

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n8a400.1-9>

Lactatemia e glicemia na síndrome cólica de equinos: revisão

Kamila Pinheiro Paim^{1*}, Mariella Lucarelli Amadei e Silva², Juliana de Moura Alonso³,
Celso Antônio Rodrigues⁴, Carlos Alberto Hussni⁵, Marcos Jun Watanabe⁴

¹Mestranda no Programa de Biotecnologia Animal da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, Botucatu, SP Brasil.

²Graduanda na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, SP Brasil

³Pós-doutoranda no Programa de Biotecnologia Animal da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, Botucatu, SP Brasil. – Unesp – Botucatu.

⁴Professor associado da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, Botucatu, SP Brasil.

⁵Professor titular da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, Botucatu, SP Brasil.

*Autor para correspondência: kamilapinheirovet@yahoo.com

Resumo. A síndrome cólica é a doença que mais acomete e causa morte em equinos. O diagnóstico e decisão do tratamento devem ser estabelecidos o mais rápido possível, considerando o tempo como fator essencial para sobrevivência. Lesões que levam à obstrução do fluxo sanguíneo e isquemia intestinal estão relacionadas fortemente com mortalidade. Por isso, o desenvolvimento de pesquisas buscando parâmetros auxiliares no prognóstico e diagnóstico do abdômen agudo em equinos é cada vez mais frequente. O lactato, produto da glicólise anaeróbica, é avaliado em cavalos atletas e com doenças críticas. Na cólica de equinos, em concentrações elevadas, possui relação com lesões intestinais isquêmicas e mortalidade. A hiperglicemia é comum nesses animais, e apesar de poucas pesquisas, apresenta relação com pior prognóstico. Dessa forma, as concentrações sanguíneas de lactato e glicose podem ser utilizadas para definir o prognóstico. Além disso, hiperlactatemia no líquido peritoneal indica a presença de lesões intestinais isquêmicas. Essa revisão apresenta dados da bioquímica da glicose e lactato, tipos de mensuração utilizados e pesquisas realizadas na cólica de equinos relacionadas a prognóstico e taxas de sobrevivência.

Palavras Chave: abdômen, bioquímica, glicose, lactato

Lactatemia e glicemia na síndrome cólica de equinos: revisão

Abstract. Colic syndrome is the disease that most affects and causes death in horses. The diagnosis and decision of treatment should be established as soon as possible, considering that time is an essential factor for survival. Lesions that lead to obstruction of the blood flow and intestinal ischemia are strongly related with death. Therefore, the development of research seeking auxiliary parameters in prognosis and diagnosis of acute abdomen in horses is increasingly frequent. The lactate, a product of anaerobic glycolysis, is evaluated in athlete horses with critical illnesses. In equine colic, in high concentrations, it is related to ischemic intestinal lesions and mortality. Hyperglycemia is common in these animals, and despite little research, has a relation with worse prognosis. According to existing studies, the concentration of lactate and glucose together can be used as a predictor of prognosis. Besides that, higher lactate levels in the equine peritoneal fluid are indicative of intestinal strangulation and ischemia. This review presents the biochemistry of glucose and lactate, types of measurements and researches performed on equine colic syndrome that relates those data with prognosis and survival rates.

Keywords: abdomen, biochemical, glucose, lactate

Lactatemia y glicemia en el síndrome del cólico equino: revisión

Resumen. El síndrome abdominal agudo es una enfermedad que afecta y que puede causar la muerte en los equinos. El diagnóstico y la decisión de tratamiento deben ser establecidos lo más rápido posible, considerando el tiempo como un factor de sobrevivencia. Las lesiones que llevan a la obstrucción del flujo sanguíneo e isquemia intestinal están relacionadas fuertemente con la mortalidad. Por lo tanto, el desarrollo de investigaciones que busquen parámetros auxiliares en el pronóstico y diagnóstico del abdomen agudo en caballos es cada vez más frecuente. El lactato, un producto de la glucólisis anaeróbica, se evalúa en caballos atletas con enfermedades críticas. En el síndrome abdominal agudo equino, en altas concentraciones, está relacionado con lesiones isquémicas intestinales y mortalidad. La hiperglucemia es común en estos animales y, a pesar de la poca investigación, tiene una relación con peor pronóstico. De acuerdo con los estudios existentes, la concentración sanguínea de lactato y glucosa puede ser utilizada como herramienta en el pronóstico. Adicionalmente, hiperlactatemia en el líquido peritoneal indica lesiones intestinales isquémicas. Esta revisión expone la bioquímica de la glucólisis y del lactato, tipos de estimaciones utilizados, así como investigaciones realizadas con relación al pronóstico y la supervivencia de equinos diagnosticados con cólico.

Palabras clave: abdomen, bioquímica, glucosa, laboratorial, lactato

Introdução

Os estudos recentes referentes à síndrome cólica em equinos buscam fornecer informações auxiliares na decisão do tratamento clínico ou cirúrgico de acordo com as suspeitas abordadas durante o exame físico do animal. Em função das diversas complicações pós-operatórias descritas, a laparotomia exploratória deve ser considerada com cautela (Freeman, 2018). Considerando-se a possibilidade de uma lesão intestinal estrangulativa com consequente isquemia do segmento, o tempo no atendimento do paciente com síndrome cólica se torna fundamental (Cook & Hassel, 2014). Além do exame físico inicial, os exames laboratoriais auxiliam na escolha do tratamento (Westerman et al., 2015). O eritrograma, leucograma e avaliação do líquido peritoneal são informações utilizadas como indicadores da gravidade do quadro clínico (Di Filippo et al., 2014). Todavia, outros parâmetros têm sido buscados principalmente para diferenciação de lesões estrangulativas ou não (Peloso & Cohen, 2012). Dentre estes parâmetros destaca-se a lactatemia e a glicemia que são apontadas como ferramentas de auxílio na suspeita clínica e no prognóstico em equinos com abdômen agudo (Allen & Holm, 2008; Hassel et al., 2009), uma vez que esta é a enfermidade que mais afeta e aumenta as taxas de mortalidade (Gonçalves et al., 2002). A hiperlactatemia sanguínea avaliada tanto no momento da admissão quanto em momentos seriados durante a internação apresenta relação com as taxas de sobrevivência (Tennent-Brown, 2014) e no líquido peritoneal pode indicar lesões estrangulativas (Latson et al., 2005). A hiperglicemia também se relaciona à mortalidade tanto em mensurações na admissão quanto em outros momentos durante a internação (Hassel et al., 2009) porém, existem poucas pesquisas com cavalos.

O objetivo dessa revisão é reunir os principais estudos na área de lactatemia e glicemia em equinos com abdômen agudo e descrever a importância desses parâmetros como auxílio no diagnóstico e prognóstico desses animais.

Glicólise

A glicose é o suprimento da glicólise juntamente com dinucleotídeo de nicotinamida e adenina (NADH) oxidado (Herzig et al., 2012). A partir disso ocorre uma cascata de 11 reações quebrando uma molécula de glicose com 6 carbonos em 2 moléculas de piruvato com 3 carbonos, 2 moléculas de trifosfato de adenosina (ATP) e 2 moléculas de NADH (Rosenstein et al., 2018). A dieta e a produção endógena são as principais fontes de glicose no organismo animal e para manter uma concentração plasmática adequada existe um equilíbrio entre a utilização e o fornecimento regulado pelos hormônios insulina e glucagon. A insulina promove a absorção de glicose pela musculatura esquelética, tecido adiposo e fígado e o glucagon estimula produção de glicose pelo fígado (Giugliano et al., 2008; Unger & Eisentraut, 1969).

Em condições anaeróbias, o piruvato é convertido em lactato por um processo de fermentação para continuação do processo de geração de energia (Andersen et al., 2013). Portanto, sua geração depende da quantidade de piruvato e essa relação é coordenada pela enzima lactato desidrogenase (LDH). A conversão facilita a formação de energia glicolítica, pois libera NAD^+ , um receptor de elétrons reciclado do NADH essencial durante a glicólise (Garcia-Alvarez et al., 2014). As principais células produtoras de lactato são as do tecido muscular e os órgãos responsáveis pela metabolização são o fígado e os rins em condições normais (Garcia-Alvarez et al., 2014). Possui os isômeros D-lactato e L-lactato, sendo o último mais utilizado nas recentes pesquisas. Os fatores que causam elevação são principalmente: hipoperfusão devido à disfunção circulatória macro ou micro, disfunção mitocondrial e estado hipermetabólico. Além disso, enfermidades no fígado podem contribuir para maior produção ou menor metabolização (Andersen et al., 2013).

Conceitualmente, a hiperlactatemia indica concentração superior ao intervalo de normalidade de lactato no soro, plasma ou sangue. O lactato é reconhecido como um importante intermediário na bioenergia celular e clinicamente uma valiosa ferramenta de triagem, indicador prognóstico e parâmetro de monitoramento clínico (Broder & Weil, 1964). A hiperlactatemia é dividida em duas amplas categorias: tipo A, devido um insuficiente suprimento de oxigênio e tipo B em face de adequada disponibilidade de oxigênio. Essa alteração é considerada um indicador não específico de isquemia mesentérica já que a concentração de lactato no sangue periférico pode também aumentar com outras alterações abdominais como a peritonite bacteriana e a pancreatite aguda, e pode refletir em hipoperfusão global (Zilva, 1978). Difere da acidose láctica, outra alteração metabólica importante; porém, ocasionada por aumento do pH somado à hipoperfusão tecidual. A consequente hipóxia gerada ocorre em situações como choque, anemia severa, angústia respiratória e estado hipermetabólico ou ainda relacionada ao uso de algumas drogas, toxinas, defeitos mitocondriais e sepse (Allen & Holm, 2008).

Coleta de amostras e análise

A coleta de sangue para posterior avaliação de lactato e glicose deve ser realizada em tubos que contenham inibidores da glicólise. Pois, hemácias, glóbulos brancos e plaquetas consomem glicose e consequentemente produzem lactato causando alteração nos valores dos mesmos. Tubos com fluoreto de sódio, que é um inibidor glicolítico, e com oxalato de potássio são ideais (Astles et al., 1994; Christopher & O'Neill, 2000; Toffaletti et al., 1992). A determinação pode ser realizada a partir do sangue total, plasma ou soro (Skelton et al., 1995). A mensuração do lactato é realizada em analisadores portáteis ou de bancada instalados em laboratórios. Estudos mostram que os aparelhos de bancada possuem maior confiabilidade (Baldari et al., 2009; Teixeira Neto et al., 2011). O YSI 2300 (YSI, Yellow Springs, OH) é o método de referência que mede, por meio de um eletrodo, a corrente gerada por reações formadas a partir da glicose e lactato (Planche et al., 2001). Além desse, existem os aparelhos de hemogasometria que também realizam a determinação de lactato e glicose como, por exemplo, o analisador Cobas b 221 system (Roche Diagnostics GmbH, Alemanha), ABL800 FLEX (Radiometer Medical ApS, Dinamarca) e ADVIA 120 (Bayer Corporation, EE. UU.) (Ameijeiras et al., 2010). A mensuração e controle glicêmico são realizados em unidades de terapia intensiva de pacientes críticos na medicina humana e por diabéticos. Vários fatores podem afetar a precisão dos resultados como temperatura ambiente, técnica do operador, tipo de amostra e medicações administradas anteriormente à coleta (Tonyushkina & Nichols, 2009).

O *Accucheck Advantage* (Roche Diagnostics, Indianapolis, IN) é o método mais conhecido. (Cordova et al., 2009). Hospitais veterinários e grupos de pesquisa utilizam o mesmo equipamento para aferição de glicemia em animais (Faria et al., 2005). O espectrofotômetro é um analisador de glicose de bancada que fornece resultados precisos. Yellow Springs Instrument (YSI) consegue determinar a glicose tanto em sangue total como em plasma. Além deste, o analisador bioquímico Bio-2000 – Bio Plus® e VITROS 350 instrument (Ortho-Clinical Diagnostics, a Johnson & Johnson Company, Raritan, NJ, USA) são outros exemplos de analisadores de bancada (Oliveira et al., 2015; Sblendorio & Palmieri, 2008). Analisadores portáteis são mais acessíveis e práticos muito utilizados por atletas e treinadores na avaliação de desempenho do exercício. Os mais citados na literatura e utilizados em pesquisas de campo são *Accutrend* (Roche Diagnostics, Boehringer Mannheim, Mannheim, Germany) e *Lactate Pro* (KDK

corporation, Shiga, Japan) (Baldari et al., 2009). A desvantagem é que subestimam os valores de concentração de lactato sanguíneo (Franchini et al, 2004). O i-STAT analisador clínico portátil (i-STAT Corporation, East Windsor, USA) é outro equipamento portátil que, pela eletroquímica de células secas determina a concentração de até 19 substâncias do sangue (Gault & Harding, 1996; Silverman & Birks, 2002). Recentemente outros métodos de análise têm sido avaliados. Tsuruoka et al. (2016) criaram uma agulha de microperfusão minimamente invasiva que é fixada no tecido subepidérmico, para mensurar substâncias biológicas. Como teste, compararam os valores obtidos da agulha com medidas do sangue total de camundongos, mostrando a validade do método. Um glicosímetro portátil foi testado em comparação com um analisador de gases sanguíneos multieletródos e demonstrou uma acurácia semelhante quando a foi utilizada a amostra de plasma, mas não quando foi avaliado o sangue total. Esse estudo mostra que antes da utilização de glicosímetros portáteis na rotina clínica, o mesmo deve ser avaliado em comparação com equipamentos confiáveis (Hollis et al., 2007).

Os equipamentos portáteis possuem as vantagens de serem práticos, podem ser usados em qualquer lugar e fornecem um resultado rápido. Porém, podem apresentar valores alterados de glicose ou lactato. Já os analisadores de bancada ficam fixos em um laboratório com temperatura controlada e fornecem resultados seguros, porém, possuem a desvantagem de alto custo de compra e manutenção.

Utilização clínica da lactatemia e glicemia em humanos

O lactato tem um importante papel na injúria traumática do cérebro e serve como um preditor para resultados negativos, mas ao mesmo tempo pode ser usado terapeuticamente no manejo de tratamento de pressão intracranial (Taher et al., 2016). Sua concentração é considerada elevada no sangue entre 2 e 2,5 mmol/L em alguns estudos, em outros acima de 4 mmol/L (Andersen et al., 2013). Doenças como malária e pneumonia podem levar a sepse em adultos ou crianças e consequentemente à hiperlactatemia (Rudd et al., 2017).

A glicemia tem sido utilizada na rotina de pacientes críticos humanos tanto em concentrações elevadas quanto abaixo da concentração mínima. A hiperglicemia é relacionada com mortalidade (Toledo et al., 2001) e a hipoglicemia ou normoglicemia quando associada com a hiperlactatemia é um marcador de disfunção do fígado e rins, que são os órgãos capazes de realizar a gliconeogênese. Essa relação foi observada em pacientes com aumento nos valores de bilirrubina e enzimas hepáticas (Jorge et al., 2017). A disglícemia pode ocorrer em pacientes críticos humanos e ser decorrente de múltiplos fatores, tais como a liberação de hormônios de estresse (corticosteroides, catecolaminas, mediadores pró-inflamatórios), administração exógena de corticoides, vasopressores e soluções parenterais e a gliconeogênese. Após essa etapa, a susceptibilidade a infecções predispondo a estados sépticos e distúrbios hidroeletrólíticos, pode levar o paciente a fenômenos trombóticos. Com o intuito de diminuir a morbidade e mortalidade de pacientes críticos foram estabelecidos protocolos de controle glicêmico com insulina. Todavia, pacientes podem desenvolver hipoglicemia sendo necessária cautela na utilização desse protocolo (Toledo et al., 2001). Em humanos, os estudos de parâmetros para determinar o prognóstico de pacientes em estado crítico crescem cada vez mais, pois nota-se que a avaliação da glicemia foi associada com redução da mortalidade desses pacientes (Maynard et al., 2017).

Utilização clínica da lactatemia e glicemia na medicina veterinária

Em equinos os estudos relacionam tanto a hiperlactatemia sanguínea quanto no líquido peritoneal com prognóstico de equinos com cólica, taxas de mortalidade, lesões intestinais estrangulantes ou não e tempo de sobrevivência após alta hospitalar. A partir desses estudos a lactatemia tem sido considerada uma ferramenta de auxílio no prognóstico, diagnóstico e tomada de decisão.

Em um Hospital Veterinário da Universidade da Califórnia/ EUA foram avaliados 20 cavalos saudáveis e 189 cavalos com cólica para comparar os valores de lactato. Nos animais do grupo controle a média da concentração foi de $0,60 \pm 0,19$ mmol/L no líquido peritoneal e $0,90 \pm 0,53$ mmol/L no plasma. Já nos equinos com cólica foram $4,00 \pm 4,63$ mmol/L e $3,00 \pm 3,62$ mmol/L no líquido peritoneal e plasma, respectivamente. Os animais que apresentaram lesões estrangulativas, os que foram submetidos à cirurgia e os que necessitaram de ressecção e anastomose intestinal apresentaram valores de lactato superiores tanto no plasma quanto no líquido peritoneal quando comparados com animais com lesões não estrangulativas em qualquer segmento do trato intestinal, exceto o cólon menor

(Latson et al., 2005). Em outro trabalho realizou-se mensurações seriadas de lactato de 1 a 6 horas após a admissão no líquido peritoneal para identificação de lesões estrangulativas em cavalos com cólica mostrando uma maior concentração no grupo com lesão isquêmica. Além disso, a proporção de sobreviventes nesse grupo (10 em 26) foi significativamente menor que o grupo de lesões não isquêmicas (62 em 68) (Peloso & Cohen, 2012).

Para demonstrar a importância da análise macroscópica do líquido peritoneal, um analisador portátil de lactato foi utilizado para avaliar 74 cavalos com cólica, dos quais 46% sobreviveram e 54% foram a óbito. A concentração de lactato no líquido peritoneal e no sangue foi significativamente maior naqueles que foram a óbito. Além disso, a frequência cardíaca e a glicemia, presente em 89% dos cavalos, também apresentaram relação com mortalidade. A coloração do líquido peritoneal foi associada com a sobrevivência mostrando que quando este se apresenta avermelhado pode estar associado a maiores concentrações de lactato e maior risco óbito (Van den Boom et al., 2010). A avaliação de lactato em vários momentos indica que a elevação persistente pode ser mais indicativa de pior prognóstico em equinos com cólica do que uma única avaliação (Radcliffe et al., 2012). A mensuração seriada pode promover uma ampla análise da severidade do quadro guiando o clínico a decisões mais precisas (Tennent-Brown, 2014).

A importância do tempo na decisão do tratamento em equinos com cólica se dá principalmente pelo risco de desvitalização de alças intestinais. Isso foi demonstrado em um estudo que relacionou lesões necróticas no cólon à concentração de lactato plasmático elevada em equinos. Além de ser atribuída à avaliação da viabilidade do cólon, a hiperlactatemia foi relacionada à gravidade da hipoperfusão sistêmica e consequente disfunção orgânica (Johnston et al., 2007). Existem algumas limitações na coleta de amostras para avaliação de L-lactato assim como na sua mensuração. Dessa forma um estudo mostrou a mensuração de anion gap como exame complementar na indicação do quadro de acidose em equinos. Apesar da possibilidade de mensuração na maioria dos laboratórios clínicos, o anion gap não é suficiente para indicar a severidade do quadro (Gosset et al., 1987).

Em pôneis não foi detectada relação da concentração de lactato com o tipo de tratamento (clínico ou cirúrgico), com o tipo de lesão intestinal (estrangulante ou não) e com sobrevivência. As razões das discrepâncias entre cavalos e pôneis não foi totalmente esclarecida, mas sugere-se que pôneis saudáveis tenham maior concentração de lactato. Dessa forma, a concentração de lactato não pode ser utilizada como um indicador confiável para a presença de lesão isquêmica ou para o prognóstico nesses animais (Dunkel et al., 2013).

Os estudos com glicemia em equinos adultos são poucos; porém, demonstram sua importância e necessidade de pesquisas. A hiperglicemia é comum nos casos de cólica e é associada a um pior prognóstico, mas ainda não foi estabelecido o quanto pode ser considerada um marcador ou mediador da mortalidade. Também ainda não foi estabelecido se o controle glicêmico pode melhorar as taxas de sobrevivência em equinos com cólica. A mensuração da glicemia, entretanto, pode ajudar no desenvolvimento do prognóstico desses pacientes assim como na tomada de decisão. Com isso o monitoramento da concentração de glicose sanguínea em equinos com cuidados críticos continua crescendo e a relação com os sinais clínicos irá tornar-se cada vez mais importante (Hollis et al., 2007). Em um estudo avaliando 269 cavalos com cólica a elevação de 18 mg/dL da glicemia diminuiu em 24% a probabilidade de sobrevivência a longo prazo e aumentou em 11% a probabilidade de indicação cirúrgica, 13,5% a probabilidade de ter uma lesão no intestino delgado e 12% a probabilidade de necessidade de ressecção. Assim, a hiperglicemia nas primeiras 48 horas de hospitalização foi associada com um pior prognóstico (Hollis et al., 2007). As concentrações sanguíneas de glicose, insulina e cortisol foram mensuradas em 17 cavalos que apresentaram colite aguda, dos quais 8 não sobreviveram ou foram submetidos à eutanásia. A insulinemia elevou-se concomitantemente à glicemia, indicando que os cavalos não apresentaram resistência à insulina. A variação da glicemia (disglicemia) foi maior nos cavalos não sobreviventes (Urayama et al., 2018).

Estudos conflitantes indicam que em cavalos enfermos as dinâmicas da insulina e glicose são complexas, variam conforme o estágio e severidade da doença, e que mais estudos podem gradativamente elucidar as diferenças metabólicas e endócrinas de pacientes críticos humanos e equinos. Há poucos estudos sobre a dinâmica da insulina e glicose em cavalos enfermos atendidos na rotina

hospitalar. Na avaliação de 58 equinos com Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica (SIRS) a hiperinsulinemia foi diagnosticada em 21 na admissão e não foi associado com sobrevivência. Todavia, a concentração de insulina sérica foi maior em sobreviventes (12,6 mIU/mL) do que naqueles não sobreviventes (6,69 mIU/mL). Já a hiperglicemia (>124 mg/dL) foi diagnosticada, na admissão em 44 cavalos e foi associada com cavalos que não sobreviveram (Bertin et al., 2018).

As concentrações de epinefrina e norepinefrina plasmática e concentração sérica de cortisol foram avaliadas em cavalos com cólica e relacionadas com frequência cardíaca, concentração sérica de glicose, excesso de bases e concentração sanguínea de lactato. Os cavalos que não sobreviveram apresentaram maiores concentrações de epinefrina, lactato e cortisol no sangue. Altas concentrações plasmáticas de catecolaminas são provavelmente consequência de doenças críticas como foi indicado na relação entre altos valores de epinefrina plasmática e maior risco de morte, assim como aumento no cortisol, lactato e glicemia. Algumas variações na concentração de epinefrina plasmática em equinos sobreviventes podem ser explicadas pela influência de medicamentos que são frequentemente utilizados em animais com cólica (Hinchcliff et al., 2005).

Potros neonatos podem apresentar enfermidades que dificultam a distribuição de oxigênio. A média de lactato sanguíneo em animais com choque hemorrágico é de 36,6 mmol/L. Em potros com choque séptico os valores podem variar de 3,5 a 20 mmol/L. E naqueles com malformações congênitas de 1,0 a 14,5 mmol/L, pois vários sistemas podem ser afetados. Porém a hiperglicemia não foi correlacionada com a hiperlactatemia nesses animais provavelmente porque apresentam baixa concentração de glicose quando estão desidratados, hipovolêmicos ou em choque séptico que são condições que aumentam a concentração de lactato plasmático. Portanto, a hiperlactatemia é indicativo da severidade de doenças em potros neonatos na admissão ou em mensurações seriadas. O monitoramento desses pacientes auxilia na indicação do encaminhamento para um centro de referência assim como durante a hospitalização, mas não deve ser usado como único parâmetro (Castagnetti et al., 2010). Um estudo avaliou a concentração sanguínea de lactato após administração diária de dexametasona intramuscular por sete dias. Além das alterações nos valores de lactato, houve diferença na concentração de glicose entre o grupo controle, no qual foi administrado solução salina, e o grupo tratado. Esse resultado acrescenta um importante fator na avaliação desses parâmetros em pacientes críticos já que é comum o uso de dexametasona em equinos no tratamento de várias doenças. Isso mostra que esse fármaco é um dos fatores relevantes na interpretação desses resultados, embora a fisiopatologia seja multifatorial. O clínico deve considerar isso antes de definir prognóstico ou tratamento aos equinos (Mizen et al., 2017).

Alguns fatores durante a anestesia inalatória geral são responsáveis pela diminuição da perfusão muscular. Entre outros podemos citar o decúbito gerando forças compressivas e os efeitos gerais dos anestésicos inalatórios. É grande o número de mortes durante procedimentos que utilizam isoflurano como anestésico inalatório em equinos por um período longo. Nesse contexto, foi estudado o uso de romifidina e detomidina em infusão contínua apresentando uma diminuição no volume de isoflurano. A concentração de lactato e glicose sanguínea foram avaliadas não apresentando aumento significativo quando comparada com o grupo controle, que recebeu apenas infusão de ringer lactato (Barrio et al., 2017). A glicemia é um achado comum em equinos admitidos com cólica e foi relacionada com severidade da dor na admissão, frequência cardíaca elevada, mortalidade e encaminhamento para celiotomia. Ainda que não seja claro o papel da glicemia nesses casos pode ser utilizada como um dos exames complementares na formação do prognóstico auxiliando na tomada de decisão (Hassel et al., 2009).

Conclusão

As atuais pesquisas em equinos com cólica têm a finalidade de buscar parâmetros auxiliares para a determinação do diagnóstico, prognóstico e tratamento da síndrome cólica. A lactatemia e glicemia estão inseridas nesse contexto como indicadores da gravidade do quadro e tipo de lesão intestinal. Porém, não podem ser tomadas como únicas medidas, mas sim avaliadas em conjunto com o exame físico e exames complementares do animal.

Referências bibliográficas

- Allen, S. E. & Holm, J. L. (2008). Lactate: physiology and clinical utility. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 18(2):123-132.
- Ameijeiras, F. J. H., Ponce, B. G. & Noreña, B. R. (2010). Aspectos analíticos del analizador de gases Cobas® b 221 (Roche Diagnostics). *Revista del Laboratorio Clínico*, 3(3):118-128.
- Andersen, L. W., Mackenhauer, J., Roberts, J. C., Berg, K. M., Cocchi, M. N. & Donnino, M. W. (2013). *Etiology and therapeutic approach to elevated lactate levels*. Paper presented at the Mayo Clinic Proceedings.
- Astles, R., Williams, C. P. & Sedor, F. (1994). Stability of plasma lactate in vitro in the presence of antiglycolytic agents. *Clinical Chemistry*, 40(7):1327-1330.
- Baldari, C., Bonavolontà, V., Emerenziani, G. P., Gallotta, M. C., Silva, A. J. & Guidetti, L. (2009). Accuracy, reliability, linearity of accutrend and lactate pro versus EBIO plus analyzer. *European Journal of Applied Physiology*, 107(1):105-111.
- Barrio, N. D., Bennett, R. C. & Hughes, J. M. L. (2017). Effect of detomidine or romifidine constant rate infusion on plasma lactate concentration and inhalant requirements during isoflurane anaesthesia in horses. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 44:473-482.
- Bertin, F. R., Ruffin-Taylor, D. & Stewart, A. J. (2018). Insulin dysregulation in horses with systemic inflammatory response syndrome. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(4):1420-1427.
- Broder, G. & Weil, M. H. (1964). Excess lactate: an index of reversibility of shock in human patients. *Science*, 143(3613):1457-1459.
- Castagnetti, C., Pirrone, A., Mariella, J. & Mari, G. (2010). Venous blood lactate evaluation in equine neonatal intensive care. *Theriogenology*, 73(3):343-357.
- Christopher, M. M. & O'Neill, S. (2000). Effect of specimen collection and storage on blood glucose and lactate concentrations in healthy, hyperthyroid and diabetic cats. *Veterinary Clinical Pathology*, 29(1):22-28.
- Cook, V. L. & Hassel, D. M. (2014). Evaluation of the colic in horses: decision for referral. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 30(2):383-398.
- Cordova, C. M. M., Valle, J. P., Yamanaka, C. N. & Cordova, M. M. (2009). Determinação das glicemias capilar e venosa com glicosímetro versus dosagem laboratorial da glicose plasmática. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 45(5):379-384.
- Di Filippo, P. A., Ramalho, G. F., Silva, M. L., Jardim, A. A. & Freitas, R. A. B. (2014). Proteinograma sérico e do líquido peritoneal de equinos submetidos à orquiectomia. *Ciência Rural*, 44(12):2221-2227.
- Dunkel, B., Kapff, J. E., Naylor, R. J. & Boston, R. (2013). Blood lactate concentrations in ponies and miniature horses with gastrointestinal disease. *Equine Veterinary Journal*, 45(6):666-670.
- Faria, P. F., Araújo, D. F. & Soto-Blanco, B. (2005). Glicemia em cães obesos e senis. *Acta Scientiae Veterinariae*, 33(1):47-50.
- Freeman, D. E. (2018). Review article: Celebrating 50 years of Equine Veterinary Journal. Fifty years of colic surgery. *Equine Veterinary Journal* 1-13.
- Garcia-Alvarez, M., Marik, P. & Bellomo, R. (2014). Sepsis-associated hyperlactatemia. *Critical Care*, 18(5):1-11.
- Gault, M. H. & Harding, C. E. (1996). Evaluation of i-STAT portable clinical analyzer in a hemodialysis unit. *Clinical Biochemistry*, 29(2):117-124.
- Giugliano, D., Ceriello, A. & Esposito, K. (2008). Glucose metabolism and hyperglycemia. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(1):217S-222S.
- Gonçalves, S., Julliard, V. & Leblond, A. (2002). Risk factors associated with colic in horses. *Veterinary Research*, 33(6):641-652.
- Gosset, K. A., Cleghorn, B. & Martin, G. S. (1987). Correlation between anion gap, blood L lactate concentration and survival in horses. *Equine Veterinary Journal*, 19(1):29-30.
- Hassel, D. M., Hill, A. E. & Rorabeck, R. A. (2009). Association between hyperglycemia and survival in 228 horses with acute gastrointestinal disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 23(6):1261-1265.

- Herzig, S., Raemy, E., Montessuit, S., Veuthey, J.-L., Zamboni, N., Westermann, B. & Martinou, J.-C. (2012). Identification and functional expression of the mitochondrial pyruvate carrier. *Science*, 337(6090):93-96.
- Hinchcliff, K. W., Rush, B. R. & Farris, J. W. (2005). Evaluation of plasma catecholamine and serum cortisol concentrations in horses with colic. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(2):276-280.
- Hollis, A. R., Boston, R. C. & Corley, K. T. T. (2007). Blood glucose in horses with acute abdominal disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(5):1099-1103.
- Johnston, K., Holcombe, S. J. & Hauptman, J. G. (2007). Plasma lactate as a predictor of colonic viability and survival after 360 volvulus of the ascending colon in horses. *Veterinary Surgery*, 36(6):563-567.
- Jorge, P. F., Wieringa, N., Felice, E., van der Horst, I. C. C., Lansink, A. O. & Nijsten, M. W. (2017). The association of early combined lactate and glucose levels with subsequent renal and liver dysfunction and hospital mortality in critically ill patients. *Critical Care*, 21(1):1-11.
- Latson, K., M., Nieto, J., E., Beldomenico, P., M., & Snyder, J., R., (2005). Evaluation of peritoneal fluid lactate as a marker of intestinal ischaemia in equine colic. *Equine Veterinary Journal*, 37(4):342-346.
- Maynard, G. A., Holdych, J., Kendall, H., Harrison, K., Montgomery, P. A. & Kulasa, K. (2017). Improving glycemic control safely in critical care patients: a collaborative systems approach in nine hospitals. *Endocrine Practice*, 23(5):583-593.
- Mizen, K., Woodman, J., Boysen, S. R., Wagg, C., Greco-Otto, P., Léguillette, R. & Roy, M. F. (2017). Effect of dexamethasone on resting blood lactate concentrations in horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31(1):164-169.
- Oliveira, Y. S. G., Costa Júnior, J. D., Santos-Leonardo, A. & Morais, K. S. (2015). Comparação entre os métodos laboratorial e portátil na análise da glicemia em felinos com amostras de sangue venoso central e capilar. *Ciência Animal Brasileira*, 16(2):279-286.
- Peloso, J. G. & Cohen, N. D. (2012). Use of serial measurements of peritoneal fluid lactate concentration to identify strangulating intestinal lesions in referred horses with signs of colic. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 240(10):1208-1217.
- Planche, T., Krishna, S., Kombila, M., Engel, K., Faucher, J. F., Ngou-Milama, E. & Kremsner, P. G. (2001). Comparison of methods for the rapid laboratory assessment of children with malaria. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 65(5):599-602.
- Radcliffe, R. M., Divers, T. J., Fletcher, D. J., Mohammed, H. & Kraus, M. S. (2012). Evaluation of L-lactate and cardiac troponin I in horses undergoing emergency abdominal surgery. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 22(3):313-319.
- Rosenstein, P. G., Tennent-Brown, B. S. & Hughes, D. (2018). Clinical use of plasma lactate concentration. Part 1: Physiology, pathophysiology, and measurement. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 28(2):85-105.
- Rudd, K. E., Tutaryebwa, L. K. & West, T. E. (2017). Presentation, management, and outcomes of sepsis in adults and children admitted to a rural Ugandan hospital: A prospective observational cohort study. *PloS One*, 12(2):e0171422.
- Sblendorio, V. & Palmieri, B. (2008). Accuracy of analyses for lipid profile parameters as measured with the CR3000 system. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 12(3):191-196.
- Silverman, S. C. & Birks, E. K. (2002). Evaluation of the i-STAT hand-held chemical analyser during treadmill and endurance exercise. *Equine Veterinary Journal*, 34(S34):551-554.
- Skelton, M. S., Kremer, D. E., Smith, E. W. & Gladden, L. B. (1995). Lactate influx into red blood cells of athletic and nonathletic species. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 268(5):R1121-R1128.
- Taher, M., Leen, W. G., Wevers, R. A. & Willemsen, M. A. (2016). Lactate and its many faces. *European Journal of Paediatric Neurology*, 20(1):3-10.
- Teixeira Neto, A. R., Botelho, R. G., Sousa, K. E., Gomes, J. L. & Lima, E. M. M. (2011). Ineficácia do aparelho portátil accutrend plus na clínica médica de equinos. *ARS Veterinaria*, 27:17-21.
- Tennent-Brown, B. (2014). Blood lactate measurement and interpretation in critically ill equine adults and neonates. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 30(2):399-413.

- Toffaletti, J., Hammes, M. E., Gray, R., Lineberry, B. & Abrams, B. (1992). Lactate measured in diluted and undiluted whole blood and plasma: comparison of methods and effect of hematocrit. *Clinical Chemistry*, 38(12):2430-2434.
- Toledo, P. S., Júnior, M. D., Fernandes, W. R. & Magone, M. (2001). Atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatina quinase, gama-glutamilttransferase, lactato desidrogenase e glicemia de cavalos da raça PSI submetidos a exercícios de diferentes intensidades. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 8(2):73-77.
- Tonyushkina, K. & Nichols, J. H. (2009). Glucose meters: a review of technical challenges to obtaining accurate results. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 3(4):971-980.
- Tsuruoka, N., Ishii, K., Matsunaga, T., Nagatomi, R. & Haga, Y. (2016). Lactate and glucose measurement in subepidermal tissue using minimally invasive microperfusion needle. *Biomedical Microdevices*, 18(1):1-8.
- Unger, R. H. & Eisentraut, A. M. (1969). Entero-insular axis. *Archives of Internal Medicine*, 123(3):261-266.
- Urayama, S., Arima, D., Fumiaki, M., Shinzaki, Y., Nomura, M., Minamijima, Y. & Kusano, K. (2018). Blood glucose is unlikely to be a prognostic biomarker in acute colitis with systemic inflammatory response syndrome in Thoroughbred racehorses. *Journal of Equine Science*, 29(1):15-19.
- Van den Boom, R., Butler, C. M. & Oosterbaan, M. S. V. O. (2010). The usability of peritoneal lactate concentration as a prognostic marker in horses with severe colic admitted to a veterinary teaching hospital. *Equine Veterinary Education*, 22(8):420-425.
- Westerman, T. L., Tornquist, S. J., Foster, C. M. & Poulsen, K. P. (2015). Evaluation of serum amyloid A and haptoglobin concentrations as prognostic indicators for horses with inflammatory disease examined at a tertiary care hospital. *American Journal of Veterinary Research*, 76(10):882-888.
- Zilva, J. F. (1978). The origin of the acidosis in hyperlactataemia. *Annals of Clinical Biochemistry*, 15(1-6):40-43.

Recebido: 6 de junho, 2019.

Aprovado: 6 de julho, 2019.

Publicado: 30 de setembro, 2019.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.