



10º Congresso de Pesquisa

EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO PERIODIZADO NO ATLETISMO: EVOLUÇÃO DE PARÂMETROS AERÓBIOS E ANAERÓBIOS DE VELOCISTAS E FUNDISTAS

Autor(es)

FÚLVIA DE BARROS MANCHADO GOBATTO

Co-Autor(es)

ÍDICO LUIZ PELLEGRINOTTI
MARCELO DE CASTRO CÉSAR

Apoio Financeiro

FAP/UNIMEP

1. Introdução

O atletismo é uma modalidade de acentuada evolução nas últimas décadas. Parte desse progresso pode ser atribuída a aspectos diferenciados e significantes referentes às metodologias de treinamentos adotadas, além de desenvolvimentos técnicos e táticos embasados nas respostas individuais e específicas dos atletas. A identificação das características individuais fisiológicas, é possível com aplicação de avaliações invasivas ou não invasivas, preferencialmente efetuadas nas condições específicas da modalidade. Além da adequada escolha dos métodos de avaliação a serem usados, é importante que esses testes sejam similares ao que é desenvolvida na modalidade e tenham sensibilidade às pequenas modificações promovidas pelo treinamento, além de apresentarem aplicabilidade durante a periodização.

A transição de predominância entre o metabolismo aeróbio e anaeróbio, determinada pela resposta lactacidêmica durante o exercício, é aceita como um dos métodos de avaliação mais precisos para mensuração da capacidade aeróbia e é sensível ao treinamento, sendo um bom preditor de desempenho aeróbio (Silva et al., 2005). Dentre os métodos existentes, o teste de Lactato Mínimo (Lacmin) parece promissor, já que busca identificar essa transição em uma única sessão de exercício, podendo identificar também parâmetros anaeróbios (Tegtbur, 1993).

Como uma possibilidade método não invasivo, o modelo de potência crítica (Pcrit) adaptado à avaliação da velocidade crítica (Vcrit), tem se apresentado como capaz de inferir sobre a capacidade aeróbia e o rendimento aeróbio apresentando também sensibilidade ao treinamento (Jenkins e Quigley, 1993).

2. Objetivos

Dentre os métodos de avaliação que determinam a potência anaeróbia em corrida, o Running Anaerobic Sprint Test (RAST)

(Zacharogiannis et al., 2004; Zagatto et al., 2009) pode ser destacado.

Grande parcela dos estudos que aplicaram métodos de avaliação aeróbia/anaeróbia efetuou análises transversais devido às dificuldades de execução de avaliações e acompanhamento de equipes ao longo da periodização. Nesse sentido, análises longitudinais dos parâmetros aeróbios e anaeróbios citados anteriormente são reduzidas, o que dificulta a identificação da existência de variáveis mais ou menos sensíveis ao treinamento quando comparadas entre si ou entre atletas corredores com diferentes exigências físicas. Desse modo, o objetivo desse projeto foi avaliar as capacidades aeróbia e anaeróbia de corredores fundistas e velocistas utilizando métodos invasivo (lactato mínimo associado ao RAST) e não invasivo (modelo de velocidade crítica), analisando a sensibilidade dos resultados gerados por esses métodos ao longo de uma periodização.

3. Desenvolvimento

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Foram estudados 12 atletas corredores de uma mesma equipe, com pelo menos dois anos de treinamento regular e periodizado e desempenho próximo aos índices necessários aos eventos regionais e nacionais. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido atrelado ao projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (protocolo 65/09).

Avaliações adotadas

As avaliações foram efetuadas em três momentos durante o treinamento periodizado da equipe (periodização tradicional com dois picos de performance anual), estando eles alocados no período preparatório específico (março a junho de 2010). Todos os testes foram realizados na cidade de Piracicaba – SP, em mesmo horário e local onde os atletas realizam seus treinamentos (pista sintética oficial de atletismo).

O protocolo de Lacmin (Tegtbur et al., 1993) foi associado ao RAST (Zacharogiannis et al., 2004) para promover a elevação lactacidemia dos atletas e obter resultados sobre potência e índice de fadiga. Para os ajustes das intensidades realizadas no teste incremental necessário ao Lacmin, utilizou-se o modelo de Vcrit (Wakayoshi et al., 1992) que, além de auxiliar na determinação das velocidades utilizadas, gerou os resultados Vcrit e CCA.

Em cada bateria de avaliações foi realizado, durante quatro dias, o registro dos tempos de distâncias pré-determinadas para obtenção dos dados necessários para o cálculo da Vcrit e CCA. Posteriormente, em outro dia, próximo à primeira avaliação, foi aplicado o RAST e o teste progressivo necessário para determinação do lactato mínimo

Dessa maneira, foi possível obter três baterias de testes em ocasiões diferentes totalizando 27 resultados para as avaliações, já que ao longo do período analisado, dois atletas abandonaram a equipe.

Modelo de Velocidade Crítica

Para determinação da Vcrit e CCA foi utilizado o modelo matemático distância vs. tempo (Wakayoshi et al., 1992), sendo os avaliados submetidos às corridas em intensidade máxima nas distâncias 800, 1200, 1500 e 3000m, realizadas aleatoriamente, em dias subsequentes. Os participantes foram estimulados a percorrer as distâncias em menor tempo possível (tempos registrados por cronômetro).

Running Anaerobic Sprint Test (RAST)

O procedimento inicial do RAST (pesagem dos participantes) foi efetuado. Aquecimento leve de aproximadamente 10 minutos com recuperação passiva de 5 minutos foram realizados previamente à realização do protocolo. Houve incentivo sonoro e visual durante o teste visando o empenho máximo por parte dos atletas e não foi vetada a realização de pequenos deslocamentos não contínuos na pista durante os primeiros três minutos da fase de recuperação.

O RAST (Zacharogiannis et al., 2004) consistiu na execução de seis corridas máximas de 35 metros, com intervalo de 10 s entre os tiros, tendo os tempos registrados precisamente a nível centesimal para determinação das potências máxima (Pmáx), média (Pméd), mínima (Pmin) e IF.

Protocolo do Lactato Mínimo

Após realização do RAST, os atletas permaneceram 7 min repouso com coletas de sangue sendo realizadas para determinação lactacidêmica. Posteriormente, foram submetidos ao protocolo de corridas progressivas.

O teste incremental (TI) foi executado em pista de atletismo oficial, utilizando raia central (400 m). Para cada indivíduo realizou-se quatro estágios de progressivos de 800m. Para possibilitar a coleta sanguínea, houve um pequeno intervalo (? 4 segundos) entre cada estágio do teste.

Para determinação das quatro velocidades do TI, foi adotado para cada atleta o uso de duas intensidades superiores (115 e 130% Vcrit) e duas inferiores (70 e 85 % Vcrit) de sua Vcrit. O controle da intensidade efetuado utilizando-se demarcações visuais a cada

100 metros na pista por meio da utilização de cones, além de avisos sonoros foram disparados.

Para determinação do Lacmin foi plotada a curva lactato vs. intensidade de exercício ajustada por uma função polinomial de grau dois, sendo o Lacmin considerado a derivada zero desse ajuste e a Vlacmin a intensidade correspondente a esse ponto.

4. Resultado e Discussão

Análise dos Resultados

Análise longitudinal dos parâmetros aeróbios e anaeróbios

Com o objetivo de identificar o efeito do treinamento sobre as variáveis aeróbia e anaeróbia identificadas nesse projeto, foram plotados em um gráfico percentual de evolução vs. tempo os seguintes resultados: Pmax, Pmed e Pmin; IF; CCA; Vcrit; Lacpic; Lacmin; Vlacmin.

Para cada um dos três momentos de avaliação foi identificado um valor percentual a partir do primeiro resultado, considerado como 100 %. Assim, para os dois resultados seguintes, os valores podem ter sido maiores, iguais ou menores em relação ao primeiro, variando assim o seu valor percentual.

Dessa forma, por meio da identificação do percentual de elevação ou redução para cada variável foi possível calcular a área sob a curva (ASC) para cada par de avaliações, pelo cálculo da área dos polígonos graficamente delineados logo abaixo da curva, gerando resultados, em unidade de medida arbitrária, que expressam teoricamente, a evolução dessas variáveis ao longo de todo período avaliado.

Análise Estatística

Foi utilizado o pacote estatístico Biostat, com os testes de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos resultados, Teste T-Student para comparar os valores encontrados entre as áreas sob a curva de progressão dos resultados, bem como entre o método de Lacmin e Vcrit e Coeficiente de Correlação de Pearson entre essas variáveis. Foi utilizada também análise descritiva dos dados. Para todas as análises, foi adotado o nível de significância 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características biométricas e relacionadas ao treinamento no início do experimento podem ser visualizadas na tabela 1.

A tabela 2 expressa os dados referentes à análise longitudinal de área sob a curva para os parâmetros aeróbios e anaeróbios estudados. Estudos epidemiológicos comumente utilizam recursos baseados em análise de área sob a curva (ASC) gerada por um gráfico de dispersão de seus dados para determinar alterações de uma determinada variável ao longo do tempo, bem como para criar índices críticos dessas alterações. Na literatura, vários são os métodos de cálculo para a ASC (Brand-Miler et al, 2001), como o delineamento e cálculo da área por polígonos, bem como o cálculo da área abaixo da curva de regressão para os dados apresentados.

Segundo Bamber (1975) é possível estimar o valor da área sob a curva pela soma das áreas dos trapézios que dividem a curva. Esse foi o método adotado no presente estudo, para tentar identificar a presença de efeito do treinamento e a existência de variáveis mais ou menos sensíveis quando investigados atletas fundistas e velocistas.

Para todos os dados analisados nessa perspectiva foi adotado o cálculo de ASC para analisar as variáveis estudadas por meio da projeção longitudinal efetuada a partir das avaliações transversais. Os dados foram desenvolvidos por meio da relação entre a evolução percentual dos resultados obtidos, tendo como base de cálculo o primeiro resultado, e o tempo decorrido para os três períodos de avaliação.

A partir dos resultados das ASC, foram realizadas comparações tanto entre as áreas (A1 e A2) da mesma variável para as especialidades, objetivando a identificação de uma evolução mais ou menos pronunciada para cada parâmetro avaliado.

Não foram observadas diferenças entre fundistas e velocistas quando analisadas as mesmas ASC para os parâmetros aeróbios e anaeróbios avaliados (A1 ou A2), ao menos no período do programa de treinamento utilizado no presente estudo.

Por outro lado, a comparação entre A1 e A2 para mesma especialidade (fundista ou velocista) obtida por ajuste linear relevou diferenças relacionadas à Pmin apenas para os velocistas sendo, nesse caso, a área 2 maior que a área 1. De acordo com a literatura, não existe consenso sobre a variável anaeróbia mais expressiva para indicar a evolução de atletas velocistas. Os dados do presente projeto indicam uma pronunciada evolução dessa variável (Pmin) na segunda metade do período avaliado, sem a existência de tal diferença em relação às Pmax e Pmed. Desse modo, podemos encontrar maior expressividade da Pmin em relação aos demais parâmetros do RAST.

5. Considerações Finais

No presente projeto foram também diagnosticadas maiores evoluções na segunda metade do período de treinamento estudado para Lacmin e Lacpic em fundistas e velocistas, o que sugere a sensibilidade desses parâmetros frente ao treinamento periodizado adotado. Os resultados obtidos pelo presente projeto sugerem que:

- É possível utilizar os protocolos de Vcrit e Lamin associado ao RAST para avaliar atletas fundistas e velocistas ao longo de um programa de treinamento periodizado;
- O método de análise longitudinal proposto parece pertinente aos estudos que se propõem discutir a evolução de variáveis aeróbias ou anaeróbias frente ao treinamento, visto que alterações de algumas variáveis foram identificadas;
- Segundo a análise de ASC, a houve sensibilidade ao treinamento para as variáveis Lacpic e Lacmin para fundistas e velocistas e de Pmin, apenas para os velocistas.

Referências Bibliográficas

BAMBER, D. The área above the ordinal dominance graph and the área below the receiver operating characteristic graph. *Journal of Mathematical Psychology*, v.12, n.4, p.387-415, 1975.

BACON, L.; KERN, M. Evaluating A Test Protocol For Predicting Maximum Lactate Steady State. *J Sports Med Phys Fitness*, V.39, P.300-8, 1999.

BRAND-MILLER, J.; NATEL, G.; SLAMA, G.; Glycaemic index and Health: the quality of the evidence. *Nutrition and health collection*. France: Danone Vitapole,; p.47, 2001.

HILL DW. The Critical Power Concept. A Review. *Sports Med*; v.16, p.2337-54, 1993

JENKINS DG, QUIGLEY BM. Endurance Training Enhances Critical Power. *Med Sci Sports Exerc*. 24:1283-9, 1992.

MCLELLAN, T.M.; CHEUNG, K.S.Y. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and critical power. *Med Sci Sports Exerc*, v.24, p.543-550, 1992.

SILVA ASR, SANTOS FNC, SANTHIAGO V., GOBATTO CA. Comparacao Entre Metodos Invasivos E Nao Invasivo De Determinacao Da Capacidade Aerobia Em Futebolistas Profissionais. *Rev Bras Med Esporte*, v.11, p.233-7, 2005.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M.W.; BRAUMANN, K. M.. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Med Sci Sports Exerc*, v.25, p.620-7, 1993.

WAKAYOSHI, K.; ILKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y. et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *Eur J Appl Physiol*, v.64, p.153-157, 1992.

ZACHAROGIANNIS, E., PERADISIS G, Tziortzis S. An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. *Med Sci Sports Exerc* v.36: S116, 2004.

ZAGATTO AM, BECK WR, GOBATTO CA. Validity Of The Running Anaerobic Sprint Test For Assessing Anaerobic Power And Predicting Short-Distance Performances, v.23, n.6, p.1820-7, 2009.

ZEMKOVA, E AND HAMAR, D. “All-Out” Tethered Running As An Alternative To Wingate Anaerobic Test. *Kinesiology*, v.36, p.165-172, 2004. BAMBER, D. The área above the ordinal dominance graph and the área below the receiver operating characteristic graph. *Journal of Mathematical Psychology*, v.12, n.4, p.387-415, 1975.

BACON, L.; KERN, M. Evaluating A Test Protocol For Predicting Maximum Lactate Steady State. *J Sports Med Phys Fitness*, V.39, P.300-8, 1999.

BRAND-MILLER, J.; NATEL, G.; SLAMA, G.; Glycaemic index and Health: the quality of the evidence. *Nutrition and health collection*. France: Danone Vitapole,; p.47, 2001.

HILL DW. The Critical Power Concept. A Review. *Sports Med*; v.16, p.2337-54, 1993

JENKINS DG, QUIGLEY BM. Endurance Training Enhances Critical Power. Med Sci Sports Exerc. 24:1283-9, 1992.

MCLELLAN, T.M.; CHEUNG, K.S.Y. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and critical power. Med Sci Sports Exerc, v.24, p.543-550, 1992.

SILVA ASR, SANTOS FNC, SANTHIAGO V., GOBATTO CA. Comparacao Entre Metodos Invasivos E Nao Invasivo De Determinacao Da Capacidade Aerobia Em Futebolistas Profissionais. Rev Bras Med Esporte, v.11, p.233-7, 2005.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M.W.; BRAUMANN, K. M.. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. Med Sci Sports Exerc, v.25, p.620-7, 1993.

WAKAYOSHI, K.; ILKUTA, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y. et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. Eur J Appl Physiol, v.64, p.153-157, 1992.

ZACHAROGIANNIS, E., PERADISIS G, Tziortzis S. An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. Med Sci Sports Exerc v.36: S116, 2004.

ZAGATTO AM, BECK WR, GOBATTO CA. Validity Of The Running Anaerobic Sprint Test For Assessing Anaerobic Power And Predicting Short-Distance Performances, v.23, n.6, p.1820-7, 2009.

ZEMKOVA, E AND HAMAR, D. "All-Out" Tethered Running As An Alternative To Wingate Anaerobic Test. Kinesiology, v.36, p.165-172, 2004.

Anexos

Tabela 1. Características biométricas ao início do protocolo experimental, gênero, tempo de treinamento e prova realizada para cada atleta.

| Atleta | Idade (anos) | MC (Kg) | Estatura (m) | Treinamento (anos) | Gênero (MF) | Prova |
|--------------|--------------|---------|--------------|--------------------|-------------|--------------|
| 1 | 21 | 59,0 | 1,74 | 2 | M | 5000/10000 m |
| 2 | 25 | 74,0 | 1,78 | 2 | M | 5000/10000 m |
| 3 | 24 | 67,5 | 1,71 | 8 | M | 800 m |
| 4 | 19 | 66,0 | 1,77 | 2 | M | 400/200 m |
| 5 | 18 | 69,0 | 1,77 | 2 | M | 400sb/400 m |
| 6 | 17 | 58,5 | 1,76 | 2 | M | 1500/800 m |
| 7 | 20 | 49,5 | 1,59 | 6 | F | 200/400 m |
| 8 | 22 | 51,0 | 1,62 | 6 | F | 200/100 m |
| 9 | 24 | 59,0 | 1,68 | 6 | F | 400sb/400 m |
| 10 | 21 | 62,0 | 1,73 | 4 | F | 400sb/400 m |
| Média | 21 | 61,6 | 1,72 | 4 | | |
| EPM | 1 | 2,5 | 0,02 | 1 | | |

MC = massa corporal

Tabela 2. Médias dos resultados para as áreas sob a curva de progressão das variáveis IF, Pmáx, Pméd, Pmín, CCA, Lacrep, Vlacmin, Lacmín e Lacpic, separadas para velocistas e fundistas.

| | | Fundistas | | | Velocistas | | |
|-------------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------|--------|---------|
| | | A 1 ^a | A 2 ^b | A 3 ^c | A 1 | A 2 | A 3 |
| IF ^d | Média | 732.97 | 1189.53 | 2026.76 | 648.21 | 345.98 | 994.19 |
| | EPM | ±71.41 | ±460.86 | ±529.28 | ±16.95 | ±53.28 | ±68.77 |
| Pmax ^d | Média | 669.95 | 431.47 | 1106.24 | 651.03 | 380.77 | 1031.80 |
| | EPM | ±34.12 | ±171.79 | ±218.80 | ±17.40 | ±48.17 | ±64.32 |
| Pmed ^d | Média | 655.84 | 417.26 | 1079.68 | 650.06 | 372.64 | 1022.69 |
| | EPM | ±7.03 | ±43.96 | ±57.34 | ±4.98 | ±15.15 | ±19.58 |
| Pmín ^d | Média | 657.58 | 333.00 | 977.84 | 644.98 | 358.42 | 1003.40 |
| | EPM | ±15.61 | ±33.95 | ±39.62 | ±7.26 | ±30.81 | ±37.89 |
| CCA | Média | 634.87 | 253.23 | 876.99 | 634.01 | 295.50 | 929.51 |
| | EPM | ±12.47 | ±23.60 | ±31.46 | ±9.58 | ±31.45 | ±40.85 |
| Vcrit | Média | 662.48 | 411.45 | 1078.13 | 659.17 | 388.17 | 1047.34 |
| | EPM | ±5.34 | ±14.91 | ±19.58 | ±2.92 | ±10.27 | ±12.82 |
| Lacrep | Média | 636.56 | 321.14 | 956.32 | 657.99 | 433.74 | 1091.73 |
| | EPM | ±8.95 | ±40.41 | ±52.61 | ±25.91 | ±95.08 | ±120.93 |
| Vlacmin | Média | 658.31 | 384.32 | 1039.91 | 654.06 | 347.46 | 1001.52 |
| | EPM | ±2.77 | ±12.71 | ±12.86 | ±2.35 | ±22.87 | ±23.64 |
| Lacmín | Média | 669.85 | 423.03 | 1081.69 | 647.99 | 423.60 | 1072.14 |
| | EPM | ±21.33 | ±50.77 | ±76.14 | ±9.89 | ±60.48 | ±70.93 |
| Lacpic | Média | 684.89 | 434.70 | 1112.66 | 647.46 | 353.78 | 1001.24 |
| | EPM | ±15.46 | ±55.58 | ±74.83 | ±16.28 | ±52.74 | ±68.96 |

^a Variáveis relativizadas para massa corporal; ^b área sob a curva de progressão entre o primeiro e segundo período de avaliação; ^c área sob a curva de progressão entre o segundo e terceiro período de avaliação; ^d área sob a curva de progressão entre o primeiro e terceiro período de avaliação (área total).