

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Veterinária
Metodologia Aplicada à Conclusão de Curso

Balanço eletrolítico em cavalos de enduro: alterações, suplementação e reposição de
eletrólitos

Ana Thaddeu Gomes

Porto Alegre
2014/1

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Veterinária
Metodologia Aplicada à Conclusão de Curso

Balanço eletrolítico em cavalos de enduro: alterações, suplementação e reposição de
eletrólitos

Autor: Ana Thaddeu Gomes

Monografia apresentada à Faculdade de
Veterinária como requisito parcial para a
obtenção da Graduação em Medicina Veterinária

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Grillo

Porto Alegre

2014/1

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a meu filho, Santiago, pela compreensão por tantas horas longe na busca desse sonho.

Agradeço a meu pai, que me inspirou na escolha da minha profissão, e pela oportunidade que tive de conviver com os animais desde pequena, despertando essa vontade de estudar para um dia servi-los. À minha mãe, pelo apoio e cuidado desde sempre. Vocês oportunizaram e fizeram com que isso fosse possível. A meus irmãos, que de diferentes maneiras estiveram presentes não só durante esses 6 anos, mas desde que nasci.

Ao Gonçalo, que desde o segundo semestre esteve ao meu lado, e foi o principal incentivador para que eu seguisse essa caminhada, me apoiou durante todos os dias e me ensinou o que é companheirismo, respeito e amor.

Agradeço aos professores, veterinários e colegas que forneceram a base do conhecimento e, mais do que isso, ensinaram a ter carinho e dedicação aos animais.

RESUMO

A prova de enduro é classificada como um esforço aeróbico intenso, levando a um aumento na taxa metabólica, na temperatura corporal e conseqüente aumento na produção de suor, que contém grande quantidade de fluido e eletrólitos, como sódio e cloreto. Entretanto, a desidratação e depleção de eletrólitos podem comprometer a performance, e, em última análise, as funções vitais, levando a distúrbios ácido-básicos como a alcalose metabólica. Logo, a suplementação com pastas eletrolíticas aparece como uma alternativa para repor os déficits, embora estas não tenham produzido nenhuma vantagem competitiva durante as provas, nem atenuado a perda de massa corporal, mas induziram hipernatremia e hiperclorémia e levaram a uma menor ocorrência de alcalose metabólica. A hidratação e alimentação durante a prova, a reposição de fluido e eletrólitos após o exercício intenso e condicionamento dos animais são pontos chave para uma melhor performance.

Palavras-chave: enduro. Eletrólitos. Equilíbrio eletrolítico. Resistência. Equinos.

ABSTRACT

Endurance rides are classified as an intense aerobic exercise, increasing metabolic rates, body temperature and consequent increase in sweat production, which contains lots of fluid and electrolytes, as sodium and chloride. However, the dehydration and depletion of electrolytes may compromise the performance, and ultimately, vital functions, leading to acid-base disorders, as metabolic alkalosis. Then, the supplementation with oral electrolyte pastes appears as an alternative to replace the deficits, although these pastes didn't produced any competitive advantage, nor attenuated the body-mass loss, but induced hypernatremia and hyperchloremia, and lowest occurrence of metabolic alkalosis. The hydration and feeding during the ride, the replacement of fluid and electrolytes after and the conditioning of the horses are critical points that provide a better performance.

Key-words: endurance. Electrolytes. Electrolytic balance. Equine. Resistance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição compartimental da perda de fluidos durante exercício.....	14
-----------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Concentração de eletrólitos no suor de equinos em exercício.....	12
Tabela 2- Efeito do exercício de enduro controlado no balanço de fluidos.....	13
Tabela 3- Valores de proteína plasmática total e eletrólitos de cavalos competindo em corridas de enduro.....	17

LISTA DE ABREVIATURAS

ABCCC	Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos
bpm	batimentos cardíacos por minuto
Ca	cálcio
Cl	cloro
FEC	fluido intracelular
FEI	Federação Equestre Internacional
FIC	fluido intracelular
g	grama
g/kg	gramas por quilo
g/L	gramas por litro
K	potássio
Kg	quilograma
Km	quilômetro
L	litro
L/h	litros por hora
Mg	magnésio
mg	miligrama
mmol/L	milimol por litro
Na	sódio
pH	potencial de hidrogênio
PPT	proteína plasmática total
°C	graus Celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1	A prova de enduro.....	12
2.2	Composição do suor equino.....	13
2.3	Distribuição fisiológica de fluidos corporais.....	14
2.3.1	Vias fisiológicas de excreção de água e eletrólitos.....	15
2.4	Alterações eletrolíticas.....	17
2.4.1	Sódio.....	18
2.4.2	Potássio.....	19
2.4.3	Cloreto.....	20
2.4.4	Cálcio.....	20
2.4.5	Magnésio.....	20
2.5	Desequilíbrios eletrolíticos.....	21
2.6	Suplementação.....	23
2.7	Reposição eletrolítica após enduro.....	27
3	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O enduro é uma modalidade equestre onde os animais são submetidos a uma prova de resistência e velocidade, percorrendo diferentes distâncias (de 30 até 160 km) por percursos pré-determinados. Existem diferentes modalidades dentro das provas de enduro de acordo com a associação da raça equina que está competindo, sendo a Federação Equestre Internacional o órgão que regulamenta o esporte. O enduro é caracterizado por um esforço aeróbico prolongado (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004), o que induz um aumento de 10 a 20 vezes na taxa metabólica (ROSE; PARDUE; HENSLEY, 1977). Cerca de 70 a 80% da energia produzida durante o exercício deve ser eliminada na forma de calor (ASTRAND; RODNAL, 1986), dissipando a energia produzida durante o exercício; caso contrário, a temperatura corporal pode aumentar 0,25°C por minuto (SOSA LEON *et al.*, 1995). Diante disso, 65% do calor é evaporado pela pele (CARLSON, 1985; KERR; SNOW, 1982) e outros 25% pela respiração (BAYLY *et al.*, 1989; HINTON, 1978; KERR; SNOW, 1982; MCKEEVER *et al.*, 1993). Também são estimadas perdas de 10 a 15L/h de suor em exercícios de enduro, contendo grandes concentrações de eletrólitos (CARLSON, 1983; HODGSON *et al.*, 1993; FLAMINIO; RUSH, 1998) (ver tabela 1).

A desidratação e a depleção das reservas de eletrólitos em consequência da sudorese representam uma limitação para a performance durante uma prova de enduro, já que os eletrólitos são responsáveis por manter as forças osmóticas, o equilíbrio de líquidos entre os compartimentos e participam da condução nervosa e da despolarização das fibras musculares, promovendo a contração muscular (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004). O suor excessivo leva ao deslocamento de eletrólitos e fluidos entre os compartimentos extra e intracelular na tentativa de compensar as perdas, o que pode comprometer a atividade celular, o sistema orgânico como um todo e, em última análise, a performance (FLAMINIO; RUSH, 1998), que pode ser avaliada pelo tempo de prova, posição de chegada e condições do cavalo no final da prova, por exemplo.

Além da perda de eletrólitos, a desidratação causada pela sudorese e a ingestão de água insuficiente durante um enduro leva a perdas de massa corporal entre 3 a 7% (SAMPIERI *et al.*, 2006), diminuindo a capacidade cardiovascular e termorregulatória, a produção de suor e o transporte de calor para a periferia

(FLAMINIO; RUSH, 1998). Essas alterações hidroeletrólíticas decorrentes da prova podem levar até 24 horas para recuperar (SAMPIERI *et al.*, 2006).

Portanto, para atenuar os deficits causados pelo exercício intenso, existem dois elementos chave que devem estar presentes na reposição durante e após a prova: água e eletrólitos.

Quanto à reposição hídrica, deve-se estabelecer uma hidratação adequada antes, durante e após a prova, com a quantidade e tipo de fluido necessários em um tempo de administração suficiente. Através dessa conduta é possível manter o balanço hidroeletrólítico durante o exercício, para que os cavalos atinjam uma melhor performance, minimizando problemas como a hipertermia (SOSA LEON, 1998).

Na tentativa de repor eletrólitos de forma mais prática, os proprietários e cavaleiros lançam mão de pastas orais de eletrólitos. Segundo Sampieri *et al.* (2006), no entanto, apesar de aumentar a ingestão de água, as pastas eletrólíticas não produziram nenhuma vantagem competitiva durante as provas e não atenuaram a perda de massa corporal, mas por induzirem hipernatremia e hiperclôremia, levaram a uma menor ocorrência de distúrbios ácido-básicos como a alcalose metabólica.

Diante dessas alterações, torna-se indispensável a reposição de fluido e eletrólitos sempre que possível em cavalos de enduro, tomando medidas como estimular o animal a tomar água durante e após a prova e utilizar soluções isotônicas suplementadas via sonda ou intravenosa. Também preconiza-se facilitar a perda de calor através do resfriamento do cavalo com água gelada em regiões estratégicas após a prova (FLAMINIO; RUSH, 1998) e estabelecer uma rotina de condicionamento dos cavalos pré-prova, melhorando a habilidade do animal em eliminar o calor pela evaporação do suor pela pele e respiração (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A prova de enduro

O enduro é uma modalidade equestre destinada a testar a habilidade do competidor em gerenciar com segurança a resistência e aptidão do cavalo sobre uma competição contra a pista, a distância, o clima, o terreno e o relógio. Portanto, para ser bem sucedido, o concorrente deve ter conhecimento do ritmo do animal e do uso eficiente e seguro do cavalo (ENDURANCE...,2014).

Os percursos pré-determinados pela comissão técnica devem incluir obstáculos naturais ou artificiais, tais como subidas íngremes, valas, passagens com água, areia, entre outros, variando as condições climáticas, de relevo e altitude em cada prova dentro de um ciclo anual de competições. A parte mais exigente do percurso deve ser no começo da prova.

A distância dos percursos pode variar de 30 até 160 km, de acordo com a categoria. As corridas são divididas em etapas ou fases, que contam com avaliação veterinária e período de descanso compulsório entre cada uma delas. Segundo a Federação Equestre Internacional, cada fase não pode ultrapassar a distância de 40 km; Logo, um enduro de 80 a 119 km deve contar com no mínimo duas pausas, provas de 120 a 139 km três pausas e, por último, de 140 a 160 km, no mínimo cinco pausas, os chamados *vet-checks*.

As diferentes associações de raças de cavalos descrevem regras específicas para suas provas, de acordo com seu objetivo. A quilometragem e o número de pausas no percurso pode variar entre elas.

Após a chegada de cada etapa, busca-se a recuperação do animal. Para tanto, os conjuntos contam com uma equipe de mais duas pessoas e um ponto de água, que será distribuída estrategicamente no corpo do animal, facilitando a dissipação do calor. Na prova de enduro da raça Crioula, a Associação Brasileira de Cavalos Crioulos regulamenta que o cavaleiro tem 30 minutos após sua chegada para apresentar o cavalo à comissão veterinária, onde será realizado um exame clínico completo, incluindo verificação de parâmetros como frequência cardíaca, frequência respiratória, mucosas, grau de desidratação, tempo de preenchimento capilar, temperatura corporal, reflexo anal, teste de sensibilidade muscular, estado geral do animal, avaliação do animal em movimento e movimentos intestinais. Para prosseguir

para a próxima etapa, o cavalo deve estar recuperado, o que é caracterizado - além do exame clínico - por uma frequência cardíaca de até 64 bpm, controlada através de um relógio com frequencímetro. Após a avaliação, o conjunto tem um período de descanso de 30 minutos até a próxima largada.

Ao final da prova, esse *check-vet* é conduzido novamente, e o vencedor é o conjunto que tem a recuperação física mais rápida, mesmo que não tenha cruzado a linha de chegada em primeiro lugar. Logo, a prova de enduro requer que o ginete tenha conhecimento do cavalo, de suas capacidades e de seus limites, tendo consciência de até onde pode exigir do animal, garantindo que ele se recupere em tempo hábil.

2.2 Composição do suor equino

O suor induzido pelo exercício em equinos é um fluido alcalino, composto, segundo uma média entre os valores encontrados por Meyer *et al.* (1978), Carlson e Ocen (1979), Rose *et al.* (1980) e Snow *et al.* (1982), por: 173 mmol/L de sódio, 50 mmol/L de potássio, 230 mmol/L de cloreto, 7 mmol/L de cálcio e 10 mmol/L de magnésio.

Tabela 1. Concentração de eletrólitos no suor de equinos em exercício.

Fonte	Eletrólitos				
	Na (mmol/L)	K (mmol/L)	Cl (mmol/L)	Ca (mmol/L)	Mg (mmol/L)
Meyer <i>et al.</i> , 1978	152	64	282	9	16
Carlson; Ocen, 1979	132	53	174	6	5
Rose <i>et al.</i> , 1980	249	48	301	-	-
Snow <i>et al.</i> , 1982	159	32	165	-	-

* Concentrações em taxas máximas de suor.

Fonte: Carlson (1982, p. 297, tradução nossa).

O sódio é o principal cátion presente no suor, onde sua concentração é similar ou maior que o sódio sérico (CARLSON, 1982). O potássio é encontrado no suor em concentrações dez a vinte vezes maiores que o potássio sérico. Os íons cloreto apresentam-se em concentrações muito altas no suor equino, sendo essa a principal razão do desenvolvimento de hipocloremia e alcalose metabólica em cavalos de enduro.

Além desses íons, existe uma quantidade de proteína que é excretada pelo suor, embora essa perda seja relativamente pequena (KERR; SNOW, 1983).

A tabela 2 mostra os valores de volume globular, proteína plasmática, peso e temperatura retal nas distâncias 0 e 32 km.

Tabela 2. Efeitos do exercício de enduro controlado no balanço de fluidos.

Item	0 km	32 km
Volume globular (L)	0,369 ± 0,034	0,427 ± 0,042
Proteína plasmática (g/L)	66,0 ± 3,0	73,0 ± 4,0
Peso (kg)	484,5 ± 37,6	462,3 ± 21,8
Temperatura retal (°C)	37,6 ± 0,2	40,1 ± 0,8

* Resultados de 15 ensaios conduzidos em três cavalos durante os meses de verão. Distância média de 32 km com uma velocidade média de aproximadamente 16 km/h. Dados são apresentados com média ± desvio padrão.

Fonte: Carlson (1982, p. 296, tradução nossa).

2.3 Distribuição fisiológica de fluidos corporais e eletrólitos

A perda de fluido durante exercício é responsável por 90% ou mais do peso corporal perdido (CARLSON, 1982), logo é importante entender a distribuição do fluido entre os compartimentos. Em torno de um terço do fluido corporal está no espaço extracelular, e é composto pelo plasma, fluido intersticial, linfa, fluido transcelular e fluido gastrointestinal. O fluido intracelular (FIC) compreende os outros dois terços (CARLSON, 1982). A figura 1 mostra a diferença entre a distribuição do fluido corporal antes e após o exercício.

Figura 1. Distribuição compartimental da perda de fluidos durante exercício.

Cavalo em repouso

FEC	FIC
100 L	200 L

Na = 140 mmol/L

Cavalo desidratado pós exercício

FEC	FIC
72 L	188 L

Na = 140 mmol/L

H₂O deficit = 40 L

Na deficit = 4000 mmol

K deficit = 1600 mmol

Fonte: Carlson (1982, p. 301, tradução nossa).

O fluido extracelular (FEC) possui praticamente todo o sódio rapidamente trocável do organismo, que é o principal determinante do volume de fluido extracelular, além da albumina. Os íons cloreto estão presentes em menor quantidade em relação ao sódio, porém, as perdas pelo suor são maiores e frequentemente resultam em hipocloremia paralelamente a iguais concentrações de sódio. Por outro lado, o fluido intracelular tem a maior parte do potássio trocável do organismo. Os dois compartimentos estão constantemente em equilíbrio osmótico, e a água flui livremente entre eles (CARLSON, 1982).

2.3.1 Vias Fisiológicas de Excreção de Água e Eletrólitos

O fluido presente nas fezes corresponde a 75% do conteúdo fecal, enquanto a excreção de água na urina varia de 5 a 15 litros por dia. Na urina também ocorre a excreção de eletrólitos, principalmente com o intuito de compensar perdas excessivas de outras rotas, como suor e respiração. Durante o exercício de enduro a urina torna-se alcalina (CARLSON, 1982).

Perdas pela pele e respiração variam de 2 a 8,5 litros por dia e são as principais rotas de perda de fluido e eletrólitos durante o exercício (CARLSON, 1982).

2.4 Alterações Eletrolíticas

O exercício aeróbico intenso nas provas de enduro aumenta a taxa metabólica para produção de energia e, conseqüentemente, a temperatura corporal, sendo necessária uma eficiente dissipagem do calor através do suor e da respiração a fim de manter a termorregulação e funções vitais (CARLSON, 1982).

Em equinos, a evaporação do calor pela pele é a principal forma de dissipar o calor, correspondendo a 65% do total. O suor do cavalo é hipertônico em relação ao plasma para cloreto e potássio e isotônico para sódio (ROSE; ILKIW; MARTIN, 1979), o que indica que, ao perder calor através do suor, o cavalo também perde fluidos corporais e eletrólitos, favorecendo a desidratação. Em um estudo conduzido por Martínez *et al.* (2001) foram coletadas amostras de suor de 10 equinos ao final de um enduro de 42 km, o que demonstrou que todos os animais avaliados apresentavam o suor hiperosmótico em relação ao plasma, com a concentração de cloreto duas vezes maior que a concentração plasmática, e a de potássio, por sua vez, 10 vezes maior. A perda de fluidos e eletrólitos pelo exercício leva a diversos efeitos colaterais, como aumento do débito cardíaco para compensar a desidratação, ineficiente condução do calor para a periferia e produção de suor, fadiga, exaustão e conseqüentes efeitos no sistema nervoso central (HODGSON *et al.*, 1993).

A perda de fluido extracelular nas primeiras duas horas de exercício é substituída pela fluido intracelular, através do deslocamento de íons entre os compartimentos intra e extracelular. Após duas horas de exercício, nota-se um aumento na proteína plasmática total, revelando perda contínua de água através do suor e ventilação e conseqüente redução do fluido intracelular (FLAMINIO; RUSH, 1998).

Em equinos, o fluido transcelular – representado pelo fluido gastrintesimal – tem um papel importante no equilíbrio osmótico, pois atua na reposição do volume plasmático e eletrólitos durante exercícios de longa distância (FLAMINIO; RUSH, 1998).

A tabela 2 mostra os volumes plasmáticos dos íons sódio, potássio, cloreto, cálcio, magnésio e bicarbonato e proteína total em cavalos avaliados antes da corrida, entre 32-50 km, 80-100 km e 165 km. O comportamento dos eletrólitos durante um enduro serão explicados detalhadamente nos próximos itens.

Tabela 3. Valores de proteína plasmática total e eletrólitos de cavalos competindo em corridas de enduro.

Volume plasmático	Pré-corrida	32 - 50 km	80 - 100 km	165 km
Sódio (mmol/L)	139,45	139,2	140,05	141,8
Cloreto (mmol/L)	101,87	97,75	105,75	105,9
Potássio (mmol/L)	3,91	3,415	3,2175	3,28
Cálcio (mg/dL)	12,95	13,18	12,45	12,24
Magnésio (mmol/dL)	2,7	2,7	2,7	sem dados
Bicarbonato (mmol/L)	24,9	26,45	25,55	sem dados
Proteína Total (g/dL)	6,7	7,62	8,1	sem dados

Fonte: adaptado de Flamínio; Rush (1998, p. 151)

2.4.1 Sódio

A desidratação e consequente aumento da proteína plasmática total estão diretamente relacionadas com deficit de sódio, apesar de raramente ser detectado mudanças na concentração sérica em cavalos de enduro (KNOCHEL, 1980). Mesmo com perdas extensas de sódio pelo suor, também há perda de fluido, ocasionando uma hiponatremia não detectada.

Animais que não tem acesso ou recusam água, podem até apresentar concentrações de sódio aumentadas, em virtude da desidratação (CARLSON, 1982).

O déficit de sódio pode levar a desidratação hipotônica, já que a hiponatremia gera um estímulo osmótico insuficiente, fazendo com que o animal não sinta sede.

Nesse caso, repor água sem eletrólitos não seria suficiente, já que causaria uma maior diluição do sódio presente no fluido, agravando a hiponatremia (SNOW *et al.*, 1982).

Além de contribuir para a desidratação, a falta de sódio no organismo acarreta várias alterações como: baixo volume plasmático, viscosidade sanguínea aumentada, perfusão tecidual inadequada, transporte ineficiente de oxigênio e substratos, taquicardia, hipotensão, aumento do tempo de perfusão capilar, sinais neurológicos, espasmos musculares e fadiga (CARLSON, 1983; LINDINGER; ECKER, 1994).

2.4.2. Potássio

Conforme a intensidade do exercício ocorre migração do potássio das células musculares e hemácias em direção ao plasma, o que faz a concentração plasmática variar dependendo da fase do exercício e durante a recuperação. Logo, valores baixos de potássio não indicam, necessariamente, hipocalemia, mas sim deslocamento entre os compartimentos (HEILEMAN; WOAKES; SNOW, 1990; LUCKE; HALL, 1979). Esse mecanismo é capaz de compensar perdas de até 30% de potássio pelo suor (ROSE; ILKIW; MARTIN, 1979).

Baixas concentrações plasmáticas de potássio podem ser induzidas por alcalose metabólica, que leva o potássio para dentro da célula. Após o exercício, o íon retorna fisiologicamente para o meio intracelular (CARLSON; NELSON, 1976; MANSMANN *et al.*, 1974; ROSE, 1982; ROWEL, 1983).

Nesse contexto, a desidratação aumenta a reabsorção de sódio às custas da excreção de potássio e íons hidrogênio, o que favorece a hipocalemia e a alcalose metabólica (ECKER, 1995).

A hipocalemia tem efeitos deletérios para o organismo, como fadiga, paralisia flácida dos músculos esqueléticos, hipomotilidade gastrointestinal, hiperirritabilidade de nervos, vasoconstrição, excitabilidade e rabdomiólise (CARLSON; OCEN, 1979; DELDAR; FREGIN; BLOOM, 1982).

2.4.3 Cloreto

O balanço eletrolítico dos íons cloreto tem grande importância para cavalos de enduro, já que é o responsável por desencadear o principal distúrbio ácido-básico nesse tipo de exercício: a alcalose metabólica. A concentração de íon cloreto no suor é

duas vezes maior do que no plasma, portanto perdas excessivas (maiores do que 15g/kg) levam a uma redução severa na concentração plasmática de íon cloreto (COFFMAN, 1981). Em resposta, íons bicarbonato são reabsorvidos no rim a fim de manter a neutralidade, o que pode induzir a alcalose metabólica (FLAMINIO; RUSH, 1998).

2.4.4 Cálcio

A concentração plasmática de cálcio pode estar sem alteração após uma prova de endurecimento, mesmo com perdas no suor e utilização nas células musculares, já que a concentração de cálcio presente no suor é pequena em relação ao plasma. Por outro lado, a alcalose metabólica leva a decréscimo da concentração de cálcio ionizado plasmático devido a sua ligação com proteínas (FLAMINIO; RUSH, 1998).

A hipocalcemia pode afetar canais de sódio, levando a irritabilidade e contrações musculares involuntárias (DELDAR; FREGIN; BLOOM, 1982). Uma forma alternativa de reposição de cálcio é a alfafa, porém seu fornecimento deve ser restrito ao dia da prova, já que a sua inclusão na dieta durante o treinamento pode levar a uma hipocalcemia na corrida pela mobilização retardada do cálcio ósseo (FLAMINIO; RUSH, 1998).

2.4.5 Magnésio

Quanto ao íon magnésio, este pode se apresentar reduzido ou sem alteração após o exercício prolongado (CARLSON, 1976) além da desidratação interferir na leitura dos resultados. A concentração de magnésio no suor é maior que a plasmática, logo perdas excessivas podem induzir a hipomagnesemia, que cursa com espasmos musculares e tetania pelo aumento da liberação de acetilcolina na junção neuromuscular (DELDAR; FREGIN; BLOOM, 1982; CARLSON, 1983).

2.5 Desequilíbrios eletrolíticos

O sistema renal participa na compensação do balanço eletrolítico, reduzindo a excreção urinária de sódio, potássio e cloreto na urina após o exercício. A excreção de íons hidrogênio em troca de sódio, e a reabsorção de bicarbonato devido a hipocloremia, pode causar acidúria paradoxal frente a alcalose metabólica (DELDAR; FREGIN; BLOOM, 1982). Além disso, cavalos de enduro desidratados e com distúrbios eletrolíticos tendem a ativar o sistema renina-angiotensina-aldosterona-vasopressina com mais intensidade na tentativa de restabelecer a homeostase do organismo (MUÑOZ *et al.*, 2010).

O desequilíbrio eletrolítico associado a um distúrbio metabólico como a alcalose metabólica leva a diversos sinais clínicos, como: mucosa seca, pálida ou congesta, tempo de preenchimento capilar (TPC) aumentado, oligúria, vasoconstrição periférica, frequências cardíaca e respiratória aumentadas, sons intestinais diminuídos ou ausentes, temperatura retal aumentada, recuperação lenta da frequência cardíaca, arritmias cardíacas, baixa performance, depressão, relutância ao movimento, câibras, pouco apetite e pouca ingestão de água. Portanto, é importante proceder um exame clínico para avaliar a presença de desequilíbrios eletrolíticos após uma prova de enduro, examinando as mucosas, TPC, enchimento jugular, elasticidade da pele, frequência cardíaca e respiratória, temperatura retal, sons intestinais, tônus muscular e anal, relaxamento do pênis, atitude, apetite, defecação e micção e produção de suor (FLAMINIO; RUSH, 1998).

Um desequilíbrio eletrolítico intenso pode ser reconhecido diante da presença de *flutter* diafragmático, um sinal que indica necessidade de intervenção imediata. O *flutter* diafragmático ocorre devido a hipocalcemia, que diminui o limiar de despolarização dos nervos à estimulação elétrica, associada à hipocalcemia, que causa hiperirritabilidade e hipersensibilidade do nervo frênico. Com a progressão da desidratação e desbalanço eletrolítico, combinados com a depleção de energia após a prova, podem levar a choque hipovolêmico e os animais atingirem a síndrome da exaustão, com aumento pronunciado na proteína plasmática total, indicando falha na compensação de fluidos para o meio intracelular frente a desidratação severa. Os sinais clínicos que podem ser observados em cavalos com síndrome da exaustão são: *flutter* diafragmático, cólica, ataxia, laminite, hipertermia, convulsão, colapso, coma e morte. Se mantidas as condições, pode evoluir para rabdomiólise, falência renal e hepática, disfunção gastrointestinal e sinais neurológicos (FLAMINIO; RUSH, 1998).

2.6 Suplementação

A busca pela suplementação com pastas eletrolíticas é comum no meio dos atletas de enduro, já que mesmo com livre acesso à água e uso de soluções reidratantes, os cavalos não repõe completamente as perdas de fluido no suor nas primeiras horas da recuperação pós-prova (SAMPIERI *et al.*, 2007). Na tentativa de diminuir a perda de massa corporal e aumentar a ingestão de água, resultando em menor fadiga e melhor performance, as pastas eletrolíticas são amplamente utilizadas (SAMPIERI *et al.*, 2006).

Atualmente estes produtos estão facilmente disponíveis no mercado, e apresentam diferentes formulações. Uma das pastas mais utilizadas é o Eletrolítico Booster® da fabricante Vetnil, que conta com uma combinação de eletrólitos (153 g de Na, 283,45 g de Cl, 52,44 g de K, 8500 mg de Mg e 6061,96 g de Ca por kg de produto) com maltodextrina, frutose, glutamina e betaína, com o intuito de repor eletrólitos, fornecer energia e preservar a massa muscular de equinos atletas. O fabricante recomenda a dose de 5 g do produto para cada 100 kg de peso, 4 a 6 horas antes do exercício, podendo repetir durante e após o exercício.

Entretanto, deve-se atentar para alguns detalhes em relação à suplementação como: administrar somente quando estiver certo de que o cavalo tomou uma razoável quantidade de água antes, já que, se administrarmos os eletrólitos sem uma quantidade suficiente de água, a osmolalidade no trato gastrointestinal pode aumentar o sequestro de fluido do sangue, causando um déficit relativo de água no espaço extracelular (KERR; SNOW, 1983). Além disso, uma alta dose de sal pode levar a aumento da pressão sanguínea e a excreção de sódio pela urina. Essa é uma dificuldade comum, já que o tempo de descanso obrigatório durante a prova é muito curto, dificultando a ingestão de comida e água (McKEEVER *et al.*, 1993).

As pastas eletrolíticas devem ser administradas 4 horas antes da corrida, a cada 30 km e durante o período de recuperação (FLAMINIO; RUSH, 1998). Entretanto, estudos mais recentes afirmam que a suplementação pré-prova contribui apenas na recuperação de exercícios de intensidade moderada, em que as perdas de água e eletrólitos pelo suor não ultrapassam as quantidades suplementadas antes do enduro; por outro lado, a suplementação imediata após a prova é de grande importância, já que a recuperação completa do balanço hidroeletrólítico pode demorar até 20 horas. (LINDINGER; ECKER, 2013).

Segundo Carlson (1982), a suplementação pode ser fornecida à vontade misturada na ração ou em pastas orais, com concentrações equivalentes de Na e Cl, concentração de K referente a 1/3 a 1/2 da concentração de Na e pequenas quantidades de Ca e Mg.

Diversos estudos foram traçados na tentativa de comprovar a eficácia do uso de pastas eletrolíticas na melhora da performance de cavalos em provas de resistência.

No estudo conduzido por Sampieri *et al.* (2007) foram utilizadas duas doses de eletrólitos nas pastas, uma alta (0,4g/kg de NaCl e 0,13g/kg de KCl, suficientes para repor perdas de aproximadamente 30 L de suor) e uma baixa (0,13g/kg de NaCl e 0,04g/kg de KCl, para perdas de 10L de suor). Após uma prova de 80 km, não houve diferenças significativas no tempo de corrida, na colocação final, na perda de massa corporal, frequência cardíaca, excreção urinária e fecal em ambas as dosagens. Por outro lado, foi relatada uma melhor percepção da performance pelo cavaleiro quando utilizada a alta dose, além de significativo aumento na ingestão de água. As concentrações séricas de sódio e cloreto apresentaram-se mais altas em alta dose, juntamente com uma concentração de bicarbonato e pH mais baixos. O potássio sérico e a proteína plasmática total (PPT) não tiveram alteração. Interpretando esses resultados, a alta dose aumentou a ingestão de água resultando em uma melhor percepção da performance, porém não diminuiu a perda de massa corporal e aumentou substancialmente as concentrações de íons cloreto e sódio - sendo que alguns valores estavam acima dos limites considerados aceitáveis. Uma explicação apresentada pelo autor é a de que houve aumento na produção de urina, embora esse parâmetro não tenha sido analisado no estudo. A concentração de bicarbonato e pH venoso mais baixos favoreceram o não aparecimento de alcalose metabólica, fato associado a melhora na performance, contando como vantagem na utilização das pastas eletrolíticas.

Em outro estudo, Sampieri *et al.* (2006) também utilizou pastas orais com diferentes dosagens de eletrólitos - alta e baixa. A metade do conteúdo foi administrado no início da prova e o restante na metade (40 km). Os resultados encontrados após os 80 km de prova foram semelhantes ao do estudo anterior: sem diferença significativa em tempo de corrida, perda de massa corporal, posição de chegada, velocidade, frequência cardíaca, estimativa de quantidade de urina e fezes e PPT. A ingestão de água foi significativamente maior nos animais tratados com a alta dose, que também levou a hipernatremia, hiperclôremia, aumento da osmolalidade e

baixos níveis de bicarbonato, cálcio e fósforo. Com uma baixa dose, notou-se um pH mais alto. Quanto ao potássio, não foi evidenciada nenhuma alteração, o que é secundário a hipernatremia, levando a um *shift* intracelular de potássio. Logo, o estudo concluiu que mesmo uma alta dose de eletrólitos não afetou significativamente a performance em termos de corrida e posição de chegada, apesar de que a hiperclorêmia, juntamente com os baixos níveis de bicarbonato na dose alta, terem atenuado a alcalose metabólica, favorecendo a recuperação do animal. Em divergência ao estudo citado anteriormente, o autor pressupõe que a razão pela qual um aumento na ingestão de água na alta dose não ter refletido em menor perda de massa corporal, é pelo fato de que houve pouca retenção de água, principalmente através da respiração e suor, já que não foram relatados aumentos na frequência de urina e defecação.

Em um terceiro estudo, Teixeira Neto *et al.* (2004), utilizaram um grupo tratado com pasta eletrolítica hipertônica e outro não tratado, caracterizando o grupo controle, em provas de 30 e 60 km. Nas provas de 30 km não foi observado nenhuma diferença significativa na perda de massa corporal entre os grupos. Por outro lado, observou-se uma menor perda de peso corporal no grupo tratado em relação ao grupo controle na prova de 60 km, além da frequência cardíaca mais baixa. Além disso, um fato importante é que, dos 10 animais do grupo controle que iniciaram a prova, apenas 4 terminaram, enquanto que no grupo tratado, 7 dos 8 animais completaram a prova.

Em estudos comparativos com a suplementação de glicerol juntamente com eletrólitos, desenvolvidos por Dusterdieck *et al.* (2004) e Schott II *et al.* (1999), não foi observado nenhum benefício adicional no uso do glicerol, além de ter sido relatado uma maior perda de eletrólitos na urina no segundo estudo. Em ambos, houve aumento da ingestão de água e Schott II *et al.* (1999) notou que a maior quantidade de líquido ingerida foi capaz de atenuar a perda de peso durante a prova, embora esse fato não tenha se prolongado nas primeiras 24 horas de recuperação.

Analisando os resultados encontrados por diferentes autores, pode-se concluir que a suplementação é uma opção a ser considerada pelos atletas, já que aumenta a ingestão de água, leva a hiperclorêmia e hipernatremia, atenuando a alcalose metabólica, apesar de não atenuar a perda de peso corporal.

2.6 Reposição Hidroeletrolítica após Enduro

A reposição dos fluidos perdidos durante o exercício intenso é fundamental para a recuperação completa do animal e pode ser feita através de soluções contendo eletrólitos ou pela alimentação.

A recomendação segundo Sampieri *et al.* (2007) é de que deve-se repor 1/3 do déficit estimado de eletrólitos induzido pelo exercício.

Como tratamento para desequilíbrio eletrolítico, Flaminio e Rush (1998) preconizam a reposição de fluido através de soluções isotônicas via sonda nasogástrica ou solução salina isotônica suplementada de potássio e cálcio via intravenosa. Através da sonda pode-se fornecer 8L de solução isotônica a cada 30 minutos, ou via intravenosa até 30 a 40L. Ringer com lactato e bicarbonato de sódio não são recomendados após corridas de longas distâncias, já que há uma tendência ao desenvolvimento de alcalose metabólica. Antiinflamatórios devem ser usado com cautela em função da desidratação, e em doses mais baixas. Derivados fenotiazínicos não devem ser usados em cavalos desidratados e hipovolêmicos, pelo risco de potencializar a hipotensão. Outras medidas devem ser tomadas para a recuperação, como facilitar a perda de calor, molhando o aspecto medial das pernas e pescoço com água gelada, e mantendo o animal na sombra. Deve-se cuidar para não abranger vários grupos musculares com água gelada, que pode levar a vasoconstrição, impedindo a remoção de resíduos do músculo e posterior miosite.

Segundo Lindinger e Ecker (2013) a quantidade mínima de suplemento eletrolítico a ser fornecido para um cavalo de enduro é de 3 L, a fim de manter a hidratação e repor as perdas eletrolíticas através do suor.

Outra forma de reposição é a alimentação durante a prova, já que o trato gastrointestinal trabalha como uma reserva de eletrólitos em corridas de longa distância (COFFMAN, 1981).

Por outro lado, devemos atuar na prevenção de desequilíbrios, o que pode ser feito através do correto condicionamento desses cavalos antes das provas. O nível de condicionamento é, juntamente com a quantidade de água ingerida durante a corrida, fator determinante para a perda de água na prova (FLAMINIO; RUSH, 1998).

Um treinamento adequado melhora a capacidade do cavalo em eliminar calor pela evaporação de suor através da pele e do trato respiratório, melhora a tolerância ao calor e a capacidade de trabalhar em temperatura baixas (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004). Por isso, faz parte do condicionamento aclimatar o animal a temperaturas quentes ou frias e fazer com que aprenda a tomar água e comer em todas as

oportunidades durante os percursos (FLAMINIO; RUSH, 1998). Larsson *et al.* (2013) ressalta a significativa correlação positiva entre a quantidade total de fluido ingerida e a velocidade em cavalos de enduro.

Um reflexo do condicionamento é o desenvolvimento do volume plasmático e menor hematócrito em cavalos de enduro em repouso do que cavalos de corridas curtas e rápidas (CARLSON, 1979). O treinamento também induz hipervolemia, através do mecanismo de controle renal, capaz de reabsorver uréia e conservar eletrólitos a nível tubular, o que retém sódio e água (ROBERT *et al.*, 2010). Além disso, animais bem condicionados, em geral, recuperam a frequência cardíaca (até 64 bpm) em até 10 minutos. A rápida recuperação da frequência cardíaca indica adaptação ao exercício intenso, e também é um fator determinante para a posição final dentro de uma competição de enduro (FLAMINIO; RUSH, 1998).

3 CONCLUSÃO

A partir da revisão bibliográfica a respeito das alterações eletrolíticas durante uma prova de enduro, pode-se concluir que o principal distúrbio causado pelo exercício intenso é a alcalose metabólica, em virtude da alta perda de fluido e eletrólitos, principalmente sódio e cloreto. Logo, a suplementação com pastas orais eletrolíticas é uma opção viável, mesmo que os estudos não tenham demonstrado melhora na performance, a ingestão de água aumentou e os déficits de eletrólitos foram atenuados. Além disso, a reposição de fluidos e eletrólitos após a prova e o condicionamento dos animais compõem uma importante parte da competição.

REFERÊNCIAS

- ASTRAND, P. O., RODNAL, K. **Textbook of work physiology: Physiological Bases of Exercise**. 4 ed. Nova York: McGraw Hill, 1986. 295 p.
- BAYLY, W. M., HODGSON, D. R. SCHULZ, D. A., *et al.* Exercise-induced hypoxemia and hypercapnia in the horse. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 67, n. 5, p. 1958-1966, Nov, 1989.
- CARLSON, G. P. Medical problems associated with protracted heat and work stress in horses. **Compendium on Continuum Education for the Practising Veterinary**. v. 7, p. 542, 1985.
- CARLSON, G. P. Thermoregulation, fluid and electrolyte balance. **Equine Exercise Physiology**, p.291-309, 1982.
- CARLSON, G. P. Thermoregulation and fluid balance in the exercising horse. In: SNOW, D. H.; PERSON, S. G. B., ROSE, R. J. (Ed.). **Equine Exercise Physiology**. Cambridge: Granta Editions, 1983, p. 275-309.
- CARLSON, G. P., NELSON, T. Exercise-related muscle problems in endurance horses. In: ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 22, Texas, 1976. **Proceedings...**Texas: Association of Equine Practitioners, 1976, p. 223.
- CARLSON, G. P., OCEAN P. O. Composition of Equine Sweat Following Exercise in High Environmental Temperatures and in Response to Epinephrine Intravenous Administration. **Journal of Equine Medical Surgery**. Princeton, v. 3, p. 27-31, 1979.
- COFFMAN, J. R. Equine clinical chemistry and pathophysiology. **Veterinary Medicine Publishing**. Bonner Springs p. 116, 1981.
- DELDAR, A., FREGIN, G. F., BLOOM J. C. Change in selected biochemical constituents of blood collected from horses participating in a 50-mile endurance ride. **American Journal of Veterinary Research**. Chicago, v. 43, n. 12, p. 2239-2243, Dec, 1982.
- DUSTERDIECK, K. F., SCHOTT II, H. C., EBERHART, S. W., *et al.* Electrolyte and glycerol supplementation improve water intake by horses performing a simulated 60 km endurance ride. **Equine Veterinary Journal**. Suffolk, n. 30, p. 418-424, July, 1999.
- ECKER, G. L. Fluid and ion regulation: a primer on water and ion losses during exercise. **Equine Veterinary Education**, v.7, n.4, p. 210-215, Aug, 1995.
- ENDURANCE rules. 9th ed. Lausanne; Fédération Equestre Internationale, 2014. 32 p. Disponível em < http://www.fei.org/sites/default/files/Endurance_Rules-2014-clean_11Nov2013.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2014.

FLAMINIO, M. J. B. F., RUSH, B. R. Fluid and Electrolyte Balance in Endurance Horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**. Philadelphia, v. 14, n.1, Apr, 1998.

HEILEMAN M., WOAKES, A. J., SNOW, D. H. Investigations on the respiratory water loss in horses at rest and during exercise. In: MEYER, H. (ed): **Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition**. Hamburgo: Verlag Paul Parey, 1990, p. 52.

HINTON, M. H. The biochemical and clinical aspects of exhaustion in the horse. **Veterinary Annual**. Bristol, v. 18, p. 169-172, 1978.

HODGSON, D. R., MCCUTCHEON, L. J., BYRD, S. K., *et al.* Dissipation of metabolic heat in the horse during exercise. **Journal of Applied Physiology**. Bethesda, v. 74, n. 3, p. 1161-1170, Mar, 1993.

KERR, M. G., SNOW, D. H. Alterations in hematocrit plasma proteins and electrolytes in horses following the feed of hay. **Veterinary Record**, v. 110, p. 538-540, 1982.

KERR, M. G., SNOW, D. H. The composition of equine sweat during prolonged epinephrine (adrenaline) infusion, heat exposure and exercise. **American Journal of Veterinary Research**. Schaumburg, v. 44, n.8, p. 1571-1577, Aug, 1983.

KNOCHEL, J. P. Clinical physiology of heat exposure. In: MAXWELL, M. H., KLEEMAN, C. R. (ed.): **Clinical Disorders of Fluid and Electrolyte Metabolism**. Nova York: McGraw Hill, 1980, p.1519.

LARSSON, J., PILBORG, P. H., JOHANSEN, M., *et al.* Physiological parameters of endurance horses pre-compared to post-race, correlated with performance: a two race study from Scandinavia. **International Scholarly Research Network Veterinary Science**. Cairo, 12 p., Sept., 2013.

LINDINGER, M. I., ECKER, G. L. Ion and water losses from extracellular fluid at a 102 miles endurance ride. **Equine Veterinary Journal**, v. 18, p. 314-322, 1994.

LINDINGER, M. I., ECKER, G. L. Gastric emptying, intestinal absorption of electrolytes and exercise performance in electrolyte-supplemented horses. **Experience Physiology**. Cambridge, v. 98, n.1, p. 193-206, Jan., 2013.

LUCKE, J. N., HALL, G. M. Further studies on the metabolic effects of long distance riding: Golden Horseshoe Ride. **Equine Veterinary Journal**. Hobboken, v. 12, n. 4, p. 189-192, Oct., 1979.

MANSMANN, R. A., CARLSON, G. P., WHITE, N. A., *et al.* Synchronous diaphragmatic flutter in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 165, p. 265-270, 1974.

- MARTINEZ, R.P.; SCAGLIONE, M.C.M.; LUNEBURG, C.F. *et al.* Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. **Avances en Ciencias Veterinarias**. Santiago do Chile, v.15, n. 1-2, p.19-30, 2001.
- MCKEEVER, K. H., HINCHCLIFF, K. W., REED, S. M. Role of decreased plasma volume in haematocrit alterations during incremental treadmill exercise in horses. **American Journal of Physiology**. Washington, v. 265, p. 404-408, Aug., 1993.
- MCKEEVER, K. H., HINCHCLIFF, K. W., SCHMALL, L. M. Atrial natriuretic peptide during exercise in horses. **Equine Exercise Physiology**, v. 3, p. 368, 1991.
- MUÑOZ, A., RIBER, C., TRIGO, P., *et al.* Dehydration, electrolyte imbalances and renin-angiotensin-aldosterone-vasopressin axis in successful and unsuccessful endurance horses. **Equine Veterinary Journal**. Suffolk, v. 42, n. 38, p. 83-90, Nov., 2010.
- RALSTON, S. L., LARSON, K. The effect of oral electrolyte supplementation during 96 kilometer endurance race for horses. **Equine Veterinary Science**, v. 9, p.13-19, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAVALOS CRIoulos.
Regulamento oficial de enduro da raça crioula. Pelotas, 2010. [18 p.] Disponível em:
<http://www.abccc.com.br/p_regulamento.php?InfoID=dde07dc1cc96f1a916199dae5550b7a1&e_p=03>. Acesso em: 12 jul. de 2014.
- ROBERT, C., GOACHET, A. G., FRAIPONT, D. M., *et al.* Hydration and electrolyte balance in horses during a endurance season. **Equine Veterinary Journal**. Hobokken, v. 42, n. 38, p. 98-104, Nov., 2010.
- ROSE, R. J., ARNOLD, K. S., CHURCH S. Plasma and sweat electrolyte concentrations in the horse during long distance exercise. **Equine Veterinary Journal**. Suffolk, v. 12, n. 1, p. 19-22, Jan., 1980.
- ROSE, R. J. Haematological changes associated with endurance exercise. **The Veterinary Record**. London, v. 110, p. 175-177, Feb., 1982.
- ROSE, R. J., HODGSON, D. R. Haematological and plasma biochemical parameters in endurance horses during training. **Equine Veterinary Journal**. Hobokken, v. 14, n.2, p. 144-148, Apr., 1980.
- ROSE, R. J., ILKIW J. E, MARTIN, I. C. A. Blood-gas, acid-base and haematological values in horses during an endurance ride. **Equine Veterinary Journal**. Hobokken, v. 11, n. 1, p. 56-59, Jan., 1979.

ROSE, R. J., PARDUE, R. A., HENSLEY, W. Plasma biochemistry alteration in horses during an endurance ride. **Equine Veterinary Journal**. Hoboken, v. 9, n.3, p. 122-136, Jul., 1977.

ROWEL, L. B. Cardiovascular adjustments to thermal stress. In: Shepherd, J. T., Abboud, F. M. (ed): **Handbook of Physiology. The cardiovascular system, peripheral and organ blood flow**. Bethesda: American Physiology Society, 1983, p. 967.

SAMPIERI, F., SCHOTT II, H. C., HINCHCLIFF, K. W., *et al.* Effects of oral supplementation on endurance horses competing in 80 km rides. **Equine Veterinary Journal**. Hoboken, v.36, p.19-26, Aug., 2006.

SAMPIERI, F., SCHOTT II, H. C., HINCHCLIFF, K. W., *et al.* Electrolyte Supplementation for Endurance Horses: Effects on Fluid Losses and Performance. **Medicine Exercise**, v. 53, p. 82-85, 2007.

SCHOTT II, H. C., DUSTERDIECK, K. F., EBERHART, S. W., *et al.* Effects of electrolyte and glycerol supplementation on recovery from endurance exercise. **Equine Veterinary Journal**. Hoboken, v. 30, p. 384-393, Jul., 1999.

SNOW, D. H., KERR, M. G., NIMMO, M. A., *et al.* Alteration in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse. **Veterinary Recovery**. London, v. 110, n. 16, p. 377-384. Apr., 1982.

SOSA LEON, L. A., DAVIE, A. J., HODGSON, D. R., *et al.* Effects of oral fluid on cardiorespiratory and metabolic responses to prolonged exercise. **Equine Veterinary Journal**, v. 27, p. 274-278, May., 1995.

SOSA LEON, L. A. Treatment of exercise-induced dehydration. **The Veterinary clinics of North America: Equine Practice**. Philadelphia, v. 14, n.1, p. 159-173, Apr., 1998.

TEIXEIRA NETO, A. R., FERRAZ, G. C., MATAQUEIRO, M. I., *et al.* Reposição eletrolítica sobre variáveis fisiológicas de cavalos em provas de enduro de 30 e 60km. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 34, n.5, p. 1505-1511, 2004.

