

FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO E A PERFORMANCE EQUINA

Guilherme de Camargo Ferraz¹

¹Professor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP Jaboticabal.

INTRODUÇÃO

Atualmente o complexo do agronegócio cavalo configura-se como uma potência econômica tanto para o mercado interno por meio da geração de empregos, diretos e indiretos, como para as exportações. Segundo a Comissão Nacional do Cavalo, o Brasil possui 23 associações de produtores de cavalos sendo que a atividade equestre movimenta R\$ 7,3 bilhões anuais. Desta maneira, a busca de novas soluções tecnológicas e execução de pesquisas devem considerar a utilização sustentável dos animais. Assim, itens relacionados à prevenção do excesso de treinamento que, invariavelmente provocam lesões, principalmente músculo-esqueléticas, acarretam em perdas tanto da vida útil do atleta quanto financeira. Para enfrentar esses desafios emergentes, o meio acadêmico deve integrar as atividades de ensino, pesquisa e extensão, gerando conhecimento técnico para médicos veterinários, zootecnistas e agrônomos que atuam no campo. Estes precisam integrar profissionais, treinadores, criadores e proprietários nesta visão sustentável. Isto posto, a fisiologia do exercício, por meio da utilização de testes de esforço, realizados no campo para avaliação do desempenho, torna-se ferramenta fundamental no estabelecimento da intensidade do treinamento e avaliação de atletas da espécie equina.

FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO

Dentre as subdivisões da fisiologia do exercício, destaca-se a parte que avalia o desempenho atlético por meio de testes físicos realizados tanto em esteiras (FERRAZ et al., 2006) como a campo (LINDNER et al., 2006; ERCK et al., 2007), que determinam a dinâmica de variáveis fisiológicas, como o limiar de lactato e a frequência cardíaca (FC).

O emprego de testes para a avaliação do desempenho atlético realizados a campo (pista), juntamente com as respostas fisiológicas obtidas pela ação do exercício e do treinamento, pode ser uma valiosa ferramenta para maximização dos resultados obtidos nas competições. O programa de treinamento deixa de ser realizado somente de maneira empírica tornando-se um processo técnico, com embasamento clínico e fisiológico (LINDNER et al., 2006; ERCK et al., 2007). Além disso, os testes a campo possuem utilidade clínica no monitoramento de enfermidades respiratórias e musculoesqueléticas (COUROUCÉ, 1998).

BIOENERGÉTICA

Como ressaltou MUÑOZ et al. (1999), o sucesso do cavalo atleta está intimamente ligado à relação entre a capacidade oxidativa e glicolítica do indivíduo. Sendo assim, o estudo da fisiologia e do metabolismo muscular durante o exercício torna-se necessário para o melhor treinamento dos atletas, passando obrigatoriamente pela compreensão dos mecanismos de geração de energia no músculo por meio de variáveis fisiológicas como a lactatemia (FERRAZ et al., 2008) e hemogasometria (FERRAZ et al., 2010). Todo exercício depende da biodisponibilidade de adenosina trifosfato (ATP). Embora a ATP não seja a única molécula transportadora de energia celular, ela é a mais importante, e sem quantidades suficientes de ATP a maioria das células morre rapidamente. Quando a ATP é hidrolisada pela ação enzimática da ATPase ocorre a formação de adenosina difosfato (ADP) e do fosfato inorgânico (P_i). O ADP e o P_i são unidos por uma ligação

de alta energia e quando a enzima ATPase rompe essa ligação, a energia é liberada e pode ser utilizada para realização de trabalho, como a contração muscular.

As fibras musculares dos equinos armazenam quantidades limitadas de ATP. Setenta e cinco por cento da energia gerada pela hidrólise da ATP é liberada na forma de calor. Portanto, o restante desta energia é utilizado nos processos que envolvem a contração muscular, como o deslocamento dos filamentos de miosina na célula muscular e o bombeamento do cálcio de volta para seus sítios de estocagem celular. Por esta razão, como o exercício muscular requer um suprimento constante de ATP para fornecer a energia necessária à contração, deve-se existir vias metabólicas celulares com capacidade de produção rápida de ATP.

Uma avaliação das reações bioquímicas que sustentam o catabolismo no músculo revela que o equilíbrio de próton na fibra muscular é influenciado pelos sistemas energéticos que produzem a ATP como as vias creatina fosfato, glicolítica e a respiração mitocondrial (ROBERGS et al., 2004).

O sistema fosfagênio, representado pelos estoques de creatina fosfato, fornece um grupamento fosfato para produção de ATP durante o início e nos primeiros segundos de contração muscular. Esta reação é catalisada pela enzima creatina cinase (CK), sendo esta via conhecida como alática na produção anaeróbia de energia. Inicialmente estes estoques de ATP são restabelecidos pela via glicolítica e posteriormente pela via aeróbia, sendo que esta última utiliza primeiramente glicogênio e em seguida lipídeos como substratos (SPURWAY, 1992).

A predominância da via energética dependerá tanto da intensidade do exercício como da sua duração. Deve-se considerar que a única forma de se obter elevação em curto período de tempo da produção de energia, é por meio da glicólise anaeróbia concomitante à produção de lactato, o que não parece ser deletério para a saúde ou indutor de fadiga, como tem sido postulado, por vezes. Atualmente, aceita-se que o lactato seja um substrato energético para o coração e musculatura esquelética durante o exercício. Sendo assim, parte do lactato produzido pelos músculos esqueléticos é transportado ao fígado através do sangue. Ao entrar no fígado, o lactato pode ser

convertido em glicose pela gliconeogênese. O ciclo do lactato à glicose entre os músculos e o fígado é denominado ciclo de Cori.

TESTES PARA AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA

FREQUÊNCIA CARDÍACA

Uma avaliação que pode ser realizada é a resposta do coração e vasos sanguíneos de um cavalo que é submetido a um treinamento intensivo. A frequência cardíaca (FC) é facilmente aferida durante o exercício, fornecendo um índice indireto da capacidade e função cardiovasculares. Esta avaliação pode ser realizada durante a prática de exercício, por meio da utilização de um frequencímetro digital específico para cavalos. A relação entre a velocidade e a FC costuma ser utilizada na avaliação do potencial atlético. Respectivamente, a V_{160} , V_{180} e V_{200} representam as velocidades que a FC atinge 160, 180 e 200 batimentos/min (LELEU et al., 2005; HADA et al., 2006; FERRAZ et al. 2007)

Adicionalmente, testes a campo, monitorados por GPS e frequencímetro digital mostraram que a relação entre a velocidade máxima ($V_{máx}$) e a velocidade observada durante a frequência cardíaca máxima ($V_{FCMÁX}$) pode auxiliar na predição de desempenho nas diversas modalidades esportivas equestres (GRAMKOW e EVANS, 2006).

LIMIAR DE LACTATO

O ponto da curva lactato-velocidade, também conhecido como deflexão, representa o início do desequilíbrio entre a produção e a remoção e/ou metabolização de lactato (FERRAZ et al., 2008). Este ponto é comumente conhecido como início do acúmulo de lactato no sangue (em inglês, OBLA - onset of blood lactate accumulation) ou simplesmente limiar de lactato (LL). Com menos precisão, outro termo, o limiar anaeróbio, que representa um momento de interrupção entre o metabolismo predominantemente aeróbio aquele com participação significativa da via anaeróbia também tem sido utilizado (LINDNER 2010).

Segundo SIMÕES et al. (1999), TRILK et al. (2002) e ERCK et al. (2007) a concentração de lactato sanguíneo $[\text{Lac}^-]_s$ é utilizada tanto para avaliação do condicionamento físico como para prescrever a intensidade de treinamento e detectar adaptações decorrentes da prática de exercício crônico. A determinação do limiar de lactato, que pode por vezes ser denominado limiar anaeróbio, é empregada intensivamente para o diagnóstico da capacidade aeróbia que está correlacionada com a resistência (“endurance”). Existem vários testes com incrementos gradativos da intensidade de esforço (teste incremental) que utilizam a resposta da lactacidemia para o diagnóstico aeróbio.

O limiar anaeróbio individual (LAI) (SIMÕES et al., 1999), e o ponto estacionário entre a produção e remoção de $\text{Lac}^-_{\text{min}}$, teste incremental precedido de um exercício intenso para indução de hiperlactacidemia (GONDIM et al., 2007) são protocolos que usam a $[\text{Lac}^-]_s$ para avaliar a capacidade aeróbia.

No método do V_4 se assume como LL a velocidade em que a lactacidemia é igual a 4 mmol/L. Na espécie humana, embora haja controvérsias, a velocidade que produz esta concentração é reconhecida quando o ponto estacionário dinâmico entre a produção e a remoção do lactato se rompe, significando o LL. Entretanto, essa metodologia vem sofrendo críticas, pois ela desconsidera diferenças individuais, estado de treinamento e disponibilidade de glicogênio (SVENDAHL e MACINTOSH, 2003; GONDIM et al., 2007). Ademais, outras pesquisas citam casos em que indivíduos treinados foram incapazes de sustentar intensidades de exercícios na qual se alcançavam lactacidemias de 4 mmol/L (FOXDAL et al, 1996).

Em equinos, embora não se encontre na literatura nenhum artigo que a justifique, a interpretação de que o LL ocorre na velocidade que determina 4mmol/L de lactacidemia também é considerada verdadeira por vários pesquisadores e treinadores (COUROUCÉ, 1998; EVANS, 2000; TRILK et al., 2002; LELEU et al., 2005; ERCK et al., 2007).

A deflexão observada na curva lactato-velocidade ocorre em equinos em $[\text{Lac}^-]_s$ que variam entre 1,5 a 4 mmol/L sendo observado a utilização frequente da uma

unidade arbitrária de 4 mmol/L tanto para a prescrição e avaliação como para comparação de programas de condicionamento físico (LINDNER, 2010; CAMPBELL, 2011). Em equinos, embora não se encontre na literatura nenhum artigo que a justifique, a interpretação de que o LL ocorre na velocidade que determina 4mmol/L de lactatemia também é considerada verdadeira por vários pesquisadores e treinadores (COUROUCÉ, 1999; EVANS, 2000; TRILK et al., 2002; LELEU et al., 2005; ERCK et al., 2007; CAMPBELL, 2011). Neste sentido um estudo essencial para esta discussão foi realizado por Lindner (2010) que determinou a $V_{1,5}$ (velocidade que determina 1,5mmol/L de lactatemia) como aquela que está mais próxima de predizer o limiar de lactato.

É indiscutível a importância da determinação do LL, tanto para a definição de esquemas e treinamento para cavalos atletas, como para a própria avaliação da eficácia de um determinado treinamento. “No pain, no gain” é uma frase muito utilizada entre profissionais de fisiologia do exercício humano para justificar o fato de muitos fisiologistas e treinadores indicarem o treinamento no limiar de lactato para atletas fundistas, com o objetivo de desenvolver ao máximo a sua capacidade aeróbica e muscular.

Tratando-se de atletas da espécie equina, entretanto, o que se observa é muito diferente. Tem sido sugerido programa de treinamento à velocidade correspondente ao V_2 (velocidade do cavalo em que sua lactacidemia atinge 2 mmol/L) por 45 minutos, três vezes por semana (TRILK et al., 2002). Não é incomum a preconização de treinamentos apenas ao “passo”.

Esta postura, para alguns, conservadora, traz alguns benefícios, particularmente no que se refere à prevenção de injúrias músculo-esqueléticas, porém, com certeza, não é a melhor decisão no que se refere à melhora da capacidade aeróbia e anaeróbia dos cavalos atletas. Em nosso Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEQ), por exemplo, trabalhamos os animais em esteira rolante na “ V_3 ” por 60 minutos, três vezes por semana e obtivemos bons resultados, sem nenhum caso de injúria músculo-esquelética (Ferraz, 2003).

Acreditamos que parte dessas aparentes incongruências seja devida ao pouco estudo, em equinos, dos métodos para determinação do LL, fazendo com que imperfeições na interpretação dos resultados obtidos pelos métodos utilizados possam estar levando animais a um “sobretreinamento”, favorecendo a ocorrência de injúrias músculo-esqueléticas.

CONCLUSÃO

Finalizando, o sucesso nas competições equestres depende de vários fatores que influenciam o desempenho. Estes incluem a “vontade” de ganhar, intrínseca de cada cavalo, da força, potência e velocidade, que estão diretamente relacionadas com a capacidade metabólica de cada atleta. Os resultados obtidos nos testes que avaliam o desempenho atlético, como a frequência cardíaca e o lactato sanguíneo podem ser utilizados como guia, auxiliando proprietários e treinadores das mais diversas modalidades, na elaboração de protocolos de treinamento sustentáveis, que contribuem para manutenção da integridade física dos cavalos atletas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPBELL, E.H. Lactate-driven equine conditioning programmes. **The Veterinary Journal**, v.190, n.2,199-207, 2011.
- COUROUCÉ, A. Field exercise testing for assessing fitness in French Standardbred Trotters. **The Veterinary Journal**. v.157, p.112-122, 1999.
- ERCK et al. Evaluation of oxygen consumption during field exercise tests in Standardbred trotters. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.4, p. 43–49, 2007.
- EVANS, D. Training and fitness in athletic horses. Sydney: **RIRDC.**, p. 64, 2000.
- FERRAZ, G, C. **Avaliação da suplementação crônica com creatina sobre o desempenho atlético de equinos**. 65f. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- FERRAZ, G. C. et al. Effect of acute administration of clenbuterol on athletic performance in horses. **Journal of Equine Veterinary Science** v. 27, n. 10, 2007.

FERRAZ, G. C. **Respostas endócrinas, metabólicas, cardíacas e hematológicas de equinos submetidos ao exercício intenso e à administração de cafeína, aminofilina e clenbuterol.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.

FERRAZ, G.C.; DANGELIS, F.H.F.; TEIXEIRA-NETO, A.R.; FREITAS, E.V.V.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A. Blood lactate threshold reflects glucose responses in horses submitted to incremental exercise test. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 256-259, 2008.

FERRAZ, G.C. et.al. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v.46, n.6, p.431-437, 2009.

FERRAZ, G. C.; SOARES, O. A. B.; FOZ, N. S. B.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, p. 191-195, 2010.

GONDIM, F. J.; ZOPPI, C. C.; PEREIRA-DA-SILVA, L.; MACEDO, D. V. Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v.142, p.375-378, 2007.

GRAMKOW, H. L.; EVANS, D. L. Correlation of race earnings with velocity at maximal heart rate during a field exercise test in thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal**, Supplement, v. 36, p. 118-122, 2006.

HADA, T.; OHMURA, H.; MUKAI, K.; ETO, D.; TAKAHASHI, T.; HIRAGA, A. Utilisation of the time constant calculated from heart rate recovery after exercise for evaluation of autonomic activity in horses. **Equine Veterinary Journal**. Supplement, v. 36, p. 141-145, 2006.

LELEU, C.; COTREL, C.; COUROUCE-MALBLANC, A. Relationships between physiological variables and race performance in French standardbred trotters **The Veterinary Record**, London, v. 156, n. 11, p. 339-342, 2005.

LINDNER, A.; SIGNORINI, R.; BRERO, L.; ARN, E.; MANCINI, R.; ENRIQUE, A. Effect of conditioning horses with short intervals at high speed on biochemical variables in blood. **Equine veterinary journal. Supplement**, v. 36, p. 88-92, 2006.

LINDNER AE. Maximal lactate steady state during exercise in blood of horses. **Journal of Animal Science** v. 88, p. 2038-2044, 2010.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R., RUBIO, M. D.; AGÜERA, E. I.; CASTEJÓN, F. M. Cardiovascular and metabolic adaptations in horses competing in cross-country events. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 61, n. 1, p. 13-20, 1999.

ROBERGS, R.A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**. v. 287, n. 3, p. R502-R516, 2004.

SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, C.S.G.; KOKUBUM, E. et al. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v.80, p.34-40, 1999.

SPURWAY, N. C. Aerobic exercise, anaerobic exercise and the lactate threshold. **British Medical Bulletin**, v.48, n.3, p.569-91, 1992.

SVEDAHL, K. e MACINTOSH, B. R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.28, n.2, p.299-323, 2003.

TRILK, J. L.; LINDNER, A. J.; GREENE, H. M.; ALBERGHINA, D. e WICKLER, S. J. A lactate-guided conditioning programme to improve endurance performance. **Equine Veterinary Journal. Supplement**, n.34, p.122-5, 2002.