

Relação entre Velocidade Crítica e Início do Acúmulo de Lactato Sanguíneo em Ciclistas Treinados

JULIANA STANGHERLIN, COSME FRANKLIM BUZZACHERA, DANIELE CRISTINA VITORINO, HASSAN MOHAMED ELSANGEDY, KLEVERTON KRINSKI, HERIBERTO COLOMBO, BRUNO VINICIUS SANTOS, HOMERO CACHEL, WAGNER DE CAMPOS, SERGIO GREGORIO DA SILVA ¹

¹ Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte, Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

RESUMO

Objetivo

Investigar a relação entre a velocidade crítica (VC) e o início do acúmulo de lactato sanguíneo (do inglês, OBLA) em ciclistas treinados do sexo masculino.

Métodos

A amostra foi composta por onze atletas de ciclismo, sexo masculino, com idade média de $24,3 \pm 8,2$ anos, e praticantes da modalidade há $10,2 \pm 7,8$ anos. Todos os sujeitos foram submetidos aos seguintes testes (a) tiros máximos de 3.000 m. e 10.000 m. para a determinação da VC; (b) performance de contra-relógio de 40 km. na VC; (c) determinação do OBLA nas distâncias de 5.000 m., com intensidade de 65% - 70% da VC individual e 95% - 100% da VC individual. Utilizou-se teste *t* pareado para comparação da VC e OBLA e a relação entre elas foi determinada pela correlação de Pearson (*r*) com nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

A diferença entre a VC calculada ($38,9 \pm 1,5$ km/h) e a VC obtida pelos sujeitos avaliados ($38,9 \pm 2$ km/h) não foi estatisticamente significante. Os valores médios do OBLA na intensidade de 65% - 70% da VC ($1,9 \pm 0,2$ mmol/L) e 95% - 100% da VC ($4,4 \pm 1,0$ mmol/L) não apresentaram diferença significativa com o valor do limiar aeróbio (2mmol/L, $r=0,923$) e OBLA (4mmol/L, $r=0,164$), respectivamente.

Conclusão

Concluindo, os resultados do presente estudo demonstram que a VC poderia ser utilizada como um indicador do OBLA (4mmol/L) e está simultaneamente correlacionada com o desempenho em provas contra-relógio de 40 km. Dessa maneira, a utilização da VC como um método de prescrição de treinamento aeróbio é sugerida.

Palavras-chave: Velocidade crítica, ciclismo, início do acúmulo de lactato sanguíneo.

ABSTRACT

Purpose

To investigate the relationship between critical speed (CS) and onset of blood lactate accumulation (OBLA) in trained cyclist males

Methods

The sample was composed by eleven trained cyclists (24.3 ± 8.2 years), which are involved in a regular endurance training for 10.2 ± 7.8 years. The subjects were submitted to (a) maximal bout of 3.000m and 10.000m for the measurement of CS; (b) performance of 40km time trial in CS; (c) determination of OBLA in 5000m, with an intensity of 65% - 70% and 95% - 100% CS. The paired *t*-test was used to determine the differences between CS and OBLA and their relationship was verified by Pearson correlations (*r*) with a significance level of $p < 0.05$.

Results

No significant differences between calculated CS (38.9 ± 1.56 km/h) and obtained CS (38.9 ± 2 km/h) were observed. Furthermore, the mean values of OBLA in the intensity of 65% - 70% (1.9 ± 0.2 mmol/L) and 95% - 100% of the CS (4.4 ± 1.0 mmol/L) were correlated to values obtained in aerobic threshold (2mmol/L, $r=0.923$) and OBLA (4mmol/L, $r=0.164$), respectively.

Conclusion

In conclusion, the results of this study demonstrated that the CS is strongly associated to 40km time trial performance, and would be used as indicator of the OBLA (4mmol/L). Furthermore, the utilization of the CS as a monitoring method of aerobic training is suggested.

Keywords: Critical speed, cycling, onset of blood lactate accumulation.

INTRODUÇÃO

O ciclismo é um esporte de nível olímpico difundido mundialmente, atraindo cada vez mais interesse do público e de estudiosos da performance física, mediante sua contribuição para o aprimoramento das funções cardiovascular e muscular, além de sua facilidade organizacional e a não necessidade de grandes construções para a sua prática¹.

Esta modalidade exige do atleta algumas capacidades que variam de acordo com o tempo, local e a característica da prova, solicitando uma capacidade aeróbica e anaeróbica muito desenvolvida². Cada uma destas características exige do atleta capacidades e desempenho adquiridos com muito treinamento e pesquisa para se atingir um nível técnico e tático condizendo com as exigências da performance³.

Os estudos para a predição da performance no ciclismo têm sido frequentemente realizados meios laboratoriais, utilizando-se principalmente o desempenho em provas como o 40 km contra-relógio^{4,5}. Dentre as diversas formas de mensurar a performance esportiva de ciclistas podemos destacar duas em especial, o início do acúmulo de lactato sanguíneo (OBLA, do inglês *onset of blood lactate accumulation*) e a velocidade crítica, as quais demonstram uma alta eficácia como preditores de desempenho e para a prescrição e controle da intensidade do treinamento². Entretanto, a associação entre esses dois métodos de monitoramento não tem sido verificada.

Dentro desse contexto, o objetivo desse estudo foi investigar a associação entre OBLA e VC em ciclistas treinados. Posteriormente, a utilização da VC para a predição do resultado do contra relógio de 40 km foi verificada. A distância escolhida tem como propósito verificar o máximo desempenho dos atletas, sendo a mesma distância utilizada em provas de contra-relógio e de meio fundo nas provas de pista. Os atletas eram informados de sua VC individual e desafiados a manter a velocidade proposta, podendo aumentá-la se fossem capazes ou reduzi-las se incapazes. Os procedimentos para a realização desse teste foram os mesmos usados para os testes de 3.000m e 10.000m.

METODOLOGIA

Sujeitos

A amostra foi composta por onze atletas de ciclismo treinados, do sexo masculino, com média de idade de $24,3 \pm 8,2$ anos. Os atletas são federados, praticantes da modalidade em média há $10,2 \pm 7,8$ anos e participam de competições de nível nacional, tanto na modalidade de estrada como de pista, nas categorias Júnior, Sub-23 e Elite, variando conforme idade.

Instrumentos

Para a realização dos testes foi utilizada a pista (velódromo) de Curitiba-PR. A dimensão da pista é de 333,33 metros, feita de cimento. Para não causar des-

conforto aos avaliados, cada atleta utilizou sua própria bicicleta e equipamentos, não sendo permitido o uso de guidon aerodinâmico (clipe). Para a marcação dos tempos, usou-se cronômetro Timex. A coleta de lactato foi feita com os seguintes instrumentos: lactímetro Accutrend, tiras teste reativas para determinação de lactato em sangue e lancetas descartáveis. A velocidade crítica foi calculada conforme procedimentos descritos abaixo.

Procedimentos

A coleta de dados foi feita em quatro etapas, todas acessadas na pista (velódromo). Os atletas foram orientados a não realizar treinos exaustivos no dia anterior ao teste, sendo os testes realizados em dias diferentes, com no mínimo 24 horas de intervalo entre as sessões. Cada indivíduo percorreu sozinho as distâncias, realizando tiros máximos para as suas respectivas performances. A transmissão utilizada foi fixa, ou seja, a marcha foi única e ficou à critério do atleta escolhê-la, utilizando esta transmissão em todos os testes, de forma que os atletas utilizem uma cadência de pedaladas que seja favorável a realização da performance. Na primeira e segunda etapa coletou-se o tempo total do teste de 3.000m e 10.000m. Desse modo, distâncias e velocidades necessários para o cálculo da velocidade crítica (VC) foram obtidos, e a performance de 40 km pode ser testada para correlacionar as variáveis, finalizando a terceira etapa. A quarta e última etapa foi a coleta de amostras de sangue para indicar o valor do lactato.

Determinação da Velocidade Crítica

Para a determinação da VC foi utilizado um protocolo de duas performances máximas nas distâncias de 3.000m (9 voltas) e 10.000m (30 voltas), anotando-se os respectivos tempos. O procedimento utilizado nos dois testes foi o mesmo. Antes de cada teste, os avaliados realizaram um aquecimento por dez minutos. A quantidade de voltas realizadas era informada aos atletas a cada passagem.

Para o cálculo da velocidade crítica foram utilizados os tempos em segundos, obtidos pelos atletas nos testes de 3.000 e 10.000 metros. A fórmula utilizada para o cálculo da velocidade crítica foi inserida em uma planilha do Excel (Microsoft Corp.) juntamente com os tempos, resultando a VC em m/s. Esses resultados proporcionaram um gráfico onde a relação entre a distância percorrida em metros e o tempo decorrido em segundos expressa os dados coletados, através da inclinação da reta que liga os pontos utilizados para o cálculo da velocidade crítica.

Determinação da Performance de 40 Km

O objetivo desse teste foi analisar a utilização da velocidade crítica para predição do resultado do contra relógio de 40 km. A distância escolhida tem como propósito verificar o máximo desempenho dos atletas, sen-

do a mesma distância utilizada em provas de contra-relógio e de meio fundo nas provas de pista.

O teste foi realizado na pista (velódromo), totalizando o percurso em 120 voltas (40km). Os atletas eram informados de sua VC individual e desafiados a manter a velocidade proposta, podendo aumentá-la se fossem capazes ou reduzi-las se incapazes. Os procedimentos para a realização desse teste foram os mesmos usados para os testes de 3.000m e 10.000m.

Determinação do Início de Acúmulo de Lactato

O OBLA foi determinado através de dois testes de 5.000m (15 voltas). Na primeira sessão os atletas mantiveram velocidades constantes entre 65% a 70% da velocidade média alcançada na VC individual. Posteriormente, a segunda sessão começou com 95% da VC até atingir 100% da VC individual. Ao final de cada estágio houve uma pausa de dez minutos, sendo sete minutos para que fossem coletadas amostras de sangue do dedo anelar e o restante do tempo em recuperação ativa de baixa intensidade. A amostra de sangue foi coletada após um, três, cinco e sete minutos. O OBLA foi determinado por interpolação entre as velocidades (m/s) e a concentração de lactato.

Análise Estatística

Para o tratamento dos dados estatísticos, foi utilizado *teste t* para dados pareados para comparação da VC e OBLA e a relação entre elas foi determinado pela correlação de Pearson com significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores obtidos nas performances máximas individuais, médias e desvio padrão das distâncias 3.000m e 10.000m, sendo o tempo dado em segundos. Constatou-se que a diferença mé-

dia entre a VC calculada e a VC obtida pelos avaliados não foi significativa ($p=0,851$), sendo esta diferença considerada positiva. O resultado do cálculo da VC encontrado para cada sujeito e o atingido no contra relógio de 40 km pode ser visualizado na tabela abaixo:

Na tabela 2 são apresentados os resultados da concentração de lactato sanguíneo nas intensidades de 65 a 70% da VC e 95 a 100% da VC, calculados através do valor da VC individual, realizados na distância máxima de 5.000m. Os valores médios obtidos pelos avaliados na intensidade de 65 a 70% da VC e 95 a 100% da VC não apresentaram diferença significativa com o valor do limiar aeróbio (2mmol/L, $r= 0,923$) e OBLA (4mmol/L; $r= 0,164$), respectivamente. Os valores médios e individuais obtidos na coleta de lactato sanguíneo (mmol/L) nas intensidades de 65 a 70% da VC e 95 a 100% da VC, podem ser visualizados na tabela abaixo.

DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos após a realização dos testes e previamente descritos, OBLA e VC apresentaram uma significativa correlação. A VC calculada através das distâncias das performances máximas de 3.000m e 10.000m determinam a velocidade do OBLA para o grupo de atletas testados, bem como a utilização da porcentagem da VC pôde determinar o limiar de lactato. O valor médio de concentração de lactato sanguíneo encontrado para a VC entre 95% a 100% foi de $4,4 \pm 1,01$ mmol/L, resultado próximo ao limite de produção e remoção de lactato sanguíneo (4 mmol/L) e do esforço aeróbico próximo ao OBLA^{6,7,8}. Esse resultado confirma os dados encontrados no estudo de Wakayoshi et al⁹, que apresentaram índices elevados de correlação com a intensidade correspondente a 4mmol/L de lactato sanguíneo e VC.

Alguns atletas apresentaram valores de concentração de lactato sanguíneo acima ou abaixo de 4mmol/L

Tabela 1 - Dados individuais e médias das performances máximas 3.000m e 10.000m e VC (km/h) calculada e obtida nos 40 km.

Sujeitos	3.000m (s)	10.000m (s)	Velocidade Crítica (km/h)	Velocidade média nos 40 km (km/h)
1	266,00	941,00	37,33	37,00
2	280,00	950,00	37,61	36,00
3	245,00	881,00	39,62	41,03
4	250,00	909,00	38,24	40,00
5	244,00	837,00	42,5	42,00
6	257,00	910,00	38,59	38,59
7	241,00	967,00	40,26	40,57
8	249,00	879,00	40	40,00
9	252,00	919,00	37,78	38,60
10	244,00	900,00	38,41	38,50
11	265,00	936,00	37,56	36,00
MÉDIA	253,9±12,0	911,7±37,1	38,9±1,5	38,9±2

Tabela 2 - Valores médios e individuais do lactato encontrados a partir de 65 a 70% da VC e 95 a 100% da VC.

Sujeitos	65-70% da VC (km/h)	Lactato sanguíneo-mmol/L	95-100% da VC (km/h)	Lactato sanguíneo-mmol/L
1	27,11	1,8	40,36	4,8
2	26,55	1,9	36,81	6,7
3	28,85	2	40,60	3,1
4	26,46	2,1	39,68	5,6
5	32,89	2	41,32	4,5
6	26,67	2	38,38	4,2
7	27,65	1,9	38,79	3,7
8	27,78	1,8	39,22	3,9
9	25,79	1,9	38,05	3,7
10	28,66	1,8	38,79	4,3
11	25,97	2,7	36,96	3,9
Médias		1,99±0,25		4,4±1,01

(OBLA). Tal fato pode ter ocorrido devido ao tipo de treinamento que estava sendo executado no período de avaliações. É conhecido que o recrutamento de diferentes fibras musculares interferem no valor da concentração de lactato sanguíneo⁸. O tipo de fibra muscular, a densidade capilar, o tamanho e o número de mitocôndrias e as concentrações enzimáticas desempenham papéis significativos no estabelecimento do percentual de capacidade aeróbica que pode ser mantido sem acúmulo de lactato^{8,10}.

O resultado encontrado no valor médio de concentração de lactato sanguíneo para a VC entre 65% a 70% foi 1,99±0,25 mmol/L, valor próximo ao limiar de lactato de 2 mmol/L^{10,11}, indicando o início do trabalho da capacidade aeróbica. O limiar de lactato é um indicador sensível do estado do treinamento aeróbico, além de orientar a intensidade do exercício, dentre outras várias funções importantes^{8,7,10}.

Os atletas de ciclismo mostraram ser capazes de manter a VC individual na distância de 40 km. O valor médio calculado da VC foi 38,9±1,5 km/h e o atingido 38,9±2 km/h. Os dados do teste com ciclistas demonstraram alta correlação entre VC e OBLA 4mmol/L, confirmando ser altamente seguro para a prescrição de treinamento aeróbico e predição de performance do contra relógio de 40 km. Dados de Balikian e Denadai² confirmam que no ciclismo, tem-se uma maior correlação da resposta do lactato sanguíneo à 4mmol/L do que o VO2max, com a performance em provas contra-relógio, que vão de 17 km (+ 25 min) até 40 km (50 - 60 min).

Os resultados apontam para a utilização de percentuais da VC para prescrever as intensidades de treino, com limiar de lactato entre 65% à 70% da VC individual e OBLA à 100% da VC individual. Estudo de Caputo et al¹², descreve que em exercícios máximos que durem acima de 15 minutos, a capacidade aeróbica tem um papel decisivo com a resposta do lactato apresen-

tando elevadas correlações com a performance.

As distâncias escolhidas, 3.000m e 10.000m, para que fosse determinada a VC através de uma reta de regressão linear entre a distância/tempo¹³, tiveram tempo médio de 253,91±12,02 segundos e 911,73±37,10 segundos, respectivamente, mantendo o tempo de exaustão (tlim) dentro do proposto por Le Chevalier et al¹⁴ entre 3 e 45 minutos, onde a VC era igual à velocidade de corrida, correspondente à 4mmol/L (OBLA). A verificação da concentração de lactato sanguíneo foi realizada com distância fixa de 5.000m, variando a intensidade da VC individual em que era realizado o esforço, mantendo o tempo de exaustão dentro do proposto por vários autores, apresentando forte correlação com o OBLA à 4mmol/L. De acordo com Amann et al.⁴ um esforço de três minutos é suficiente para atingir o limiar de lactato. Padilla et al¹⁵, preferem protocolos com duração acima de 4 minutos para obter o nível de lactato sanguíneo com intensidade de exercício à 4 mmol/L (OBLA).

O limiar de lactato e o OBLA têm sido muito utilizados para a predição de performance aeróbica no ciclismo^{5,10,15}, e a VC está correlacionada com estes indicadores. A realização diária ou semanal de monitoração da concentração sanguínea de lactato não é prática e extremamente dispendiosa. A VC demonstrou ser muito eficaz como um teste de predição e prescrição de treinamento, sendo considerável simples, barato e aplicável a grandes grupos. Segundo Weineck¹⁶ um teste de desempenho é considerado econômico quando for exequível num curto espaço de tempo, requer poucos materiais e aparelhagens, for simples e de fácil utilização, puder ser empregado em avaliações em grupo, rápido e com baixos custos.

Estudos de Padilla et al¹⁵, com ciclismo, validaram o OBLA (4mmol/L) como a intensidade máxima que pode ser mantida por uma hora, com valores mensurados de OBLA 3 e 5 minutos depois do teste. Em mulheres ci-

clistas que realizaram testes em laboratório para prever performance, relatou-se que o $D_{\text{máx}}$ limiar de lactato e o OBLA são as variáveis mais confiáveis como padrão de potência produzida em uma hora¹⁷. Alguns ciclistas permanecem no OBLA por 80 minutos⁵. Seu conceito (VC) muitas vezes é ligado para indicar performance aeróbica¹⁸. Estudos de Silva et al⁶ relatam o uso da VC na prescrição de intensidade de treinamento.

CONCLUSÃO

Considerando as características do presente estudo, os resultados demonstram que a velocidade crítica é um bom indicador do OBLA, pois apresentou uma elevada correlação, apresentando valores correspondentes à produção e remoção do lactato sanguíneo - 4mmol/L, e está simultaneamente correlacionado com o desempenho em provas contra relógio de 40 km. Além disso a VC é uma excelente forma de prescrição de treinamento aeróbico, com intensidade entre 65 a 70% da VC, representando o limiar de lactato e entre 95 a 100% da VC representando o OBLA.

REFERÊNCIAS

1. COUBERTIN, de P. *Olympism, selected writings*. International Olympic Committee, Lausanne, 2000.
2. BALIKIAN, P.J.; DENADAI, B.S. Aplicações do limiar anaeróbio determinado em teste de campo para o ciclismo: comparação com valores obtidos em laboratório. *Motriz*, 2: 26-32, 1996.
3. BENTLEY, D. J.; MCNAUGHTON, L R.; THOMPSON, D.; VLECK, V. E.; BAITERHAM, A. M. Peak power output the lactate threshold and time trial performance in cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc*, 33: 2077-2081, 2001.
4. AMANN, M.; SUBUDHI, A.; FOSTER, C. Influence of testing protocol on ventilatory thresholds and cycling performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36: 613-622, 2004.
5. FARIA, E.W.; PARKER, D.L.; FARIA, I.E. The science of cycling: factors affecting performance - Part 2. *Sports Med*; 35: 313-337, 2005.
6. SILVA, L.G. da M., PACHECO, M.E., CAMPBELL, C.S.G., BALDISSERA, V., SIMÕES, H.G. Comparação entre protocolos diretos e indiretos de avaliação da aptidão aeróbia em indivíduos fisicamente ativos. *Rev Bras Med Esporte*, 11: 219-223, 2005.
7. MCARDLE, D. W.; KATCH, I, F.; KATCH, L.V. *Fisiologia do exercício - energia, nutrição e desempenho humano*. Guanabara Koogan, 5º ed, 2003.
8. FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. *Fox: Bases fisiológicas do esporte e do exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
9. WAKAYOSHI K; ILKUTA K; YOSHIDA T; UDO M; MORITANI T; MUTOH Y. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 64: 153-7, 1992.
10. WELTMAN, A. *The blood lactate response to exercise*. Champaign, Human Kinetics, 1995.
11. WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. *Physiology of sport and exercise*. 2º ed. United States: Human Kinetics, 1999.
12. CAPUTO, F., de LUCAS, R. D., MANCINI, E., DENADAI, B.S. Comparação de diferentes índices obtidos em testes de campo para predição da performance aeróbia de curta duração no ciclismo. *Rev. Bras. Ciên. e Mov.* 9: 13-17, 2001.
13. KOKUBUN, E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. *CDD*. 20.ed. 612.044, 1996.
14. Le CHEVALIER, J. M.; VANDEWALLE, H.; THÉPAUT-MATHIEU, C.; STEIN, J. F.; CAPLAN, L. Local critical power is an index of local endurance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 81, p.120-127, 2000.
15. PADILLA, S.; MUJICA, I; ANGULO, F.; GOIRIENA, J.J. Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study. *J. Appl. Physiol.*, 89: 1522-1527, 2000.
16. WEINECK, J. *Treinamento ideal*. 9º ed. São Paulo: Manole, 2003.
17. BISHOP, D.; JENKINS, D.G.; MCENIERY, M.; CAREY, M. F. Relationship between plasma lactate parameters and muscle characteristics in female cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32: 1088-1093, 2000.
18. MORITANI, T.; NAGATA, A.; DEVRIES, H.A.; MURO, M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics*, 24, 1981.

Endereço para correspondência:

Juliana Stangherlin

Departamento de Educação Física,
Universidade Federal do Paraná

Rua Coração de Maria, 92 (BR-116, km 92), CEP 80215-370

Jardim Botânico - Curitiba - Paraná

Telefone/Fax: (0xx41) 3360-4331

E-mail: julianasta@gmail.com