

AVALIAÇÃO DOS PADRÕES DE VITALIDADE DO NEONATO EQUINO – REVISÃO DE LITERATURA

Raíssa Karolliny Salgueiro Cruz¹
Angélica Alfonso²
Maria Lúcia Gomes Lourenço³
Simone Biagio Chiacchio⁴

RESUMO

O período neonatal caracteriza-se por uma fase de adaptação fisiológica e metabólica, onde os sistemas orgânicos precisam atender aos novos desafios da vida extrauterina. O conhecimento da fisiologia, a avaliação do vigor do neonato e uma rápida intervenção, no que diz respeito à reanimação, são essenciais para a diminuição da mortalidade neonatal. A presente revisão de literatura tem por objetivo discorrer sobre alguns dos principais métodos de avaliação da vitalidade do neonato equino, considerando-se o escore de Apgar, hemogasometria, metabolismo da glicose e lactato e eletrocardiografia como os principais procedimentos, além de ressaltar os resultados dos estudos que utilizaram esses métodos de avaliação.

Palavras-chave: potros, escore de Apgar, hemogasometria, lactato, eletrocardiograma.

EVALUATION OF PATTERNS OF VITALITY OF EQUINE NEONATE - REVIEW OF THE LITERATURE

ABSTRACT

The neonatal period is characterized by a phase of physiological and metabolic adaptation, where organic systems need to meet the new challenges of extrauterine life. Knowledge of physiology, the vigor of infant and early intervention, with regard to resuscitation, are essential to reducing neonatal mortality. This literature review aims to discuss some of the main methods of assessing the vitality of the equine neonate, considering the Apgar score, blood gas analysis, glucose and lactate metabolism and electrocardiography as the main procedures and highlights the results of studies that used these methods.

Keywords: foals, Apgar score, blood gas, lactate, electrocardiogram.

EVALUACIÓN DE LAS NORMAS DE VITALIDAD DEL RECIÉN NACIDO EQUINO – REVISIÓN DE LITERATURA

RESUMEN

El período neonatal se caracteriza por una fase de adaptación fisiológica y metabólica, donde los sistemas orgánicos tienen que cumplir con los nuevos desafíos de la vida extrauterina. El

¹ Doutorando do Departamento de Clínica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista, Contato principal para correspondência Distrito de Rubião Júnior S/N, CEP 18618970, Botucatu/SP.

² Mestrando do Departamento de Clínica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista.

³ Professora Doutora do Departamento de Clínica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista, de Clínica de Veterinária.

⁴ Professor Assistente Doutor do Departamento de Clínica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista.

conocimiento de la fisiología, el vigor del neonato y la rápida intervención, con respecto a la reanimación, son esenciales para reducir la mortalidad neonatal. Esta revisión de la literatura tiene como objetivo analizar algunos de los principales métodos de evaluación de la vitalidad del neonato equino, teniendo en cuenta la puntuación de Apgar, el análisis de gases en la sangre, el metabolismo de la glucosa y el lactato y del electrocardiograma como los principales procedimientos, además enfatizar los resultados de los estudios que han utilizado esos métodos de evaluación.

Palabras clave: potros, Apgar, análisis de gases en sangre, lactato, electrocardiograma.

INTRODUÇÃO

A neonatologia veterinária é definida como a ciência responsável pelo estudo das primeiras semanas de vida dos recém-nascidos. Apresenta-se em franco desenvolvimento, objetivando a redução das taxas de mortalidade neonatal (1). Neste período, são necessárias importantes adaptações ao meio externo, acompanhadas pelo desenvolvimento de funções vitais não cumpridas durante a vida intrauterina (2).

A avaliação da vitalidade neonatal pode ser realizada por meio de escore Apgar, baseado em parâmetros vitais do recém-nascido (3). A determinação de valores hemogasométricos, permite a avaliação do grau de acidose metabólica e respiração neonatal, sendo de grande importância para a utilização de medidas corretivas precoces (4,5,6).

O exame clínico do neonato equino permite a identificação de sinais de imaturidade, e de traumas que possam ter ocorrido durante o parto ou a presença de anormalidades congênitas. O conhecimento sobre o comportamento do neonato é essencial para o reconhecimento de alterações clínicas, que em geral, estão associadas a alterações fisiopatológicas sistêmicas. A rápida identificação dos sinais clínicos relacionados a qualquer afecção durante o período neonatal favorece o prognóstico, minimizando os prejuízos tanto financeiros, quanto no desempenho de um futuro equino atleta (7).

Estudos aprofundados relacionados à fisiologia do neonato equino e sua evolução clínica no período pós-parto imediato devem auxiliar no aperfeiçoamento da neonatologia veterinária. O presente artigo tem por objetivo discorrer sobre alguns dos principais métodos de avaliação da vitalidade do neonato equino, considerando-se o escore de Apgar, hemogametria, metabolismo da glicose e lactato e eletrocardiografia, além de ressaltar os resultados dos estudos que utilizaram esses métodos de avaliação.

Avaliação do neonato equino

A avaliação clínica dos recém-nascidos, bem como a definição da conduta terapêutica adotada representam expressivos desafios ao médico veterinário. A incapacidade em proceder ao exame físico criterioso, associada à escassez do conhecimento técnico-científico em neonatologia veterinária, colabora com o diagnóstico impreciso e o tratamento empírico das afecções (8).

A avaliação do potro imediatamente após o parto é fundamental para se verificar a vitalidade do mesmo. Por meio desta assistência é possível o clínico optar quando deve adotar o procedimento mais adequado (9). A avaliação da circulação periférica é realizada inspecionando-se as mucosas, que devem ter uma cor rósea e um tempo de preenchimento capilar em torno de dois segundos ou menos, desde o primeiro minuto da vida. Os valores iniciais da frequência cardíaca e respiratória variam de 60-120 bpm e 60-70 mpm, respectivamente (10,11).

Os neonatos são susceptíveis a variações da temperatura ambiente e apresentam dificuldade em manterem a homeotermia, pois possuem maior superfície corpórea em relação à massa, perda de calor por evaporação e reservas calóricas limitadas. A termoneutralidade é, então, mantida pelo reflexo de tremor (60%) e pelo metabolismo da gordura marrom (40%) (12). Entretanto, não existem evidências da presença da gordura marrom em potros (13). Mesmo com a ingestão de colostro, a principal fonte de energia metabólica do potro é o glicogênio (14,15). A temperatura corporal considerada fisiológica no neonato equino até quatro dias de idade situa-se entre 37,2 a 38,9°C (10).

A maioria das afecções do período periparto é de aparecimento súbito e com sinais clínicos de baixa especificidade, tais como: inatividade, fraqueza, retardo em se levantar ou mamar, hipotermia, hipoglicemia, batimentos cardíacos e movimentos respiratórios com frequência variável (16).

Escore de Apgar

Introduzido em 1953, por Virginia Apgar, anestesiolegista inglesa, o escore de Apgar é um dos métodos mais utilizados na avaliação imediata do recém-nascido (17). Inicialmente desenvolvido como um método de fácil avaliação visa auxiliar na prática obstétrica e pediátrica (18).

É realizado logo após o nascimento e avalia as condições fisiológicas e a capacidade de resposta do neonato, além de auxiliar na identificação da necessidade de reanimação ou algum outro tipo de cuidado especial (19). Baseia-se na pontuação da frequência cardíaca e respiratória, tônus muscular, atividade reflexa e coloração de pele ou mucosa, realizada nos primeiros minutos após o parto (1).

Por tratar-se de uma prática eficaz na identificação da condição clínica neonatal, o escore de Apgar foi adaptado à Medicina Veterinária de acordo com a fisiologia de cada espécie, sendo utilizado para potros, bezerros, leitões e cães (3). Para os potros, Smith (20) utilizou um sistema de pontuação de APGAR modificado, descrito no Quadro 1.

Quadro 1 – Índice APGAR para neonatos equinos.

	PARÂMETROS	0 Ponto	1 Ponto	2 Pontos
A	Atividade - tônus muscular)	Queda, decúbito lateral	Semi-esternal, alguma flexão dos membros	Posição esternal
P	Pulsação	Ausente	Abaixo de 60 bpm	60 bpm ou mais
G	Expressão facial - estímulo nasal, piparotes na orelha, estímulo toracolombar.	Sem resposta	Expressão facial, movimento da cabeça/pescoço.	Expressão facial forte, espirro, piparote na orelha, sacudidas de cabeça, tentativa de ficar em estação com movimentos de cabeça, pescoço e membros.
A	Aparência - cor das mucosas	Cinza/azuladas	Rosa clara	Rosada
R	Respiração	Ausente	<30, irregular	>30, regular, relinchos

Fonte: Smith (20)

A coloração normal das mucosas é rósea, com discretas variações. Os animais, ao nascimento, apresentam coloração rósea menos intensa. As mucosas podem variar de coloração de acordo com vários fatores, a saber: quantidade e qualidade do sangue circulante, qualidade das trocas gasosas, presença ou não de hemoparasitas, função hepática, medula óssea, entre outros (21). O pulso deve ser entre 60 bpm imediatamente após o parto elevando-se para mais de 100 bpm, dentro da primeira hora de vida. O estímulo tóracolombar é realizado por beliscamento deslizando-se o polegar e o dedo indicador para baixo de cada lado da coluna. A atitude é traduzida no tônus muscular e capacidade de decúbito esternal. As

respirações são superficiais e devem ser maiores que 30 movimentos por minuto, imediatamente após o nascimento (20).

O escore de Apgar varia de zero a 10, e para a espécie equina consideram-se ideais valores entre nove e 10 ao nascimento. Escores entre seis a oito indicam asfixia moderada sugerindo adoção de medidas de reanimação neonatal (12). Potros com escore entre três e cinco, necessitam de oxigênio intranasal e suporte cardiovascular; animais com escore inferior a três necessitam de reanimação imediata (20).

Hemogasometria

Durante o processo de maturação final do feto equino, ocorre o aumento de corticosteroides associado à maturação pulmonar, à produção de surfactante, aumento das reservas de glicogênio hepático, ativação de vários sistemas enzimáticos e maturação intestinal (22). A síntese de surfactante é influenciada pelo pH, temperatura corporal e perfusão sanguínea, diminuindo nos quadros de hipovolemia, hipoxemia e acidose (23).

O início da respiração pulmonar em neonatos ocorre por estímulos táteis, térmicos e é decorrente da moderada privação de oxigênio durante o parto (24). A hipóxia, hipercapnia e acidose respiratória, que ocorrem durante o trabalho de parto, estimulam o centro respiratório. A separação da placenta e a oclusão do fluxo sanguíneo, limitam as trocas gasosas promovendo a diminuição da pressão parcial de O_2 e pH do sangue, associada a elevação da pressão parcial de CO_2 (14). Durante a primeira inspiração, somente parte dos alvéolos são inflados e, portanto, qualquer influência pode comprometer a adequada expansão alveolar (19).

A Síndrome do Desconforto Respiratório do Recém Nascido (SDRRN) é o distúrbio respiratório que mais ocorre em humanos. Acredita-se que o principal fator desencadeante em neonatos seja a deficiência na produção de substância surfactante pelos pulmões (24). Em potros, os distúrbios respiratórios, dentre estes a SDRRN são frequentes e responsáveis por 3,6 a 5% da mortalidade neonatal (25), apresentando como principais sinais clínicos, o aumento da frequência e do esforço respiratório, hipoxemia, hipercapnia e acidose respiratória (26).

Os parâmetros mais importantes avaliados na hemogasometria correspondem ao pH, pressões parciais de dióxido de carbono (pCO_2) e de oxigênio (pO_2), e bicarbonato (HCO_3) (27,28), além dos teores de dióxido de carbono total (TCO_2), e o excesso ou déficit de bases (BE) (29).

Para correção dos desequilíbrios ácido-básicos o organismo utiliza três mecanismos principais, a saber: tamponamento químico pelo bicarbonato, ajuste respiratório e excreção de íons hidrogênio pelos rins. Os sistemas tampões e respiratório atuam dentro de poucos minutos, ao contrário dos rins, que respondem mais tardiamente ao excesso de ácido ou de base (30,31). O mecanismo de compensação renal baseia-se na reabsorção de bicarbonato e eliminação de íons de H^+ com efeitos perceptíveis após uma ou duas horas (32).

Andres et al. (33), constataram alta correlação entre as avaliações de neonatos humanos pelo escore Apgar nos primeiros minutos de vida com a hemogasometria. Em recém-nascidos da espécie suína observou-se maior escore de vitalidade quando as variáveis hemogasométricas encontravam-se dentro dos valores de referência descritos para a espécie (28). Entretanto, existem poucos estudos sobre a existência dessa correlação na espécie equina.

Metabolismo da glicose e lactato

O controle hormonal do metabolismo energético desempenha papel importante no desenvolvimento e saúde do neonato equino. Durante o crescimento fetal os nutrientes são trocados por meio da placenta, sendo a glicose e o lactato os principais substratos de energia para o feto (34).

As concentrações iniciais em recém-nascidos equinos estão relacionadas aos níveis séricos maternos, com a estabilização da glicemia após duas horas (108-109 mg/dL). Esta estabilização deve-se à gliconeogênese e alimentação enteral do potro. Em determinados indivíduos, ocorrem falhas nesse processo culminando em hipoglicemia (25). A elevação da glicemia nas primeiras 48 horas, mantém os potros com valores mais elevados até seis meses de idade (120-210 mg/dL) em comparação a equinos adultos (35).

A maioria dos neonatos debilitados também são hipoglicêmicos, principalmente por ocorrer depleção dos estoques de glicogênio e, ainda imaturidade hepática (36). A energia necessária para manutenção dos batimentos cardíacos em quadros de hipóxia advém da glicólise anaeróbica. No entanto o sistema nervoso central não possui reservas de glicogênio e necessita da normoglicemia para seu metabolismo (16).

O lactato desempenha um papel importante na obstetrícia humana como um marcador de angústia fetal e neonatal (37), além de ser um dos principais componentes da acidose metabólica (38). Quando o suprimento de oxigênio para o feto é interrompido, os ácidos começam a se acumular e ocorre acidemia (37).

Estudos demonstram também que a lactatemia fetal é maior do que a materna durante a gestação (39). A concentração de lactato sanguíneo é um indicador prognóstico em humanos e animais, numerosos estudos tem associado a hiperlactatemia a pacientes de alto risco. Segundo Castagnetti et al. (40), o grau e a duração da hiperlactatemia também foram correlacionados com o subsequente desenvolvimento de falência orgânica. Tal comportamento metabólico confere ao lactato o título de marcador de perfusão tecidual, porém muitas são as situações em que seus valores estão elevados e dissociados da hipoperfusão tecidual (41).

A concentração de lactato em potros é elevada ao nascimento ($3,0 \pm 0,04$ mmol/L a $4,9 \pm 1,02$ mmol/L), decaindo nas primeiras 24 horas. Hiperlactatemia associa-se a redução da perfusão e da hipóxia tecidual (42). Hiperlactatemia também foi associada com o aumento do metabolismo em casos de inflamação e ativação do catabolismo proteico, como em casos de sepsis. Assim, este parâmetro pode ser usado como marcador de prognóstico em potros em estado crítico (43).

Um estudo realizado por Corley et al. (44), investigando a concentração de lactato arterial em potros criticamente doentes, comprovou que este parâmetro fornecia importantes informações prognósticas. A elevação de lactato estava associada à bacteremia, síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS), disfunção pulmonar ou circulatória, anemia e hiperglicemia, além de outros processos resultantes de seu metabolismo alterado, incluindo hepatopatias e septicemia (45).

Eletrocardiografia

O eletrocardiograma (ECG) é um registro do potencial elétrico médio gerado no músculo cardíaco durante as diferentes fases do ciclo cardíaco (46). Trata-se de um método pouco oneroso, não invasivo e de fácil realização a campo (47), além de ser a melhor maneira de identificar arritmias, as quais são visualizadas pela forma e frequência das ondas do gráfico gerado (48).

No equino, o ECG é válido para a determinação da frequência, ritmo e tempos de condução (49). Fornece informações quanto ao estado de oxigenação do miocárdio e influências do desequilíbrio eletrolítico e ácido-básico (50). Corley (51) afirma que distúrbios hemodinâmicos são comuns em potros criticamente enfermos e que estes nem sempre demonstram alterações cardiovasculares, o que pode retardar a identificação dos problemas e aumentar a morbidade e mortalidade.

O ritmo cardíaco normal em potros corresponde ao sinusal, com frequência cardíaca variando entre 65 a 135 bpm (52). Fernandes et al. (53), encontraram ritmo sinusal em 100% dos potros estudados, confirmando a fisiologia desse ritmo em potros. A taquicardia sinusal e as contrações supraventriculares prematuras são consideradas benignas na maioria dos potros, sendo indicativas de reações de estresse não específicas (52).

Equinos saudáveis apresentam incidência de 25% a 30% de arritmias cardíacas (49), sendo várias dessas, consideradas fisiológicas. Yamoto et al. (54), relacionaram a presença de arritmias graves em potros à redução nos níveis de PO₂ quando comparados com potros com arritmias leves, sugerindo desta forma, a presença das formas mais graves em potros com hipoxemia.

Os ECGs em potros mostram predomínio do ventrículo direito e sua regressão ao longo dos primeiros meses de vida (55). Portanto, são raramente utilizados em recém-nascidos para o diagnóstico de hipertrofia ventricular direita ou estenose pulmonar, sendo mais útil na detecção das taquicardias sinusais e alterações inespecíficas de onda T, ambos os sinais, comuns em casos de estresse circulatório. As taquiarritmias supraventriculares e ventriculares ocorrem raramente, e quando observadas, devem-se a distúrbios eletrolíticos, como hipercalemia secundária a ruptura de bexiga. Mudanças na onda T também são observadas em associação com distúrbios eletrólitos, como hipercalemia (10).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas sobre os diferentes padrões de avaliação da vitalidade do neonato equino auxiliam na identificação das afecções encontradas durante as primeiras horas de vida e orientam a propor um protocolo de avaliação, pois várias das alterações podem refletir simplesmente em uma resposta compensatória ao período crítico de adaptação do recém-nascido.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão do auxílio à pesquisa (Processo nº 2012/24845-7).

REFERÊNCIAS

1. Rodrigues JA. Assistência clínica maternal e neonatal às diferentes condições obstétricas em bovinos da raça Holandesa [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 2008.
2. Regazzi FM. Modificações pulmonares morfométricas e funcionais de neonatos da espécie canina em resposta à corticoterapia pré-natal [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 2011.

3. Veronesi MC, Panzani A, Faustini M, Rota A. An Apgar scoring system for routine assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis. *Theriogenology*. 2009;72:401-7.
4. Orozco-Gregorio H, Mota-Rojas D, Bonilla-Jaime H, Trujillo-Ortega ME, Becerril-Herrera M, Hernandez-Gonzalez R, et al. Effects of administration of caffeine on metabolic variables in neonatal pigs with peripartum asphyxia. *Am J Vet Res*. 2010;71:1214-9.
5. Trujillo-Ortega M, Mota-Rojas D, Juarez O, Villanueva-Garcia D, Becerril-Herrera M, Hernandez-Gonzalez R, et al. Porcine neonates failing vitality score: physio-metabolic profile and latency to first teat contact. *Czech J Anim Sci*. 2011;56:499-508.
6. Gonzalez-Lozano M, Trujillo-Ortega ME, Alonso-Spilsbury M, Rosales A, Ramirez-Necochea R, Gonzalez-Maciél A, et al. Vetra-butine clorhydrate use in dystocic farrowings minimizes hemodynamic sequels in piglets. *Theriogenology*. 2007;78:455-61.
7. Barr B. Assessment of the neonatal foal/ treatment considerations. In: *Proceeding of the NAVAC North American Veterinary Conference Congress; 2007; Orlando, Florida. Orlando, Florida; 2007. p.79-81.*
8. Garcia da Silva LC, Lúcio CF, Veiga GAL, Rodrigues JA, Vannucchi CI. Avaliação clínica neonatal por escore Apgar e temperatura corpórea em diferentes condições obstétricas na espécie canina. *Rev Port Cienc Vet*. 2008;103:165-70.
9. Nogueira CEW, Lins LA. *Neonatologia e pediatria equina Vol I. Pelotas: UFPel; 2009.*
10. Koterba AM, Drummond WH, Kosch PC. *Equine clinical neonatology. Philadelphia: Lea & Febiger; 1990.*
11. Pierce SW. Foal care from birth to 30 days: a practitioner's perspective. In: *Proceedings of the 49th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners (AAEP); 2003; New Orleans, LA. New Orleans, LA: AAEP; 2003. p.13-21.*
12. Vaala WE, House JK, Madigan JE. Conduta inicial e exame físico do neonato. In: Smith BP. *Medicina interna de grandes animais. 3a ed. Barueri: Manole; 2006. p.277-93.*
13. Curcio BR, Nogueira CEW. Newborn adaptations and healthcare throughout the first age of the foal. *Anim Reprod*. 2012;9:182-7.
14. Acworth NRL. The health neonatal foal: routine examinations and preventative medicine. *Equine Vet Educ*. 2003;15:45-9.
15. Morresey PR. Prenatal and perinatal indicators of neonatal viability. *Clin Tech Equine Pract*. 2005;4:238-49.
16. Landim-Alvarenga FC. Manejo do neonato. In: Prestes NC, Landim-Alvarenga FC. *Obstetrícia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. p.158-77.*
17. Apgar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr Res Anesth Analg*. 1953;32:260-7.

18. Kredatusova G, Hajurka J, Szakalova I, Valencakova A, Vojtek B. Physiological events during parturition and possibilities for improving puppy survival: a review. *Vet Med.* 2011;56:589-94.
19. Finster M, Wood M. The Apgar score has survived the test of time. *Anesthesiology.* 2005;102:855-7.
20. Smith BP. *Medicina interna de grandes animais.* Davis: Manole; 2006.
21. Gasparelli ERF, Camargo DG, Yanaka R, Mendes LCN, Peiró JR, Bovino F, et al. Avaliação física e dos níveis séricos de cortisol de bezerros neonatos da raça Nelore, nascidos de partos normais e auxiliados. *Pesqui Vet Bras.* 2009;29:823-8.
22. Silver M, Fowden AL. Pré-parto maturação adrenocortical em o potro fetal: respostas a ACTH1-24. *J Endocrinol.* 1994;142:417-25.
23. Bittar R. Distúrbios respiratórios. In: Rugolo LMS. *Manual de neonatologia.* São Paulo: Revinter; 2002. p.103-23.
24. Vestweber JG. Respiratory problems of newborn calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1997;13:411-24.
25. Kosch PC, Koterba AM, Coons TJ, Webb AI. Developments in management of the newborn foal in respiratory distress 1: Evaluation. *Equine Vet J.* 1984;16:312-8.
26. Lamb CR, O'Callaghan MW, Paradis MR. Thoracic radiography in the neonatal foal: a preliminary report. *Vet Radiol.* 1990;31:11-6.
27. Villanueva-García D, Mota-Rojas D. The highrisk infant and neonatal mortality. In: Mota-Rojas D, Nava-Ocampo AA, Villanueva-Garcia D, Alonso-Spilsbury ML. *Animal perinatology: clinical and experimental approaches.* 1a ed. Mexico: BM Editores Press; 2008. p.305-12.
28. Mota-Rojas D, Orozco-Gregorio H, Villanueva-Garcia D, Bonilla-Jaime H, Suarez-Bonilla X, Hernandez-Gonzalez R, et al. Foetal and neonatal energy metabolism in pigs and humans: a review. *Vet Med.* 2011;56:215-25.
29. Sucupira MCA, Ortolani EL. Uso de sangue arterial e venoso no exame do equilíbrio ácido-básico de novilhos normais ou com acidose metabólica. *Cienc Rural.* 2003;33:863-8.
30. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de Fisiologia Médica.* Rio de Janeiro: Guanabara Koo-gan; 2002.
31. Houpt TR. Equilíbrio ácido-básico. In: Reece WO. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos.* 12a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. p.147-60.
32. Houpt TR. Equilíbrio ácido-básico. In: Swenson MJ, Reece WO. *Dukes: Fisiologia dos animais domésticos.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999. p.549-59.

33. Andres RL, Saade G, Gilstrap LC, Wilkins I, Witlin A, Zlatnik F, et al. Association between umbilical blood gas parameters and neonatal morbidity and death in neonates with pathologic fetal academia. *Am J Obstet Gynecol.* 1999;181:867-71.
34. Pere MC. Materno-fetal trocas e utilização de nutrientes pelo feto: Comparação entre as espécies. *Reprod Nutr Dev.* 2003;43:1-15.
35. Bauer JE. Normal blood chemistry. In: Koterba AM, Drummond WH, Kosch PC. *Equine Clinical Neonatology.* Philadelphia, USA: Lea & Febiger; 1990. p.602-14.
36. Mancitire DK. Pediatric intensive care. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1999;29:971-88.
37. Blickstein I, Green T. Umbilical cord blood gases. *Clin Perinatol.* 2007;34:451.
38. Borruto F, Comparetto C, Treisser A. Prevention of cerebral palsy during labour: role of foetal lactate. *Arch Gynecol Obstet.* 2008;278:17-22.
39. Marconi AM, Cetin I, Ferrazzi E, Ferrari MM, Pardi G, Battaglia F. Lactate metabolism in normal and growth-retarded human fetuses. *Pediatr Res.* 1990;28:652-6.
40. Castagnetti C, Pirrone A, Mariella J, Mari G. Venous blood lactate evaluation in equine neonatal intensive care. *Theriogenology.* 2010;73:343-57.
41. Silva E, Garrido AG, Assunção MS. Avaliação da perfusão tecidual no choque. *Medicina (Ribeirão Preto).* 2001;34:27-35.
42. Axon JE, Palmer JE. Clinical Pathology of the Foal. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2008;24:357-85.
43. Henderson RP, Wilkins PA, Boston RC. Association of hyperlactatemia with age, diagnosis, and survival in equine neonates. In: *Proceedings of the 53th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners; 2007; Orlando, FL.* Orlando, FL: AAEP; 2007. p.354-5.
44. Corley KTT, Donaldson LL, Furr MO. Arterial lactate concentration, hospital survival, sepsis and SIRS in critically ill neonatal foals. *Equine Vet J.* 2005;37:53-9.
45. Henry S, Schmeiter P, Jequier E, Tappy L. Effects of hyperinsulinaemia and hyperglycaemia on lactate release and local blood flow in subcutaneous adipose tissue of healthy humans. *J Clin Endocrinol Metab.* 1996;81:2891-5.
46. Swenson MJ, Reece WO. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos.* 11a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1996.
47. Verheyen T, Decloedt A, DeClercq D, Deprez P, Sys SU, Van-Loon G. Electrocardiography in horses - part 1: how to make a good recording. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift.* 2010;79:331-6.

48. Lisboa FP, Torres AJ, Amaral LA, Nogueira CEW. Dados preliminares do padrão eletrocardiográfico de equinos da raça Crioula. XVIII CIC – XI ENPOS I Amostra Científica. Pelotas; 2009 [cited 2015 Feb 11]. Available from: http://www2.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/CA/CA_02098.pdf.
49. Robertson SA. Electrocardiography for the equine practitioner. Vet Annual. 1992;32:192-200.
50. Belerenean GC, Mucha CJ, Camacho AA. Afecções cardiovasculares em pequenos animais. São Caetano do Sul: Inter Book; 2003.
51. Corley KTT. Monitoring and treating the cardiovascular system in neonatal foals. Clin Tech Equine Pract. 2003;2:42-55.
52. Lombard CW. Cardiovascular diseases. In: Koterba AM, Drummond WH, Kosch PC. Equine clinical neonatology. Philadelphia: Lea & Febiger; 1990.
53. Fernandes WR, Larsson MHMA, Alves ALG, Fantoni DT, Belli CB. Características eletrocardiográficas em equinos clinicamente normais da raça Puro Sangue Inglês. Arq Bras Med Vet Zootec. 2004;56:143-9.
54. Yamoto K, Yasuda J, Kimehiko T. Electrocardiographic findings during parturition and blood gas tensions immediately after birth in thoroughbred foals. Jpn J Vet Res. 1991;39:143-57.
55. Deegen E. Klinisch elektrokardiographie beim pferdunter berucksichtigung der muskelmassenverteilung am herzen. Stuttgart: Enke Copythek; 1977.

Recebido em: 24/07/2014

Aceito em: 21/08/2015