

## Manejo anestésico de um lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) criticamente enfermo para amputação de membro pélvico

Anesthetic Management of a Maned Wolf (*Chrysocyon brachyurus*)  
Under Critical Condition for Pelvic Limb Amputation

André Augusto Justo, Natache Arouca Garofalo, Francisco José Teixeira Neto, Caroline Medeiros Geraldini,  
Cristianne Dantas Freirias & Raphael Augusto Baldissera Gonçalves

### ABSTRACT

**Background:** The maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) is the largest south american canid and deemed a near threatened species according to the International Union for Conservation of Nature (IUCN). Typically found in Brazilian Cerrado, it is often a victim of animal trappings and vehicular accidents, where it may get deeply injured or end up fractured, demanding orthopedic procedures. Even though maned wolves are similar to the domestic dog, little is described regarding general anesthesia and its complications for major procedures in ill patients in the scientific database. This case report describes a successful blood transfusion and anesthetic management of a critically ill *C. brachyurus*.

**Case:** An adult female maned wolf was rescued after getting steel-jaw trapped. After chemical restraint with intramuscular (IM) ketamine (12 mg/kg), midazolam (0.3 mg/kg) and methadone (0.3 mg/kg), physical examination showed exposed bones to the distal end of the right hind limb, pronounced dehydration and moderate anemia and thrombocytopenia according to blood count. Radiographic images enlightened multiple right tarsus fractures. As the wound was highly infected, which made the osteosynthesis procedure impossible, it was decided to amputate the limb on the following day. Subcutaneous (SC) lactated Ringer's solution (250 mL), IM meloxicam (0.2 mg/kg) and IM enrofloxacin (10 mg/kg) were also administered at first. On the following day, after aforementioned chemical immobilization, anesthesia was induced with dose-effect intravenous (IV) propofol (2 mg/kg) until orotracheal intubation was possible, and general anesthesia was maintained with isoflurane diluted in oxygen. Lumbosacral epidural anesthesia was obtained with 0.5% bupivacaine (0.25 mL/kg) and morphine (0.1 mg/kg) to provide analgesia and to reduce inhalant agent requirement. During surgery, hypotension was unresponsive to IV fluid challenges (5 mL/kg of third generation hydroxyethyl starch solution [6% tetrastarch] twice and 10 mL/kg of lactated Ringer's solution, both over 15 minutes) and enduring blood loss led to life-threatening hypovolemic anemia. Dopamine (7.5-12.5 µg/kg/min) and norepinephrine (0.1-0.6 µg/kg/min) IV infusions were not able to fully restore blood pressure, thus whole blood transfusion (300 mL) was carried out after blood collection from a healthy maned wolf. Several premature ventricular contractions (PVC) that promptly evolved to sustained ventricular tachycardia (VT) were observed and treated with 2% lidocaine (bolus of 2 mg/kg followed by constant rate infusion set at 50 µg/kg/min). By extubation, electrocardiogram displayed sparse PVC and normotension could be achieved.

**Discussion:** Even though there was no cardiovascular instability by the time epidural anesthesia was carried out, the latter could have contributed to the hypotensive crisis (mean arterial pressure < 40 mmHg) observed during general anesthesia. The decreasing MAP was also probably influenced by intense blood loss and previous dehydration and hypovolemia, as packed cell volume (PCV) dropped to as low as 15% during transanesthetic period. As whole-blood transfusion might be accompanied by adverse effects, it is usually held back as long as oxygen delivery is not compromised. However, the declining MAP, fluid therapy-related hemodilution, and an actual PCV potentially lower owing to dehydration led to blood transfusion. The procedure was not ideally approached as no blood type and cross-match were previously performed, although no other feasible options were available. Besides, tachyarrhythmias are known to increase oxygen consumption, so that VT could have resulted in negative cardiovascular consequences (including cardiac arrest). Since it is a vulnerable animal, this report may aid recognize and treat clinical conditions for the purpose of preservation of the species.

**Keywords:** blood transfusion, epidural, general anesthesia, maned wolf, wild animals.

**Descritores:** anestesia geral, animais selvagens, epidural, lobo-guará, transfusão sanguínea.

DOI: 10.22456/1679-9216.97542

Received: 27 August 2019

Accepted: 28 November 2019

Published: 20 December 2019

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária (DCAV), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Botucatu, SP, Brazil. CORRESPONDENCE: A.A. Justo [andre.justo7@gmail.com]. Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, FMVZ/UNESP. Rua Prof. Dr. Walter Mauricio Correa s/n. CEP 18618-681 Botucatu, SP, Brazil.

## INTRODUÇÃO

De acordo com a “IUCN Red List”, lobos-guará são categorizados como “quase ameaçados”, e importantes reduções populacionais são esperadas nas próximas gerações em decorrência do desmatamento [38]. O Brasil possui um relevante papel no status de conservação do *Chrysocyon brachyurus*, uma vez que a espécie é principalmente distribuída no Cerrado [38], segundo maior bioma brasileiro.

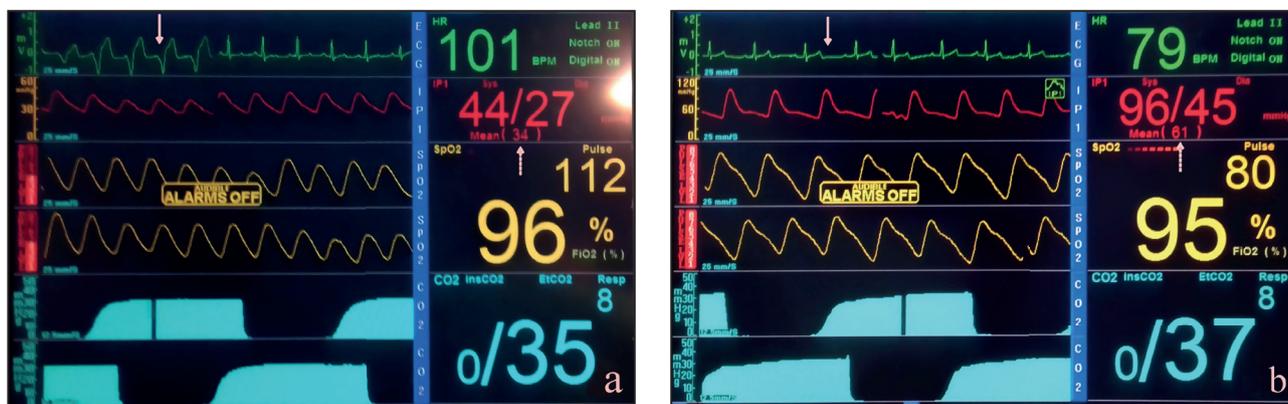
A medicina intensiva em pequenos animais vem se desenvolvendo amplamente, de forma que médicos veterinários possuem acesso a medidas terapêuticas atualizadas para o tratamento de pacientes gravemente enfermos. Ainda que exista considerável proximidade filogenética entre cães domésticos e lobos-guará, não há relatos de manejo anestésico emergencial em *C. brachyurus* criticamente enfermos, bem como de transfusões sanguíneas bem-sucedidas [32,33]. Portanto, este relato tem por finalidade descrever uma condição emergencial manejada com êxito nesta espécie.

## CASO

Um lobo-guará adulto (*Chrysocyon brachyurus*), 17 kg, fêmea inteira, foi conduzido pelo corpo de bombeiros ao Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP, Campus de Botucatu, devido a trauma por armadilha. O peso foi estimado para 20 kg e o animal foi contido quimicamente pela associação IM de cetamina<sup>1</sup> (12 mg/kg), midazolam<sup>2</sup> (0,3 mg/kg) e metadona<sup>3</sup> (0,2 mg/kg). Amostras de sangue foram coletadas para avaliação hematológica. Ao exame clínico, foram observadas mucosas ocular e oral hipocoradas, grave desidratação e baixo escore de condição corporal (2 de 5), além de ferida contaminada e exposição óssea em membro pélvico direito, com amputação distal ao tarso. À ocasião, foram administrados meloxicam<sup>4</sup> (0,2 mg/kg IM), enrofloxacin<sup>5</sup> (10 mg/kg IM) e solução cristalóide isotônica de Ringer com lactato<sup>6</sup> (250 mL SC). Os exames laboratoriais confirmaram anemia (22% de hematócrito) e trombocitopenia (73.000 plaquetas/ $\mu$ L) moderados, além de hipoalbuminemia (1,3 g/dL) e leucopenia (5.400 leucócitos/ $\mu$ L), de acordo com os valores de referência da espécie [17]. Devido à inviabilidade de osteossíntese, à possibilidade de agravamento da infecção e à deterioração do quadro geral do paciente, optou-se pela amputação proximal ao fêmur.

No dia seguinte à admissão, o mesmo protocolo anestésico dissociativo foi realizado, com correção para o peso real de 17 kg. Em decúbito lateral, um manguito<sup>7</sup> de pressão arterial foi posicionado no terço distal do antebraço e conectado a um esfigmomanômetro aneróide<sup>8</sup>, enquanto que o fluxo sanguíneo da artéria metacarpiana foi detectado por Doppler ultrassônico<sup>9</sup> para aferição da pressão arterial sistólica (PAS). O animal se encontrava normotenso (PAS em 110 mmHg), porém, devido à desidratação clínica, recebeu fluidoterapia (solução de Ringer com Lactato a 10 mL/kg em 15 min) após a inserção de um cateter 18G na veia cefálica esquerda. Posteriormente, foi induzido com propofol<sup>3</sup> IV dose-efeito (2 mg/kg ao todo) até que fosse possível a intubação orotraqueal. A manutenção anestésica foi realizada com isoflurano<sup>3</sup> diluído em 100% de oxigênio (fluxo de gás fresco de 1 L/min) administrado por um circuito circular valvular. A terapia antimicrobiana profilática e analgesia preemptiva foram realizados com cefalotina sódica<sup>10</sup> (30 mg/kg IV) e meloxicam<sup>4</sup> (0,2 mg/kg IV), respectivamente. Foi empregada ventilação mecânica, com a pressão inspiratória das vias aéreas limitada em 10 cmH<sub>2</sub>O e as configurações de frequência respiratória, tempo inspiratório e relação inspiração:expiração do ventilador<sup>11</sup> ajustados para manter a pressão parcial de gás carbônico expirado (PE'CO<sub>2</sub>) entre 35 e 45 mmHg. Um cateter 20G foi assepticamente inserido na artéria metatarsiana e conectado a um transdutor de pressão arterial e a um monitor multiparamétrico<sup>12</sup> por meio de tubulação não complacente preenchida de solução heparinizada para monitoração direta da pressão arterial [pressões arteriais sistólica (PAS), média (PAM) e diastólica (PAD)]. O oxímetro de pulso foi posicionado no terço rostral da língua para aferição da saturação periférica de hemoglobina (SpO<sub>2</sub>). Adesivos cutâneos foram posicionados de acordo com a segunda derivação de Einthoven para possibilitar a avaliação eletrocardiográfica da frequência e ritmo cardíacos.

A anestesia epidural lombossacra foi efetuada com o paciente posicionado em decúbito esternal. Após identificação do espaço lombossacro por palpação, com os membros pélvicos posicionados cranialmente, uma agulha de Tuohy<sup>13</sup> 18G foi inserida assepticamente até que o ligamento amarelo fosse ultrapassado, acessando o espaço peridural. A confirmação do local correto de administração foi realizada através da “técnica de gota pendente” e, então, a combinação de bupivacaína<sup>3</sup> a



**Figura 1.** Parâmetros vitais imediatamente antes do início (a) e após o término (b) da transfusão sanguínea. Notar a retomada do ritmo sinusal (seta sólida) e reestabelecimento da PAM (seta pontilhada) em 1b, em comparação à ocorrência de taquicardia ventricular paroxística sustentada (seta sólida) e hipotensão (seta pontilhada) de 1a.

0,5% e morfina<sup>3</sup> (0,1 mg/kg) foi administrada, com volume total de 0,25 mL/kg de peso vivo.

Durante a anestesia, a frequência cardíaca (FC) e a SpO<sub>2</sub> variaram entre 80-153 batimentos por min (bpm) e 96-100%, respectivamente. A PE'CO<sub>2</sub> permaneceu entre 34-40 mmHg (Tabela 1), acompanhando ajustes no ventilador de 8-10 respirações por minuto e 2,0-2,5 segundos de tempo inspiratório, mantendo-se fixa a relação inspiração:expiração em 1:2.

Considerando-se a redução da PAM (de 70 para 50 mmHg) após o bloqueio epidural, o plano anestésico foi ajustado e o animal recebeu efedrina<sup>3</sup> (0,1 mg/kg IV) e bolus de 10 mL/kg de solução de Ringer com Lactato (10 mL/kg em 15 min). A hipotensão foi momentaneamente resolvida, contudo, houve intensa hemorragia acompanhada de hipotensão grave (PAM < 40 mmHg), tratados com dois desafios volêmicos de 5 mL/kg de coloide sintético amido de hidroxietila 0,4/6%<sup>14</sup> (Voluven®). Visto que o paciente foi irresponsivo à fluidoterapia isolada, infusões contínuas de dopamina<sup>3</sup> (7,5-12,5 µg/kg/min) e norepinefrina<sup>3</sup> (0,1-0,6 µg/kg/min), administradas por meio de bombas de infusão peristálticas<sup>12</sup>, foram combinadas à reposição volêmica, objetivando incrementar a contratilidade cardíaca e restaurar o tônus vascular sistêmico, respectivamente. A manobra resultou em melhora hemodinâmica, com valores de PAM ascendendo para 50-60 mmHg.

Foram verificadas contrações ventriculares prematuras (CVP) que evoluíram rapidamente para taquicardia ventricular (TV) paroxística sustentada (Figura 1a), intervindo-se com a administração intravenosa de antiarrítmico (lidocaína<sup>3</sup> 2%: bolus de 2 mg/kg seguido por infusão contínua de 50 µg/kg/min).

Com a redução seriada do hematócrito (Ht) (Tabela 1), optou-se pela transfusão de sangue total oriundo de outro lobo-guará (fêmea, 3 anos, 25 kg, saudável e habitante do CEMPAS). Por ser dócil, não houve necessidade de contenção química do doador. Para tanto, foi realizada a punção da veia jugular do doador e 350 mL de sangue foram armazenados em bolsa coletora, através de um sistema fechado, contendo solução de CPDA-1<sup>6</sup>. Iniciada aos 90 min após a indução anestésica, a transfusão foi administrada primariamente a 1 mL/kg/h, seguida por 2, 10 e 20 mL/kg/h, com intervalos de 20 min entre cada taxa de infusão, totalizando 300 mL em 90 min. O Ht pós-transfusão (180 min) se mostrou superior ao Ht prévio (90 min) [Tabela 1]. A PAM somente pôde ser completamente reestabelecida após a associação de reposição volêmica, terapia inotrópica e vasopressora, e retomada do ritmo sinusal (Figura 1b). Entretanto, nítida melhora hematológica só foi observada após completa recuperação do paciente (1 mês depois), em que o lobo-guará apresentou Ht de 31%.

## DISCUSSÃO

Apesar de ser a savana mais rica em fauna do mundo, o Cerrado é vítima da modernização da agricultura, sendo alvo de queimadas, erosão do solo e desflorestamentos [21]. O lobo-guará é distribuído majoritariamente no Cerrado brasileiro e sua vulnerabilidade é inerente à degradação de seu habitat natural, bem como a acidentes em estrada e doenças infecciosas por contato com animais domésticos [39]. Portanto, esforços são necessários no sentido de conservação da espécie e o caso descrito demonstrou manobras transanestésicas empregadas em um

**Tabela 1.** Monitoração da frequência cardíaca (FC), pressões arteriais sistólica, média e diastólica (PAS, PAM e PAD, respectivamente), pressão parcial de gás carbônico expirado (PE'CO<sub>2</sub>), saturação periférica de hemoglobina (SpO<sub>2</sub>), pH, hematócrito (Ht) e proteína plasmática total (PT) após a indução anestésica, em minutos (min).

Min	FC (bpm)	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	PAM (mmHg)	PE'CO <sub>2</sub> (mmHg)	SpO <sub>2</sub> (%)	pH	Ht (%)	PT (g/dL)
10	80	104	50	68	35	98			
20	100	95	38	52	36	95			
30	108	97	44	58	34	96	7,33	20	4,6
40	106	90	45	60	35	97			
50	112	82	36	50	36	97			
60	124	73	33	42	38	97	7,28	17	4,2
70	138	60	30	40	38	98			
80	153	44	27	35	37	100			
90	150	70	34	45	39	98	7,26	15	4,2
100	152	78	35	48	38	100			
110	130	82	40	54	40	100			
120	120	90	45	62	37	98			
130	112	94	45	60	36	98			
140	110	92	46	58	38	95			
150	102	92	48	60	38	95			
160	100	90	44	58	40	100			
170	92	98	50	70	38	100			
180	80	106	52	74	37	100	7,29	22	4,4

lobo-guará em estado grave. Pela proximidade evolutiva e morfológica entre *Chrysocyon brachyurus* e *Canis lupus familiaris* (cão doméstico), boa parte do manejo clínico foi baseada em condutas comprovadamente benéficas na última espécie.

Assim como em pequenos animais, a epidural lombossacra objetivou analgesia trans e pós-operatória [39], o que viabiliza a redução do requerimento de anestésico inalatório e, conseqüentemente, menor depressão cardiovascular. A porção final da medula espinal em *C. brachyurus* é situada entre a quinta e a sexta vértebras lombares [25], condizente com uma maior segurança da epidural quando aplicada no espaço lombossacro, além de ser uma região mais facilmente identificada à palpação. A confirmação da punção do espaço correto pela “técnica da gota pendente” [39] e as baixas concentrações vaporizadas de anestésico fornecidas no transanestésico (0,8 - 1,2% no vaporizador) ratificam a provável eficácia da epidural neste caso, considerando-se que a CAM da espécie seria

possivelmente muito próxima da CAM do cão. Embora fosse recomendável ter acompanhado a fração expirada de isoflurano - que é a que melhor reflete a pressão parcial do anestésico no alvéolo [2] - para quantificar a contribuição do bloqueio epidural na anestesia balanceada, o uso do vaporizador calibrado e o mínimo vazamento do circuito permitem aproximações entre as concentrações vaporizada e inspirada.

O possível bloqueio de fibras simpáticas pelo anestésico local, com conseqüente vasodilatação periférica, poderia explicar a queda da pressão arterial deflagrada, já que pode, eventualmente, ser observada em bloqueios do neuroeixo [30]. Mesmo tendo recebido fluidoterapia prévia, a hipotensão inicial, no presente relato, pode ter sido intensificada pela epidural, uma vez que o animal se mostrava normotenso após a indução anestésica. Por esse motivo, foram administrados fármacos que restauram o tônus simpático e fluidoterapia, além de redução no fornecimento de isoflurano, conforme conduta recomendada nesses casos [30,36].

O paciente desidratado e consciente apresenta mecanismos compensatórios fisiológicos - como ativação simpática [4] - que buscam manter a pressão arterial e a perfusão tecidual. Contudo, a anestesia geral inalatória, bem como o bloqueio peridural, podem reduzir ou até mesmo inibir estes mecanismos compensatórios, predispondo à piora do quadro hemodinâmico do paciente. Todavia, optou-se por associar as duas técnicas anestésicas tendo-se em vista os benefícios da analgesia trans e pós operatória, além de redução do requerimento do agente inalatório promovidos pela técnica epidural, em comparação ao uso isolado da anestesia inalatória, por se tratar de um procedimento extremamente cruento, com elevado grau de dor e possibilidade de desenvolvimento de dor crônica e neuropática [41].

As CVP podem ter sido deflagradas por diversas causas, como pelo excesso de catecolaminas circulantes, alterações cardíacas primárias, induzidas por fármacos ou, ainda, possuir etiologia desconhecida [11]. Apesar da cetamina aumentar o tônus simpático, pacientes dissociados não costumam apresentar CVP, além deste fármaco apresentar propriedades antiarritmogênicas em animais de laboratório [3]. Comparativamente ao traçado do ritmo sinusal, na CVP o intervalo R-R é reduzido e o alargado complexo QRS não se apresenta associado à onda P [24], constituindo-se em uma contração cardíaca anterior à esperada, e evoluindo para TV paroxística sustentada quando mais de três CVP ocorrem consecutivamente [20]. Pela natureza potencialmente maligna da taquicardia ventricular, incluindo morte súbita [28], a lidocaína foi infundida na tentativa de reduzir a velocidade de condução ventricular, já que bloqueia canais de sódio no miocárdio [20]. Além disso, o fármaco também reduz a CAM do isoflurano em cães [41], potencializando a analgesia e o efeito redutor do requerimento de anestésico inalatório.

A hipotensão é a complicação mais frequentemente observada em cães e gatos sob anestesia geral [14]. Ainda que não seja sinônimo de perfusão tecidual, sua queda é frequentemente acompanhada de baixos fluxos sanguíneos em tecidos periféricos [12]. A depender do tempo transcorrido até sua normalização, a hipotensão pode comprometer os rins e o cérebro, que perdem a capacidade de autorregulação do fluxo sanguíneo quando valores inferiores a 60 mmHg de PAM são encontrados [14,26].

É provável que o paciente apresentava múltiplas comorbidades à admissão, sendo mais coerente o entendimento simultâneo dessas complicações no agravamento do quadro clínico ao longo da anestesia geral. O aspecto contaminado da ferida, somado aos distúrbios orgânicos e de perfusão tecidual, como evidenciados pela leucopenia, trombocitopenia e elevado tempo de preenchimento capilar (> 2 segundos), podem sugerir a instalação de um quadro séptico [9]. Embora o lobo-guará demonstrasse menor reatividade do que o esperado para um animal selvagem de vida livre, o que poderia ser condizente com alterações do nível de consciência na sepse [42], seu estado geral debilitado pode ter contribuído para o comportamento menos agressivo observado.

A sepse grave e o choque séptico representam a evolução da sepse e ambos são marcados por hipotensão e hipoperfusão tecidual em decorrência da liberação sistêmica de mediadores inflamatórios vasodilatadores, contudo diferem pela refratariedade à expansão volêmica no caso do choque séptico [9,16]. No presente relato, eventuais perdas de tônus vascular em virtude da progressão da sepse podem ter se somado à perda contínua de sangue durante a cirurgia e à desidratação pré-existente. O comprometimento da contiguidade da barreira endotelial, com perda de fluido plasmático para o interstício, e a alteração na distribuição do fluxo sanguíneo na microcirculação justificam a necessidade da expansão volêmica na sepse [15]. Ainda que a persistência da hipotensão a despeito da fluidoterapia possa sugerir choque séptico, o volume infundido pode ter sido inferior ao necessário para restaurar o volume intravascular no presente relato, considerando-se que a reposição volêmica não teve caráter liberal a fim de preservar o hematócrito. A monitoração de parâmetros de perfusão tecidual (como lactato, débito urinário e creatinina) no período perianestésico teria auxiliado tanto no direcionamento da terapia quanto no discernimento da progressão do quadro infeccioso e inflamatório [9].

De toda forma, visto que quadros de sepse e choque séptico geralmente cursam com queda na resistência vascular periférica, deu-se início à terapia vasopressora no âmbito de manter adequada perfusão tecidual e reestabelecer a PAM [29]. Para tal, a norepinefrina foi infundida inicialmente a 0,2 µg/kg/min e titulada até 0,6 µg/kg/min, quando valores entre 50 e 60 mmHg de PAM foram alcançados. O aumento na

resistência vascular causado pela norepinefrina está relacionado à sua interação com receptores  $\alpha$  adrenérgicos [9], contudo a taxa mínima necessária para restaurar o tônus vascular deve ser administrada, com riscos de vasoconstrição, falência orgânica e acidose com taxas excessivamente altas [29]. Paralelamente, a dopamina foi reduzida de 12,5 para 7,5  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ , uma vez que o paciente apresentava CVP com FC ultrapassando 150 bpm e o fármaco em questão é associado à ocorrência ou piora de taquiarritmias [8].

No presente caso, o lobo-guará apresentava grande perda sanguínea estimada, já que o tipo da ferida à admissão apontava hemorragia. O padrão normocítico e normocrômico da anemia era condizente com perdas agudas de sangue em razão do trauma em membro. A resposta medular frente à hemorragia pode levar em torno de cinco dias até que hemácias jovens confirmem à anemia a característica macrocítica e hipocrômica, sendo considerada transitoriamente arregenerativa até então [37], o que provavelmente ocorreu no presente relato. Além disso, o animal demonstrava moderado déficit hídrico, de modo que os valores laboratoriais obtidos de Ht e proteína plasmática total poderiam estar superestimados em razão do menor volume plasmático [6]. Por esta comorbidade, o manejo da hipotensão como recomendado em pequenos animais [31] limitou a fluidoterapia liberal, que agravaria a hemodiluição. Como o efeito expansor plasmático de coloides sintéticos é mais intenso e mais duradouro do que o de cristaloides, para um mesmo volume administrado [27], a reposição volêmica foi realizada com hidroxietil amido 0,4/6% para preservar o Ht, além de incrementar a pressão coloidosmótica do paciente, possivelmente baixa pela hipoalbuminemia. A hemorragia acima do esperado para uma amputação pode ter sido influenciada pela trombocitopenia vigente, já que as plaquetas são as principais mediadoras da hemostasia primária [5].

A melhora do quadro hemodinâmico (PAM 50-60 mmHg) foi alcançada com a associação de dopamina e norepinefrina, visto que estes fármacos atuam principalmente na contratilidade cardíaca e na resistência vascular periférica [18], respectivamente. Entretanto, com a hemorragia e a fluidoterapia, o Ht verdadeiro era potencialmente menor do que o aferido (15%), possivelmente comprometendo o transporte e a oferta de oxigênio aos tecidos, quando foi decidido pela transfusão de sangue total fresco. Essa modalidade de transfusão é indicada quando a anemia é acompanhada

de hemorragia aguda com perdas superiores a 50% do volume circulante, ou quando há demanda por múltiplos componentes do sangue, como hemácias, fatores de coagulação e plaquetas [23]. A transfusão deve ser realizada no momento em que a perda sanguínea passa a comprometer a oferta de oxigênio e o organismo transiciona para o metabolismo anaeróbico [7]. Ainda que o gatilho transfusional seja discutível, acredita-se que os benefícios da transfusão em pacientes com hematócritos inferiores a 18 a 15% superem os riscos [1], reestabelecendo a pressão oncótica e a oxigenação tecidual [22,35].

Neste caso, taxas crescentes foram empregadas, diferentemente do recomendado em anemias euvolêmicas, como a hemolítica, em que se preconiza taxas lentas e espaçadas. O volume de sangue total (VT) que o lobo-guará recebeu pautou-se em fórmulas reconhecidamente eficazes na espécie canina na predição do aumento do Ht [13,35], considerando-se 10% de melhora no Ht após a transfusão e 49% de Ht do doador:  $\text{VT (mL)} = [(\text{Ht desejado} - \text{Ht do paciente})/\text{Ht do doador}] \times 90$  (volume sanguíneo de cães, em mL/kg)  $\times$  peso do paciente (em kg). A determinação matemática do volume infundido otimiza a procedimento, já que evita a hipervolemia em animais euvolêmicos, ao passo que previne a necessidade de subsequentes transfusões por administração de VT inferior ao necessário. Diretrizes prévias indicam que 20 mL/kg de sangue total resultam em 10% de aumento no hematócrito [22], o que de certa forma corrobora com o acréscimo de 7% no hematócrito em comparação ao valor pré-transfusional neste caso, já que o paciente recebeu 18 mL/kg ao todo.

Em cães, o antígeno eritrocitário 1.1 (DEA1.1) é altamente antigênico e recomenda-se seu reconhecimento em doadores e receptores de sangue. Entretanto, uma vez que anticorpos anti-DEA1.1 não são naturalmente encontrados, isto é, demandam sensibilização prévia [19], a ocorrência de reações transfusionais em cães sem histórico de transfusão sanguínea não ultrapassa 15% [10]. Como a tipagem sanguínea de lobos-guará é desconhecida, pela proximidade filogenética, presume-se que seja semelhante à de seu parente doméstico. Dado a urgência do quadro clínico, não foram realizados testes rápidos no sangue do *C. brachyurus* doador para a detecção de patógenos como *Ehrlichia canis*, *Babesia canis*, *Dirofilaria sp.* e *Leishmania sp.*, embora sejam considerados exames

de triagem para doadores em potencial [7]. A fim de avaliar a melhora real no Ht, este parâmetro deveria ter sido idealmente coletado uma hora após o término da transfusão, quando possíveis reações hemolíticas e perdas de sangue poderiam ser observadas [34]. Contudo, para isto, seria necessário prolongar o tempo anestésico, já que, por se tratar de uma espécie selvagem, o animal não seria cooperativo com a coleta de sangue quando desperto. Portanto, optou-se por minimizar o tempo anestésico devido à intensa depressão cardiovascular apresentada pelo paciente.

A conduta na anemia hipovolêmica parte do princípio da escassa oferta de oxigênio às células, portanto o prognóstico do paciente tende a melhorar quando a fonte de hemorragia é controlada e a anemia é corrigida, desde que lesões irreversíveis não tenham se instalado e a possível hipotensão tenha sido corrigida. Tentativas anteriores de transfusões sanguíneas em *Chrysocyon brachyurus* [32,33] podem não ter obtido êxito justamente pela ocorrência simultânea de outras comorbidades, como quadros hemolíticos, que pioram o prognóstico.

O lobo-guará se beneficiou pela disponibilidade de doação de sangue de outro indivíduo da mesma espécie, saudável, e de peso compatível

com o volume da bolsa coletora, condição que não reflete a realidade na maioria dos casos. Contudo, o presente relato pode auxiliar médicos veterinários na estabilização de animais selvagens em estado grave, principalmente tendo-se em vista a profunda lacuna científica existente para animais de vida livre. Além disso, reitera a relevância dos esforços destinados à recuperação do *C. brachyurus* do ponto de vista de preservação da espécie.

#### MANUFACTURERS

<sup>1</sup>Syntec. Santana de Paranaíba, SP, Brazil.

<sup>2</sup>União Química Farmacêutica Nacional S.A. São Paulo, SP, Brazil.

<sup>3</sup>Laboratório Cristália. Itapira, SP, Brazil.

<sup>4</sup>Eurofarma Laboratórios S.A. Ribeirão Preto, SP, Brazil.

<sup>5</sup>Agener União Saúde Animal. São Paulo, SP, Brazil.

<sup>6</sup>JP Indústria Farmacêutica S.A. Ribeirão Preto, SP, Brazil.

<sup>7</sup>Centaurus Vet. Brasília, DF, Brazil.

<sup>8</sup>Riester. Jungingen, BW, Germany.

<sup>9</sup>Parks Medical. Aloha, OR, USA.

<sup>10</sup>Antibióticos do Brasil. Cosmópolis, SP, Brazil.

<sup>11</sup>Drägerwerk AG & Co. Lubeck, SW, Germany.

<sup>12</sup>Digicare. Boynton Beach, FL, USA.

<sup>13</sup>Beckton Dickinson. Franklin Lakes, NJ, USA.

<sup>14</sup>Fresenius Kabi Brasil. São Paulo, SP, Brazil.

**Declaration of interest.** The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

#### REFERENCES

- Abrams-Ogg A. 2000.** Practical Blood Transfusion. In: Day M.J., Mackin A. & Littlewood J. (Eds). *BSAVA manual of canine and feline haematology and transfusion medicine*. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association, pp.263-307.
- Aranake A, Mashour G.A. & Avidan M.S. 2013.** Minimum alveolar concentration: ongoing relevance and clinical utility. *Anaesthesia*. 68(5): 512-522.
- Aya A.G., Robert E., Bruelle P., Lefrant J.Y., Juan J.M., Peray P., Eledjam J.J. & de La Coussaye J.E. 1997.** Effects of ketamine on ventricular conduction, refractoriness, and wavelength: potential antiarrhythmic effects: a high-resolution epicardial mapping in rabbit hearts. *Anesthesiology*. 87(6): 1417-1427.
- Bardgett M.E., Chen Q.H., Guo Q., Calderon A.S., Andrade M.A. & Toney G.M. 2014.** Coping with dehydration: sympathetic activation and regulation of glutamatergic transmission in the hypothalamic PVN. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 306(11): R804-R813.
- Broos K., Feys H.B., De Meyer S.F., Vanhoorelbeke K. & Deckmyn H. 2011.** Platelets at work in primary hemostasis. *Blood Reviews*. 25(4): 155-167.
- Cotter S.M. 2001.** Anemia. In: Cotter S.M. (Ed). *Hematology*. Jackson Hole: Teton NewMedia, pp.18-19.
- Davidow B. 2013.** Transfusion Medicine in Small Animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*. 43(4): 735-756.
- De Backer D., Biston P., Devriendt J., Madl C., Chochrad D., Aldecoa C., Brasseur A., Defrance P., Gottignies P. & Vincent J.L. 2010.** Comparison of Dopamine and Norepinephrine in the Treatment of Shock. *The New England Journal of Medicine*. 362(9): 779-789.

- 9 Dellinger R.P., Levy M.M., Rhodes A., Annane D., Gerlach H., Opal S.M., Seyransky J.E., Sprung C.L., Douglas I.S., Jaeschke R., Osborn T.M., Nunnally M.E., Townsend S.R., Reinhart K., Kleinpell R.M., Angus D.C., Deutschman C.S., Machado F.R., Rubenfeld G.D., Webb S.A., Beale R.J., Vincent J.L. & Moreno R. 2013. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Severe Sepsis and Septic Shock: 2012. *Critical Care Medicine*. 41(2): 580-637.
- 10 Feldman B.F. 2003. Blood Transfusion Guidelines. In: *Proceedings of XXVIII Congress of the World Small Animal Veterinary Association* (Bangkok, Thailand). 1 CD ROM.
- 11 Frigy A., Csiki E., Caras C., Szabó I.A. & Moga V.D. 2018. Autonomic influences related to frequent ventricular premature beats in patients without structural heart disease. *Medicine*. 97(28): 1-5.
- 12 Gaynor J., Dunlop C., Wagner A., Wertz E., Golden A. & Demme W. 1999. Complications and mortality associated with anesthesia in dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association* 35(1): 13-17.
- 13 Godinho-Cunha L.F., Ferreira R.M.R.F. & Silvestre-Ferreira A.C. 2011. Whole blood transfusion in small animals: indications and effects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 83(2): 611-617.
- 14 Haskins S.C. 1987. Monitoring the anesthetized patient. In: Short C.E. (Ed). *Principles and Practice of Veterinary Anesthesia*. Baltimore: Williams & Wilkins, pp.455-477.
- 15 Hjortrup P.B. 2017. Fluid Resuscitation Volumes in Sepsis. 172p. Copenhagen, Dinamarca. Dissertação (Doutorado), Faculty of Health and Medical Sciences, University of Copenhagen.
- 16 Hotchkiss R. S., Moldawer L.L., Opal S.M., Reinhart K., Turnbull I.R. & Vincent J.L. 2016. Sepsis and septic shock. *Nature Reviews Disease Primers*. 2: 16045.
- 17 Jorge R.S.P. & Jorge M.L.S.P. 2014. Carnívora - Canidae. In: Cubas Z.S., Silva J.C.S. & Catão-Dias J.L. (Eds). *Tratado de Animais Selvagens - Medicina Veterinária*. 2.ed. São Paulo: Roca, pp.764-778.
- 18 Kellum J.A. & Pinsky M.R. 2002. Use of vasopressor agents in critically ill patients. *Current Opinion in Critical Care*.8(3): 236-241.
- 19 Kisielewicz C. & Self I.A. 2014. Canine and feline blood transfusions: controversies and recent advances in administration practices. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 41(3): 233-242.
- 20 Kittleson M.D. & Kienle R.D. 1998. Diagnosis and treatment of arrhythmias (dysrhythmias). In: Kittleson M.D. & Kienle R.D. (Eds). *Small Animal Cardiovascular Medicine*. St. Louis: Mosby, pp.449-494.
- 21 Klink C.A. & Machado R.B. 2005. Conservation of the brazilian cerrado. *Conservation Biology*. 19(3): 707-713.
- 22 Kristensen A.T. & Feldman B.F. 1995. General principles of small animal blood component administration. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 25: 1277-1290.
- 23 Lanevski A. & Wardrop K.J. 2001. Principles of transfusion medicine in small animals. *Canadian Veterinary Journal*. 42(6): 447-454.
- 24 Love L.C., Gompf R. & Egger C. 2010. Anesthesia Case of the Month. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 236(8): 840-843.
- 25 Machado G.V., Fonseca C.C., Das Neves C.M.T.D.M., De Paula T.A.R. & Benjamin L.A. 2002. Topografia do cone medular no lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus* Illiger, 1815). [Topography of the medullar cone in the guara wolf (*Chrysocyon brachyurus* Illiger, 1815)]. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*. 9(2): 107-109.
- 26 Mason D.E. 1993. Anesthesia and the urinary system. In: Slatter D.H. (Ed). *Textbook of small animal surgery*. 2nd edn. Philadelphia: WB Saunders, pp.2267-2271.
- 27 McIlroy D.R. & Kharasch E.D. 2003. Acute Intravascular Volume Expansion with Rapidly Administered Crystalloid or Colloid in the Setting of Moderate Hypovolemia. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 96(6): 1572-1577.
- 28 Messineo F.C. 1989. Ventricular ectopic activity: Prevalence and risk. *The American Journal of Cardiology*. 64(20): J53-J56.
- 29 Minneci P.C., Deans K.J., Banks S.M., Costello R., Csako G., Eichacker P.Q., Danner R.L., Natanson C. & Solomon S.B. 2004. Differing effects of epinephrine, norepinephrine, and vasopressin on survival in a canine model of septic shock. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 287(6): H2545-H2554.
- 30 Morgan P. 1994. The role of vasopressors in the management of hypotension induced by spinal and epidural anaesthesia. *Canadian Journal of Anaesthesia*. 41(5): 404-413.
- 31 Novakovski T.D. & Carr A. 2015. Perioperative Blood Pressure Control and Management. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 45(5): 965-968.

- 32 Phair K.A., Carpenter J.W., Smee N., Myers C.B. & Pohlman L.M. 2012.** Severe anemia caused by babesiosis in a maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 43(1): 162-167.
- 33 Portas T.J. & Montali R.J. 2007.** Spotted black snake (*Pseudechis guttatus*) envenomation in a maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 38(3): 483-487.
- 34 Prittie J. 2003.** Triggers for use, optimal dosing, and problems associated with red cell transfusions. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 33(6): 1261-1275.
- 35 Short J.L., Diehl S., Seshadri R. & Serrano S. 2012.** Accuracy of formulas used to predict post-transfusion packed cell volume rise in anemic dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*. 22(4): 428-434.
- 36 Steagall P.V.M., Simon B.T., Teixeira-Neto F.J. & Luna S.P.L. 2017.** An update on drugs used for lumbosacral epidural anesthesia and analgesia in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 68(4): 1-12.
- 37 Takahira R.K. 2009.** Chronic Nonregenerative Anemia: A Challenge? In: *Proceedings of XXXIV Congress of World Small Animal Veterinary Association* (São Paulo, Brazil). 1 CD ROM.
- 38 The IUCN Red List of Threatened Species. 2015.** *Chrysocyon brachyurus*. Available at < <https://www.iucnredlist.org/species/4819/88135664> > [Accessed online in March 2019].
- 39 Valverde A. 2008.** Epidural analgesia and anesthesia in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 38(6): 1205-1230.
- 40 Valverde A., Doherty T.J., Hernández J. & Davies W. 2004.** Effect of lidocaine on the minimum alveolar concentration of isoflurane in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 31(4): 264-271.
- 41 Wagner A.E., Mich P.M., Uhrig S.R. & Hellver P.W. 2010.** Clinical evaluation of perioperative administration of gabapentin as an adjunct for postoperative analgesia in dogs undergoing amputation of a forelimb. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 236(7): 751-756.
- 42 Zampieri F.G., Park M., Machado F.S. & Azevedo L.C.P. 2011.** Sepsis-associated encephalopathy: not just delirium. *Clinics*. 66(10): 1825-1831.