



OBJETIVIDADE INTER E INTRA-AVALIADORES NA DETERMINAÇÃO DO LIMIAR ANAERÓBIO EM ESTEIRA ROLANTE PELO MÉTODO VISUAL-GRÁFICO

Suellen Vaz NASSER¹
Marcelo Mota BARROSO²
Keila Elizabeth FONTANA³

RESUMO

O Limiar Anaeróbio (LA) é hoje um importante índice. Ele pode ser determinado pela análise gráfica das trocas gasosas por ser um método pouco invasivo, mas este apresenta bastante interferência subjetiva do avaliador. O presente estudo tem como objetivo analisar a objetividade inter e intra-avaliadores do método visual-gráfico de determinação do LA. Para isso dois avaliadores experientes determinaram o LA de 38 voluntários duas vezes, em dois momentos diferentes. A análise estatística se deu por média e desvio-padrão, coeficiente de correlação, teste t pareado e Bland-Altman. Os resultados mostraram que o método é objetivo intra-avaliadores e pouco objetivo inter-avaliadores.

Introdução

O limiar anaeróbio (LA) tem sido muito estudado nas últimas décadas, sendo considerado hoje um dos mais valiosos instrumentos de definição da intensidade ideal de treinamento (JACOBS, 1986; KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979; MEYER et al., 1999) e de análise dos efeitos de diversos tipos de exercícios físicos (KEITH et al., 1992; GASKILL et al., 2001), além de ser utilizado como um grande indicador da fadiga muscular (FONTANA, 2003). A principal forma de determinação do LA ocorre pela análise sanguínea, instalando-se quando constatado o início do acúmulo de lactato sanguíneo que atinge cerca de 2 a 3 mM (KINDERMANN et al., 1979). Porém essa forma de obtenção do LA é invasiva e de difícil aplicabilidade (MCARDLE; KATCH, F. I.; KATCH, V. L., 2008).

Buscando uma forma não invasiva para a determinação do LA, Wasserman (1973) comprovou em seu estudo haver uma ligação entre o estado metabólico em cada fase do exercício físico e as trocas gasosas com o ar atmosférico, criando assim o método visual de determinação do LA. A teoria preconiza que uma vez acumulado lactato no sangue, ele rapidamente se dissocia (devido ao baixo pH) formando H^+ e $C_3H_5O_3^-$. Esse é tamponado preferencialmente pelo sistema bicarbonato, resultando na formação de CO_2 e H_2O (hipóxia tecidual ativa) (TURRELL; ROBINSON, 1942). Em seguida o CO_2 é transportado pela corrente sanguínea até os pulmões onde será eliminado pela expiração

¹ Mestranda em Educação Física pela Universidade de Brasília.

² Graduando em Educação Física pela Universidade de Brasília.

³ Doutora em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília.



(WASSERMAN et al.,1973). Tais achados fundamentam a metodologia desenvolvida pelo autor na determinação do LA em função das trocas gasosas (ergoespirometria).

De acordo com McArdle, Katch, F. I., Katch, V. L. (2008) e Leningher (1982) o O₂ funciona comoceptor final de elétrons da cadeia respiratória (ligando-se ao H⁺ formando água e CO₂), sem ele o excesso de H⁺ produzido faz com que os agentes redutores NAD e FAD se esgotem, e isso impossibilita o prosseguimento das reações, por provocar acidificação do meio. A solução encontrada pelo organismo é a de que o piruvato receba 2H⁺ formando lactato, que cairá na corrente sanguínea. Como a necessidade energética do organismo é muito grande em função da exigência física, os sistemas integrantes (cardiovascular e pulmonar) não conseguem captar e transportar O₂ suficientemente rápido e nem remover o lactato sanguíneo que acaba se acumulando (velocidade de produção maior que a de remoção) (MARZZOCCO, 1999).

O interesse no estudo do LA está na identificação da capacidade de prolongamento da fadiga no indivíduo. Os atletas fundistas do atletismo exemplificam esse caso (altos valores de LA), do contrário a fadiga muscular se instalaria rapidamente causando redução em seu desempenho por inativação de enzimas que participam da transferência de elétrons e deterioração das atividades contráteis dos músculos (SANTOS, 1991; MCARDLE; KATCH, F. I.; KATCH, V. L., 2008). Rondon (1998), Svedahl e Macintosh (2003) inferem que o LA é fundamental na prescrição da intensidade relativa de esforço, com ele o treinamento se torna individualizado, portanto mais eficiente. Podendo prescrever exercícios com intensidade ideal (próximas ao LA) para que sejam provocados estímulos suficientes a fim de proporcionar as adaptações fisiológicas necessárias ao aprimoramento do condicionamento físico geral.

Mesmo que a determinação do LA pelo método visual das trocas gasosas esteja bem elucidada na literatura, existe uma interferência subjetiva que, segundo Gladden (1985), pode comprometer a análise dos dados e a acuidade da medida, tais como: a experiência do avaliador e o entendimento sobre os critérios adotados no protocolo (NAKAMURA et al., 2006). Dessa forma, se faz necessária um estudo quanto à objetividade inter e intra-avaliadores do protocolo desse método.

A objetividade inter-avaliadores de um protocolo (WESTON; GABBETT, 2001), ou seja, dizer que o método é objetivo implica em concluir que, se diferentes avaliadores determinarem um valor (de LA, por exemplo) de um mesmo exame, do mesmo sujeito, estes deverão encontrar resultados compatíveis entre si (MARINS; GIANNICHI, 1996). No entanto, a objetividade intra-avaliadores, ou reprodutibilidade, implica na compatibilidade do valor determinado em um exame, do mesmo sujeito, em diferentes momentos e pelo mesmo avaliador (MARINS; GIANNICHI, 1996).

Com base nesses fatos, o presente estudo tem como objetivo estudar e analisar a objetividade inter e intra-avaliadores do método visual-gráfico de determinação do LA durante um protocolo de rampa em esteira rolante.

Metodologia

Foram analisados os dados de 38 voluntários, fisicamente ativos, do sexo masculino, com idade média de 21,2 anos, não fumantes e sem nenhum problema de saúde comprovado por atestado médico. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a realização da pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética



em Pesquisa para seres humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. A Tabela 1 caracteriza a amostra.

Tabela 1 - Características descritivas da amostra (médias \pm desvio padrão)

| IDADE (anos) | ESTATURA (cm) | MCT (kg) | IMC (kg.m ⁻¹) | VO₂pico [ml(kg.min) ⁻¹] |
|------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------|--|
| 21,2 \pm 3,1 | 117,0 \pm 5,9 | 72,2 \pm 7,9 | 23,3 \pm 2,0 | 54,4 \pm 6,3 |

MCT = massa corporal total, IMC = índice de massa corporal.

Os voluntários foram submetidos a uma ergoespirometria de circuito aberto, realizada em esteira rolante, seguindo o protocolo do teste de rampa de Harbor, com a finalidade de determinar a capacidade aeróbia máxima e o limiar anaeróbio (LA) conforme a metodologia proposta por Wasserman (1987).

No teste ergoespirométrico foi utilizado o sistema computadorizado (TEEM 100 - calorímetro indireto portátil), controlado por um micro processador onde as informações eram repassadas a cada 20 segundos.

O LA foi determinado a partir da concordância da primeira quebra na linearidade do aumento da ventilação-segundo, simultaneamente com o aumento do equivalente ventilatório de O₂ (VE/VO₂) e sem aumento concomitante do equivalente ventilatório de CO₂ (VE/VCO₂) (WASSERMAN, 1987; WESTON; GABBETT, 2001; FONTANA, 2003), como exemplificado no Gráfico 1 e no Gráfico 2.

Para a determinação do LA foram utilizados os seguintes parâmetros: tempo de teste, consumo de oxigênio (VO₂), frequência cardíaca (FC), e a carga de trabalho (CT), esta última foi calculada multiplicando a velocidade pela inclinação. Como o valor de inclinação poderia ser 0%, esse foi acrescido de uma unidade como fator de correção.

Ainda foram utilizados dois outros parâmetros: o percentual de consumo de oxigênio máximo (%VO₂pico), sendo este relativo ao maior valor de VO₂ atingido durante o teste (WASSERMAN et al., 1994), e o percentual da frequência cardíaca máxima (%FC), sendo essa relativa a frequência cardíaca máxima, calculada esta pelo método da subtrair a idade do voluntário por 220 (FOX III; NAUGHTON; HASKELL, 1971).

Para analisar a objetividade inter-avaliadores do método de determinação

Gráfico 1 - Exemplo de determinação do LA através da ventilação em relação ao tempo

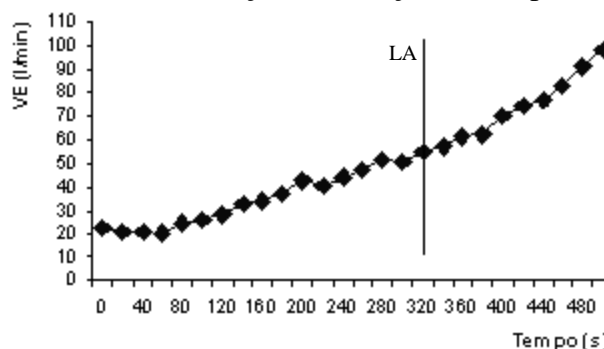
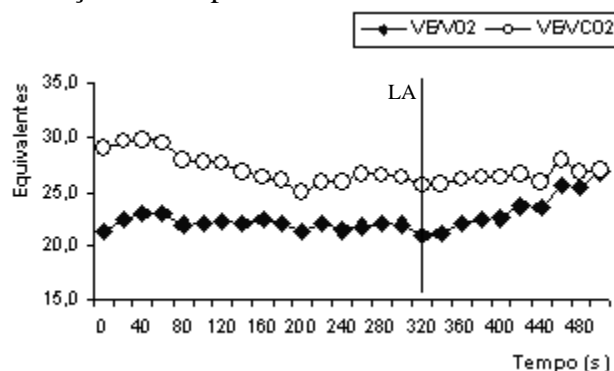


Gráfico 2 - Exemplo de determinação do LA através dos equivalentes respiratórios em relação ao tempo





visual do LA, dois avaliadores experientes, separadamente, determinaram o LA dos 38 voluntários. Para a análise da objetividade intra-avaliadores os mesmos avaliadores refizeram as determinações de LA dos mesmos sujeitos após quatro semanas.

Como medida de precisão, o erro técnico de medida absoluto (ETM) das determinações do limiar, referente ao erro padrão de medida, foi calculado de acordo com a Equação 1, onde d é a diferença entre as duas determinações, i é igual a quantos forem os desvios e n é o número de sujeitos. Para se obter a porcentagem de erro, o erro técnico de medida relativo (%ETM) foi calculado de acordo com a Equação 2, onde foi necessário utilizar o valor médio da variável (VMV) que se obtêm dividindo a média aritmética das 38 médias das duas determinações pelo número de voluntários (ZHOU; WESTON, 1997).

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum(d_i^2)}{2n}}$$

(Equação 1)

$$\%ETM = \frac{(VMV \times 100)}{ETM}$$

(Equação 2)

Os dados foram analisados por estatística descritiva em termos de média e desvio-padrão, da concordância percentual e correlação entre as determinações. A análise utilizou o pacote estatístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 13, o software livre de análise estatística R e o programa Microsoft Excel 2007.

A objetividade inter e intra-avaliadores foram determinadas pelo grau de correlação de Pearson (r), obtido na comparação entre as variáveis fisiológicas no momento do LA, seguindo as pontuações de seleção de Safrit (1981), o coeficiente de determinação (R^2) e, finalmente, analisadas por Bland-Altman (BA) para verificar o grau de concordância entre as variáveis (BLAND; ALTMAN, 1999), da forma proposta por Hirakata e Camey (2009). A comparação de médias foi feita pelo teste t pareado (p) a fim de observar se houve diferenças significativas entre as determinações do LA. Todas as análises utilizaram nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

No critério intra-avaliadores o primeiro avaliador (A1) (Tabela 2) obteve em suas determinações correlação excelente, concordância válida, p sem diferença significativa e não mostrou grandes variações entre os parâmetros de determinação. Apresentou %ETM maior para o parâmetro CT (8,212) e menor para FC (1,812) e %FC (1,812).

Tabela 2 - Determinações do A1 (média \pm desvio-padrão) e os resultados da análise intra-avaliadores entre as determinações dos dois momentos (M1 e M2)

| | Tempo (s) | VO ₂ [ml(kg.min) ⁻¹] | %VO ₂ pico | FC (bpm) | %FC | CT |
|-------|------------------|--|-----------------------|------------------|-----------------|----------------|
| M1 | 257,6 \pm 82,5 | 32,8 \pm 7,3 | 59,6 \pm 10,6 | 155,1 \pm 19,8 | 78,0 \pm 11,3 | 14,5 \pm 6,3 |
| M2 | 253,9 \pm 82,4 | 32,8 \pm 7,1 | 59,7 \pm 10,3 | 154,8 \pm 19,2 | 77,9 \pm 11,1 | 14,3 \pm 6,0 |
| r | 0,965 | 0,987 | 0,979 | 0,979 | 0,984 | 0,963 |
| R^2 | 0,932 | 0,975 | 0,959 | 0,958 | 0,968 | 0,928 |
| p | 0,303 | 0,934 | 0,899 | 0,661 | 0,684 | 0,413 |



| | | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| %ETM | 6,017 | 2,472 | 2,514 | 1,824 | 1,812 | 8,212 |
| Viés BA | +3,68 | -0,02 | -0,04 | +0,29 | +0,13 | +0,23 |

VO₂ = consumo de oxigênio, %VO₂pico = percentual do consumo pico, FC = frequência cardíaca, %FC = percentual da frequência cardíaca máxima prevista, CT = carga de trabalho, M1 = momento 1, M2 = momento 2, r = correlação de Pearson, R² = coeficiente de determinação, %ETM = percentual do erro técnico da medida, Viés BA = viés obtido no gráfico do Bland-Altman, * = diferença significativa.

No mesmo critério o segundo avaliador (A2) (Tabela 3) obteve correlação fraca para o parâmetro de %VO₂pico (0,667), regular para FC (0,768) e boa para os demais parâmetros. Todas obtiveram concordâncias válidas, p sem diferença significativa e apresentou maior %ETM para CT (13,356) e menor para o parâmetro FC (4,072) e %FC (4,317).

Tabela 3 - Determinações do A2 (média ± desvio-padrão) e os resultados da análise intra-avaliadores entre as determinações dos dois momentos (M1 e M2)

| | Tempo (s) | VO ₂ [ml(kg.min) ⁻¹] | %VO ₂ pico | FC (bpm) | %FC | CT |
|----------------|--------------|--|-----------------------|--------------|------------|------------|
| M1 | 291,4 ± 74,1 | 35,7 ± 5,7 | 65,3 ± 6,8 | 159,9 ± 13,8 | 80,7 ± 8,7 | 17,6 ± 6,2 |
| M2 | 288,2 ± 72,1 | 35,2 ± 5,7 | 65,5 ± 6,9 | 161,3 ± 13,4 | 81,6 ± 7,8 | 17,4 ± 6,3 |
| r | 0,879 | 0,809 | 0,667 | 0,768 | 0,825 | 0,857 |
| R ² | 0,772 | 0,655 | 0,445 | 0,590 | 0,681 | 0,735 |
| p | 0,583 | 0,373 | 0,842 | 0,369 | 0,281 | 0,658 |
| %ETM | 8,717 | 6,967 | 5,946 | 4,072 | 4,317 | 13,356 |
| Viés | +3,17 | +0,51 | -0,18 | -1,37 | -0,88 | +0,24 |

VO₂ = consumo de oxigênio, %VO₂pico = percentual do consumo pico, FC = frequência cardíaca, %FC = percentual da frequência cardíaca máxima prevista, CT = carga de trabalho, M1 = momento 1, M2 = momento 2, r = correlação de Pearson, R² = coeficiente de determinação, %ETM = percentual do erro técnico da medida, Viés BA = viés obtido no gráfico do Bland-Altman, * = diferença significativa.

Todas as análises estatísticas intra-avaliadores apresentaram melhores resultados para A1 do que para o A2. Esse fato pode estar ligado ao tempo de experiência na determinação do LA dos avaliadores (A1 ± 20 anos e A2 ± 10 anos) corroborando com os achados de Weston e Gabbett (2001), que encontraram determinações mais consistentes para os avaliadores mais experientes. Essa diferença mostrou-se bem descrita pelo %ETM, sugerindo que essa medida possa ser utilizada para definir a experiência dos avaliadores em relação à determinação do LA pelo método visual-gráfico.

De acordo com os resultados estatísticos adotados e considerando os baixos valores de %ETM (1,812 a 5,946), exceto para os parâmetros tempo, CT e VO₂, conclui-se que o método de determinação do LA, propostos por Wasserman (1973), tem forte objetividade intra-avaliadores. Esse achado concorda com os estudos de Aunola, Rusko (1982) e Prud'Homme et al. (1984), que encontraram %ETM menores que 6%. Com relação aos parâmetros de tempo e VO₂, esses tiveram %ETM um pouco maior somente para o A2 (8,717 e 6,967). Já o %ETM do parâmetro CT variou bastante do A1 (8,212) para o A2 (13,356), apresentando nos dois casos um alto valor.

Tabela 4 - Determinações dos avaliadores (A1 e A2 em média ± desvio-padrão) e seus resultados da análise inter-avaliador no primeiro momento (M1)



| | Tempo (s) | VO₂ [ml(kg.min)⁻¹] | %VO₂pico | FC (bpm) | %FC | CT |
|----------------|------------------|---|----------------------------|-----------------|-------------|------------|
| A1 | 257,6 ± 82,5 | 32,8 ± 7,3 | 59,6 ± 10,6 | 155,1 ± 19,8 | 78,0 ± 11,3 | 14,5 ± 6,3 |
| A2 | 291,4 ± 74,1 | 35,7 ± 5,7 | 65,3 ± 6,8 | 159,9 ± 13,8 | 80,7 ± 8,7 | 17,6 ± 6,2 |
| r | 0,812 | 0,782 | 0,607 | 0,707 | 0,826 | 0,830 |
| R ² | 0,660 | 0,612 | 0,368 | 0,500 | 0,683 | 0,688 |
| p | 0,000* | 0,000* | 0,000* | 0,041* | 0,014* | 0,000* |
| %ETM | 15,128 | 11,086 | 11,458 | 6,568 | 6,104 | 20,833 |
| Viés BA | -33,79* | -2,94* | -5,73* | -4,82* | -2,67* | -3,09* |

VO₂ = consumo de oxigênio, %VO₂pico = percentual do consumo pico, FC = frequência cardíaca, %FC = percentual da frequência cardíaca máxima prevista, CT = carga de trabalho, A1 = avaliador 1, A2 = avaliador 2, r = correlação de Pearson, R² = coeficiente de determinação, %ETM = percentual do erro técnico da medida, Viés BA = viés obtido no gráfico do Bland-Altman, * = diferença significativa.

No critério inter-avaliadores, no M1 (Tabela 4) se obteve correlação boa para os parâmetros tempo (0,812), %FC (0,826) e CT (0,830) e regular para VO₂ (0,782), %VO₂pico (0,607) e FC (0,707). Correlações semelhantes foram encontradas por Nakamura et al. (2006), com r = 0,79 a 0,88. Nenhum dos parâmetros obteve concordância válida, segundo a análise de Bland-Altman, e todos os testes estatísticos tiveram diferença significativa. Os %ETM foram altos, tendo seu maior valor em CT (20,833) e menor em FC (6,568) e %FC (6,104).

No mesmo critério no M2 (Tabela 5) o parâmetro %VO₂pico apresentou correlação fraca (0,588), CT e VO₂ regular (0,794 e 0,743), Tempo, FC e %FC boa (0,800, 0,827 e 0,818). Esse resultado para %VO₂pico concorda com os achados de Weston e Gabbett (2001), os quais encontraram reduções nas correlações desse parâmetro quando este foi expresso percentualmente (r = 0,67) em comparação ao absoluto (r = 0,77). Nenhum parâmetro obteve concordância válida e todos apresentaram p com diferença significativa. Os valores dos %ETM se mostraram altos novamente no M2, tendo novamente seu maior valor para o parâmetro CT (22,137) e menor para FC (5,688) e %FC (6,574).

Tabela 5 - Determinações dos avaliadores (A1 e A2 em média ± desvio-padrão) e seus resultados da análise inter-avaliador no segundo momento (M2)

| | Tempo (s) | VO₂ [ml(kg.min)⁻¹] | %VO₂pico | FC (bpm) | %FC | CT |
|----------------|------------------|---|----------------------------|-----------------|-------------|------------|
| A1 | 253,9 ± 82,4 | 32,8 ± 7,1 | 59,7 ± 10,3 | 154,8 ± 19,2 | 77,9 ± 11,1 | 14,3 ± 6,0 |
| A2 | 288,2 ± 72,1 | 35,2 ± 5,7 | 65,5 ± 6,9 | 161,3 ± 13,4 | 81,6 ± 7,8 | 17,4 ± 6,3 |
| r | 0,800 | 0,743 | 0,588 | 0,827 | 0,818 | 0,794 |
| R ² | 0,640 | 0,552 | 0,346 | 0,685 | 0,670 | 0,631 |
| p | 0,000* | 0,004* | 0,000* | 0,001* | 0,001* | 0,000* |
| %ETM | 15,628 | 11,007 | 11,440 | 5,688 | 6,574 | 22,137 |
| Viés BA | -34,24* | -2,41* | -5,86* | -6,47* | -3,68* | -3,07* |

VO₂ = consumo de oxigênio, %VO₂pico = percentual do consumo pico, FC = frequência cardíaca, %FC = percentual da frequência cardíaca máxima prevista, CT = carga de trabalho, A1 = avaliador 1, A2 = avaliador 2, r = correlação de Pearson, R² = coeficiente de determinação, %ETM = percentual do erro técnico da medida, Viés BA = viés obtido no gráfico do Bland-Altman, * = diferença significativa.

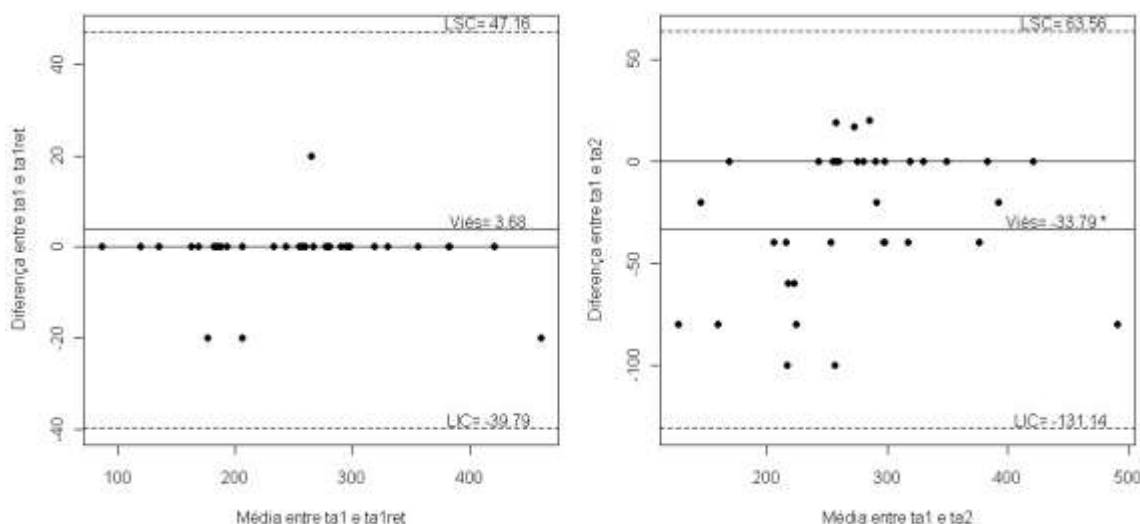


A FC pode ter apresentado %ETM menor por ser uma medida com variabilidade numérica pequena comparada com as outras. Os maiores valores de %ETM para CT tem coerência, pois a medida foi determinada com a multiplicação da velocidade pela inclinação somada a um (pois a inclinação poderia ser igual a zero). Tanto a velocidade quanto a inclinação variaram durante o teste de rampa, por isso não se sabe precisamente o tempo em que cada indivíduo permaneceu nelas, tornando o parâmetro CT, uma medida de menor precisão.

Segundo as definições de Safrit (1981), todas as análises de correlação feitas inter-avaliadores no M1 e M2, exceto em %VO₂pico, apresentaram valores de r superiores a 0,70, o suficiente para serem considerados bons parâmetros de comparação. Porém, segundo a análise por Bland-Altman, nenhum desses parâmetros apresentaram suas variáveis concordantes. Isso demonstra que, para esse tipo de análise, pode não ser viável o uso do coeficiente de correlação, por se tratar de uma comparação apenas no âmbito linear, ou seja, verificando apenas o quanto são iguais as suas variâncias e não se são medidas de fato iguais.

Diante do exposto, torna-se necessária a utilização de procedimentos estatísticos mais precisos a fim de relatar a objetividade inter e intra-avaliadores do método em estudo. Portanto a análise proposta por Bland e Altman (1999), criado exatamente para comparação entre métodos clínicos, mostra-se uma ferramenta mais apropriada para esta análise.

Gráfico 3 - Exemplo dos gráficos de Bland-Altman para o parâmetro Tempo intra-avaliadores do A1 (esquerdo) e inter-avaliadores entre A1 e A2 no primeiro momento (direito)



LSC = limite superior, LIC = limite inferior, ta1 = determinação do avaliador um no primeiro momento do LA no parâmetro tempo, ta1ret = determinação do avaliador um no segundo momento do LA no parâmetro tempo, ta2 = determinação do avaliador dois no primeiro momento do LA no parâmetro tempo.

É importante relatar que Weston e Gabbett (2001) ao compararem o método de determinação do LA, visual e computadorizado, encontraram correlações consideradas de ruins a moderadas. Além disso, correlações mais altas foram encontradas no método



computadorizado quando comparado ao método visual. Em contrapartida, Santos e Giannella (2004) apontam não haver diferenças estatísticas na determinação visual e computadorizada da LA, indicando que estes métodos podem ser igualmente empregados. Essa discordância entre esses dois estudos podem estar bem mais relacionada a variável de experiência dos avaliadores. No entanto esta não deveria ser uma variável que tivesse tanta interferência se o protocolo fosse claro e de fácil aplicabilidade.

Tendo em vista a discordância inter-avaliadores verificada através da análise por Bland-Altman é possível que exista a necessidade de se desenvolver uma padronização mais rigorosa nos procedimentos de determinação do LA pelo método visual-gráfico. Com isto, estima-se que, finalmente se obterá maior credibilidade do método adotado, dada a importância desta medida em todo o âmbito esportivo (NAKAMURA et al., 2006; GLADDEN et al., 1985).

Conclusão

O método visual-gráfico de determinação do LA estudado mostrou ter objetividade intra-avaliadores por apresentar correlações excelentes para A1 e boas para A2 segundo a classificação de Safrit (1981) e concordância entre as determinações pelo método Bland-Altman. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas e o %ETM se manteve dentro dos padrões.

No critério objetividade inter-avaliadores o estudo revelou que, apesar do método apresentar correlações boas e regulares (exceto para %VO₂pico) mostrou diferenças estatísticas significativas e discordância quando submetido ao Bland-Altman.

As análises para %VO₂pico mostraram que este não é um bom parâmetro para expressar o LA. O parâmetro CT em todos os critérios apresentou o maior %ETM, talvez por ter sido utilizado uma forma alternativa para calculá-lo, demonstrando que há a necessidade de buscar uma melhor maneira de expressar a carga de trabalho dentro dessa metodologia.

O presente estudo mostra que o método de determinação do LA, seguindo os critérios propostos por Wasserman (1987), é objetivo intra-avaliadores e pouco objetivo inter-avaliadores. Ao que tudo indica, há a necessidade de se desenvolver uma padronização rigorosa dos procedimentos adotados ao empregar a metodologia de determinação do LA por meio visual-gráfico.

Mais pesquisas e estudos devem ser realizados, especialmente comparando um número maior de avaliadores com níveis de experiência diferentes, para assim se buscar entender quais exatamente são as falhas no entendimento desse protocolo, aprimorando-o, a fim de se reduzir o fator subjetivo do avaliador na determinação do LA em relação a esse método.

Referências

AMANN, M. et al. An evaluation of the predictive validity and reliability of Ventilatory Threshold. *Med. Sci. Sports e Exerc.*, v. 36, p. 1716-1722, 2004.



- AUNOLA, S.; RUSKO, H. The anaerobic threshold measured by four different bicycle exercise tests. *Sandinacian J. Sports Sci.*, v. 4, p. 49-56, 1982.
- BAYNARD, T. et al. Determination of Ventilatory Threshold in adolescents with mental retardation, with and without Down Syndrome. *Ped. Exerc. Sci.*, v. 16, p. 126-137, 2004.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research.*, v.8, n. 2, p.135-160, 1999.
- CAIOZZO, V. J. et al. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. *J. Appl. Physiol.*, v. 53, p. 1184-1189, 1982.
- CHARLES, A. et al. The ventilatory threshold: quantitative analysis of reproducibility and relation to arterial lactate concentration in normal subjects and in patients with chronic congestive. *American J. Cardiol.*, v. 62, p. 100-107, 1988.
- COYLE, E. F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc. Sport Sci. Reviews*, v. 23, p. 25-63, 1995.
- DENADAI, B. S. Determinação do limiar anaeróbio em jogadores de futebol com paralisia cerebral e nadadores participantes da Para-olimpíada de Sidney 2000. *Rev. Bras. Méd. Esporte*, Rio de Janeiro, v. 8, 2002.
- DEWITTE, K.; FIERENS, C.; STOCKL, D.; THIENPONT, L. M. Application of the Bland-Altman plot for interpretation of method-comparison studies: a critical Investigation of its practice. *Clin. Chem.*, v. 48, n. 5, p. 799-801, 2002.
- DICKHUTH, H. H. et al. Ventilatory, lactate-derived and catecholamine threshold during incremental treadmill running: relationship and reproducibility. *International J. Sports Med.*, v. 20, p. 122-127, 1999.
- FIGUEIRA, T. R.; DENADAI, B. S. Relações entre o Limiar Anaeróbio, Limiar Anaeróbio individual e máxima fase estável em ciclistas. Rio Claro São Paulo. *Rev. Bras. de Ci. Mov.*, v. 12, p. 91-95, 2004.
- FONTANA, K. E. **Efeitos de um programa de exercícios resistidos associado à suplementação com glutamina ou creatina na composição corporal e parâmetros fisiológicos.** Brasília: Universidade de Brasília, 2003, 233 p.
- FOX III, S. M.; NAUGHTON, J. P.; HASKELL, W. L. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Ann. Clin. Res.*, v. 3, p. 404-432, 1971.
- GASKILL, S. E. et al. Validity and Reliability of Combining Three Methods to Determine Ventilatory Threshold. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 33, p. 1841-1848, 2001.



- GASKILL, S. E.; WALKER, A. J.; SERFASS, R. A.; BOUCHARD, C.; GAGNON, J. RAO, D. C. et al. Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the Heritage Family Study. **Int. J. Sports Med.**, v. 22, p. 586-592, 2001.
- GLADDEN, L. B. et al. Gas exchange and lactate anaerobic thresholds: Inter and intraevaluator agreement. **J. Appl. Physiol.**, v. 58, p. 2082-2089, 1985.
- GLADDEN, L. B. Lactate metabolism: A New Paradigm the for Third Millennium. **J. Physiol.**, v. 558, p. 5-30, 2004.
- HEBESTREIT, H. et al. Ventilatory treshold: a useful method to determine aerobic fitness in children? Universidade de Kindreklinik, D-97080 Wursburg, Germany. **Med. e Sci. Sports e Exerc.**, v. 32, p. 1964-1969, 2000.
- HIRAKATA, N. V.; CAMEY, S. A. Análise de concordância entre métodos de Bland-Altman. **Rev. H. C. P. A.**, v. 29, n. 3, p. 261-268, 2009.
- JACOBS, I. Blood Lactate: Implications for training and sports performance. **Sports Med.**, v. 3, p. 10-25, 1986.
- KEITH, S. P.; JACOBS, I.; MCLELLAN, T. M. Adaptations to training at the individual anaerobic threshold. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, v. 65, p. 316-323, 1992.
- KINDERMANN, W. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **Euro. J. Appl. Physiol.**, v. 42, p. 25-34, 1979.
- KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, v. 42, p. 25-34, 1979.
- LEHNINGER, A. L. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo, SP: Editora Sarvier, 1982.
- MARINS, J. C. B.; GIANNICHI, R. S. **Avaliação e Prescrição de Atividade Física: Guia Prático**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Shape, 1996.
- MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 2^a ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan, 1999.
- MCARDLE, D. W.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 6^a ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan, 2008.
- MEYER, T.; GABRIEL, H. H.; KINDERMANN, W. Is determination of exercise intensities as percentages of VO₂max or HRmax adequate? **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 31, p. 1342-1345, 1999.



NAKAMURA, F. Y. et al. Objetividade da Medida do Limiar Ventilatório. **Rev. Digital Buenos Aires**, Ano 10, n. 93, 2006. Disponível em: <http://efdeportes.com>. Acesso em: 28 de Jul. 2010.

POSNER, J. D. et al. Ventilatory threshold: measurement and variation with age. **J. Appl. Physiol.**, 63: 1519-1525, 1987.

PRUD'HOMME, D. et al. Reliability of assessments of ventilatory thresholds. **J. Sports Sci.**, v. 2, p. 13-24, 1984.

RONDON, U. M. P. B. et al. Comparação entre a Prescrição de Intensidade de Treinamento físico Baseada na Avaliação Ergométrica Convencional e na Ergoespirometria. **Arq. Brás. Cardiol.**, v. 70, p. 159-166, 1998.

SAFRIT, M. J. **Evaluation in Physical Education**. 2^a ed. New Jersey: Editora Prentice-Hall, 1981. p. 398.

SANTOS, E. D.; GIANNELLA, A. N. Comparison of computerized methods for detecting the ventilatory thresholds. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 93, p. 315-324, 2004.

SANTOS, P. J. M. Limiar anaeróbio ventilatório: comparação de métodos. In: BENTO; MARQUES et al. As Ciências do desporto e a prática desportiva. Porto: Editora Universidade do Porto, 1991. v. 2, p. 259.

SHIMIZU, M. et al. The ventilatory threshold: method, protocol, and evaluator agreement. **Am. Heart J.**, v. 122, p. 509-516, 1991.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement. Canadian Society for Exercise Physiology. **Can. J. Appl. Physiol.**, v. 28, n. 2, p. 299-323, 2003.

TURRELL, E.; ROBINSON, S. The acid-base equilibrium of the blood in exercise. **American J. Physiol.**, v. 137, p. 742, 1942.

WASSERMAN, K. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J. Appl. Physiol.**, v. 35, p. 236-245, 1973.

WASSERMAN, K. Diagnosing cardiovascular and lung pathophysiology from exercise gas exchange. **Chest**, v. 112, n. 4, p. 1091-1101, 1997.

WASSERMAN, K.; HANSEN, E. J.; SUE, D. Y.; WHIPP, B. J. **Principles of Exercise Testing and Interpretation**. Philadelphia: Editora Lea e Febiger, 1987.



CONCOCE / CONDICE 2010
IV Congresso Centro-Oeste de Ciências do Esporte
I Congresso Distrital de Ciências do Esporte
22 a 25 de setembro de 2010 - Brasília, DF
ISSN 2178-485X



WASSERMAN, K.; HAUSEN, J. E.; SUE, D. Y.; WHIPP, B. J.; CASABURI, R.
Principes of exercise testing and interpretation. 2nd. ed. Phyladelphia: Editora Lea e Febiger, 1994.

WESTON, S. B.; GABBETT, T. J. Reprodutibility of Ventilation of Thresholds in Trained Cyclist During Ramp Cycle Exercise. **J. Sci. Med. Sport**, v. 4, p. 357-366, 2001.

ZHOU, S.; WESTON, S. B. Reliability of using the D-max method to define physiological responses to incremental exercise testing. **Physiol. Measurement**, v. 18, p. 145-154, 1997.