

Avaliação da saturação tecidual de oxigênio durante o sintoma claudicante em pacientes com doença arterial periférica

Tissue oxygen saturation assessment during claudication symptoms in patients with peripheral arterial disease

João Antônio da Silva Junior¹, Débora Úrsula Fernandes Souza¹, Daniela Rodrigues Ferreira¹,
Mariane Cassia Paixão Valeriano¹, Raquel Ferreira Santos¹, Raquel Rodrigues Britto¹,
Danielle Aparecida Gomes Pereira¹

Resumo

Contexto: O relato de sintoma claudicante em pacientes com doença arterial periférica é utilizado como modulador da intensidade de exercício físico para o tratamento clínico, entretanto os valores de oxigenação tecidual nesse momento são desconhecidos. **Objetivo:** Descrever o suprimento tecidual de oxigênio por meio da espectroscopia de luz próxima ao infravermelho ou Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) nos momentos em que o paciente relata sintoma claudicante inicial e máximo em testes de exercício. **Métodos:** Nove pacientes, oito homens com $65,63 \pm 6,02$ anos de idade, previamente diagnosticados com doença arterial periférica, realizaram teste de exercício de carga constante e de carga incremental com monitorização do nível de oxigenação tecidual através da NIRS. As saturações de oxigênio obtidas no momento em que o paciente relata sintoma claudicante inicial e no momento em que relata sintoma claudicante máximo foram comparadas com os valores de saturação da manobra de oclusão arterial por meio do intervalo de confiança de 95% da diferença. **Resultados:** Verificou-se que os valores de saturação nos momentos de sintoma claudicante inicial e máximo são estatisticamente distintos quando comparados àqueles obtidos na manobra de oclusão arterial, entretanto, através da análise percentual do quão distante esses valores encontram-se é possível observar que, do ponto de vista clínico, eles estão próximos. **Conclusões:** A saturação no momento em que o paciente relata sintomas claudicantes inicial e máximo é bastante próxima do valor de saturação no momento de oclusão e do ponto de vista clínico o relato subjetivo de sintoma do paciente é adequado como parâmetro para a prescrição do exercício físico.

Palavras-chave: doença arterial periférica; espectroscopia de luz próxima ao infravermelho; teste de esforço; claudicação intermitente.

Abstract

Background: The time at which claudication symptoms are reported is used to modulate exercise intensity in clinical treatment of patients with peripheral arterial disease, but tissue oxygenation values at that point are unknown. **Objective:** To describe tissue oxygen supply measured using Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) when patients report initial and maximum claudication symptoms during exercise tests. **Methods:** Nine patients (eight men) aged 65.63 ± 6.02 years and previously diagnosed with peripheral arterial disease performed constant load exercise testing and incremental load exercise testing while tissue oxygenation levels were monitored by NIRS. Oxygen saturation values at the times at which each patient reported initial onset of claudication symptoms and maximum claudication symptoms were compared with values obtained during the arterial occlusion maneuver, using the 95% confidence interval of the difference. **Results:** It was found that saturation values at the time of both initial and maximum claudication symptoms were statistically different from saturation during the arterial occlusion maneuver, but on the basis of percentage analysis they were similar from a clinical point of view. **Conclusions:** Oxygen saturations at the time patients report initial and maximum claudication symptoms are very close to saturations during arterial occlusion. From a clinical perspective, subjective patient report of symptoms is an appropriate parameter on which to base exercise prescription.

Keywords: peripheral arterial disease; near-infrared spectroscopy; exercise test; intermittent claudication.

¹ Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Departamento de Fisioterapia, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Fonte de financiamento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (APQ-02820-12).

Conflito de interesses: Os autores declararam não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Março 12, 2015. Aceito em: Outubro 12, 2015.

O estudo foi realizado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil.

■ INTRODUÇÃO

A doença arterial periférica (DAP) é provocada por obstrução arterial, frequentemente de origem aterosclerótica, que promove redução do fluxo sanguíneo para os membros inferiores¹. Seu principal sintoma é a claudicação intermitente, decorrente do processo isquêmico causado pelo desequilíbrio entre demanda e oferta de oxigênio para a musculatura periférica²⁻⁴. Claudicação intermitente é relatada como sensação de desconforto, dor, formigamento ou câimbra na região muscular acometida nos momentos de maior demanda aeróbica^{2,3}. Esse sintoma geralmente leva a acometimento funcional dos indivíduos, uma vez que a caminhada pode tornar-se limitada pelo sintoma claudicante⁴⁻⁷.

O objetivo do tratamento conservador, com reabilitação baseada em exercício físico, indicado com alto nível de evidência científica^{8,9}, é alcançar a melhora funcional dos pacientes por meio do treinamento aeróbico, a fim de obter adaptações hemodinâmicas no exercício^{10,11}. As adaptações aeróbicas favoráveis são complementadas com mudanças vasculares que melhoram o transporte de oxigênio e a transferência para áreas de hipoxemia¹⁰. O programa que expõe a musculatura de membros inferiores a uma intensidade elevada de isquemia submáxima é citado como o que promove melhores benefícios com o tratamento¹². Portanto, para se atingir adaptações ótimas na capacidade de caminhar de indivíduos com DAP é necessário que se atinjam os limiares próximos ao sintoma claudicante máximo durante o treinamento¹³.

A sensação de sintoma claudicante próximo do máximo durante as sessões de exercícios é reportada de forma subjetiva pelo paciente. Assim, não é possível certificar que o paciente está alcançando o limiar isquêmico, uma vez que a saturação de oxigênio no momento do treinamento é desconhecida. A espectroscopia de luz próxima ao infravermelho ou Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) permite avaliar de forma não invasiva e objetiva o fluxo sanguíneo muscular, bem como os níveis de oxigenação em condições estáticas e dinâmicas, permitindo verificar a redução de fornecimento de oxigênio durante o esforço^{14,15}.

Considerando que os valores de oxigenação tecidual durante o exercício relacionam-se com a intensidade de isquemia, torna-se importante do ponto de vista clínico explorar a resposta da saturação de oxigênio durante o esforço nos momentos de relato subjetivo de sintoma claudicante inicial e máximo. Portanto, o objetivo primário do presente estudo foi avaliar o suprimento tecidual de oxigênio por meio da NIRS nos

momentos em que o paciente relata sintoma claudicante inicial e sintoma claudicante máximo em testes de exercício e comparar esses dados à saturação obtida no momento da oclusão arterial. Secundariamente, avaliar a confiabilidade teste-reteste da saturação obtida com a NIRS na manobra de oclusão arterial e avaliar a associação entre a queda na saturação tecidual na oclusão arterial e o desempenho nos testes de exercício.

■ MÉTODOS

Todos os procedimentos foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa da instituição na qual a pesquisa foi desenvolvida (CAAE 36989914.3.0000.5149) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram recrutados nove pacientes previamente diagnosticados com DAP, atendidos no Serviço de Apoio a Pessoas com Doença Arterial Periférica de um hospital universitário de Minas Gerais, convidados a participar do estudo voluntariamente. Foram incluídos pacientes sintomáticos para claudicação intermitente durante a deambulação, seja em uma ou ambas as panturrilhas, que não apresentassem restrição à realização dos testes de exercício.

Os dados clínicos e demográficos foram coletados para caracterização da amostra. Posteriormente foi aplicado o Walking Impairment Questionnaire (WIQ) e o Perfil de Atividade Humana (PAH), como entrevista^{16,17}. O índice tornozelo braço (ITB) foi medido bilateralmente. As coletas foram realizadas em dois dias, com intervalo de 48 horas entre eles. Os procedimentos dos dois dias incluíram: (1) manobra de oclusão arterial, (2) repouso de dez minutos, (3) teste de exercício (Incremental Shuttle Walking Test ou Teste de Carga Constante na esteira – um em cada dia, em ordem aleatória), (4) recuperação. Os testes foram realizados no período da tarde, a temperatura ambiente e a umidade do ar foram mensuradas. A saturação tecidual de oxigênio (StO₂) foi monitorada com a NIRS de forma contínua durante toda a coleta, apenas na perna mais limitada pelo sintoma de claudicação intermitente, conforme avaliado pela anamnese prévia ao teste.

O WIQ foi utilizado para avaliar as limitações de locomoção dos indivíduos do presente estudo. Esse questionário, traduzido e validado para a população brasileira, envolve aspectos vivenciados no último mês e é dividido em três domínios: distância, velocidade e subir escadas¹⁶. Para cada domínio, o paciente é pontuado em uma escala de 0-100%, na qual 100% é o melhor escore, apontando ausência de limitação para as atividades questionadas.

O PAH, que pode ser aplicado em indivíduos com distintos níveis funcionais, desde extremamente baixos até muito altos¹⁷, foi utilizado para a avaliação funcional e do nível de atividade física da amostra. O instrumento utiliza 94 itens que, quando categorizados de acordo com a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde, abordam os domínios atividade e participação¹⁸. Para cada item avaliado existem três respostas possíveis: “ainda faço”, “parei de fazer” ou “nunca fiz”¹⁷. Baseado em cada resposta fornecida pelo paciente, calculou-se: o escore máximo de atividade (EMA), que corresponde à numeração da atividade com mais alta demanda de oxigênio que o indivíduo “ainda faz”; o escore ajustado de atividade (EAA), o qual é calculado subtraindo-se do EMA o número de itens que o indivíduo “parou de fazer” anteriores ao último que ele “ainda faz”¹⁹. Os indivíduos são classificados como debilitados ou inativos (escores < 53), moderadamente ativos (escores 53-74) ou ativos (escores > 74)²⁰.

Para as medições com o NIRS foi utilizado um sistema portátil de onda contínua (Artinis®, sistema Portamon, Holanda), o qual utiliza a emissão de luz em dois comprimentos de onda (760 e 850 nm) para aferir as concentrações de oxihemoglobina (O₂Hb), deoxihemoglobina (HHb) e calcular a StO₂. Os sensores do NIRS foram colocados no músculo gastrocnêmio da perna mais acometida e fixados com filme plástico e faixa elástica. Os dados foram inicialmente obtidos numa frequência de 10Hz.

No presente estudo, após estabilização inicial da medida, foi registrado o valor basal de saturação tecidual (StO_{2-PRE}) e em seguida iniciada manobra de oclusão arterial. Essa manobra é realizada com um *cuff* posicionado na coxa do paciente, o qual é inflado até valores superiores a 250 mmHg e assim mantido por um período de cinco a seis minutos. Esse procedimento funciona como uma calibração fisiológica, criando uma escala funcional que possibilita comparar melhor diferentes indivíduos²¹. O valor mínimo de saturação obtido nesse período (StO_{2-OC}), após a constatação da estabilização da medida de HHb, é tido como o zero funcional de oxigenação do tecido e utilizado para a análise dos resultados, juntamente com os valores obtidos durante os testes: saturação no momento do sintoma claudicante inicial (StO_{2-DI}) e saturação no momento de sintoma claudicante máximo (StO_{2-DM}).

Entre o final da manobra de oclusão e o início do teste de exercício, os pacientes permaneceram em repouso, sentados, por 10 minutos, com os pés apoiados no chão, a fim de certificar que os valores de oxigenação tecidual basal haviam sido

completamente restabelecidos e, com isso, evitar prejuízo de desempenho durante o teste funcional.

Para análise dos resultados coletados pelo NIRS foi utilizado *software* específico fornecido pelo fabricante (Artinis, Oxysoft). Para extração das variáveis de interesse, os dados foram filtrados com média móvel de 10 segundos e em seguida exportados para um banco de dados numa frequência de uma medida a cada segundo (1Hz). A Figura 1 é a representação gráfica de todas as variáveis obtidas com o NIRS durante toda a coleta. No presente estudo, a variável saturação tecidual foi a utilizada para as análises realizadas.

O Incremental Shuttle Walking Test (ISWT) é um teste de caminhada com validade e confiabilidade já testados, seguro para ser utilizado na avaliação da capacidade funcional em pacientes com doença vascular²²⁻²⁴. O ISWT permite avaliar a distância caminhada por um paciente em um ritmo controlado por meio de sinais sonoros gravados em um CD-ROM²⁵. A velocidade de caminhada é incrementada minuto a minuto, com indicação sonora de três bipes consecutivos no áudio. O teste é interrompido caso o sujeito atinja fadiga, sintoma claudicante máximo, ultrapasse 85% da frequência cardíaca máxima prevista pela idade ou não seja capaz de acompanhar o ritmo imposto pelo teste. No presente estudo foi realizado utilizando-se dois cones separados por uma distância de nove metros, considerando-se 0,5 metro em cada extremidade para evitar mudança abrupta na direção²⁵. O paciente foi orientado a caminhar entre os cones, de acordo com a velocidade imposta pelo teste, iniciando lentamente e aumentando a velocidade a cada minuto quando ouvisse três bipes consecutivos. Deveria continuar a caminhar até não conseguir atingir os cones por duas vezes consecutivas. A cada incremento da velocidade, o paciente recebia um estímulo verbal: “ande um pouco mais rápido, aumentou a velocidade!”, quando não conseguia alcançar o cone pela primeira vez era dito: “ande um pouco mais rápido, se não alcançar o cone novamente, o teste será interrompido”. O paciente deveria relatar durante o teste o momento do sintoma claudicante inicial e máximo. Foram registrados o tempo e a distância em que o paciente relatou os sintomas claudicantes inicial e máximo, bem como o tempo de repouso necessário para o sintoma claudicante cessar após o teste.

O Teste de Caminhada em carga (TC) constante foi realizado em esteira (Movement®, RT 200, Brasil) a uma velocidade de 3,2 km/hora, com inclinação de 10%²⁶. A velocidade de 3,2 km/hora foi implementada em intervalo de 30 segundos, para permitir a adaptação do paciente na esteira. Anteriormente ao teste, os pacientes

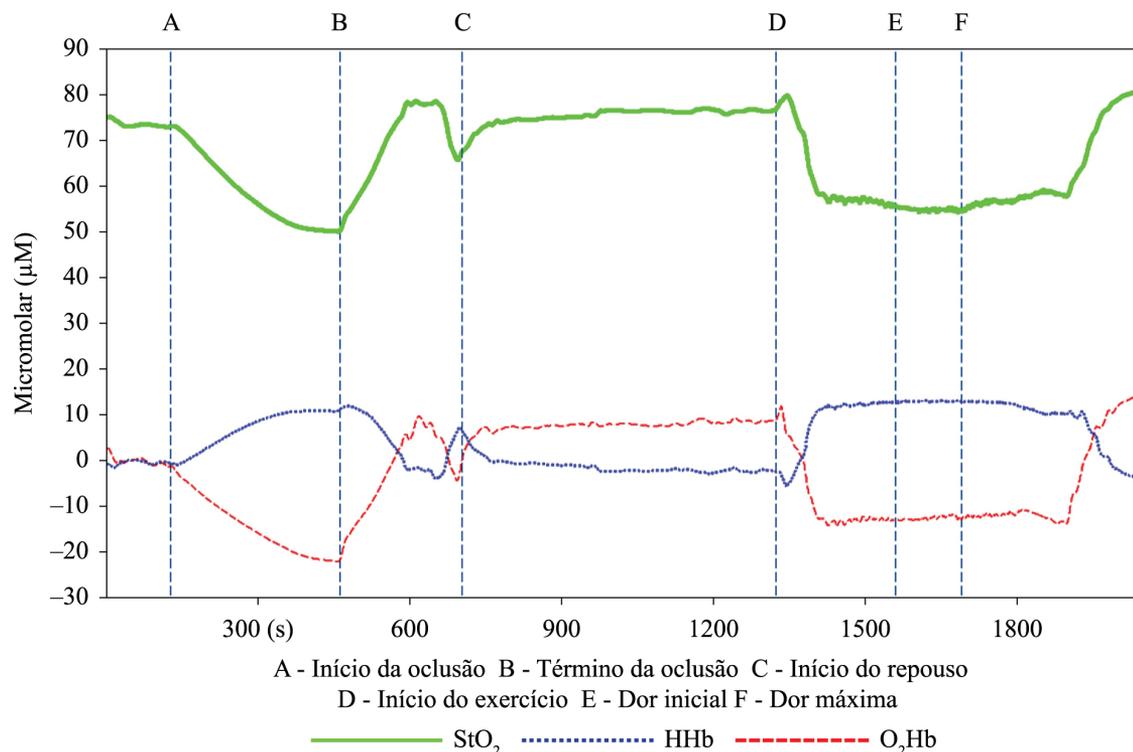


Figura 1. Representação gráfica dos dados da NIRS durante todo procedimento de coleta.

receberam instrução para relatar a percepção do sintoma claudicante inicial e do sintoma claudicante máximo. Se o paciente apresentava fadiga, quando o sintoma claudicante o obrigava a parar ou quando a frequência cardíaca máxima prevista para a idade era ultrapassava em 85% o teste foi interrompido. No caso de ausência de relato de sintoma claudicante máximo, o tempo máximo de teste na esteira foi fixado em 35 minutos. A cada cinco minutos foram verificadas a pressão arterial, a frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço por meio da escala de Borg modificada. Foram registrados tempo e distância em que o paciente relatou os sintomas claudicantes inicial e máximo, bem como o tempo de repouso necessário para o sintoma claudicante cessar após o teste.

O período de recuperação foi registrado pela NIRS logo após o teste de esforço, depois de um minuto de marcha estacionária. Nele o qual o paciente permanecia assentado em cadeira e com os pés apoiados no chão por dois minutos. Os dados obtidos foram gravados para análise posterior.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis contínuas estão expressas como média \pm desvio padrão e as variáveis categóricas, em frequência. Para avaliar a distribuição dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk.

Para analisar as possíveis diferenças entre as variáveis foi utilizado o intervalo de confiança de 95% da diferença (IC 95% da diferença). Um IC 95% da diferença que não cruzou o valor zero foi considerado para detecção de diferença significativa entre variáveis. Para avaliar as diferenças da saturação tecidual nos momentos de sintoma inicial e sintoma máximo em relação à oclusão, em valores absolutos, foram realizados os cálculos: $(StO_{2-DI} - StO_{2-OCL})$ e $(StO_{2-DM} - StO_{2-OCL})$, respectivamente. Em termos percentuais, essas diferenças foram calculadas para detectar o quão distante a StO_{2-DI} e a StO_{2-DM} estavam da $SatO_{2-OCL}$ por meio do cálculo: $(Sat \text{ no momento da dor analisada} - SatO_{2-OCL}) / SatO_{2-OCL}$. Na avaliação da associação entre variação de $SatO_{2-PRE}$ para $SatO_{2-OCL}$ e desempenho nos testes ISWT e TC foi utilizada correlação de Pearson. O nível de significância alfa foi definido em 5%. A análise estatística foi realizada usando-se o Statistical Package for the Social Sciences (Versão 15.0).

RESULTADOS

Foram avaliados nove pacientes, sendo oito homens. Um participante do sexo masculino foi excluído por dificuldade de obtenção dos dados durante a manobra de oclusão. Assim, foram avaliados oito pacientes com média de idade de $65,63 \pm 6,02$ anos, ITB direito de

0,65 ± 0,10, ITB esquerdo de 0,71 ± 0,11 e índice de massa corpórea (IMC) de 25,50 ± 4,06 kg/m². Dos pacientes avaliados, 75% relataram claudicação bilateral. Todos os participantes relataram como comorbidades dislipidemia e ex-tabagismo, com média de 66,88 ± 47,10 anos-maço, 12,5% de etilistas, 87,5% de hipertensos e 37,5% de diabéticos. Os participantes relataram que realizavam atividade física em média 2,81 ± 1,3 horas por semana. No WIQ, o escore médio foi de 60,84 ± 38,39%, 61,54 ± 26,45% e 65,62 ± 30,27% para os domínios distância de caminhada, velocidade e escada, respectivamente. De acordo com o PAH, os participantes obtiveram EMA médio de 76,88 ± 8,08 e EAA médio de 68,38 ± 9,75, sendo classificados como moderadamente ativos de acordo com o EAA. Não houve diferença na temperatura e umidade do ar entre os dois dias de coleta (p > 0,05).

Os dados obtidos pela NIRS nos dois dias de manobra de oclusão e o IC de 95% da diferença entre os valores de saturação nos dois dias de teste encontram-se expressos na Tabela 1.

A comparação entre a saturação na oclusão e a saturação no momento de sintoma claudicante inicial, bem como para a saturação no momento de sintoma claudicante máximo, para o ISWT e o TC,

Tabela 1. Valores da saturação tecidual de oxigênio nos dois dias de manobra de oclusão.

	StO _{2-OCL} (Média ± dp)	IC 95% da diferença
Dia 1	47,56 ± 5,01	
Dia 2	48,08 ± 8,01	[-6,75; 5,70]

SatO_{2-OCL} = saturação tecidual na oclusão; dp: desvio-padrão; IC = intervalo de confiança.

Tabela 2. Comparação da saturação no sintoma claudicante inicial e no sintoma claudicante máximo em relação à saturação obtida na manobra de oclusão.

	ISWT		TC	
	Média ± DP	IC 95% da diferença	Média ± DP	IC 95% da diferença
StO _{2-OCL}	47,56 ± 5,01	-	48,08 ± 8,01	-
StO _{2-DI}	54,92 ± 8,38	-	52,77 ± 7,38	-
StO _{2-DM}	52,42 ± 7,26	-	55,53 ± 9,21	-
Diferença entre StO _{2-DI} e StO _{2-OCL} (valor absoluto)	7,36 ± 5,92	[2,41; 12,31]*	4,68 ± 2,75	[2,39; 6,98]*
Diferença entre StO _{2-DI} e StO _{2-OCL} (%)	0,15 ± 0,13	[-12,31; -2,42]*	0,10 ± 0,06	[-6,99; -2,39]*
Diferença entre StO _{2-DM} e StO _{2-OCL} (valor absoluto)	4,86 ± 3,65	[1,81; 7,91]*	7,45 ± 4,35	[3,81; 11,09]*
Diferença entre StO _{2-DM} e StO _{2-OCL} (%)	0,10 ± 0,07	[-7,91; -1,81]*	0,16 ± 0,08	[-11,09; -3,81]*

ISWT = Incremental Shuttle Walking Test; TC = Teste de Velocidade Constante; SatO_{2-OCL} = saturação tecidual na oclusão; StO_{2-DI} = saturação tecidual no sintoma claudicante inicial; StO_{2-DM} = saturação tecidual no sintoma claudicante máximo; DP: desvio-padrão; IC = intervalo de confiança. *Diferença significativa pelo IC 95% da diferença.

estão apresentados na Tabela 2. Quando comparadas as saturações no momento do sintoma inicial e do sintoma máximo entre os testes TC e ISWT, não foi encontrada diferença entre seus valores, intervalo de confiança [-2,48; 6,79] e [-7,30; 1,09], respectivamente.

A correlação encontrada entre a variação da SatO_{2-PRE} para a SatO_{2-OCL} e o tempo do TC foi r = -0,783 (p = 0,022), sendo considerada alta e inversamente proporcional. Não foi encontrada correlação entre a variação da SatO_{2-PRE} para a SatO_{2-OCL} e a distância percorrida no ISWT com r = -0,055 (p = 0,898). Foi encontrada correlação moderada e direta entre variação da SatO_{2-PRE} para a SatO_{2-OCL} e o tempo de repouso necessário para cessar o sintoma após o teste de TC com r = 0,736 (p = 0,037). Para o ISWT não foi encontrada correlação (r = -0,158; p = 0,708).

DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi caracterizar o valor da saturação tecidual obtida por meio da NIRS nos momentos em que o paciente relatou subjetivamente sintoma claudicante inicial e sintoma claudicante máximo em um teste de exercício incremental e outro com carga constante. De forma similar ao que observamos, McCully et al.²⁷ demonstraram que a dessaturação de oxigênio permanece em valores próximos do máximo durante a maior parte de um teste de exercício em pacientes com DAP. Além disso, esses mesmos autores verificaram que o comportamento é diferente do observado em sujeitos saudáveis, os quais não apresentam dessaturação no mesmo grau, o que também foi demonstrado em estudos posteriores^{15,28,29}.

No presente estudo, utilizamos a manobra de oclusão arterial como uma calibração fisiológica. A análise de confiabilidade pela avaliação do IC de 95% da diferença entre os valores de saturação nos dias 1 e 2 não evidenciou diferença. Apesar de estatisticamente diferentes, observamos que os valores de StO_2 nos momentos de dor inicial e dor máxima são clinicamente muito próximos dos valores obtidos durante a oclusão. Na avaliação pelo ISWT, os valores de StO_2 obtidos estavam acima da StO_{2-ocl} em média 15,48% no momento de sintoma claudicante inicial e 10,22% no momento de sintoma claudicante máximo. Para o TC, esses valores foram 9,77% e 15,49% acima da oclusão, respectivamente.

Os valores de saturação no momento de dor máxima encontrados pelo presente estudo encontram-se acima do relatado por outros trabalhos. Comerota et al.¹⁵, em estudo que avaliaram o comportamento da StO_2 durante o exercício em pacientes com DAP (n = 14) e indivíduos saudáveis (n = 35), relataram valores de $9 \pm 10\%$ no pico do exercício, com uma queda absoluta de $50 \pm 30\%$ em relação ao repouso, nos indivíduos acometidos pela doença. Essa diferença talvez se deva ao fato de se ter utilizado um equipamento com um único canal, o qual utiliza uma distância fixa de 35 mm entre emissor e receptor de luz, o que pode fornecer valores incorretos de oxigenação do tecido, devido à variabilidade da espessura de pele e tecido subcutâneo³⁰. Já no presente trabalho foi utilizado um equipamento distinto, que possui recurso com múltiplos pares emissor-receptor, com distâncias de 30, 35 e 40 mm entre emissor e receptores.

Os valores de saturação no momento de sintoma claudicante máximo chegam mais próximos do zero funcional durante o ISWT, o que é esperado devido ser esse um teste incremental, caracterizado pelo aumento progressivo da demanda metabólica, o que provoca desequilíbrio ascendente entre entrega e consumo de oxigênio. Em contrapartida, o mesmo desequilíbrio não ocorre em um teste de carga constante, o que pode permitir que, por exemplo, doentes com baixo comprometimento funcional consigam caminhar por um longo período sem que sejam limitados por sintoma claudicante máximo²⁶. No presente estudo, dois indivíduos não apresentaram relato de sintoma máximo durante o teste de carga constante. Alguns fatores podem ainda ter influenciado para que os valores de StO_{2-DM} tenham sido mais elevados que a StO_{2-DI} nesse tipo de teste, como nível de treinamento prévio, grau de acometimento da doença e influência de comorbidades. Novos estudos são necessários para se avaliar o grau de influência desses fatores e a possibilidade de se utilizar uma carga individualizada para o teste de carga constante.

A alta correlação encontrada entre a dessaturação durante a oclusão com o desempenho no TC e tempo para cessação da dor, após, sugere a manobra de oclusão como uma das possibilidades de avaliação funcional desses pacientes, já que exige um procedimento relativamente simples, não invasivo e de rápida realização. Entretanto, outros estudos serão necessários para confirmar esse achado, pois apesar de um menor consumo periférico de oxigênio durante o repouso já ter sido demonstrado em pacientes com DAP³¹⁻³³, ainda não está claro se essa variável pode ser utilizada para caracterizar a gravidade da doença nesses pacientes e prever o desempenho em testes de exercício.

Algumas limitações podem ser relatadas no presente estudo, como número restrito de pacientes avaliados, em sua maioria homens, e a impossibilidade de analisar o efeito de algumas covariáveis, como as comorbidades dos pacientes. Por exemplo, três pacientes apresentavam diabetes mellitus, condição na qual já foi demonstrado ocorrer um atraso do relato do início do sintoma claudicante, quando comparados a pacientes com DAP sem diabetes. Além disso, a amostra foi composta de indivíduos menos acometidos, sem polineuropatia avançada e sem doença cardíaca, o que gera implicações para a generalização dos dados. Assim, o presente estudo gera informações aplicáveis especificamente a pacientes claudicantes moderadamente ativos que fazem atividade física em torno de três horas por semana.

Conclui-se que a saturação no momento em que os pacientes relatam sintoma claudicante inicial e sintoma claudicante máximo, durante os testes de exercício, é bastante próximo do valor de saturação no momento da oclusão e, portanto, é provável que a isquemia tecidual esteja em intensidade significativa no momento em que o paciente relata sintoma claudicante durante o exercício. Do ponto de vista clínico, o relato subjetivo do paciente em relação ao sintoma claudicante máximo é compatível com o limiar de isquemia ótimo para o tratamento com exercício dos pacientes com DAP, podendo ser utilizado como parâmetro confiável para a prescrição do exercício físico. Devido às limitações supracitadas, novos estudos são necessários para confirmar os achados deste estudo.

■ AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

■ REFERÊNCIAS

- Garcia LA. Epidemiology and pathophysiology of lower extremity peripheral arterial disease. *J Endovasc Ther.* 2006;13(1 Supl 2):I3-9. <http://dx.doi.org/10.1177/152660280601305104>. PMID:16472007.
- Silva R, Consolim-Colombo F. Aspectos relevantes para identificação da claudicação intermitente. *Acta Paul Enferm.* 2011;24(3):426-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-21002011000300019>.
- Bradberry JC. Peripheral arterial disease: pathophysiology, risk factors, and role of antithrombotic therapy. *J Am Pharm Assoc.* 2003;2004(44):S37-45, quiz S44-5. PMID:15095934.
- Vaz C, Duarte V, Santos AR, et al. Doença arterial periférica e qualidade de vida. *Angiol Cir Vasc.* 2013; 9(1):1-7.
- McDermott MM, Guralnik JM, Albay M, Bandinelli S, Miniati B, Ferrucci L. Impairments of muscles and nerves associated with peripheral arterial disease and their relationship with lower extremity functioning: the InCHIANTI Study. *J Am Geriatr Soc.* 2004;52(3):405-10. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52113.x>. PMID:14962156.
- Atkins L, Gardner AW. The relationship between lower extremity functional strength and severity of peripheral arterial disease. *Angiology.* 2004;55(4):347-55. <http://dx.doi.org/10.1177/000331970405500401>. PMID:15258680.
- Breek J, Hamming J, Vries J, Aquarius AEA, Henegouwen D. Quality of life in patients with intermittent claudication using The World Health Organisation (WHO) questionnaire. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2001;21(2):118-22. <http://dx.doi.org/10.1053/ejvs.2001.1305>. PMID:11237783.
- Creager MA, Belkin M, Bluth EI, et al. 2012 ACCF/AHA/ACR/SCAI/SIR/STS/SVM/SVN/SVS key data elements and definitions for peripheral atherosclerotic vascular disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Clinical Data Standards (Writing Committee to Develop Clinical Data Standards for Peripheral Atherosclerotic Vascular Disease). *Circulation.* 2012;125(2):395-467. <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0b013e31823299a1>. PMID:22144570.
- Flu HC, Tamsma J, Lindeman J, Hamming J, Lardenoye J. A systematic review of implementation of established recommended secondary prevention measures in patients with PAOD. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010;39(1):70-86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2009.09.027>. PMID:19910222.
- Manfredini F, Malagoni AM, Mandini S, et al. Near-infrared spectroscopy assessment following exercise training in patients with intermittent claudication and in untrained healthy participants. *Vasc Endovascular Surg.* 2012;46(4):315-24. <http://dx.doi.org/10.1177/1538574412443318>. PMID:22529160.
- Malagoni AM, Felisatti M, Mandini S, et al. Resting muscle oxygen consumption by near-infrared spectroscopy in peripheral arterial disease: A parameter to be considered in a clinical setting? *Angiology.* 2010;61(6):530-6. <http://dx.doi.org/10.1177/0003319710362975>. PMID:20395235.
- Manfredini F, Conconi F, Malagoni AM, et al. Training guided by pain threshold speed: effects of a home-based program on claudication. *Int J Angiol.* 2004;23(4):379-87. PMID:15767984.
- Manfredini F, Malagoni AM, Mascoli F, et al. Training rather than walking: the test in-train out program for home-based rehabilitation in peripheral arteriopathy. *Circ J.* 2008;72(6):946-52. <http://dx.doi.org/10.1253/circj.72.946>. PMID:18503221.
- Colier W, Meeuwse I, Degens H, Oeseburg B. Determination of oxygen consumption in muscle during exercise using near infrared spectroscopy. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl.* 1995;107:151-5. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-6576.1995.tb04350.x>. PMID:8599269.
- Comerota AJ, Throm R, Kelly P, Jaff M. Tissue (muscle) oxygen saturation (StO₂): a new measure of symptomatic lower-extremity arterial disease. *J Vasc Surg.* 2003;38(4):724-9. [http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(03\)01032-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(03)01032-2). PMID:14560221.
- Ritti-Dias RM, Gobbo LA, Cucato GG, et al. Translation and validation of the walking impairment questionnaire in Brazilian subjects with intermittent claudication. *Arq Bras Cardiol.* 2009;92(2):136-49. PMID:19360247.
- Souza AC, Magalhães CL, Teixeira-Salmela LF. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do Perfil de Atividade Humana. *Cad Saude Publica.* 2006;22(12):2623-36. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2006001200012>. PMID:17096041.
- Buchalla CM. A classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde. *Acta Fisiátr.* 2003;10(1):29-31.
- Fix AJ, Daughton DM. Human activity profile: professional manual. Odessa: Psychological Assessment Resources; 1988. p. 25.
- Daughton DM, Fix AJ, Kass I, Bell CW, Patil KD. Maximum oxygen consumption and the ADAPT quality-of-life scale. *Arch Phys Med Rehabil.* 1982;63(12):620-2. PMID:7149948.
- Ferrari M, Muthalib M, Quaresima V. The use of near-infrared spectroscopy in understanding skeletal muscle physiology: recent developments. *Philos Trans A Math Phys. Eng Sci.* 1955;2011(369):4577-90.
- Cunha-Filho IT, Pereira DAG, Carvalho AM, Campedel L, Soares M, Sousa Freitas J. The reliability of walking tests in people with claudication. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007;86(7):574-82. <http://dx.doi.org/10.1097/PHM.0b013e31806de721>. PMID:17581292.
- Monteiro DP, Britto RR, Carvalho MLV, Montemezzo D, Parreira VF, Pereira DAG. Shuttle walking test como instrumento de avaliação da capacidade funcional: uma revisão da literatura. *Ciência & Saúde.* 2014; 7(2):92-7.
- Cunha-Filho IT, Pereira DAG, Carvalho AMB, Campedel L, Soares M, Freitas JS. Confiabilidade de testes de caminhada em pacientes claudicantes: estudo piloto. *J Vasc Bras.* 2008;7(2):106-11. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-54492008000200004>.
- Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax.* 1992;47(12):1019-24. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.47.12.1019>. PMID:1494764.
- Hiatt WR, Rogers RK, Brass EP. The treadmill is a better functional test than the 6-minute walk test in therapeutic trials of patients with peripheral artery disease. *Circulation.* 2014;130(1):69-78. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.007003>. PMID:24982118.
- McCully KK, Halber C, Posner JD. Exercise-induced changes in oxygen saturation in the calf muscles of elderly subjects with peripheral vascular disease. *J Gerontol.* 1994;49(3):B128-34. <http://dx.doi.org/10.1093/geronj/49.3.B128>. PMID:8169330.
- Ubbink DT, Koopman B. Near-infrared spectroscopy in the routine diagnostic work-up of patients with leg ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2006;31(4):394-400. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2005.10.025>. PMID:16359878.
- Seifalian AM, Atwal A, White S, Mikhailidis DP, Baker D, Hamilton G. A role for near infrared spectroscopy in the assessment of intermittent claudication. *Int Angiol.* 2001;20(4):301-6. PMID:11782696.
- McCully KK, Hamaoka T. Near-infrared spectroscopy: what can it tell us about oxygen saturation in skeletal muscle? *Exerc Sport Sci Rev.* 2000;28(3):123-7. PMID:10916704.
- Cheatle TR, Potter LA, Cope M, Delpy DT, Smith PD, Scurr JH. Near infrared spectroscopy in peripheral vascular disease. *Br J*

- Surg. 1991;78(4):405-8. <http://dx.doi.org/10.1002/bjs.1800780408>. PMID:2032098.
32. Wolf U, Wolf M, Choi JH, et al. Localized irregularities in hemoglobin flow and oxygenation in calf muscle in patients with peripheral vascular disease detected with near-infrared spectrophotometry. *J Vasc Surg.* 2003;37(5):1017-26. <http://dx.doi.org/10.1067/mva.2003.214>. PMID:12756348.
33. Kooijman HM, Hopman MT, Colier WN, van der Vliet JA, Oeseburg B. Near infrared spectroscopy for noninvasive assessment of claudication. *J Surg Res.* 1997;72(1):1-7. <http://dx.doi.org/10.1006/jsre.1997.5164>. PMID:9344707.

Correspondência

Danielle Aparecida Gomes Pereira
Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha
CEP 31279-901 - Belo Horizonte (MG), Brasil
Tel.: (31) 3409-4783
E- mail: danielleufmg@gmail.com

Informações sobre os autores

JASJ - Graduado em Medicina pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA); Especialista pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP); Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
DUFS - Graduada em Fisioterapia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Residente em Saúde Cardiovascular pelo Hospital das Clínicas da UFMG (HC-UFMG).
DRF, MCPV e RFS - Acadêmicas do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
RRB e DAGP - Doutoradas, professoras do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Contribuições dos autores

Concepção e desenho do estudo: DAGP, JASJ, RRB
Análise e interpretação dos dados: DAGP, JASJ, DUFS
Coleta de dados: JASJ, DUFS, DRF, MCPV, RFS
Redação do artigo: DAGP, JASJ, DUFS
Revisão crítica do texto: RRB
Aprovação final do artigo*: JASJ, DUFS, DRF, MCPV, RFS, RRB, DAGP
Análise estatística: DAGP, JASJ
Responsabilidade geral pelo estudo: DAGP, RRB

*Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida ao J Vasc Bras.