grupos, o que reduz a influência de fatores de confusão e garante que a capacidade de caminhada foi o fator preponderante para as diferenças encontradas.

Conclusão

Os achados descritos neste estudo sugeriram que as variáveis da NIRS relacionadas à oxigenação e metabolismo muscular tem comportamento distinto entre os indivíduos com melhor e pior capacidade de caminhada, de forma que o melhor desempenho de caminhada parece estar ligado a melhor capacidade de resposta dinâmica à isquemia. Ademais, este estudo ainda possibilitou verificar a presença de disfunção microvascular, endotelial e muscular como potenciais fatores de influência na redução da capacidade de caminhada de indivíduos com DAP, expressos através das diferenças entre sujeitos com melhor e pior capacidade de caminhada em variáveis da NIRS durante a manobra de oclusão, teste em esteira e em seus respectivos períodos de recuperação. Tais achados reforçam dados prévios acerca da relevância do treinamento em sintoma isquêmico moderado a máximo para alcançar incremento das funções endotelial, microvascular e muscular, resultando em indivíduos capazes de utilizar o oxigênio disponível com maior efetividade durante a caminhada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação foi realizada sob orientação da professora doutora Danielle Aparecida Gomes Pereira conforme proposta pedagógica do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação (PPGCR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Este estudo se propôs, através do uso da NIRS, a verificar diferenças de metabolismo e oxigenação periféricos em indivíduos com DAP com diferentes capacidades de caminhada. Entre os primeiros desafios, destaca-se a necessidade de adquirir novos conhecimentos sobre a NIRS, seu funcionamento e interpretações. Foi necessário um longo período de leituras, estudos práticos e discussões para que fosse possível dominar esta nova e promissora tecnologia.

Nossos resultados demonstraram que indivíduos com maiores capacidades de caminhada se diferem daqueles com menor capacidade em relação a funções metabólicas, microvasculares e

endoteliais, de forma que o grupo com maior distância caminhada demonstrou melhor responsividade à isquemia e maior efetividade no uso do oxigênio durante o esforço. Ainda foi possível demonstrar que o parâmetro da NIRS que mais explicou a variabilidade de caminhada no teste em esteira foi o tempo de resistência à isquemia. Considero que os frutos deste trabalho foram excelentes, não só para o grupo de pesquisa, mas também para a comunidade científica em sua totalidade.

Acerca das minhas vivências pessoais durante o processo, foram as melhores possíveis. Pude adquirir diversos conhecimentos com ótimos professores, tive a oportunidade de estar próxima a acadêmicos e ministrar aulas, o que não agregou somente ao meu aprimoramento profissional, mas também ao meu crescimento pessoal. Durante o período de coleta de dados surgiram obstáculos no caminho, mas em equipe, sempre conseguimos ajustar e seguir firmemente na realização de um ótimo trabalho.

Destaco ainda a importância do trabalho da minha orientadora, Danielle Gomes, que conduziu todo este processo com maestria. Parte da minha felicidade e leveza com todo o caminho percorrido é reflexo da forma como ela domina não só a teoria, mas também o manejo dos seus orientandos e extração das melhores versões de cada um, para que como equipe, o resultado seja sempre o mais exemplar possível.

Em suma, vi o mestrado como uma grande oportunidade que contribuiu para o enriquecimento das minhas habilidades acadêmicas e profissionais. Tenho apenas boas experiências e valiosos aprendizados para destacar acerca do processo. Ao fim destes dois anos, me sinto extremamente feliz e realizada em ter me encontrado como pesquisadora, além de me sentir mais preparada e no anseio por desafios e oportunidades que ainda virão.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, P. *et al.* Aging reduces the accuracy of self-reported walking limitation in patients with vascular-type claudication. **Journal of vascular surgery**, v. 56, n. 4, p. 1025–1031, 2012.
- ANDERSON, T. J. *et al.* Microvascular function predicts cardiovascular events in primary prevention: Long-term results from the firefighters and their endothelium (FATE) study. **Circulation**, v. 123, n. 2, p. 163–169, 18 jan. 2011.
- BAKER, W. B. *et al.* Effects of exercise training on calf muscle oxygen extraction and blood flow in patients with peripheral artery disease. **J Appl Physiol**, v. 123, p. 1599–1609, 2017.
- BALTRŪNAS, T. *et al.* The use of near-infrared spectroscopy in the diagnosis of peripheral artery disease: A systematic review. **Vascular SAGE Publications Ltd**, 1 ago. 2022.
- BEEKVELT, M. C. P. VAN. QUANTITATIVE NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY IN HUMAN SKELETAL MUSCLE METHODOLOGICAL ISSUES AND CLINICAL APPLICATION. 2002.
- BERTOLUCCI, P. H. F. *et al.* O mini-exame do estado mental em uma população geral impactado da escolaridade. **Arq Neuropsiquiatr.**, 1994.
- 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**, 2016.
- BORG, G. Borg's perceived exertion and pain scales. **Human Kinetics**, 1998.
- BOUSHEL, R. *et al.* Monitoring tissue oxygen availability with near infrared spectroscopy (NIRS) in health and disease. **Scand J Med Sci Sports**, v. 11, p. 213–222, 2001.
- BURNETTO, A.; PAULIN, E.; YAMAGUTI, W. Comparação entre a escala modificada de Borg e a escala de Borg modificada análogo visual aplicadas em pacientes com dispnéia. **Braz. j. phys. ther.**, p. 41–45, 2002.
- CAMPIA, U. *et al.* Peripheral Artery Disease: Past, Present, and Future. **American Journal of Medicine Elsevier Inc.**, out. 2019.
- CARTHY, E. R. Lower limb peripheral arterial disease (clinical guideline 147): a guideline summary. **Annals of medicine and surgery (2012)**, v. 2, n. 1, p. 26–30, 2013.
- CUNHA-FILHO, I. T. da *et al.* The reliability of walking tests in people with claudication. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 7, p. 574–582, jul. 2007.
- CARVALHO, T. de *et al.* Brazilian cardiovascular rehabilitation guideline – 2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 114, n. 5, p. 943–987, 1 maio 2020.
- DUA, A.; LEE, C. J. Epidemiology of Peripheral Arterial Disease and Critical Limb Ischemia. **Techniques in Vascular and Interventional Radiology** W.B. Saunders, 1 jun. 2016.

- FUGLESTAD, M. A. *et al.* A low-cost, wireless near-infrared spectroscopy device detects the presence of lower extremity atherosclerosis as measured by computed tomographic angiography and characterizes walking impairment in peripheral artery disease. **Journal of Vascular Surgery**, 1 mar. 2020.
- GERHARD-HERMAN, M. D. *et al.* 2016 AHA/ACC Guideline on the Management of Patients with Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Executive Summary. **Vascular Medicine**, v. 22, n. 3, p. NP1–NP43, 11 jun. 2017.
- GOKCE, N. *et al.* Effect of exercise on upper and lower extremity endothelial function in patients with coronary artery disease. **The American Journal of Cardiology**, v. 90, n. 2, p. 124–127, jul. 2002.
- GOLLEDGE, J. Update on the pathophysiology and medical treatment of peripheral artery disease. **Nature Reviews Cardiology Nature Research**, 1 jul. 2022.
- GREEN, S. Haemodynamic limitations and exercise performance in peripheral arterial disease. **Clin Physiol Funct Imaging**, mar. 2002
- HAFNER, F. *et al.* Endothelial dysfunction and brachial intima-media thickness: long term cardiovascular risk with claudication related to peripheral arterial disease: a prospective analysis. **PloS one**, v. 9, n. 4, p. e93357, 2014.
- 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, 1 jul. 2014.
- HOLM, J.; BJDRNTORP, P.; SCHERSTH, T. Metabolic activity in human skeletal muscle. Effect of peripheral arterial insufficiency. **Europ. J. clin. Invest.** 1972.
- HUANG, A. L. *et al.* Predictive value of reactive hyperemia for cardiovascular events in patients with peripheral arterial disease undergoing vascular surgery. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 27, n. 10, p. 2113–2119, out. 2007.
- HUGHSON, R. L. Exploring cardiorespiratory control mechanisms through gas exchange dynamics. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 22, n. 1, p. 72–9, fev. 1990.
- HUGHSON, R.; MORRISSEY, M. Delayed Kinetics of $\dot{V}O_2$ in the Transition from Prior Exercise. Evidence for O₂ Transport Limitation of $\dot{V}O_2$ Kinetics: A Review. **International Journal of Sports Medicine**, v. 04, n. 01, p. 31–39, 14 fev. 1983.
- ISHIBASHI, Y. *et al.* Short duration of reactive hyperemia in the forearm of subjects with multiple cardiovascular risk factors. **Circulation Journal**, v. 70, n. 1, p. 115–123, 2006.
- JANSSON, E. *et al.* Calf muscle adaptation in intermittent claudication. Side-differences in muscle metabolic characteristics in patients with unilateral arterial disease. **Clinical Physiology**, v. 8, n. 1, p. 17–29, 7 fev. 1988.
- JOSEPH, S. *et al.* Near infrared spectroscopy in peripheral artery disease and the diabetic foot: A systematic review. **Diabetes/Metabolism Res Rev**, out. 2022.

- KOOIJMAN, H. M. *et al.* Near Infrared Spectroscopy for Noninvasive Assessment of Claudication. **Journal of Surgical Research**, v. 72, n. 1, p. 1–7, set. 1997.
- KRAGELJ, R. *et al.* Parameters of postocclusive reactive hyperemia measured by near infrared spectroscopy in patients with peripheral vascular disease and in healthy volunteers. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 29, n. 4, p. 311–320, 2001.
- KULLO, I. J.; ROOKE, T. W. Peripheral Artery Disease. **New England Journal of Medicine**, v. 374, n. 9, p. 861–871, mar. 2016.
- LANE, R. *et al.* Exercise for intermittent claudication. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, dez. 2017.
- LENG, G.; FOWKES, F. The epidemiology of peripheral arterial disease. **Vascular medicine review**, v. vmr-4, n. 1, p. 5–18, 1993.
- 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. 370–82, dez. 2008.
- MAKRIS, K. I. *et al.* Mitochondriopathy of peripheral arterial disease. **Vascular**, nov. 2007.
- MANFREDINI, F. *et al.* A Dynamic Objective Evaluation of Peripheral Arterial Disease by Near-Infrared Spectroscopy. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, v. 38, n. 4, p. 441–448, out. 2009.
- MANFREDINI, F. *et al.* Near-infrared spectroscopy assessment following exercise training in patients with intermittent claudication and in untrained healthy participants. **Vascular and Endovascular Surgery**, v. 46, n. 4, p. 315–324, maio 2012.
- MARIN, T.; MOORE, J. Understanding Near-Infrared Spectroscopy: An Update. **Critical Care Nursing Clinics of North America**, v. 36, n. 1, p. 41–50, mar. 2024.
- MAZZOLAI, L. *et al.* Exercise therapy for chronic symptomatic peripheral artery disease. **European Heart Journal**, v. 45, n. 15, p. 1303–1321, abr. 2024.
- MCDERMOTT, M. M. *et al.* Physical performance in peripheral arterial disease: a slower rate of decline in patients who walk more. **Ann Intern Med**, jan. 2006.
- MCDERMOTT, M. M. *et al.* Greater sedentary hours and slower walking speed outside the home predict faster declines in functioning and adverse calf muscle changes in peripheral arterial disease. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 57, n. 23, p. 2356–2364, 7 jun. 2011.
- MCLAY, K. M. *et al.* Vascular responsiveness measured by tissue oxygen saturation reperfusion slope is sensitive to different occlusion durations and training status. **Experimental Physiology**, v. 101, n. 10, p. 1309–1318, out. 2016.
- MENDES RITTI-DIAS, R. *et al.* Tradução e validação do Walking Impairment Questionnaire em brasileiros com claudicação intermitente. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 91 (2), 143–149. 2009.

- MUELLER, T. *et al.* Mortality rates at 10 years are higher in diabetic than in non-diabetic patients with chronic lower extremity peripheral arterial disease. **Vascular Medicine (United Kingdom)**, v. 21, n. 5, p. 445–452, 1 out. 2016.
- MULLER, M. D. *et al.* Physiology in medicine: Peripheral arterial disease. **Journal of Applied Physiology**, 1 nov. 2013.
- 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, ago. 2009.
- NORGREN, L. *et al.* Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). **Eur J Vasc Endovasc Surg**, v. 33, n. 1, 2007.
- OLIN, J. W. *et al.* Peripheral Artery Disease: Evolving role of exercise, medical therapy, and endovascular options. **J Am Coll Cardiol**. Mar. 2016 Disponível em: <<http://www.acc.org/jacc-journals-cme>>.
- OURIEL, K. Peripheral arterial disease. **Lancet**, v. 358, p. 1257–1264, 2001.
- PEREIRA, D. A. G. *et al.* Functional status in peripheral arterial disease: rehabilitated versus non-rehabilitated. **Annals of Vascular Surgery**, abr. 2024.
- PIPINOS, I. I. *et al.* Mitochondrial defects and oxidative damage in patients with peripheral arterial disease. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 41, n. 2, p. 262–269, 15 jul. 2006.
- PIPINOS, I. I. *et al.* The myopathy of peripheral arterial occlusive disease: Part 1. Functional and histomorphological changes and evidence for mitochondrial dysfunction. **Vascular and Endovascular Surgery**, dez. 2008.
- POREDOS, P. *et al.* Walking Impairment Questionnaire and walking tests are reliable indicators of success of treatment of peripheral artery disease. **Angiology**, v. 73, n. 4, p. 331–337, 1 abr. 2022.
- POREDOŠ, P.; JEZOVIK, M. K. Why to evaluate the functional capacity in PAD patients? **Vasa - European Journal of Vascular Medicine**. Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG, 1 jun. 2020.
- ROSENBERRY, R.; NELSON, M. D. Reactive hyperemia: A review of methods, mechanisms, and considerations. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, mar. 2020.
- RUTHERFORD, R. *et al.* Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: Revised version. **Journal of vascular surgery**, 1997.
- SCHOCKE, M.; ESTERHAMMER, R.; GREINER, A. High-energy phosphate metabolism in the exercising muscle of patients with peripheral arterial disease. **VASA**, v. 37, n. 3, p. 199–210, ago. 2008.

SONG, P. *et al.* Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: an updated systematic review and analysis. **The Lancet Global Health**, v. 7, n. 8, p. e1020–e1030, 1 ago. 2019.

STEWART, K. J. *et al.* Exercise training for claudication. **The New England journal of medicine**, v. 347, n. 24, p. 1941–51, 12 dez. 2002.

TREAT-JACOBSON, D. *et al.* Optimal Exercise Programs for Patients With Peripheral Artery Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. **Circulation**, v. 139, n. 4, 22 jan. 2019.

TSAO, C. W. *et al.* Heart Disease and Stroke Statistics - 2023 Update: A Report from the American Heart Association. **Circulation**, fev. 2023.

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**, jan. 2008.

WATSON, C. J. *et al.* Claudication distance is poorly estimated and inappropriately measured. **The British journal of surgery**, v. 84, n. 8, p. 1107–9, ago. 1997.

XU, F.; RHODES, E. C. Oxygen uptake kinetics during exercise. **Sports medicine**, v. 27, n. 5, p. 313–27, maio 1999.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: TRATAMENTO FISIOTERÁPICO MODIFICADO NA DOENÇA ARTERIAL OBSTRUTIVA PERIFÉRICA: UM ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO

Pesquisador: Danielle Aparecida Gomes Pereira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 51274515.4.0000.5149

Instituição Proponente: Universidade Federal de Minas Gerais

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.408.768

Apresentação do Projeto:

Conforme PARECER CONSUBSTANCIADO CEP 1380349.

Objetivo da Pesquisa:

Conforme PARECER CONSUBSTANCIADO CEP 1380349.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Conforme PARECER CONSUBSTANCIADO CEP 1380349.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Justificativa da Emenda: Foi substituído o termo "CONSETIMENTO" por "CONSENTIMENTO" no TCLE, conforme recomendação do COEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Conforme PARECER CONSUBSTANCIADO CEP 1380349.

Recomendações:

Recomenda-se a aprovação da emenda ao projeto de pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Somos favoráveis à aprovação da emenda ao projeto "TRATAMENTO FISIOTERÁPICO MODIFICADO

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 1.408.768

NA DOENÇA ARTERIAL OBSTRUTIVA PERIFÉRICA: UM ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO" da Pesquisadora Responsável Profa. Dra. Danielle Aparecida Gomes Pereira, com a adequação do TCLE.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG/ COEP-UFMG, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação da emenda proposta ao projeto de pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_648635_E1.pdf	23/12/2015 09:43:58		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	23/12/2015 09:41:08	Débora Pantuso Monteiro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	24/11/2015 20:38:02	Débora Pantuso Monteiro	Aceito
Parecer Anterior	Parecer_antigo.docx	24/11/2015 20:34:34	Débora Pantuso Monteiro	Aceito
Outros	Protocolo_CEP_preenchido_ECA_DAO_P.doc	24/11/2015 20:30:13	Débora Pantuso Monteiro	Aceito
Outros	Parecer.pdf	24/11/2015 20:28:39	Débora Pantuso Monteiro	Aceito
Outros	Adendo.doc	24/11/2015 20:27:38	Débora Pantuso Monteiro	Aceito
Outros	RF.docx	24/11/2015 20:25:53	Débora Pantuso Monteiro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	24/11/2015 20:20:17	Débora Pantuso Monteiro	Aceito
Folha de Rosto	F.pdf	24/11/2015 20:15:38	Débora Pantuso Monteiro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 1.408.768

Não

BELO HORIZONTE, 15 de Fevereiro de 2016

Assinado por:
Telma Campos Medeiros Lorentz
(Coordenador)

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.040.488

principal trata-se de um ensaio clínico aleatorizado paralelo do tipo simples cego, com dois grupos: programa domiciliar de exercícios que utiliza a telerreabilitação (PDET) e programa de reabilitação presencial ambulatorial (PRPA). 2) Estudo qualitativo para investigar acerca da aceitabilidade e satisfação com o programa domiciliar. O desfecho primário do estudo inclui a capacidade funcional avaliada pelo Incremental Shuttle Walk Test e pelo teste de caminhada em esteira com velocidade e inclinação constantes, a oxigenação muscular periférica mensurada pela Near-Infrared

Spectroscopy e a qualidade de vida investigada pelo Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey. E os resultados secundários serão comprometimento funcional autorrelatado, fatores de risco para doenças cardiovasculares, morbidade, nível de atividade física, adesão ao tratamento, aceitabilidade e satisfação. Os protocolos de intervenção consistirão de 12 semanas de caminhada intermitente até próximo a dor

máxima da claudicação, três vezes por semana. Os participantes randomizados para o PRPA participarão de sessões presenciais de exercícios supervisionados. O grupo PDET realizará os exercícios com supervisão a distância, com sessões domiciliares monitoradas por pedômetro, cardiofrequencímetro e percepção subjetiva do esforço. Os participantes do PDET registrarão os exercícios em diário de treinamento e serão acompanhados por ligações telefônicas. Os resultados serão avaliados na linha de base e após 12 semanas. Os participantes alocados no seguimento PDET serão entrevistados sobre a experiência do tratamento a distância, aceitabilidade e satisfação ao final da intervenção.”

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Investigar a eficácia de um programa domiciliar de exercícios que utiliza a telerreabilitação (PDET) na capacidade funcional, oxigenação muscular periférica e qualidade de vida dos indivíduos com DAP, comparados com o programa de reabilitação presencial ambulatorial (PRPA), em um país em desenvolvimento.

Objetivo Secundário:

Avaliar se o PDEI melhora a capacidade funcional em indivíduos com DAP; Explorar os efeitos do PDEI na oxigenação muscular periférica de indivíduos com DAP; Investigar o impacto do PDET na qualidade de vida de indivíduos com DAP; Analisar se os protocolos influenciam no comprometimento funcional autorrelatado pelos indivíduos com DAP; Averiguar os efeitos dos protocolos no gerenciamento dos fatores de risco cardiovasculares e na morbidade em indivíduos com DAP; Comparar o nível de atividade física entre os indivíduos com DAP de ambos protocolos;

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31 270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 5.040.488

Verificar a adesão dos participantes aos diferentes protocolos; Compreender as percepções dos participantes sobre o PDET no que tange a aceitabilidade e satisfação.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores:

"Riscos:

Os teste de capacidade funcional, teste de caminhada na esteira e o teste de caminhada no solo, são exames de baixo risco e, caso a equipe de saúde julgue que para o individuo o risco é muito alto, ele nem será incluído no estudo. No entanto, pelo menos teoricamente, qualquer teste de exercício tem algum risco potencial: arritmias, elevação da pressão arterial, síncope e, em raríssimas circunstâncias, parada cardiorrespiratória. Porém, o sujeito estará monitorizado o tempo todo e os testes serão acompanhados por médicos e fisioterapeutas treinados para atender caso aconteça qualquer emergência. Durante a realização as sessões de exercícios os riscos decorrente da pesquisa são os riscos próprios da realização de atividade física, como fadiga, dor muscular e queda. Entretanto, esses riscos são semelhantes com aqueles que existem quando se caminha em atividades habituais, na rua ou em uma praça. Durante os exercícios realizados em sua casa, caso aconteça qualquer evento grave, como infarto, arritmia ou parada cardiorrespiratória, o atendimento emergencial será feito pelo SAMU. A equipe de fisioterapeutas estará acompanhando por meio de ligações telefônicas semanais eventuais eventos adversos que contraindiquem a continuidade do participante no treinamento a distância, e também se coloca a disposição para eventuais esclarecimentos independentemente do horário e dia da semana.

Benefícios:

Ao participar deste estudo, independente do grupo selecionado, o voluntário estará se beneficiando da realização do exercício físico que é importante para sua condição de saúde. Além disso, espera-se que os resultados desse estudo possam comprovar a aplicabilidade dessa forma de tratamento, o que favorece a participação de mais pessoas na reabilitação vascular, tanto em localidades que não possuam essa terapia como também nos casos em que as pessoas deixam de realizá-la por dificuldades de deslocamento, tempo ou financeiras."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante e pertinente ao corpo de conhecimento. Modificações são necessárias para aprovação.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram analisados os documentos anexados na PB:

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4502 **E-mail:** oocp@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.040.488

- a) Anuência do HC-UFG/EBSERH (ANUENCIA_HC_EBSERH.pdf)
- b) projeto com os instrumentos da pesquisa (PROJETO_DETALHADO.pdf)
- c) parecer da Câmara Departamental (PARECER_CAMARA_DEPARTAMENTAL.pdf)
- d) TCE (TCLE.pdf).

Recomendações:

Recomenda-se a colocação do projeto em diligência em razão dos apontamentos listados abaixo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Protocolo pendente para:

1- TCLE:

- 1.1. Incluir informações de quais dados serão coletados dos prontuários dos potenciais participantes;
- 1.2. Como é um estudo longitudinal, prever ressarcimento com despesas de transporte;
- 1.3. Com relação a intercorrências no grupo submetido ao programa domiciliar, em caso de intercorrências, é dever do pesquisador acompanhar o participante e fornecer assistência médica, de possíveis danos decorrentes da realização das atividades propostas;
- 1.4. Sobre as entrevistas, especificar como serão realizadas (pessoalmente ou virtualmente), onde as gravações ficarão armazenadas e por quanto tempo, bem como os potenciais riscos de participação (ex. constrangimento, quebra de confidencialidade) e minimização de riscos. Todas as informações desse procedimento devem ser apresentadas aos potenciais participantes.
- 1.5. Caso haja superioridade de uma modalidade de intervenção sobre a outra, prever a disponibilidade de oferecimento da intervenção superior ao grupo alocado na intervenção de menor eficácia.

2- No TCLE (TCLE.pdf) descreve na avaliação médica coleta de amostras biológicas em: "No primeiro dia, o(a) Sr(a) passará por uma consulta detalhada com o médico do serviço de reabilitação cardiovascular. Ele irá solicitar que o(a) senhor(a) realize exames de sangue que incluirão colesterol total, glicemia de jejum e glicohemoglobina, e, eventualmente, poderá solicitar a realização de algum outro exame que julgar necessário para a segurança do(a) Sr(a), como por exemplo um teste de esforço físico na esteira no caso de apresentar também doença cardíaca. Todos os exames serão realizados, em um outro dia, no Hospital das Clínicas." Esclarecer no projeto e no TCLE se estes exames são de rotinas para os pacientes, ou se estão sendo realizados somente pelos participantes da pesquisa. Caso estes exames sejam para a pesquisa, deve-se constituir biorrepositório, e incluir o Termo de Constituição de Biorrepositório (vide: <https://www.ufmg.br/bioetica/coep/tale/biorrepositorio/>). Caso a pesquisa apenas avalie os resultados destes

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: 5.040.488

exames no prontuário, deve-se estar claro no TCLE. Diferenciar e esclarecer o que se trata de procedimentos clínicos do paciente, e os procedimentos do participante da pesquisa. Se houver consulta de dados institucionais, incluir TCUD (vide: <https://www.ufmg.br/bioetica/coep/tcud/>).

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com a Norma Operacional 01/2013, de 30 de setembro de 2013, o CEP aguarda a resposta até 30 (trinta) dias a partir da entrega deste parecer via Plataforma Brasil, para que o pesquisador atenda às pendências. Ao final deste prazo o projeto será arquivado. Solicita-se, ainda, que uma carta resposta seja enviada, via Plataforma Brasil, de forma ordenada, conforme os itens das considerações deste parecer, indicando-se também a localização das possíveis alterações no protocolo, inclusive no TCLE.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1715194.pdf	17/08/2021 22:09:02		Aceito
Declaração de concordância	ANUENCIA_HC_EBSERH.pdf	11/08/2021 10:20:33	ISABELLA DE OLIVEIRA NASCIMENTO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO.pdf	11/08/2021 10:18:36	ISABELLA DE OLIVEIRA NASCIMENTO	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_ASSINADA.pdf	12/04/2021 22:48:42	ISABELLA DE OLIVEIRA NASCIMENTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	PARECER_CAMARA_DEPARTAMENTAL.pdf	07/04/2021 10:09:22	ISABELLA DE OLIVEIRA NASCIMENTO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_PESQUISADORES.pdf	23/03/2021 18:05:04	ISABELLA DE OLIVEIRA NASCIMENTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	19/03/2021 12:20:26	ISABELLA DE OLIVEIRA NASCIMENTO	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	19/03/2021 12:14:29	ISABELLA DE OLIVEIRA NASCIMENTO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	19/03/2021 12:12:18	ISABELLA DE OLIVEIRA NASCIMENTO	Aceito

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.040.488

Situação do Parecer:

Pendente

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 15 de Outubro de 2021

Assinado por:

**Crissia Carem Paiva Fontainha
(Coordenador(a))**

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3400-4502

E-mail: oocp@prpq.ufmg.br

ANEXO II

ANEXO B – Walking Impairment Questionnaire

As seguintes questões são sobre as razões pelas quais você teve dificuldade para caminhar no último mês. Gostaríamos de saber quanta dificuldade você teve para caminhar por causa dos seguintes problemas no último mês. Por dificuldade entenda quanta dificuldade você teve ou quanto esforço você fez para caminhar, de acordo com os seguintes problemas.

1. Diagnóstico diferencial

A. Questões específicas	Perna		Grau de dificuldade					Pontos
	Direita	Esquerda	Nenhuma	Pouca	Alguma	Bastante	Muita	
Dores ou câibras na barriga da perna (ou nádegas)?			4	3	2	1	0	
% pontos = (pontos individuais/4) X 100								

B. Diagnóstico diferencial	Grau de dificuldade					Pontos
	Nenhuma	Leve	Razoável	Muita	Extrema	
Dor, rigidez ou dor nas juntas (tornozelo, joelho ou quadril)?	4	3	2	1	0	
Fraqueza em uma ou ambas as pernas?	4	3	2	1	0	
Dor ou desconforto no peito?	4	3	2	1	0	
Falta de fôlego?	4	3	2	1	0	
Palpitações no coração?	4	3	2	1	0	
Outros problemas? (Por favor, listá-los.)	4	3	2	1	0	

2. Distância de caminhada: relate o grau de dificuldade física que melhor descreve a dificuldade que você teve para caminhar no plano, sem parar para descansar, em cada uma das seguintes distâncias:

	Grau de dificuldade					Peso	Pontos
	Nenhuma	Leve	Razoável	Muita	Incapaz		
Caminhar em lugares fechados, como dentro de casa?	4	3	2	1	0	X 20	
Caminhar 5 metros?	4	3	2	1	0	X 50	
Caminhar 45 metros (meio quarteirão)?	4	3	2	1	0	X150	
Caminhar 90 metros (um quarteirão)?	4	3	2	1	0	X300	
Caminhar 180 metros (dois quarteirões)?	4	3	2	1	0	X600	
Caminhar 270 metros (três quarteirões)?	4	3	2	1	0	X900	
Caminhar 450 metros (cinco quarteirões)?	4	3	2	1	0	X1500	
% pontos = (total de pontos individuais /14080) x 100							

3. Velocidade de caminhada: Essas questões são sobre quão rápido você consegue caminhar um quarteirão no plano. Relate o grau de dificuldade física que melhor descreve a dificuldade que você teve para caminhar, sem parar para descansar, em cada uma das seguintes velocidades:

	Grau de dificuldade					Peso	Pontos	
	Nenhuma	Leve	Razoável	Muita	Incapaz			
Caminhar um quarteirão vagarosamente (2,4 km/h)?	4	3	2	1	0	X1,5		
Caminhar um quarteirão em velocidade média (3,2 km/h)?	4	3	2	1	0	X2,0		
Caminhar um quarteirão rapidamente (4,8 km/h)?	4	3	2	1	0	X3,0		
Caminhar um quarteirão correndo ou trotando (8,0 km/h)?	4	3	2	1	0	X5,0		
% pontos = (total de pontos individuais/46) x 100								

4. Subir escadas: Essas questões são sobre a sua capacidade de subir escadas. Relate o grau de dificuldade física que melhor descreve a dificuldade que você teve para subir escadas, sem parar para descansar, em cada uma das seguintes questões:

	Grau de dificuldade					Peso	Pontos	
	Nenhuma	Leve	Razoável	Muita	Incapaz			
Subir um lance de escadas (8 degraus)?	4	3	2	1	0	X 12		
Subir dois lances de escada (16 degraus)?	4	3	2	1	0	X 24		
Subir três lances de escada (24 degraus)?	4	3	2	1	0	X 36		
% pontos = (total de pontos individuais/288) x 100								

APÊNDICES

APÊNDICE I – Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **“EFETIVIDADE DA REABILITAÇÃO DOMICILIAR EM COMPARAÇÃO COM A REABILITAÇÃO PRESENCIAL EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA: UM ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO”**.

Os avanços nesta área ocorrem através de estudos como este, por isso a sua participação é importante. Este estudo tem o objetivo investigar se o fato de fazer exercício físico em casa utilizando um equipamento, que conta os passos e que acompanha as batidas do seu coração, é capaz de proporcionar os mesmos benefícios que são alcançados com os exercícios realizados dentro do centro de reabilitação sob supervisão direta do fisioterapeuta, como por exemplo aumentar a distância e o tempo que o(a) Sr(a) consegue caminhar sem que a dor atrapalhe.

Acreditamos que realizar o exercício em casa com a ajuda desse equipamento e a supervisão do fisioterapeuta a distância possa ter resultados tão bons quanto fazer os exercícios na presença do fisioterapeuta. Se isso for comprovado, muitas pessoas que têm a mesma doença que o(a) Sr(a), doença arterial periférica, poderão se beneficiar dos exercícios físicos sem precisarem se deslocar até um centro especializado, economizando tempo e dinheiro e obtendo os mesmos benefícios.

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

COMO SERÁ REALIZADO O ESTUDO?

1 – Avaliação Médica

No primeiro dia, o(a) Sr(a) passará por uma consulta detalhada com o médico do serviço de reabilitação cardiovascular. Ele irá solicitar que o(a) senhor(a) realize exames de sangue que incluirão colesterol total, glicemia de jejum e glicohemoglobina, e, eventualmente, poderá solicitar a realização de algum outro exame que julgar necessário para a segurança do(a) Sr(a), como por exemplo um teste de esforço físico na esteira no caso de apresentar também doença cardíaca. Estes são exames de rotinas que normalmente são realizados pelos pacientes que recebem tratamento no centro de reabilitação cardiovascular. Todos os exames serão realizados, em um outro dia, no Hospital das Clínicas.

2 – Avaliação Fisioterapêutica

Após a avaliação médica, o(a) Sr(a) fará uma avaliação com um fisioterapeuta participante do estudo que poderá ser realizada no mesmo dia da avaliação médica ou outro dia agendado, no caso da necessidade de resultados de exames específicos. Inicialmente algumas informações sobre sua saúde lhe serão questionadas e/ou extraídas dos prontuários médicos incluindo atitudes de risco, outras doenças e resultados de exames.

Nesta avaliação, o(a) Sr(a) será pesado, e terá a altura e circunferência da cintura medidos, e realizará:

- Teste de avaliação da circulação: o(a) Sr(a) ficará deitado de barriga para cima por 5 minutos, e o examinador irá medir a pressão das suas pernas e braços. Será

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

usado um aparelho que tem a capacidade de escutar o barulho do sangue circulando em suas artérias.

- Teste de avaliação da oxigenação da perna: O(A) Sr(a) permanecerá deitado de barriga para cima para colocação de um pequeno aparelho, chamado NIRS, em sua perna. Em seguida, será colocado um manguito, igual ao do aparelho de medir pressão, em sua coxa que será inflado e mantido por 5 minutos. Após esse período, o manguito será desinflado. O pequeno aparelho permanecerá em sua perna para realização de dois testes.

- Teste de caminhada na esteira: O(A) Sr(a) deverá caminhar o maior tempo que conseguir em uma esteira com a velocidade constante. O examinador irá avaliar frequente a pressão arterial, a frequência cardíaca, o cansaço e a saturação de oxigênio do(a) Sr(a).

- Teste de caminhada no solo: Serão colocados dois cones numa distância de dez metros. O(A) Sr(a) deverá caminhar de um cone a outro. Durante o teste ouvirá um sinal sonoro indicando que o(a) Sr(a) terá que caminhar em direção ao outro cone onde irá aguardar até que o próximo sinal toque. O intervalo entre um sinal e outro irá diminuir e você será incentivado a aumentar sua velocidade de caminhada para alcançar o cone a tempo. O teste será interrompido quando não chegar ao cone antes do sinal por duas vezes.

O(A) Sr(a) também será solicitado(a) a responder dois questionários:

Questionário 1: O(A) Sr(a) responderá questões sobre a sua saúde, como você se sente e quão bem é capaz de realizar atividades do dia-a-dia,

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

Questionário 2: O(A) Sr(a) responderá questões que avaliarão a sua percepção sobre a capacidade para caminhar, e como a condição de saúde do(a) Sr(a) influencia na distância e velocidade de caminhada e na sua capacidade de subir escadas.

3- Atribuição do grupo

Após essas avaliações iniciais, ocorrerá uma espécie de sorteio que determinará se o tratamento do(a) Sr(a) será realizado presencialmente no ambulatório de reabilitação vascular do Hospital das Clínicas ou em sua casa. Somente após o sorteio saberemos para qual grupo você será selecionado.

4-Sessões de Exercício

Após a avaliação e a atribuição, você fará um dos dois tipos de treinamento durante 12 semanas:

- a) Presencial no ambulatório de reabilitação vascular do Hospital das Clínicas: Os pacientes que farão o treinamento no ambulatório do Hospital das Clínicas terão que comparecer ao Centro de Reabilitação 3 vezes por semana. Os dias da semana em que os exercícios não forem realizados no Centro de Reabilitação, o paciente deverá fazer o exercício em casa seguindo a mesma prescrição. Essa rotina é a que normalmente é realizada por todos os pacientes que recebem tratamento no serviço de reabilitação vascular.
- b) Em casa, com acompanhamento a distância: Os pacientes que farão exercícios em casa, com supervisão à distância, deverão comparecer ao Centro de Reabilitação para a realização de uma primeira sessão presencial para aprenderem a manusear o equipamento que utilizarão nas futuras sessões domiciliares. Nas

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

próximas semanas os pacientes não mais deverão comparecer ao Centro de Reabilitação para fazer o exercício, eles deverão realizar os exercícios em casa com o equipamento monitorando o número de passos e as batidas do coração por pelo menos 3 vezes na semana. Os pacientes deste grupo receberão ligações telefônicas 1 vez por semana para esclarecimentos e orientações. Além disso, terão que comparecer no Centro de Reabilitação outras 2 vezes para breves reuniões, de aproximadamente 15 minutos, com o fisioterapeuta para retornarem seus diários de treinamento e discutirem as evoluções e possíveis dúvidas.

Os participantes que realizarem o tratamento em casa serão convidados a participar de uma entrevista que será realizada presencialmente, a fim de que se possa compreender como as pessoas que fazem reabilitação a distância, como foi o seu caso, percebem esse tratamento. Ou seja, o(a) Sr(a) responderá perguntas sobre o que achou do programa de reabilitação a distância, o relato de sua experiência, o que foi bom e ruim na reabilitação não presencial, o que você teve de dificuldade ou o que foi fácil, se você teve resultados, se gostou ou não dessa forma de tratamento, enfim, se ficou ou não satisfeito e o porquê. Não há respostas certas ou erradas, o importante é a sua opinião e o(a) Sr(a) pode se recusar a responder qualquer questão que lhe traga constrangimento. Suas informações na entrevista serão gravadas em áudio e utilizadas exclusivamente pelo pesquisador que posteriormente irá transcrever todo o áudio e destruir o conteúdo gravado. A transcrição da entrevista será encaminhada para a aprovação final do(a) Sr(a).

LOCAL E DURAÇÃO: As avaliações médica e fisioterapêutica, bem como as sessões presenciais e entrevistas, ocorrerão no ambulatório de reabilitação

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

cardiovascular do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG), localizado no Instituto Jenny de Andrade Faria e na escola de educação física, fisioterapia e terapia ocupacional da UFMG. A avaliação médica terá um tempo estimado de 30 minutos e a avaliação fisioterapêutica aproximadamente uma hora. As sessões de reabilitação terão duração de uma hora cada. E as entrevistas despendem de aproximadamente 40 minutos.

RISCOS: O teste de caminhada na esteira e o teste de caminhada no solo são exames de baixo risco e, caso a equipe de saúde julgue que para o(a) Sr(a) o risco é muito alto, você nem será incluído no estudo. No entanto, pelo menos teoricamente, qualquer teste de exercício tem algum risco potencial: batimentos errados do coração, pressão alta, tonturas e, em raríssimas circunstâncias, parada cardiorrespiratória. Porém, seu coração estará monitorizado o tempo todo e os seus testes serão acompanhados por médicos e fisioterapeutas treinados para atendê-lo caso aconteça qualquer emergência

Durante a realização das sessões de exercícios os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são os riscos próprios da realização de atividade física, como fadiga, dor muscular e queda. Entretanto, esses riscos são semelhantes com aqueles que existem quando se caminha na rua ou em uma praça. Durante os exercícios realizados em sua casa, caso aconteça qualquer evento grave, como infarto, arritmia ou parada cardiorrespiratória, o atendimento emergencial será feito pelo SAMU. A equipe de fisioterapeutas estará acompanhando por meio de ligações telefônicas semanais eventuais eventos adversos que contraindiquem a continuidade do(a) Sr(a) no treinamento a distância, e também se coloca a

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

disposição para eventuais esclarecimentos independentemente do horário e dia da semana. Em caso de intercorrências, a equipe de pesquisa acompanhará o(a) senhor(a) e será garantida a orientação para assistência médica de possíveis danos decorrentes da realização das atividades propostas.

Os riscos decorrentes de sua participação na entrevista são mínimos, e podem decorrer de possível desconforto ou constrangimento ao responder a alguma questão específica; riscos estes minimizados pois o(a) senhor(a) pode se recusar a responder qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Essa decisão não vai interferir caso venha a precisar do serviço de reabilitação. Os pesquisadores serão os únicos a ter acesso aos dados fornecidos durante a entrevista e tomarão todas as providências necessárias para manter o sigilo, mas sempre existe a remota possibilidade da quebra do sigilo, mesmo que involuntário e não intencional, cujas consequências serão tratadas nos termos da lei.

BENEFÍCIOS: Ao participar deste estudo, independente do grupo em que você for selecionado, você estará se beneficiando da realização do exercício físico que é importante para sua condição de saúde. Além disso, espera-se que os resultados desse estudo possam comprovar a aplicabilidade dessa forma de tratamento, o que favorece a participação de mais pessoas na reabilitação vascular, tanto em localidades que não possuam essa terapia como também nos casos em que as pessoas deixam de realizá-la por dificuldades de deslocamento, tempo ou financeiras.

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

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. É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento. Você poderá deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na instituição.

DESPESAS E COMPENSAÇÕES: Não há despesas para o participante com exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Despesas de transporte poderão ser ressarcidas, se necessário. Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante tem direito a tratamento médico na instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

GARANTIA DE ACESSO E CONFIDENCIALIDADE: Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas em qualquer momento do estudo. Você dispõe de total liberdade para esclarecer qualquer dúvida que possa surgir durante o estudo com as pesquisadoras: Isabella de Oliveira Nascimento: (31)988502022 (bellaon@hotmail.com), ou Danielle Aparecida Gomes Pereira: (31)3409-4793 (danielleufmg@gmail.com). Você também poderá obter informações sobre os aspectos éticos da pesquisa com o Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG no telefone (31) 3409-4592 e endereço Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º. Andar, sala 2005 – Campus Pampulha, onde esse trabalho foi aprovado.

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

Rubrica do pesquisador

Você tem direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas quando houver, bem como saber de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores. Ao final do estudo, caso a reabilitação presencial demonstre resultados superiores essa abordagem será disponibilizada àqueles inicialmente sorteados para realizar os exercícios domiciliares.

Todos dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda e responsabilidade da pesquisadora Isabella de Oliveira Nascimento em arquivo físico no Departamento de Fisioterapia da UFMG e digital no computador da pesquisadora por um período de cinco anos, após esse período serão destruídos, incluindo as gravações e transcrições das entrevistas.

Todos os seus dados são confidenciais, sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma. As informações obtidas serão analisadas pelos pesquisadores e poderão ser usadas apenas para fins de pesquisa e de publicações científicas.

Você também receberá uma via deste Termo de Consentimento e, se quiser, antes de assiná-lo, poderá consultar alguém de sua confiança.

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, _____
_____ voluntariamente aceito participar desta pesquisa. Portanto, concordo com tudo
que foi exposto acima e dou o meu consentimento.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

Assinatura do voluntário: _____

Assinatura do pesquisador: _____

Testemunha _____

Testemunha _____

Termo registrado no Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG
Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II
2º andar/Sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte/MG
Telefone: (31) 3409-4592

Rubrica do sujeito de pesquisa

Rubrica do pesquisador

APÊNDICE II – Ficha de avaliação

idade da reabilitação domiciliar em comparação com a reabilitação presencial em indivíduos com doença arterial periférica: um ensaio clínico aleatorizado

Page 1

Avaliação

Record ID

Avaliador

Data da avaliação

Identificação

Número de identificação do participante

Nº prontuário

Nome

Sexo

- Masculino
 Feminino

Data de nascimento

Idade

Raça/etnia

- Branca
 Preta
 Parda
 Amarela
 Indígena
 Outros
 Prefiro não informar

Outros

Estado civil

- Solteiro
 Casado
 Divorciado
 Viúvo

Escolaridade	<input type="radio"/> Analfabeto <input type="radio"/> Analfabeto funcional <input type="radio"/> Ensino fundamental incompleto <input type="radio"/> Ensino fundamental completo <input type="radio"/> Ensino médio incompleto <input type="radio"/> Ensino médio completo <input type="radio"/> Ensino superior incompleto <input type="radio"/> Ensino superior completo <input type="radio"/> Pós graduação incompleta <input type="radio"/> Pós graduação completa
Especificar até que série estudou	_____
Renda familiar mensal	<input type="radio"/> Sem renda <input type="radio"/> Até 1 salário mínimo <input type="radio"/> De 1 a 2 salários mínimos <input type="radio"/> De 2 a 3 salários mínimos <input type="radio"/> De 3 a 4 salários mínimos <input type="radio"/> De 4 a 5 salários mínimos <input type="radio"/> De 5 a 6 salários mínimos <input type="radio"/> Maior que 6 salários mínimos <input type="radio"/> Prefiro não declarar
Ativo	<input type="radio"/> Ativo na função <input type="radio"/> Ativo com restrições no trabalho <input type="radio"/> Aposentado <input type="radio"/> Afastado <input type="radio"/> Apto a trabalhar, mas está desempregado
Profissão/ocupação	_____
Endereço	_____
Número/complemento	_____
Bairro	_____
Cidade	_____
Contato 1	_____ (Nome)
Telefone 1	_____ (DDD + NUMERO)
Contato 2	_____ (Nome)

Telefone 2

(DDD + NÚMERO)

Contato 3

(Nome)

Telefone 3

(DDD + NÚMERO)

Qual o melhor dia, horário e contato para receber ligações telefônicas?

(Preferencialmente nas segundas, quartas e sextas à tarde)

Anamnese

Diagnóstico - DAP

Outro diagnóstico?

- Yes
 No

Outros

- DMI
 DMII
 DPOC
 HAS
 IAM
 Valvopatia
 DAC
 AVE

Queixa principal

Queixa funcional
Atividade 1

Dificuldade 0-10
Atividade 1

0 5 10



(Place a mark on the scale above)

Queixa funcional
Atividade 2

Dificuldade 0-10
Atividade 2

0 5 10



(Place a mark on the scale above)

História atual da doença

Sinais e sintomas

	Direito Sim	Direito Não	Esquerdo Sim	Esquerdo Não
Úlcera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dor em repouso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Claudicação Intermitente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Situação em que CI ocorre

- Caminhar dentro de casa
 Caminhar 1 quarteirão
 Subir escadas
 Outros

Outros

Relato do paciente

História pregressa

Internações e cirurgias anteriores

- Internação
 Cirurgia
 Nenhum

Internação

(Data, tempo, motivo;)

Cirurgia

(Data, tipo;)

Fatores de risco cardiovasculares e comorbidades
(*Sedentarismo < 150 minutos/semana)

- Tabagismo Ex tabagismo COVID-19 HAS Diabetes Dislipidemia
 Doença cardíaca Hereditariedade Doença Renal Doença Respiratória Neuropatia
 Obesidade Sedentarismo* Etilismo Estresse Nenhum

Número de cigarros/dia

Tempo

(Anos)

Anos-maço

Tempo que parou de fumar

Data do diagnóstico de COVID-19

(Mês e ano)

Gravidade da doença

- Leve (em casa)
 Moderado (internação sem UTI)
 Grave (UTI)

Tipo da Diabetes

- Tipo 1
 Tipo 2

Há quanto tempo?

Uso de insulina

- Yes
 No

Medicamentos

- Cilostazol
 Estatinas
 Anticoagulantes
 AAS
 Hipoglicemiante oral
 Insulina
 Betabloqueador
 Bloqueador de Canal de Ca++
 BRA
 Diuréticos
 IECA
 Nitratos
 Amiodarona
 Prednisona
 Omeprazol
 Outra classe

Nome do medicamento - Cilostazol

Dosagem - Cilostazol

Quantidade diária - Cilostazol

- MID
 BID
 TID
 QID

Nome do medicamento - Estatinas

Dosagem - Estatinas

Quantidade diária - Estatinas

- MID
 BID
 TID
 QID

Nome do medicamento - Anticoagulante

Dosagem - Anticoagulante

Quantidade diária - Anticoagulante

- MID
 BID
 TID
 QID

Nome do medicamento - AAS

Dosagem - AAS

Quantidade diária - AAS

- MID
 BID
 TID
 QID

Nome do medicamento - Hipoglicemiante oral

Dosagem - Hipoglicemiante Oral

Quantidade diária - Hipoglicemiante Oral

- MID
 BID
 TID
 QID

Nome do medicamento - Insulina

Dosagem - Insulina	_____
Quantidade diária - Insulina	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Nome do medicamento - Betabloqueador	_____
Dosagem - Betabloqueador	_____
Quantidade diária - Betabloqueador	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Nome do medicamento - Bloqueador de canal de Ca ⁺⁺	_____
Dosagem - Bloqueador de canal de Ca ⁺⁺	_____
Quantidade diária - Bloqueador de canal de Ca ⁺⁺	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Nome do medicamento - BRA	_____
Dosagem - BRA	_____
Quantidade diária - BRA	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Nome do medicamento - Diuréticos	_____
Dosagem - Diuréticos	_____
Quantidade diária - Diuréticos	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Nome do medicamento - IECA	_____
Dosagem - IECA	_____

Quantidade diária - IECA	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Nome do medicamentos - Nitratos	_____
Dosagem - Nitratos	_____
Quantidade diária - Nitratos	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Nome do medicamento - Amiodarona	_____
Dosagem - Amiodarona	_____
Quantidade diária - Amiodarona	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Dosagem - Prednisona	_____
Quantidade diária - Pednisona	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Dosagem - Omeprazol	_____
Quantidade diária - Omeprazol	<input type="radio"/> MID <input type="radio"/> BID <input type="radio"/> TID <input type="radio"/> QID
Outra classe	

(Nome da classe; nome do medicamento; dosagem;
quantidade diária)

Exames Complementares	
Data	_____
Glicemia de jejum	_____ (mg/dL)
Hemoglobina glicada	_____ (%)
Colesterol total	_____ (mg/dL)
HDL	_____ (mg/dL)
LDL	_____ (mg/dL)
Triglicerídeos	_____ (mg/dL)
Hemoglobina	_____ (g/dL)
Hematócrito	_____ (%)
Duplex Scan	<input type="radio"/> Obstrução proximal (aortoiliaca) <input type="radio"/> Obstrução distal (femoropoplitea) <input type="radio"/> Obstrução mista <input type="radio"/> Não tem o exame
Outros (Nome do exame, data, resultado;)	
Nível de obstrução	<input type="checkbox"/> Aorto-iliaco <input type="checkbox"/> Femoro-popliteo <input type="checkbox"/> Misto <input type="checkbox"/> Indeterminado

Exame Físico	
PA	<hr/> (mmHg / medir nos dois braços e considerar a maior)
FC	<hr/> (bpm / medir no pulso para detectar alguma irregularidade)
SpO2	<hr/> (%)
Altura	<hr/> (cm)
Peso	<hr/> (Kg)
IMC	<hr/> (Kg/m ²)
Circunferência abdominal	<hr/> (cm / 2,5cm acima da borda superior da crista ilíaca)
Perna mais sintomática	<input type="checkbox"/> Direita <input type="checkbox"/> Esquerda
Perfusão na polpa do hálux	<hr/> (segundos)
Pele íntegra	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No
Acoplamento da NIRS	<input type="checkbox"/> Direita <input type="checkbox"/> Esquerda
Circunferência da panturrilha	<hr/> (cm / perna do acoplamento da NIRS)
Distância da circunferência do maléolo medial	<hr/> (cm)
Prega cutânea da panturrilha medial	<hr/> (mm / perna do acoplamento da NIRS)

ITB direito	_____
ITB esquerdo	_____
Glicemia	<input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No
Valor	_____ (mg/dL)

Ordem de realização dos testes		
	1	2
Incremental Shuttle Walking Test	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teste de Esteira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

OBSERVAÇÃO
