

**TRATAMENTO CONVENCIONAL VERSUS ELETROACUPUNTURA
PARA REVERSÃO DE HIPOTENSÃO ARTERIAL EM CAVALOS SOB
ANESTESIA GERAL INALATÓRIA**

ELISABETH CUNHA FRANCO

**TRATAMENTO CONVENCIONAL VERSUS ELETROACUPUNTURA
PARA REVERSÃO DE HIPOTENSÃO ARTERIAL EM CAVALOS SOB
ANESTESIA GERAL INALATÓRIA**

ELISABETH CUNHA FRANCO

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal - Área de Concentração: Fisiopatologia Animal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Navarro Cassu

636.108 906 Franco, Elisabeth Cunha.
F825t Tratamento convencional versus
eletroacupuntura para reversão de hipotensão
arterial em cavalos sob anestesia geral inalatória /
Elisabeth Cunha Franco. – Presidente Prudente,
2012.

78 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste,
Presidente Prudente, SP, 2012.

Bibliografia.

Orientadora: Renata Navarro Cassu.

1. Eletroacupuntura. 2. Dobutamina. 3.
Hipotensão. 4. Eqüinos. I. Título.

ELISABETH CUNHA FRANCO

**TRATAMENTO CONVENCIONAL VERSUS ELETROACUPUNTURA PARA
REVERSÃO DE HIPOTENSÃO ARTERIAL EM CAVALOS SOB ANESTESIA
GERAL INALATÓRIA**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal- Área de Concentração: Fisiopatologia Animal.

Presidente Prudente, 26 de março, 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a: Renata Navarro Cassu
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

Prof^o. Dr^o: André Leguthe Rosa
Provet – Moema
São Paulo-SP

Prof^a. Dr^a: Cecília Braga Laposy
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

DEDICATÓRIA

Em primeiro lugar a DEUS, por me capacitar e sustentar em suas mãos poderosas em todos os momentos de minha vida.

“E a glória seja dada a DEUS, que, por meio do seu poder que age em nós, pode fazer muito mais do que pedimos ou pensamos.” Efésios 3.20.

Ao meu pai José Franco (in memoriam), por seus ensinamentos que repercutirão para toda a minha vida, especialmente por ter me direcionado de forma espontânea minha escolha pela Veterinária. Muita saudade!

A minha mãe Helena, pelo amor, carinho, compreensão, integridade, dignidade e muitos outros sentimentos verdadeiros com os quais me ensinaram a viver. Te amo!

A minha família, que em momentos difíceis, sempre me receberam com sorriso nos lábios e mãos prontas para me acariciar. Vocês são especiais!

Ao meu namorado, amigo e companheiro, presente em todos os momentos de minha vida. Você é muito importante para mim!!!

AGRADECIMENTOS

A professora orientadora, Dr.^a Renata Navarro Cassu, a quem agradeço de coração os rumos indicados, incentivo, empenho, amizade e paciência ao longo desse trabalho de desenvolvimento de pesquisa e de minha orientação. Te admiro muito!

A professora e amiga Gláucia Prada Kanashiro do Departamento de Anestesiologia do Hospital Veterinário pela paciência e colaboração com a liberação de sua residente, enfrentando muitas vezes sozinha a rotina exaustiva de seu departamento.

A residente de anestesiologia Miriely Steim Diniz, pela amizade, apoio, auxílio e responsabilidade para a realização dos procedimentos anestésicos.

Ao departamento de Patologia Clínica, Prof.^a Dr.^a Cecília Braga Laposy, à Farmacêutica e Bioquímica Ana Maria Siqueira Silveira Wehbe, ao residente Ricardo Augusto Pereira Andrade, a técnica de laboratório Sidernir Braz pela colaboração na realização dos exames laboratoriais.

Aos queridos professores do Hospital Veterinário que ao longo desses anos foram meus inspiradores incentivando meu crescimento profissional.

Aos colegas de projeto, Pedro Scarcelli, Gabriel Mattos, Giuliana e Victor Hugo.

Aos Funcionários, amigos e alunos do Hospital Veterinário que sempre se mostraram solícitos na colaboração desse projeto.

Aos cavalos, que foram de grande valor para a realização deste estudo, o meu carinho, respeito e admiração por essa espécie.

Muito Obrigada!

*“Suba o primeiro degrau com fé.
Não é necessário que você veja toda a escada.
Apenas dê o primeiro passo.”*

Martin Luther King

RESUMO

Tratamento convencional versus eletroacupuntura para reversão de hipotensão arterial em cavalos sob anestesia geral inalatória

Este estudo objetivou avaliar a eficiência do tratamento da hipotensão arterial induzida pelo isofluorano em equinos, com dobutamina comparativamente à aplicação de estímulo elétrico no acuponto pericárdio 6 (PC6) e em ponto falso de acupuntura. Foram avaliados seis cavalos adultos, saudáveis, provenientes do Hospital Veterinário da Unoeste. Os mesmos animais foram avaliados nos três tratamentos, com intervalo de 15 dias entre cada experimento. A medicação pré-anestésica foi feita com xilazina ($0,5\text{mg kg}^{-1}$) por via intravenosa (iv). A indução anestésica foi realizada com éter gliceril guaiacol (100mg kg^{-1} iv, 10%) em associação ao tiopental sódico (5mg kg^{-1} iv), com posterior manutenção em anestesia geral inalatória com isofluorano, em ventilação mecânica. Após a estabilização da anestesia foi induzida a hipotensão arterial, mediante o incremento da concentração de isofluorano, até a obtenção de pressão arterial média (PAM) entre 40 a 45 mmHg. A partir do estabelecimento da hipotensão, os animais foram submetidos a um dos tratamentos: DOB: dobutamina ($1,5\mu\text{g kg}^{-1} \text{min}^{-1}$) em infusão contínua iv; EA: aplicação de estímulo elétrico no acuponto PC6 bilateralmente; Sham: aplicação de estímulo elétrico em ponto falso de acupuntura. Todos os tratamentos foram mantidos durante 60 minutos. Foram mensurados: frequência cardíaca (FC) e ritmo cardíaco, pressão arterial média (PAM), temperatura retal (T), fração inspirada e expirada de isofluorano (ETiso), concentração final expirada de dióxido de carbono (ETCO₂) e variáveis hemogasométricas (PaO₂, PaCO₂, pH, HCO₃⁻¹), concentração sérica de aspartato aminotransferase (AST) e creatina fosfoquinase (CK), tempo e qualidade da recuperação pós-anestésica. Houve incremento na PAM de 50%, 36,6% e 7,5% nos grupos DOB, EA e Sham, respectivamente. Valores superiores de PAM foram observados no tratamento DOB em relação ao tratamento Sham aos 10, 20, 30 e 40 minutos e aos 20 minutos em relação ao tratamento EA. A FC, as variáveis hemogasométricas, as enzimas CK e AST, o tempo e a qualidade de recuperação pós-anestésica não diferiram entre os grupos. Concluí-se que o tratamento com dobutamina foi mais efetivo para reversão de hipotensão em cavalos sob anestesia inalatória quando comparado ao estímulo elétrico do acuponto PC6 ou ponto falso de acupuntura.

Palavras-Chave: eletroacupuntura. dobutamina. hipotensão. equino.

ABSTRACT

Conventional versus electroacupuncture treatment for hypotension reversion in horses under inhalation anesthesia

This study aimed to evaluate the efficacy of dobutamine comparatively with electroacupuncture and sham treatment to reversion of isoflurane-induced hypotension in equine. Six adult horses were evaluated using a crossover design with at least 15 days between treatments. All the horses were medicated with xylazine (0.5mg kg^{-1}) by intravenous administration (iv). Guaifenesin (100mg/kg iv) and thiopental (5mg kg^{-1} iv) were administered, following the inhalation anesthesia with isoflurane. The horses were positioned in left lateral recumbency and they were maintained in mechanical ventilation. After anesthesia was established, the isoflurane concentration was raised until mean blood pressure was maintained between 40 to 45mmHg. After that, the animals were treated with a constant rate of $1.5\text{mg kg}^{-1}\text{min}^{-1}$ intravenously dobutamine (DOB), electroacupuncture to PC6 acupoint (EA) and sham treatment (Sham). All the treatments were maintained for 60 minutes. Heart rate, cardiac rhythms, median arterial blood pressure, rectal temperature, arterial blood gases, creatine kinase (CK), aspartate transaminase (AST), recovery time and quality of recovery were investigated. The mean blood pressure increased 50%, 36.5% and 7.5% in DOB, EA and Sham treatment, respectively. Higher values were observed in the DOB treatment when compared with Sham treatment at 10, 20, 30 and 40 minutes and at 20 minutes when compared with EA treatment. Heart rate, blood gases, CK, AST, recovery time and quality of recovery did not differ among the treatments. It was concluded that the dobutamine treatment was more effective than electroacupuncture and Sham treatment for the reversion of isoflurane induced hypotension in horses.

Key-words: electroacupuncture. dobutamina. hypotension. Equine

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Hipotensão Associada à Anestesia Geral em Equinos.....	13
2.2 Complicações Decorrentes da Hipotensão Arterial em Equinos	16
2.2.1 Miopatia pós-anestésica.....	16
3 TRATAMENTO DA HIPOTENSÃO COM SIMPATOMIMÉTICOS.....	18
3.1 Dobutamina	20
4 ACUPUNTURA	23
4.1 O Uso da Acupuntura para Afecções Cardiovasculares.....	25
5 OBJETIVO.....	27
REFERÊNCIAS	28
ARTIGO CIENTÍFICO -Tratamento convencional versus eletroacupuntura para reversão de hipotensão arterial em cavalos sob anestesia geral inalatória	37
ANEXOS	61
Anexo A - Valores individuais da frequência cardíaca (bpm) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	62
Anexo B - Valores individuais de pressão arterial média PAM (mmHg) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	63
Anexo C - Valores individuais da temperatura retal T(°C) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham). .	64
Anexo D - Valores individuais de fração expirada de isoflurano (ETiso) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	65
Anexo E - Valores individuais de pressão parcial de dióxido de carbônico (PaCO ₂) no sangue arterial dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	66
Anexo F - Valores individuais de pressão parcial de oxigênio (PaO ₂) no sangue dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	67
Anexo G - Valores individuais de bicarbonato (HCO ₃ ⁻) no sangue dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	68
Anexo H - Valores individuais de concentração hidrogeniônica (pH) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	69
Anexo I - Valores individuais da concentração final expirada de dióxido de carbono (EtCO ₂) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	70

Anexo J - Valores individuais da enzima creatina fosfoquinase (CK) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	71
Anexo K - Valores individuais das enzimas aspartato aminotransferase (AST) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).....	72
Anexo L – Normas para publicação	73

1 INTRODUÇÃO

A acupuntura é uma terapia milenar que integra a Medicina Tradicional Chinesa (MTC), cujos relatos do uso dessa técnica datam de mais de 2500 anos, sendo indicada para o tratamento de diversas doenças (SCHOEN, 2006; MACIOCIA, 2007).

Tradicionalmente, a acupuntura fundamenta-se na filosofia do equilíbrio, de modo que qualquer alteração, bloqueio ou estagnação no fluxo da energia que circula pelo organismo pode favorecer o desenvolvimento do desequilíbrio energético (XIE; PREAST, 2007).

A acupuntura pode ser empregada isoladamente ou associada aos fármacos convencionais para o tratamento de diversas alterações orgânicas, potencializando o efeito desejado, além da possibilidade da redução das doses desses medicamentos, diminuindo assim os possíveis efeitos colaterais. Ademais, trata-se de uma técnica de custo acessível e praticamente isenta de efeitos adversos (ARAI et al., 2008).

Estudos desenvolvidos no homem e em animais têm relatado os efeitos promissores da acupuntura para o tratamento de alterações cardiovasculares como hipo e hipertensão arterial, arritmias, taquicardia e hipóxia do miocárdio (SYUU et al., 2003; SYUU et al., 2005; CARDENAS et al., 2009).

Na espécie equina, há poucas informações sobre o emprego da acupuntura para o restabelecimento do sistema cardiovascular. No entanto, a hipotensão arterial é uma complicação comum em equinos submetidos à anestesia geral inalatória, que está associada ao aumento de morbidade e mortalidade trans e pós-anestésicas (DE VRIES et al., 2009).

Dentre os tratamentos convencionais da hipotensão arterial ressalta-se o emprego de fármacos simpatomiméticos como dopamina, dobutamina, noradrenalina e efedrina (MUIR III, 1991; VALVERDE et al., 2006).

A dobutamina atua, sobretudo, nos receptores β_1 adrenérgicos, aumentando a força de contração do miocárdio, que resulta em incremento no retorno venoso, débito cardíaco e pressão arterial, sendo um dos fármacos de eleição para o tratamento da hipotensão em equinos anestesiados (VALVERDE et al., 2006; DE VRIES et al., 2009). No entanto, por tratar-se de uma catecolamina

sintética, a dobutamina pode induzir a ocorrência de arritmias cardíacas e taquicardia dose-dependente (STEFFEY; MAMA, 2007).

Em animais com fatores predisponentes para o desenvolvimento de arritmias, a dobutamina pode representar um risco em potencial, uma vez que a taquicardia induz a redução do tempo de preenchimento ventricular, diminuindo o débito cardíaco, além de aumentar a demanda de oxigênio para o miocárdio, de modo a favorecer a fibrilação ventricular e morte súbita (JACOBS et al., 1996).

Dessa forma, é de grande valia a investigação de outras terapias de suporte que sejam capazes de promover estabilidade hemodinâmica, porém com mínimos efeitos adversos para o paciente. Nesse contexto, alguns estudos têm demonstrado resultados favoráveis do emprego da acupuntura para o tratamento da hipotensão arterial em cães (SYUU et al., 2001; SYUU et al., 2003), em coelhos (SONG et al., 1993), em ratos (GAO, 2009) e no homem (SHIDONG; YINGJIE; JUN, 2004; SAGHAEI et al., 2005; ARAI et al., 2008).

O acuponto Pericárdio 6 (PC6) é um dos principais pontos, tradicionalmente, empregados para o tratamento de desequilíbrios relacionados ao sistema cardiovascular. O estímulo deste acuponto interfere na resposta pressórica vascular, bem como nas respostas simpáticas cardiovasculares, resultando no incremento do volume sistólico e débito cardíaco (SYUU et al., 2003; LI et al., 2004; TJEN-A-LOOI et al., 2006; LI et al., 2006), de modo a restabelecer alterações hemodinâmicas, sem a detecção de efeitos colaterais (SYUU et al., 2003).

Apesar da alta incidência de hipotensão arterial em equinos durante a anestesia geral inalatória e dos resultados positivos relatados em diversas espécies com o emprego da acupuntura para o restabelecimento das variáveis hemodinâmicas, nenhum estudo foi conduzido até o dado momento, com o uso dessa modalidade terapêutica para tratamento da hipotensão arterial em cavalos.

Em vista dos fatores supracitados, o atual estudo justifica-se pelo interesse em buscar um método terapêutico seguro, através da aplicação de acupuntura, que possa auxiliar no tratamento da hipotensão arterial associada à anestesia geral inalatória em equinos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Hipotensão Associada à Anestesia Geral em Equinos

Na rotina cirúrgica é comum a necessidade da utilização da anestesia geral para realização de procedimentos invasivos em equinos, devido à intensa vulnerabilidade dessa espécie ao estresse, de modo que mesmo em procedimentos nos quais a anestesia local pudesse ser uma opção segura, a inconsciência do animal muitas vezes é um fator imprescindível para o sucesso da cirurgia (BLISSITT et al., 2008).

Normalmente, os anestésicos inalatórios são os fármacos de primeira escolha para a manutenção dos equinos sob anestesia geral, devido à possibilidade de maior tempo anestésico, melhor controle do plano anestésico e recuperação pós anestésica mais rápida quando comparada à anestesia geral intravenosa (JOHNSTON et al., 1995; LUNA; TAYLOR; WHEELER, 1996; WAGNER, 2008).

Todavia, de acordo com as propriedades farmacodinâmicas e farmacocinéticas, ainda não há disponível no mercado, um anestésico geral capaz de produzir depressão nervosa central, sem efeitos adversos (PRECKEL; BOLTEN, 2005; WAGNER, 2008). Sendo assim, os anestésicos inalatórios atendem aos requisitos para obtenção de anestesia cirúrgica, mas também deprimem de forma significativa e dose-dependente as funções orgânicas, principalmente o sistema cardiovascular e respiratório (YAMANAKA et al., 2001; FANTONI; CORTOPASSI; BERNARDI, 2002; RAISIS, 2005; DRIESSEN et al., 2006; BLISSITT et al., 2008; MARCILLA et al., 2012).

Os anestésicos inalatórios promovem depressão cardiorrespiratória dose-dependente, culminando com redução da pressão arterial devido à vasodilatação, redução da força de contração do miocárdio, queda do débito cardíaco e diminuição do tônus do sistema nervoso autônomo simpático. Paralelamente, a anestesia inalatória provoca depressão respiratória, resultando em hipoventilação, que associada à diminuição do fluxo sanguíneo pulmonar, devido à queda do débito cardíaco, favorece a ocorrência de alterações na relação ventilação/perfusão. Em situações de depressão hemodinâmica exacerbada (dose-dependente), pode ocorrer prejuízo na circulação cerebral, falência renal ou isquemia muscular (WAGNER; BRODBELT, 1997).

Dentre os agentes halogenados, destaca-se o uso do halotano, isofluorano e sevofluorano para a manutenção da anestesia inalatória. O halotano, apesar de ainda ser utilizado, vem sendo gradualmente substituído pelo isofluorano e sevofluorano (JOHNSTON et al., 2004). Estudos comparativos têm demonstrado que em equinos anestesiados pelo halotano, a diminuição do débito cardíaco é o principal fator associado à hipotensão, seguido pela queda na resistência vascular sistêmica, enquanto que o isofluorano, a principal causa é o decréscimo da resistência vascular periférica (FANTONI; CORTOPASSI; BERNARDI, 1999; MARCILLA et al., 2012).

Paralelamente, além dos efeitos depressores induzidos pela anestesia geral, outros fatores como as condições físicas pré-anestésicas, o uso da ventilação mecânica com pressão positiva intermitente (VPPI), o posicionamento e o período de decúbito do animal também podem favorecer a redução da pressão arterial (EDNER; NYMAN; ESSÉN-GUSTAVSSON, 2005)

Estudos prévios têm comprovado que o decúbito dorsal provoca maior depressão hemodinâmica quando comparado ao decúbito lateral em equinos adultos sob anestesia geral (DONALDSON, 1988; KUSHIRO et al., 2005). O decúbito dorsal induz a compressão de grandes vasos, culminando com a redução do retorno venoso, do débito cardíaco e da pressão arterial.

Ademais, o tempo de decúbito também pode interferir sobre as variáveis hemodinâmicas. Rasis et al. (2005), demonstraram redução progressiva do débito cardíaco em animais submetidos à anestesia geral com isofluorano para realização procedimentos cirúrgicos com duração superior a 120 minutos. Resultados semelhantes foram descritos em equinos mantidos sob anestesia inalatória com halotano para realização de diferentes procedimentos cirúrgicos (WAGNER et al., 1995; WAGNER et al., 1996).

O uso da VPPI é um fator que também contribui para o efeito depressor cardiovascular durante a anestesia inalatória (DAY et al., 1995; EDNER; NYMAN; ESSÉN-GUSTAVSSON, 2005). Em equinos é comum a necessidade da ventilação mecânica, devido à ocorrência de exacerbada depressão respiratória, culminando com o aumento da pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial (PaCO_2), redução da pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO_2), o que favorece o desequilíbrio ácido-base, predispondo o animal à acidose respiratória. No entanto, a VPPI, apesar de restaurar a normocapnia, deprime o sistema

cardiovascular, em função do efeito da pressão positiva deflagrada pelo ventilador sobre as vias aéreas e a cavidade torácica na fase inspiratória, que reduz o retorno venoso para o coração e o débito cardíaco (STEFFEY; WILLITS; WOLINER, 1992; MIZUNO et al., 1995).

Independente do fator predisponente, a hipotensão arterial sistêmica continua sendo apontada como principal causadora da alta incidência de morbidade trans e pós operatória (LINDSAY et al., 1989) podendo predispor à ocorrência de miopatia e insuficiência renal aguda (IRA) pós-anestésicas (GRANDY et al., 1987; LINDSAY et al., 1989) além de estar associada à alta incidência de mortalidade em equinos (JOHNSTON et al., 1995; WAGNER, 2008).

Dessa forma, a hipotensão arterial trans-anestésica deve ser rapidamente corrigida, visando a homeostase do paciente (FANTONI; CORTOPASSI; BERNARDI, 2002; MUIR, 2009), de modo a serem evitados os efeitos deletérios supracitados.

Durante o período anestésico, a pressão arterial sistêmica deve ser mantida dentro dos limites fisiológicos para a espécie que estão compreendidos entre 100-140mmHg, 70-100mmHg e 60-80mmHg para as pressões sistólica, média e diastólica, respectivamente (HASKINS; CRAIG; HILDEBRAND, 2007).

Em casos de pressão arterial média abaixo de 70mmHg é preconizado o estabelecimento de condutas que favoreçam o restabelecimento da perfusão tecidual, envolvendo a diminuição da profundidade anestésica, a administração ou incremento da fluidoterapia, além de uso de fármacos simpatomiméticos, capazes de aumentar o débito cardíaco e/ou atuar no tônus vascular (BEDNARSKI ; MUIR, 1983; STEPHENS, 1983; DAUNT, 1990; MUIR III, 1991; WAGNER; BRODBELT, 1997). Paralelamente, além dos medicamentos simpatomiméticos convencionais empregados no tratamento da hipotensão, estudos recentes têm demonstrado efeitos satisfatórios com o emprego de terapias adjuvantes, como o uso do estímulo elétrico transcutâneo (TENS), bem como a aplicação do estímulo elétrico em pontos de acupuntura (SYUU et al., 2003; SYUU et al., 2005; ARAI et al., 2008).

2.2 Complicações Decorrentes da Hipotensão Arterial em Equinos

2.2.1 Miopatia pós-anestésica

A miopatia ou miosite pós anestésica (MPA) é uma das principais causas de morbidade em equinos (FRANCI; LEECE; BREARLEY, 2006). Segundo Dyson (1984) a MPA é a complicação mais comum associada à anestesia geral de equinos, representando uma taxa de mortalidade de até 7%, com ocorrência de óbito em até 7 dias após a indução anestésica (JOHNSTON et al., 2002; JOHNSTON et al., 2004)

Embora, os sinais clínicos dessa afecção só possam ser observados no período de recuperação pós-anestésica, a lesão muscular ocorre durante a anestesia geral (TAYLOR; CLARKE, 1999).

A inflamação do tecido muscular determina o prolongamento da recuperação pós-anestésica, que pode se estender entre 24 a 48 horas, com total resolução da afecção entre 3 a 10 dias (FRIEND, 1981; RAISIS, 2005). Dentre os sinais clínicos mais expressivos da MPA destaca-se a claudicação em diferentes graus, que pode variar desde discreta ataxia até a paralisia dos membros afetados (MUIR III, 1991; DUKE et al., 2006). Paralelamente, há sinais de dor e estresse, culminando com a ativação do sistema autônomo simpático, que resulta em hiperventilação, taquicardia e sialorréia (RAISIS, 2005). As enzimas sinalizadoras de lesão muscular aguda, creatina fosfoquinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST), bem como o potássio e o lactato séricos aumentam de forma pronunciada (FRIEND, 1981; GRANDY et al., 1987).

A etiologia da síndrome miopática pós anestésica é complexa e muitos fatores têm sido investigados, sendo considerados como os mais importantes: pressão arterial (JOHNSTON et al., 2004) pressão intracompartimental muscular (PIM) (LINDSAY; MCDONELL; BIGNELL, 1980; GRANDY et al., 1987) posicionamento corpóreo (JOHNSTON et al., 2004) e duração do procedimento anestésico (LINDSAY; MCDONELL; BIGNELL, 1980; JOHNSTON et al., 2004).

Estudo desenvolvido em equinos demonstrou que a hipotensão arterial foi um fator decisivo para o desenvolvimento da MPA, visto que os animais que foram mantidos em normotensão não apresentaram sinais de miopatia, mesmo sendo submetidos à anestesia inalatória com halotano durante 4 horas, enquanto

que 100% dos animais mantidos em hipotensão apresentaram sinais variados de miopatia pós-anestésica, sendo relatado grau severo de miopatia em 2 de 7 cavalos (LINDSAY et al., 1989). Em contrapartida, um estudo retrospectivo realizado por Young e Taylor (1993) não demonstrou uma correlação direta entre a MPA e a ocorrência de hipotensão arterial em equinos sob anestesia inalatória, no entanto relatou maior severidade das lesões musculares nos animais que não receberam terapia para a reversão da hipotensão.

Além da pressão arterial sistêmica, outros fatores exercem interferência relevante sobre a perfusão muscular. Estudos recentes têm confirmado a importância do posicionamento corpóreo do animal e do tempo do decúbito para a prevenção da isquemia muscular (JOHNSTON et al., 2004; FRANCI; LEECE; BREARLEY, 2006; BRAUN; CYNTHIA; RANDY, 2009). No entanto, resultados divergentes têm sido relatados em relação ao posicionamento corpóreo e a incidência de MPA. Richey et al. (1990) não observaram uma relação direta entre o desenvolvimento de MPA e os diferentes posicionamentos corpóreos em equinos sob anestesia inalatória. Em contrapartida, outros autores relataram maior incidência de MPA em cavalos mantidos em decúbito lateral (JOHNSTON et al., 2004; FRANCI; LEECE; BREARLEY, 2006; DE VRIES et al., 2009). Ayala, Rodríguez e Aguirre (2009) relataram a ocorrência de mionecrose no tríceps braquial em equino mantido em decúbito lateral sob anestesia geral com halotano, durante 105 minutos.

Em decúbito lateral, o equino fica susceptível ao aumento de pressão intracompartimental muscular (PIM), afetando, sobretudo os grupos musculares posicionados em contato com a mesa cirúrgica, de modo a reduzir a perfusão capilar, favorecendo a ocorrência da MPA (RAISIS, 2005). Estudos desenvolvidos em equinos têm demonstrado que o efeito da PIM é mais evidente na musculatura do membro torácico, comprometendo a perfusão capilar dos músculos tríceps e extensor do carpo radial (FRANCI; LEECE; BREARLEY, 2006). Dessa forma, preconiza-se que o membro torácico seja tracionado cranialmente, visando minimizar a PIM, de modo a evitar a hipoperfusão tecidual muscular (TAYLOR; YOUNG, 1990; FRANCI; LEECE; BREARLEY, 2006).

Paralelamente, a duração da anestesia/cirurgia também é um fator de risco para o desenvolvimento da MPA. Procedimento anestésico com duração acima de 90 minutos é considerado um fator predisponente para a ocorrência de MPA (JOHNSTON et al., 2004). Independente do anestésico volátil empregado, a

anestesia está relacionada à redução do fluxo sanguíneo muscular, como decorrência do efeito inotrópico negativo desencadeado pelos fármacos. Exacerbada redução da perfusão muscular foi relatada em equinos mantidos sob anestesia geral com halotano ou isoflurano (WEAVER; LUNN; STADDON., 1984; RAISIS et al., 2005). No entanto, apesar do isoflurano induzir maior efeito hipotensor em relação ao halotano, menor interferência sobre o débito cardíaco é determinada por esse anestésico, de modo que o fluxo sanguíneo muscular é menos prejudicado (RAISIS et al., 2000). Essas observações sugerem que o débito cardíaco exerce maior interferência sobre o fluxo sanguíneo muscular em relação à pressão arterial sistêmica, justificando os achados de Raisia et al. (2005) que observaram menor incidência de MPA em equinos anestesiados com isoflurano em relação ao halotano.

3 TRATAMENTO DA HIPOTENSÃO COM SIMPATOMIMÉTICOS

O conhecimento do mecanismo de ação dos fármacos simpatomiméticos permite guiar adequadamente a terapia para cada caso de hipotensão. Os principais fármacos empregados em equinos durante a anestesia inalatória podem ter ação inotrópica positiva e/ou vasopressora, de modo a culminar com o incremento da pressão arterial (ADAMS, 2003; BOWEN et al., 2004; CORLEY, 2004).

Os principais agentes simpatomiméticos utilizados na terapia hipotensiva são as aminas simpatomiméticas ou agonistas adrenérgicos, que mimetizam a ativação do sistema nervoso autônomo simpático. Seus efeitos resultam da interação com receptores adrenérgicos alfa (α_1 e α_2), beta (β_1 e β_2) e dopaminérgicos (DA1 e DA2) (BYLUND, 2007).

Os inotrópicos positivos são capazes de aumentar o débito cardíaco e conseqüentemente a pressão arterial, ao aumentarem a força de contração do miocárdio. Já os fármacos vasopressores promovem o aumento da resistência vascular sistêmica por vasoconstricção arteriolar e contribuem para o aumento do gradiente de pressão entre arteríolas e vênulas favorecendo a perfusão sanguínea no leito tecidual (TÁRRAGA, 2002; VITAL, 2002; BOWEN et al., 2004; CORLEY, 2004).

A epinefrina ou adrenalina é o protótipo dos simpatomiméticos de ação direta, pois é agonista de todos os subtipos de receptores adrenérgicos alfa e beta, descritos até o momento. Essa catecolamina tem produção endógena e as formas sintéticas são largamente empregadas na medicina veterinária (VITAL, 1996). Apresenta efeito inotrópico e cronotrópico positivo, por ativar receptores β_1 em células do miocárdio. O estímulo dos receptores α produz vasoconstricção, aumentando a pressão arterial. Está indicada nos casos de choque, em animais que não respondem a dopamina e durante as manobras de ressuscitação na parada cardiorrespiratória (DUKES, 1993; HORNCHEM, 1993; FANTONI; CORTOPASSI; BERNARDI, 2002).

Norepinefrina ou noradrenalina mimetiza a ativação simpática e tem atividade agonista em adreno-receptores α e β_1 , exercendo pequena ação em receptores β_2 . Em potros neonatos com hipotensão arterial provocada pelo isoflurano, a norepinefrina (0,3 a $1\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$) promoveu o aumento do índice cardíaco, da resistência vascular sistêmica e da pressão arterial sistêmica (VALVERDE et al., 2006). A norepinefrina é o vasopressor de primeira escolha no tratamento da hipotensão promovida por choque séptico. É indicada durante a anestesia inalatória de equinos com síndrome cólica, em casos de hipotensão secundária à anestesia geral e septicemia. Nestes casos, recomenda-se a taxa de 0,1 a $0,75\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ de norepinefrina em associação a inotrópicos (TAYLOR; CLARKE, 1999).

Dopamina é um neurotransmissor endógeno e precursor da norepinefrina e efedrina, presente em neurônios simpáticos e na glândula adrenal. Atua por meio da liberação da norepinefrina de terminais nervosos simpáticos e estimulação direta de α_1 , β_1 , β_2 e receptores dopaminérgicos (VITAL, 2002; CORLEY, 2004). A dopamina tem efeito dose-dependente, sendo capaz de induzir efeitos diferentes, em função da dose empregada. Na dose de 1 a $4\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$, este fármaco atua nos receptores dopaminérgicos, β_1 e β_2 , promovendo efeito vasodilatador renal e aumento do fluxo sanguíneo coronariano e mesentérico. Em infusões intermediárias (5 a $10\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$) o efeito inotrópico positivo é predominante, havendo estímulo dos receptores β_1 e liberação indireta de norepinefrina. Já com infusões mais elevadas ($>10\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$), a dopamina atua preferencialmente em receptores α_1 adrenérgicos, promovendo vasoconstricção e elevação da pressão arterial (CORLEY, 2004).

A dobutamina é uma catecolamina sintética, com ação predominante nos receptores β_1 adrenérgicos. Seu efeito inotrópico positivo é amplamente explorado no tratamento da hipotensão observada durante a anestesia inalatória em equinos, resultando em efeito inotrópico positivo e elevação do débito cardíaco (STEFFEY; HOWLAND, 1980; RAISIS, 2005; BLISSITT et al., 2008).

A efedrina é um agonista simpatomimético, de ação indireta que estimula a liberação de norepinefrina por neurônios simpáticos, podendo também bloquear a recaptção de norepinefrina e atuar diretamente em receptores α e β . Em dose baixa a moderada (0,03 a 0,06mg/kg) o estímulo em receptores α_1 , β_1 e β_2 é similar, e com o aumento da dose, há predomínio da atividade α_1 . Assim, em baixas doses provoca aumento do débito cardíaco, sem grandes alterações de frequência e ritmo cardíaco (LEE et al., 2002; VITAL, 2002; RAISIS, 2005; WAGNER, 2009). Em equinos, com hipotensão promovida pela anestesia inalatória com halotano, a administração de 0,06 mg/kg de efedrina por via intravenosa (IV) promoveu aumento satisfatório do débito cardíaco e da pressão arterial. Em estudo similar, porém com o uso da anestesia inalatória com isoflurano, a infusão contínua de efedrina (0,02mg/kg/min IV) foi efetiva em restabelecer a pressão arterial, sem prejuízos na resistência vascular sistêmica e no débito cardíaco (MARCHIONI, 2003).

3.1 Dobutamina

A dobutamina é um análogo sintético da dopamina, possui propriedades adrenérgicas α_1 , β_1 e β_2 (TUTTE; MILLS, 1975). Em doses terapêuticas, o efeito sobre os receptores β_1 é predominante, induzindo sobretudo efeito inotrópico. Com o incremento da dose, observa-se estímulo de receptores β_1 e β_2 com resposta cronotrópica e inotrópica equivalentes (PINTON; LEMKE; GARCIA, 1997).

Por ser uma catecolamina de meia vida de eliminação curta, a dobutamina deve ser administrada em infusão contínua. Em equinos, a dose recomendada de infusão é de 0,5 a 5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, podendo ocorrer efeitos adversos, como taquicardia e arritmias cardíacas com o uso de doses mais elevadas (TRIM; MOORE, 2007). Paralelamente, em alguns casos, a administração de dobutamina pode causar bradicardia, devido a uma resposta parassimpática reflexa ao aumento da pressão arterial (DONALDSON, 1988; YOUNG et al 1998). Aproximadamente,

20% dos cavalos apresentam efeitos adversos mediante à administração desse fármaco (DONALDSON, 1988).

Estudos recentes têm confirmado os efeitos dose-dependentes da dobutamina sobre a frequência cardíaca (FC). Gehlen et al. (2006) observaram aumento significativo na FC de equinos sob anestesia geral com isoflurano após a infusão de dobutamina nas taxas de 3 e 5µg/kg/min. Em estudo semelhante desenvolvido em potros, aumento progressivo da FC foi observado em função das doses empregadas (2,5-10µg/kg/min), sendo constatado incremento de 100% na FC com a taxa de infusão de 10µg/kg/min (CRAIG; HASKINS; HILDEBRAND, 2007).

No homem, a dobutamina promove aumento na pressão arterial e no débito cardíaco, com discreta redução da resistência vascular sistêmica (RVS) e resistência vascular periférica (RVP) (ABDUL-RASOOL; CHAMBERLAIN; SWAN, 1987; VAN DER LINDEN et al., 1991; PÓVOA; CARNEIRO, 2010). Resultados semelhantes foram relatados em equinos adultos anestesiados pelo halotano, sendo identificado incremento na pressão arterial, no volume de ejeção, com mínimas alterações na FC e na RVS, após a administração da dobutamina (SWANSON et al., 1985; DONALDSON, 1988).

A dobutamina é amplamente empregada para reverter os efeitos depressores hemodinâmicos decorrentes da anestesia geral. Em equinos anestesiados com isoflurano, mantidos sob ventilação mecânica, ocorre redução dose-dependente do débito cardíaco, podendo diminuir cerca de 50% em relação ao valores fisiológicos. Estudo desenvolvido em cavalos adultos anestesiados com 1,4 V% de isoflurano (valor equivalente a 1 concentração alveolar mínima) foi observada redução de 14% no débito cardíaco e 31% na pressão arterial média (STEFFEY et al., 1987). Wagner (2000), relatou a necessidade de tratamento de hipotensão arterial em 91% dos equinos sob anestesia geral, independente do anestésico empregado.

Estudos prévios têm relatado a eficiência da dobutamina em reverter a hipotensão arterial decorrente da anestesia geral inalatória de equinos, favorecendo o aumento da contratilidade do miocárdio (estímulo β_1 adrenérgico), de modo a aumentar o débito cardíaco e a pressão arterial sanguínea (YOUNG et al., 1998; VALVERDE et al., 2006). Todavia, estudos recentes têm demonstrado que o incremento da pressão arterial, além de ser mediado pelo estímulo dos receptores β_1 , também é decorrente do efeito vasoconstrictor periférico da dobutamina,

resultante do estímulo α_1 adrenérgico (GEHLEN et al., 2006; DE VRIES et al., 2009).

O efeito inotrópico positivo da dobutamina tem sido demonstrado em equinos sob anestesia inalatória com halotano (SWANSON et al. 1985; DONALDSON, 1988). Estudo retrospectivo relatou que, aproximadamente, 79% dos cavalos sob anestesia com halotano apresentaram incremento de 10mmHg na pressão arterial média, nos 10 minutos iniciais da infusão de dobutamina (1,7 μ g/kg/min IV). Paralelamente, a dobutamina é efetiva em melhorar a oferta de oxigênio em equinos anestesiados com halotano, sendo observado incremento na concentração de hemoglobina e do oxigênio do sangue arterial em 45% e 56%, respectivamente, devido ao aumento no débito cardíaco (WERTZ et al., 1992).

O halotano reduz a pressão arterial, predominantemente, devido à redução da força de contração do miocárdio, de modo a deprimir o débito cardíaco, culminando com a hipotensão arterial. Dessa forma, a dobutamina atua prontamente, revertendo à hipotensão, em função do seu efeito inotrópico positivo (CRAIG; HASKINS; HILDEBRAND, 2007). Por outro lado, apesar do mecanismo hipotensor do isoflurano estar, sobretudo, relacionado à vasodilatação, muitos estudos têm demonstrado a eficiência da dobutamina no tratamento da hipotensão de equinos anestesiados com esse anestésico volátil (GEHLEN et al., 2006; CRAIG; HASKINS; HILDEBRAND, 2007; DE VRIES et al. 2009), sugerindo que esse resultado possa ser decorrente sobretudo do estímulo α_1 adrenérgico (DE VRIES et al. 2009).

Todavia, apesar de relatos prévios terem demonstrado a eficiência da dobutamina na reversão da hipotensão arterial, há poucas informações sobre o efeito dessa catecolamina no débito cardíaco de equinos anestesiados pelo isoflurano. Rasis et al. (2000) e De Vries et al. (2009) apesar de observarem aumento significativo na pressão arterial de equinos anestesiados pelo isoflurano, não detectaram alterações no débito cardíaco após infusão contínua de dobutamina. Resultados divergentes foram relatados em potros mantidos em anestesia com isoflurano, sendo observado aumento significativo no débito cardíaco, bem como na pressão arterial após administração de diferentes doses de dobutamina (CRAIG; HASKINS; HILDEBRAND, 2007).

De forma geral, a dobutamina é um fármaco efetivo para melhorar a perfusão sanguínea de equinos sob anestesia geral, no entanto a taquicardia pode

ser um fator limitante do seu uso, quando doses elevadas forem necessárias (GEHLEN et al., 2006).

4 ACUPUNTURA

A acupuntura é uma antiga arte da terapêutica chinesa, cujo termo origina-se do latim (acus – agulha; pungare – perfurar), datando a primeira referência escrita de relevância de 2700 a.C. Mais tardiamente, apenas no século XVIII, a acupuntura foi introduzida no ocidente através dos jesuítas, porém apenas no século XX, entre as décadas de 20 e 30, a mesma foi difundida a partir da França, por Souliet de Morant e seus discípulos. No Brasil, a acupuntura foi introduzida em 1950, pelo Professor Frederico Spaeth (LUNA, 2002).

O histórico da acupuntura veterinária apresenta divergências em relação à idade. Pode-se afirmar, em linhas gerais, que alguns atestam seu surgimento na Dinastia Shang (1600 a 1100 a.C), com relatos de utilização inicial em equinos. Todavia, sustenta-se também que referências mais concretas apenas surgiriam na Dinastia Chou do Oeste (900 a 500 a.C), quando um General da Montaria, chamado Bai Le, utilizava agulhas e moxabustão para tratar cavalos. Já em pequenos animais, como cães e gatos, a acupuntura foi desenvolvida no Ocidente para depois ser adotada pelos chineses (DRAEHMPAEHL; ZOHMANN, 1997).

A técnica de acupuntura baseia-se na estimulação orgânica com agulhas, que são introduzidas em pontos específicos do corpo, com o objetivo de atingir um efeito terapêutico ou homeostático (SCHOEN, 2006; MACIOCIA, 2007, XIE; PREAST, 2007).

Os locais ou regiões anatômicas onde se realizam as punções com agulhas são conhecidos como “pontos de acupuntura” ou “acupontos”. Os pontos de acupuntura são microzonas cutâneas de mais ou menos 10mm² de superfície, são localizados por referência anatômica, havendo descrição cartográfica para cada espécie animal (RUBIN, 1983). Os acupontos apresentam características físicas, fisiológicas e histológicas que os diferenciam de outros tecidos (RABISCHONG et al., 1975). Nesses pontos existe menor resistência elétrica, maior concentração de mastócitos, vasos linfáticos, capilares, vênulas, arteríolas e terminações nervosas. A

introdução de agulhas nesses pontos gera a liberação de bradicinina, histamina, substância P, leucotrienos, prostaglandina e fator de ativação plaquetária (KOVACS et al., 1992).

Os acupontos estão situados em canais de energia ou meridianos, que constituem um meio de ligação entre a parte externa do corpo e a parte interna (estruturas, órgãos, vísceras e cérebro) (SCHOEN, 2006, MACIOCIA, 2007, XIE;PREAST, 2007).

Existem 14 meridianos principais, 12 são bilaterais e simétricos e os outros dois estão distribuídos na linha média ventral e dorsal. Cada um dos membros apresenta 3 meridianos ventrais e 3 dorsais, os quais são ligados uns aos outros e conectados aos órgãos internos. São denominados da seguinte maneira: pulmão, intestino grosso, estômago, baço pâncreas, coração, intestino delgado, bexiga, rim, pericárdio (circulação sexo), triplo aquecedor, vesícula biliar e fígado (ROGERS, 1982).

Além do uso de agulhas, o estímulo pode ser desencadeado através de calor (moxa), pressão, injeção (aquapuntura), laser e eletricidade. O uso da eletricidade em pontos de acupuntura é denominado de eletroacupuntura (EA), a qual constitui uma forma de terapêutica física, na qual envolve o efeito mecânico produzido pela introdução da agulha e o efeito elétrico da passagem de corrente elétrica (IAMAMURA et al., 2001).

A EA foi desenvolvida após 1950 e tem sido amplamente utilizada para indução de analgesia (JANSSENS, ROGERS; SCHOEN, 1988), desordens neuromusculares e afecções que requeiram estímulo energético (MACIOCIA, 2007).

Podem ser utilizados diferentes tipos de eletro-estimulação. As características mais importantes de eletro-estimulação estão relacionadas à frequência de impulsos, intensidade da corrente e forma da onda (LUNA, 2002).

O estímulo elétrico pode ser feito através de diferentes tipos de corrente elétrica: direta ou monofásica, a qual deve ser utilizada apenas por curto período de tempo, devido causar polarização do local e eletrólise; alternada ou bifásica, a qual apresenta maior penetração quando comparada à direta, sendo indicada principalmente para o tratamento da dor e desordens musculares, porém também pode ser utilizada para outras finalidades, com a vantagem de evitar eletrólise e lise celular (LUNA, 2002).

Os impulsos podem ser liberados com a mesma intensidade (amplitude) ou com amplitudes variadas. A pulsação elétrica com utilização de amplitudes de mesma intensidade pode ser dividida em diferentes tipos: contínua ou regular, no qual a corrente é produzida sem interrupção, podendo ser utilizada alta (modo denso – entre 50 a 60 Hz) ou baixa frequência (modo disperso – entre 1 a 3 Hz); descontínua ou intermitente, no qual há uma série de impulsos elétricos, seguindo-se uma pausa, não sendo normalmente empregado, pois apresenta acuracidade restrita, além de provocar dor e espasmos musculares (ROGERS, 1982; LUNA, 2002).

A tonificação pode ser adquirida através do uso de voltagem e frequência baixas (2-15 Hz), enquanto a sedação é obtida com voltagem e frequências elevadas (> 200 Hz) (ROGERS, 1982).

4.1 O Uso da Acupuntura para Afecções Cardiovasculares

Há algumas décadas, estudos desenvolvidos em animais e no homem revelaram efeitos satisfatórios com o emprego da acupuntura para estabilização de pacientes com alterações cardiovasculares, sendo relatado aumento no índice de sobrevivência de cães submetidos ao choque hemorrágico (LEE; LEE, 1976) bem como de seres humanos, vítimas de parada cardíaca por hipóxia (LEE, 1974).

Pesquisas recentes corroboram os achados previamente relatados na década de 70, demonstrando que a acupuntura tem efeitos terapêuticos efetivos em alguns tipos de hiper ou hipotensão arterial, arritmias cardíacas e infarto do miocárdio (SYUU et al., 2003; SYUU et al., 2005; CARDENAS et al., 2009; FU; ZENG; LIU, 2008).

A escolha do acuponto, bem como o estímulo a ser aplicado (manual ou EA) depende da familiaridade do acupunturista, bem como do tipo de alteração a ser tratada. Estudos prévios demonstraram efeitos satisfatórios com o estímulo dos acupontos pericárdio 6 (PC6 Neiguan), pericárdio 5 (PC5: Jianshi) e pericárdio 7 (PC7: Daling) para o tratamento da hipotensão em cães (SYUU et al., 2001; SYUU et al., 2003), em coelhos (SONG et al 1993), em ratos (GAO, 2009) e no homem (ARAI et al., 2008). Paralelamente, o estímulo dos acupontos coração 7 (C7 - Shenmen), pericárdio 6 (PC6 - Neiguan) e vaso concepção 17 (VC17 - Shenzhong)

foi empregado com sucesso para o controle de taquicardias ventriculares (CARDENAS et al., 2009).

Com relação ao tipo de estímulo empregado, diferentes resultados podem ser observados com o emprego do estímulo elétrico ou manual. Syuu et al. (2001) compararam o estímulo manual ao elétrico no acuponto PC6 em cães anestesiados com halotano, sendo observado incremento no perfil hemodinâmico, envolvendo pressão arterial média, frequência cardíaca, débito cardíaco, volume diastólico e sistólico final e volume de ejeção por 60 minutos no grupo que recebeu eletroacupuntura, enquanto uma diminuição destes parâmetros foi evidente por 90 minutos no grupo onde foi utilizada somente a acupuntura manual.

Em ratos submetidos à hemorragia, a aplicação de EA por 30 minutos, com frequência variando entre 2 a 15 Hz nos acupontos PC6 e PC7 induziu o aumento da pressão arterial, em função do incremento da atividade autônoma simpática (GAO, 2009). Em estudo similar, Xu et al. (2010), observaram aumento significativo na pressão arterial e frequência cardíaca de ratos submetidos à indução hipotensão arterial e bradicardia, com o emprego da EA (frequência de 2 a 15Hz).

Arai et al. (2008), relataram que a EA aumentou o tônus simpático e melhorou a função cardiovascular em decorrência da estimulação transcutânea elétrica nervosa (TENS) nos acupontos PC5 e PC6 reduzindo a severidade da hipotensão após anestesia espinal em mulheres submetidas à cesariana.

Apesar de muitos estudos comprovarem os efeitos hemodinâmicos da acupuntura em diversas espécies, na literatura vigente, há referência de apenas uma pesquisa desenvolvida na espécie equina com a aplicação dessa modalidade terapêutica para o restabelecimento do sistema cardiovascular. Cardenas et al. (2009), relatou efeito semelhante entre o tratamento com lidocaína e o estímulo dos acupontos PC6 e C7 para a reversão de taquicardia induzida pelo halotano em equinos.

5 OBJETIVO

O objetivo principal do atual estudo foi avaliar a eficiência do tratamento da hipotensão arterial, mediante a infusão de dobutamina comparativamente à aplicação de estímulo elétrico no acuponto PC6 e em ponto falso de acupuntura em equinos sob anestesia geral inalatória. Paralelamente, objetivou-se avaliar as alterações nas concentrações séricas das enzimas CK e AST, bem como o tempo e a qualidade da recuperação pós-anestésica.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-RASOOL, I. H.; CHAMBERLAIN, J. H.; SWAN, P. C. Cardiorespiratory and metabolic effects of dopamine and dobutamine infusions in dogs. **The Open Critical Care Medicine Journal**, n. 15, p. 1044–1050, 1987.
- ADAMS, H. R. Agonistas e antagonistas adrenérgicos. In: **Farmacologia e Terapêutica em Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. Cap.6, p. 76-97.
- ARAI, Y. C. P. et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation at the PC-5 and PC-6 acupoints reduced the severity of hypotension after spinal anaesthesia in patients undergoing caesarean section. **British Journal of Anaesthesia**, v. 100, p. 78–81, 2008.
- AYALA, I.; RODRÍGUEZ, M. J.; AGUIRRE, et al. Postanesthetic brachial triceps myonecrosis in a Spanish-bred horse. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 50, p. 189-193, 2009.
- BEDNARSKI, R. M.; MUIR, W. W. Arrhythmogenicity of dopamine, dobutamine and epinephrine in thiamylal-halothane anesthetized dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 44, n. 12, p. 2341-2343, 1983.
- BOWEN, I. M. et al. Drugs acting on the cardiovascular system. In: BERTONE, J. J.; HORSPOOL, L. J. I. **Equine clinical pharmacology**. London: Saunders, 2004. Cap.12, p. 193-215.
- BLISSITT, K. J. et al. The effects of halothane and isoflurane on cardiovascular function in dorsally recumbent horses undergoing surgery. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 35, p. 208-219, 2008.
- BRAUN, C.; CYNTHIA, M.; RANDY, B. Effects of changing body position on oxygenation and arterial blood pressures in foals anesthetized with guaifenesin, ketamine, and xylazine. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 36, p. 18–24, 2009.
- BYLUND, D. B. Alpha-and beta-adrenergic receptors: ahlfquist's landmark hypothesis of a single mediator with two receptors. **American Journal of Physiology Endocrinology Metabolism**, v. 293, p. 1479-1481, 2007.
- CARDENAS, J. J.; LUNA, S. P. L.; TEIXEIRA NETO, F. et al. Comparação entre a lidocaína e a acupuntura no tratamento da taquicardia ventricular induzida com dopamina em equinos anestesiados com halotano. Arquivo Brasileiro. **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 4, p. 777-784, 2009.
- CORLEY, K. T. T. Monitoring and treating the cardiovascular system in neonatal foals. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 2, p. 42-55, 2004.

CRAIG, A.; HASKINS, C.; HILDEBRAND, V. The cardiopulmonary effects of dobutamine and norepinephrine in isoflurane-anesthetized foals. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 34, p. 377–387, 2007.

DAUNT, D. A. Supportive therapy in the anaesthetized horse. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, v. 6, n. 3, p. 557-574, 1990.

DAY, T. K; GAYNOR, J. S.; MUIR W. W. W III. et al. Blood gas values during intermittent positive pressure ventilation and spontaneous ventilation in horses positioned in lateral or dorsal recumbency. **Veterinary Surgery**, v. 24, p. 266-276, 1995.

DE VRIES, A. et al. Effects of dobutamine on cardiac index and arterial blood pressure in isoflurane-anaesthetized horses under clinical conditions. **Journal of Veterinary Pharmacology Therapeutic**, v. 32, p. 353-358, 2009.

DONALDSON, L. L. Retrospective assessment of dobutamine therapy of hypotension in anesthetized horses. **Veterinary Surgery**, v. 17, n. 1, p. 53-57, 1988.

DUKE, T.; FILZEK, U.; READ, M. R.; et al. Clinical observations surrounding an increased incidence of postanesthetic myopathy in halothan-anaesthetised horses. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 33, p. 122-128, 2006.

DUKES, H. H. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 163-165.

DRAEHMPAEHL, D.; ZOHMANN, A. **Acupuntura no cão e no gato: princípios básicos e prática científica**. São Paulo: Roca, 1997. p. 245.

DRIESSEN, B. et al. Differences in need for hemodynamic support in horses anesthetized with sevoflurane as compared to isoflurano. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 33, p. 356-367, 2006.

DYSON, S. J. Risk of recumbency in the anaesthetized horse. **Equine Veterinary**, v. 16, n. 2, p. 77-80, 1984.

EDNER, A.; NYMAN, G.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B. The effects of spontaneous and mechanical ventilation on central cardiovascular function and peripheral perfusion during isoflurane anaesthesia in horses. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 32, p. 136-146, 2005.

FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G.; BERNARDI, M. M. Anestésicos inalatórios. In: SPINOSA, H. S.; GORNIÁK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 103-113.

FANTONI, D. T., CORTOPASSI, S. R. G.; BERNARDI, M. M. Anestésicos inalatórios. In: SPINOSA, H. S., GORNIÁK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. Cap. 24, p. 105-116.

FU, Y. J.; ZENG, G. G, LIU, Q. G. Advances of studies on acupuncture reinforcing-reducing of twirling-rotating the needle. **Chinese acupuncture**. v. 28, p. 703-6, 2008

FRANCI, P.; LEECE, E. A.; BREARLEY, J. C. Post anaesthetic myopathy/neuropathy in horses undergoing magnetic resonance imaging compared to horses undergoing surgery. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, p. 497-501, 2006.

FRIEND, S. C. E. Postanesthetic myonecrosis in horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 22, p. 367-37, 1981.

GAO, Y. H.; CHEN S. P.; WANG J. Y.; et al Effects of electroacupuncture of different acupoints groups on blood pressure and heard rate variability in rats. **Acupuncture Research**, v. 34, p. 21-26, 2009.

GEHLEN, H. WEICHLER, A.; BUBECK, K.; et al. Effects of two different dosages of dobutamine on pulmonary artery wedge pressure, systemic arterial blood pressure and heart rate in anaesthetized horses. **Journal of Veterinary Med A, Physiology Pathology Clinical Medicine**, v. 53, p. 476-80, 2006.

GRANDY, J. L. et al. Arterial hypotension and the development of postanesthetic myopathy inhalothane-anesthetized horses. **American Journal Veterinary Research**, v. 2, p. 192-197, 1987.

HASKINS, S. C.; CRAIG, C. A.; HILDEBRAND, S. V. The cardiopulmonary effects of dobutamine and norepinephrine in isoflurane-anesthetized foals. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 34, p. 377-438, 2007.

HORNCHEN, U. Potential risks of hig-dose epinephrine for resuscitation from ventricular fibrillation in a porcine model. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v. 7, n. 2, p. 184-187, 1993.

IAMAMURA, S. T.; TEIXEIRA, M. J.; IAMAMURA, M.; et al. Eletroacupuoraku no ryodoraku no tratamento da dor musculoesquelética. In: ANDRADE, A. C. C. F. **Dor: diagnóstico e tratamento**. São Paulo: Roca, 2001. p. 117-123.

JACOBS, G. J. et al. Diagnosis of right coronary artery to right atrial fistula in a dog using two-dimensional echocardiography. **Journal of Small Animal Practice**, v. 37, p. 387-390, 1996.

JANSSENS, L. A. A.; ROGERS, P. A. M.; SCHOEN, A. M. Acupuncture analgesia. **American Journal Chinese Medical**, v. 2, p. 53-66, 1988.

JOHNSTON, G. M.; EASTMENT J. K.; Taylor, P, M & Wood. J. L. N. et al. Isoflurane safer than halothane in equine anaesthesia?: results from a prospective multicentre randomized controlled trial. **Equine Veterinary Journal**, v. 36, p. 64-71, 2004.

JOHNSTON, G. M. EASTMENT, J. K.; WOOD, J. L. H. et al. The confidential enquiry into perioperative equine fatalities (CEPEF): mesortality results of phases 1 and 2. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 29, p. 159-170, 2002.

JOHNSTON, G. M.; TAYLOR, P. M.; HOLMES, M. A.; et al. Confidential enquiry of perioperative equine fatalities: preliminary trial. **Equine Veterinary Journal**, v. 27, n. 3, p. 193-200, 1995.

KOVACS, F. M.; GOTZENS, V.; GARCIA, A.; et al. Experimental study on radioactive pathways of hypodermically injected. **The Journal of Nuclear Medicine**, v. 33, n. 3, p. 403-407, 1992.

KUSHIRO, T.; YAMASHITA, K.; UMAR, M. A.; et al. Anesthetic and cardiovascular effects of balanced anesthesia using Constant rate infusion of midazolam-ketamine-medetomidine with inhalation of oxygen-sevoflurane horses. **Journal Veterinary Medicine Science**, v. 67, p. 379-84, 2005.

LEE, G. T. C. A study of electrical stimulation of acupuncture locus tsusanli mesenteric microcirculation. **Journal Chinese Medicine**, v. 2, p. 53-66, 1974.

LEE, Y. H. L. et al. The effects of ephedrine on intramuscular blood flow and other cardiopulmonary parameters in halothane-anesthetized ponies. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 29, p. 171-181, 2002.

LEE, D. C.; LEE, M. O.; Clifford, D. H. Modification of cardiovascular function in dogs by acupuncture: a review. **Journal Chinese Medicine**, v. 4, p. 333-46, 1976.

LI, P. et al. Excitatory projections from arcuate nucleus to ventrolateral periaqueductal gray in electroacupuncture inhibition of cardiovascular reflexes. **American Journal of Physiology, Heart and Circulatory Physiology**, v. 290, p. 2535-2542, 2006.

LI, P. et al. Inhibitory effect of electroacupuncture (EA) on the pressor response induced by exercise stress. **Clinical Autonomic Research Society**, v. 14, p. 182-188, 2004.

LINDSAY, W. A. et al. Induction of equine postanesthetic myositis after halothane-induced hypotension. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, p. 404-410, 1989.

LINDSAY, W. A.; MCDONELL, W.; BIGNELL, W. Equine post-anesthetic lameness: intracompartmental muscle pressure changes and biochemical patterns. **American Journal of Veterinary Research**, v. 41, n. 12, p. 1919-1924, 1980.

LUNA, S. P. L. Emprego da acupuntura em anestesia. In: FANTONI, D. T.; Cortopassi, S. G. **Anestesia em cães e gatos**. 1.ed. São Paulo: Roca, 2002. Cap .32, p. 337-343.

LUNA, S. P. L. ; TAYLOR, P. M. ; WHEELER, M. J. Cardiorespiratory, endocrine and metabolic changes in ponies undergoing intravenous or inhalation anaesthesia. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v. 19, n. 4, p. 251-258, 1996.

MACIOCIA, G. **Os fundamentos da medicina chinesa**: um texto abrangente para acupunturistas e fisioterapeutas. São Paulo: Roca, 2007.

MARCHIONI, G. G. **Comparação dos efeitos hemodinâmicos da efedrina ou da fenilefrina em eqüinos anestesiados com isoflurano**. 2003. 121p. Dissertação (Mestrado em Anestesiologia Veterinária) - Curso de Pós-Graduação em Cirurgia Veterinária, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARCILLA, M. G. SCHAUVLIEGE, S.; SEGAERT, S. et al. Influence of a constant rate infusion of dexmedetomidine on cardiopulmonary function and recovery quality in isoflurane anaesthetized horses. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 39, p. 49-58, 2012.

MIZUNO, Y. AIDA, H.; HARA, H. et al. Cardiovascular effects of intermittent positive pressure ventilation in anesthetized horse. **Journal Veterinary Medical Science**, v. 56. p. 39-44, 1995.

MUIR III, W. W. Complication: induction, maintenance, and recovery phases of anesthesia, In: **Equine anesthesia**. Mosby Year Book, Cap.18, p. 419-443, 1991.

MUIR, W. W. Complications: induction, maintenance, and recovery phases os anesthesia. In: MUIR, W. W.; HUBBEL, J. A.; REINHARD. R. W. **Equine anesthesia: monitoring and emergency therapy**. 2.ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2009.

PINTON, R.; LEMKE W, GARCIA, L. Sintomas, complicações e alterações hemodinâmicas associadas a ecocardiografia de estresse com dobutamina. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**, v. 69, p.161-164, 1997.

PÓVOA, P.; CARNEIRO, A. H. Adrenergic support in septic shock: a critical review. **Hosp. Pract. (Minneap)**, v. 38, p. 62-73, 2010.

PRECKEL, B.; BOLTEN. J. Pharmacology of modern volatile anaesthetics. **Best Pract Res Clin Anaesthesiol**, v. 19, p. 331-48, 2005.

RABISCHONG, P.; NIBOYET, J. E.; TERRAL, C. et al. Experimental basis of acupuncture analgesia. **La Nouvelle Presse Médicale**, v. 4, p. 2021-2026, 1975.

RAISIS, A. L. Skeletal muscle blood flow in anaesthetized horses. Part II: Effects of anaesthetics and vasoactive agents. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 32, p. 331-337, 2005.

RAISIS, A. L.; BLISSITT, K. J.; HENLEY, W.; et al. The effects of halothane and isoflurane on cardiovascular function in laterally recumbent horses. **British Journal of Anaesthesia**, v. 95, p. 317-325, 2005.

RAISIS, A. L.; YOUNG, L. E.; MEIRE, H. B.; et al. Measurements of hindlimb blood flow recorded using Doppler ultrasound during administration of vasoactive agents in halothane-anesthetized horses. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 41, n. 1, p. 64-72, 2000.

RICHEY, M. T. HOLLAND, M. S.; MCGRATH, C. J.; et al. Equine post-anesthetic lameness: a retrospective study. **Veterinary Surgery**, v. 19, n. 5, p. 392-397, 1990

ROGERS, P.A.M. Acupuncture analgesia for surgery in animals. In: **Proceedings of the Belgian Acupuncture Society Seminar**, Antwerpen, 1982, p.1-22.

RUBIN, M. **Manual de Acupuntura Veterinária**. São Paulo: Andrei, 1983.

SAGHAEI, M. et al. Clinical trial of nitroglycerin-induced controlled hypotension with or without acupoint electrical stimulation in microscopic middle ear surgery under general anesthesia with halothane. **Acta Anaesthesiologica Taiwanica**, v. 43, p. 135-139, 2005.

SONG, X.; TANG, Z.; HOU, Z. et al. An experimental study on acupuncture anti-hemorrhagic shock. **Journal of Traditional Chinese Medicine**, v. 13, p. 207-210, 1993.

SCHOEN, A. **Acupuntura Veterinária da Arte Antiga à Medicina moderna**. 2.ed. São Paulo: Roca, 2006, p. 91-108.

SHIDONG, Y.; YINGJIE, C.; JUN, Z. Treatment of primary hypotension by electroacupuncture at neiguan and gongsun: a report of 100 cases. **Journal of Traditional Chinese Medicine**, v. 3, p.193, 2004.

STEFFEY, E. P.; DUNLOP, C. I.; FARVER, T. B.; et al. Cardiovascular and respiratory measurements in awake and isoflurane-anesthetized horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 48, n. 1, p. 7-12, 1987.

STEFFEY, E. P.; HOWLAND, D. Comparison of circulatory and respiratory effects of isoflurane and halothane anesthesia in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 41, n. 5, p. 821-825, 1980.

STEFFEY, E. P.; MAMA, K. R. Inhalation anesthetics. In: Tranquilli, W. J.; Thurmon, J. C.; Grimm, K. A. **Lumb & Jones: veterinary anesthesia and analgesia**. 4.ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. Cap.13, p. 355-394.

STEFFEY, E. P.; WILLITS, N.; WOLINER, M. Hemodynamic and respiratory responses to variable arterial partial pressure of oxygen in halothane-anesthetized horses during spontaneous and controlled ventilation. **American Journal of Veterinary Research**, v. 53, p. 1850-1858, 1992.

STEPHENS, K. A. Catecholamines and their use in shock. **Compedium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 5, p. 671-678, 1983.

SWANSON, C. R.; MUIR, W. W.; BEDNARSKI, R. M. et al. Hemodynamic responses in halothane anesthetized horses given infusions of dopamine or dobutamina. **American Journal of Veterinary Research**, v. 46, n. 2, p. 365-370, 1985.

SYUU, Y. et al. Cardiovascular beneficial effects of electroacupuncture at Neiguan (PC-6) acupoint in anesthetized open-chest dog. **Japanese Journal of Physiology**, v. 51, p. 231-238, 2001.

SYUU, Y. et al. Pressor effect of electroacupuncture on hemorrhagic hypotension. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 285, p. 1446-1452, 2003.

SYUU, Z.; FU, L. W.; ZHOU, W. et al. Role of unmyelinated fibers in electroacupuncture cardiovascular responses. **Autonomic Neuroscience**, v. 118, p. 43-50, 2005.

TÁRRAGA, K. M. Medicamentos que atuam no sistema nervoso cardiovascular: inotrópicos positivos e medicamentos vasodilatadores. In: SPINOSA, H. S.; GORNIÁK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. Cap. 24, p. 236-274.

TAYLOR, P. M.; YOUNG, S. S. The effect of limb position on venous and compartmental pressure in the forelimb of ponies. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 17, n. 1, p. 35-37, 1990.

TAYLOR, P. M.; CLARKE, K. M. In: **Manual de anestesia em equinos**. 2.ed. São Paulo: MedVet, 1999. Cap. 4, p. 80-81.

TUTTE, R. R.; MILLS, J. Dobutamine: development of a new catecholamine to selectively increase cardiac contractility. **Circulation Research**, v.36, p.185-196, 1975.

TJEN-A-LOOI, S. C. et al. Midbrain vIPAG inhibits rVLM cardiovascular sympathoexcitatory responses during electroacupuncture. **American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology**, v. 290, p. 2543-2553, 2006.

TRIM, C. M.; MOORE, J. M. Horses with colic. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. **Lumb & Jones: veterinary anesthesia and analgesia**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. p.1019-1026.

VALVERDE, A. et al. Effects of dobutamine, norepinephrine and vasopressin on cardiovascular function in anesthetized neonatal foals with induced hypotension. **American Journal of Veterinary Research**, v. 67, p. 1730-1737, 2006.

VAN DER LINDEN, P.; GILBART, E.; ENGELMAN, E. et al. Adrenergic support during anesthesia in experimental endotoxin shock: norepinephrine versus dobutamina. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, v. 35, p. 134-140, 1991.

VITAL, M. A. B. F. Agonista e antagonista adrenérgico. In: SPINOSA, H. S. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 1.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 54-63.

VITAL, M. A. B. F. Agonistas e antagonistas adrenérgicos. In: SPINOSA, H. S.; GORNIÁK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. Cap.7, p. 72-86.

WAGNER, A. E.; DUNLOP, C. I.; WERTZ, E. M. et al. Hemodynamic responses of horses to anesthesia and surgery, before and after administration of a low dose of endotoxin. **Veterinary Surgery**, v. 24, p. 78–85, 1995

WAGNER, A. E. Focused supportive care: blood pressure and blood flow during equine anesthesia. In: RECENT ADVANCES IN ANESTHETIC MANAGEMENT OF LARGE DOMESTIC ANIMALS. [S.I.]: International Veterinary Information Service, 2000. Disponível em: http://www.ivis.org/advances/steffey_anesthesia/wagner_supportive_equine/ivis.pdf.

WAGNER, A. E. Complications in equine anesthesia. **Veterinary Clinics North America Equine Practice**, v. 24, p. 735-752, 2008.

WAGNER, A. E. Complications in Equine Anesthesia. **Veterinary Clinics Equine**, v. 24, p. 735-754, 2009.

WAGNER, A. E.; BRODBELT, D. C. Arterial blood pressure monitoring in anesthetized animals. **Journal of American Association**, v. 210, n. 9, p. 1279-1285, 1997.

WAGNER, A. E.; DUNLOP, C. I.; WERTZ, E. M. et al. Evaluation of five common induction protocols by comparison of hemodynamic responses to surgical manipulation in halothane-anesthetized horses. **Journal of Veterinary Medical Association**, v. 208, n. 2, p. 252-257, 1996.

WEAVER, B. M. Q.; LUNN, C. E. M.; STADDON G. E. Muscle perfusion in the horse in anesthetized horses. **Veterinary Journal**, v. 16, p. 66-68, 1984.

WERTZ, E. M.; DUNLOP, D. I.; WAGNER, A. E. et al. Cardiovascular and oxygenation responses to dobutamine and dopamine in halothane anesthetized horses. **Veterinary Surgery**, v. 21, p. 501-502, 1992.

XIE, H ; PREAST, V. **Xie's Veterinary Acupuncture**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007, p.376.

XU, B.; YU, X. C, CHEN, C. Y. et al. Relationship between efficacy of electroacupuncture and electroacupuncture stimulation of different acupoints and different tissue layers of acupoint area in hypotension plus bradycardia rats. **Acupuncture Research**, v.35, p. 422-428, 2010.

YAMANAKA, T. et al. Time-related changes of the cardiovascular system during maintenance anesthesia with sevoflurane and isoflurane in horses. **Journal Veterinary Medicine Science**, v. 63, p. 527-532, 2001.

YOUNG, L. E.; BLISSITT, K. J.; CLUTTON, R. E. et al. Temporal effects of an infusion of dobutamine hydrochloride in horses anesthetized with halothane. **American Journal of Veterinary Research**, v. 59, n. 8, p. 1027-1032, 1998.

YOUNG, S. S.; TAYLOR, P. M. Factors influencing the outcome of equine anaesthesia: a review of 1314 cases. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, n. 2, p, 147-151, 1993.

ARTIGO CIENTÍFICO

Tratamento convencional versus eletroacupuntura para reversão de hipotensão arterial em cavalos sob anestesia geral inalatória

Conventional versus electroacupuncture treatment for hypotension reversion in horses under inhalation anesthesia

Elisabeth da Cunha Franco¹, Renata Navarro Cassu², Miriely Steim Diniz³, Gabriel Molinari de Mattos⁴, Pedro Castellani Scarcelli^{IV}

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar a eficiência do tratamento da hipotensão arterial induzida pelo isoflurano em equinos, com dobutamina comparativamente à aplicação de estímulo elétrico no acuponto pericárdio 6 (PC6) e em ponto falso de acupuntura. Foram avaliados seis cavalos adultos, saudáveis, provenientes do Hospital Veterinário da Unoeste. Os mesmos animais foram avaliados nos três tratamentos, com intervalo de 15 dias entre cada experimento. A medicação pré-anestésica foi feita com xilazina ($0,5\text{mg kg}^{-1}$) por via intravenosa (iv). A indução anestésica foi realizada com éter gliceril guaiacol (100mg kg^{-1} iv, 10%) em associação ao tiopental sódico (5mg kg^{-1} iv), com posterior manutenção em anestesia geral inalatória com isoflurano, em ventilação mecânica. Após a estabilização da anestesia foi induzida a hipotensão arterial, mediante o incremento da concentração de isoflurano, até a obtenção de pressão arterial média (PAM) entre 40 a 45 mmHg. A partir do estabelecimento

¹ Mestrado em Ciência Animal, Unoeste, Rodovia Raposo Tavares, Km 572, Campus II, Bairro Limoeiro, 19067-175, Presidente Prudente SP.

² Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, Faculdade de Ciências Agrárias, Unoeste, Rodovia Raposo Tavares, Km 572, Campus II, Bairro Limoeiro, 19067-175, Presidente Prudente SP. E-mail: renavarro@uol.com.br. Autor para correspondência.

³ Residência em Anestesiologia Veterinária, Unoeste, Rodovia Raposo Tavares, Km 572, Campus II, Bairro Limoeiro, 19067-175, Presidente Prudente SP.

⁴ Curso de Graduação, Faculdade de Ciências Agrárias, Curso de Medicina Veterinária Unoeste, Rodovia Raposo Tavares, Km 572, Campus II, Bairro Limoeiro, 19067-175, Presidente Prudente SP.

da hipotensão, os animais foram submetidos a um dos tratamentos: DOB: dobutamina ($1,5\mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) em infusão contínua iv; EA: aplicação de estímulo elétrico no acuponto PC6 bilateralmente; Sham: aplicação de estímulo elétrico em ponto falso de acupuntura. Todos os tratamentos foram mantidos durante 60 minutos. Foram mensurados: frequência cardíaca (FC) e ritmo cardíaco, pressão arterial média (PAM), temperatura retal (T), fração inspirada e expirada de isoflurano (ETiso), concentração final expirada de dióxido de carbono (ETCO₂) e variáveis hemogasométricas (PaO₂, PaCO₂, pH, HCO₃⁻¹), concentração sérica de aspartato aminotransferase (AST) e creatina fosfoquinase (CK), tempo e qualidade da recuperação pós-anestésica. Houve incremento na PAM de 50%, 36,6% e 7,5% nos grupos DOB, EA e Sham, respectivamente. Valores superiores de PAM foram observados no tratamento DOB em relação ao tratamento Sham aos 10, 20, 30 e 40 minutos e aos 20 minutos em relação ao tratamento EA. A FC, as variáveis hemogasométricas, as enzimas CK e AST, o tempo e a qualidade de recuperação pós-anestésica não diferiram entre os grupos. Concluí-se que o tratamento com dobutamina foi mais efetivo para reversão de hipotensão em cavalos sob anestesia inalatória quando comparado ao estímulo elétrico do acuponto PC6 ou ponto falso de acupuntura.

Palavras-Chave: eletroacupuntura, dobutamina, hipotensão, equino.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficacy of dobutamine comparatively with electroacupuncture and sham treatment to reversion of isoflurano-induced hypotesion in equine. Six adult horses were evaluated using a crossover design with at least 15 days between treatments. All the horses were medicated with xylazine (0.5mg kg^{-1}) by intravenous administration (iv). Guaifenesin (100mg/kg iv) and thiopental (5mg kg^{-1} iv) were administered, following the inhalation anesthesia with isoflurane. The horses were

positionated in left lateral recumbency and they were maintained in mechanical ventilation. After anesthesia was established, the isoflurane concentration was raised until mean blood pressure was maintained between 40 to 45mmHg. After that, the animals were treated with a constant rate of $1.5\text{mg kg}^{-1}\text{min}^{-1}$ intravenously dobutamine (DOB), electroacupuntura to PC6 acupoint (EA) and sham treatment (Sham). All the treatments were maintained for 60 minutes. Heart rate, cardiac rhythms, median arterial blood pressure, rectal temperature, arterial blood gases, creatine kinase (CK), aspartate aminotransaminase (AST), recovery time and quality of recovery were investigated. The mean blood pressure increased 50%, 36.5% and 7.5% in DOB, EA and Sham treatment, respectively. Higher values were observed in the DOB treatment when compared with Sham treatment at 10, 20, 30 and 40 minutes and at 20 minutes when compared with EA treatment. Heart rate, blood gases, CK, AST, recovery time and quality of recovery did not differ among the treatments. It was concluded that the dobutamine treatment was more effective than electroacupuntura and Sham treatment for the reversion of isoflurane induced hypotension in horses.

Key-words: electroacupuntura, dobutamine, hypotension, equine.

INTRODUÇÃO

A hipotensão arterial é uma complicação comum em equinos sob anestesia geral, que está associada ao aumento de morbidade e mortalidade trans e pós-anestésicas (DE VRIES et al., 2009). O tratamento convencional consiste no emprego de fármacos simpatomiméticos como dopamina, dobutamina, noradrenalina e efedrina (MUIR III, 1991; VALVERDE et al., 2006). A dobutamina é um dos fármacos de eleição para o tratamento da hipotensão em equinos anestesiados, devido atuar predominantemente nos receptores β_1 adrenérgicos, culminando com efeito inotrópico positivo, que resulta em incremento no retorno venoso, débito cardíaco e pressão arterial (VALVERDE et al., 2006; DE VRIES et al., 2009). No

entanto, por tratar-se de uma catecolamina sintética, a dobutamina pode induzir a ocorrência de arritmias cardíacas e taquicardia dose-dependente (STEFFEY & MAMA, 2007). Paralelamente, em animais endotoxêmicos, a eficiência da dobutamina pode ser comprometida, em função da redução de sensibilidade dos receptores β cardíacos (TRIM & MOORE, 2007).

Dessa forma, é de grande valia a investigação de outras terapias de suporte que sejam capazes de promover estabilidade hemodinâmica, com custo acessível e com mínimos efeitos adversos para o paciente. Nesse contexto, alguns estudos têm demonstrado resultados favoráveis com o emprego da acupuntura para o tratamento da hipotensão arterial em cães (SYUU et al., 2001; SYUU et al., 2003), em coelhos (SONG et al., 1993), em ratos (GAO et al., 2009) e no homem (SHIDONG et al., 2004; SAGHAEI et al., 2005; ARAI et al., 2008).

O acuponto Pericárdio 6 (PC-6) é um dos principais pontos, tradicionalmente, empregados para o tratamento de desequilíbrios relacionados ao sistema cardiovascular. Estudos prévios têm relatado incremento do volume sistólico, pressão arterial e débito cardíaco com a aplicação de estímulo elétrico nesse acuponto (SYUU et al., 2003; LI et al., 2004; TJEN-A-LOOI et al., 2006; LI et al., 2006).

Todavia, apesar da alta incidência de hipotensão arterial em equinos durante a anestesia geral inalatória e dos resultados positivos relatados em diversas espécies com o emprego da acupuntura para o restabelecimento das variáveis hemodinâmicas, nenhum estudo foi conduzido até o dado momento, com o uso dessa modalidade terapêutica para tratamento da hipotensão arterial em cavalos.

O objetivo principal do atual estudo foi avaliar a eficiência do tratamento da hipotensão arterial, mediante a infusão de dobutamina comparativamente à aplicação de estímulo elétrico no acuponto PC6 e em ponto falso de acupuntura em equinos sob anestesia

geral inalatória. Paralelamente, objetivou-se avaliar as alterações nas concentrações séricas das enzimas CK e AST, bem como o tempo e a qualidade da recuperação pós-anestésica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados seis cavalos (1 macho e 5 fêmeas), adultos, com peso médio de 374 ± 50 kg, saudáveis, selecionados mediante a normalidade dos exames físico e laboratorial (hemograma, função hepática e renal), provenientes da instituição de origem. Os animais foram mantidos em piquete, com acesso à alimentação com *coast cross*, sal mineral e água *ad libitum*. Todos os animais participaram de todos os tratamentos, com intervalo de 15 dias entre cada avaliação para um mesmo animal.

Após o período de jejum sólido de 12 horas, todos os animais foram submetidos ao mesmo protocolo anestésico. Na medicação pré-anestésica foi administrada xilazina^a ($0,5 \text{ mg kg}^{-1} \text{ iv}$). Quinze minutos após, a indução anestésica foi realizada com éter gliceril guaiacol^b ($100 \text{ mg kg}^{-1} \text{ iv}$), diluído em solução fisiológica, em concentração de 10% em associação ao tiopental sódico^c ($5 \text{ mg kg}^{-1} \text{ iv}$). Ato contínuo, foi realizada a intubação endotraqueal, com conexão da sonda ao circuito circular valvular semi-fechado do aparelho de anestesia^d, pelo qual foi fornecido oxigênio a 100% ($10 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$), com manutenção sob anestesia geral inalatória com isofluorano^e, cuja concentração final expirada (ETiso) foi ajustada com analisador de gases^f, sendo mantida em valor aproximado de 1,44V%, equivalente a 1 CAM (STEFFEY & PASCOE, 2002).

Os animais foram mantidos em decúbito lateral esquerdo em ventilação mecânica, que foi ajustada, com pressão de admissão variando entre 20-30mmHg, frequência respiratória entre 4 a 6 mov min^{-1} , volume corrente entre 15 a 20 ml kg^{-1} , visando manter a concentração final expirada de dióxido de carbono (ETCO₂) entre 35-45mmHg, mensurada através de capnografia^f.

Após a estabilização da anestesia geral inalatória foi realizada a cateterização da artéria facial direita e adaptação dos eletrodos nos membros torácicos e pélvicos para a realização de eletrocardiografia^g.

Depois de concluída a instrumentação do animal, foi induzida a hipotensão arterial (PAM entre 40 a 45mmHg), mediante o incremento da concentração expirada de isoflurano (VALVERDE et al., 2006).

A partir do estabelecimento da hipotensão, os animais foram submetidos a um dos três tratamentos: DOB: dobutamina^j ($1,5\mu\text{g kg}^{-1} \text{min}^{-1}$) em infusão contínua intravenosa, até a estabilidade ou até obtenção máxima de PAM de 100mmHg, momento em que a infusão foi interrompida; EA: aplicação de eletroacupuntura no acuponto PC6 (Neiguan), localizado na borda cranial da castanha, na face medial do membro torácico (Figura 1A). As agulhas^h foram introduzidas no referido ponto bilateralmente, com adaptação dos eletrodos no corpo das mesmas, com o aparelho de eletroacupunturaⁱ desligado. O estímulo foi iniciado com corrente zero, elevando-se a mesma, lentamente, mantendo-se o estímulo suficiente para observação de contrações musculares localizadas. O estímulo foi realizado através de corrente elétrica de frequência baixa, modo denso-disperso (3 - 10 Hz), onda quadrada e corrente alternada; Sham: tratamento similar ao realizado no EA, porém as agulhas foram introduzidas em pontos falsos de acupuntura, localizados próximos aos pontos verdadeiros (Figura 1B), porém em locais por onde não percorrem os meridianos principais (CASSU et al., 2008).

Em casos de animais refratários, após 30 minutos de tratamento com estímulo elétrico no PC6 (EA) ou em ponto falso de acupuntura (Sham), foi administrada infusão de dobutamina para reversão da hipotensão, de forma semelhante ao descrito no tratamento DOB.

Foram avaliados: frequência cardíaca (FC) e ritmo cardíaco, por meio de eletrocardiograma (ECG)^g, utilizando a configuração “esterno-cernelha” na derivação VL. A

velocidade foi modulada para 50mm/seg e a calibração da amplitude a um centímetro por milivolt (1cm=1mV), como recomendado (BONAGURA & MUIR III, 1991). A interpretação do ritmo, da frequência cardíaca e do potencial elétrico gerado pela atividade mioelétrica do coração foram os parâmetros utilizados para classificar as arritmias; pressão arterial média (PAM) com monitoração invasiva, pela cateterização da artéria facial com leitura em manômetro aneróide^k; temperatura retal (T), pela introdução do termômetro digital^l na ampola retal, durante 2 minutos; variáveis hemogasométricas, mediante colheita de sangue arterial, da artéria facial, em seringas previamente heparinizadas para avaliação da pressão parcial de dióxido de carbono (PaCO₂), pressão parcial de oxigênio (PaO₂), saturação de oxigênio na hemoglobina (SatO₂), bicarbonato (HCO₃⁻), e concentração hidrogeniônica (pH). Para realização de cada exame, o hemogasômetro^m foi ajustado de acordo com a temperatura retal do animal.

Os parâmetros foram avaliados após a estabilização da anestesia geral e instrumentação do animal (M0), no momento da obtenção da hipotensão arterial (M1) e cada 10 minutos, após o início de cada um dos tratamentos, durante 60 minutos. Com exceção da temperatura retal e da hemogasometria que foram mensuradas no M0 e aos 30 e 60 minutos após o início do tratamento.

Foram colhidas amostras de sangue da veia jugular para mensuração da concentração sérica das enzimas AST e CK, pelo método cinético UV, feito em analisador semi automáticoⁿ, antes do procedimento (Basal), ao término do procedimento (Pós), 4 e 24 horas após a anestesia.

Foram aferidos também: tempo médio de instrumentação; tempo médio de hipotensão, tempo de anestesia (período transcorrido desde a indução anestésica até a interrupção da anestesia geral); tempo de recuperação pós-anestésica (RPA) (período transcorrido a partir da interrupção da anestesia inalatória até a permanência do animal em posição quadrupedal) e

qualidade da RPA, avaliada mediante escore (Tabela 1), com uso de escala proposta por YOUNG & TAYLOR (1993).

Na RPA todos os animais foram tratados com $0,1\text{mg kg}^{-1}$ de xilazina na sala de recuperação pós-anestésica.

A avaliação estatística foi feita através de Análise de Variância (ANOVA), seguindo-se o teste de Tukey para comparar diferenças entre as médias dos diferentes grupos, para variáveis paramétricas. Os escores obtidos da qualidade de recuperação pós-anestésica foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA), seguida pelo teste de Dunn. As análises foram realizadas em microcomputador padrão PC empregando-se programa Graphpad InStat5, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Com relação a FC, não houve diferença significativa entre os grupos e nem ao longo do tempo (Tabela 2). No entanto, foi observada taquicardia ($FC > 55 \text{ bat min}^{-1}$) em um animal do tratamento DOB a partir dos 20 minutos após o início da infusão de dobutamina

Houve incremento da PAM de 50%, 36,6% e 7,5% após 30 minutos de tratamento nos grupos DOB, EA e Sham, respectivamente. Valores superiores de PAM foram observados no tratamento DOB em relação ao tratamento Sham aos 10, 20, 30 e 40 minutos e aos 20 minutos em relação ao tratamento EA. Paralelamente, aos 40 minutos, a PAM do tratamento EA foi significativamente superior em relação ao tratamento Sham (Tabela 2). Na comparação entre momentos, houve aumento significativo na PAM em relação aos valores registrados no M0 (basal) e M1 (indução de hipotensão) a partir de 10 e 30 minutos após o início do tratamento com dobutamina e EA, respectivamente. No tratamento Sham, aos 40 minutos foram observados valores superiores de PAM em relação aos momentos M0, M1, M10 e M20 (Tabela 2).

Com relação às variáveis hemogasométricas (PaCO_2 , PaO_2 , HCO_3^- e pH) não foram observadas diferenças entre os grupos e nem ao longo do tempo (Tabela 2).

A temperatura retal reduziu progressivamente em todos os tratamentos sem diferença significativa entre os grupos ou entre os momentos avaliados (Tabela 2).

Os tempos médios de instrumentação (26 ± 3 , 19 ± 9 , 24 ± 7 minutos nos tratamentos DOB, EA e Sham, respectivamente), de hipotensão (41 ± 13 , 58 ± 11 , 58 ± 6 minutos nos tratamentos DOB, EA e Sham, respectivamente), de anestesia (103 ± 10 , 115 ± 26 , 101 ± 20 nos tratamentos DOB, EA e Sham, respectivamente) e de RPA (50 ± 12 , 51 ± 26 , 51 ± 17 minutos nos tratamentos DOB, EA e Sham, respectivamente) não diferiram entre os grupos.

A qualidade da RPA foi semelhante entre os tratamentos, sendo atribuído escore 5 para 33,3% (2/6) dos animais dos tratamentos DOB e Sham e 50% (3/6) dos animais do tratamento EA (Tabela 1).

Com relação às enzimas CK e AST não foram observadas diferenças entre os grupos ao longo do tempo. Contudo, na comparação entre momentos dentro de cada grupo, houve aumento significativo na CK às 24 horas de avaliação em relação aos valores basais nos animais do tratamento DOB e Sham. Paralelamente, no tratamento Sham valores superiores de CK também foram observados 4 horas após o término da anestesia em relação aos valores basais e aos valores observados ao término da anestesia (Figura 2A). No tratamento EA, a CK não diferiu ao longo do tempo. A AST aumentou significativamente 24 horas após o término da anestesia em todos os tratamentos em relação aos valores basais (Figura 2B).

DISCUSSÃO

A elevação da PAM em função do tratamento com eletroacupuntura no acuponto PC6 foi confirmada no atual estudo, corroborando resultados prévios relatados em cães (SYUU et al., 2001; SYUU et al., 2003) e no homem (SHIDONG et al., 2004; ARAI et al., 2008).

Houve incremento de 36,6% na PAM, após 30 minutos de tratamento com EA, concordando com os achados de SYUU et al. (2001), que relataram aumento de 10 a 15% nas variáveis hemodinâmicas, após o tratamento com EA no PC6, em cães submetidos à anestesia geral por infusão contínua com pentobarbital e fentanil.

O exato mecanismo de ação pelo qual a acupuntura ativa o sistema cardiovascular não está completamente elucidado. Hipoteticamente, a introdução da agulha associada à aplicação de um estímulo elétrico, capaz de promover discretas contrações musculares, poderia estimular o sistema nervoso autônomo simpático (SNAS), como resultado da ativação de fibras nociceptivas, em função de um possível desconforto ao paciente (SYUU et al., 2003).

Os animais do atual estudo, foram mantidos em plano anestésico capaz de inibir a resposta nociceptiva induzida por um estímulo de baixa intensidade, como o desencadeado pela EA, sugerindo que a ativação do sistema cardiovascular não teve uma relação direta ao estímulo nociceptivo. Ademais, se a introdução da agulha acrescida do estímulo elétrico tivesse gerado desconforto nos animais, era esperado que o grupo tratado com pontos falsos apresentasse incremento na PAM equivalente ao grupo tratado com EA, contudo nos animais do tratamento Sham apenas um discreto aumento (7,5%) foi observado nessa variável, demonstrando a necessidade do estímulo em ponto verdadeiro de acupuntura para obtenção de resposta mais efetiva.

Em estudo similar, SYUU et al. (2003) observaram aumento nas variáveis hemodinâmicas de cães tratados com pontos falsos de acupuntura, porém a resposta foi de menor magnitude em relação ao tratamento com EA no PC6.

O acuponto PC6 localiza-se próximo ao nervo mediano, cujas raízes originam-se dos ramos ventrais e dorsais, compreendidos entre a quinta vértebra cervical (C5) até a primeira vértebra torácica (T1), com projeções para o centro vasomotor e cardíaco, localizados no bulbo (LI, 2001). O estímulo aplicado no acuponto PC6 é capaz de ativar centros espinhais e supra-

espinhais, devido à projeção segmentar do trajeto neural. Os segmentos da medula espinhal não são isolados uns dos outros, existindo comunicação entre eles ao longo das vias nervosas ascendentes (KHO & ROBERTSON, 1997). Dessa forma, quando os neurônios da medula espinhal são ativados por impulsos aferentes da EA, os mesmos são capazes de estimular os neurônios adjacentes (LEE et al., 1973; YAKSH & HAMMOND, 1982). A ativação do centro vasomotor resulta em estímulo simpático, promovendo efeito vasoconstritor, o qual culmina com o aumento da pressão arterial (SYUU et al., 2003).

Paralelamente, estudos prévios demonstraram que a aplicação do estímulo elétrico por si só contribui para o incremento da resposta pressórica, devido promover contrações rítmicas da musculatura, de modo a elevar o tônus vasomotor (KERNOHAN et al., 1989 ; LAVERICK et al., 1990). No entanto, no atual estudo, o estímulo elétrico foi aplicado de forma semelhante em ambos os grupos (EA e Sham) porém no tratamento Sham, mínima alteração foi observada na pressão arterial. Resultados semelhantes foram descritos por ARAI et al. (2008) que observaram aumento mais expressivo da pressão arterial de mulheres tratadas com estímulo elétrico em pontos de acupuntura quando comparadas ao tratamento em pontos falsos, sugerindo que a aplicação do estímulo elétrico contribui para o incremento da pressão arterial, porém o resultado é mais efetivo quando o estímulo é aplicado no ponto de acupuntura.

Não apenas o ponto, mas também o tipo de estímulo aplicado pode alterar o efeito da EA. Em estudo realizado em cães anestesiados, submetidos ao choque hemorrágico, observou-se aumento nas variáveis hemodinâmicas após aplicação de estímulo elétrico no acuponto PC6, enquanto o estímulo manual das agulhas resultou em efeito contrário, com redução das mesmas variáveis (SYUU et al., 2001). Ademais, resultados divergentes foram relatados com relação à frequência do estímulo elétrico aplicado. Alguns estudos demonstraram resultados satisfatórios com o estímulo de baixa frequência (2 a 10Hz), resultando em efeito inotrópico e cronotrópico positivos (GAO et al., 2009; XU et al., 2010), enquanto que outros autores

sugerem a aplicação de frequências variando entre 30 a 50Hz para obtenção de efeitos estimulantes no sistema cardiovascular (SYUU et al., 2001; SYUU et al., 2003). No atual estudo, optou-se pela frequência baixa (3 a 10Hz), devido resultados satisfatórios relatados por estudos prévios (GAO et al., 2009; XU et al., 2010).

Resultados mais eficientes foram observados nos animais tratados com dobutamina, com incremento de 50% na PAM, após 30 minutos de tratamento. Era esperado que o grupo tratado com dobutamina restabelecesse mais rapidamente a pressão arterial, devido essa catecolamina apresentar curto período de latência, o qual pode variar entre 2 a 10 minutos, ou mais, em dependência da dose empregada (BENEDIKTER & MEY, 1981).

No atual estudo, aumento significativo da PAM em relação ao basal só foi constatado aos 20 minutos após o início do tratamento, no grupo DOB, concordando com resultados prévios que demonstraram estabilidade da PAM após 17 ± 4 minutos de tratamento com dobutamina em cavalos anestesiados pelo isofluorano (DE VRIES et al., 2009). Os animais tratados com EA apresentaram aumento significativo na PAM em relação ao basal, apenas aos 30 minutos após o início do tratamento, corroborando outros autores que demonstraram que o tempo médio para a obtenção de efeito estimulante cardiovascular com EA foi cerca de 30 minutos, após o início do tratamento (SYUU et al., 2003; GAO et al., 2009).

No entanto, apesar do incremento na PAM, apenas dois dos seis animais (33,3%) do grupo EA atingiram valores iguais ou superiores a 70mmHg, de modo que a suplementação com dobutamina foi necessária em quatro animais. No tratamento Sham, o resultado foi menos promissor, sendo instituída a infusão de dobutamina em 100% dos animais, pois em nenhum deles o tratamento foi efetivo.

Deve-se ressaltar que no presente estudo, os animais refratários ao tratamento Sham ou ao EA foram submetidos à suplementação com dobutamina, sendo mantido o tratamento

inicial. Contudo, a administração concomitante de dobutamina a EA ou ao tratamento Sham não resultou em efeito pressórico mais pronunciado em relação ao tratamento DOB isolado.

Apesar da resposta do tratamento com EA ter sido inferior quando comparada ao tratamento com dobutamina, estatisticamente, diferença significativa na PAM só foi observada aos 20 minutos de avaliação. Contudo, do ponto de vista clínico, o tratamento com dobutamina mostrou-se mais efetivo, visto que todos os animais responderam ao tratamento, enquanto no grupo EA a resposta foi parcial.

Todavia, pesquisas que avaliaram o tratamento com acupuntura em pacientes anestesiados submetidos a diferentes cirurgias obtiveram respostas promissoras, sugerindo que a ativação simpática promovida pelo estímulo nociceptivo cirúrgico possa contribuir, favorecendo a ativação cardiovascular (SYUU et al., 2001; ARAI et al., 2008). Dessa forma, apesar do atual estudo não ter avaliado o uso da acupuntura em situações clínicas, é provável que na presença do estímulo cirúrgico o efeito pudesse ser mais efetivo, visto que mesmo em condições de hipotensão severa ($42\pm 8\text{mmHg}$), a EA conseguiu elevar a PAM para $62\pm 8\text{mmHg}$ após 30 minutos de tratamento, sem o uso de nenhum fármaco simpatomimético, mesmo sob depressão central, promovida pela anestesia geral (ARAI et al., 2008).

Tanto o isofluorano como o tiopental deprimem a resposta baroreflexa (SKOVSTED et al., 1970; SEAGARD et al., 1983). O isofluorano quando empregado em até 1 CAM em cães normotensos, manteve intactos os baroreceptores, sendo comprovada a depressão baroreflexa a partir de 2 CAM. Porém, em situações de hipotensão, os baroreceptores foram inibidos pelo anestésico, não sendo observada a taquicardia reflexa (SEAGARD et al., 1983).

Esses achados são consistentes com os resultados do presente estudo, sendo observada estabilidade da FC, sem a identificação de taquicardia em nenhum dos tratamentos, mesmo nos momentos iniciais (basal e M1), em que a PAM estava bem abaixo dos valores fisiológicos para a espécie, sugerindo que a resposta baroreflexa foi inibida pela anestesia, apesar de não

ter sido ultrapassada mais de 1,5 CAM de isoflurano, mesmo para a indução da hipotensão. Alterações de ritmo cardíaco também não foram observadas. Contudo, um animal do grupo DOB, desenvolveu taquicardia a partir dos 20 minutos após o início do tratamento, provavelmente devido ao estímulo adrenérgico proporcionado por esse fármaco, visto que nessa ocasião a pressão desse animal já se encontrava estável. Porém, após a interrupção da dobutamina, foi observada estabilidade da FC, não representando relevância clínica ao animal.

Com relação aos parâmetros respiratórios e hemogasométricos, estabilidade foi observada em todos os animais, em função do emprego da ventilação mecânica e do posicionamento dos animais em decúbito lateral esquerdo, que favorecem a redução da ocorrência de atelectasia alveolar e de shunt pulmonar (BRAUN et al., 2009). Em todos os tratamentos, foi observada discreta redução do pH, em função do aumento da PaCO₂, porém essas alterações não apresentaram relevância clínica, visto que os valores observados mantiveram-se próximo dos limites fisiológicos para a espécie equina.

A redução progressiva da temperatura retal ao longo do tempo foi consequência da depressão hipotalâmica e da vasodilatação provocadas pela anestesia geral inalatória (STEFFEY; MAMA, 2007), no entanto hipotermia não foi evidenciada em nenhum dos animais avaliados, de modo que esta alteração não teve relevância clínica.

Resultados satisfatórios foram relatados com o emprego de fármacos simpatomiméticos como dobutamina, noradrenalina e dopamina, para o tratamento da hipotensão arterial em cavalos, de modo a minimizar a incidência da miopatia pós anestésica (VALVERDE et al., 2006; BORER & CLARKE, 2006; DE VRIES et al., 2009), cuja lesão muscular é sinalizada pelo aumento das enzimas AST e CK (FRIEND, 1981; GRANDY et al., 1987). No atual estudo, apesar do incremento das referidas enzimas, nenhum animal apresentou sinais clínicos compatíveis com o quadro de lesão muscular, corroborando estudos prévios que relataram

mínima incidência de miopatia em animais sob anestesia geral com duração média de até 100 minutos (YOUNG & TAYLOR, 1993; DUKE et al., 2006).

A miopatia pós-anestésica tem etiopatogenia multifatorial, destacando-se como principais fatores predisponentes o período de decúbito e de anestesia, o posicionamento do animal, a depressão hemodinâmica e a hipoperfusão muscular (GRANDY et al., 1987). No atual estudo, não era esperada a ocorrência de miopatia pós-anestésica, visto que os animais foram submetidos a um curto período de hipotensão, bem como a anestesia e o tempo de decúbito não foram prolongados. Resultados prévios demonstraram que a indução de hipotensão de longa duração (4h) em cavalos sob anestesia geral inalatória desencadeou valores médios de CK extremamente elevados ($9,337 \pm 2,138$ UI/L) após 6 horas do término de anestesia, com pico máximo de AST, 24 horas após o término da anestesia, cujos valores médios foram superiores a 800 UI/L, sendo identificados sinais clínicos de miopatia em todos os animais avaliados (n=7), com necessidade de eutanásia de 2 deles (LINDSAY et al., 1989).

O tempo de RPA foi semelhante ao relatado por outros autores (VALVERDE et al., 2006, DE VRIES et al., 2009). Ademais, os escores de RPA variaram entre adequado a excelente para a maioria dos animais, sugerindo que os diferentes tratamentos, bem como a hipotensão de curta duração não prejudicaram a qualidade da recuperação pós- anestésica.

CONCLUSÕES

O tratamento com dobutamina foi mais efetivo para a reversão da hipotensão arterial em cavalos anestesiados com isoflurano quando comparado à aplicação de estímulo elétrico no acuponto PC6 e em ponto falso de acupuntura. Contudo, o tratamento com EA promoveu elevação mais pronunciada da PAM em relação ao tratamento Sham. Apesar do incremento nas enzimas CK e AST, a qualidade da recuperação pós-anestésica foi adequada em todos os tratamentos.

REFERÊNCIAS

ARAI, Y.C.P. et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation at the PC-5 and PC-6 acupoints reduced the severity of hypotension after spinal anaesthesia in patients undergoing caesarean section. **British Journal of Anaesthesia**, v.100, p.78–81, 2008.

BENEDIKTER L.; MEY T. Onset and magnitude of cardiovascular response to dobutamine and AR-L 115 BS, a new positive inotropic agent with additional vasodilating activity, in normal subjects. **Arzneimittelforschung**, v.31, p.239-42, 1981.

BONAGURA, J.D.; MUIR III, W.W. The cardiovascular system. In: MUIR, W.W. & HUBBELL, J.A. **Equine Anesthesia**. Mosby Year Book, 1991, Cap.2, p.7-38.

BORER, K.E.; CLARKE, K.W. The effect of hyoscine on dobutamine requirement in spontaneously breathing horses anaesthetized with halothane. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.33, p.149-157, 2006..

BRAUN, C. et al. Effects of changing body position on oxygenation and arterial blood pressures in foals anesthetized with guaifenesin, ketamine, and xylazine. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.36, p.18-24, 2009.

CASSU, R.N. et al. Electroacupuncture analgesia in dogs: is there a difference between uni- and bi-lateral stimulation? **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.35, p.52-61, 2008.

DE VRIES, A. et al. Effects of dobutamine on cardiac index and arterial blood pressure in isoflurane-anaesthetized horses under clinical conditions. **Journal of Veterinary Pharmacology Therapeutic**, v.32, p.353-358, 2009.

DUKE, T. et al. Clinical observations surrounding an increased incidence of postanesthetic myopathy in halothane-anesthetized horses. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v.33, p.122-127, 2006.

FRIEND, S. C. Postanesthetic myonecrosis in horses. **Canadian Veterinary Journal**, v.22, p.367-371, 1981.

GAO Y. H.; et al. Effects of electroacupuncture of different acupoints groups on blood pressure and heard rate variability in rats. **Acupuntuncture. Electro-Therapy**, v. 34, p. 21-26, 2009.

GRANDY, J.L. et al. Arterial hypotension and the development of postanesthetic myopathy inhalothane-anesthetized horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.2, p.192-197, 1987.

KERNOHAN, W. G.; et al. Muscle stimulation for the prevention of venous stasis during surgery. In: **Progress in Bioengineering**, edited by Paul, J. P. Bristol, UK; Adam Hilger, p. 253-255, 1989.

KHO, H.G.; ROBERTSON, E. N. The mechanisms of acupuncture analgesia: review and update. **American Journal of Chinese Medicine**, v. 25, p. 261-81, 1997.

LAVERICK, M. D, et al. A comparasion of the effects of electrical calf muscle stimulation and the venous foot pump on venous blood flow in the lower leg. **Phelbol**, v. 5, p. 285-290, 1990.

LEE, D. C; et al. Cardiovascular effects of acupuncture in the anesthetiz in dog. **American Journal of Chinese Medicine**, v .2, p. 271-82, 1973

LI, P. The pressor and anti-shock effects of acupuncture on hypotension. In: **The Mechanism of Acupuncture Therapy and Clinical Case Studies**, edited by Cheung L.; LI, P. and Wongu, C. New York, Taylor an Francis, 2001.

LI, P. et al. Inhibitory effect of electroacupuncture (EA) on the pressor response induced by exercise stress., **American Journal of Chinese Medicine**, v.14, p.182-188, 2004.

LI, P. et al. Excitatory projections from arcuate nucleus to ventrolateral periaqueductal gray in electroacupuncture inhibition of cardiovascular reflexes. **American Journal of Physiology: heart and circulatory physiology**, v.290, p.2535-2542, 2006.

LINDSAY, W.A. et al. Induction of equine postanesthetic myositis after halothane-induced hypotension. **American Journal of Veterinary Research**, v.50, p.404-410, 1989.

MUIR III, W. W. In: **Equine Anesthesia**. Mosby Year Book, Cap.18, p. 419-443, 1991.

SAGHAEI, M. et al. Clinical trial of nitroglycerin-induced controlled hypotension with or without acupoint electrical stimulation in microscopic middle ear surgery under general anesthesia with halothane. **Acta Anaesthesiologica Taiwanica**, v.43, p.135-139, 2005.

SEAGARD, J. L.; et al. Effects of isoflurane on the baroreceptor reflex. **American Journal of Anesthesiology** . v.59, p. 11-20,1983.

SONG, X.; et al. An: experimental study on acupuncture anti-hemorrhagic shock. **Journal of Traditional Chinese Medicine**, p. 13, p. 207–210, 1993.

SHIDONG, Y.; et al. . Treatment of primary hypotension by eletroacupuncture at neiguan and gongsun- a report of 100 cases. **Journal of Traditional Chinese Medicine**, v. 24, p.193, 2004

SKOVSTED, P.; et al.. The effects of short-acting barbiturates on arterial pressure, preganglionic sympathetic activity and barostatic reflexes. **Anesthesiology**. v.33, p. 10-8, 1970.

STEFFEY, E.P.; MAMA, K.R. Inhalation anesthetics. In: Tranquilli, W.J.; Thurmon, J.C.; Grimm, K.A. **Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia**, 4. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. Cap.13, p.355-394.

STEFFEY, E. P.; et al. Detomidine reduces isoflurano anesthetic requeriment (MAC) in horses. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 29, p, 223-227, 2002

SYUU, Y. et al. Cardiovascular beneficial effects of electroacupuncture at Neiguan (PC-6) acupoint in anesthetized open-chest dog. **Japanese Journal of Physiology**, v.51, p. 231-238, 2001.

SYUU, Y. et al. Pressor effect of electroacupuncture on hemorrhagic hypotension. **American Journal of Physiology: regulatory, integrative and comparative physiology**, p. 1446-1452, 2003.

TJEN-A-LOOI, S.C. et al. Midbrain vIPAG inhibits rVLM cardiovascular sympathoexcitatory responses during **Electroacupuncture Heart and Circulatory Physiology**. v. 290, p. 2543-2553, 2006.

TRIM, C. M.; MOORE, J. M. Horses with colic. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. **Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007, p.1019-1026.

VALVERDE, A. et al. Effects of dobutamine, norepinephrine and vasopressin on cardiovascular function in anesthetized neonatal foals with induced hypotension. **American Journal of Veterinary Research**, v.67, p.1730-1737, 2006.

YAKSH, T. L.; HAMMOND, D.L. Peripheral and central substrates involved in the rostral transmission of nociceptive information. **Acute Pain**, v.13, p.1-85, 1982.

YOUNG, S. S.; TAYLOR, P.M. Factors influencing the outcome of equine anaesthesia: a review of 1,314 cases. **Equine Veterinary Journal**, v.25, p.147-151, 1993.

XU, B.; et al. Relationship between efficacy of electroacupuncture and electroacupuncture stimulation of different acupoints and different tissue layers of acupoint area in hypotension plus bradycardia rats. **Acupuncture Electro-Therapy Research**, v. 35, p. 422-428, 2010.

FONTES DE AQUISIÇÃO

- a – Sedazine 10%, Fort Dodge Saúde Animal, São Paulo-SP.
- b - EGG – Henrifarma Prod. Químicos e Farm. Ltda, SP.
- c - Tiopentax, Cristália, Itapira-SP.
- d - Pegasus Plus, Serra – ES
- e – Isoflorano, Cristália, Itapira, SP, Brasil.
- f - Monitor VAMOS plus, Dräger Safety do Brazil, Barueri-SP, Brasil.
- g – TEB ECG, São Paulo-SP.
- h - Agulhas de acupuntura descartáveis, Suzhou Huanqiu, Acupuncture Medical Appliance, CO, Ltda, China.
- i - Sikuro, DS100, Rio de Janeiro, RJ.
- j - Dobutamil, Novafarma, São Paulo-SP.
- k- Manômetro aneróide para pressão BIC, São Paulo-SP.
- l- Termômetro digital BD, Juiz de Fora-MG.
- m-Hemogasômetro COBASP, modelo 121, ROCHE-MACROMED, S. José do Rio Preto-SP
- n- Analisador semi-automático QUICK LAB-DRAKE®, Presidente Prudente-SP

COMITÊ DE ÉTICA

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética de Uso de Animais na Experimentação (CEUA) da Instituição de Origem, sob o protocolo n. 232/2009, realizado de acordo com os princípios éticos na experimentação animal.



Figura 1A. Localização do acuponto PC6 no equino.

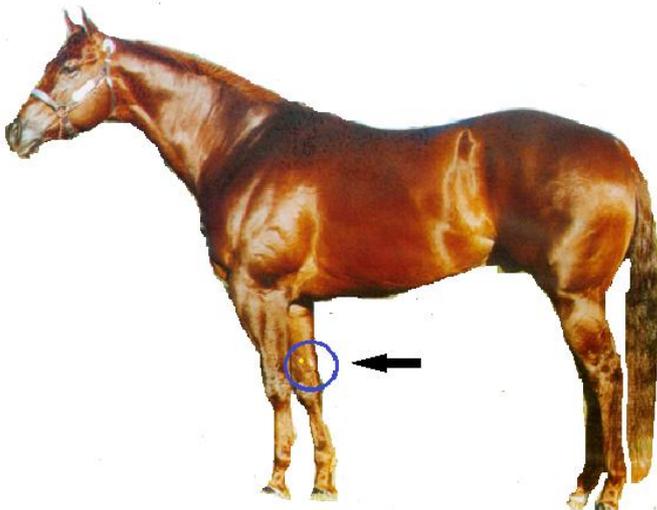


Figura 1B. Localização do ponto falso de acupuntura no equino.

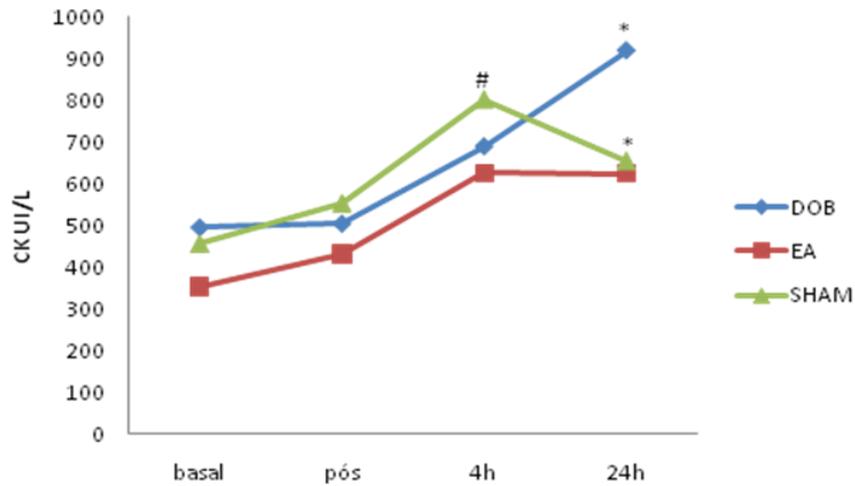


Figura 2A Valores médios da concentração sérica da enzima creatina fosfoquinase (CK) em cavalos tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

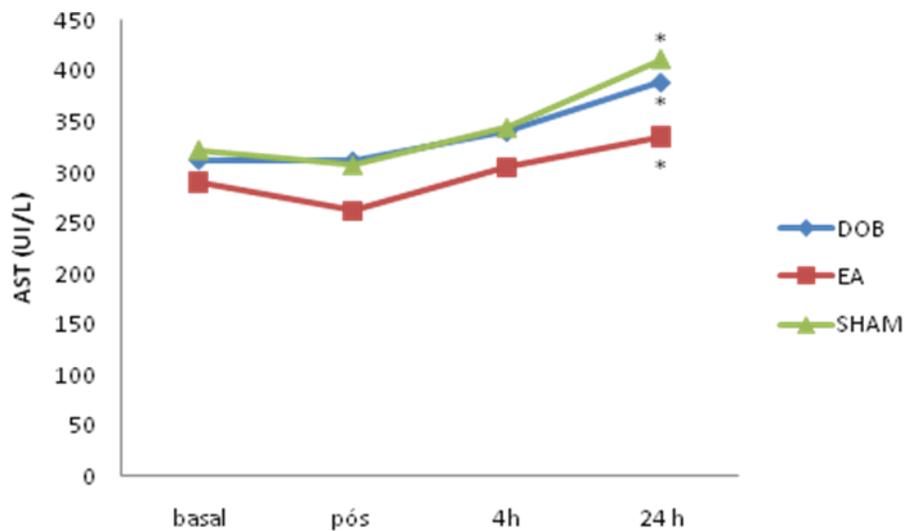


Figura 2B. Valores médios da concentração sérica da enzima aspartato aminotransferase (AST) em cavalos tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham)

*P<0,05: diferença significativa em relação aos valores basais; #P<0,05: diferença significativa em relação ao basal e ao término da anestesia.

Basal: após a estabilização da anestesia geral; Pós: ao término da anestesia geral; 4h e 24h: após o término da anestesia.

Tabela 1 - Critérios empregados para avaliação da qualidade da recuperação pós-anestésica e número de animais em cada categoria

Tipo	Critério	Escore	N° de animais		
			DOB	EA	Sham
Excelente	Sem dificuldade de assumir a posição quadrupedal	5	2	3	2
Adequada	Ataxia discreta, porém o animal é capaz de assumir a posição quadrupedal com estabilidade	4	2	3	2
Tolerável	Ataxia moderada, com 2 ou 3 insucessos para assumir a posição quadrupedal	3	2	0	1
Insatisfatória	Ataxia grave, delírio e excitação, presença de pedalagem, quedas durante as tentativas para assumir a posição quadrupedal	2	0	0	1
Péssima	Impossibilidade de assumir a posição quadrupedal após 180 minutos do término da anestesia	1	0	0	0

Fonte: Young & Taylor, 1993.

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão da frequência cardíaca (FC), pressão arterial média (PAM), temperatura retal (T), fração expirada de isoflurano (ETiso), pressão parcial de dióxido de carbônico (PaCO₂), pressão parcial de oxigênio (PaO₂), bicarbonato (HCO₃⁻) e concentração hidrogeniônica (pH) no sangue arterial de cavalos tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

FC (bat/min)								
	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
DOB	42±6	35±7	39±9	42±11	42±9	44±10	43±11	43±8
EA	40±8	37±7	40±7	36±7	36±8	38±7	37±6	35±5
SHAM	40±6	41±7	38±5	37±4	38±4	39±5	41±8	43±8
PAM (mmHg)								
DOB	48±7	47±3	60±10 [#] °	70±9 [#] *°	73±7 [#] °	80±3 [#] °	81±7°	91±8°
EA	45±8	42±4	49±6	52±5	62±8°	72±8°	80±15°	83±15°
SHAM	50±5	44±3	46±4	50±5	53±6	65±2*	74±5*	82±7*
T (°C)								
DOB	37,1±0				36,3±1			36±1
EA	37,1±0				36,5±0			36,1±1
SHAM	37,3±1				36,6±0			36,6±0
ETiso (%)								
DOB	1,88±0,7	1,75±0,3	1,73±0,2	1,71±0,3	1,60±0,2	1,60±0,1	1,70±0,3	1,40±0,2
EA	1,70±0,3	1,75±0,3	1,50±0,1	1,40±0,2	1,40±0,1	1,30±0,2	1,30±0,2	1,30±0,2
SHAM	1,70±0,4	1,80±0,4	1,70±0,4	1,60±0,3	1,60±0,3	1,55±0,5	1,50±0,5	1,50±0,5
PaCO ₂ (mmHg)								
DOB	33±7				39±9			39±7
EA	33±4				35±5			41±4
SHAM	43±9				33±5			40±7
PaO ₂ (mmHg)								
DOB	203±42				255±31			234±55
EA	215±59				201±44			248±40
SHAM	197±17				171±27			177±28
HCO ₃ ⁻¹ (mEq/L)								
DOB	20±3				22±2			21±1
EA	21±1				20±2			22±2
SHAM	20±2				19±2			21±2
pH (unidades)								
DOB	7,37±0				7,33±0			7,31±0
EA	7,42±0				7,39±0			7,35±0
SHAM	7,40±0				7,39±0			7,34±0

[#]P<0,05: diferença significativa entre os tratamentos DOB e Sham; *P<0,05: diferença significativa entre os tratamentos DOB e EA; em relação aos momentos M0 e M1; °P<0,05: diferença significativa entre os tratamentos EA e Sham; °P<0,05: aumento significativo em relação à M0 e M1; * P<0,05: aumento significativo em relação à M0, M1, M10 e M20.

ANEXOS

ANEXO A - Valores individuais da frequência cardíaca (bpm) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

(bpm)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	47	39	46	63	59	60	63	57
Animal 2	47	42	47	41	39	49	37	42
Animal 3	38	34	39	43	44	45	48	49
Animal 4	35	28	24	28	35	32	33	32
Animal 5	45	44	46	46	43	42	40	38
Animal 6	33	29	33	33	34	35	37	41

Grupo: EA

(bpm)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	42	42	40	38	38	49	45	36
Animal 2	48	39	47	48	47	43	43	41
Animal 3	44	39	37	36	36	38	38	36
Animal 4	32	32	45	26	24	29	29	29
Animal 5	44	45	41	29	38	37	37	36
Animal 6	28	28	28	30	31	32	31	36

Grupo: Sham

(bpm)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	40	40	38	37	37	46	51	57
Animal 2	52	51	45	45	44	46	52	50
Animal 3	40	38	38	39	40	40	38	40
Animal 4	40	42	41	39	40	39	39	39
Animal 5	41	41	41	36	35	36	36	37
Animal 6	31	31	30	31	32	32	33	37

ANEXO B - Valores individuais de pressão arterial média PAM (mmHg) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

(mmHg)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	46	46	52	70	70	76	76	78
Animal 2	54	52	78	84	88	86	90	92
Animal 3	60	46	60	62	68	80	80	86
Animal 4	44	44	48	60	68	78	88	100
Animal 5	44	46	60	76	74	80	84	92
Animal 6	44	50	60	68	70	78	72	100

Grupo: EA

(mmHg)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	40	40	54	54	60	80	104	104
Animal 2	50	50	52	60	74	76	70	64
Animal 3	60	42	54	50	60	82	94	94
Animal 4	40	40	38	44	54	66	68	70
Animal 5	42	40	52	56	60	66	74	80
Animal 6	42	44	44	50	56	64	72	86

Grupo Sham

(mmHg)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	44	44	44	48	46	63	73	79
Animal 2	58	50	42	42	44	63	74	82
Animal 3	44	44	46	50	60	68	84	96
Animal 4	49	44	46	50	54	63	73	79
Animal 5	60	42	46	56	56	68	72	76
Animal 6	40	40	54	54	58	64	70	82

ANEXO C - Valores individuais da temperatura retal T(°C) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

(°C)	M0	M30	M60
Animal 1	37	37	37
Animal 2	37	36	36
Animal 3	38	37	36
Animal 4	36	34	34
Animal 5	38	37	36
Animal 6	37	37	37

Grupo: EA

(°C)	M0	M30	M60
Animal 1	37	36	36
Animal 2	38	37	36
Animal 3	38	38	37
Animal 4	37	36	36
Animal 5	37	36	36
Animal 6	36	36	36

Grupo: Sham

(°C)	M0	M30	M60
Animal 1	36	36	36
Animal 2	38	37	36
Animal 3	39	38	38
Animal 4	37	37	37
Animal 5	37	36	37
Animal 6	37	36	36

ANEXO D - Valores individuais de fração expirada de isoflurano (ETiso) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

(%)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	1,3	1,3	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5
Animal 2	1,8	1,3	1,6	1,6	1,6	1,8	2,0	1,7
Animal 3	1,2	2,1	2,0	2,2	1,8	1,6	1,9	1,7
Animal 4	1,9	1,9	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2
Animal 5	2,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,2
Animal 6	2,2	2,0	1,8	1,7	1,7	1,6	2,9	1,3

Grupo: EA

(%)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	1,7	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,0	1,0
Animal 2	1,4	1,4	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2
Animal 3	1,4	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Animal 4	1,7	1,7	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
Animal 5	2,2	2,3	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
Animal 6	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,3	1,3	1,3

Grupo: Sham

(%)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	2,0	2,0	2,0
Animal 2	1,4	2,0	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Animal 3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,4	1,0	1,0	1,0
Animal 4	1,7	1,5	1,3	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0
Animal 5	2,5	2,4	2,3	1,7	1,7	2,0	2,0	2,0
Animal 6	1,6	1,6	1,3	1,5	1,4	1,0	1,0	1,0

ANEXO E - Valores individuais de pressão parcial de dióxido de carbônico (PaCO_2) no sangue arterial dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

(mmHg)	M0	M30	M60
Animal 1	39	47	49
Animal 2	45	50	40
Animal 3	26	27	39
Animal 4	30	33	29
Animal 5	27	34	35
Animal 6	28	41	41

Grupo: EA

(mmHg)	M0	M30	M60
Animal 1	31	32	38
Animal 2	39	43	45
Animal 3	29	28	35
Animal 4	28	34	39
Animal 5	36	34	40
Animal 6	33	36	46

Grupo: Sham

(mmHg)	M0	M30	M60
Animal 1	51	41	45
Animal 2	27	36	48
Animal 3	26	26	33
Animal 4	34	33	40
Animal 5	32	31	31
Animal 6	33	28	42

ANEXO F - Valores individuais de pressão parcial de oxigênio (PaO₂) no sangue dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

(mmHg)	M0	M30	M60
Animal 1	193	294	327
Animal 2	262	260	161
Animal 3	203	255	235
Animal 4	131	251	221
Animal 5	220	270	254
Animal 6	207	199	207

Grupo: EA

(mmHg)	M0	M30	M60
Animal 1	158	185	237
Animal 2	216	201	248
Animal 3	325	232	269
Animal 4	178	125	315
Animal 5	231	254	216
Animal 6	185	208	204

Grupo: Sham

(mmHg)	M0	M30	M60
Animal 1	208	146	144
Animal 2	197	171	177
Animal 3	163	135	147
Animal 4	197	171	177
Animal 5	207	202	208
Animal 6	207	199	207

ANEXO G - Valores individuais de bicarbonato (HCO_3^-) no sangue dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

mEq/L	M0	M30	M60
Animal 1	22	23	23
Animal 2	23	25	23
Animal 3	17	17	21
Animal 4	25	23	21
Animal 5	18	21	20
Animal 6	18	21	20

Grupo: EA

mEq/L	M0	M30	M60
Animal 1	19	20	22
Animal 2	23	22	21
Animal 3	20	16	17
Animal 4	20	21	22
Animal 5	24	21	24
Animal 6	21	21	24

Grupo: Sham

mEq/L	M0	M30	M60
Animal 1	23	22	23
Animal 2	19	22	23
Animal 3	17	16	18
Animal 4	20	19	21
Animal 5	20	19	19
Animal 6	22	17	22

ANEXO H - Valores individuais de concentração hidrogeniônica (pH) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

(unids)	M0	M30	M60
Animal 1	7,37	7,31	7,28
Animal 2	7,33	7,31	7,38
Animal 3	7,43	7,40	7,33
Animal 4	7,22	7,22	7,32
Animal 5	7,45	7,40	7,37
Animal 6	7,43	7,33	7,31

Grupo: EA

(unids)	M0	M30	M60
Animal 1	7,41	7,42	7,37
Animal 2	7,38	7,34	7,30
Animal 3	7,45	7,39	7,32
Animal 4	7,45	7,40	7,37
Animal 5	7,44	7,42	7,40
Animal 6	7,41	7,39	7,33

Grupo: Sham

(unids)	M0	M30	M60
Animal 1	7,28	7,35	7,32
Animal 2	7,46	7,40	7,30
Animal 3	7,42	7,40	7,36
Animal 4	7,40	7,39	7,35
Animal 5	7,41	7,40	7,40
Animal 6	7,44	7,41	7,34

ANEXO I - Valores individuais da concentração final expirada de dióxido de carbono (EtCO₂) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

(EtCO ₂)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	34	39	44	41	41	41	42	41
Animal 2	35	33	45	38	40	43	42	41
Animal 3	38	37	37	38	45	35	33	36
Animal 4	37	40	40	34	44	35	36	35
Animal 5	39	38	35	35	43	36	35	36
Animal 6	36	38	37	36	35	39	43	41

Grupo: EA

(EtCO ₂)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	40	40	41	40	41	40	39	39
Animal 2	41	36	39	40	40	39	39	37
Animal 3	35	37	39	41	41	40	39	38
Animal 4	36	35	35	41	43	40	38	37
Animal 5	37	34	32	35	37	38	38	37
Animal 6	36	36	35	36	35	35	36	37

Grupo: Sham

(EtCO ₂)	M0	M1	M10	M20	M30	M40	M50	M60
Animal 1	34	34	35	37	39	39	37	37
Animal 2	40	40	40	39	38	35	38	37
Animal 3	39	38	39	39	38	35	39	42
Animal 4	39	39	39	40	40	39	39	42
Animal 5	35	38	38	37	38	38	38	41
Animal 6	41	40	39	37	35	35	37	36

ANEXO J - Valores individuais da enzima creatina fosfoquinase (CK) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

UI/L	BASAL	PÓS	4H	24H
Animal 1	589	633	633	636
Animal 2	782	667	971	1.049
Animal 3	363	425	452	1.386
Animal 4	417	331	459	492
Animal 5	452	383	462	477
Animal 6	371	591	1.193	1.477

Grupo: EA

UI/L	BASAL	PÓS	4H	24H
Animal 1	536	658	658	531
Animal 2	353	747	851	960
Animal 3	302	346	766	735
Animal 4	427	285	626	580
Animal 5	133	133	366	447
Animal 6	371	422	493	498

Grupo: Sham

UI/L	BASAL	PÓS	4H	24H
Animal 1	589	613	883	720
Animal 2	658	806	1.357	810
Animal 3	315	383	687	529
Animal 4	477	555	576	602
Animal 5	340	341	492	593
Animal 6	371	629	815	677

ANEXO K - Valores individuais das enzimas aspartato aminotransferase (AST) dos animais tratados com dobutamina (DOB), eletroacupuntura (EA) e pontos falsos de acupuntura (Sham).

Grupo: DOB

UI/L	BASAL	PÓS	4H	24H
Animal 1	358	363	636	414
Animal 2	380	326	392	422
Animal 3	264	270	270	434
Animal 4	328	336	420	387
Animal 5	259	254	286	321
Animal 6	286	320	322	374

Grupo: EA

UI/L	BASAL	PÓS	4H	24H
Animal 1	290	262	305	335
Animal 2	381	326	366	383
Animal 3	270	196	328	353
Animal 4	254	230	234	288
Animal 5	259	254	258	243
Animal 6	286	357	341	409

Grupo: Sham

UI/L	BASAL	PÓS	4H	24H
Animal 1	407	397	415	399
Animal 2	347	356	411	397
Animal 3	314	272	329	337
Animal 4	322	307	344	412
Animal 5	259	224	254	593
Animal 6	286	282	311	335

ANEXO L – Normas para publicação

CIÊNCIA RURAL NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados em idioma Português ou Inglês. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. **O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras.** Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que **não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.**

3. O artigo científico deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão** (Modelo .doc, .pdf).

4. A revisão bibliográfica deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão** (Modelo .doc, .pdf).

5. A nota deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** (Modelo .doc, .pdf).

6. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

7. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando

estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

8. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

9. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

9.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v. TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

9.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

9.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

9.4. Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests ***Tribolium confusum*** (Coleoptera: Tenebrionidae), ***Tenebrio molitor*** (Coleoptera: Tenebrionidae), ***Sitophilus granarius*** (Coleoptera: Curculionidae) and ***Plodia interpunctella*** (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de ***Sitophilus oryzae*** (L.), ***Cryptolestes ferrugineus*** (Stephens) e ***Oryzaephilus surinamensis*** (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1.,

1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f.

Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

- 10.** Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.
- 11.** Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).
- 12.** Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.
- 13.** Lista de verificação (Checklist .doc, .pdf).
- 14.** Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.
- 15.** Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.
- 16.** Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.