AUTORES:

Francisco de Assis Manoel

Ramon Cruz

Cristovão Antônio dos R S Vilela

Bruno Pereira Melo

Danilo Leonel Alves

Phelipe Henrique C de Castro

Fernando Roberto de Oliveira

<https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.90>

Estimativa da aptidão aeróbia de jovens atletas a partir de testes de campo

PALAVRAS CHAVE:

Treinamento. Metabolismo aeróbio.

Atletismo. Velocidade crítica.

RESUMO

O treinamento aeróbio de jovens atletas precisa ser rotineiramente monitorado. Nesse sentido, testes que sirvam tanto para estímulo como para controle de treino são importantes nesse processo, especialmente na avaliação da capacidade aeróbia (CAe). Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar se velocidade crítica (VC) derivada das corridas de 600 e 1000 metros é uma boa preditora da aptidão aeróbia de jovens corredores. Participaram do estudo 12 jovens atletas de atletismo de ambos os sexos, 6 homens e 6 mulheres (15.2 ± 1.2 anos) massa corporal (kg) igual a 50.92 ± 4.58 . Os atletas fizeram testes de esforço máximo de 600 e 1000 metros para cálculo da velocidade crítica e 4000 metros para avaliação da aptidão aeróbia. Houve diferença ($p < .01$) entre a VC ($4.17 \pm 0.53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) e a V4000 ($3.77 \pm 0.45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), sendo que, a VC superestima em ~10% a V4000. Contudo, há também associação muito alta entre a VC e a V4000 ($r = .88$; $p < .01$; $n = 12$). Apesar da ligeira superestima da VC com relação a V4000, é possível usar a VC derivada das distâncias de 600 e 1000 metros para avaliar a aptidão aeróbia de jovens atletas de atletismo.

Aerobic fitness estimative of young athletes based on field tests

ABSTRACT

The aerobic training of young track and field athletes must be monitored regularly. In this sense, the use of field tests to stimulate and monitor training is indicated. Thus, the aim of present study was to verify if the critical velocity (CV) based on 600 and 1000-m running is a good predictor of the aerobic fitness of young track and field athletes. Twelve track and field athletes, six boys and 6 girls, with 15.2 ± 1.2 yrs. and 50.92 ± 4.8 of body mass performed 600 and 1000-m maximum effort tests to evaluate the CV and 4000-m tests to estimate the aerobic fitness. There was a difference ($p < .01$) between CV ($4.17 \pm 0.53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) and V4000-m running ($3.77 \pm 0.45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$); CV overestimates V4000 in 10%. However, there was also a very high association between CV and V4000 ($r = .88$, $p < .01$, $n = 12$). Although the slight overestimate of CV as regards V4000-m, the CV based on 600 and 1000-m running can be used to evaluate the aerobic fitness of young track and field athletes.

KEYWORDS:

Training. Aerobic metabolism.

Track and field. Critical velocity.

INTRODUÇÃO

A avaliação de componentes da aptidão aeróbia está presente nas tomadas de decisões pedagógicas no treinamento de diversos esportes, seja pela sua importância direta na determinação de critérios de desempenho e/ou como base indicadora da aptidão associada à saúde de jovens atletas. Neste processo, os limiares de transição (LT), a máxima fase estável de lactato, consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), frequência cardíaca (FC) e a velocidade pico (V_{pico}), são as variáveis aeróbias mais utilizadas neste processo (Machado, Kravchychyn, Peserico, da Silva, & Mezzaroba, 2013; McLaughlin, Howley, Bassett, Thompson, & Fitzhugh, 2010; da Silva, Simões, & Machado, 2015). Embora sejam consistentes, ainda há uma grande dificuldade na aplicação prática para a maioria dessas variáveis, isso se deve ao fato que, para a determinação de algumas delas são necessárias à utilização de equipamentos específicos que possuem alto custo financeiro, aplicação de métodos invasivos e a utilização de técnicas laboratoriais, restringindo assim o uso e a sua aplicação (Machado et al. 2013; Scott & Houmard, 1994).

Em crianças e jovens atletas, a avaliação da capacidade aeróbia (CAe) pode ser obtida por meio de testes incrementais culminando na identificação do consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$). Entretanto, a dificuldade de determinação do $\text{VO}_{2\text{max}}$ nessa população é frequente, principalmente, pela baixa porcentagem de identificação do platô no consumo de oxigênio (VO_2) (Armstrong, Wellsman & Winsley, 1996; Rowland, 1995). Além disso, sabe-se que o $\text{VO}_{2\text{max}}$ é uma variável pouco treinável e sensível ao treinamento e não necessariamente prediz a *performance* em grupos homogêneos (Davison, Someren, & Jones, 2009; Lundby & Robach, 2015), sugerindo assim a utilização de outras variáveis para o acompanhamento das adaptações ao treinamento (Bragada et al. 2010; Jones & Carter, 2000; McLaughlin et al. 2010).

Neste sentido, uma das recomendações é a utilização de variáveis submáximas mais sensíveis aos efeitos do treinamento e com maior determinação da capacidade de realização de atividades de longa duração. Além disso, métodos de fácil acesso e com alta aplicabilidade prática têm sido cada vez mais utilizados por técnicos e treinadores para a avaliação dos componentes da aptidão aeróbia e nas tomadas de decisão no treinamento de diversas modalidades esportivas.

É importante destacar que para modalidades predominantemente aeróbias, alguns pontos são fundamentais para o controle e prescrição do treinamento, como por exemplo, a capacidade aeróbia, que para jovens atletas pode ser avaliada em testes de corrida de 20 minutos ou 4000 metros (Frainer, de-Oliveira, Pazin, 2006). Além disso, um dos principais métodos utilizados para a identificação CAe é velocidade crítica (VC), na qual é considerada a maior intensidade de exercício que pode ser mantida sem exaustão por um longo período de tempo (Jones, Vanhatalo, Burnley, Morton, & Poole, 2010; Monod & Scherrer, 1965), sendo obtida pela razão entre a diferença de duas distâncias e seus respectivos tempos (Hill, 2001).

Em jovens atletas, os esforços máximos de corridas de 600m e 1000m são comumente utilizados em sessões típicas de avaliações periódicas e/ou como conteúdos normais para estímulos de treinamento, podendo ser frequentemente utilizada para o cálculo da VC em corredores seguindo o proposto por Monod e Scheerer (1965) e também Hill (2001). Ou seja, duas distâncias com predominância energética aeróbia, mas uma delas precisa contemplar mais o componente anaeróbio, nesse caso, representada pela corrida de 600m (Duffield & Dawson, 2003; Duffield; Dawson & Goodman, 2005). Contudo, ainda há necessidade de estudos que verifiquem se estas distâncias (600 e 1000 metros) podem estar associadas a outros testes de avaliação aeróbia, com distância e duração superiores, como por exemplo, o teste de 20 minutos ou 4000 metros.

Estudos anteriores têm sugerido o teste de 20min como uma opção para avaliação aeróbia em jovens atletas (Frainer, de-Oliveira, & Pazin, 2006; Frainer, de-Oliveira, Cal, & Kiss, 2004) sendo que, na prática, as distâncias percorridas aproximam-se de 4000m. Adicionalmente, já foi demonstrado que a velocidade média no teste de 20min possui intensidade similar aquela correspondente à concentração de lactato de $2,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ (Frainer, et al., 2006). Recorrendo ao seu conceito proposto inicialmente, a VC é utilizada como indicadora da CAe, eficaz para prescrição e controle do treinamento aeróbio (Billat et al. 1998). Contudo, testes de 20min podem ser desgastantes e monótonos, e dependendo do período em que os atletas estejam na temporada, especialmente o competitivo pode não ser a melhor opção por atrapalhar a organização do treinamento, além disso, em relação à aplicabilidade prática, são necessários testes mais curtos, principalmente, para a identificação da VC em jovens corredores.

Nesse sentido, embora a VC tenha sido considerado um método prático para a identificação da CAe, ainda há a necessidade de mais investigações que considerem os valores de VC com testes bem estabelecidos para a avaliação da CAe especificadamente em jovens atletas. Assim, objetivo do presente estudo foi verificar se velocidade crítica (VC) derivada das corridas de 600 e 1000 metros é uma boa preditora da aptidão aeróbia de jovens corredores.

MÉTODO

AMOSTRA

Foram voluntários 12 jovens atletas de ambos os sexos, 6 homens e 6 mulheres (15.2 ± 1.2 anos; massa corporal: $50.92 \pm 4.58 \text{ Kg}$; estatura: $164.33 \pm 5.12 \text{ cm}$) da equipe de atletismo do Centro Regional de Iniciação ao Atletismo de Lavras – MG. Os atletas eram competidores de nível nacional, realizavam no mínimo cinco sessões de treinamentos semanais, com duração de 3 horas, e todos possuíam pelo menos um ano regular de treinamento na modalidade. Durante a realização do presente estudo, todos os atletas estavam no período competitivo e permaneceram com sua programação de treinos durante todo este período. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos (protocolo nº 566.839) da Universidade Federal de Juiz de Fora – MG.

INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

Inicialmente, os atletas realizaram em sequência e de forma contrabalanceada uma corrida de 600m e uma de 1000m em esforço máximo, com um período de descanso de 24 horas antecedentes a cada teste. Durante o pré-teste foi padronizado um aquecimento de 10 minutos, seguido de 10 minutos de atividades estimulantes da flexibilidade.

A CAe foi avaliada após dez dias de intervalo, por meio da realização de uma corrida de 4000m em esforço máximo, adotando-se o mesmo procedimento pré teste previamente descritos. Foi registrado o tempo de cada teste através de uma avaliação manual (cronômetros digitais), para posterior cálculo da VC. Durante todos os testes, os atletas foram orientados a percorrerem a distância no menor tempo possível e receberam orientações quanto ao número de voltas restantes para concluírem o percurso, mas sem *feedback* do tempo. Os testes foram realizados em pista oficial de atletismo, com piso de saibro da Universidade Federal de Lavras.

A VC foi determinada pela razão entre a diferença de espaço pela diferença do tempo dos testes de 600 e 1000 metros. Utilizando a formula proposta por Hill (2001).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e a homocedasticidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro Wilk* e *Levene*, respectivamente. A comparação da VC com a velocidade obtida no teste de 4000m foi realizada pelo teste t pareado. O grau de associação entre a VC e a velocidade no teste de 4000m foi estabelecido a partir da análise de correlação de Pearson, posteriormente o modelo foi testado por regressão linear método *Enter* para verificar se o modelo de predição é ou não apropriado para os dados. Para todas as análises, foi empregado o nível de significância de 5% ($p < .05$).

RESULTADOS

Foi observado que a distribuição das variáveis VC e velocidade dos 4000m têm distribuição normal ($D = .879$; $p = .085$ e $D = .923$; $p = .312$; respectivamente), foi verificado também pelo teste de Levene que as variâncias das variáveis supra citadas são iguais ($F_{2,885} = 1.10$; $p = .120$ e $F_{3,667} = 1.10$; $p = .085$, respectivamente). O quadro 1 apresenta os valores descritivos das variáveis de desempenho nos testes de 600m, 1000m e 4000m, a velocidade média em cada uma das distâncias e a VC derivada das distâncias de 600m e 1000m. Ao comparar as médias das velocidades obtidas no teste de 4000m e VC, observou-se uma superestimativa da velocidade correspondente à capacidade aeróbia por parte da VC ($t_{4,984} = 11$; $p = .01$). Essa superestimativa é da ordem de $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, aproximadamente 10 % acima do valor estabelecido para a velocidade média obtida no teste de 4000m.

QUADRO 1. Médias e desvios-padrão para tempo gasto em segundos (s) e velocidade média (Vm) dos testes de 600m, 1000m, 4000m e VC.

VARIÁVEIS	TEMPO (S)	VM (M.S ⁻¹)
600m	111,6 ± 14,1	5,45 ± 0,68
1000m	208,8 ± 24	4,85 ± 0,58
4000m	1061,1 ± 120,3	3,77 ± 0,45
VC	-	4,17 ± 0,53*

* VC vs. 4000m ($p < .01$).

A figura 1 apresenta o resultado da associação entre a velocidade obtida no teste de 4000m e a VC. Houve correlação muito alta (Hopkins, 2002) entre as variáveis ($r = .88$; $p < .01$; $n = 12$). Sendo o índice de determinação igual a .7744, ou seja, 77.44% da variação na velocidade do teste de 4000m podem ser explicadas pela VC. O resultado da regressão linear entre as variáveis demonstrou também que o modelo de correlação é apropriado, sendo que, na análise de resíduos padronizados baseada em *casewise diagnostics* não houve nenhum valor superior a três desvios-padrão, a equação de predição obtida é apresentada na figura 1.

FIGURA 1. Associação entre velocidade crítica com a velocidade no teste de 4000 m.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar se velocidade crítica (VC) derivada das corridas de 600 e 1000 metros é uma boa preditora da aptidão aeróbia de jovens corredores. Os resultados encontrados demonstram que, embora haja uma tendência de superestimativa de aproximadamente 10% na velocidade correspondente à CAe, a VC obtida em testes de 600m e 1000m pode ser considerada uma boa preditora da CAe em jovens atletas corredores. Além disso, foi encontrada uma associação entre a velocidade obtida no teste de

4000m e a VC, demonstrando que, corridas de 600m e 1000m podem ser utilizadas para a identificação da VC em jovens atletas corredores.

As distâncias de 600m e 1000m quando percorridas por crianças e jovens corredores apresentam características fisiológicas associadas predominantemente ao metabolismo aeróbio devido à atividade de enzimas dos metabolismos aeróbio e anaeróbio, bem como a duração da tarefa (Duffield & Dawson, 2003; Kaczor, Ziolkowski, Popinigis, & Tarnopolsky, 2005), necessárias para predizer a VC, onde há um predomínio da utilização do sistema oxidativo de fornecimento de energia, no qual a taxa de remoção do lactato sanguíneo é equivalente à produção, fazendo com que indivíduos, teoricamente mantenham a intensidade de esforço constante sem o aparecimento de fadiga (Jones, Wilkerson, Dimenna, Fulford & Poole, 2008; Lundby & Robach, 2015; Williams & Armstrong, 1991).

A alta correlação encontrada entre as velocidades médias obtidas no teste de 4000m e VC ($r = 0.88$; $p < .01$; $n = 12$), demonstra que testes de curta duração, isto é, 600m e 1000m podem ser utilizados para a identificação da VC. Além disso, o índice de determinação encontrado evidencia que 77.44% na variação da velocidade obtida no teste de 4000m podem ser explicadas pela VC. Estes achados reforçam o fato de que a VC é um método eficiente para a estimativa da CAe, além de ser considerado um método atraente para controle do treinamento aeróbio, uma vez que, as distâncias de 600m e 1000m compõem o cotidiano de treinamento de jovens atletas e, portanto, há forte validade ecológica para aplicação desses testes.

Embora os resultados encontrados tenham demonstrado uma associação entre a velocidade média obtida no teste de 4000m e a VC, ressalta-se à sua aplicabilidade devido à superestimativa da capacidade aeróbia. Neste sentido, especula-se que esta diferença se dê por conta da proporção de participação do metabolismo anaeróbio em corridas de curta duração (Duffield & Dawson, 2003; Duffield, Dawson & Goodman, 2005). Além disso, é importante destacar que apesar da predominância bioenergética de todos os testes serem da via aeróbia, em distâncias menores, como 600m naturalmente há uma maior velocidade, e assim, maior atividade de enzimas glicolíticas aumentando a contribuição também da via anaeróbia (Duffield & Dawson, 2003; Kaczor et al. 2005).

Em outro estudo com jovens corredores (16 ± 0.6 anos), Almarwaey, Jones e Tolfrey (2003) demonstraram, em corrida com duração de aproximadamente 130 segundos, que o metabolismo anaeróbio tem participação importante, mesmo não sendo predominante, fazendo com que a velocidade média do teste seja superior. Além disso, apesar das instruções aos sujeitos terem sido claras no tocante a intensidade dos testes, em distâncias maiores é comum que haja uma estratégia mais conservadora, a fim de evitar a fadiga prematura ao término do teste causando uma diminuição considerável da sua intensidade ou até mesmo a interrupção do mesmo (Faulkner, Parfitt, & Eston, 2008). É importante destacar que este último ponto é também mais um fator que reforça a utilização de distâncias menores e testes mais curtos para avaliação da aptidão aeróbia.

Equipes com jovens atletas de atletismo precisam de testes que do ponto de vista operacional, são de fácil aplicação e avaliação, as tomadas de decisão são constantes nesse processo, e de maneira clínica é preciso a partir de um conjunto de informações, planejar, prescrever e avaliar o treinamento. As corridas de 600 e 1000 metros compõem um bom estímulo de treino para jovens e podem também servir como parâmetro para a avaliação da sua aptidão aeróbia, especialmente a partir dos cálculos de VC baseados nestas distâncias. Visto que os resultados são obtidos a partir de testes não invasivos, de baixo custo, válido e confiável (Bishop, Jenkins & Howard 1998), que pode trazer resultados semelhantes aos tradicionais teste incrementais para obtenção de variáveis de modo invasivo utilizadas para prescrição de treinamento aeróbio. Nesse contexto, nossos resultados demonstram e preconizamos que os testes de campo sejam também usados como estímulos de treino e vice-versa.

Apesar da forte validade ecológica que os achados do presente estudo trazem, é importante descrever algumas limitações metodológicas. Seria bom que esses testes pudessem ser feitos em mais condições de treinamento, especialmente em diferentes momentos do calendário esportivo, pois é esperado que essas proporções sejam diferentes de acordo com o nível de treinamento dos atletas. Além disso, estudos futuros podem buscar a aplicação de testes com medidas diretas de consumo de oxigênio para estimativas de alguns parâmetros relacionados ao desempenho aeróbio, e com um número maior de atletas de diferentes níveis.

CONCLUSÕES

A capacidade aeróbia de jovens corredores pode ser avaliada também pela VC derivada das distâncias de 600 e 1000 metros, em especial para esse grupo de atletas avaliados, contudo é preciso cautela em sua interpretação, pois há uma tendência de superestima da velocidade referente à capacidade aeróbia.

REFERÊNCIAS

- Almarwaey, O. A., Jones, A. M., & Tolfrey, K. (2003). Physiological correlates with endurance running performance in trained adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(3), 480-487.
- Bishop, D., Jenkins, D. G., & Howard, A. (1998). The critical power function is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. *International Journal of Sports Medicine*, 19, 125-129.
- Bragada, J. A., Santos, P. J., Maia, J. A., Colaço, P. J., Lopes, V. P., & Barbosa, T. M. (2010). Longitudinal study in 3000 m male runners: Relationship between performance and selected physiological parameters. *Journal Sports Science Medicine*, 9(3), 439-444.
- Davison, R., Van Someren, K. A., & Jones, A. M. (2009). Physiological monitoring of the olympic athlete. *Journal of Sports Sciences*, 27(13), 1433-1442.
- Duffield, B., & Dawson, B. (2003). Energy system contribution in track running. *New Studies in Athletics*, 18(4), 47-56.
- Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), 299-307.
- Faulkner, J., Parfitt, G., & Eston, R. (2008). The rating of perceived exertion during competitive running scales with time. *Psychophysiology*, 45(6), 977-985.
- Frainer, D. E. S., de-Oliveira, F. R., Cal, A. B. A. D., & Kiss, M. A. (2004). Evidências de validade do T20 como aproximação do limiar anaeróbio em jovens jogadores de futebol. *Revista de Educação Física/UEM*, 1(15), 33-37.
- Frainer, D. E. S., de-Oliveira, F. R., & Pazin, J. (2006). Influência da maturação sexual, idade cronológica e índices de crescimento no limiar de lactato e no desempenho da corrida de 20 minutos. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*, 12(3), 1-7.
- Hill, D. W. (2001). Aerobic and anaerobic contributions in middle distance running events. *Motriz*, 7, 63-67.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29(6), 373-386.
- Jones, A. M., Vanhatalo, A., Burnley, M., Morton, R. H., & Poole, D.C. (2010). Critical power: Implications for determination of VO_{2max} and exercise tolerance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(3), 1876-1890.
- Jones, A. M., Wilkerson, D. P., Dimenna, F., Fulford, J., & Poole, D. C. (2008). Muscle metabolic responses to exercise above and below the "critical power" assessed using ^{31}P -MRS. *American Journal of Physiology Regulatory and Integrative Comparative Physiology*, 1(294), 585-593.
- Kaczor, J. J., Ziolkowski, W., Popinigis, J., & Tarnopolsky, M.A. (2005). Anaerobic and aerobic enzyme activities in human skeletal muscle from children and adults. *Pediatric Research*, 57(3), 331-335.
- Machado, F. A., Kravchychyn, A. C. P., Peserico, C. S., da Silva, D. F., & Mezzaroba, P. V. (2013). Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 577-582.
- McLaughlin, J. E., Howley, E. T., Bassett, J. R. D. R., Thompson, D. L., & Fitzhugh, E. C. (2010). Test of classic model for predicting endurance running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(5), 991-997.
- Scott, B. K., & Houmard, J. A. (1994). Peak running velocity is highly related to distance running performance. *International Journal Sports Medicine*, 15(8), 504-507.
- da Silva, D. F., Simões, H. G., & Machado, F. A. (2015). VO_{2max} versus V_{peak} , what is the best predictor of running performances in middle-aged recreationally-trained runners? *Science Sports*, 30, 85-92.
- Williams, J. R., & Armstrong, N. (1991). Relationship of maximal lactate steady state to performance at fixed blood lactate reference values in children. *Pediatric Exercise Science*, 3, 333-341.

AUTORES:

Carlos Ernesto
Noriberto Barbosa da Silva
Amanda Alves da Silva
Severino Leão de A Neto
Francisco Martins da Silva
Gislane Ferreira de Melo

<https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.99>

Classificação da aptidão cardiorrespiratória em escolares do Distrito Federal/Brasil por meio do teste de Shuttle Run 20 metros

PALAVRAS CHAVE:

Doenças cardiovasculares.
Pressão arterial. Valores de referência.
Aptidão física. Crianças. Adolescentes.

RESUMO

Tão importante quanto mensurar a aptidão cardiorrespiratória (ACR) é classificar precisamente essa variável. Contudo, ainda percebe-se uma carência quanto aos valores normativos em escolares brasileiros. O objetivo foi apresentar valores de referência para classificação da ACR em escolares brasileiros e comparar as variáveis mais utilizadas para prever risco cardiovascular entre os diferentes níveis de ACR. Participaram 824 escolares do DF (11 a 18 anos do sexo masculino ($n = 485$; 14.38 ± 2.04 anos) e feminino ($n = 339$; 15.15 ± 2.23 anos). Foram aplicados ANOVA e teste "t" entre cada variável e correlações de Pearson. Foram confeccionadas duas tabelas de referência, uma para cada sexo, com três graus de classificação (fraco, bom, ótimo). Diferenças foram observadas em todas as variáveis antropométricas entre o grupo "fraco" para a ACR, comparada aos demais (bom e ótimo) e correlações negativas significativas ($p = .001$) entre as antropométricas e ACR. Tanto a pressão artéria sistólica quanto a diastólica foram maiores nos meninos comparados às meninas, entre os grupos "fraco". Concluímos que os pontos de corte sugeridos se relacionaram de forma significativa com as variáveis antropométricas; no entanto, o mesmo não pode ser dito para as variáveis hemodinâmicas.