

Possibilidade da ocorrência dos 1º e 2º limiares ventilatórios em cargas de trabalho coincidentes, durante protocolos progressivos com incrementos de longa duração

Possibility of the occurrence of 1st and 2nd ventilatory thresholds at the same work rate during incremental test with long steps

PIRES, FO.; SILVA, A.E.L.; GAGLIARDI, J.F.L.; BARROS, R.V.; DEGAKI, E.; KISS, M.A.P.D. Possibilidade da ocorrência dos 1º e 2º limiares ventilatórios em cargas de trabalho coincidentes, durante protocolos progressivos com incrementos de longa duração. **R. bras. Ci e Mov.** 2005; 13(1): 61-69.

RESUMO – Este estudo teve como objetivos, investigar a incidência do aumento abrupto na curva dos 1º e 2º limiares ventilatórios (LV) em cargas coincidentes, durante protocolo progressivo com incrementos de longa duração (8), e verificar com qual limiar de lactato (LL) os LV se aproximam, quando este fenômeno ocorre. 29 maratonistas e triatletas de nível regional, executaram protocolo estabelecido por Heck e col. (12). Os 1º e 2º LV (LV1 e LV2) foram identificados respectivamente, através de análises visuais das curvas dos VE/VO₂ e VE/VCO₂ em função do tempo. Os valores do lactato sanguíneo plotados em função da velocidade possibilitaram a identificação dos 1º e 2º LL através de análises visuais (LL1 e LL2), e através das concentrações fixas de 2,0 e 3,5 mM. l⁻¹ (LL2,0 e LL3,5), respectivamente. 42% da amostra apresentaram LV1 e LV2 em cargas coincidentes (LVC). Nestes indivíduos, LVC foi maior que LL1 e menor que LL3,5. Não houve diferenças entre LVC e LL2, ou entre LVC e LL2,0. Os resultados indicam que os VE/VO₂ e VE/VCO₂ podem não determinar dois LV em protocolo progressivo com incrementos de longa duração. A aproximação dos LVC com os LL pode variar com os diferentes métodos empregados na identificação dos LL.

PALAVRAS-CHAVE – Teste incremental; Protocolos de incrementos longos; Limiares de lactato; Equivalentes ventilatórios; 1º e 2º limiares ventilatórios.

PIRES, FO.; SILVA, A.E.L.; GAGLIARDI, J.F.L.; BARROS, R.V.; DEGAKI, E.; KISS, M.A.P.D. Possibility of the occurrence of 1st and 2nd ventilatory thresholds at the same work rate during incremental test with long steps. **R. bras. Ci e Mov.** 2005; 13(1): 61-69.

ABSTRACT – The purposes of this study were to examine the incidence of the abrupt increase in ventilatory thresholds (VT) at the same work rate, during incremental test with long steps and to observe to which lactate threshold (LT) the VT are close agreement when this phenomenon occur. Twenty-nine endurance runners performed Heck et al. protocol (12). The 1st and 2nd ventilatory thresholds (VT1 and VT2) were determined visually by curve of VE/VO₂ and VE/VCO₂ against time. The blood lactate against the speed allowed to determinate the 1st and 2nd lactate thresholds, accomplished by the visual inspection (VLT1 and VLT2) and by the blood lactate concentration of 2,0 and 3,5 mM.l⁻¹ (LT2,0 and LT3,5), respectively. 42% of group showed VT1 and VT2 at the same speed (SVT). These subjects showed higher SVT than VLT1 and smaller SVT than LT3,5. There was no difference between SVT and VLT2, either between SVT and LT3,5. The results suggest that VE/VO₂ and VE/VCO₂ may not determine two VT, during incremental test with long steps. The agreement between the VT and LT may change regarding different methods used to establish the LT.

KEYWORDS – Incremental test, Lactate thresholds, Protocol with long steps; 1st and 2nd ventilatory thresholds.

Flávio de Oliveira Pires
Adriano Eduardo Lima Silva
João Fernando Laurito Gagliardi
Ronaldo Vilela Barros
Edson Degaki
Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss

Escola de Educação Física e Esporte da
Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil.
Laboratório de Desempenho Esportivo -
CENESP - Departamento de Esportes.

Endereço para contato:
Flávio de oliveira Pires
R: Acalanto de Bartira, 166
CEP: 05358160 - Butantã,
São Paulo (SP) - Brasil

Recebimento: 15/07/2003
Aceite: 12/11/2004

Introdução

Grande parte da literatura mostra interações entre o comportamento das variáveis ventilatórias e o comportamento das concentrações sanguíneas de lactato [La], durante exercícios progressivos (16, 17), sugerindo a identificação de zonas de transição metabólica idênticas por ambos métodos. Entretanto, Hagberg e col. (6) iniciaram a problemática envolvendo a relação de interação entre estas variáveis. Estudos posteriores corroboraram este achado inicial (13, 20).

Apesar desta controversa relação, o método ventilatório é um dos mais empregados com o objetivo de determinar performance e prescrever treinamento. Neste método, é possível a identificação de duas zonas de transição metabólica, freqüentemente chamadas de 1º e 2º limiares ventilatórios (LV1 e LV2), utilizando diferentes variáveis como ventilação (VE), equivalentes ventilatórios de O₂ e CO₂ (VE/VO₂ e VE/VCO₂), frações expiradas de O₂ e CO₂ (FeO₂ e FeCO₂), pressões parciais de O₂ e CO₂ (PetO₂ e PetCO₂) e razão de trocas respiratórias (R) (12). Geralmente, assume-se que estas discriminam os mesmos fenômenos fisiológicos e demarcam domínios metabólicos similares (12). No entanto, estas variáveis parecem não possuir um mesmo nível de sensibilidade (17), tão pouco demarcar um mesmo ponto (10). Davis (4) mencionou que ambos VE/VO₂ e VE/VCO₂ podem apresentar aumento abrupto em suas curvas, em valores idênticos de VO₂, durante exercício progressivo com incrementos de longa duração (i.e. 4 minutos). Análise dos dados de Wasserman e Whipp (18) podem confirmar esta afirmação.

Além de não haver uma explicação sustentável para tal fenômeno, dúvidas surgem com relação a qual equivalente ventilatório pode apresentar “modificação” no comportamento de sua curva, quando da presença deste. Como estes equivalentes ventilatórios se comportam em relação ao modelo padrão com utilização das [La], é outra lacuna pertinente ao assunto, pois teoricamente, enquanto VE/VO₂ demarca LV1, VE/VCO₂ demarca LV2 (12). A problemática fica mais evidente, quando

consideramos as diferenças que podem haver na identificação dos 1º e 2º limiares de lactato (LL1 e LL2), entre os métodos individual e de concentrações fixas (14, 15). Em última análise, erros na determinação das intensidades de treinamento podem ocorrer, deixando clara a necessidade de investigação sobre este fenômeno.

Os objetivos deste estudo foram: 1) investigar a existência de um aumento abrupto de curva dos VE/VO₂ e VE/VCO₂ (LV1 e LV2) em cargas coincidentes, em protocolo progressivo com incrementos de longa duração; 2) verificar com qual limiar de lactato (individual e de concentrações fixas) há aproximação dos VE/VO₂ e VE/VCO₂, quando da presença ou não do fenômeno descrito; 3) investigar a distância entre os VE/VO₂ e VE/VCO₂, quando da presença ou não de tal fenômeno.

Metodologia

Amostra: Vinte e nove atletas de nível regional (maratonistas e triatletas), do sexo masculino (29,1 ± 5,4 anos; 172,3 ± 8,1 cm; 67,2 ± 9,3 kg; VO_{2max} de 58,5 ± 10,8 ml.kg⁻¹.min⁻¹), participaram do estudo (*ex post facto*). Após esclarecimento dos possíveis riscos relacionados ao protocolo, cada sujeito completou e assinou formulário de consentimento informado. Um questionário foi aplicado para garantir a ausência de quaisquer problemas relacionados às variáveis estudadas. Este estudo teve aprovação da comissão de ética para estudos com humanos (EEFE-USP).

Protocolo e coleta de dados: Os sujeitos executaram protocolo proposto por Heck e col. (7) em esteira rolante Quinton® 2472, com velocidade inicial de 6 km.h⁻¹ e incrementos de 1,2 km.h⁻¹ a cada estágio, até exaustão. Cada estágio teve duração de 3 minutos de corrida, com 30 segundos de pausa para coleta de 25 µl de sangue arterializado no lóbulo da orelha (previamente hiperemiado com Finalgon®). Após o término do teste, os sujeitos caminharam entre 3 e 4 minutos para recuperação do esforço.

As amostras de sangue foram armazenadas em tubos ependorfes, com adição de 50 µl de fluoreto de sódio, sob temperatura de 10°C, e

posteriormente analisadas num lactímetro da marca Yellow Springs® (2300) para mensuração das [La]. Os dados das trocas gasosas foram registrados a cada respiração, através de uma máscara conectada a um analisador de gases de circuito aberto (K4 b₂ Cosmed®), que enviava os dados por sistema de telemetria a um software. Um cilindro de ar contendo concentrações conhecidas de oxigênio (O₂) e dióxido de carbono (CO₂), e uma seringa com volume de ar de 3 L, foram utilizados para calibração do aparelho antes do início de cada teste. Um sensor de fluxo bidirecional conectado ao aparelho mensurou o volume de ar expirado (espaço morto inferior a 70 ml).

Identificação dos limiares de lactato: as [La] foram plotadas em função da velocidade, após interpolação (máximo de 1 ponto) e/ou extrapolação (máximo de 1 ponto) dos valores, quando não foi possível obter uma medida para cada carga. Os limiares de lactato foram determinados através de concentrações fixas e da análise individual da curva do lactato sanguíneo. A velocidade correspondente às concentrações de 2,0 e 3,5 mmol.l⁻¹, identificaram respectivamente LL1 e LL2 (9, 12), tratados aqui como LL2,0 e LL3,5, respectivamente. A mediana obtida entre três avaliadores (conhecedores do fenômeno), a partir da análise visual da curva do lactato sanguíneo, identificou LL1 e LL2 individuais, tratados aqui como LLi1 e LLi2. Para aproximação dos LLi1 e LLi2, foram assumidas as velocidades referentes ao ponto, a partir do qual houve aumento das [La] em relação aos valores de repouso, produzindo aumento abrupto inicial da curva (LLi1), e ao ponto a partir do qual as [La] apresentaram aumento abrupto e contínuo da curva (LLi2) (12).

Nos indivíduos que apresentaram apenas um aumento abrupto de curva, este foi aproximado para LLi1 ou LLi2 de acordo com os seguintes critérios sugeridos e/ou apresentados na literatura (12, 15, 20): 1º critério: LLi1 quando o valor (km.h⁻¹) encontrado foi $\leq 70\%$ do VO₂máx e LLi2 quando $\geq 75\%$ do VO₂máx; 2º critério: LLi1 quando o valor (km.h⁻¹) encontrado foi $\leq 70\%$ da FCmáx e LLi2 quando $\geq 75\%$ da FCmáx. O 2º critério foi assumido apenas quando o valor de limiar se situou na faixa intermediária do 1º critério (2 casos). Os limiares de concentrações fixas (LL2,0 e LL3,5) e individuais (LLi1 e LLi2) foram expressos em km.h⁻¹.

Identificação dos limiares ventilatórios: análises das curvas dos equivalentes ventilatórios de O₂ e CO₂ podem fornecer a identificação dos LV1 e LV2, respectivamente (12). Em nosso estudo, VE/VO₂ e VE/VCO₂ foram plotados separadamente em função do tempo, após filtragem e conversão dos dados para médias de 15 segundos. A mediana obtida a partir da inspeção visual das curvas dos VE/VO₂ e VE/VCO₂, entre três avaliadores (conhecedores do fenômeno), identificou respectivamente LV1 e LV2, expressos em km.h⁻¹. Para aproximação dos LV1 e LV2, foi assumido o último ponto da curva, onde a partir deste, houve aumento abrupto e contínuo de cada variável. Quando os dados dos VE/VO₂ e VE/VCO₂ apresentaram pouca nitidez, as PetO₂ e PetCO₂ foram analisadas para fornecer maior subsídio. As identificações visuais a partir das curvas das [La] e dos VE/VO₂ e VE/VCO₂ foram realizadas separadamente, em ordem casual.

Para melhor análise dos dados, a amostra foi dividida em subgrupos, de acordo com a existência ou não do fenômeno descrito. Enquanto o subgrupo que apresentou aumento abrupto da curva dos LV1 e LV2 em cargas coincidentes será chamado de LVC (limiares ventilatórios coincidentes), o subgrupo que apresentou aumento abrupto da curva dos LV1 e LV2 em cargas distintas será tratado como LVD (limiares ventilatórios diferentes).

Análise estatística: Os dados estudados não apresentaram distribuição normal (teste de Kolmogorov–Smirnov), justificando a aplicação de testes não-paramétricos. Para comparação das medianas entre as variáveis estudadas, tanto para o subgrupo que apresentou LV1 e LV2 em cargas coincidentes, como para o subgrupo que apresentou LV1 e LV2 em cargas diferentes, foi aplicado teste de pares combinados de Wilcoxon. Para análise do nível de associação entre elas, foi aplicada correlação de Spearman. Um nível de significância inferior a 5% ($p < 0,05$) foi utilizado em todos testes. O teste U (Mann Whitney) foi aplicado quando os LV1 e LV2 foram comparados entre os diferentes subgrupos.

O número de identificações dos LV1 e LV2 em cargas coincidentes forneceu o nível de incidência (%) do fenômeno estudado na amostra.

Resultados

Problemas técnicos na coleta de dados resultaram na exclusão de um sujeito para todo tratamento. Três sujeitos não apresentaram valores de concentrações fixas de $2,0 \text{ mM.l}^{-1}$ e/ou $3,5 \text{ mM.l}^{-1}$ ao longo do teste. A incidência do fenômeno estudado (i.e. VE/VO₂ e VE/VCO₂ em cargas coincidentes) foi observada em 42,8% da amostra. Desta maneira, 12 sujeitos apresentaram LVC.

Para o subgrupo que apresentou LVC, diferenças significantes foram observadas entre LVC e LLi1 ($LVC > LLi1$), e entre LVC e LL3,5 ($LVC < LL3,5$). Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre LVC e as outras variáveis estudadas. Neste subgrupo, a

maior correlação significativa foi observada entre LLi1 e LLi2 ($r = 0,80$). LVC não mostrou correlações significantes com quaisquer variáveis. Os valores das variáveis do subgrupo com LVC, estão apresentados na tabela 1.

Para o subgrupo que apresentou LVD, o LV1 foi significativamente maior que LLi1, e significativamente menor que LL3,5. LV2 se apresentou significativamente maior do que LLi1. A comparação entre os LV1 e LV2 deste subgrupo, não mostrou diferenças significantes entre eles, apesar do maior valor de mediana para LV2. LLi1 e LLi2 mostraram a maior correlação significativa neste subgrupo ($r = 0,80$ para $p < 0,01$). Os valores das variáveis analisadas no subgrupo com LVD, estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Velocidade dos limiares para os subgrupos com LVC e com LVD. Valores em mediana e desvio médio (dm).

LVC	LV1	LLi1	LL2,0	LV2	LLi2	LL3,5	LLi2	LL3,5
	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹		
mediana	12,0	10,8	12,0	12,0	13,2	14,4	13,2	14,4
dm	1,0	1,7	2,6	1,0	1,2	1,9	1,2	1,9
LVD	LV1	LLi1	LL2,0	LV2	LLi2	LL3,5	LLi2	LL3,5
	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹		
mediana	13,2	10,8	13,2	14,4	13,2	14,4	13,2	14,4
dm	1,2	1,2	1,5	1,3	1,0	0,8	1,0	0,8

LVC= Limiares ventilatórios coincidentes; LVD= Limiares ventilatórios diferentes; LV1 e LV2= 1º e 2º limiares ventilatórios; LLi1 e LLi2= 1º e 2º limiares de lactato individuais; LL2,0 e LL3,5= 1º e 2º limiares de lactato de concentrações fixas.

Tabela 2 - Correlação entre cada variável para os subgrupos com LVC e com LVD.

LVC	LLi1	LLi2	LL2,0	LL3,5	LV1	LV2
LLi1		0,80**	0,74**	0,58	0,42	0,42
LLi2			0,74*	0,60	0,43	0,43
LL2,0				0,74*	0,26	0,26
LL3,5					0,57	0,57
LVD	LLi1	LLi2	LL2,0	LV3,5	LV1	LV2
LLi1		0,80**	0,50	0,39	0,22	0,50
LLi2			0,71*	0,54	0,19	0,59
LL2,0				0,78*	0,45	0,37
LL3,5					0,49	0,43
LV1						0,25

* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$; LVC= Limiares ventilatórios coincidentes; LVD= Limiares ventilatórios diferentes; LV1 e LV2= 1º e 2º limiares ventilatórios; LLi1 e LLi2= 1º e 2º limiares de lactato individuais; LL2,0 e LL3,5= 1º e 2º limiares de lactato de concentrações fixas.

Tabela 3 - Diferenças entre cada variável para os subgrupos com LVC e com LVD.

LVC	LLi1	LLi2	LL2,0	LL3,5	LV1	LV2
LLi1		0,007*	0,075	0,007*	0,012*	0,012*
LLi2			0,042*	0,112	0,184	0,184
LL2,0				0,070	0,219	0,219
LL3,5					0,020*	0,020*
LVD	LLi1	LLi2	LL2,0	LL3,5	LV1	LV2
LLi1		0,002*	0,015*	0,003*	0,039*	0,011*
LLi2			0,166	0,004*	0,070	0,273
LL2,0				0,001*	0,193	0,396
LL3,5					0,001*	0,071
LV1						0,063

* $p < 0,05$; LVC= Limiaries ventilatórios coincidentes; LVD= Limiaries ventilatórios diferentes; LV1 e LV2= 1° e 2° limiaries ventilatórios; LLi1 e LLi2= 1° e 2° limiaries de lactato individuais; LL2,0 e LL3,5= 1° e 2° limiaries de lactato de concentrações fixas.

Tabela 4 - Velocidade dos limiaries ventilatórios para os subgrupos com LVC e com LVD. Valores em mediana e desvio médio (dm).

	LVC		LVD	
	LV1	LV2	LV1	LV2
	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹	km.h ⁻¹
mediana	12,0*	12,0*	13,2	14,4
dm	1,0	1,0	1,2	1,3

* diferente de LV2 do subgrupo com LVD ($p < 0,05$); LVC= Limiaries ventilatórios coincidentes; LVD= Limiaries ventilatórios diferentes; LV1 e LV2= 1° e 2° limiaries ventilatórios.

Os resultados completos referentes ao tratamento estatístico para o subgrupo com LVC e para o subgrupo com LVD, estão apresentados em mais detalhes nas tabelas 2 e 3.

Quando os LV foram analisados entre os diferentes subgrupos, não foram observadas correlações significantes entre eles. LV1 e LV2 do subgrupo com LVC foram significantemente diferentes de LV2 do subgrupo com LVD. A tabela 4 mostra os valores dos LV para os subgrupos LVC e LVD.

Discussão

As relações entre o acúmulo das [La] e a capacidade de realizar exercício, estabelecidas inicialmente por Hill e Lupton na década de 1920 (8), são ainda hoje uma das bases das pesquisas em fisiologia do exercício e

treinamento. Entre 1967 e 1973, estudos de Wasserman e col. (16, 17) sugeriram e observaram grandes interações entre as relações estabelecidas por Hill e Lupton, e o comportamento das variáveis ventilatórias, durante exercícios progressivos. Desde então, divergências conceituais e metodológicas a cerca do assunto abriram lacunas neste modelo teórico previamente estabelecido. Os resultados encontrados aqui seguem esta linha.

Wasserman e Whipp (18) descreveram que a relação entre o aumento da curva da VE e o aumento das curvas dos VO₂ e VCO₂ é diferente quando se compara protocolos de incrementos longos (i.e. 4 minutos) com protocolos de incrementos curtos (i.e. 1 minuto). Segundo esta descrição, a magnitude do aumento da VE é proporcionalmente maior em protocolos de incrementos longos, em cargas superiores ao LV1, do que em

protocolos de incrementos curtos. Em última análise, este maior aumento da VE em protocolos de incrementos longos poderia modificar a relação VE/VO_2 e VE/VCO_2 em tempos próximos, produzindo um aumento abrupto de curva destas variáveis em cargas semelhantes e/ou em VO_2 idênticos (4).

Em nossos dados, a prevalência de LVC em 42,8 % da amostra pode ter sido originada nesta premissa descrita (4). A ausência de diferenças significantes entre LV1 e LV2 do subgrupo com LVD, apesar do valor limitrofe ($p=0,063$), é outro indicativo. Em outras palavras, este fenômeno proporcionaria uma “antecipação” no aumento abrupto da curva do VE/VCO_2 . Isto foi notado, quando comparamos LV2 entre os subgrupos com LVC e com LVD, na qual observamos menores valores medianos de aumento abrupto de curva para o LV2 do subgrupo com LVC. Além disso, a comparação entre LVC e os limiares de lactato de concentrações fixas mostrou que LVC foi diferente de LL3,5. Desta maneira, nossos resultados corroboram o fenômeno descrito por Davis (4), os quais podem indicar uma possível “antecipação” do aumento abrupto da curva do VE/VCO_2 (LV2), devido a um diferente grau de aumento da curva da VE em protocolos de incrementos longos.

A duração do incremento de carga foi demonstrada fundamental quando se deseja verificar o real valor do VO_2 numa determinada carga (3). O protocolo utilizado em nosso estudo permitiu um melhor ajuste da resposta do VO_2 para uma dada carga, quando comparado a um protocolo com menor duração de incremento ou em rampa (1). Especulamos então, a possibilidade deste melhor ajuste cinético do VO_2 ter proporcionado um aumento da relação VE/VO_2 em cargas mais elevadas, já que os LVC apresentaram diferenças em relação ao LLi1. Pires e col. (10), estudando indivíduos fisicamente ativos, também encontraram diferenças para o VE/VO_2 , quando comparado a outras variáveis ventilatórias que identificam LV1. Entretanto, a extrapolação destes resultados para o presente estudo deve ser cuidadosa, pois estes foram obtidos em protocolo progressivo com incrementos de 1 minuto.

Como mostrado até aqui, a interpretação dos nossos dados e as justificativas do fenômeno encontrado parecem ser

influenciadas pelas divergências conceituais que envolvem a abordagem dos limiares metabólicos, podendo gerar diferentes conclusões de acordo com os diferentes pressupostos teóricos empregados na análise. Parte da literatura propõe a utilização de valores individuais para a detecção dos LL (14, 15). Utilizando apenas os LL individuais em nosso estudo (LLi1 e LLi2), observamos que o subgrupo com LVC se apresentou maior que LLi1. A partir desta premissa, poderíamos afirmar que o VE/VO_2 tem uma tendência a se aproximar do LLi2, e concluiríamos que em protocolos de incrementos longos o aumento abrupto da curva do VE/VO_2 pode ser postergado, gerando aumento abrupto nas curvas dos VE/VO_2 e VE/VCO_2 em cargas coincidentes (i.e. LVC). Especularíamos então, a possibilidade do melhor ajuste cinético do VO_2 neste tipo de protocolo ter sido a causa do fenômeno encontrado aqui.

Outros estudos propuseram e justificaram a aplicação de concentrações fixas de 3,5 e 4,0 $mM.l^{-1}$ (7), e de concentrações entre 2,0 e 3,0 $mM.l^{-1}$, obtidas em protocolos progressivos, para a determinação dos LL e da intensidade ótima de prova e treinamento de endurance (5, 7). Abordando nossa análise apenas com a utilização das concentrações fixas de lactato, notamos diferenças entre LVC e LL3,5. Isto nos levaria à especulação de uma “antecipação” no aumento abrupto da curva do VE/VCO_2 , proporcionada pela maior amplitude de aumento da curva da VE, em protocolos com incrementos de longa duração.

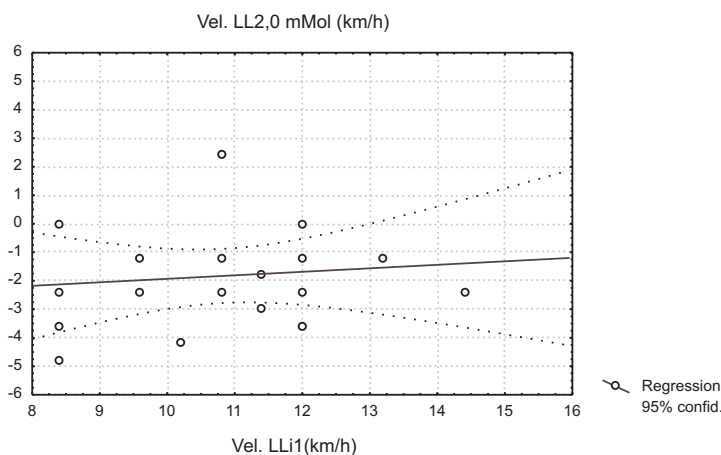
Todavia, prévios estudos relataram uma tendência à superestimação do LL, quando da utilização dos valores de concentrações fixas (7, 14, 15). Em nossos dados, observamos uma tendência das concentrações fixas superestimarem os valores dos limiares individuais, nos quais observamos que LL2,0 foi significativamente maior que LLi1, e LL3,5 significativamente maior que LLi2, no subgrupo com LVD. Esta tendência também foi observada no subgrupo com LVC, embora sem diferença significativa. Os valores negativos dos LL nas figuras 1 e 2 mostram este comportamento para toda amostra.

Teoricamente, enquanto LLi1 e LL2,0 podem identificar o 1º limiar de lactato, LLi2 e LL3,5 podem identificar o 2º limiar de lactato (12). De fato, enquanto Heck et al. (7) validaram o modelo de concentrações fixas

em grupo heterogêneo, com nível variado de condicionamento aeróbio, Stegmann et al. (14) mostraram que atletas de endurance apresentam um limiar de lactato individual (IAT) em valores de [La] mais baixos do que atletas de outras modalidades e/ou indivíduos fisicamente ativos. Embora de nível regional, os sujeitos do nosso estudo eram principalmente maratonistas, o que pode justificar nossos achados. Curiosamente, esta tendência parece ter sido maior para a concentração fixa de $2,0 \text{ mM.l}^{-1}$ (LL2,0), pois esta também se situou próximo da diferença para o LLi1 no subgrupo com LVC, apesar do valor limítrofe ($p=0,075$).

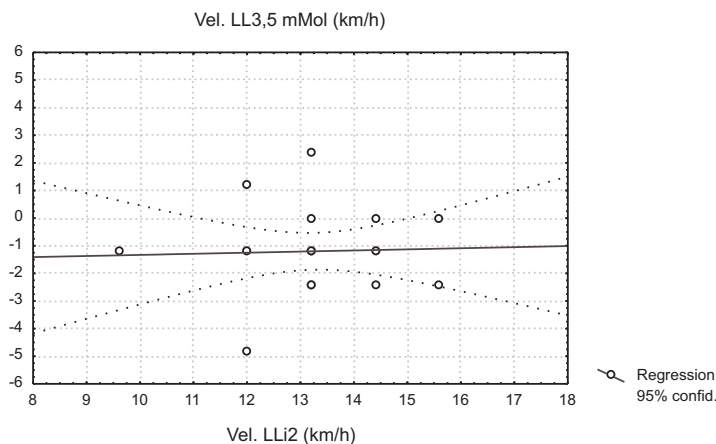
Toda esta divergência conceitual envolvendo a determinação dos limiares metabólicos, pode em última análise, sugerir uma única zona de transição metabólica manifestada de maneira contínua. Alguns estudos (2, 9, 12) sugeriram um aumento contínuo do lactato sanguíneo em testes progressivos, justificando um ajuste exponencial para esta variável (2, 9). De fato, quando analisamos simultaneamente os LVC com todos os critérios de determinação do LL adotados em nosso trabalho, não percebemos aproximação a um único critério. Em outras palavras, as diferenças entre LVC e os LL individuais (LLi1 e LLi2) e de

Figura 1 - Gráfico residual entre LLi1 e LL2,0. Valores de toda amostra.



LLi1= 1º limiar de lactato individual; LL2,0= 1º limiar de lactato de concentração fixa.

Figura 2 - Gráfico residual entre LLi2 e LL3,5. Valores de toda amostra.



LLi2= 2º limiar de lactato individual; LL3,5= 2º limiar de lactato de concentração fixa.

concentrações fixas (LL2,0 e LL3,5) pareceram não tender a um critério específico. Entretanto, a extrapolação dos estudos citados para os nossos dados deve ser feita com cautela, pois alguns deles (2, 9) utilizaram protocolos progressivos com incrementos em rampa.

A hipótese de um ajuste exponencial na curva do lactato poderia explicar de maneira mais simples a complexidade dos resultados encontrados aqui. Pires et al. (11) propuseram o modelo D_{\max} para identificação do LL individual, em protocolo semelhante ao empregado neste trabalho. Pelas características deste modelo proposto, e pelo comportamento das curvas das [La] dos sujeitos do nosso estudo, de certa maneira, podemos fazer inferências de um ajuste exponencial aos nossos dados. Assim, o fenômeno observado aqui poderia indicar a existência de apenas uma única zona de transição metabólica, em protocolos progressivos com incrementos de longa duração. As fortes correlações entre LLi1 e LLi2 e entre LL2,0 e LL3,5, para ambos subgrupos, podem contribuir nesta afirmação.

Conclusões

O maior achado do presente estudo, foi o fenômeno dos LV identificados através dos VE/VO_2 e VE/VCO_2 coincidirem numa mesma carga de trabalho, em 42% da amostra, durante protocolo com incrementos de longa duração. Isto indica a influência do protocolo utilizado nas respostas das variáveis ventilatórias (10, 19). Desta maneira, cautela deve ser tomada quando da utilização indiscriminada dos VE/VO_2 e VE/VCO_2 para identificação de LV1 e LV2. Nossos resultados indicam também, que a aproximação deste fenômeno com os LL, pode variar de acordo com os critérios adotados para a identificação destes. Embora pouco sustentada pela literatura, podemos sugerir uma única zona de transição metabólica, manifestada de maneira contínua e melhor explicada por um ajuste exponencial na curva do lactato sanguíneo.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi e Fernando Roberto de Oliveira, pelas discussões e contribuição intelectual na elaboração deste estudo.

Referências Bibliográficas

1. Bogaard, H.; J. Woltjer, H. H.; Van Keimpema, A. R. J.; Serra, R. A.; Postmus, P. E.; De Vries, P. M. J. M. Comparison of the respiratory and hemodynamic responses of healthy subjects to exercise in three different protocols. **Occup. Med.** 1996; 46: 293 - 298.
2. Campbell, M. E.; Hughson, R. L.; Green, H. J. Continuous increase in blood lactate concentration during different ramp exercise protocols. **J. Appl. Physiol.** 1989; 66: 1104 - 1107.
3. Casaburi, R.; Barstow, T. J.; Robinson, T.; Wasserman, K. Influence of work rate on ventilatory and gas exchange kinetics. **J. Appl. Physiol.** 1989; 67: 547 - 555.
4. Davis, J. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Med. Sci. Sports Exerc.** 1985; 17: 6 - 18.
5. Föhrenbach, R.; Mader, A.; Hollmann, W. Determination of endurance capacity and prediction of exercise intensities for training and competition in marathon runners. **Int. J. Sports Med.** 1987; 8: 11 - 18.
6. Hagberg, J. M.; Coyle, E. F.; Carroll, J. E.; Miller, J. M.; Martin, W. H.; Brooke, M. H. Exercise hyperventilation in patients with McArdle's disease. **J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise physiol.** 1982; 52: 991 - 994.
7. Heck, H.; Mader, A.; Hess, G.; Mücke, S.; Müller, R.; Hollmann, W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **Int. J. Sports Med.** 1985; 6: 117 - 130.
8. Hill, A. V.; Lupton, H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. **QQ J. Med.** 1923; 16: 135 - 171.
9. Hughson, R. L.; Weisiger, K. H.; Swanson, G. D. Blood lactate concentration increases as a continuous function in progressive exercise. **J. Appl. Physiol.** 1987; 62: 1975 - 1981.
10. Pires, F. O.; Lima Silva, A. E.; Lotufo, R. F.; De Oliveira, F. R. Limiares ventilatórios: diferenças e associações entre métodos de identificação. **Anais: IV Congr Sul - Bras Med Esporte.** 2002.
11. Pires, F. O.; Lima Silva, A. E.; Gagliardi, J. F. L.; Barros, R. V.; Degaki, E.; Kiss, M. A. P. D. M. Estimativa do 2º limiar de lactato pelo modelo Dmáx. **Rev Bras Med Esporte.** 2003; 9 (supl. 1): 556.
12. Ribeiro, J. P. Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício. **Arq Bras Cardiol.** 1995; 64: 171 - 181.
13. Simon, J.; Young, J. L.; Gutin, B.; Blood, D. K.; Case, R. B. Lactate accumulation relative to the anaerobic and respiratory compensation thresholds. **J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.** 1983; 54: 13 - 17.
14. Stegmann, H.; Kindermann, W.; Schnabel, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **Int. J. Sports Med.** 1981; 2: 160 - 165.
15. Tanaka, K.; Matsuura, Y. Marathon performance, anaerobic threshold, and onset of blood lactate accumulation. **J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.** 1984; 57: 640 - 643.
16. Wasserman, K.; Kessel, A. L. V.; Burton, G. G. Interaction of physiological mechanisms during exercise. **J. Appl. Physiol.** 1967; 22: 71 - 85.
17. Wasserman, K.; Whipp, B. J.; Koyal, S. N.; Beaver, W. L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J. Appl. Physiol.** 1973; 35: 236 - 243.
18. Wasserman, K.; Whipp, B. J. Exercise physiology in health and disease. **Am Rev Respir Dis.** 1975; 112: 219 - 249.
19. Weston, S. B.; Gray, A. B.; Schneider, D. A.; Gass, G. C. Effect of ramp slope on ventilation thresholds and VO₂peak in male cyclists. **Int. J. Sports Med.** 2002; 23: 22 - 27.
20. Yeh, M. P.; Gardner, R. M.; Adams, T. D.; Yanowitz, F. G.; Crapo, R. O. "Anaerobic threshold": problems of determination and validation. **J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise physiol.** 1983; 55: 1178 - 1186.