

Reprodutibilidade da Determinação do Limiar Anaeróbico em Pacientes com Insuficiência Cardíaca

Reproducibility of the Determination of Anaerobic Threshold in Patients with Heart Failure

Danielle Aparecida Gomes Pereira^{1,2}, Danielle Soares Rocha Vieira¹, Giane Amorim Ribeiro Samora^{1,2}, Fernanda Lima Lopes¹, Maria Clara Norman Alencar¹, Susan Martins Lage¹, Verônica Franco Parreira¹, Marcelo Velloso¹, Maria da Consolação Vieira Moreira¹, Raquel Rodrigues Britto¹

Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG¹; Centro Universitário de Belo Horizonte-UNI-BH², Belo Horizonte, MG - Brasil

Resumo

Fundamento: O limiar anaeróbico (LA) fornece informações sobre a capacidade funcional na insuficiência cardíaca (IC). Porém, a determinação visual do LA por métodos ventilatórios é subjetiva, ficando suscetível à diferença entre examinadores.

Objetivos: Avaliar a reprodutibilidade intraexaminador e interexaminadores na determinação do LA em indivíduos com IC leve a moderada pelos métodos visual-gráfico e *V-slope*. Comparar e correlacionar os resultados encontrados.

Métodos: Após realização de teste ergoespirométrico em esteira, utilizaram-se os métodos visual-gráfico e *V-slope* para análise do LA. Para avaliar a reprodutibilidade, três examinadores detectaram o LA duas vezes em cada método, em dias distintos. Para análise estatística, utilizou-se coeficiente de correlação intraclassa (CCI) com $p < 0,05$.

Resultados: Foram avaliados 16 indivíduos com média de idade de $45,9 \pm 9,7$ anos, fração de ejeção do ventrículo esquerdo de $20,5 \pm 8,1\%$ e consumo de oxigênio no pico do esforço de $20,6 \pm 7,8$ ml/kg•min⁻¹. A reprodutibilidade intraexaminador foi alta nos dois métodos para os três examinadores, com valores de CCI entre 0,87 e 0,99. A reprodutibilidade interexaminadores foi moderada tanto no método visual-gráfico (CCI = 0,69) quanto no *V-slope* (CCI = 0,64). Quando se contrastaram os métodos, foi encontrado CCI de 0,91.

Conclusões: A detecção do LA por meio dos métodos visual-gráfico e *V-slope* apresentou reprodutibilidade intraexaminador e interexaminadores alta e moderada, respectivamente. Além disso, os dois métodos demonstraram alta concordância quando contrastados. Esses resultados sugerem que ambos os métodos podem ser utilizados, de forma reprodutível, na avaliação do LA em indivíduos com IC de leve a moderada (Arq Bras Cardiol. 2010; [online]. ahead print, PP.0-0)

Palavras-chave: Reprodutibilidade, limiar anaeróbico, insuficiência cardíaca, teste de esforço.

Abstract

Background: The anaerobic threshold (AT) provides information on functional capacity in heart failure (HF). However, the visual determination of the AT by ventilatory methods is subjective, being susceptible to differences between examiners.

Objective: To evaluate the inter- and intra-examiner reproducibility in the determination of the AT in patients with mild to moderate HF, using visual-graphic and *V-slope* methods. To compare and correlate the results.

Methods: After performing a cardiopulmonary exercise test on a treadmill, visual-graphic and *V-slope* methods were used for the analysis of the AT. To assess the reproducibility, three examiners determined the AT twice by each method, on different days. For statistical analysis, we used intra-class correlation coefficient (ICC) with $p < 0.05$.

Results: We evaluated a total of 16 subjects, with a mean age of 45.9 ± 9.7 years, left ventricle ejection fraction of $20.5 \pm 8.1\%$, and peak exercise oxygen consumption of 20.6 ± 7.8 ml/kg•min⁻¹. The intra-examiner reproducibility was high in both methods for the three examiners, with ICC values between 0.87 and 0.99. The inter-examiner reproducibility was moderate in both visual-graphic method (ICC = 0.69) and *V-slope* method (ICC = 0.64). When comparing methods, the ICC found was 0.91.

Conclusion: AT determination by visual-graphic and *V-slope* methods showed high and moderate inter- and intra-examiner reproducibility, respectively. Moreover, both methods showed good agreement when compared with each other. These results suggest that both methods can be used in a reproducible way in AT assessment of patients with mild to moderate HF. (Arq Bras Cardiol. 2010; [online]. ahead print, PP.0-0)

Key words: Reproducibility of results; anaerobic threshold; heart failure; exercise test.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Danielle Aparecida Gomes Pereira •
Departamento de Fisioterapia - UFMG - Campus Pampulha - Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - 31270-901 - Belo Horizonte, MG - Brasil
E-mail: d.fisio@ig.com.br, d.fisio@bol.com.br

Artigo recebido em 16/05/09; revisado recebido em 28/08/09; aceito em 21/12/09.

Introdução

Em indivíduos com insuficiência cardíaca (IC), medidas das variáveis cardiopulmonares durante o exercício, por meio do teste de esforço máximo com análise direta de gases expirados, são consideradas referência para a avaliação de capacidade funcional^{1,2}. O consumo de oxigênio mensurado diretamente é uma medida precisa que permite avaliar clinicamente a capacidade aeróbica¹⁻⁴. Quando um indivíduo alcança seu limite fisiológico em um teste de esforço, pode-se dizer que o consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_2\text{máx}$) foi atingido^{1,2}. A medida do $\text{VO}_2\text{máx}$ é definida quando o consumo de oxigênio alcança um platô, indicando que a capacidade máxima foi alcançada pela ausência de aumento no VO_2 mesmo com aumento adicional de carga^{1,2}. O $\text{VO}_2\text{máx}$ é afetado por idade, sexo, presença de doenças ou uso de medicações²⁻⁴. Na IC, essa medida é raramente alcançada, e o consumo de oxigênio atingido no pico do esforço sem alcance de platô (VO_2pico) é utilizado para definir a capacidade funcional^{1,2,5,6}.

Como a determinação do esforço máximo pode ser subjetiva na IC, e atividades de vida diária não requerem capacidade máxima, outras variáveis do teste podem ser úteis na avaliação da capacidade funcional^{1,7}, como o limiar anaeróbico (LA). Este é definido como nível de trabalho ou consumo de oxigênio acima do qual a produção de energia aeróbica é suplementada por metabolismo anaeróbico, levando a aumento de lactato sanguíneo⁸⁻¹². A dissociação do ácido láctico leva à liberação de íons H^+ , que, tamponados na corrente sanguínea pelo bicarbonato, geram maior produção de gás carbônico (VCO_2) e aumento da resposta ventilatória^{1,8-13}. Portanto, existe um limiar ventilatório coincidente com o LA^{13,14}, sendo possível sua detecção pela análise dos gases por meio da ergoespirometria¹⁵.

Tanto o VO_2pico quanto o LA determinado por método ventilatório são considerados válidos e reprodutíveis em indivíduos saudáveis^{1,5,14,16}. Entretanto, como a determinação de esforço máximo pode ser subjetiva em indivíduos com IC^{1,16}, o LA seria uma alternativa para prever desempenho aeróbico comparado ao VO_2pico ^{1,8,13,16-18}. Além disso, o LA pode ser útil na determinação de intensidade de prescrição de treinamento em programas de reabilitação, avaliação dos efeitos de treinamento e avaliação de prognóstico em pacientes com IC^{4,8}. Nos indivíduos com IC, o acúmulo de lactato pode ocorrer precocemente, levando a uma duração mais curta do teste de esforço, o que, segundo alguns autores^{1,12}, pode dificultar a identificação do LA. Além disso, a determinação visual do LA por métodos ventilatórios é de natureza subjetiva, ficando suscetível à diferença entre examinadores⁸. Assim, os objetivos deste estudo foram: 1. avaliar a reprodutibilidade intraexaminador e interexaminadores na determinação do LA em indivíduos com IC leve a moderada pelos métodos visual-gráfico e *V-slope*, e 2. comparar e correlacionar os resultados encontrados por meio dos dois métodos.

Métodos

Sujeitos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, e todos os voluntários assinaram Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido. Os critérios de inclusão foram indivíduos com IC classes II e III da New York Heart Association (NYHA), independentemente de sexo e etnia, no estágio C de IC^{19,20}, que não praticassem atividade física regular, com idade entre 25 e 59 anos, estabilidade clínica há pelo menos dois meses, fração de ejeção do ventrículo esquerdo em repouso $\leq 45\%$ e que não apresentassem doenças inflamatórias em fase aguda, insuficiência renal, disfunção ortopédica ou neurológica limitante à realização de deambulação, história de doença pulmonar, angina instável, arritmias não controladas ou doença arterial obstrutiva periférica. Respeitando esses critérios, incluíram-se 16 indivíduos com média de idade de $45,9 \pm 9,7$ anos, IMC de $26,5 \pm 5,1$ kg/m², fração de ejeção do ventrículo esquerdo de $20,5 \pm 8,1\%$, selecionados no ambulatório de insuficiência cardíaca da instituição. A tabela 1 mostra as características clínicas dos 16 indivíduos com IC, avaliados por meio do teste de esforço máximo com análise de gases expirados. A maior parte da amostra foi composta por homens (75%), em sua maioria com IC de origem idiopática (43,75%) e em classe funcional II (81,25%) da NYHA.

Protocolo experimental

O teste de esforço máximo com análise de gases expirados (CPX Ultima®, Medical Graphics, Estados Unidos) foi realizado em esteira ergométrica (Millenium Classic CI®, Inbramed/Inbrasport, Brasil) com protocolo de rampa²¹⁻²⁴. O protocolo de rampa foi desenvolvido com base nos valores de velocidade mínima e máxima definidos pelo estudo de Barbosa e Sobral²² para cada década de idade e sexo, para que o teste

Tabela 1 - Características clínicas dos 16 indivíduos com IC avaliados por meio do teste de esforço máximo com análise de gases expirados

| | Número de indivíduos |
|-------------------------------------|----------------------|
| Sexo (masculino/feminino) n | 12 / 4 |
| Origem da IC* n (%) | |
| Idiopática | 7 (43,75%) |
| Infarto do miocárdio | 4 (25%) |
| Chagas | 3 (18,75%) |
| Periparto | 2 (12,5%) |
| Classificação de NYHA† n (%) | |
| Classe II | 13 (81,25%) |
| Classe III | 3 (18,75%) |
| Medicamentos em uso n (%) | |
| Betabloqueador | 16 (100%) |
| Diurético | 13 (81,25%) |
| Inibidor de ECA ‡ | 11 (68,75%) |
| Digitálico | 8 (50%) |
| Inibidor de receptor AT1 | 6 (37,5%) |

*IC - insuficiência cardíaca; † NYHA - New York Heart Association; ‡ ECA - enzima conversora de angiotensina.

Tabela 2 – Incrementos utilizados como referência para o protocolo de rampa em homens

| Idade | Velocidade mínima | Velocidade máxima | Incremento de velocidade | Inclinação mínima | Inclinação máxima | Incremento de inclinação |
|-------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| 25 | 3,6 | 7,9 | 0,047 | 6,0 | 15,9 | 0,110 |
| 26 | 3,6 | 7,9 | 0,047 | 6,0 | 15,9 | 0,110 |
| 27 | 3,6 | 7,8 | 0,047 | 6,0 | 15,9 | 0,110 |
| 28 | 3,6 | 7,8 | 0,047 | 6,0 | 15,9 | 0,110 |
| 29 | 3,6 | 7,7 | 0,046 | 6,0 | 16,0 | 0,110 |
| 30 | 3,5 | 7,7 | 0,046 | 6,0 | 16,0 | 0,111 |
| 31 | 3,5 | 7,6 | 0,046 | 6,0 | 16,0 | 0,111 |
| 32 | 3,5 | 7,6 | 0,045 | 6,0 | 16,1 | 0,112 |
| 33 | 3,5 | 7,6 | 0,045 | 6,0 | 16,1 | 0,112 |
| 34 | 3,5 | 7,5 | 0,045 | 6,0 | 16,1 | 0,113 |
| 35 | 3,5 | 7,5 | 0,045 | 6,0 | 16,1 | 0,113 |
| 36 | 3,4 | 7,4 | 0,044 | 5,9 | 16,2 | 0,114 |
| 37 | 3,4 | 7,4 | 0,044 | 5,9 | 16,2 | 0,114 |
| 38 | 3,4 | 7,3 | 0,044 | 5,8 | 16,2 | 0,115 |
| 39 | 3,4 | 7,3 | 0,043 | 5,8 | 16,2 | 0,115 |
| 40 | 3,3 | 7,2 | 0,043 | 5,7 | 16,2 | 0,116 |
| 41 | 3,3 | 7,2 | 0,043 | 5,7 | 16,2 | 0,116 |
| 42 | 3,3 | 7,1 | 0,043 | 5,6 | 16,1 | 0,117 |
| 43 | 3,3 | 7,1 | 0,042 | 5,5 | 16,1 | 0,118 |
| 44 | 3,2 | 7,0 | 0,042 | 5,5 | 16,1 | 0,118 |
| 45 | 3,2 | 7,0 | 0,042 | 5,4 | 16,0 | 0,119 |
| 46 | 3,2 | 6,9 | 0,042 | 5,3 | 16,0 | 0,119 |
| 47 | 3,2 | 6,9 | 0,041 | 5,2 | 15,9 | 0,120 |
| 48 | 3,1 | 6,8 | 0,041 | 5,1 | 15,9 | 0,120 |
| 49 | 3,1 | 6,8 | 0,041 | 4,9 | 15,8 | 0,120 |
| 50 | 3,1 | 6,7 | 0,040 | 4,8 | 15,7 | 0,121 |
| 51 | 3,1 | 6,7 | 0,040 | 4,7 | 15,6 | 0,121 |
| 52 | 3,0 | 6,6 | 0,040 | 4,6 | 15,5 | 0,121 |
| 53 | 3,0 | 6,5 | 0,039 | 4,4 | 15,4 | 0,122 |
| 54 | 3,0 | 6,5 | 0,039 | 4,3 | 15,2 | 0,122 |
| 55 | 2,9 | 6,4 | 0,039 | 4,1 | 15,1 | 0,122 |
| 56 | 2,9 | 6,4 | 0,038 | 4,0 | 14,9 | 0,122 |
| 57 | 2,9 | 6,3 | 0,038 | 3,8 | 14,8 | 0,122 |
| 58 | 2,8 | 6,2 | 0,038 | 3,6 | 14,6 | 0,122 |
| 59 | 2,8 | 6,2 | 0,037 | 3,4 | 14,4 | 0,122 |

Velocidade - quilômetros/hora; inclinação - graus; incremento de velocidade - quilômetros/hora; incremento de inclinação - graus.

de esforço tivesse uma duração de, no mínimo, 8 minutos. Realizou-se uma extrapolação polinomial de quarta ordem para determinação dos valores de referência para cada idade e sexo, e cálculo de incrementos a cada 10 segundos, a fim de que o teste de esforço tivesse uma duração de até 15 minutos¹². Os incrementos utilizados como referência para o protocolo de rampa encontram-se descritos nas tabelas 2 e 3. Os testes foram realizados com temperatura ambiente a 20 ±

2° C e umidade relativa do ar entre 50% e 70%²⁴.

Para a análise do LA, dois métodos foram utilizados: 1. visual-gráfico plotando VCO₂ e VO₂ em função do tempo (fig. 1) e 2. V-slope plotando VCO₂ em função do VO₂ (fig. 2). Em ambos os métodos, o LA foi avaliado em gráficos com média móvel de oito respirações¹⁵. No método visual-gráfico, o LA foi definido como o ponto no qual houve quebra da

Tabela 3 - Incrementos utilizados como referência para o protocolo de rampa em mulheres

| Idade | Velocidade mínima | Velocidade máxima | Incremento de velocidade | Inclinação mínima | Inclinação máxima | Incremento de inclinação |
|-------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| 25 | 3,3 | 6,8 | 0,039 | 5,6 | 14,9 | 0,103 |
| 26 | 3,3 | 6,8 | 0,039 | 5,6 | 14,9 | 0,103 |
| 27 | 3,3 | 6,7 | 0,039 | 5,6 | 14,9 | 0,103 |
| 28 | 3,3 | 6,7 | 0,038 | 5,6 | 14,9 | 0,103 |
| 29 | 3,2 | 6,7 | 0,038 | 5,6 | 14,9 | 0,103 |
| 30 | 3,2 | 6,6 | 0,038 | 5,6 | 14,9 | 0,103 |
| 31 | 3,2 | 6,6 | 0,037 | 5,6 | 14,9 | 0,103 |
| 32 | 3,2 | 6,5 | 0,037 | 5,6 | 14,9 | 0,103 |
| 33 | 3,2 | 6,5 | 0,037 | 5,6 | 14,8 | 0,103 |
| 34 | 3,2 | 6,4 | 0,036 | 5,5 | 14,8 | 0,103 |
| 35 | 3,1 | 6,4 | 0,036 | 5,5 | 14,8 | 0,103 |
| 36 | 3,1 | 6,4 | 0,036 | 5,4 | 14,7 | 0,103 |
| 37 | 3,1 | 6,3 | 0,036 | 5,4 | 14,7 | 0,104 |
| 38 | 3,1 | 6,3 | 0,035 | 5,3 | 14,7 | 0,104 |
| 39 | 3,1 | 6,2 | 0,035 | 5,3 | 14,6 | 0,104 |
| 40 | 3,0 | 6,2 | 0,035 | 5,2 | 14,5 | 0,104 |
| 41 | 3,0 | 6,1 | 0,035 | 5,1 | 14,5 | 0,104 |
| 42 | 3,0 | 6,1 | 0,034 | 5,0 | 14,4 | 0,104 |
| 43 | 3,0 | 6,0 | 0,034 | 5,0 | 14,3 | 0,104 |
| 44 | 2,9 | 6,0 | 0,034 | 4,9 | 14,3 | 0,104 |
| 45 | 2,9 | 5,9 | 0,034 | 4,8 | 14,2 | 0,104 |
| 46 | 2,9 | 5,9 | 0,033 | 4,7 | 14,1 | 0,104 |
| 47 | 2,9 | 5,9 | 0,033 | 4,5 | 14,0 | 0,105 |
| 48 | 2,8 | 5,8 | 0,033 | 4,4 | 13,9 | 0,105 |
| 49 | 2,8 | 5,8 | 0,033 | 4,3 | 13,7 | 0,105 |
| 50 | 2,8 | 5,7 | 0,033 | 4,2 | 13,6 | 0,105 |
| 51 | 2,8 | 5,7 | 0,032 | 4,0 | 13,5 | 0,105 |
| 52 | 2,7 | 5,6 | 0,032 | 3,9 | 13,3 | 0,105 |
| 53 | 2,7 | 5,6 | 0,032 | 3,7 | 13,2 | 0,105 |
| 54 | 2,7 | 5,5 | 0,032 | 3,6 | 13,0 | 0,105 |
| 55 | 2,6 | 5,5 | 0,032 | 3,4 | 12,9 | 0,105 |
| 56 | 2,6 | 5,4 | 0,031 | 3,3 | 12,7 | 0,105 |
| 57 | 2,6 | 5,4 | 0,031 | 3,1 | 12,5 | 0,105 |
| 58 | 2,5 | 5,3 | 0,031 | 2,9 | 12,3 | 0,105 |
| 59 | 2,5 | 5,3 | 0,031 | 2,7 | 12,1 | 0,105 |

Velocidade - quilômetros/hora; inclinação - graus; incremento de velocidade - quilômetros/hora; incremento de inclinação - graus.

linearidade da resposta de $\dot{V}CO_2$ comparado ao $\dot{V}O_2$ em função do tempo¹⁵, e no *V-slope*, como o momento a partir do qual houve mudança na inclinação da curva^{1,5,12-14}. Para a avaliação da reprodutibilidade, três examinadores com treinamento anterior nos dois métodos detectaram o LA de forma independente. O LA foi avaliado duas vezes, em cada método, por cada examinador em dias distintos.

Análise estatística

O teste de Shapiro Wilk foi realizado para análise da distribuição dos dados. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) de consistência e CCI de concordância foram utilizados para avaliar reprodutibilidade intraexaminador e interexaminadores da segunda avaliação, respectivamente. Para comparar as médias dos valores de $\dot{V}O_2$ no LA dos três

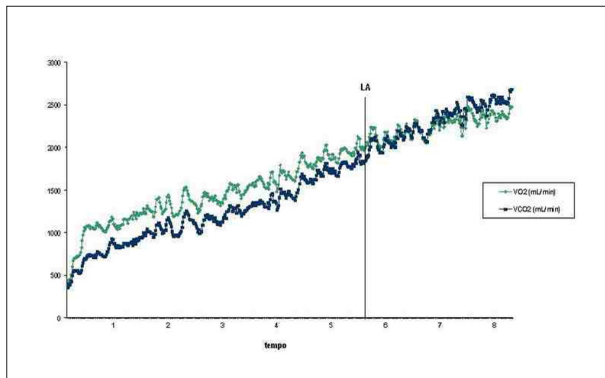


Fig. 1 - Visualização do método visual-gráfico plotando VCO_2 e VO_2 em função do tempo. VO_2 - consumo de oxigênio em ml/min; VCO_2 - produção de gás carbônico em ml/min; LA - limiar anaeróbico.

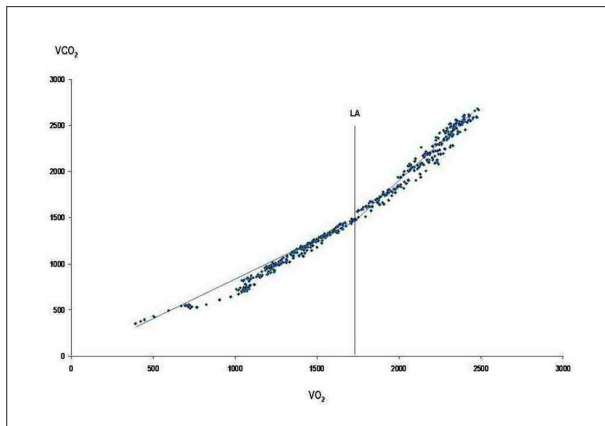


Fig. 2 - Visualização do método V-slope plotando VCO_2 em função do VO_2 . VO_2 - consumo de oxigênio em mL/min; VCO_2 - produção de gás carbônico em ml/min; LA - limiar anaeróbico.

examinadores na segunda avaliação, aplicou-se o teste t pareado. Para contrastar os dois métodos, foi feita a média do LA dos três examinadores tanto no método visual-gráfico quanto no V-slope da segunda avaliação, e posteriormente aplicou-se o CCI de concordância. Foi considerado como significativo um $p < 0,05$. Para a análise dos dados, utilizou-se o software SPSS® (SPSS Inc., Estados Unidos), versão 13.0.

Resultados

Um avaliador não conseguiu identificar o LA de dois pacientes, nos dois métodos. Dessa forma, foram considerados para as análises de reprodutibilidade os dados de 14 pacientes. A tabela 4 mostra a reprodutibilidade intraexaminador. Foram

observados valores de CCI de alta magnitude variando de 0,87 a 0,99, demonstrando alta reprodutibilidade nos dois métodos para os três examinadores. A reprodutibilidade interexaminadores foi de magnitude moderada tanto no método visual-gráfico (CCI = 0,69; $p = 0,0001$) quanto no V-slope (CCI = 0,64; $p = 0,0001$). O VO_2 pico atingido no teste de esforço máximo foi de $20,6 \pm 7,8$ ml/kg•min⁻¹. As médias dos valores de VO_2 no LA dos três examinadores foram $15,10 \pm 3,20$ ml/kg•min⁻¹ e $16,15 \pm 3,63$ ml/kg•min⁻¹ para os métodos visual-gráfico e V-slope, respectivamente. Essas medidas não apresentaram diferença estatística quando comparadas ($p = 0,09$). A figura 3 mostra o gráfico da dispersão dos dados obtidos com os dois métodos. Correlacionando os dois métodos, foi encontrado CCI de 0,91 ($p = 0,001$).

Discussão

Os principais resultados encontrados no presente estudo foram a alta reprodutibilidade intraexaminador e a moderada interexaminadores tanto do método visual-gráfico quanto do V-slope. Tais resultados reforçam a possibilidade da utilização de ambos os métodos na identificação do LA, considerando principalmente o fato de eles serem técnicas não invasivas de determinação dessa variável.

A detecção do LA por métodos ventilatórios é considerada válida^{5,14,16,25} e, em indivíduos saudáveis e atletas, demonstrou ser altamente reprodutível^{5,25}. Já em indivíduos com IC, existe o questionamento em relação à avaliação por métodos ventilatórios, por causa das dificuldades na detecção do LA nessa população^{1,6,12,14,26} e em razão da subjetividade inerente à análise visual⁸. Em um estudo de Matsumara e cols.¹⁶, foi

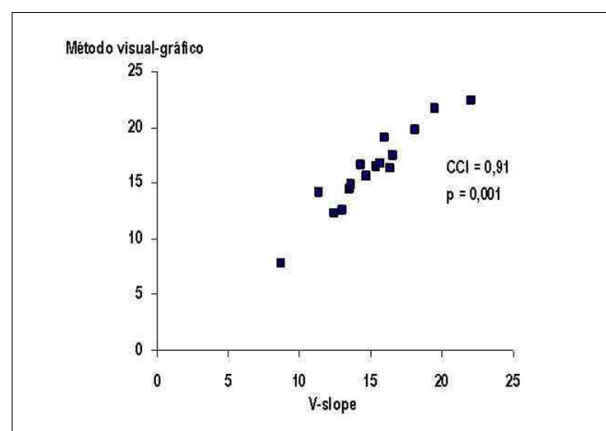


Fig. 3 - Dispersão dos dados obtidos com os métodos visual-gráfico e V-slope.

Tabela 4 – Reprodutibilidade intraexaminador

| | CCI* Método visual-gráfico | p | CCI Método V-slope | p |
|--------------|----------------------------|---------|--------------------|--------|
| Examinador 1 | 0,95 † | 0,00001 | 0,94 † | 0,001 |
| Examinador 2 | 0,94 † | 0,00001 | 0,99 † | 0,0001 |
| Examinador 3 | 0,87 † | 0,0001 | 0,92 † | 0,0001 |

*CCI - coeficiente de correlação intraclasse; † $p < 0,05$.

encontrada alta reprodutibilidade da detecção do LA em uma população mista de indivíduos saudáveis e indivíduos com IC por meio da análise da relação gráfica ventilação minuto/ VO_2 . O presente estudo foi realizado com uma amostra composta exclusivamente de indivíduos com IC, e as técnicas de escolha para detecção do LA basearam-se na análise do VCO_2 ^{6,14,26}.

A reprodutibilidade intraexaminador da detecção do LA foi alta tanto no método visual-gráfico quanto no *V-slope*, o que demonstra alta consistência dos três examinadores avaliando especificamente indivíduos com IC. Esses achados estão de acordo com Weber e cols.²⁷ que, ao avaliarem a ventilação em indivíduos com IC durante o esforço, também encontraram reprodutibilidade intraexaminador alta na detecção do LA por meio da análise gráfica quando buscaram o aumento não linear da ventilação-minuto e do VCO_2 em relação ao tempo.

Apesar da estabilidade das análises de cada examinador, a reprodutibilidade interexaminadores apresentou magnitude moderada, reforçando a hipótese de que diferença entre examinadores talvez seja inevitável na avaliação visual pelo método ventilatório⁸.

Na literatura, é descrito percentual de perdas quando se avalia o LA por meio de análise visual de até 50%¹³. No presente estudo, um dos examinadores não conseguiu detectar o LA de apenas dois indivíduos (12,5%), o que não afetou a análise de correlação entre os dois métodos (apresentada na figura 3). Nesse caso, foi considerada a média dos valores obtidos pelos dois outros avaliadores. A média do VO_2 pico encontrada na população estudada foi de $20,6 \pm 7,8 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}^{-1}$. Segundo a classificação de Weber^{1,27,28}, a amostra seria definida pelo valor da média do VO_2 pico como classe A (gravidade leve). Essa informação reforça a hipótese de que seria esperado um número de limiares não detectáveis inferior ao descrito na literatura, considerando a gravidade menor da amostra avaliada neste estudo.

O método *V-slope* vem sendo classicamente descrito como método de escolha na avaliação de LA em indivíduos com IC^{1,6}. No entanto, no presente estudo, as reprodutibilidades intraexaminador e interexaminadores de ambos os métodos foram similares, não demonstrando superioridade de um método em relação a outro. Além disso, quando se

contrastaram os dois métodos correlacionando a média dos resultados dos três examinadores no método visual-gráfico com a média dos examinadores no *V-slope*, foi encontrado alto coeficiente de correlação intraclassa, o que demonstra que existe boa concordância entre eles.

Apesar do número pequeno de pacientes avaliados, especialmente na classe III de NYHA, os achados deste estudo apresentam relevância clínica, pois demonstram que a detecção do LA por métodos ventilatórios em indivíduos com IC de gravidade leve a moderada pode ser factível com reprodutibilidade adequada. Uma das limitações deste trabalho é que foram avaliados indivíduos de gravidade leve, em sua maioria classe II da NYHA, não permitindo extrapolar conclusões relativas à avaliação de pessoas com IC de maior gravidade e pior classe funcional. Futuros estudos são necessários para investigar a reprodutibilidade da detecção do LA em indivíduos com IC de maior gravidade.

Conclusão

A detecção do LA por meio dos métodos visual-gráfico e *V-slope* apresentou reprodutibilidade intraexaminador e interexaminadores alta e moderada, respectivamente. Além disso, os dois métodos demonstraram alta concordância quando contrastados. Esses resultados sugerem que ambos os métodos podem ser utilizados, de forma reprodutível, na avaliação do LA em indivíduos com IC de leve a moderada.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo foi parcialmente financiado pela FAPEMIG e CNPq.

Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de tese de Doutorado de Danielle Aparecida Gomes Pereira pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Referências

1. Arena R, Myers J, Williams MA, Gulati M, Kligfield P, Baladi CJ, et al. Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation*. 2007; 116 (3): 329-43.
2. Arena R, Myers J, Guazzi M. The clinical importance of cardiopulmonary exercise testing and aerobic training in patients with heart failure. *Rev Bras Fisioter*. 2008; 12 (2): 75-87.
3. César MA, Montesano FT, Diniz RVZ, Almeida DR, Tebexreni AS, Barros TL. Respostas cardiopulmonares ao exercício em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva de diferentes faixas etárias. *Arq Bras Cardiol*. 2006; 86 (1): 14-8.
4. Braga AMFW, Rondon MUPB, Negrão CE, Wajngarten M. Predictive value of ventilatory and metabolic variables for risk of death in patients with cardiac failure. *Arq Bras Cardiol*. 2006; 86 (6): 451-8.
5. Gaskill SE, Ruby BC, Walker AJ, Sanchez OA, Serfass RC, Leon AS. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33 (11): 1841-8.
6. Ingle L. Theoretical rationale and practical recommendations for cardiopulmonary exercise testing with chronic heart failure. *Heart Fail Rev*. 2007; 12 (1): 12-22.
7. Bentley DJ, Newell J, Bishop D. Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports Med*. 2007; 37 (7): 575-86.
8. Bosquet L, Léger L, Legros P. Methods to determine aerobic endurance. *Sports Med*. 2002; 32 (11): 675-700.
9. Duvillard SPV. Exercise lactate levels: simulation and reality of aerobic and

- anaerobic metabolism. *Eur J Physiol.* 2001; 86 (1): 3-5.
10. Svedahl K, MacIntosh BR. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Can J Appl Physiol.* 2003; 28 (2): 299-323.
 11. Wasserman K, Koike A. Is the anaerobic threshold truly anaerobic. *Chest.* 1992; 101 (5): 211S-218S.
 12. Wasserman K. Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it. *Circulation.* 1987; 76 (Suppl.V): V1-V29.
 13. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol.* 1964; 14: 844-52.
 14. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol.* 1986; 60 (6): 2020-7.
 15. Higa MN, Silva E, Neves VFC, Catai AM, Gallo JRL, Silva de Sá MF. Comparison of anaerobic threshold determined by visual and mathematical methods in healthy women. *Braz J Med Biol Res.* 2007; 40 (4): 501-8.
 16. Matsumara N, Nishijima H, Kojima S, Hashimoto F, Minami M, Yasuda H. Determination of anaerobic threshold for assessment of functional state in patients with chronic heart failure. *Circulation.* 1983; 68 (2): 360-7.
 17. Gitt AK, Wasserman K, Kilkowski C, Kleeemann A, Kilkowski A, Bangert M, et al. Exercise anaerobic threshold and ventilatory efficiency identify heart failure patients for high risk of early death. *Circulation.* 2002; 106 (24): 3079-84.
 18. Meyer T, George G, Schwaab B, Hildebrandt K, Walldorf J, Schafer C, et al. An alternative approach for exercise prescription and efficacy testing in patients with chronic heart failure: a randomized controlled training study. *Am Heart J.* 2005; 149 (5): 926e1-926e7.
 19. Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, Feldman AM, Francis GS, Garriats TG, et al. ACC/AHA 2005 guideline update for the diagnosis and management of chronic heart failure in the adult: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association. Task force on practice guidelines (writing committee to update the 2001 guidelines for the evaluation and management of heart failure): developed in collaboration with the American College of Chest Physicians and the International Society for Heart and Lung Transplantation: endorsed by the heart rhythm society. *Circulation.* 2005; 112 (12): e154-235.
 20. Barretto ACP, Drumond Neto C, Mady C, Albuquerque DC, Brindeiro Filho D, Braile DM, et al. / Sociedade Brasileira de Cardiologia. Revisão das II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia para o diagnóstico e tratamento da insuficiência cardíaca. *Arq Bras Cardiol.* 2002; 79 (supl 4): 1-30.
 21. Costa RVC, Nóbrega ACL, Serra SM, Rego S, Wajngarten M. Influence of skeletal muscle mass on ventilatory and hemodynamic variables during exercise in patients with chronic heart failure. *Arq Bras Cardiol.* 2003; 81 (6): 581-5.
 22. Barbosa OS, Sobral DCF. Uma nova proposta para orientar a velocidade e inclinação no protocolo em rampa na esteira ergométrica. *Arq Bras Cardiol.* 2003; 81 (1): 48-53.
 23. Brito FS, Vilas Boas F, Castro I, Oliveira JA, Guimarães JI, Stein R, et al. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol.* 2002; 78 (supl. 2): 1-17.
 24. Guimarães JI, Stein R, Vilas Boas F. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. *Arq Bras Cardiol.* 2003; 80 (4): 458-64.
 25. Amann M, Subudhi AW, Walker J, Eisenman P, Shultz B, Foster C. An evaluation of the predictive validity and reliability of ventilatory threshold. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36 (10): 1716-22.
 26. Myers J. Applications of cardiopulmonary exercise testing in the management of cardiovascular and pulmonary disease. *Int J Sports Med.* 2005; 26 (supl 1): S49-S55.
 27. Weber KT, Kinasewitz GT, Janicki JS, Fishman AP. Oxygen utilization and ventilation during exercise in patients with chronic cardiac failure. *Circulation.* 1982; 65 (6): 1213-23.
 28. Weber KT, Janicki JS, McElroy PA. Determination of aerobic capacity and the severity of chronic cardiac and circulatory failure. *Circulation.* 1987; 76 (Suppl VI): VI40-45.