

Ana Luiza Reis Diniz
Mariana da Silva Santos

**ANÁLISE DA ASSOCIAÇÃO ENTRE DESEMPENHO MUSCULAR DE
PANTURRILHA E AJUSTES METABÓLICOS MUSCULARES EM
INDIVÍDUOS COM DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

2019

Ana Luiza Reis Diniz
Mariana da Silva Santos

**ANÁLISE DA ASSOCIAÇÃO ENTRE DESEMPENHO MUSCULAR DE
PANTURRILHA E AJUSTES METABÓLICOS MUSCULARES EM
INDIVÍDUOS COM DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: Danielle Aparecida Gomes Pereira
Co-orientadora: Débora Pantuso Monteiro

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

2019

RESUMO

Introdução: O *heel-rise test* (HRT) é um teste utilizado para a avaliação da resistência muscular da panturrilha e tem se mostrado sensível na avaliação da capacidade funcional de indivíduos com doença arterial periférica (DAP). Contudo, é preciso ainda compreender se um melhor desempenho no HRT se associa a melhores ajustes metabólicos locais durante a atividade de caminhada, a fim de se confirmar a relevância da avaliação muscular específica desses músculos nessa população. **Objetivo:** Analisar a associação entre o desempenho muscular da panturrilha verificado pelo HRT e ajustes metabólicos locais durante a atividade de caminhada em esteira, em indivíduos com DAP. **Métodos:** Estudo observacional exploratório que avaliou indivíduos com DAP confirmada e presença de claudicação intermitente. A NIRS foi utilizada para a avaliação da capacidade tecidual oxidativa e metabolismo muscular durante o teste da esteira a 3,2Km/h a 10% de inclinação. O HRT foi realizado conforme padronização sugerida pela literatura. Os testes foram realizados em ordem aleatória. As correlações entre as variáveis do HRT e os ajustes metabólicos durante o teste de esteira foram analisadas pelo coeficiente de correlação de Spearman. **Resultados:** Foram avaliados 40 indivíduos com média de idade de $64,28 \pm 10,50$ anos, IMC de $27,16 \pm 4,66$ Kg/m², ITB de $0,62 \pm 0,17$ para o membro inferior esquerdo e $0,61 \pm 0,17$ para o membro inferior direito, sendo 28 do sexo masculino (70%). Encontrou-se associação entre o número de repetições no HRT com a distância de caminhada e o tempo de resistência após atingir a menor StO₂ no teste em esteira ($r = 0,36$ e $r = 0,41$, respectivamente - $p < 0,05$) **Conclusão:** O desempenho muscular da panturrilha verificado pelo HRT apresentou associação estatisticamente significativa de fraca magnitude com a distância de caminhada e com a resistência à isquemia no teste da esteira em indivíduos de DAP moderada.

Palavras-Chave: Doença Arterial Periférica. Espectroscopia de Luz Próxima ao infravermelho. Claudicação Intermitente. Isquemia.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	3
2. Materiais e Métodos.....	5
2.1 Heel-Rise Test.....	6
2.2 Teste de Esteira com velocidade constante	6
2.3 Near-infrared Spectroscopy - NIRS	7
3. Análise Estatística.....	7
4. Resultados.....	8
5. Discussão	9
6. Conclusão.....	12
7. Referências:.....	13

1. INTRODUÇÃO

A doença arterial periférica (DAP) caracteriza-se por um processo obstrutivo crônico dos leitos arteriais, reduzindo o fluxo sanguíneo local e a perfusão de oxigênio tecidual das extremidades, principalmente dos membros inferiores. A patogênese da doença está relacionada ao desenvolvimento e instalação, à parede das artérias, de uma placa aterosclerótica. Tal processo obstrutivo ocorre na maioria das vezes como consequência do tabagismo, hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia e diabetes mellitus¹.

O principal sintoma relatado pelos indivíduos com diagnóstico de DAP é a claudicação intermitente. Esta por sua vez, caracteriza-se por dor em queimação ou câimbra durante a realização de exercícios físicos ou atividades comuns, que cessa após o repouso e que se caracteriza como uma importante limitação na rotina desses indivíduos². A dor é comumente relatada na panturrilha como consequência da obstrução da artéria femoral superficial. Além deste sintoma, a sensação de fraqueza ou de peso nas pernas pode estar presente e contribuir para o surgimento de limitações funcionais³.

Além da presença de claudicação intermitente, a fisiopatologia da DAP está relacionada também a uma miopatia periférica causada pela reincidência de processos isquêmicos durante a realização de exercício físico, como consequência do desequilíbrio entre a relação de oferta e demanda na distribuição de oxigênio⁴. A miopatia periférica provocada pela isquemia decorre de mudanças morfológicas na musculatura acometida. Entre eles, a denervação muscular e o aumento relativo de fibras de contração lenta (Tipo I) e diminuição das fibras de contração rápida (Tipo II)⁵. Mudanças na atividade enzimática e diminuição da velocidade de condução também contribuem para o desenvolvimento e progressão das alterações funcionais na musculatura acometida, como a redução da força e resistência⁶.

Tendo em vista que as mudanças morfológicas e estruturais da musculatura acometida são importantes fatores que contribuem para a limitação de atividades, Monteiro *et al.* (2013) em um de seus estudos ressalta a importância da avaliação muscular específica da panturrilha (principal grupo muscular acometido) para a determinação da função, já que esta musculatura é importante para a realização de uma marcha funcional. O *heel-rise test* (HRT) é um teste clínico bastante utilizado na clínica vascular para a avaliação muscular da panturrilha em indivíduos com insuficiência venosa crônica e DAP, e tem se mostrado sensível na avaliação da

capacidade funcional de indivíduos com claudicação intermitente⁷.

Contudo, sabendo da importância dos músculos da panturrilha para um bom desempenho funcional, em indivíduos com DAP, é preciso compreender se um melhor desempenho no HRT se associa a melhores ajustes metabólicos locais durante a atividade de caminhada, a fim de se confirmar a relevância da avaliação muscular específica desses músculos nessa população.

Este estudo apresenta como objetivo analisar a associação entre o desempenho muscular da panturrilha verificado pelo HRT e ajustes metabólicos locais durante a atividade de caminhada em esteira em indivíduos com doença arterial periférica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional exploratório, realizado através de análise de dados *baseline* do ensaio clínico Tratamento fisioterápico modificado na Doença Arterial Periférica . Um ensaio clínico aleatorizado, aprovado no Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais, CAAE 51274515400005149 e registrado em <http://www.isrctn.com> (ISRCTN 44928994).

Foram avaliados 40 indivíduos a partir do cálculo amostral do projeto principal. Os critérios de inclusão do estudo consistiram em:

Apresentar diagnóstico de DAP, confirmada pelo serviço laboratorial de angiologia e cirurgia vascular;

Apresentar claudicação intermitente mediante o esforço;

Ser estável clinicamente há pelo menos dois meses antes do estudo;

Ter índice tornozelo-braço menor que 0,90;

Não apresentar insuficiência cardíaca ou doenças pulmonares descompensadas, doenças inflamatórias em fase aguda, diabetes descompensada e/ou problemas ortopédicos;

Estar em acompanhamento clínico regular e realizar pelo menos uma consulta médica a cada seis meses;

Assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE);

Não apresentar no dia da avaliação condições de saúde que comprometam a viabilidade dos testes como: gripe, febre e outros;

Indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos, não apresentar sinais de comprometimento cognitivo detectado pelo Mini Exame do Estado Mental, utilizando o ponto de corte de 13 para analfabetos, 18 para baixa e média escolaridade e 26 para alta escolaridade⁸.

Os critérios de exclusão consistiram em apresentar instabilidade clínica (ida a pronto atendimento ou internação hospitalar) durante o estudo, que impedisse a realização do exercício e ser incapaz de compreender e/ou realizar os testes. As características dos indivíduos selecionados para o estudo independeram de sexo, idade e etnia.

Inicialmente, foram lidos e entregues aos voluntários o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Em seguida, foi realizada a avaliação para coleta de dados antropométricos, como idade, peso, altura, índice de massa

corporal . IMC, índice cintura-quadril . ICQ e a *Near-Infrared Spectroscopy* (NIRS) foi utilizada para monitoramento dos dados relacionados às variáveis deoxiemoglobina (HHb), oxihemoglobina (HbO₂) e saturação periférica de oxigênio (StO₂). A NIRS foi posicionada no membro inferior sintomático, no músculo gastrocnêmio medial, com uma faixa elástica e envolta por um plástico filme. Os voluntários foram submetidos também à avaliação física inicial para a coleta dos dados relacionados a pressão arterial, frequência respiratória e frequência cardíaca. Realizou-se também palpação dos pulsos arteriais dos membros inferiores bilateralmente.

2.1 Heel-Rise Test

Teste clínico utilizado para avaliação da força e endurance do músculo tríceps sural. Realizado com o indivíduo em ortostatismo, descalço e em apoio bipodal^{12,13}. Utilizou-se um instrumento de medição, onde o voluntário realizou uma flexão plantar máxima inicial para regular a altura da haste e, em seguida, o mesmo foi orientado a realizar a maior quantidade de flexões plantares, em um curto espaço de tempo, até a fadiga voluntária, sempre atingindo a altura pré-determinada. Durante todo o teste o voluntário permaneceu com os cotovelos semifletidos e apoiou a mão dominante sobre a parede a frente para manutenção do equilíbrio. A taxa de repetição ou cadência do teste foi mensurada pelo número de flexões plantares / tempo em segundos. O teste foi interrompido caso o indivíduo não alcançasse a altura pré-determinada por duas vezes consecutivas.

2.2 Teste de Esteira com velocidade constante

O teste da esteira é utilizado para avaliar a capacidade funcional dos indivíduos com doença arterial periférica. Foi realizado com inclinação a 10% e velocidade constante de 3,2Km/h¹⁴. Antes da realização do teste, o voluntário foi instruído quanto a sua posição na esteira e a comunicar o momento de início do surgimento de dor nos membros inferiores. Após, foram coletados dados da frequência cardíaca e pressão arterial inicial. O teste foi interrompido caso o voluntário não conseguisse prosseguir por dor limitante, relatasse algum outro sintoma ou atingisse a frequência cardíaca máxima. Ao final do teste, foram aferidos novamente a frequência cardíaca e pressão arterial finais. O tempo total de teste considerando e excluindo o momento de aquecimento e desaquecimento foram

observados, assim como a quantidade em metros caminhados durante o teste, seguido pela aplicação da Escala Modificada de Borg.

2.3 Near-infrared Spectroscopy - NIRS

A NIRS é um equipamento portátil de pequenas dimensões (84x54x20 mm), com um microprocessador que possui um emissor de luz infravermelho e um receptor, para captar as informações provenientes dos tecidos via um conversor óptico. Os dados são enviados e exportados para o computador por meio de conexão bluetooth e um software¹⁵. O infravermelho próximo cujo comprimento de onda varia entre 700 nm a 2500 nm garante uma penetração tecidual de até seis centímetros, atingindo pele, músculos, tecido ósseo e cérebro¹⁶. Ao atingir os tecidos, a luz é absorvida por moléculas denominadas cromóforos, principalmente a hemoglobina (Hb) e mioglobina. Assim este equipamento é capaz de capturar qualitativamente e quantitativamente de forma não invasiva, as variações relacionadas ao metabolismo oxidativo muscular, tanto em situações estáticas quanto dinâmicas¹⁷ por meio de ajustes nas variáveis de HbO₂, HHb e %StO₂.

A NIRS foi utilizada para a avaliação da capacidade tecidual oxidativa e o metabolismo muscular da amostra, durante a realização do teste em esteira. Para este estudo foram consideradas as seguintes variáveis:

Taxa de desoxigenação: Caracterizada pela razão entre a variação da StO₂ durante o teste e o tempo dispendido para atingir o menor valor durante o exercício.

Taxa de reoxigenação relativa: Caracteriza-se pela razão entre a variação da StO₂ durante o exercício e tempo de recuperação relativo ao teste da esteira.

Tempo de resistência: Tempo em segundos que o indivíduo permanece no teste até o menor valor de saturação ser atingido.

3. Análise Estatística

Foi utilizado o teste de Shapiro Wilk para analisar a distribuição normal dos dados. As correlações entre as variáveis do HRT (número de repetições e taxa de repetição) e os ajustes metabólicos durante o teste de esteira foram analisadas pelo coeficiente de correlação de Spearman, de acordo com a distribuição dos dados. Foi considerado para significância estatística um valor de $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

Foram avaliados 40 indivíduos com DAP claudicantes, com média de idade de 64.28 ± 10.50 anos, IMC de 27.16 ± 4.66 Kg/m², ITB de $0,62 \pm 0,17$ para o membro inferior esquerdo e $0,61 \pm 0,17$ para o membro inferior direito, sendo 28 do sexo masculino (70%). Desses, 36 indivíduos apresentavam hipertensão arterial sistêmica e 15 diabetes mellitus. Quanto ao tabagismo, a amostra foi composta por 11 voluntários tabagistas, oito não-tabagistas e 21 ex-tabagistas.

A tabela 1 exibe os dados relacionados ao desempenho no HRT, distância de caminhada no teste da esteira e as variáveis mensuradas pela NIRS, estas foram expressas como mediana e intervalo interquartil.

Tabela 1: Desempenho no HRT e comportamento da NIRS durante o teste da esteira.

Variáveis		Mediana (25-75)
HRT	Repetições (n)	32 (24 - 44)
	Tempo (segundos)	46 (40 - 60)
	Taxa de repetição (n/segundo)	0,67 (0,51 - 0,88)
Teste em esteira	Distância (metros)	157,7 (106,4-303,74)
NIRS	Taxa de desoxigenação ($\Delta\text{StO}_2/\text{s}$)	5,32 (3,7 - 8,05)
	Taxa de reoxigenação relativa ($\Delta\text{StO}_2/\text{s}$)	-7,52 (-16,18 - -3,12)
	Tempo de resistência (segundos)	70 (30 - 160)

Legenda: Heel-Rise Test (HRT); Near-infrared Spectroscopy (NIRS); número (n); ^a StO_2/s Delta da saturação periférica de oxigênio/segundos.

A tabela 2 exibe os resultados da análise de correlação entre o desempenho no HRT e os ajustes metabólicos avaliados pela NIRS durante o teste em esteira.

Tabela 2: Análise da correlação entre o desempenho no HRT e comportamento da NIRS no teste em esteira (n=40).

Variáveis	Distância teste em esteira	Taxa de desoxigenação	Taxa de reoxigenação relativa	Tempo de resistência
HRT repetições	rho = 0,36	rho = -0,16	rho = -0,189	rho = 0,41
	p = 0,024*	p = 0,344	p = 0,309	p = 0,009*
Taxa de repetição do HRT (repetições/segundo)	rho = 0,201	rho = -0,087	rho = -0,252	rho = 0,140
	p = 0,214	p = 0,599	p = 0,171	p = 0,396

Legenda: p < 0,05*; rho: coeficiente de correlação de Spearman; Heel Rise Test (HRT);

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo em indivíduos com DAP sintomática, de gravidade moderada pela média do ITB e com sobrepeso demonstram uma associação estatisticamente significativa de fraca magnitude entre a resistência muscular periférica, verificada pelo número de repetições no HRT, a distância de caminhada e o tempo de resistência após atingir a menor StO_2 no teste em esteira ($r = 0,36$ e $r = 0,41$) e $p < 0,005$, respectivamente. Isto sugere melhores adaptações metabólicas em relação ao consumo e utilização do oxigênio, em situações onde há redução do fluxo sanguíneo e aumento do esforço.

Em contrapartida, não houve correlação entre as repetições do HRT e as variáveis da taxa de desoxigenação e reoxigenação relativa avaliadas pela NIRS. Ou seja, o tempo necessário para que o indivíduo atinja a menor saturação ou retorne ao valor basal após uma desoxigenação no teste da esteira, não está associada a melhores ajustes metabólicos no HRT. Além disso, não foi observada correlação entre a taxa de repetição do HRT e as variáveis: distância de caminhada e tempo de resistência no teste da esteira, taxa de desoxigenação e taxa de reoxigenação relativa, demonstrando que a velocidade com que as repetições são realizadas, não se associam à melhora metabólica local ou da capacidade funcional observada pelo teste da esteira.

Regensteiner *et al.* (1993)¹⁸ relataram que indivíduos com DAP apresentam redução da área de secção transversa do músculo gastrocnêmio causada por uma miopatia periférica. Adicionalmente, outros estudos demonstram a existência de alterações metabólicas associadas à gravidade da oclusão arterial em relação ao número e atividade mitocondrial muscular¹⁹. Isto ocorre, pois, a redução do fluxo sanguíneo local prejudica a entrega de oxigênio às mitocôndrias, impossibilitando os processos de fosforilação e oxidação importantes para a contração muscular^{19,20,21}, evidenciando que os sujeitos acometidos por esta doença, quando em sua maioria inativos ou sedentários, apresentam uma disfunção mitocondrial tão importante em relação à utilização do oxigênio quanto a limitação do fluxo sanguíneo causado pela aterosclerose²². Além disso, a disfunção endotelial que em exercícios de alta demanda metabólica reduz o fluxo sanguíneo devido a vasodilatação periférica prejudicada²³⁻²⁶, contribuem para o desencadear da dor por meio da isquemia e conseqüentemente, leva à imobilidade ou redução da atividade física, reduzindo a capacidade oxidativa muscular e agravando os sintomas da doença²⁷.

O treinamento físico tem sido associado a melhora metabólica durante o esforço em pacientes com DAP²⁸. O aperfeiçoamento da capacidade oxidativa devido ao aumento da atividade mitocondrial desses pacientes é uma das causas associadas a melhora da capacidade funcional e redução da morbidade^{29,30}.

Monteiro 2016 observou que após um programa de treinamento modificado com carga, durante a caminhada em indivíduos com doença arterial periférica, houve melhora da capacidade oxidativa muscular identificada por meio da análise da variável economia de caminhada relativa a StO₂, verificando o aumento da distância percorrida pós-intervenção com uma mesma variação da StO₂³¹.

Wang *et al.*, (2008) realizaram um estudo randomizado com 27 pacientes divididos em treinamento em grupo e grupo controle, para um protocolo de exercício de flexão plantar em uma intensidade alta, considerando 80% do consumo de oxigênio (VO₂max). A flexão plantar era realizada em uma plataforma com o voluntário em supino e com o auxílio de um ergômetro. Cada repetição era realizada individualmente por cada membro inferior, em caso de acometimento bilateral. Neste estudo, observou-se um aumento significativo da capacidade funcional medida pela distância de caminhada no teste da esteira a 3,2Km/h e melhor captação de oxigênio pelo VO₂ pico. Houve ainda melhora em relação aos sintomas, onde os pacientes relataram que o fator limitante durante o teste da esteira referia-se a dificuldade para respirar e não a claudicação intermitente, indicando alterações centrais como um fator limitante da capacidade funcional após o treinamento²².

McGuigan *et al.*, (2001) em um dos seus estudos investigou as alterações em relação ao tipo de fibra muscular e capilarização após um programa de treinamento resistido de 24 semanas em indivíduos com DAP claudicantes. Neste estudo, foi observado que ocorreram mudanças em relação ao aumento da área de secção transversa dos músculos flexores plantares e modificações em relação ao tipo de fibra muscular. Além disso, observou-se que houve melhora da capilarização adjacente ao crescimento das fibras, culminando em melhora da distância de caminhada em um teste de esteira progressivo, teste de caminhada de seis minutos, e aumento do tempo para início da dor claudicante nestes indivíduos, evidenciando alterações musculares e metabólicas após o exercício provenientes da melhora da entrega de oxigênio aos tecidos³².

Outro ponto importante a ser observado, refere-se a taxa de repetição do HRT em relação à distância de caminhada, evidenciando uma associação muito

fraca entre essas duas variáveis. Isso demonstra que a velocidade de realização das flexões plantares não possui uma correlação estatisticamente significativa ($p > 0,05$) com a distância caminhada no teste da esteira em velocidade constante (capacidade funcional) e resistência à isquemia. Isto pode ser comprovado pela própria definição de resistência, considerada como uma propriedade musculoesquelética tempo-dependente. Dessa forma, as adaptações relacionadas à resistência à fadiga das fibras musculares necessitam de maior quantidade de tempo para serem realizadas.

Embora o número de repetições no HRT tenha fraca associação com o tempo de resistência à isquemia na esteira e à distância de caminhada, os ajustes metabólicos provenientes do treinamento físico e do exercício de flexão plantar têm grande relevância na prática clínica, na reabilitação de pacientes com DAP e redução da morbidade associada à imobilidade e ao sedentarismo. Sendo assim, o exercício de flexão plantar torna-se uma opção para a melhora da capacidade funcional desses pacientes, inclusive, as pessoas que apresentam instabilidade hemodinâmica ou que por fatores musculoesqueléticos não possam realizar o treinamento de caminhada até o sintoma claudicante, considerado padrão ouro para reabilitação em DAP³³.

Para a prática clínica, um achado relevante refere-se a taxa de repetição do HRT, demonstrando que a velocidade em que a flexão plantar é realizada não está associada ao tempo de resistência à isquemia. Desta forma, torna-se importante priorizar o número de repetições e não a velocidade que estas são realizadas.

Por fim, nosso estudo apresenta limitações em relação a amostra avaliada. Os resultados encontrados são pertinentes às pessoas com DAP moderada, não sendo possível identificar se os mesmos resultados seriam esperados em indivíduos com DAP leve ou grave. Sendo assim, outros estudos que avaliem este desfecho nestas populações devem ser realizados futuramente.

6. CONCLUSÃO

O desempenho muscular da panturrilha verificado pelo HRT tem associação estatisticamente significativa de fraca magnitude com a distância de caminhada e com a resistência à isquemia no teste da esteira. Embora o número de repetições no HRT tenha fraca associação com o tempo de resistência à isquemia, o treino de flexão plantar pode apresentar relevância na prática clínica na reabilitação de pacientes com DAP, principalmente aqueles mais acometidos, incapazes de realizar treinamentos mais intensos.

REFERÊNCIAS

1. MULLER MD, REED AB, LEUENBERGER UA, SINOWAY LI. Physiology in medicine: peripheral arterial disease. **Journal of Applied Physiology**. 2013.
2. HIRSCH AT, HASKAL ZJ, HERTZER NR, BAKAL CW, CREAGER MA, HALPERIN *et al.* CC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease): endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung. **Circulation**, v.113, n.13, e463-654, 2006.
3. ARONOW H. Peripheral arterial disease in the elderly: recognition and management. **Am J Cardiovasc Drugs**, v.8, n.6, p.353. 64, 2008.
4. LASSEN, N. *et al.* Calf Muscle Blood Flow during Walking Studied by the Xe133 Method in Normals and in Patients with Intermittent Claudication.Scandinav. **J. clin. & Lab. Investigation** v. 17, p.447-453, 1965.
5. SCOTT-OKAFOR, H.R., SILVER, K.K C., PARKER, J., ALMY-ALBERT, T., & GARDNER, A. W. (2001). Lower extremity strength deficits Pheripheral Arterial Occlusive Disease patients with intermittent claudication. **Angiology**, v.52, n.1, p.7-14, 2001.
6. ATKINS LM, GARDNER AW. The relationship between lower extremity functional strength and severity of peripheral arterial disease. **Angiology**, v.55, n.4, p.347. 55, 2004.
7. MONTEIRO DP, BRITTO RR, LAGES ACR, BASÍLIO ML, DE OLIVEIRA PIRES MC, CARVALHO MLV, *et al.* Heel-rise test in the assessment of individuals with peripheral arterial occlusive disease. **Vasc Health Risk Manag**, v.9, p.29. 35, 2013.
8. BERTOLUCCI PHF, BRUCKI SMD, CAMPACCI SR, JULIANO Y. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 52, n.1, p. 01. 7, 1994.
9. CRENSHAW AG, ELCADI GH, HELLSTROM F, MATHIASSEN SE. Reliability of near-infrared spectroscopy for measuring forearm and shoulder oxygenation in healthy males and females. **Eur J Appl Physiol.**, v.112, n. 7, p. 2703. 2715, 2012.
10. MARTIN DS, LEVETT DZH, BEZEMER R, MONTGOMERY HE, GROCOTT MPW. The use of skeletal muscle near infrared spectroscopy and a vascular occlusion test at high altitude. **High Alt Med Biol.**, v. 14, n. 3, p. 256. 62, 2013.
11. MCLAY KM, NEDERVEEN JP, POGLIAGHI S, PATERSON DH, MURIAS JM. Repeatability of vascular responsiveness measures derived from near-infrared spectroscopy. **Physiol Rep.**, v. 4, n. 9, p. 1. 8, 2016.

12. PEREIRA DAG, OLIVEIRA KL DE, CRUZ JO, SOUZA CG DE, CUNHA FILHO IT. Reproducibility of functional tests in peripheral arterial disease. **Fisioterapia e pesquisa.**, v. 15, n. 3, p. 228. 34, 2008.
13. VAN UDEN CJT, VAN DER VLEUTEN CJM, KOOLOOS JGM, HAENEN JH, WOLLERSHEIM H. Gait and calf muscle endurance in patients with chronic venous insufficiency. **Clin Rehabil.**, v. 19, n. 3, p. 339. 44, 2005.
14. NICOLAI SPA, VIECHTBAUER W, KRUIDENIER LM, CANDEL MJJM, PRINS MH, TEIJINK JAW. Reliability of treadmill testing in peripheral arterial disease: A meta-regression analysis. **J Vasc Surg.**, v. 50, n. 2, p. 322. 9, 2009.
15. MANUAL PORTAMON 2016 - A wireless NIRS device, especially designed for the measurement of muscle oxygenation.
16. BOUSHEL R, LANGBERG H, OLESEN J, GONZALES-ALONZO J, BULOW J, KAJAER M. Monitoring tissue oxygen availability with near infrared spectroscopy (NIRS) in health and disease. **Scand J Med Sci Sport.**, v. 11, p. 4, p. 213. 22, 2001.
17. LIMA A, Bakker J. Espectroscopia no infravermelho próximo para a monitorização da perfusão tecidual. **Rev Bras Ter Intensiva**, v. 23, n. 3. p. 341. 51, 2011.
18. REGENSTEINER JG, WOLFEL EE, BRASS EP, CARRY MR, RINGEL SP, HARGARTEN ME, *et al.* Chronic changes in skeletal muscle histology and function in peripheral arterial disease. **Circulation**, v. 87, n. 2, p. 413. 21, 1993.
19. BRASS EP, HIATT WR. Acquired skeletal muscle metabolic myopathy in atherosclerotic peripheral arterial disease. **Vasc Med.**, v. 5, n. 1, p. 55. 9, 2000.
20. PIPINOS II, SHEPARD AD, ANAGNOSTOPOULOS P V., KATSAMOURIS A, BOSKA MD. Phosphorus 31 nuclear magnetic resonance spectroscopy suggests a mitochondrial defect in claudicating skeletal muscle. **J Vasc Surg.**, v. 31, n. 5, p. 944. 52, 2000.
21. PIPINOS II, SHAROV VG, SHEPARD AD, ANAGNOSTOPOULOS P V., KATSAMOURIS A, TODOR A, *et al.* Abnormal mitochondrial respiration in skeletal muscle in patients with peripheral arterial disease. **J Vasc Surg.**, v. 38, n. 4, p. 827. 32, 2003.
22. WANG E, HOFF J, LOE H, KAEHLER N, HELGERUD J. Plantar flexion: An effective training for peripheral arterial disease. **Eur J Appl Physiol.**, v. 104, n. 4, p. 749. 56, 2008.

23. JORAS M, POREDOS P. The association of acute exercise-induced ischaemia with systemic vasodilator function in patients with peripheral arterial disease. **Vasc Med.**, v.13, n. 4, p. 255. 62, 2008.
24. COUTINHO T, ROOKE TW, KULLO IJ. Arterial dysfunction and functional performance in patients with peripheral artery disease: A review. **Vasc Med.**, v. 16, n. 3, p. 203. 11, 2011.
25. GRENON SM, CHONG K, ALLEY H, NOSOVA E, GASPER W, HIRAMOTO J, *et al.* Walking disability in patients with peripheral artery disease is associated with arterial endothelial function. **J Vasc Surg.**, v. 59, n. 4, p.1025. 34, 2014.
26. HEINEN Y, STEGERMANN E, SANSONE R, BENEDENS K, WAGSTAFF R, BALZER J, *et al.* Local association between endothelial dysfunction and intimal hyperplasia: relevance in peripheral artery disease. **J Am Heart Assoc.** v.4, n. 2, p. 1. 8, 2015.
27. WIBOM R, HULTMAN E, JOHANSSON M, MATHEREI K, CONSTANTIN-TEODOSIU D, SCHANTZ PG. Adaptation of mitochondrial ATP production in human skeletal muscle to endurance training and detraining. **J Appl Physiol.**, v. 73, n. 5, p. 2004. 10, 1992.
28. HOLLOSZY JO, COYLE EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **J Appl Physiol.**, v. 56, n. 4, p. 831-8, 1984.
29. HOPPELER H, LUTHI P, CLAASSEN H, WEIBEL ER, HOWALD H. The ultrastructure of the normal human skeletal muscle. **Pflugers Arch Eur J Physiol.**, v. 344, n. 3, p. 217. 32, 1973.
30. BOOTH FW, NARAHARA KA. Vastus lateralis cytochrome oxidase activity and its relationship to maximal oxygen consumption in man. **Pflügers Arch Eur J Physiol.** v. 349, n. 4, p. 319. 24, 1974.
31. MONTEIRO, DÉBORA PANTUSO. **Tratamento fisioterápico modificado na Doença Arterial Periférica** . Um ensaio clínico aleatorizado. 2017. 169 f. Tese de Doutorado em Desempenho Funcional Humano . Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
32. MCGUIGAN MRM, BRONKS R, NEWTON RU, SHARMAN MJ, GRAHAM JC, CODY D V., *et al.* Resistance training in patients with peripheral arterial disease: Effects on myosin isoforms, fiber type distribution, and capillary supply to skeletal muscle. **Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.** v. 56, n. 7, p. 302. 10, 2001.
33. GERHARD-HERMAN MD, HEATHER GORNIK CL, CHAIR V, BARRETT C, NEAL BARSHEES RR, MATTHEW CORRIERE MA, *et al.* 2016 AHA/ACC Guideline on the Management of Patients With Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Executive Summary 2016 AHA/ACC Lower Extremity PAD

Guideline: Executive Summary Circulation. **Circulation**, v. 135, p. 686-725, 2017.