

ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA (ATI) PARA HERNIORRAFIAS UMBILICAIS EM BEZERROS

Paulo Sergio Patto dos Santos¹
Valéria Nobre Leal de Souza Oliva²
Celso Antonio Rodrigues³
Marcelo Augusto de Araújo⁴
Fernanda Bovino⁵
Piero Henrique Miranda Teodoro⁶

RESUMO

A anestesia total intravenosa (ATI) é uma opção para algumas cirurgias em bovinos a campo. Objetivou-se avaliar os efeitos hemogasométricos, cardiorrespiratórios e a glicemia da ATI em bezerros submetidos à herniorrafia umbilical. Foram utilizados oito bezerros com idade de 9 ± 4 meses, pesando 111 ± 43 kg. Os animais foram pré-medicados com xilazina (0,05 mg/kg IV) e após 15 minutos administrou-se quetamina (2,0 mg/kg IV) seguida da infusão contínua de xilazina (0,05 mg/mL), éter gliceril guaiacol (50 mg/mL) e quetamina (1 mg/mL), numa taxa de infusão de 2 mL/kg/hora. Foram colhidas amostras de sangue para hemogasometria e glicemia imediatamente antes da MPA (M_B) e aos 5, 40 e 80 minutos após o início da ATI (M_5 , M_{40} e M_{80}). As demais variáveis foram aferidas em M_B , 15 minutos após a MPA (M_x) e a cada 10 minutos após o início da ATI, totalizando 80 minutos. Os valores da frequência cardíaca foram maiores em M_B do que nos demais momentos ($p < 0,05$) e a frequência respiratória se elevou em M_{20} e M_{50} comparado a M_B e M_x ($p < 0,05$). A P_vCO_2 foi superior enquanto que a P_AO_2 foi inferior em M_{40} e M_{80} , em relação a M_B ($p < 0,05$). Já a P_vO_2 apresentou valores menores em M_{80} do que em M_B ($p < 0,05$). O pH_v foi inferior em M_{80} quando comparado a M_B e M_5 ($p < 0,05$) e o HCO_3^- foi inferior em M_B ($p < 0,05$) em relação aos demais. A glicemia apresentou valores superiores em M_{40} e M_{80} em relação a M_5 e M_B ($p < 0,05$) e o período de tempo para a recuperação anestésica foi de 152 ± 60 minutos após o final da administração da infusão dos agentes anestésicos. Conclui-se que a técnica anestésica empregada em bezerros promoveu depressão respiratória, aumento da glicemia e prolongado período de recuperação anestésica.

¹ Professor Assistente – Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal – Faculdade de Odontologia – Curso de Medicina Veterinária – patto@fmva.unesp.br – UNESP – Araçatuba – São Paulo – Brasil.

² Professora Adjunto – Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal – Faculdade de Odontologia – Curso de Medicina Veterinária – voliva@fmva.unesp.br – UNESP – Araçatuba – São Paulo – Brasil.

³ Professor Assistente – Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal – Faculdade de Odontologia – Curso de Medicina Veterinária – celrodri@fmva.unesp.br – UNESP – Araçatuba – São Paulo – Brasil

⁴ Residente do Hospital Veterinário “Luiz Quintiliano de Oliveira” do Curso de Medicina Veterinária – marceloaraujo@fmva.unesp.br - UNESP – Campus Araçatuba – São Paulo Brasil.

⁵ Residente do Hospital Veterinário “Luiz Quintiliano de Oliveira” do Curso de Medicina Veterinária – fernandabovino@fmva.unesp.br - UNESP – Campus Araçatuba – São Paulo - Brasil.

⁶ Residente do Hospital Veterinário “Luiz Quintiliano de Oliveira” do Curso de Medicina Veterinária – pierohenrique@fmva.unesp.br - UNESP – Campus Araçatuba – São Paulo - Brasil.

Palavras-chave: bezerras, anestesia intravenosa, xilazina, quetamina, éter gliceril guaiacol

TOTAL INTRAVENOUS ANESTHESIA (TIVA) FOR HERNIORRHAPHY IN CALVES

ABSTRACT

The total intravenous anesthesia (TIVA) is an option for some surgeries in bovines for fields. The aim of this study was to evaluate blood gases effects, cardiorespiratory and glycemia on calves submitted the umbilical herniorraphy. We used eight calves aged from 9 ± 4 months, weighting 111 ± 43 kg. The animals were pre-treated with xylazine (0.05 mg/kg IV) and after 15 minutes was administered ketamine (2.0 mg/kg IV) followed by the continuous infusion of xylazine (0.05 mg/ml), guaifenesin (50 mg/mL) and ketamine (1mg/ml) at a rate of infusion of 2mL/kg/hour. The blood gases and glucose samples were collected immediately before the MPA (M_B) and the 5, 40 and 80 after the starting of TIVA (M_5 , M_{40} e M_{80}). The other variables were measured in M_B , 15 minutes after the MPA (M_x) and every 10 minutes after the starting of TIVA, entering 80 minutes. The heart rate was higher in M_B than in the other stages ($p < 0.05$) and respiratory rate increased in M_{20} and M_{50} compared to M_B and M_x ($p < 0.05$). The P_vCO_2 increased while PaO_2 decreased in M_{40} and M_{80} , for M_B ($p < 0.05$), P_vCO_2 in M_{80} was lower than in M_B ($p < 0.05$). The pH_v was smaller in M_{80} than M_5 and M_B ($p < 0.05$), and HCO_3 was lower in M_B ($p < 0.05$) compared to the others. The glucose was higher in M_{40} and M_{80} and M_5 for M_B ($p < 0.05$). The recovery time was 152 ± 60 minutes after the end of the administration of the infusion of anesthetics. It was conclude that the anesthetic technique employed promoted respiratory depression, increased blood glucose and prolonged period of anesthetic recovery in calves.

Key words: Calves, intravenous anesthesia, xylazine, ketamine, guaifenesin

ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA (ATI) PARA HERNIORRAFÍAS UMBILICALES EN TERNEROS

RESUMEN

La anestesia total intravenosa (ATI) es una opción para algunas cirugías en vacunos a campo. Se objetivó evaluar los efectos hemogasométricos, cardiorrespiratorios y la glicemia de la ATI en terneros sometidos a la herniorrafia umbilical. Fueron utilizados ocho terneros con edad de 9 ± 4 meses, pesando 111 ± 43 Kg. Los animales fueron pre medicados con xilazina (0,05 mg/Kg. IV) y después de 15 minutos se administró ketamina (2,0 mg/Kg. IV) seguida de infusión continua de xilazina (0,05 mg/mL), éter gliceril guayacol (50mg/mL) y ketamina (1mg/mL), en una tasa de infusión de 2mL/Kg./hora. Se recolectaron muestras de sangre para hemogasometría y glicemia inmediatamente antes de la MPA (M_B) y a los 5, 40 y 80 minutos después del inicio de la ATI (M_5 , M_{40} e M_{80}). Las demás variables fueron aferidas en M_B , 15 minutos después de la MPA (M_x) y a cada 10 minutos después del inicio de la ATI, totalizando 80 minutos. La frecuencia cardiaca fue más grande en M_B de que en los demás momentos ($p < 0,05$) y la frecuencia respiratoria más grande en M_{20} y M_{50} comparado la M_B y M_x ($p < 0,05$). La P_vCO_2 fue más grande y la PAO_2 fue más pequeña en M_{40} y M_{80} , en relación a M_B ($p < 0,05$), P_vO_2 fue más pequeña en M_{80} de que en M_B ($p < 0,05$). El pH_v

fue más pequeño en M_{80} de que en M_B y M_5 ($p < 0,05$) y el HCO_3 fue más pequeño en M_B ($p < 0,05$) en relación a los demás. La glicemia fue más grande en M_{40} y M_{80} en relación a M_5 y M_B ($p < 0,05$). El período de tiempo para la recuperación anestésica fue de 152 ± 60 minutos después del fin de la administración de la infusión. Se llegó a la conclusión de que la técnica anestésica empleada promovió depresión respiratoria, aumento de glicemia y período prolongado de recuperación anestésica en vacunos.

Palabras-clave: Terneros, Anestesia intravenosa, Xilazina, Ketamina, Éter gliceril guaiacol

INTRODUÇÃO

Várias técnicas de anestesia podem ser utilizadas em ruminantes em condição de campo, entretanto alguns procedimentos cirúrgicos requerem maior complexidade sob o ponto de vista anestésico e por vezes, a anestesia inalatória acaba por ser fator limitante, pois requer equipamentos mais sofisticados (1). Desta forma, deve-se considerar que a anestesia intravenosa apresenta maior praticidade para o clínico a campo, possibilitando o emprego de associações de fármacos visando obter efeitos sinérgicos e assim promover anestesia de qualidade e com segurança.

Embora seja exequível a realização de procedimentos cirúrgicos com administrações repetidas de bolus de vários fármacos, a infusão contínua de fármacos é geralmente considerada por resultar em uma anestesia mais consistente com menores doses de cada agente empregado, bem como melhor controle da profundidade anestésica (2). Dentre os protocolos mais comumente utilizados para manutenção anestésica em animais de grande porte para a realização de procedimentos prolongados destaca-se a infusão contínua da associação de xilazina, éter gliceril guaiacol e quetamina (2).

Os fármacos agonistas de receptores alfa-2 são sedativos efetivos em bovinos, sendo a xilazina comumente utilizada para produzir contenção, sedação e dependendo da dose empregada, planos leves de anestesia geral (1). Os efeitos hemodinâmicos da xilazina têm sido extensamente estudados em ruminantes onde são observados bradicardia, diminuição do volume sistólico, débito cardíaco (3, 4) além da elevação inicial da pressão arterial, seguida de hipotensão duradoura (5). No sistema respiratório causa depressão, reduzindo a frequência respiratória e o volume corrente, causando relaxamento da musculatura do trato respiratório superior sem, porém, alterar os gases sanguíneos de forma importante, havendo discreta redução da PaO_2 , podendo, em algumas situações, acarretar hipoxemia e hipercapnia (6).

Já o éter gliceril guaiacol (EGG) tem sido extensamente utilizado em procedimentos anestésicos de grandes animais sendo geralmente administrado em associação com outros agentes com maior potencial analgésico ou hipnótico visando, assim, a redução na dose desses fármacos e, conseqüentemente, menor depressão cardiorrespiratória (7). Segundo Booth (8) o fármaco, em doses terapêuticas, pouco interfere na dinâmica respiratória podendo reduzir o volume corrente aumentando, contudo, a frequência respiratória de modo a manter o volume minuto constante.

A quetamina é utilizada em bovinos em procedimentos anestésicos de maneira isolada ou, mais frequentemente, em associação com xilazina (9-11). Quando usada isoladamente, não induz analgesia e relaxamento muscular adequados e a recuperação é normalmente conturbada e prolongada (12). A associação com a xilazina é frequentemente usada para incrementar a analgesia e o relaxamento muscular, proporcionando tempo anestésico hábil ao redor de 25 a 30 minutos após uma única aplicação, além de promover recuperação mais tranqüila (12).

A anestesia total intravenosa (ATI) empregando a associação de xilazina, EGG e quetamina tem sido relatada em suínos (13), eqüinos (14-16), ovinos (12) e bovinos (1, 17, 18, 19). Em eqüinos o advento de técnicas anestésicas por infusão contínua tem possibilitado a realização de procedimentos cirúrgicos de maior duração (15, 20), além de produzir menor depressão cardiovascular do que os anestésicos inalatórios (21), manter os valores da pressão arterial média próximos a 90-100 mm Hg e ainda não desencadear resposta de estresse endócrino normalmente associado à anestesia inalatória (20, 21).

Desta forma, o objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos hemogasométricos, cardiorrespiratórios e glicêmicos de bezerros submetidos à cirurgia de herniorrafia umbilical sob anestesia total intravenosa empregando a associação de xilazina, EGG e quetamina.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido com animais da rotina no período de agosto de 2006 a julho de 2007. Foram utilizados 8 bezerros, sendo 2 machos e 6 fêmeas com idade média de 9 ± 4 meses, e pesando 111 ± 43 kg. Os animais pré-selecionados passaram por exame físico e coleta de sangue para realização de hematócrito e proteína plasmática total previamente ao procedimento cirúrgico e foram submetidos a um jejum alimentar e hídrico de 24 e 4 horas, respectivamente.

Os animais foram pré-medicados com xilazina (0,05 mg/kg IV) e após 15 minutos realizou-se indução anestésica com quetamina (2,0 mg/kg IV), seguida de infusão contínua da associação de xilazina (0,05 mg/mL), EGG (50mg/mL) e quetamina (1mg/mL) (XEQ), numa taxa de infusão de 2mL/kg/hora, através de cateter de calibre 16G (BD Intracath - Becton, Dickinson Ind. Cirúrgicas Ltda. - Juiz de Fora, MG, Brasil) alocado na veia jugular direita. A infusão foi realizada por meio de equipo macrogotas sendo acertado e ajustado, previamente a cada procedimento anestésico, o número de gotas que totalizavam o volume de 1mL. A partir de então, foram feitos ajustes no número de gotas por minuto para que a taxa de infusão requerida fosse mantida constante, sendo a velocidade conferida a cada 10 minutos durante todo o procedimento.

Como adjuvante ao procedimento anestésico foi realizado, em todos os animais, bloqueio infiltrativo com lidocaína 2%, administrado na região subcutânea, formando uma figura geométrica retangular ao redor da região umbilical. Todos os animais foram posicionados em decúbito dorsal e mantidos sob ventilação espontânea respirando ar ambiente (21% de oxigênio) sendo avaliadas as frequências respiratória (f) e cardíaca (FC), glicemia, hemogasometria venosa e período de recuperação.

As amostras para hemogasometria e glicemia foram colhidas imediatamente antes da MPA (M_B) e aos 5, 40 e 80 minutos após o início da ATI (M_5 , M_{40} e M_{80} , respectivamente). As demais variáveis (FC e f) foram aferidas em M_B , 15 minutos após a MPA (M_x) e a cada 10 minutos após o início da ATI, totalizando 80 minutos (M_{10} , M_{20} , M_{30} , M_{40} , M_{50} , M_{60} , M_{70} e M_{80} , respectivamente).

Para a avaliação hemogasométrica foram colhidas amostras de 2 mL com seringa específica (Seringa monovette, Sarstedt Ag&Co - Alemanha) que foram imediatamente acondicionadas em caixa isotérmica com gelo e levadas ao laboratório clínico para serem processadas em aparelho de hemogasometria (Roche OMNI C Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA. São Paulo, SP, Brasil). A análise da glicemia foi realizada no próprio centro cirúrgico a partir da coleta de uma gota de sangue obtida da veia jugular e imediatamente processada em glicosímetro portátil (ACCU-CHEK Advantage - Roche - Alemanha).

O tempo de recuperação anestésica foi avaliado até o animal conseguir permanecer em posição quadrupedal sem nenhum tipo de estímulo após o final da infusão da solução de XEQ.

Os dados foram submetidos à análise estatística empregando-se a análise de variância para amostras repetidas (ANOVA) e a comparação entre momentos foi efetuada pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Foi observada diminuição significativa da frequência cardíaca após a administração da MPA e durante toda a manutenção da anestesia total intravenosa ($p < 0,05$). Em relação à frequência respiratória os valores foram maiores em M_{20} e M_{50} comparado ao M_B e M_x ($p < 0,05$) (Tabela 1). Quanto à glicemia ocorreu elevação gradativa da mesma durante toda a manutenção anestésica, com médias superiores em M_{40} e M_{80} em relação a M_B e M_5 ($p < 0,05$) (Tabela 2).

Em relação aos valores hemogasométricos, houve elevação da P_VCO_2 e redução da P_AO_2 e da P_VO_2 ao longo do procedimento anestésico em comparação a M_B ($p < 0,05$). Houve acidemia com valores de pH_V menor em M_{80} do que em M_B e M_5 ($p < 0,05$), enquanto que a média dos valores do HCO_3 foram maiores em todos os momentos em relação a M_B ($p < 0,05$) (Tabela 2).

O período de tempo para a recuperação anestésica foi de 152 ± 60 minutos após o final da administração da infusão de XEQ.

DISCUSSÃO

Alguns métodos têm sido utilizados na indução anestésica para posterior manutenção da anestesia por meio da infusão contínua da associação de xilazina, éter gliceril guaiacol e quetamina (XEQ), incluindo administração de um ou mais bolus da associação (2, 12), ou mesmo a administração de sedativos seguida pela infusão lenta de XEQ. (1). Nesse estudo a indução anestésica foi realizada com quetamina (2mg/kg) 15 minutos após MPA com xilazina (0,05mg/kg) seguido da infusão da solução de XEQ para manutenção anestésica. Picavet et al. (1) utilizaram, como medicação pré-anestésica (MPA), apenas xilazina antes da infusão da solução para manutenção anestésica em bezerros na dose de (0,2 mg/kg), diferentemente de Kerr et al. (2) que utilizaram um ou mais bolus da associação de xilazina (0,05mg/kg), éter gliceril guaiacol (25mg/kg) e quetamina (0,5mg/kg).

A literatura corrente descreve diferentes taxas de infusão e doses da associação de XEQ para manutenção anestésica em bovinos (1, 2, 19). Nesse estudo optou-se pela infusão de XEQ na taxa de 2 mL/kg/h uma vez que, após estudos pilotos com a realização de procedimentos cirúrgicos em bezerros, foi possível constatar que a mesma foi suficiente para manter o plano cirúrgico adequado em todos os animais, permitindo a realização do procedimento cirúrgico proposto sem que houvesse intercorrências. Ainda quanto à metodologia empregada para a infusão da associação, embora a utilização de equipos e a contagem de gotas não seja o método mais acurado para a determinação do volume a ser infundido, essa se mostrou efetiva e exequível, principalmente se considerarmos as condições de campo, onde muitas vezes não se dispõem de equipamentos específicos e os recursos são escassos.

Quanto às variáveis cardiorrespiratórias, a diminuição da frequência cardíaca após a MPA e durante toda a manutenção anestésica provavelmente se deve ao efeito simpatolítico produzido pela xilazina (22, 23). Resultado semelhante foi observado por Picavet et al. (1) que utilizaram, em bezerros, associação de xilazina (0,1mg/mL), éter gliceril guaiacol (50mg/mL) e quetamina (1,0mg/mL) em uma taxa de infusão de 1,1

mL/kg/h. Por outro lado, Yamashita et al. (19) não observaram esses efeitos, após administração de xilazina (0,05mg/mL), éter glicil guaiacol (10mg/mL) e quetamina (2mg/mL) numa taxa de infusão de 4,6mL/kg/h, onde os valores de FC permaneceram em níveis considerados satisfatórios, o que provavelmente se deu devido à utilização de doses menores dos fármacos empregados na anestesia total intravenosa (ATI).

Já a elevação da frequência respiratória reflete a depressão respiratória produzida pela associação e que, de forma compensatória, tem por objetivo tentar reduzir o excesso de CO₂ aumentando assim o volume minuto. Esse achado pode ser comprovado ao se observar maiores níveis de CO₂ nesses momentos. Segundo Doherty et al. (4); Scarda (24) a xilazina induz hipercapnia e hipoxemia em bovinos. Da mesma forma, Picavet et al. (1) durante infusão de XEQ, com suplementação de oxigênio, observaram a ocorrência de hipoxemia em bezerras. O mesmo foi relatado por Lin et al. (12) em carneiros sob respiração espontânea e com suplementação de oxigênio. Estes achados refletem provavelmente um efeito adverso da xilazina promovendo hipoxemia inicial que é mantida após a infusão da quetamina e éter glicil guaiacol (1). Por outro lado, o EGG tem efeito mínimo sobre a atividade respiratória em doses terapêuticas, podendo causar elevação da frequência respiratória e do volume corrente (25). A quetamina é um depressor respiratório moderado, tanto no homem como nos animais preserva a saturação arterial de O₂ e a capacidade residual funcional (26). Desta forma, a associação dos fármacos pode, de maneira sinérgica, proporcionar efeito adverso sobre a oxigenação (12).

Corroborando com os achados da frequência respiratória, observou-se elevação da P_VCO₂ e redução da P_AO₂ ao longo do procedimento anestésico. Esses achados refletem a interferência dos fármacos sobre o sistema respiratório bem como na hemodinâmica pulmonar, promovendo redução da oxigenação sanguínea ao longo do tempo, situação essa comumente observada em animais de grande porte em decorrência da somatória dos efeitos depressores produzidos pelos fármacos associado ao fator decúbito, prejudicando assim a circulação e captação de oxigênio pulmonar (1, 12). O mesmo é comprovado pela sistemática redução da P_VO₂ em comparação a M_B (p<0,05), demonstrando, mais uma vez, a interferência dos agentes e decúbito sobre a função respiratória. Como reflexo dessas alterações respiratórias e metabólicas podemos observar acidemia com valores de pH_V menores em M₈₀ que em M_B e M₅ (p<0,05), provavelmente em decorrência da acidose respiratória desencadeada pelos agentes anestésicos. Soma-se a isso os valores de HCO₃ superiores em todos os momentos em relação a M_B (p<0,05), resposta essa típica de tentativa de compensação, visando manter o pH dentro dos limites apropriados (27).

É importante ressaltar que embora as amostras de sangue obtidas para a realização da gasometria tenham sido venosas e, portanto mais oportunas para a avaliação da perfusão tecidual (27), pode-se extrapolar os resultados de modo a permitir uma avaliação global, mesmo que indireta, das alterações respiratórias envolvidas.

Quanto ao aumento progressivo da glicemia ocorrido, provavelmente este se deve à hipoinsulinemia com conseqüente hiperglicemia desencadeada pela administração da xilazina. Segundo Thurmon et al. (22) os agonistas de receptores alfa-2 podem provocar relativo aumento da glicose sanguínea, resultante da inibição da secreção de insulina, mediada pela inibição dos receptores alfa-2 das células beta do pâncreas.

Relativamente ao período médio de recuperação anestésica de 152 minutos, este foi consideravelmente elevado quando comparando com o tempo de recuperação onde foram utilizadas outras modalidades anestésicas como na anestesia inalatória (28). Possivelmente, um ajuste de doses dos fármacos, principalmente da xilazina, devido à maior sensibilidade dos bovinos ao fármaco diminua esse tempo, ou mesmo na dose do

éter gliceril guaiacol, sendo, portanto necessário outros estudos com diferentes doses para avaliar esse parâmetro e confirmar ou não essa hipótese.

CONCLUSÕES

Nesse sentido, com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a técnica anestésica empregada, promoveu prolongado período de recuperação anestésica, aumento da glicemia e depressão respiratória induzindo a acidemia e acidose respiratória, sendo, portanto, interessante o uso de ventilação controlada.

REFERÊNCIAS

1. Picavet MT, Gasthuys FM, Laevens HH, Watts SA. Cardiopulmonary effects of combined xylazine-guaifenesin-ketamine infusion and extradural (inter-coccygeal lidocaïne) anaesthesia in calves. *Vet Anaesth Analg*. 2004; 31: 11-9.
2. Kerr CL, Windeyer C, Bouré LP, Mikakhur KK, McDonell W. Cardiopulmonary effects of administration of a combination solution of xylazine, guaifenesin, and ketamine or inhaled isoflurane in mechanically ventilated calves. *Am J Vet Res*. 2007; 68:1287-93.
3. Campbell KB, Klavano PA, Richardson P, Alexander JE. Hemodynamic effects of xylazine in the calf. *Am J Vet Res*. 1979; 40: 1777-80.
4. Doherty TJ, Ballinger JA, McDonell WN, Pascoe PJ, Valliant AE. Antagonism of xylazine induced sedation by idazoxan in calves. *Can J Vet Res*. 1987; 51: 244-8.
5. Luna SPL. Medicação pré-anestésica em eqüinos, ruminantes e suínos. In: Luna SPL, Teixeira Neto F. IV curso prático de anestesia em grandes animais. Botucatu: FMVZ-Unesp; 2004. p.2-10.
6. Raptopoulos D, Weaver BMQ. Observations following intravenous xylazine administration in steers. *Vet Rec*. 1984; 114: 567-9.
7. Hubbell JAE. Horses. In: Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ. Lumb & Jones' Veterinary anesthesia. 3^a ed. Philadelphia: A lea & Febiger; 1996. p.599-609.
8. Booth NH. Intravenous and other parental anesthetics. In: Booth NH, McDonald LE. Veterinary pharmacology and therapeutics. Ames, Iowa: The Iowa State University Press; 1982. p.203-54.
9. Waterman AE. Preliminary observations on the use of a combination of xylazine and ketamine hydrochloride in calves. *Vet Rec*. 1981; 109: 464-7.
10. Rings DM, Muir WW. Cardiopulmonary effects of intramuscular xylazine-ketamine in calves. *Can J Comp Med*. 1982; 46: 386-9.
11. Waterman AE. Effect of a combination of ketamine and xylazine on respiratory gas tension and acid-base status in calves. *Vet Rec*. 1983; 113: 517.

12. Lin HC, Tyler JW, Welles EG, Spano JS, Thurmon JC, Wolfe DF. Effects of anesthesia induced and maintained by continuous intravenous administration of guaifenesin, ketamine, and xylazine in spontaneously breathing sheep. *Am J Vet Res.* 1993; 15: 1913-6.
13. Thurmon JC, Benson GJ. Anesthesia in ruminants and swine. In: Howard JL. *Current veterinary therapy: food animal practice.* Philadelphia: WB Saunders Co; 1993. p.58-76.
14. Greene SA, Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ. Cardiopulmonary effects of continuous intravenous infusion of guaifenesin, ketamine, and xylazine in ponies. *Am J Vet Res.* 1986; 47: 2364-7.
15. Young LE, Bartram DH, Diamond MJ, Gregg AS, Jones RS. Clinical evaluation of an infusion of xylazine, guaifenesin and ketamine for maintenance of anesthesia in horses. *Equine Vet J.* 1993; 25: 115-9.
16. Mama KR, Pascoe PJ, Steffey EP, Kollias-Baker C. Comparison of two techniques for total intravenous anesthesia in horses. *Am J Vet Res.* 1998; 59: 1292-8.
17. Thurmon JC. Injectable anesthetic agents and techniques in ruminants and swine. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1986; 2: 567-91.
18. Thurmon JC, Benson GJ, Tranquilli WJ. Cardiopulmonary effects of intravenous infusion of guaifenesin, ketamine, and xylazine in Holstein calves. *Vet Surg.* 1986; 15: 463.
19. Yamashita K, Sasa Y, Ikeda H, Izumosawa Y, Kotani T. Total general intravenous anaesthesia in cows using a combination of guaifenesin, ketamine, and xylazine. *Jpn J Vet Med Assoc.* 1996; 10: 709-13.
20. Taylor PM, Kirby JJ, Shrimpton DJ, Johnson CB. Cardiovascular effects of surgical castration during anaesthesia maintained with halothane or infusion of detomidine, ketamine and guaifenesin in ponies. *Equine Vet J.* 1998, 30: 304-9.
21. Luna SPL, Taylor PM, Wheeler MJ. Cardiorespiratory, endocrine and metabolic effects in ponies undergoing intravenous or inhalation anesthesia. *J Vet Pharmacol Ther.* 1996; 19: 251-8.
22. Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ. Preanesthetics and anesthetic adjuncts. In: Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ. *Lumb & Jones' veterinary anesthesia.* 3^a ed. Philadelphia: A lea & Febiger; 1996. p.183-97.
23. Fantoni DT, Cortopassi SRG. Medicação pré-anestésica. In Fantoni DT, Cortopassi SRG. *Anestesia em cães e gatos.* São Paulo: ROCA; 2002. p.151-8.
24. Scarda RT. Local and regional anesthetic techniques: ruminants and swine. In: Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ. *Lumb & Jones' veterinary anesthesia.* 3^a ed. Philadelphia: A lea & Febiger; 1996. p.494-6.

25. Trim CM. Special anesthesia considerations in the ruminant. In: Short CE. Principles and practice of veterinary anesthesia. Baltimore: Williams and Wilkins; 1987. p.285-98.
26. Reich DL, Silvay G. Ketamine: an update on the first twenty-five years of clinical experience. Can J Anaesth. 1986; 36: 186-97.
27. Day TK. Blood gas analysis. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2002; 32: 1031-48.
28. Cantalapietra AG, Villanueva B, Pereira JL. Anaesthetic potency of isoflurane in cattle: determination of the minimum alveolar concentration. Vet Anaesth Analg. 2000; 27: 22-6.

Recebido em: 08/12/2008

Aceito em: 20/10/2009

ANEXO: TABELAS 1 E 2

Tabela 1 - Valores médios e desvios padrão ($x \pm s$) das frequências cardíacas (FC) e respiratória (f) obtidos em bezerros (n=8) pré-tratados com xilazina (0,05 mg/kg IV) induzidos a anestesia com quetamina (2,0 mg/kg IV) e mantidos sob infusão contínua de xilazina (0,05 mg/mL), éter gliceril guaiacol (50mg/mL) e quetamina (1mg/mL) (XEQ), numa taxa de infusão 2mL/kg/hora, sob ventilação espontânea.

Variáveis	MB	MX	M10	M20	M30	M40	M50	M60	M70	M80
FC										
(bat./min.)	104±33 ^a	74±31 ^b	78±28 ^b	75±23 ^b	72±21 ^b	78±35 ^b	64±12 ^b	64±14 ^b	68±17 ^b	70±20 ^b
f (mov./min.)	24±7 ^a	25±5 ^{ac}	39±13 ^{bc}	43±15 ^b	38±13	38±13	43±26 ^b	37±14	39±17	38±12

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 2 - Valores médios e desvios padrão ($x \pm s$) das variáveis: pressão parcial de CO₂ no sangue venoso (PvCO₂), pressão parcial de O₂ no sangue venoso (PvO₂), pressão parcial alveolar de oxigênio (PAO₂), bicarbonato no sangue venoso (HCO₃), pHv do sangue venoso e glicemia obtidos em bezerros (n=8) pré tratados com xilazina (0,05 mg/kg IV) induzidos a anestesia com quetamina (2,0 mg/kg IV) e mantidos sob infusão contínua de xilazina (0,05 mg/mL), éter gliceril guaiacol (50mg/mL) e quetamina (1mg/mL) (XEQ), numa taxa de infusão 2mL/kg/hora, sob ventilação espontânea.

Variáveis	MB	M5	M40	M80
PvCO₂ (mmHg)	43,7±7 ^a	52,5±10 ^{ac}	61,0±6 ^{bc}	65,5±10 ^b
PvO₂ (mmHg)	48,2±5 ^a	40,6±11	40,2±11	36,9±8 ^b
PAO₂ (mmHg)	96±8 ^a	87±11 ^{ac}	77±9 ^{bc}	71±10 ^b
HCO₃ (mmol/L)	23±5 ^a	26±5 ^b	28±2 ^b	28±2 ^b
pHv	7,34±0,05 ^a	7,32±0,03 ^a	7,29±0,04	7,26±0,07 ^b
Glicemia (mg/dl)	92±15 ^a	171±26 ^b	220±35 ^c	237±52 ^c

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem significativamente entre si pelo teste de tukey ($p < 0,05$).