

PADRONIZAÇÃO DE TESTE INCREMENTAL DE ESFORÇO MÁXIMO A CAMPO PARA CAVALOS QUE PRATIQUEM HIPISMO CLÁSSICO

Maurício Mirian¹
Wilson Roberto Fernandes²

RESUMO

Tendo em vista o grande número de cavalos praticantes de atividades físicas altamente competitivas, a necessidade de se acompanhar o treinamento e a observação dos efeitos do treinamento no rendimento atlético dos animais foi proposta a padronização de um teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos adaptado do UM-TrackTest proposto para humanos. Para tanto, foram utilizados 10 animais da raça Brasileiro de Hipismo e avaliados parâmetros bioquímicos sanguíneos (CK, LDH, lactato e glicemia) ao final de cada estágio de aceleração. A análise estatística dos resultados demonstrou correlação de todas as variáveis analisadas em relação à intensidade do exercício quando comparadas ao repouso exceto as análises de CK e LDH que não mostraram alterações significantes. O lactato apresentou uma correlação positiva em relação à frequência cardíaca (FC) e esta uma correlação positiva com relação à intensidade do exercício. Com relação à glicemia observou-se uma correlação negativa significativa com a FC. O teste proposto demonstrou ser uma ferramenta de fácil aplicação e de reprodução a campo, e permitiu a observação e constatação do limiar de lactato.

Palavras-chave: equinos. teste de esforço, limiar lactate, exercício.

STANDARDIZATION OF FIELD INCREMENTAL TO MAXIMAL EXERCISE TEST FOR SHOW JUMPING HORSES

ABSTRACT

Because of the great number of horses practicing highly competitive physical activities, the need to follow the training program and the observation of its effects on the animals' performance, we proposed the standardization for a field incremental to maximal exercise test for horses, adapted from the human UM-Track Test. For thus ten Brazilian Sport Horses were used. Biochemical (CK, LDH, plasma lactate and glucose) parameters and heart rate (HR) were evaluated each 20 seconds end-stage of acceleration. There was significant difference in all the variables (Plasma lactate and HR) when comparing the exercise intensity levels to the rest. The analysis of CK and LDH at rest and after three hours showed no significant changes throughout the test. Plasma lactate presented a positive correlation with heart rate and this latter a positive correlation with exercise intensity. Regarding glycemia observed a significant negative correlation with HR. The test proposed here demonstrated to be a tool of easy application and reproducibility in the field, permitted the observation and confirmation of the lactate threshold.

Key words: horse, exercise test, lactate threshold, exercise.

¹ Pós-graduando - VCM – FMVZ – USP e bolsista CAPES. Correspondência: Avenida Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87 - Cidade Universitária, CEP: 05508-900 - São Paulo - SP. Tel: (11) 9623-3195 E-mail: maumirian@usp.br

² Professor Doutor do Departamento de Clínica Médica da FMVZ - USP. wilsonrf@usp.br

ESTANDARIZAÇÃO DE PRUEBA DE ESFUERZO MÁXIMO EN CAMPO PARA CABALLOS DE SALTO

RESUMEN

Considerando el número de equinos que practican actividades físicas altamente competitivas, la necesidad de acompañar el entrenamiento y la observación de sus efectos del entrenamiento en el rendimiento atlético de los animales, fue propuesto estandarizar una prueba de incremento del esfuerzo máximo en campo adaptada de la prueba UM-Track empleada en humanos. En este estudio fueron utilizados 10 animales de raza Brasileira de Hipismo y evaluados parámetros bioquímicos (CK, LDH, lactato y glucosa) al final de cada etapa de aceleración. El análisis estadístico obtenido de las muestras demostro correlación de todas las variables en relación a la intensidad del ejercicio al compararlas con la fase de reposo. Los análisis de CK y LDH no reflejaron alteraciones significativas. El lactato presento correlación positiva en relación a la F.C., y esta a su vez correlación positiva con respecto a la intensidad de ejercicio. En los análisis de glucosa se observo correlación negativa con la F.C. La prueba propuesta demostro ser una herramienta de fácil aplicación en campo e importante en la determinación del umbral de lactato.

Palabras-clave: equinos, prueba de esfuerzo, lactato umbral, ejercicio.

INTRODUÇÃO

Os esportes competitivos de alto rendimento e o aumento da carga de exercício desencadeiam injurias decorrentes dos treinamentos, similares às que ocorrem em atletas humanos, acarretando perda de desempenho a qual pode ser minimizada com treinamentos individualizados e específicos para cada tipo de atividade física ou limitações individuais de cada animal ⁽¹⁾.

Durante a prática de atividades físicas, os diversos sistemas orgânicos interagem entre si, sendo que o entendimento dessa interação e da interdependência é de extrema importância para a avaliação do potencial atlético de cada animal, bem como para o estudo da perda de rendimento dos cavalos e também para a prescrição de treinos específicos para correção e/ou melhora de limitações individuais.

À medida que ocorre um aumento na intensidade do exercício, existe um acréscimo na demanda de oxigênio corporal que pode exceder a capacidade do sistema cardiorrespiratório de ofertar oxigênio para o metabolismo aeróbio. Em condições extremas o consumo de piruvato ocorre na ausência de oxigênio formando ácido láctico (lactato) ⁽²⁾.

O acúmulo da concentração sanguínea do ácido láctico ocorre em resposta ao exercício, e é geralmente considerado como indicador de utilização da via metabólica anaeróbica para geração de energia durante o exercício ^(3,4).

O acúmulo de lactato no sangue depende do equilíbrio entre produção de lactato pelo músculo em atividade e a sua remoção pelo fígado e/ou pelos rins. À medida que a intensidade do exercício aumenta, a concentração do lactato pode aumentar, em função do metabolismo acelerado das fibras musculares ou pela redução da taxa de remoção pelo fígado e rins ⁽³⁾.

O limiar de lactato, portanto, é o ponto após o qual ocorre uma elevação sistemática e contínua da concentração de lactato sérico com a perda da linearidade quando se traça uma reta entre os pontos da taxa de trabalho ^(3,4).

Um exercício moderado pode não determinar aumento ou então causar aumento lento na curva do lactato. Já um exercício de alta intensidade leva a aumento sustentado, mas

constante no lactato circulante. Um trabalho muito intenso é caracterizado quando o lactato continua a aumentar, mesmo após o exercício, para níveis maiores que 5 mmol/L acarretando em fadiga⁽⁴⁾.

Provas de esforço em cavalos atletas podem ser realizadas tanto em esteiras como a campo, com vantagens e desvantagens nos dois métodos. A avaliação realizada a campo apresenta a vantagem de se praticar provas com velocidades, andamentos, superfícies e ambiente similar ao ambiente de competição. Entretanto na avaliação a campo, o esforço sofre influência do jockey ou ginete, assim, as vantagens podem se tornar dificuldades quando se tenta padronizar um teste na prática^(5,6).

Um dos testes mais utilizados para se avaliar exercícios e treinamento para atletas humanos é o teste de 12 minutos preconizado por Cooper em 1968. Contudo, este teste depende de motivações subjetivas para se alcançar a capacidade anaeróbica. Como alternativa a esse protocolo de teste, Léger e Boucher (1980) prepuseram o UM-Track Test (Université Montréal Track Test) - um teste de multi-estágios de corrida baseado no custo energético de uma corrida horizontal⁽⁷⁾.

Esse teste consiste num percurso de 200m em uma pista coberta e com curvas inclinadas, onde são colocados marcadores a cada 25m do percurso e a velocidade é determinada por sinal sonoro emitido em frequência específica utilizando-se um gravador. Esse sinal controla a velocidade que o atleta deve manter para percorrer a distância marcada. A velocidade é acelerada 1 Met (Equivalente Metabólico igual a $0,0175 \text{ kcal/Kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$) a cada 2 minutos. O atleta avaliado é instruído a completar o máximo de estágios possíveis⁽⁷⁾.

Devido à dificuldade de uso corriqueiro de esteira, do número diminuto de locais que a possuem e a necessidade de se acompanhar e individualizar o treinamento dos cavalos, este estudo teve por objetivo verificar se o protocolo de teste aplicado nos animais possibilitou obter alguns dados em termos das curvas preconizadas na literatura com relação aos parâmetros de frequência cardíaca e concentração de lactato.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados 10 equinos praticantes de Hipismo Clássico, da raça Brasileiro de Hipismo (BH), sendo sete machos e três fêmeas, com idade variando de quatro a quatorze anos, e com peso médio de 430 kg, participantes de provas de até 1,20 metros, alojados em único Centro Hípico localizado em Atibaia - município distante cerca de 70 quilômetros da cidade de São Paulo - com altitude média de 803m, temperatura média de 18° C, umidade relativa do ar em média de 74% e índice pluviométrico anual de 1.350 mm. Todos os animais foram submetidos ao mesmo manejo de treinamento de cinco vezes por semana durante 40 minutos e mesmo manejo alimentar.

Todos os animais passaram por exame clínico detalhado visando avaliar as condições de higidez dos mesmos. A avaliação dos animais seguiu o protocolo padrão pré-estabelecido, conforme descrito:

- ✓ Avaliação física – consistiu na aferição das frequências cardíaca, respiratória e movimentação cecal, mensuração da temperatura retal, pesquisa do reflexo da tosse, inspeção das mucosas e tempo de preenchimento capilar (TPC) e exame de claudicação.
- ✓ Exames complementares – hemograma, avaliação bioquímica sanguínea (CK, LDH, Lactato sérico, Glicemia) e eletrocardiograma em repouso.

Os animais que apresentaram qualquer alteração do padrão pré-estabelecido de normalidade dos exames clínicos e complementares conforme Speirs⁽⁸⁾ foram excluídos do experimento.

Foi proposta a adaptação do teste UM-Tract Test ⁽⁷⁾ para cavalos proporcionando um teste de esforço progressivo máximo a campo com incremento de velocidade a cada 3 minutos e 20 segundos

Esse incremento de velocidade seguiu o seguinte protocolo: início a 2,5 m/s (passo) e incremento de 0,83 m/s a cada 3 minutos nos primeiros quatro estágios até ser atingida a velocidade de 5 m/s (canter ou galope curto); a partir daí, o incremento da velocidade foi de 1,67 m/s até o 7º estágio atingindo a velocidade de 10 m/s (galope); e um último estágio, com incremento de 2,5 m/s para atingir uma velocidade final de 12,5 m/s levando o animal ao esforço máximo. Nos 20 segundos finais de cada estágio o animal era submetido a uma parada total, visando a colheita de sangue.

Para a realização de tal protocolo foram realizadas quatro marcações na pista de trabalho com piso de areia, com cones ou balizas equidistantes a 50m formando a figura geométrica de um quadrado, (Figura 1). Um marcador sonoro foi utilizado para determinar o momento que o conjunto cavalo e cavaleiro deveriam passar nas marcas, nas velocidades estabelecidas, segundo o protocolo pré-estabelecido, e todos os cavalos foram montados pelo mesmo cavaleiro utilizando sempre a mesma sela.

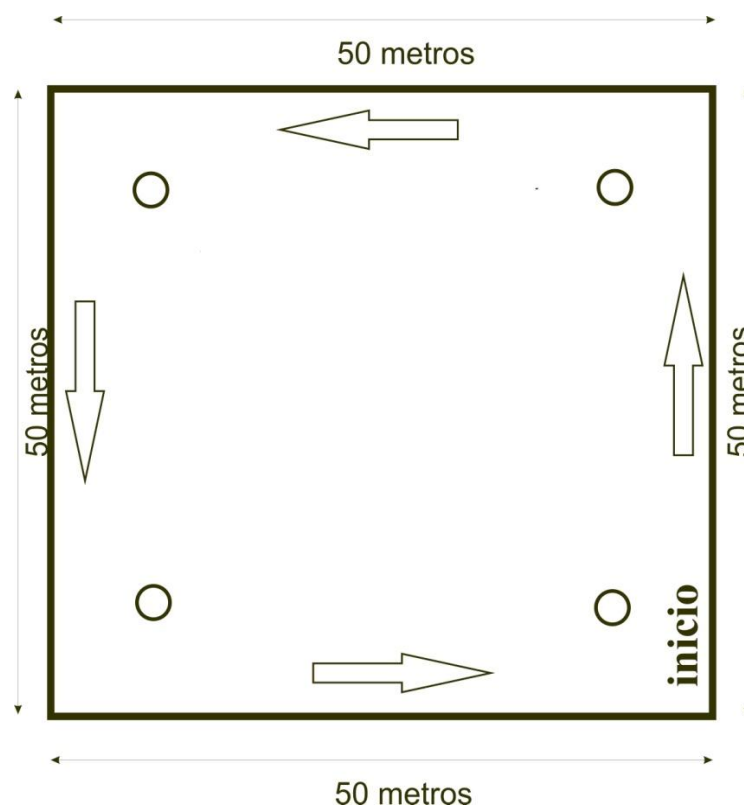


Figura 1. Marcação na pista para o teste UM-Track Test modificado para cavalos

Para a confecção dessa marcação sonora foi utilizado o programa de computador MixPad® v.1.14 que permitiu a introdução do sinal numa escala de tempo. O tempo em segundos, gasto para percorrer a distancia determinada, foi calculado pela formula $T = d/V$ (V = velocidade; d = distância; T = tempo), e o sinal sonoro foi introduzido na escala de tempo previamente determinada para as velocidades escolhidas nesse protocolo. Após a confecção da escala de tempo foi produzido um CD (Compact Disc) que pode ser executado em qualquer aparelho de som portátil, permitindo a sua mobilidade para dentro da pista de teste.

O esforço máximo foi considerado no momento em que o animal avaliado não conseguia mais manter a velocidade determinada pelo sinal sonoro, independente de estímulos, atrasando-se em 3 marcações consecutivas.

A colheita de sangue venoso foi realizada a partir da cateterização da veia jugular com inserção de um cateter 16G x 2 e plug de vedação. O cateter foi fixado na pele com fio de Nylon 2,0 e posteriormente colado com cola de secagem rápida e heparinizado, possibilitando a coleta de sangue venoso para análise sanguínea dos seguintes parâmetros: glicemia, CK, LDH, lactato sérico, hemoglobina circulante, além de hematócrito (Hto), hemoglobina corpuscular média (VHCM). A cateterização da veia jugular foi realizada apenas para facilitar a colheita de sangue e evitar que os animais fossem puncionados diversas vezes, preservando a integridade do leito vascular.

Amostras de sangue dos animais foram colhidas em repouso (M1), nos últimos 20 segundos de cada estágio de incremento de velocidade (F 1 a 8), e 3 horas após o término do teste (M2). As avaliações que foram realizadas em cada momento estão demonstradas no Quadro 1.

Quadro 1. Distribuição dos momentos de coleta de sangue por venopunção e das análises realizadas em cada momento – São Paulo - 2008

	M1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	M2
	0	2,5 m/seg	3,33 m/seg	4,17 m/seg	5,0 m/seg	6,67 m/seg	8,33 m/seg	10 m/seg	12,5 m/seg	3 horas após
Glicemia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CK	x									x
LDH	x									x
Lactato	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hemograma	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

As colheitas foram realizadas com agulha para vaccuntainer® descartável, e as amostras foram acondicionadas em tubos siliconizados e heparinizados para hemograma; tubos siliconizados com gel para retração do coágulo para as determinações bioquímicas; e tubos siliconizados com fluoreto de sódio para determinação da glicemia e do lactato.

As amostras foram processadas no Laboratório de Bioquímica e Hematologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, utilizando-se os seguintes métodos:

A - Para a determinação de CK foi utilizado teste de UV otimizado de acordo com as recomendações da Sociedade Germânica de Química Clínica⁽⁹⁾, com a utilização de kit comercial da BioSys CK-Nac FS produzido pela DiaSys Diagnostic Systems GM & Co. - Reino Unido.

B - Para determinação de LDH foi utilizado método de espectrofotometria contínua de acordo com a Sociedade Espanhola de Química Clínica⁽¹⁰⁾, com a utilização do Kit Comercial BioSystems (cód. 11580 e 11581) produzidos pela Biosystems S.A. – Espanha.

C - Para a determinação da Glicemia Circulante foi utilizado o método de fotometria enzimática proposto por Barham e Trinder⁽¹¹⁾ com o kit comercial Glucose God-FS* produzido pela Diasys Diagnostic Systems GmbH – Alemanha.

D - Para a determinação do Lactato circulante foi utilizado o método de UV enzimático proposto por Westgard; Lahmeyer e Birnbaum⁽¹²⁾ com a utilização de kit comercial Lactato Kovalent (ART 1100075K), produzido pela Kovalent do Brasil Ltda.

Durante todo o protocolo de teste os animais foram monitorados por monitor cardíaco (da marca Polar®), o que permitiu a constante aferição da frequência cardíaca durante todo o teste.

Os dados obtidos foram avaliados por meio das seguintes medidas de tendência central calculadas: média, desvio padrão, amplitude de variação, mediana e coeficiente de variação para as variáveis numéricas.

Foi utilizado o teste ANOVA de uma via com nível de significância de 5% ($P \leq 0,05$), com intervalo de confiança de 95% de Tukey para as amostras repetidas, teste de correlação entre as variáveis analisadas e teste Mann-Whitney para as amostras com distribuição não paramétricas.

RESULTADOS

A elevação da FC (Gráfico 1) está diretamente ligada à manutenção do débito cardíaco (DC) durante a prática de atividades físicas, com o objetivo de manter a oxigenação e a nutrição da musculatura envolvida com o movimento, uma vez que $DC = FC \times \text{Volume sistólico}$ ^(13,3,4,6).

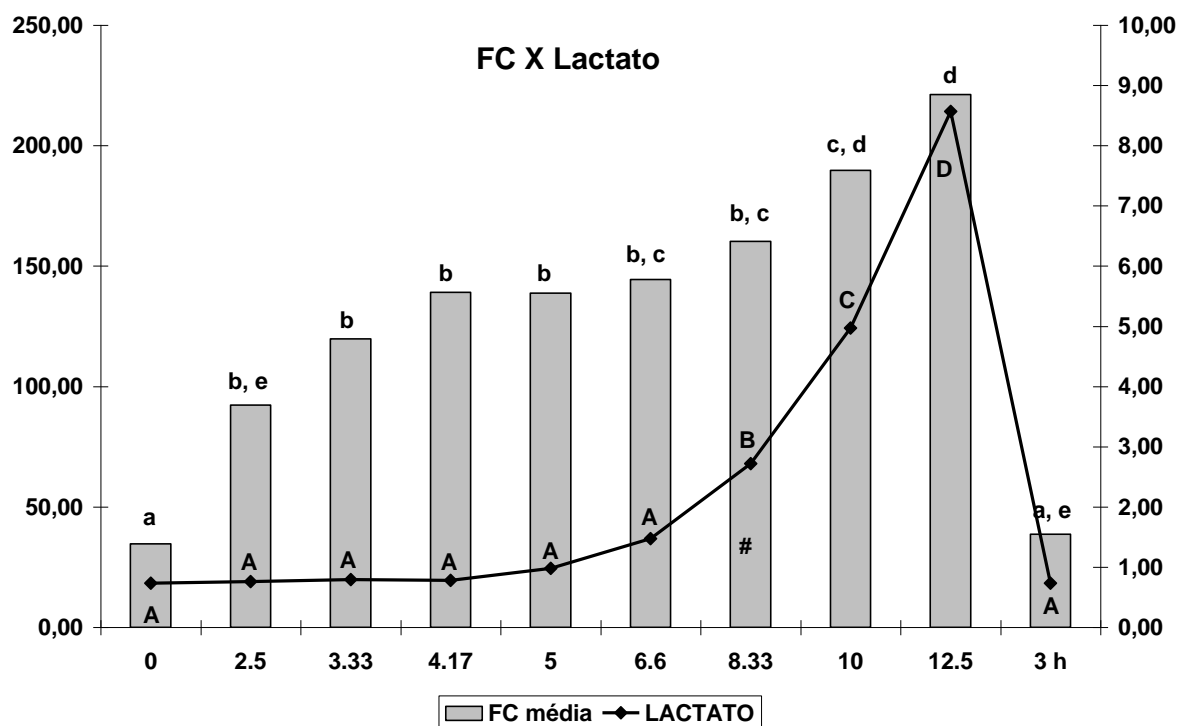


Gráfico 1 - Distribuição das médias e medianas dos valores da frequência cardíaca (bpm) e lactato (mmol/dl) obtidos nas diferentes intensidades de esforço nos estágios do protocolo de teste de esforço progressivo máximo a campo

Obs: letras diferentes indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$); (Maiúsculas – lactato e minúsculas – FC)

limiar de lactato

A frequência cardíaca máxima atingida pode ser relacionada com a intensidade ou velocidade máxima atingida durante o exercício, e essa relação pode ser adotada como índice para avaliação de condicionamento físico (Tabela 1).

Tabela 1. Valores individuais da frequência cardíaca (bpm) obtida nas diferentes intensidades de esforço nos estágios do protocolo de teste de esforço progressivo máximo a campo – São Paulo – 2008

	M1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	M2
1	40	100	120	127	113	128	172	189		42
2	37	99	115	115	132	150	166	182	240	40
3*	39	76	143	216	193					33
4	33	63	146	164	97	116	135	221		27
5	30	81	87	98	115	132	130	144	179	40
6	36	90	104	166	184	200	176	200		44
7	40	81	77	107	99	80	129	206	240	40
8*	44	51	89	92	109	119	114	138		40
9	28	169	164	180	186	187	197	205	226	44
10	20	113	152	125	160	188	223	223		36
Média	34,70 ^a	92,30 ^{b,c}	119,70 ^b	139,00 ^b	138,80 ^b	144,44 ^{b,c}	160,22 ^{b,c}	189,78 ^{c,d}	221,25 ^d	38,60 ^{a,c}
Desvio padrão	7,10	32,50	30,45	40,54	38,23	40,09	36,01	30,65	28,93	5,27

Obs: letras diferentes indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$)

* perda do sinal do Polar®

No presente estudo a influência do tipo de piso e do cavaleiro poderia ter ocorrido, portanto para minimizar essas intercorrências, todos os animais foram testados na mesma pista, com o mesmo cavaleiro e mesma sela.

Os valores obtidos com relação à concentração do lactato sanguíneo (Gráfico 1), demonstraram significância estatística com a FC ($P = 0,000$) e com a intensidade do exercício ($P = 0,000$) vindo a corroborar com a literatura que afirma que quanto maior a intensidade do esforço, maior a produção de lactato^(14,15).

Entretanto, ao se analisar os valores de lactato observa-se diferença estatística apenas em intensidades mais elevadas (F6 a F8), o que nos permite a identificação e a determinação estatística do limiar de lactato^(3,4), que ocorreu no momento F5 onde foi obtido o valor de $1,47 \pm 0,72$ mmol/L. A partir desse momento houve acúmulo do lactato circulante que veio a atingir sua concentração máxima no momento de exaustão e fadiga dos animais (F7 e F8), quando o protocolo foi interrompido (Tabela 2).

Tabela 2. Valores individuais de lactato (mmol/l) obtido nas diferentes intensidades de esforço nos estágios do protocolo de teste de esforço progressivo máximo a campo – São Paulo – 2008

	M1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	M2
1	0,69	1,03	0,80	0,92	0,98	1,26	1,76	4,00		0,78
2	1,42	1,78	0,99	1,48	2,06	1,67	3,98	6,77	10,51	0,74
3	0,66	0,33	0,30	0,40	0,64	1,10	2,18	4,45		0,52
4	0,60	0,36	0,56	0,29	0,35	0,66	1,49	4,52		0,80
5	0,83	0,38	0,42	0,33	0,90	1,77	2,79	3,82	9,80	0,81
6	0,42	0,46	0,42	0,38	0,71	1,41	2,88	4,69		0,93
7	0,42	0,30	0,44	0,33	0,48	0,90	3,02	7,60	7,46	0,64
8	0,74	0,52	0,73	0,72	0,74	0,84	1,15	3,79		0,59
9	0,55	1,20	1,72	1,86	1,64	3,12	4,39	5,12	6,52	0,35
10	0,93	1,19	1,49	1,10	1,33	1,98	3,52	4,98		1,08
Média	0,73 ^A	0,76 ^A	0,79 ^A	0,78 ^A	0,98 ^A	1,47 ^A	2,72 ^B	4,97 ^C	8,57 ^D	0,73 ^A
Desvio padrão	0,29	0,51	0,48	0,55	0,54	0,72	1,07	1,27	1,89	0,21

Obs: letras diferentes indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$)

No presente estudo apenas quatro animais atingiram o oitavo estágio (F8), quando apresentaram os valores mais elevados de lactato ($8,57 \pm 1,89$) e FC ($221,25 \pm 28,93$ bpm). Esses achados podem estar relacionados com um melhor condicionamento físico, aptidão genética e/ou tempo de prática da atividade desses quatro animais (animais 2, 5, 7 e 9). Os demais animais apresentaram fadiga e conseqüente interrupção do protocolo ao atingirem o sétimo estágio (F7) quando se observou valores médios de FC $189,76 \pm 30,65$ bpm e de lactato $4,97 \pm 1,27$ mmol/L. Isso pode indicar um “pior” condicionamento físico, aptidão genética e/ou tempo de prática da atividade desses outros animais conforme demonstrado em estudo com cavalos de corrida na Austrália ⁽¹⁶⁾ que observou nos animais melhores condicionados a FC máxima foi obtida em velocidades maiores que a dos outros no grupo.

O teste dos animais 3 e 8 foi interrompido devido a apresentarem sinais de intenso cansaço físico e atrasar mais de 3 marcações consecutivas sendo considerado esforço máximo mesmo tendo os valores de FC fora dos padrões pela perda do sinal do monitor cardíaco durante o teste nos dois animais.

O protocolo proposto demonstrou ser de fácil aplicação e reprodutividade, uma vez que não houve nenhuma intercorrência durante a execução do protocolo, e os valores individuais obtidos foram bem semelhantes para todos os animais avaliados e concordantes com as curvas preconizadas pela literatura.

Outro ponto positivo do presente protocolo foi à ausência de injúrias musculares nos animais submetidos ao teste, uma vez que esse é um tipo de exercício diferente do que estavam acostumados a praticar, sendo este um exercício de alta intensidade. Isso pode ser verificado analisando os valores de CK e LDH obtidos no repouso (M1) e após 3 horas do final do teste (M2) (Tabelas 3 e Gráfico 2), cujos valores iniciais ($91,54 \pm 33,36$ u/L de CK e $360,86 \pm 203,58$ u/L de LDH) não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação aos valores obtidos após o exercício ($120,20 \pm 89,16$ u/L de CK e $328,46 \pm 106,58$ u/L de LDH) com $P = 0,5205$ para CK e $P = 0,7913$ para LDH.

Tabela 3. Valores individuais das concentrações de CK (U/l) e LDH (U/l) circulante obtidas nas diferentes intensidades de esforço nos estágios do protocolo de teste de esforço progressivo máximo a campo – São Paulo – 2008

	CK (U/l)		LDH (U/l)	
	M1	M2	M1	M2
1	52,19	67,54	273,10	299,70
2	158,69	122,32	298,44	196,61
3	98,42	96,23	315,60	271,80
4	71,9	81,52	235,30	294,60
5	124,42	119,69	793,30	498,60
6	56,88	63,04	294,10	332,70
7	71,75	84,07	364,50	421,20
8	117,34	78,86	662,30	460,20
9	82,58	122,73	179,90	171,42
10	81,19	365,98	192,02	337,80
Média	91,54	120,20	360,86	328,46
Desvio padrão	33,36	89,16	203,58	106,58

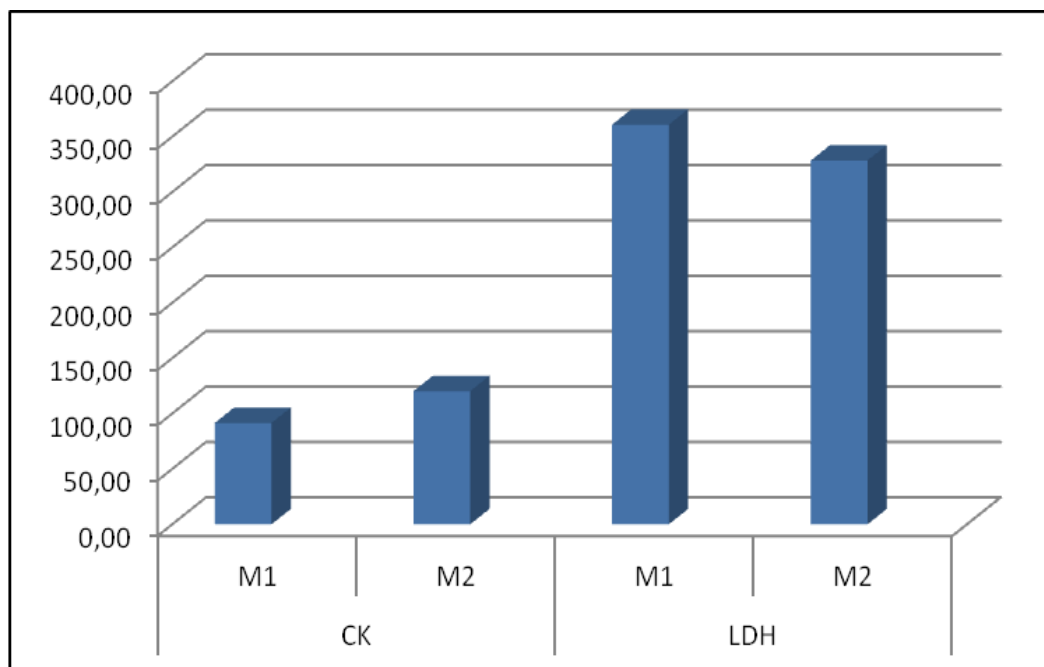


Gráfico 2. Distribuição das médias das concentrações de CK (U/l) e LDH (U/l) circulante obtidas nas diferentes intensidades de esforço nos estágios do protocolo de teste de esforço progressivo máximo a campo

Esses dados são semelhantes aos encontrados em estudo com 50 animais em um programa de treinamento de 100 dias, sendo que ao final do programa os animais foram avaliados em teste de esforço em esteira até a exaustão. Não foi observada diferença estatisticamente significativa com relação às concentrações de CK e LDH no repouso, após 2 minutos do final do teste e 24 horas após a avaliação de pós esforço⁽¹⁷⁾.

Na análise dos valores obtidos da glicose circulante nos diferentes estágios de esforço, observou-se uma diminuição estatisticamente significativa da sua concentração no quarto e quinto estágios do protocolo (F4 e F5 respectivamente), como demonstrado no gráfico 3. Entretanto na análise de correlação, observou-se uma correlação negativa, mas não estatisticamente significativa com relação à intensidade do exercício ($P = 0,734$), e uma correlação negativa mas estatisticamente significativa com a frequência cardíaca ($P = 0,003$).

O presente estudo não nos permite esclarecer a causa dessa queda da glicemia circulante no quarto e quinto estágios do protocolo, e o seu retorno aos níveis iniciais ao final do exercício, como pode ser observado na Tabela 4 e Gráfico 3. Sabe-se, porém que a modulação do substrato energético ocorre não só pela ação da insulina, mas também pela ação do cortisol, que favorece a gliconeogênese e a mobilização dos ácidos graxos; do glucagon, que possui ação oposta a da insulina e mantém a concentração da glicose circulante durante o exercício; e da adrenalina, que controla a atividade simpática^(18,19).

No protocolo proposto, a atividade física realizada com intensidade máxima de trote e galope curto (300 e 400 m/min) resultou em menores valores de glicemia circulante dos animais, concordando com Mottini et al.⁽²⁰⁾. A partir desse momento a glicemia voltou a se elevar conforme já descrito por Treiber et al.⁽²¹⁾. É possível também que haja liberação de adrenalina e um predomínio do sistema simpático no início do galope, porém a metodologia empregada na realização desse estudo não nos permitiu a compreensão dos mecanismos envolvidos nessa resposta.

Tabela 4. Valores individuais da concentração da glicemia (mg/dl) circulante obtida nas diferentes intensidades de esforço nos estágios do protocolo de teste de esforço progressivo máximo a campo – São Paulo – 2008

	M1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	M2
1	132	81	96	102	95	77	76	81		112
2	92	80	73	56	53	59	83	87	76	69
3	78	84	83	85	76	64	86	93		77
4	83	87	72	67	62	49	50	63		92
5	107	88	72	81	77	83	79	87	93	93
6	94	88	85	84	77	83	84	93		116
7	106	82	76	68	56	47	45	57	70	99
8	77	82	80	68	61	66	55	65		97
9	57	67	77	72	68	80	83	79	85	77
10	92	83	87	45	54	66	76	69		102
Média	91,80 ^{a,c}	82,20 ^{a,b,c}	80,10 ^{a,b,c}	72,80 ^{a,b}	67,90 ^b	67,40 ^b	71,70 ^{a,b}	77,40 ^{a,b,c}	81,00 ^{a,b,c}	93,40 ^c
Desvio padrão	20,42	6,07	7,75	16,09	13,35	13,24	15,51	13,06	10,10	15,31

Obs: letras diferentes indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$)

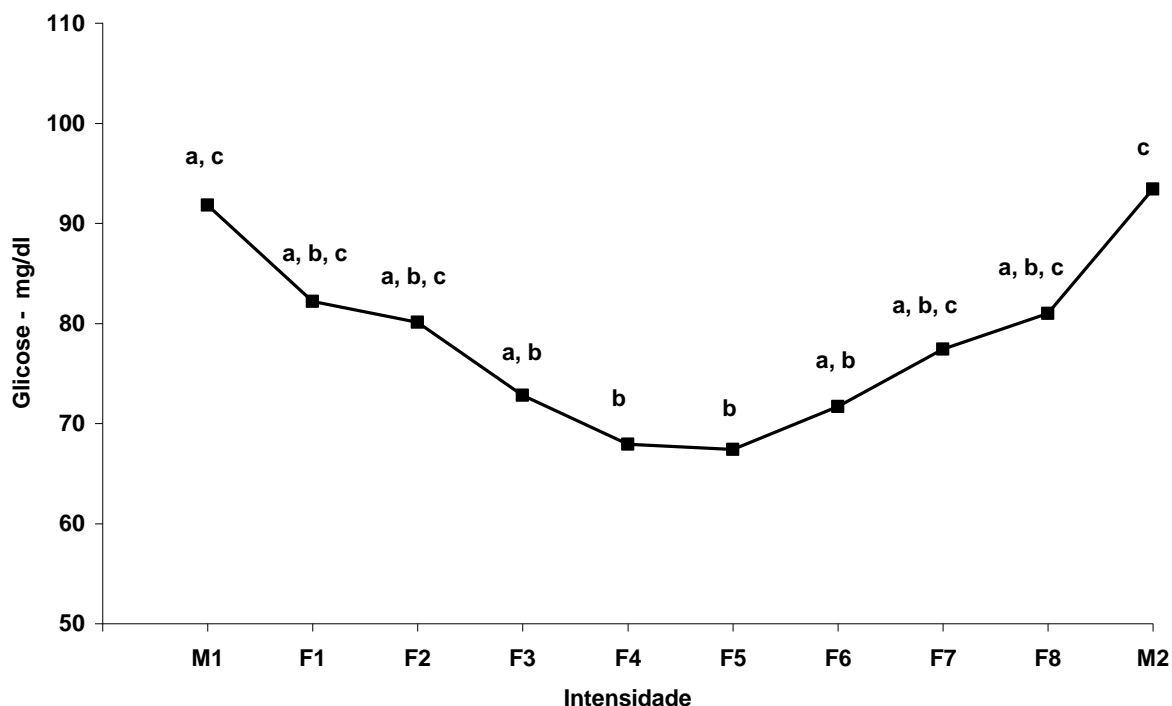


Gráfico 3. Distribuição das médias e medianas da concentração da glicemia (mg/dl) circulante obtidas nas diferentes intensidades de esforço nos estágios do protocolo de teste de esforço progressivo máximo a campo (letras diferentes indicam diferença estatística - $P \leq 0,05$)

CONCLUSÃO

O protocolo proposto demonstrou ser de fácil aplicação e reprodução a campo devido não apresentar nenhuma intercorrência durante o teste, ser possível com ele obter as curvas preconizadas pela literatura, e também a observação e avaliação das interações e inter-relações dos sistemas orgânicos mais relevantes durante o exercício. Permitiu a determinação do limiar de lactato de uma forma fácil e segura pela visualização da elevação sistemática e

contínua da concentração de lactato sérico com a perda da linearidade quando se traça uma reta entre os pontos da taxa de trabalho, o que torna esse protocolo de testes eficaz para a determinação de faixas de treinamento específicos para cada etapa do treinamento quando associadas à frequência cardíaca e ou avaliação de desempenho atlético quando utilizado rotineiramente durante a vida esportiva do animal.

REFERÊNCIAS

1. Marques MS. Influência do exercício físico sobre níveis de lactato plasmático e cortisol sérico em cavalos de corrida [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 2002.
2. Eaton MD. Energetics and performance. In: Hodgson DR, Rose RJ. The athletic horse - principles and practice of equine sports medicine. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1994. p. 49-61.
3. Powers SK, Howley ET. Metabolismo do exercício. In: Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. São Paulo: Manole; 2000. p. 45-62.
4. Wasserman K, Hansey JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. Fisiologia do exercício. In: Wasserman K, Hansey JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. Prova de esforço: princípios e interpretação. Rio de Janeiro: Revinter; 2005. p.10-61.
5. Evans DL. Pruebas de ejercicio a campo. In: Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Raymond JG. Medicina y cirugía en los equinos de deporte: ciencias básicas y clínicas de los equinos de deporte. Buenos Aires: Inter-Médica Editorial; 2007. p. 22-37.
6. Evans DL. Physiology of equine performance and associated test of function. Review article. *Equine Vet J.* 2007;39(4):373-83.
7. Léger L, Boucher R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montréal track test. *Can J Appl Sport Sci.* 1980;5(2):77-84.
8. Speirs VC. Exame clínico de equinos. Porto Alegre: Artmed; 1999.
9. Recommendations of German Society for Clinical Chemistry. Standardization of methods for the estimation of enzyme activities in biological fluids: standard method for the determination of creatine kinase activity. *J Clin Chem Clin Biochem.* 1977;15:255-60.
10. Sociedade Espanhola de Química Clínica. Comision de enzimas. *Quim Clin.* 1989;8:57-61.
11. Barbam D, Trinder P. An improved color reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. *Analyst.* 1972;97:142-5.

12. Westgard JO, Lahmeyer BL, Birnbaum ML. Use of the Du pont “automatic clinical analyzer” in direct determinations of lactic acid in plasma stabilized with sodium fluoride. *Clin Chem.* 1972;18:1334-8.
13. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiologia médica.* 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Kogan; 1998.
14. Guhl A, Lindner A, Von Wittke P. Use of the relationship between blood lactate and running speed to determine the exercise intensity of horses. *Vet Rec.* 1996;3:108-10.
15. Dahl S, Cotrel C, Leleu C. Optimal active recovery intensity in standardbreds after submaximal work. *Equine Vet J Suppl.* 2006;(36):102-5.
16. Gramkow HL, Evans DL. Correlation of race earnings with velocity at maximal heart rate during a field exercise test in thoroughbred racehorses. *Equine Vet J Suppl.* 2006;(36):118-22.
17. Rueca F, Conti MB, Porciello F, Spaterna A, Antognoni MT, Mangili V, et al. Relationship between running speed, isoenzymes of serum creatine kinase and lactate dehydrogenase and left ventricular function in stallions. *Equine Vet J Suppl.* 1999;30:163-5.
18. Nagata S, Takeda F, Kurosawa M, Mima K, Hiraga A, Kai M, et al. Plasma adrenocorticotropin, cortisol and catecholamines response to various exercises. *Equine Vet J Suppl.* 1999;30:570-4.
19. Mckeever KH, Gordon MB. Alteraciones endocrinas en el equino de deporte. In: Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Raymond JG. *Medicina y cirugía en los equinos de deporte: ciencias básicas y clínicas de los equinos de deporte.* Buenos Aires: Inter-Médica Editorial; 2007. p. 925-51.
20. Mottini V, Leleu C, Cotrel C. Harnessed vs. mounted standardbreds on the track: changes in gait and physiological variables. *Equine Vet J Suppl.* 2006;(36):468-72.
21. Treiber KH, Hess TM, Kronfeld DS, Boston RC, Geor RJ, Friere M, et al. Glucose dynamics during exercise: dietary energy sources affect minimal model parameters in trained Arabian geldings during endurance exercise. *Equine Vet J Suppl.* 2006;(36):631-6.

Recebido em: 13/01/11

Aceito em: 27/10/11