

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CORTISOL, TIROXINA, TRIIODOTIRONINA E GLICOSE COMO INDICATIVOS DE ESTRESSE EM CAVALOS PURO SANGUE INGLÊS DE CORRIDA, ANTES E APÓS A COMPETIÇÃO

PEDRINHO PAES TEIXEIRA¹, JOÃO TEODORO PADUA¹

1. Professores do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás.

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido nas instalações do Hipódromo da Lagoinha do Jockey Clube de Goiás, com o objetivo de avaliar os níveis de cortisol, tiroxina, triiodotironina e glicose como indicativos de estresse em cavalos puro sangue inglês de corrida, antes e após a competição. Foram utilizados 25 animais machos, com idade variando de 29 a 60 meses e peso vivo de 400 a 490 kg. A primeira colheita de sangue foi realizada na cocheira pela manhã (M1), a segunda no *paddock* às 15:00 horas (M2), horário da realização do primeiro páreo e a terceira no *paddock* imediatamente após a realização da corrida (M3). A frequência cardíaca, a frequência respiratória e a temperatura retal foram avaliadas imediatamente antes das colheitas de sangue. Os níveis de cortisol aumentaram signi-

ficativamente ($P < 0,01$), do momento M1 para o momento M2, e houve correlação com a temperatura do ar e a umidade relativa ($r=0,45$). Entre os hormônios tireoidianos, somente o T3 sofreu alteração significativa ($P < 0,01$) em relação ao dia e à interação momento \times dia ($P < 0,05$), diminuindo sua concentração do momento M2 para o momento M3. As concentrações de glicose sofreram variações médias significativas ($P < 0,01$) devido aos momentos e à interação momento \times dia. A frequência cardiorrespiratória e a temperatura retal tiveram variações significativas ($P < 0,01$) nos momentos observados. Os animais apresentaram elevados níveis de cortisol e valores altos das características fisiológicas, sugerindo uma condição de estresse momentos antes e imediatamente após a competição.

PALAVRAS-CHAVE: Equinos, estresse, hormônios, corrida.

SUMMARY

EVALUATION OF CORTISOL, THYROXINE, TRIIODOTHYRONINE AND GLUCOSE LEVELS AS STRESS INDICATIVES IN THOROUGHBRED RACEHORSES, BEFORE AND AFTER THE COMPETITION

This experiment was developed at Racecourse of the Pond of Jockey Club of Goiás, in order to evaluate the levels of cortisol, T3, T4 and glucose as stress indicatives in thoroughbred racehorses, before and after the competition. 25 males, aging between 29 and 60 months and weighing from 400 to 490 kg were tested. The first blood sample was collected in the stable, in the morning (M1). The second one, at 3:00 p.m, in the paddock (M2), before the moment of the accomplishment of the first race, and the third one, in the paddock immediately after finishing the first race (M3). The heart frequency, the respiratory rate and rectal temperature, were recorded in the same moments before the blood collection, and the environmental variables were registered in the moments that the blood had been drawn. The largest

variation ($P < 0,01$) of the cortisol levels occurred between M1 and M2, and there was correlation with the temperature of the air and relative humidity ($r=0,45$). About thyroid hormones, only T3 was affected by day ($P < 0,01$), and occurred interaction moment \times day ($P < 0,05$), decreasing its concentration of the moment M2 to the moment M3. Glucose concentrations varied significantly ($P < 0,01$) due to moments, and an interaction moment \times day. The heart frequency, respiratory rate and rectal temperature had significant variations ($P < 0,01$) due to the moments of the observations. In this experiment, it was possible to conclude that animals presented high cortisol levels and high values of physiologic characteristics, suggesting stress in the moments before and immediately after the competition.

KEY WORDS: Horses, stress, hormones, race.

INTRODUÇÃO

O cavalo puro sangue inglês é um animal de temperamento indócil e apresenta baixa resistência às enfermidades mais comuns dos eqüinos. Devido à sua utilização em corridas esportivas, passa a maior parte da sua vida útil em regime de confinamento, o que o deixa predisposto a uma série de alterações físicas e metabólicas. Vários fatores estão relacionados com o comportamento destes animais nas pistas, e, dentre eles, destacam-se a relação entre o homem e o animal, interação animal e meio ambiente (temperatura ambiente, a umidade relativa, altitude, radiação solar, poluição sonora), sistema de manejo, estado físico e outros. Todos esses agentes podem interferir na *performance* de um cavalo atleta, por serem muitas vezes agressores que promovem no organismo reações não específicas de adaptação e conseqüentemente alteração da secreção hormonal e das características fisiológicas, requerendo, portanto, cuidados especiais.

Informações sobre o comportamento e desempenho dos cavalos puro sangue inglês em competição são escassas e nem sempre são precisas (Mota, 2000).

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar os níveis séricos de cortisol, tiroxina (T4), triiodotironina (T3) e glicose total como indicativos de estresse em cavalos puro sangue inglês de corrida antes e após a competição.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de agosto a setembro de 1999 nas instalações do Hipódromo da Lagoinha (Jóquei Clube de Goiás) no município de Goiânia, latitude sul de 16° 40' 22," e longitude de 49° 15' 29" a oeste de Greenwich e uma altitude média de 700m (MARA, 1992). No período foram observadas as seguintes normas climatológicas: temperatura média de 25,3°C, máxima de 30°C, e mínima de 18,2°C, umidade relativa média 59,3%, precipitação pluviométrica de 1.487,2 mm e insolação total de 2.645,7 horas (INMET, 1999).

Foram utilizados 25 eqüinos machos da raça puro sangue inglês de corrida, com idade variando

de 29 a 60 meses e peso vivo de 400 a 490 kg. Um dia antes da competição, com base no informativo da programação oficial do Jóquei Clube de Goiás, foram sorteados cinco animais inscritos no primeiro páreo, para as colheitas das amostras e realização das observações. Este procedimento se repetiu por cinco finais de semana, compreendendo o período dos meses de agosto a setembro de 1999.

No dia da corrida, tomaram-se três amostras de sangue diretamente da veia jugular. As colheitas foram realizadas no período matutino na cocheira, à tarde no *paddock*, 30 minutos antes do início da corrida e imediatamente após o término do páreo no *paddock*, constituindo respectivamente os momentos M1, M2 e M3, que foram considerados tratamento principal.

A frequência cardíaca, a frequência respiratória e a temperatura retal foram obtidas imediatamente antes das colheitas de sangue, quando a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar também eram registradas.

Com o objetivo de reunir em uma única variável a temperatura ambiente e a umidade relativa, foi elaborado um índice denominado Índice de Temperatura e Umidade, dado pela fórmula: $THI = 0,72 (Tbs + Tbu) + 40,6$ (MacDowell e Jhonston, 1971), em que Tbs = temperatura do bulbo seco Tbu = temperatura do bulbo úmido.

As concentrações séricas totais de cortisol, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) foram determinadas utilizando-se o método imunoensaio enzimático proposto por Tietz (1986), Walken (1977), Schall (1978), respectivamente, no laboratório do Centro de Pesquisas em Alimentos da Escola de Veterinária / UFG, e a glicose utilizando-se o método Blood Glucose Test Strips, proposto por Henry (1984), no laboratório do Hospital do Hipódromo da Lagoinha.

Para verificação da significância estatística dos dados coletados, utilizou-se o pacote computacional SAS (1996). Para as variáveis dependentes, cortisol, T3, T4, glicose, frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal realizou-se análise estatística pelo método dos quadrados mínimos, segundo o procedimento GLM.

Os coeficientes de correlação simples entre as variáveis fisiológicas e ambientais obtidas duran-

te a fase experimental (correlação de Pearson) foram estimados, e as médias das variáveis obtidas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, os níveis de cortisol foram influenciados por momento e dia ($P < 0,01$), sendo o momento a principal causa da variação. O fato de o animal dentro de momento não ter sido causa de variação sobre os hormônios estudados demonstra a uniformidade dos cavalos utilizados. Estes resultados mostram que os níveis de cortisol variaram segundo os horários (momentos) de observação (Figura 1) verificando-se grande diferença da concentração hormonal do momento 1 para o momento 3, passando de 67,76 ng/ml a 176,44 ng/ml (Tabela 2). A média da concentração sérica de cortisol ($126,09 \pm 59,5$ ng/ml) foi superior à encontrado por White et al. (1991), quando, ao avaliaram o nível do hormônio em equinos após a corri-

da, encontraram valores inferiores aos verificados, por Linden et al. (1990), no plasma de cavalos após o exercício. No entanto, foram muito superiores aos níveis encontrados por outros autores, sem imposição de nenhum tipo de estresse (Kolb, 1979; Mills et al., 1997; Nogueira e Barnabé, 1997). Segundo Dickson (1996), o estresse provoca um aumento dos níveis de cortisol livre no plasma sanguíneo, cujas concentrações plasmáticas variam amplamente, e pode ocorrer dentro de um período de tempo muito curto. O estresse de qualquer tipo, incluindo os agentes ou estímulos nocivos que requerem uma adaptação do organismo, aumenta de modo acentuado os níveis de cortisol. Esses resultados permitem afirmar que a corrida foi um fator determinante na variação dos níveis de cortisol (de 67,76 para 176,44 ng/ml), indicando ser um agente estressor. Diversos autores têm associado alterações dos níveis de cortisol ao estado de estresse em equinos (Martinez et al., 1988; Cunningham, 1993; Ladewig et al., 1993; Matthews, Robert, 1996).

TABELA 1. Resumo da análise de variância das variáveis hormonais, cortisol (Cs), triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) em cavalos PSI do grupo experimental.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Cs	T3	T4
Momento	2	75016,893**	3,834	32,648
Animal dentro de momento	12	1763,280	0,579	68,050
Dia	4	18202,153**	7,315**	122,010
Momento x dia	8	3731,343	3,398*	17,226
Resíduo	48	3537,138	1,526	56,694
Total	74	-	-	-

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

TABELA 2. Médias e desvios-padrão estimados pelo método dos quadrados mínimos e coeficientes de variação do cortisol, T3 e T4 nos momentos M1, M2 e M3 nos cavalos do grupo experimental.

	Cortisol (ng/ml)	T3 (ng/ml)	T4 (μ g/dl)
Média	$126,09 \pm 59,05$	$3,05 \pm 1,2$	$8,49 \pm 7,5$
M1	67,76 a	3,19 a	8,22 a
M2	134,08 b	3,35 a	9,75 a
M3	176,44 c	2,60 b	7,51 a
CV	47,16	40,54	88,65

As médias na mesma coluna seguidas de letras iguais não diferiram significativamente entre si ($P > 0,05$)

Com relação aos hormônios tireoideanos apenas a concentração de triiodotironina (T3) foi afetada pelo dia ($P < 0,01$) e pela interação momento \times dia ($P < 0,05$).

A maior parte da triiodotironina circulante é derivada da desiodinação periférica da tiroxina pela enzima 5-desiodinase (Dickson, 1996).

As variações nos níveis de T3 e T4 segundo os momentos das colheitas de sangue são apresentadas nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

A tiroxina experimentou um aumento da concentração até o momento 2, passando a uma redução drástica até o momento 3 (imediatamente após o final da corrida). O período compreendido entre M2 e M3 correspondeu ao tempo percorrido pelos cavalos durante a corrida. Neste período os animais tiveram um intenso movimento muscular, necessitando de um grande aporte energético.

Analisados em conjunto, percebe-se que a triiodotironina teve os níveis reduzidos de M2 para M3 e a tiroxina sofreu um aumento até M2, passando a diminuir até M3. Provavelmente isso ocorreu devido à maior utilização destes hormônios no metabolismo muscular, uma vez que os cavalos desenvolveram intenso exercício físico durante a competição. Segundo Genut (1986) e Saul (1996), a tiroxina é convertida em triiodotironina e esta é imediatamente utilizada no metabolismo muscular.

A média do nível sérico de tiroxina total foi de $8,49 \pm 7,5 \mu\text{g/dl}$, e isto demonstra que este valor foi significativamente alto em relação aos valores encon-

trados por Kaneko (1999), Chen e Riley (1981), Cunningham (1993) e Anderson et al. (1998). Para a triiodotironina obteve-se média de $3,05 \pm 1,2 \text{ng/ml}$, superior aos níveis encontrados por Lothrop (1986), Cunningham (1993) e Anderson et al. (1998). Comparando as variações médias das concentrações dos hormônios da tireóide, pode-se observar que os níveis de T4 foram maiores que os de T3, levando a concluir que houve maior atividade da glândula, secretando mais tiroxina e conseqüentemente uma maior conversão de T4 em T3. Segundo Stabenfeldt (1993), a maior concentração de T4 é conseqüência de o hormônio apresentar maior meia-vida de seis a sete dias em relação ao T3, que é apenas de 24 horas.

A concentração de glicose (Tabela 3) apresentou maior variação nos momentos e na interação momento \times dia ($P < 0,01$) e ainda relacionada com o dia ($P < 0,05$). Este resultado mostra claramente que a glicose teve como causa de variação o momento e o dia das observações (Figura 4). Os depósitos de glicogênio são os mais importantes supridores de substrato glicolítico no músculo esquelético durante o exercício. A glicose sangüínea pode fornecer entre 20% a 50% do substrato energético utilizado pelo músculo esquelético no decorrer do exercício. Durante a fase inicial do trabalho de intensidade moderada, a produção de glicose ocorre predominantemente pela glicogenólise, e essa dominância aumenta com a maior intensidade do trabalho (Wolisky e Hickson, 1994).

TABELA 3. Resumo da análise de variância da glicose sangüínea em cavalos PSI do grupo experimental.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Momento	2	2003,773**
Animal dentro de momento	12	142,953
Dia	4	530,913*
Momento \times dia	8	527,673**
Resíduo	48	153,011
Total	74	

* $P < 0,05$ ** $P < 0,01$

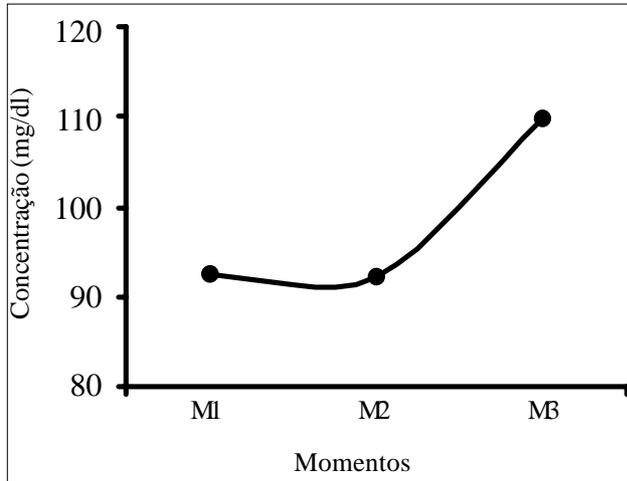


FIGURA 1. Variação média dos valores séricos do cortisol em cavalos PSI pertencentes ao grupo experimental, segundo os momentos das colheitas de sangue.

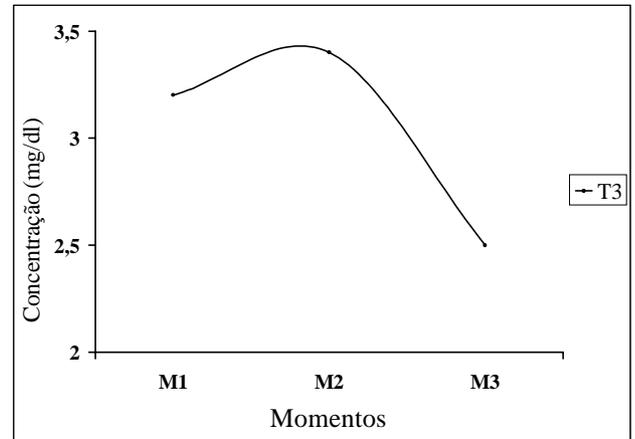


FIGURA 2. Variação média dos valores séricos da triiodotironina (T3) em cavalos PSI pertencentes ao grupo experimental, segundo os momentos das colheitas de sangue.

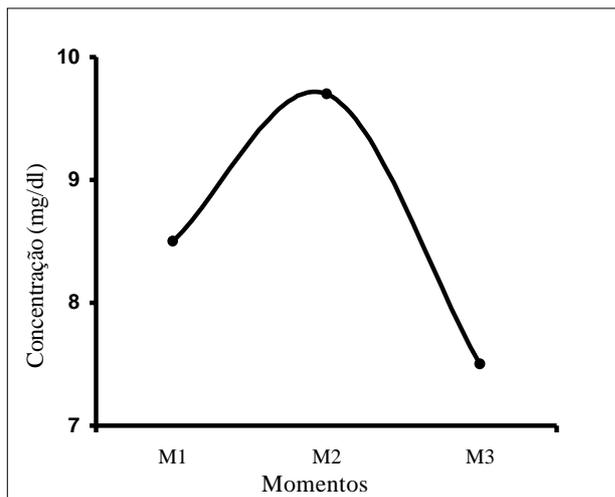


FIGURA 3. Variação média dos valores séricos da tiroxina (T4) em cavalos PSI pertencentes ao grupo experimental, segundo os momentos das colheitas de sangue

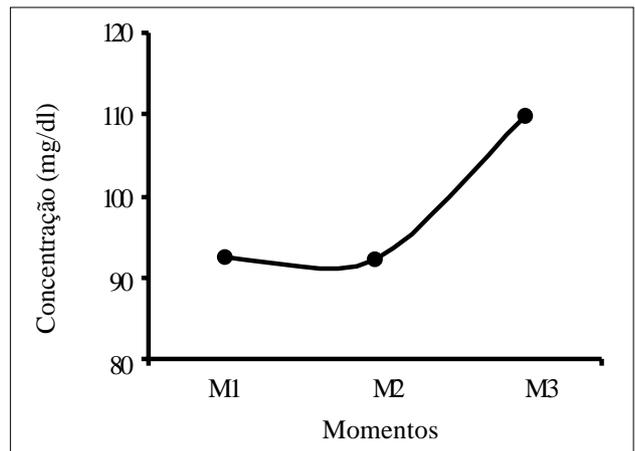


FIGURA 4. Variação média dos valores sanguíneos da glicose, em cavalos PSI pertencentes ao grupo experimental, segundo os momentos das colheitas de sangue.

A concentração média de glicose de $97,5 \pm 12,5$ mg/dl está dentro dos parâmetros fisiológicos normais, concordando com Thomassiam (1984), 58 a 113mg/dl, e Kaneko (1979), 75 a 115mg/dl. No entanto, para as variações mais ocorridas, principalmente no momento M3, entende-se como aumento da glicogenólise e ou neoglicogênese, concordando com Wolinski e Hickson (1994) e Nogueira e Barnabé (1997).

As variáveis fisiológicas frequência cardíaca (Fc), frequência respiratória (Fr) e temperatura retal (Tr) foram influenciadas pelo momento, ou seja, pelos horários de observação. Conforme demonstra a Tabela 5, além da influência de momento, somente a Fr foi afetada pelo dia de observação ($P < 0,01$).

As variações médias das características fisiológicas nos momentos das observações e colheitas das amostras são visualizadas nas Figuras 5, 6 e 7.

TABELA 4. Média e desvio-padrão, estimados pelo método dos quadrados mínimos e coeficiente de variação (CV) da variável dependente glicose (Gl), em cavalos PSI do grupo experimental, referentes aos momentos de colheitas e observações (M1 = 5:00 horas antes da competição, na cocheira, M2 = 30 minutos antes da corrida, no *paddock* e M3 = imediatamente após a competição, no *paddock*).

Momentos	Glicose (mg/dl)
Média	97,5±12,5
Momento 1	92,64 a
Momento 2	92,12 a
Momento 3	107,88 b
CV	12,68

As médias na mesma coluna seguidas de letras iguais não diferiram significativamente entre si ($P < 0,05$)

O estresse calórico exerce pronunciados efeitos sobre características cardiorrespiratórias nos animais. As glândulas adrenal e tireóide respondem às variações das condições ambientais, determinando os ajustes fisiológicos necessários (McDonald, 1980). Neste sentido, Dantzer e Mormed (1984) concluíram que o organismo reage ao estímulo de um agente estressor, alterando a frequência respiratória, tornando-a mais profunda e rápida e como consequência elevando a frequência cardíaca. Neste experimento pode-se afirmar que as alterações aqui observadas foram no sentido de elevação da frequência cardiorrespiratória e que o agente estressor foi o fator momento.

Analisando a Tabela 6, com referência à frequência cardíaca, observa-se que a média aqui demonstrada está bem superior aos valores encontrados na literatura consultada. Este resultado era esperado, visto que a média aqui observada foi obtida em cavalos antes e imediatamente após a corrida (69 bpm), enquanto os valores relatados na literatura referem-se a animais em estado fisiológico normal. Isto demonstra que o aumento da frequência respiratória sugere que os animais responderam prontamente às variações da temperatura ambiente e umidade relativa, para atender à homeotermia. Com referência à temperatura retal média observada, $38,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$, ela está de acordo com os limites considerados fisiológicos para equinos adultos, no entanto, os resultados

TABELA 5. Resumo da análise de variância das características fisiológicas: frequência cardíaca (Fc), frequência respiratória (Fr) e temperatura retal (Tr) nos cavalos PSI do grupo experimental.

		Fc	Fr	Tr
Momentos	2	48729,053**	963,893**	14,586**
Animal dentro de momento	12	101,986	33,333	0,073
Dia	4	272,920	267,280**	0,098
Momento x dia	8	354,720	60,360	0,181
Resíduo	48	219,286	37,200	0,090
Total	74			

** $P < 0,01$

apontam uma maior variação da temperatura retal ocorrida no momento M3. Segundo Kolb (1979), durante o trabalho muscular intenso desenvolvido pelos animais, pode ocorrer um aumento da temperatura interna de até 1°C .

Os coeficientes de correlação estabelecidos entre os valores séricos hormonais, glicose sanguínea, parâmetros fisiológicos e ambientais, avaliados nos momentos M1, M2 e M3, estão demonstrados na Tabela 7.

Observando a Tabela 7, pode-se constatar que o cortisol se correlacionou positivamente com a temperatura ambiente e a umidade do ar, representados pelo índice de temperatura e umidade, THI ($r = 0,45$), caracterizando uma resposta do organismo às variáveis, justificando que a elevação da temperatura ambiente e umidade do ar proporciona maior desconforto térmico e consequentemente maior liberação do cortisol.

Os níveis de cortisol estão correlacionados positivamente com a frequência cardíaca ($r = 0,46$), frequência respiratória ($r = 0,53$) e com a temperatura retal ($r = 0,47$). Os valores das correlações indicam que, sob condições de altas Fc, Fr e Tr, os equinos tiveram elevados níveis de cortisol no sangue, sendo isto um indicativo de estresse. Segundo Ladewig et al. (1993) e Dickson (1996), os níveis altos de cortisol liberados na corrente sanguínea têm sido frequentemente utilizados para caracterizar res-

posta ao estresse em equínos. Entretanto houve correlação baixa, apesar de positiva, do cortisol com T3 ($r = 0,15$) e T4 ($r = 0,39$). A correlação positiva do cortisol com a glicose ($r = 0,16$) está de acordo com Wolinsky e Hickson (1994), que afirmam que a produção de glicose é estimulada também pelo aumento dos níveis de cortisol na circulação, e a sua concentração plasmática pode mesmo aumentar na primeira hora do exercício.

Houve correlação elevada e positiva entre as características fisiológicas (Tabela 7). Assim, as correlações entre Fc e Fr, Fc e Tr foram respectivamente de 0,81 e 0,83. Com relação ao comportamento dos níveis de T3 e T4, os resultados não seguiram a mesma linha, apresentando correlações mais baixas e negativas. Isto pode ser explicado pela utilização mais intensa destes hormônios pelos cavalos quando em condições de estresse. À medida que

aumentaram os valores de Fc, Fr e Tr, denotando um estado de estresse, aumentou a utilização do T3 e do T4, embora em níveis diferentes entre estes dois hormônios. Como é demonstrado nas Figuras 2 e 3, houve diferença entre as variações de acordo com os momentos. O T4 aumentou os seus níveis até o M2, expressando a partir daí uma queda acentuada até o M3, enquanto para T3 houve leve aumento até M2 e a partir daí uma redução até M3. Por outro lado, as Figuras 5, 6 e 7 demonstram que os valores de Fc, Fr e Tr foram aumentando continuamente entre M1 e M3. Os valores obtidos para as correlações entre T3 e Fc, T3 e Fr, T3 e Tr foram respectivamente de -0,18, -0,17 e -0,10. Conforme discutido anteriormente, os valores das correlações com o T4 foram menores e iguais a -0,16, -0,05 e -0,01 respectivamente para Fc, Fr e Tr.

TABELA 6. Médias e desvios-padrão, estimados pelo método dos quadrados mínimos e coeficiente de variação (CV) das variáveis dependentes, frequência cardíaca (Fc), frequência respiratória (Fr), temperatura retal (Tr), em cavalos PSI referentes aos momentos das observações e colheitas de sangue (M1 = 5:00 horas antes da competição, na cocheira, M2 = 30 minutos antes da corrida, no *paddock* e M3 = imediatamente após a competição, no *paddock*).

	Fc (bpm)	Fr (mm)	Tr (°C)
Média	69,11±14,8	35,15±6,1	38,52±0,3
M1	33,20 a	20,96 a	37,89 a
M2	55,72 b	2,88 b	38,30 b
M3	118,40 c	51,60 c	39,37 c
CV	21,42	17,35	0,78

As médias na mesma coluna seguidas de letras iguais não diferiram significativamente entre si ($P > 0,05$)

TABELA 7. Coeficientes de correlação estabelecidos entre os valores das variáveis séricas hormonais, glicose sangüínea, parâmetros fisiológicos e ambientais nos momentos M1, M2 e M3 em cavalos PSI do grupo experimental.

	Cortisol	T3	T4	Glicose	F. Card	F. Resp .	T.Retal	THI
Cortisol	—	0,15	0,39	0,16	0,46	0,53	0,47	0,45
T3	*	—	0,32	-0,12	-0,18	-0,17	-0,10	0,10
T4	*	*	—	0,03	-0,16	-0,05	-0,01	0,02
Glicose	*	*	*	—	0,30	0,30	0,39	0,32
F. card.	*	*	*	*	—	0,81	0,83	0,57
F. resp.	*	*	*	*	*	—	0,76	0,57

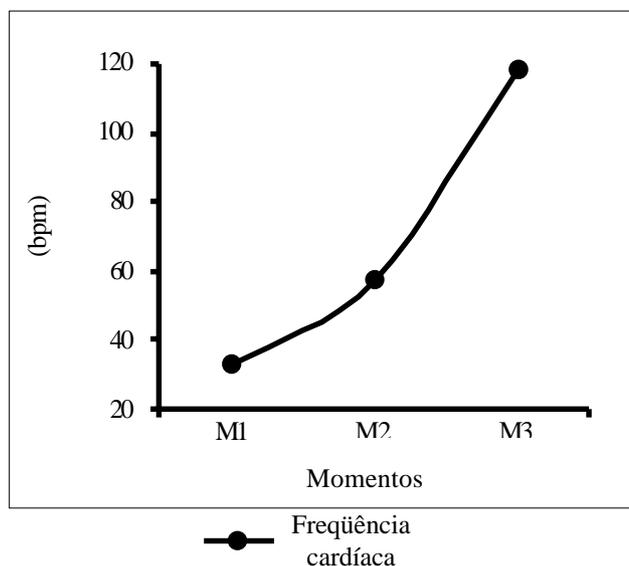


FIGURA 5. Variação média do parâmetro frequência cardíaca, em cavalos PSI pertencentes ao grupo experimental, segundo os momentos das colheitas de sangue.

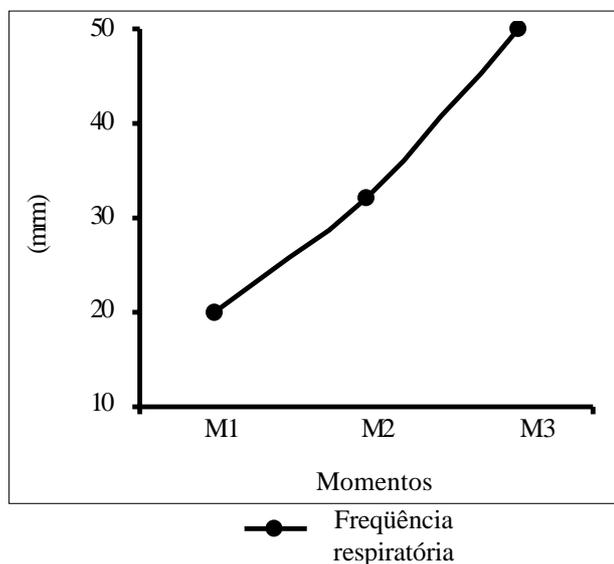


FIGURA 6. Variação média do parâmetro frequência respiratória, em cavalos PSI pertencentes ao grupo experimental, segundo os momentos das colheitas de sangue.

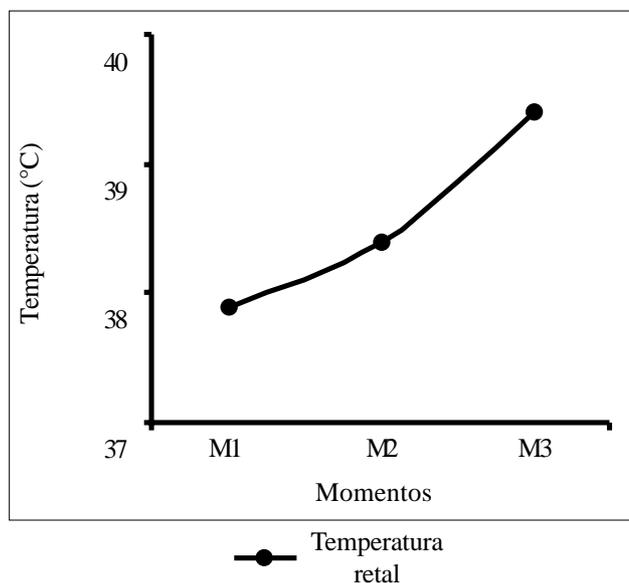


FIGURA 7. Variação média da temperatura retal em cavalos PSI pertencentes ao grupo experimental, segundo os momentos das colheitas de sangue.

A temperatura ambiente e umidade relativa do ar correlacionaram-se significativamente com a temperatura retal ($r = 0,60$), com a frequência respiratória ($r = 0,57$) e com a frequência cardíaca ($r = 0,57$), entretanto não houve correlação significativa com o T3 ($r = 0,10$) e T4 ($r = 0,02$). Isto revela uma elevada influência das características ambientais (tem-

peratura ambiente e umidade relativa do ar), representadas pelo índice THI, sobre as características fisiológicas. Como resposta ao aumento tanto da temperatura ambiente como da umidade relativa, os animais tiveram as suas frequências cardíaca, respiratória e temperatura retal alteradas no mesmo sentido. Este comportamento explica a influência do ambiente sobre a termorregulação e conseqüentemente sobre a manutenção das condições homeotérmicas, concordando com as afirmativas de Dantzer e Mormed (1984).

A frequência respiratória correlacionou-se alta e positivamente com a temperatura retal ($r = 0,76$) e com THI ($r = 0,57$). Denota-se daí que a frequência respiratória é um mecanismo auxiliar importante contra o aumento da temperatura corporal, aqui representada pela temperatura retal. Segundo Genuth (1996), processos importantes na manutenção dos níveis aceitáveis da temperatura corporal são a sudorese e a ventilação, mecanismos responsáveis pela eliminação de calor via evaporação. Outra observação a ser considerada refere-se ao aumento de THI, que induz uma sensível elevação da frequência respiratória.

Os valores das correlações dos níveis de cortisol com as características fisiológicas demonstram uma estreita relação entre estas variáveis, o que

caracteriza uma reação do organismo animal à presença de possíveis agentes estressores.

A possibilidade de os valores séricos de cortisol, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), glicose sanguínea e dos parâmetros fisiológicos obtidos antes e após a competição serem indicativos de estresse depois de analisados fundamenta-se nos relatos de McDonald (1980), Dantzer e Mormed (1984), Cunningham (1993), Ladewig (1993), Dickson (1996), Genut (1996) e Encarnação (1997).

CONCLUSÕES

Os valores elevados dos níveis de cortisol e das características fisiológicas sugerem que os cavalos manifestaram condição de estresse nos momentos anteriores e imediatamente após a corrida. Existe indicativo de que o fato de se aproximar do momento da corrida induz os animais a alterarem os níveis de cortisol e as características fisiológicas.

As correlações elevadas e positivas entre as variáveis climáticas e as características fisiológicas indicam que o ambiente induziu alteração nos valores normais da Fc, Fr e Tr em cavalos puro sangue inglês.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R. R.; NIXON, D. A.; AKASHA, M. A.; ADAM, B. C. Total and free thyroxine and triiodothyronine in blood serum of mammals. *Comparative Biochemistry and Physiology [A]*, Missouri, v. 3, n. 89, p. 401-404, 1998.
- CHEN, C. L.; RILEY, A. M. Concentração de tiroxina e triiodotironina no soro sanguíneo de potros neonatal e cavalos adultos. *American Journal Veterinary Research*, v. 8, n. 42, p. 1415-1417, 1981.
- CUNNINGHAM, J. G. Glândulas endócrinas e sua função. In: CUNNINGHAM, J. G. *Tratado de fisiologia veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 260-296.
- DANTZER, R.; MORMED, P. *El stress em la cria intensiva del ganado*. Zaragoza: Acribia, 130 p, 1984.
- DICKSON, W. M. Endocrinologia, reprodução e lactação. Glândulas endócrinas. In: SWENSON, M. J. *Dukes: fisiologia dois animais domésticos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 571-602.
- DUCKETT, W. M.; MANNING, J. P.; WESTON, P. G. Thyroid hormone periodicity in healthy adult geldings. *Equine Veterinary Journal*, v. 21, n. 5, p. 123-125, 1989.
- ENCARNAÇÃO, E. O. *Estresse e produção animal*. 3. reimpr. Campo Grande: Embrapa - CNPQC, 1997. 32p.
- GENUTH, S. M. A glândula tireóide. In: BERNE, R. M.; LEVY, M. N. *Princípios de fisiologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p. 875-887.
- HENRY, J. B. *Clinical diagnosis and management by laboratory*. Philadelphia: Methods, 1984. p. 1433.
- INMET. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 1999.
- KANEKO, J. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 3. ed. California: Academic Press. 1979. p. 461-510.
- KOLB, E. Os hormônios. In: KOLB, E. *Fisiologia veterinária*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1979. p. 41-58.
- LADEWIG, J.; RUSHEN, J.; SCHOUTEN, W.; TERLOUW, E. M. C. Stress and the physiological correlates of stereotypic behaviour. In: LAWRENCE, A. B.; RUSHEN, J. *Stereotypic animal behavior: fundamentals and applicatios to Welfare*. Wallingford: CAB International, 1993. p. 97-118.
- LINDEN. A.; ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Comparison of the adrenocortical response to both pharmacological and physiological stresses in sport horses. *Revista Zentralbl Veterinarmed [A]*, v. 8, n. 37, p. 601-604, Sept. 1990.
- LOTHOP, JR. C. D.; NOLAN, H. L. Equine thyroid function assessment with the thyrotropin-releasing hormone response test. *American Journal Veterinary Research*, v. 47, n. 4, p. 942-944, 1986.

- MARA. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normas climatológicas*. Brasília: Departamento de Meteorologia, 1992. p. 9.
- MARTINEZ, R.; GODOY, A.; NARETTO, E.; WHITE, A. Neuroendocrine changes produced by competition stress on the Thoroughbred race horse. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, v. 91, n. 3, p. 599-602, 1988.
- MATTHEWS, N. L.; ROBERT, M. B. As glândulas adrenais. In: MATTHEWS, N. L.; ROBERT, M. B. *Fisiologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 890-918.
- MACDOWELL; R. E.; JHONSTON, J. K. *Research under field conditions: a guide to environmental research on animal*. Washington: National Academy of Sciences, 1971. p. 306-359.
- MCDONALD, L. E. *Veterinary endocrinology and reproduction*. Philadelphia: Lea e Febiger, 1980. p. 428-509.
- MILLS, P. C.; KRAMER, H.; AUER, D. E. Stress response to chronic inflammation in the horse. *Equine Veterinary Journal*, v. 29, n. 6, p. 483-486, nov. 1997.
- MOTA, S. D. M. Genética nas pistas. *Revista Unesp Rural*, n. 17, p. 22, 2000.
- NOGUEIRA, G. P.; BARNABÉ, R. C. O cavalo puro sangue inglês está sob estresse crônico. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 30, 1997. p. 1237-1239.
- SAS. *User's guides: statistics*. 5. ed. Cary: SAS Institute, 1996. 956p.
- SAUL, M. GENUTH. O sistema endócrino. In: ROBERT, M.; BERNE, M.; LEVY, N. *Fisiologia humana*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 882-885.
- SCHALL, R. F. A sensitive manual enzyme immunoassay for thyroxine. *Clinical Chemistry*, v. 10, n. 24, p. 180, 1978.
- STABENFELDT, G. H. Glândulas endócrinas e sua ação. In: CUNNINGHAM, J. G. *Tratado de fisiologia veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 273-296.
- STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G. Variação dos níveis de cortisol, T3 e T4, de ovinos em ambiente tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2. Goiânia, 1998. *Anais...*, Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1998. p. 400.
- THOMASSIAN, A. *Enfermidades dos cavalos*. Botucatu: Varela, 1984. p. 282-283.
- TIETZ, N. W. *Fundamentals of clinical chemistry*. Philadelphia: Saunders Co. 1986. p. 427.
- WALKER, W. H. C. Introduction to an approach to immunoassay. *Clinical Chemistry*, v. 2, n. 23, p. 384, 1977.
- WHITE, A.; REYES, A.; GODOY, A.; MARTINEZ, R. Effects of transport and racing on ionic changes in thoroughbred race horses. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, v. 99, n. 3, 1991. p. 343-346.
- WOLINSKY, I.; HICKSON, J. F. *Nutrition in exercise and sport*. 2. ed. Texas: CRC Press, Inc. 1994. p. 29-31.