

ESTUDO COMPARATIVO DO LIMIAR ANAERÓBIO POR MÉTODO VENTILATÓRIO E ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DE LACTATO

Michele Muniz*
Mariana Boquady*
Patrícia Santos*
Samuel Vidal*
Larissa Nogueira*
Paula Leonel*
Marcos Guimarães*
Julio César de Sá**
Pablo Fraga**
José Blanco***

RESUMO

Foram avaliados 6 sujeitos do sexo masculino, estudantes do curso de Educação Física da Universidade Católica de Brasília, que realizaram um teste ergoespiométrico em cicloergometro para determinar o limiar anaeróbio por método ventilatório analisando o comportamento dos equivalentes ventilatórios de oxigênio e gás carbônico. No mesmo teste, foram coletadas amostras de sangue para quantificação dos valores de lactato e determinação do limiar anaeróbio por este método, sendo assim, o objetivo do presente trabalho, a comparação das cargas realizadas no cicloergometro no momento do limiar anaeróbio por ambos métodos.

Os resultados não mostraram diferenças significativas entre a carga do limiar anaeróbio determinado por método ventilatório e pelo método do lactato ($p < 0,05$), chegando a conclusão que ambos métodos são similares.

Palavras chaves: limiar anaeróbio, lactato, método ventilatório.

* Alunos do grupo de estudo do limiar anaeróbio.

** Técnicos especialistas do Laboratório de Fisiologia do Esforço da UCB.

** Professor coordenador do Grupo de Estudo do Limiar Anaeróbio da UCB.

INTRODUÇÃO.

Atualmente, o interesse por conhecimentos relacionados à atividade física vem crescendo significativamente. A evolução do treino, a criação do treino tendo como base a determinação de um limiar e outras variáveis importantes, é algo que vem sendo explorado cada dia mais. Um dos limiares mais conhecidos e utilizados pelos atletas e praticantes de atividade física é o limiar anaeróbio (Lan). O termo limiar anaeróbio (Lan) foi introduzido por Wasserman e McIlroy (1964) e definido como a intensidade de esforço anterior ao aumento exponencial do lactato no sangue em relação aos níveis de repouso.

Outros autores como Pozzi et al (2006), dizem que o limiar anaeróbio (Lan) tem sido definido como a intensidade de exercício físico na qual a produção de energia pelo metabolismo anaeróbio predomina em relação ao metabolismo aeróbio, refletindo um aumento na concentração de lactato sanguíneo e na razão lactato/piruvato no músculo ou sangue arterial. De uma maneira geral, independente do autor que caracterize o Lan, as definições se complementam, auxiliando assim no conhecimento desse referencial tão utilizado.

O limiar anaeróbico pode ser determinado de forma invasiva ou não invasiva. Uma forma invasiva é a coleta de sangue para determinação do lactato sanguíneo e, uma não invasiva é feita pela ergoespirometria para determinação do limiar. De acordo com Silva et al (2005), usa-se a lactacidemia, método invasivo, para determinar o Limiar Anaeróbio durante o exercício, porque talvez seja a forma mais precisa de mensuração da capacidade aeróbia. Já que apresenta sensibilidade comprovada ao treinamento físico, além de servir como preditor da performance aeróbia.

Já o limiar anaeróbio sendo mensurado por meio da ergoespirometria, segundo Barros Neto et al (2001), possibilita determinar variáveis respiratórias, metabólicas e cardiovasculares pela medida das trocas gasosas pulmonares durante o exercício e a expressão dos índices de avaliação funcional, é muito utilizado por ser um método não incomodo e não invasivo ao avaliado.

Detalhando cada método para encontrar e analisar o limiar anaeróbio, torna-se necessário considerar algumas colocações relevantes. O Limiar de Lactato é muito utilizado porque o lactato é um eficaz marcador. Segundo Pereira et al.,2002,o aumento desproporcional desse metabólito indica que a taxa da sua produção excede à da remoção, e que uma taxa imediatamente abaixo do ponto de inflexão da curva de concentração de lactato sanguíneo [LAC] x intensidade de exercício indica o ponto ideal para o treinamento aeróbio, sendo denominado “limiar anaeróbio” (WILMORE & COSTILL,1994). Dentre os métodos para identificação do limiar anaeróbio (Lan), destacam-se os que utilizam concentrações fixas de lactato (KINDERMANN, SIMON & KEUL, 1979; HECK ET AL., 1985; SJODIN & JACOBS, 1981). No entanto, para alguns pesquisadores, estes valores fixos podem subestimar ou superestimar a capacidade aeróbia dos atletas, sugerindo a utilização de métodos que permitem a determinação do limiar anaeróbio individual que não assume valores fixos de [LAC] (STEGMANN & KINDERMANN, 1982;TEGTBUR, BUSSE & BRAUMANN, 1993).

Silva et al.,2005, considera que do ponto de vista esportivo, o Lan obtido pela lactacidemia tem sido utilizado na prescrição de intensidades de exercícios para o treinamento, o que tem despertado o interesse de pesquisadores da área da fisiologia do exercício, os quais procuram definir protocolos cada vez mais aplicáveis à avaliação do rendimento esportivo. O Lan ganhou destaque na área de treinamento esportivo devido, principalmente, ao rápido ajuste desse parâmetro frente a modificações do treinamento e à baixa correlação encontrada entre a quantificação do consumo máximo de oxigênio (VO₂max) e a predição de performance

aeróbia em competições. Além disso, o limiar de lactato é um método mais fidedigno em relação à validade ecológica do teste e que apresenta menor custo operacional, quando comparado com o VO₂max. Apesar de ser invasivo, tanto o volume de sangue coletado (25µl por amostra), como a utilização de procedimentos simples de higiene e assepsia, excluem do teste pela lactacidemia qualquer risco à saúde de avaliadores e avaliados, o que normalmente conduz à aceitação de comitês de ética em pesquisa (Silva et al.,2005).

Em contraposição, o limiar ventilatório é muito utilizado devido a sua maneira não invasiva de medida. Esse método se baseia nas mudanças do padrão da ventilação, do consumo de oxigênio e da produção de CO₂ durante o exercício progressivo, levando em consideração o comportamento da: ventilação (VE), equivalente ventilatório do O₂ (VE/VO₂) e equivalente ventilatório do CO₂ (VE/VCO₂). O limiar ventilatório em um teste escalonado é caracterizado pelo aumento sistemático do VCO₂, causado pela maior produção de CO₂ como consequência do tamponamento do H⁺ pelo bicarbonato (HCO₃⁻), que é o principal meio de transporte de CO₂. O limiar é então identificado pelo aumento do VE/VO₂ (isto é, taxa de aumento de VE maior do que VO₂) sem aumento marcado de VE/VCO₂ (SILVA, DERESY & LIMA, 2006).

Para encontrá-lo é necessário um teste ergoespirométrico, teste que também pode ser utilizado para a medida de outras variáveis. Barros Neto et al (2001) diz que a grande utilidade do teste ergoespirométrico reside na determinação da capacidade funcional ou da capacidade aeróbia, pela obtenção dos dois índices de limitação funcional mais empregados, que são o consumo máximo de oxigênio e o limiar anaeróbio ventilatório; portanto, pode e deve ser utilizado para a avaliação de atletas, sedentários, cardiopatas, pneumopatas etc.

Sabe-se também que, em um teste ergoespirométrico é possível a utilização de diversos protocolos, porém, todos os protocolos tradicionais incluem carga inicial baixa, que aumenta progressivamente a intervalos regulares, é adequada a duração de cada estágio e, também, do período de recuperação. A padronização desses protocolos visa à comparação de resultados entre indivíduos e num mesmo indivíduo em testes subseqüentes. Com o advento da ergoespirometria, vários protocolos foram criados com a finalidade de estudar indivíduos não-coronarianos, existindo, portanto, protocolos específicos conforme o tipo de ergômetro utilizado e o indivíduo exercitado (TEBEXRENI, 2001).

Considerando todas as vantagens, desvantagens e relevância de ambos os métodos de avaliação do Limiar Anaeróbio, o presente estudo tem por objetivo comparar o Lan obtido por método ventilatório e o Lan obtido através da determinação de lactato.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 6 indivíduos, sendo todos do sexo masculino. Todos foram orientados a se alimentarem até 2 (duas) horas precedentes a cada teste, a não praticarem exercícios no dia anterior nem no dia do teste e a não consumirem produtos cafeinados nas 24 horas precedentes aos teste, visto que conforme Berry M. J. et al (1991) esta substância pode influenciar nos resultados.

Os indivíduos foram submetidos a um teste ergoespirométricos em laboratório climatizado com temperatura controlada a cerca de 24°C .

Foi aplicado um teste de esforço máximo no cicloergômetro (bicicleta ergométrica, modelo lode) com medida direta do consumo de oxigênio, utilizando-se analisador de gases Cortex Metalyzer 3B, com auxílio dos

software Ergo PC Elite e Metasoft 3.8, o qual forneceu o limiar anaeróbio através do método ventilatório. Além de outras variáveis fornecidas, como frequência cardíaca por sistema de telemetria (Frequencímetro Polar).

Também foi aplicada a percepção subjetiva de esforço, por meio da escala de Borg como parâmetro comparativo.

No cicloergômetro (bicicleta ergométrica), foi utilizada uma Lode, com protocolo de 3 minutos de aquecimento a uma carga de 30 watts a 70rpm, sendo seguidos por incrementos crescentes de 30 watts, a cada 3 minutos, até a exaustão voluntária.

Foram determinados o consumo máximo de oxigênio ($Vo^2_{máx}$), o limiar anaeróbio (LA) com dosagem do lactato, e a frequência cardíaca do limiar anaeróbio (FC/LA).

A coleta do lactato sanguíneo ocorreu por meio de um procedimento evasivo de 25 μ l de sangue, retirados do lóbulo da orelha, através de capilares de vidro heparinizados previamente calibrados, sendo imediatamente transferidos para microtúbulos de polietileno tipo "Ependorf" de 1,5ml, contendo 50 μ l de solução de floreto de sódio 1%. Em seguida as amostras foram armazenadas a $-70^{\circ}C$. A análise do lactato foi realizada através de analisados eletroenzimático (lactímetro) YSL 1500 (YSL Instruments), sendo os valores expressos em $mmol.l^{-1}$. As coletas ocorreram em situação de repouso e aos 30 segundos finais da cada carga até a exaustão.

Os resultados foram agrupados em valores de média e desvio padrão utilizando-se o teste "t" de *Student* para dados pareados. O nível de significância adotado para todas as análises foi de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os dados de caracterização da amostra estudada, com idade, massa corporal, estatura e IMC, apresentados através de média e desvio-padrão.

TABELA 2
Média e desvio-padrão das cargas obtidas nos protocolos de determinação do limiar ventilatório (LV) e limiar de lactato (LLac)

Variáveis	Média	Desvio Padrão
LV	245 w	$\pm 36,74$
LLac	165 w	$\pm 35,07$

As figuras 1 e 2 representam as curvas usadas para determinação dos limiares ventilatórios e de lactato respectivamente.

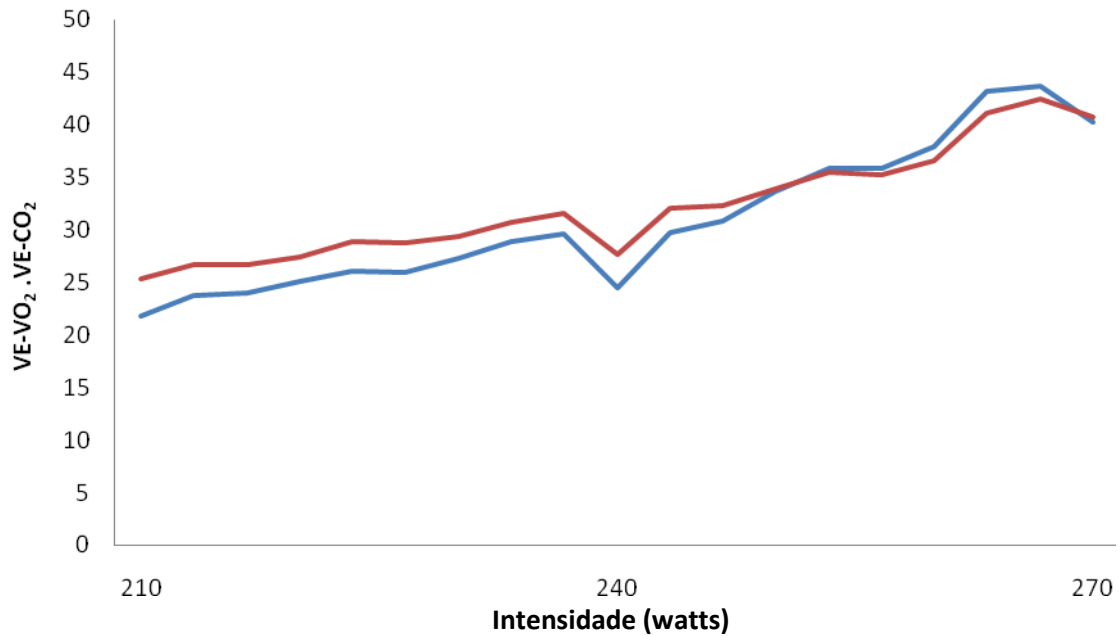


Figura 1. Gráfico da determinação do limiar de lactato, baseando-se nas intensidades (watts) e nos registros dos equivalentes respiratórios (VE/VO₂, VE/VCO₂)

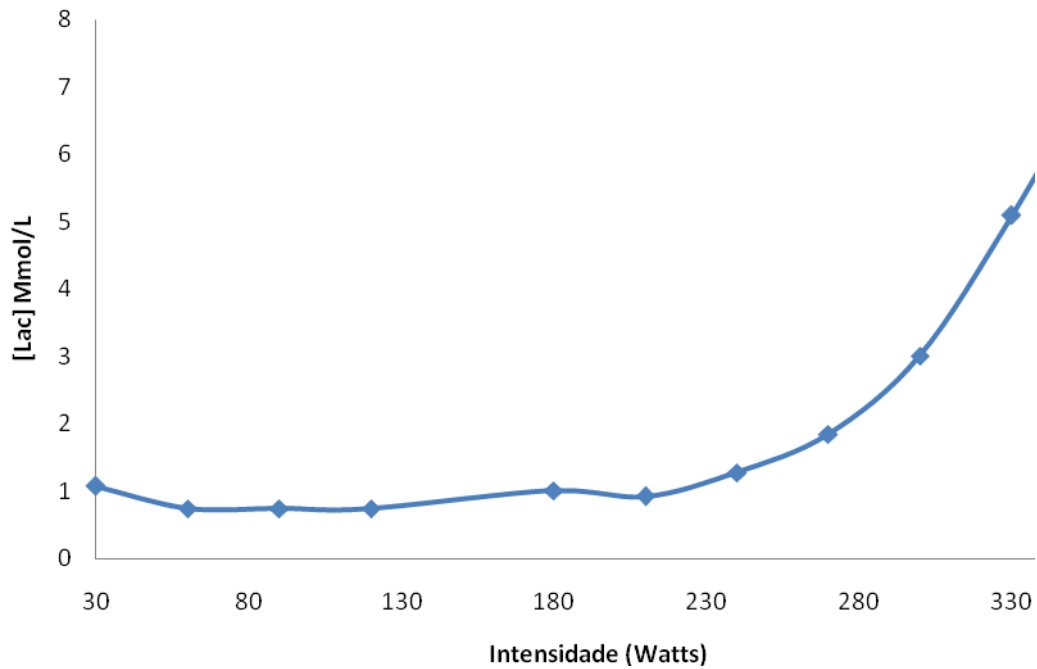


Figura 2. Gráfico da determinação do limiar de lactato, baseando-se na intensidade (watts) e nos valores de lactato (Mmol/L).

Na tabela 2 estão os resultados em média e desvio padrão, das cargas em watts, referentes ao momento do limiar ventilatório dos indivíduos participantes dos testes.

TABELA 2
Média e desvio padrão das variáveis obtidas nos protocolos de determinação do limiar ventilatório (LV) e do limiar de lactato (Llac)

Variáveis	Média	Desvio Padrão
LV	265	35,07
Llac	250	30,98

O teste t de Student não identificou diferenças significantes entre os valores das cargas obtidas por meio do teste de limiar ventilatório e de limiar de lactato, para determinação do limiar anaeróbio com $p=0,08$.

DISCUSSÃO

A determinação do limiar ventilatório ocorreu através da análise, das curvas, observando o coeficiente respiratório e dos equivalentes ventilatórios VE/VO_2 e VE/VCO_2 sendo considerados os valores da transição de $R=0$ a $R=1$, para auxiliarem a determinação.

Já a determinação do limiar de lactato ocorreu por análise visual, das curvas, sendo considerado o ponto de inflexão da curva como o limiar anaeróbio e uma média de concentração de lactato sanguíneo entre 4-7mmol.l⁻¹.

A análise estatística não verificou uma diferença significativa entre os dois métodos usados para determinação do limiar anaeróbio. Da mesma maneira diversos estudos evidenciam estreita relação entre o limiar anaeróbio determinado por concentrações fixas de lactato sanguíneo e pelo método ventilatório (Ribeiro JP, et al, 1986; Wyatt FB, 1999; Dickstein K, et al, 1190).

Montando que ambos os protocolos se mostraram hábeis para a determinação no limiar anaeróbio, sendo ainda considerado padrão ouro o limiar de lactato. Embora a intensidade (W) do limiar ventilatório seja superior, em alguns casos, em relação à intensidade do limiar de lactato, diferença que no teste estatístico não foi significativa.

Como limitação, faz-se a necessidade de aplicação dos protocolos em amostras maiores do que as apresentadas no presente artigo.

Como sugestão de futuros estudos, há possibilidade de aplicação em amostras mais homogêneas, em diferentes populações e intensidades de exercícios diferentes, além de poder também ser feita uma comparação com o limiar glicêmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS NETO T L, TEBEXRENI A S, TAMBEIRO V L. Aplicações práticas da ergoespirometria no atleta, CEMAFE — Centro de Medicina da Atividade Física e do Esporte — Escola Paulista de Medicina — UNIFESP - Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo 2001;3:695-705

BERRY MJ, STONEMAN JV, WEYRICH AS, BURNEY B. Dissociation of the ventilator and lactate thresholds following caffeine ingestion. Med. Sci. Sports Exerc. 1991; 23:463-9

DICKSTEIN K, BARVIK S, AARSLAND T, SNAPINN S, KARLSSON J. A comparison of methodologies in detection of the anaerobic threshold. Circulation 1990;81:II38-46.

POZZI L G, MELO R C, QUITÉRIO R J, MILAN L A, DINIZ C A R, DIAS T C M, OLIVEIRA L, SILVA E, CATAI A M. Determinação do limiar de anaerobiose de idosos saudáveis: comparação entre diferentes métodos. Correspondência para: Luis Gustavo Pozzi, Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico (NUPEF), Dep. de Fisioterapia. 2006

RIBEIRO JP, HUGHES V, FIELDING RA, HOLDEN W, EVANS W, KNUTTGEN HG. Metabolic and ventilatory responses to steady state exercise relative to lactate thresholds. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1986;55:215-21.

SILVA A S R, SANTOS F N C, SANTHIAGO V, Claudio Alexandre GOBATTO C A. Comparação entre métodos invasivos e não invasivo de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais - Rev Bras Med esporte vol.11 no.4 Niterói July/Aug. 2005

TEBEXRENI A S, LIMA E V, TAMBEIRO V L, CEMAFE T L B N. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas “versus” protocolo de rampa — Centro de Medicina da Atividade Física e do Esporte — Escola Paulista de Medicina — UNIFESP São Paulo — SP. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo 2001;3:519-28)

WASSERMAN K, MCILROY M B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. Am J Cardiol 1964;14:844-52.

WYATT FB. Comparison of lactate and ventilatory threshold to maximal oxygen consumption: a meta analysis. Journal of Strength and Conditioning Research 1999;13:67-71.