



CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – UNIPAC

Pedro Henrique Almeida Oliveira

**O USO DE ULTRASSOM E NEUROESTIMULADOR PARA ACURÁCIA
DA ANESTESIA PERINEURAL EM CÃES E GATOS: revisão de
literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos, como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Juiz de Fora
2023



CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – UNIPAC

Pedro Henrique Almeida Oliveira

**O USO DE ULTRASSOM E NEUROESTIMULADOR PARA ACURÁCIA
DA ANESTESIA PERINEURAL EM CÃES E GATOS: revisão de
literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca Examinadora do
Centro Universitário Presidente Antônio
Carlos, como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Medicina Veterinária
Orientador: Dr. Leonardo Toshio Oshio

Juiz de Fora
2023

Pedro Henrique Almeida Oliveira

**O USO DE ULTRASSOM E NEUROESTIMULADOR PARA ACURÁCIA
DA ANESTESIA PERINEURAL EM CÃES E GATOS: revisão de
literatura**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Toshio Oshio

Prof^a. Me. Anna Marcella Neves Dias

M.V. Esp. Dinajara Dutra Souza

O USO DE ULTRASSOM E NEUROESTIMULADOR PARA ACURÁCIA DA ANESTESIA PERINEURAL EM CÃES E GATOS: revisão de literatura

THE USE OF ULTRASOUND AND NEUROSTIMULATOR FOR ACCURACY OF PERINEURAL ANESTHESIA IN DOGS AND CATS: literature review

PEDRO HENRIQUE ALMEIDA OLIVEIRA ¹, LEONARDO TOSHIO OSHIO ²

Resumo

Introdução: A anestesia geral e os bloqueios anestésicos locais, como a anestesia perineural (AP), são usados em procedimentos veterinários. Os benefícios incluem redução da sensibilização à dor, inflamação tecidual e a necessidade de menores doses de fármacos anestésicos. Técnicas como ultrassom e neuroestimulação são empregadas para melhorar a precisão e segurança das anestésias locorregionais (ALR). **Objetivo:** Revisar sobre o uso das tecnologias de ultrassonografia e neuroestimulação aplicadas à anestesiologia veterinária para execução da ALR em pequenos animais. **Métodos:** Este trabalho foi realizado por meio de revisão de literatura e busca de artigos dos bancos eletrônicos tais quais Pubmed, Scielo, Google Acadêmico. Além disso, foi realizada consulta em livros didáticos e publicações impressas periódicas. Foram selecionados trabalhos de literatura médico veterinária publicados no período de 1998 a 2022. **Revisão de literatura:** O uso da ultrassonografia em ALR foi relatado pela primeira vez em 1978 em um bloqueio de plexo braquial pela via supraclavicular. No entanto, a tecnologia na época não permitia uma visualização adequada das estruturas nervosas, limitando sua popularidade. Avanços tecnológicos nas décadas seguintes permitiram uma melhor visualização dos nervos e estruturas, tornando o uso da ultrassonografia mais seguro e eficaz. Atualmente, a ultrassonografia é amplamente utilizada na prática da ALR, auxiliando na localização de nervos. A neuroestimulação é uma técnica associada ao uso da ALR que envolve a indução da despolarização da membrana celular de uma fibra nervosa por meio de um estímulo elétrico transmitido por uma agulha-eletrodo. Esta apresenta vantagens em relação aos métodos tradicionais de localização de nervos, como menor quantidade de anestésico local administrado e menor ocorrência de efeitos adversos. **Considerações finais:** A ultrassonografia e a neuroestimulação são usadas na anestesiologia veterinária para ALR em pequenos animais, mostrando-se como técnicas seguras e eficazes. A ultrassonografia possibilita a visualização precisa da anatomia, enquanto a neuroestimulação identifica e estimula nervos específicos, resultando em menor dose de anestésicos e menor risco de complicações pós-operatórias, além de um controle mais eficaz da dor.

Descritores: Anestesia locorregional. Anestesiologia. Medicina veterinária. Pequenos animais.

¹ Acadêmico do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos – UNIPAC – Juiz de Fora –MG

² Médico veterinário, Professor do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos – UNIPAC, doutorado

Abstract

Introduction: General anesthesia and local anesthetic blocks, such as perineural anesthesia (PA), are used in veterinary procedures. Benefits include reduced pain sensitization, tissue inflammation and the need for lower doses of anesthetic drugs. Techniques such as ultrasound and neurostimulation are used to improve the precision and safety of locoregional anesthesia (LRA). **Objective:** To review the use of ultrasound and neurostimulation technologies applied to veterinary anesthesiology to perform ALR in small animals. **Methods:** This work was carried out through a literature review and search for articles from electronic banks such as Pubmed, Scielo, Google Scholar. In addition, textbooks and periodical printed publications were consulted. Veterinary medical literature works published between 1998 and 2022 were selected. **Review:** The use of ultrasonography in LRA was first reported in 1978 in a supraclavicular brachial plexus block. However, technology at the time did not allow for adequate visualization of nerve structures, limiting its popularity. Technological advances in the following decades allowed for better visualization of nerves and structures, making the use of ultrasound safer and more effective. Currently, ultrasound is widely used in the practice of LRA, helping to locate nerves. Neurostimulation is a technique associated with the use of LRA that involves the induction of depolarization of the cell membrane of a nerve fiber through an electrical stimulus transmitted by a needle electrode. This has advantages over traditional nerve localization methods, such as a smaller amount of local anesthetic administered and fewer adverse effects. **Final considerations:** Ultrasonography and neurostimulation are used in veterinary anesthesiology for LRA in small animals, proving to be safe and effective techniques. Ultrasound enables precise visualization of anatomy, while neurostimulation identifies and stimulates specific nerves, resulting in a lower dose of anesthetics and a lower risk of postoperative complications, in addition to more effective pain control.

Keywords: Locoregional anesthesia. Anesthesiology. Veterinary Medicine. Little animals.

INTRODUÇÃO

No passado, a cirurgia era vista como cruel e dolorosa. No entanto, a descoberta da anestesia representou um importante avanço na história da medicina, sendo considerada até hoje, como uma das mais valorizadas e relevantes para a humanidade.¹ O termo anestesia, derivado do grego "*anaesthesia*" que significa "insensibilidade", é utilizado para descrever a perda de sensação em todo ou parte do corpo. Essa perda sensorial é induzida por fármacos que deprimem a atividade do tecido nervoso em um local específico, em uma região ou mesmo no sistema nervoso central (SNC).²

Durante uma intervenção cirúrgica, é comum que seja utilizada a anestesia geral para garantir que o paciente fique imóvel e confortável durante o procedimento.³

Além disso, é possível a utilização concomitante de bloqueios anestésicos locais, os quais podem ser empregados em variadas situações.⁴ A anestesia perineural (AP) é uma técnica de anestesia local que possui importância na prática diária de médicos veterinários, devido à sua facilidade de aplicação, praticidade e baixo custo. Essa técnica consiste na injeção do anestésico próximo ao nervo (perineuro), em concentrações que variam de acordo com o tempo cirúrgico e em doses suficientes para alcançar a perfusão perineural que resulta no bloqueio do impulso nervoso.^{5,6}

Os bloqueios anestésicos são opções para diversas situações na rotina da medicina veterinária, principalmente para pacientes que apresentam fatores de risco, como cardiopatias, nefropatias, hepatopatias, alterações endócrinas ou neurológicas e animais idosos. A utilização de anestesia local permite o uso de doses menores de outros fármacos anestésicos, além de permitir que o animal seja mantido em um estado anestésico superficial. Contudo, para que seja efetivo e seguro para o paciente, é fundamental que o profissional responsável tenha conhecimentos anatômicos precisos e utilize corretamente os pontos de referência para a aplicação da solução anestésica no local desejado.⁷

As anestésias locorregionais (ALR) apresentam diversos benefícios para os pacientes, incluindo a diminuição da sensibilização central à dor; a redução da inflamação tecidual; a necessidade de menor quantidade de fármacos durante a anestesia geral, o que permite manter o plano anestésico mais superficial e reduzir o efeito depressor cardiopulmonar da anestesia e a potencialização da analgesia no trans e pós-operatório, o que significa reduzir a dose ou frequência de analgésicos no período pós-operatório e assim acelerar a recuperação anestésica do paciente. A utilização da ALR com administração de anestésicos locais tem sido capaz de diminuir respostas endócrinas e metabólicas (picos de cortisol, catecolaminas, glucagon, hiperglicemia, resistência à insulina e balanço negativo de nitrogênio).⁸⁻¹⁰

Além disso, o ultrassom e a neuroestimulação têm sido utilizados como equipamentos na ALR, com o propósito de auxiliar a localização das terminações nervosas. A neuroestimulação tem o intuito de melhorar a eficácia da técnica e reduzir os riscos de neuropatias por lesão nervosa, proporcionando a identificação precisa do nervo sem a necessidade de injeção de volumes anestésicos elevados ou dependência de referências anatômicas.¹¹⁻¹³ Já o ultrassom é empregado na visualização do nervo a ser bloqueado e estruturas adjacentes, que permite a

observação direta da agulha, nervos e outras estruturas anatômicas com menores doses de anestésicos locais.¹⁴

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi revisar sobre o uso das tecnologias de ultrassonografia e neuroestimulação aplicadas à anestesiologia veterinária para execução da ALR em pequenos animais.

MÉTODOS

Este trabalho foi realizado por meio de revisão de literatura e busca de artigos dos bancos eletrônicos tais quais Pubmed, Scielo, Google Acadêmico. Além disso, foi realizada consulta em livros didáticos e publicações impressas periódicas, utilizando os descritores “bloqueio locorreional”, “ultrassom”, “neuroestimulador” e “pequenos animais”. Foram selecionados trabalhos de literatura médico veterinária em línguas portuguesa e inglesa publicados no período de 1998 a 2022.

REVISÃO DE LITERATURA

A ALR é uma técnica anestésica que envolve a administração de um agente anestésico diretamente nos nervos de uma região específica, resultando na anestesia de apenas uma parte do corpo. Nesse procedimento, o anestesiolegista injeta o anestésico local próximo aos nervos responsáveis pela área onde a cirurgia será realizada. Esta tem a capacidade de bloquear a condução nociceptiva até o SNC. Isso, por sua vez, leva ao relaxamento dos músculos da região.¹⁵ A eficácia da analgesia proporcionada pela ALR pode ser prolongada e intensificada quando se combina o anestésico local com agonistas α -2 adrenérgicos ou opioides.¹⁶

Esta técnica minimamente invasiva tem tido sua aplicação ampliada devido ao reduzido risco de complicações e ao seu foco principal na melhoria da qualidade de vida dos pacientes. Ela também oferece a possibilidade de reduzir a quantidade de analgésicos sistêmicos necessários durante o período pós-operatório; proporciona um melhor controle da dor; promove uma recuperação mais rápida; e encurta o tempo de internação, ao mesmo tempo em que possibilita evitar os riscos associados à anestesia geral. Além disso, a ALR com administração de anestésicos locais é capaz de atenuar as respostas endócrina e metabólica (aumento de cortisol, catecolaminas, glucagon, hiperglicemia, resistência à insulina e balanço negativo de nitrogênio).⁹ Em pacientes oncológicos, o benefício é ainda maior, pois sua utilização permite uma significativa redução na necessidade de anestésicos voláteis e opioides, diminuindo

consequentemente o risco de metástases tumorais, o que ocorre devido à atenuação da imunossupressão causada por esses fármacos. Além disso, minimiza reações inflamatórias e diminui a sensibilização central.^{17,18} Pode ser dividida em local, quando aplicada em áreas específicas, e regional, quando abrange regiões mais amplas do corpo.¹⁵ Além disso, a anestesia regional é um procedimento que visa anestésiar apenas a área específica do corpo a ser tratada, permitindo que o paciente permaneça acordado ou sedado. Os tipos comuns de anestesia regional incluem a anestesia raquidiana, em que um anestésico local é injetado no líquido cefalorraquidiano para bloquear a sensibilidade dos membros inferiores e da região inferior do abdômen; a anestesia peridural ou epidural, frequentemente usada em cirurgias abdominais e torácicas, na qual os anestésicos são injetados no espaço peridural; e AP.¹⁹

A AP é um procedimento de rotina amplamente utilizado na prática clínica anestésica. Se destacando por ser uma técnica de execução simples, com pontos de referência facilmente identificáveis, não causando desconforto ao paciente. Além disso, proporcionam uma anestesia adequada para o procedimento cirúrgico planejado. O bloqueio é alcançado através da administração de anestésico local em um nervo específico ou em um grupo de nervos, resultando na dessensibilização de uma área extensa. O êxito dessa técnica depende do conhecimento anatômico do anestesiológico, incluindo o entendimento das estruturas inervadas e sua relação com estruturas como veias e artérias.¹⁵

Pode ser utilizada para acrescentar analgesia no período perioperatório e possibilitar a realização de procedimentos simples em animais que estejam conscientes ou sedados, como complemento para anestésicos gerais e analgésicos.¹⁵

É fundamental manter um ambiente apropriado e limpo para a realização deste procedimento. Não é preciso realizar a tricotomia da região, e o local pode ser higienizado com compressas de gaze embebidas em álcool. As agulhas e seringas utilizadas devem ser descartáveis, e o calibre e comprimento das agulhas devem ser escolhidos de acordo com o nervo a ser anestesiado. A agulha deve ser inicialmente inserida separadamente da seringa, a fim de minimizar o risco de quebra ou torção. Posteriormente, a seringa deve ser conectada de maneira firme para evitar vazamentos do anestésico. É importante evitar o uso de seringas presas ao canhão da agulha, pois pode ser necessário desacoplar rapidamente a seringa da agulha para evitar danos ao paciente. Ao posicionar a agulha no subcutâneo sobre o nervo, é fundamental direcioná-la distalmente, nunca proximalmente, para evitar a

dessensibilização de estruturas indesejadas. Se a agulha for retirada enquanto o anestésico está sendo administrado, isso pode resultar na penetração em diferentes planos de tecido, o que aumenta a probabilidade de contato com o nervo, mas também aumenta o risco de anestésias estruturas adicionais.⁶

Em certas situações, como quando se emprega um bloqueio anestésico às cegas, pode ocorrer falha no procedimento, tendo como principais causas: localização excepcional do nervo, volume inapropriado, diluição ou hemodiluição do anestésico, presença de tecido fibroso ou resposta inflamatória, o que dificulta a difusão do anestésico, além da presença de outras áreas dolorosas não inervadas pelo nervo em questão.⁴ A localização do nervo alvo é geralmente realizada às cegas, limitando o sucesso do bloqueio. Para resolver este problema, foram desenvolvidas técnicas de ultrassonografia e neuroestimulação para auxiliar na localização dos nervos.²⁰

O uso da ultrassonografia em ALR foi relatado pela primeira vez em 1978 em humanos, em um bloqueio de plexo braquial pela via supraclavicular. Nessa época, era realizada identificação dos vasos subclávios para a realização do bloqueio e administração da solução anestésica ao redor deles. Foi somente no começo dos anos 1980 que o uso do ultrassom foi introduzido sobre o neuroeixo como ferramenta de localização e medida da profundidade do espaço peridural. No entanto, a tecnologia da época ainda não permitia a visualização de estruturas não vasculares próximas ao plexo braquial e gerava artefatos nas imagens do neuroeixo, limitando assim a popularidade da assistência ultrassonográfica à ALR no primeiro momento. Houve um importante avanço na tecnologia de ultrassom, que permitiu a visualização de raízes nervosas, nervos periféricos, dura-máter, pleura, fâscias, e possibilitou o uso de máquinas portáteis com alta qualidade de imagem, menor custo e maior versatilidade. Como resultado, o uso da ultrassonografia tem se tornado cada vez mais comum na prática da ALR.²¹

Os transdutores de alta frequência (10 a 15 MHz) permitem a visualização de estruturas superficiais de até 3 cm de profundidade, como bloqueios de região axilar, braço, antebraço e abdômen. Enquanto os transdutores de 4 a 7 MHz são ideais para estruturas de até 5 cm de profundidade. Aumentar a frequência do ultrassom resulta em uma maior nitidez das estruturas superficiais, mas pode reduzir a visualização de estruturas mais profundas. Para a visualização dos nervos por ondas sonográficas, é necessário o uso de frequências na faixa de 10 a 14 MHz.^{12,22}

Na prática da Medicina Veterinária, há registros do uso da ultrassonografia para auxiliar bloqueios do nervo isquiático, nervo femoral, plexo braquial, nervo safeno, raízes nervosas de membros torácicos e da parede abdominal.²³ O bloqueio dos nervos femoral e isquiático são mencionados como substitutos da anestesia epidural. Apesar de sua aplicação consolidada, o bloqueio epidural pode acarretar complicações e efeitos indesejados, impulsionando a busca por métodos alternativos para a anestesia dos membros pélvicos.²⁴

O bloqueio do plexo braquial pela via axilar é comumente empregado como técnica de analgesia regional na anestesia humana para procedimentos cirúrgicos envolvendo mão, antebraço e cotovelo, proporcionando analgesia completa distal à articulação do cotovelo. Similarmente, esse procedimento é descrito em cães e bezerros para alcançar analgesia distal do membro torácico. Este envolve o bloqueio das fibras nervosas sensoriais utilizando agentes anestésicos locais. É recomendável, portanto, que ao utilizar ultrassonografia para o bloqueio, seja inicialmente identificada a artéria axilar como ponto de referência, seguida pelas veias e músculos que circundam a bainha do plexo. Posteriormente, as estruturas nervosas devem ser localizadas, seguidas pela inserção da agulha e aplicação do anestésico local ao redor de cada nervo.²⁵

O bloqueio do plano transversal abdominal “*Tap Block*” é uma técnica de anestesia regional que envolve a aplicação de um anestésico local no plano entre as camadas de tecido, proporcionando o bloqueio da pele, músculos e peritônio parietal da parede abdominal ventral em animais. Com o auxílio do ultrassom, é possível visualizar o trajeto da agulha até atingir o plano do músculo transversal abdominal. A abordagem consiste na administração de uma solução de anestésico local no espaço entre o músculo transversal abdominal e o oblíquo abdominal interno, permitindo o bloqueio eficaz dos nervos que inervam a parede abdominal anterior. Recomenda-se o bloqueio bilateral para assegurar a analgesia ao longo da linha média do paciente.²²

Na ALR guiada por ultrassom, o objetivo é obter uma visualização ultrassonográfica direta das estruturas nervosas, da agulha de bloqueio e das estruturas anatômicas adjacentes. Com isso, a qualidade do bloqueio melhora significativamente e a possibilidade de complicações é reduzida, pois garante um bloqueio efetivo em uma região, ou em um ou mais nervos de um membro, uma vez que proporciona um depósito da solução de anestésico local o mais próximo possível dos nervos, sendo possível acompanhar sua dispersão em tempo real (Figura 1).

Dessa forma, obtém-se um bloqueio mais eficaz, com menor latência, menor dependência de referências anatômicas, necessidade de menor volume de solução anestésica e com maior segurança. Apesar de seus inúmeros benefícios, o custo elevado para aquisição de equipamentos de ultrassonografia e treinamento ainda é um fator limitante para o seu uso.^{20,21,25-27}



Figura 1 - Uso da técnica de ultrassonografia na anestesia locorregional (ALR) em felino. Na figura, se demonstra a inserção da agulha “em plano” ao transdutor na região axilar.

Fonte: Souza²⁵

A outra técnica associado ao uso da ALR é o uso do neuroestimulador. A primeira descrição da utilização do neuroestimulador foi feita por Von Perthes em 1912, porém só em 1973 foi de fato introduzido na anestesiologia por Montgomery.²⁸ Por sua vez, seu uso para localização dos nervos a serem bloqueados teve início na primeira metade do século XIX para estudar a função do nervo periférico, mas foi em 1962 que Greenblatt descreveu os estimuladores aplicáveis especificamente para a ALR. Ainda hoje, é considerado o método mais eficaz para auxiliar na localização de nervos e plexos nervosos e o padrão ouro para esse tipo de procedimento, em comparação com a técnica convencional.²⁹

A neuroestimulação envolve a indução da despolarização da membrana celular de uma fibra nervosa por meio de um estímulo elétrico transmitido por uma agulha-eletrodo. Isso resulta na geração de um potencial de ação que, dependendo da fibra

nervosa estimulada, pode causar uma percepção sensitiva ou uma contração muscular.¹⁵

O neurônio, como qualquer outra célula do corpo, repousa em um estado com um potencial elétrico negativo no interior da célula em relação ao exterior. Isso é conhecido como potencial de repouso da membrana e tem um valor aproximado de -70mV. Quando um neurônio é estimulado, ocorre uma alteração transitória na permeabilidade iônica da membrana, resultando em um aumento na condutância dos canais de sódio. Se o estímulo for suficientemente intenso, pode desencadear a geração de um potencial de ação que se propaga ao longo do nervo e provoca uma contração muscular. Por outro lado, se o estímulo não for forte o bastante, mesmo que seja aplicado por um longo período de tempo, não resultará na produção de um potencial de ação.¹⁵

O neuroestimulador é um dispositivo que gera uma corrente elétrica constante, sujeita a alterações na impedância dos diferentes tecidos. A frequência de pulso pode ser ajustada para 1 ou 2 Hz, e a duração de cada pulso elétrico pode ser regulada entre 0,1 e 0,3 ms. O pulso elétrico com duração inferior a 0,15 ms é capaz de estimular fibras nervosas motoras individuais. A corrente varia de 0,1 a 5,0 mA. O estimulador (conector preto) deve ser conectado à agulha de injeção, enquanto o positivo (conector vermelho) deve ser conectado à pele do paciente por meio de um conector de eletrocardiograma (ECG) (Figura 2).³⁰



Figura 2 - Demonstração do uso do neuroestimulador para localização do nervo em técnica de anestesia locorregional. Agulha de injeção (seta branca) conectada ao estimulador (conector preto) e o positivo (conector vermelho) conectado à pele do animal.

Fonte: de Nardi³¹

O princípio da neuroestimulação se baseia na estimulação elétrica do nervo, na qual impulsos elétricos são transmitidos ao longo das fibras nervosas. Se o nervo contém fibras motoras, a corrente elétrica resulta na despolarização da membrana do axônio e, conseqüentemente, na contração do músculo inervado. A intensidade do estímulo elétrico está relacionada à distância entre a extremidade da agulha e o nervo a ser bloqueado, e quanto mais próximo do nervo estiver a agulha, menor será a intensidade de estímulo necessária. Ao realizar um bloqueio com neuroestimulação, a contração do músculo observada com uma corrente baixa (0,2 a 0,5 mA) indica que a agulha está próxima ao nervo, o que torna a técnica mais segura e eficiente.^{29,32}

A neuroestimulação apresenta diversas vantagens em comparação com os métodos tradicionais de localização de nervos. Isso inclui a facilidade de aprendizado para pessoas inexperientes em bloqueios de nervos periféricos. Além disso, ela permite a multiestimulação, ou seja, a localização de diferentes componentes de um

plexo nervoso, resultando em menor tempo de latência; taxas de sucesso mais elevadas; e uma menor quantidade de anestésico local administrado.¹⁵ O uso de doses mínimas de anestésicos locais pode reduzir a ocorrência de efeitos adversos, como convulsões, que podem ocorrer com o uso de doses excessivas, além de evitar a cardiotoxicidade, especialmente com o uso de Bupivacaína. Essa vantagem é de particular importância nos felinos, uma vez que a espécie apresenta maior risco de toxicidade para diversos fármacos devido à sua capacidade inferior de metabolização hepática.¹⁶

Para preparar e posicionar o paciente, é necessário administrar anestesia geral ou sedação profunda, para que então, o paciente seja posicionado em decúbito lateral, com o membro a ser bloqueado posicionado para cima. Em seguida, realiza-se a tricotomia da área e prepara-se a região de punção com uma solução antisséptica, seguida pela colocação de um campo cirúrgico. Após essas etapas, o eletrodo positivo é posicionado sobre a pele, e a linha de extensão da agulha é purgada com a solução a ser injetada. A agulha deve ser inserida no sentido craniocaudal. O neuroestimulador é ativado assim que a agulha penetra na pele. Inicialmente, é aplicada uma corrente estimuladora de 1,5 a 2 mA (2 Hz, 0,1 ms) enquanto a agulha é introduzida no sentido craniocaudal, seguindo a direção do aspecto ventral do músculo. Após alcançar a resposta muscular desejada, a corrente estimuladora é gradualmente reduzida, e a agulha é movimentada suavemente até obter a mesma resposta muscular com 0,5 mA. Após confirmar a obtenção da resposta muscular desejada e verificar a ausência de resposta com 0,2 mA, é confirmada a posição extravascular da agulha e a ausência de resistência à injeção. Somente então a solução anestésica é infiltrada.²⁸

Ao realizar o bloqueio do nervo, é importante considerar a utilização de diferentes tipos de agulhas, preferencialmente as eletricamente isoladas, pois permitem uma localização mais precisa do nervo alvo com menor intensidade elétrica. As agulhas não isoladas podem gerar um campo elétrico disperso, fazendo com que a resposta motora máxima seja desencadeada não pela ponta da agulha, mas sim de 1 a 9 mm atrás, aumentando o risco de transfixação do nervo alvo.¹⁶

O êxito na execução da ALR está sujeito a várias limitações, que incluem a qualidade dos equipamentos empregados, como o neuroestimulador/ultrassom e a agulha específica para neuroestimulação, bem como os custos associados a esses dispositivos. Além disso, a obtenção de sucesso depende do conhecimento e habilidade necessários para realizar a técnica utilizando esses instrumentos.²⁸

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da ultrassonografia e neuroestimulação na anestesiologia veterinária para execução da ALR em pequenos animais tem se mostrado uma abordagem segura, eficaz e menos invasiva. A ultrassonografia permite uma visualização da anatomia local, possibilitando a identificação de estruturas importantes, como vasos sanguíneos, nervos e músculos, facilitando a execução precisa da ALR. A neuroestimulação, por sua vez, possibilita a identificação e estimulação de nervos específicos, permitindo a identificação exata da área e a administração do anestésico de forma direta e precisa. Essas técnicas resultam em menor dose de anestésicos e menor risco de complicações pós-operatórias, além de proporcionarem um controle mais eficaz da dor durante e após o procedimento cirúrgico.

REFERÊNCIAS

1. Carmo BL. Comparação dos parâmetros fisiológicos no período transanestésico de cães submetidos à anestesia inalatória ou intravenosa total em procedimentos eletivos [monografia]. Tubarão: Universidade do Sul de Santa Catarina; 2019.
2. Grimm KA, Lamont LA, Tranquilli WJ, Greene SA, Robertson AS. Anestesiologia e Anestesia em Veterinária. 5a ed. Rio de Janeiro: Roca; 2017.
3. Klaumann PR. Estudo Morfométrico do Crânio e da Periórbita Canina e suas Implicações para Anestesia Regional Oftálmica [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2017.
4. Luna SPL. Anestésias perineurais e regionais em equinos. Rev Educ Contin CRMV-SP. 1998; 24-30.
5. Massone F. Anestesiologia Veterinária - Farmacologia e Técnicas. São Paulo: Guanabara Koogan; 2019.
6. Daolio M. Bloqueios anestésicos perineurais da região distal do membro torácico do equino para diagnóstico em claudicações [monografia]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2011.
7. Iwata VT. Avaliação da técnica de bloqueio intraconal em cães guiada por ultrassonografia: abordagem “em plano” – estudo cadavérico [dissertação]. São Paulo: Universidade Paulista; 2019.
8. Ferreira FO, de Magalhães FF, Furtado MCS, Barroso CG, Lopes ACD, Champion IL, et al. Bloqueio do Plano Transverso do Abdômen Guiado por Ultrassom em Felino Submetido a Mastectomia Regional. Ciên Anim. 2022; 31(4): 196-203.

9. Claro MFSM. Anestesia Locorregional em Cães: descrição de casos clínicos [dissertação]. Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias; 2019.
10. Campoy L, Martin-Flores M, Ludders JW, Erb HN, Gleed RD. Comparison of bupivacaine femoral and sciatic nerve block versus bupivacaine and morphine epidural for stifle surgery in dogs. *Vet Anaesth Analg*. 2012; 39(1): 91-8.
11. Souza WMR. Eficiência do bloqueio do nervo isquiático guiado por ultrassonografia [monografia]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2019.
12. Ferrarin NB. Técnicas de bloqueio de plexo braquial guiado por ultrassom ou neuroestimulador em cães: relato de caso [monografia]. Curitiba: Universidade Federal de Santa Catarina; 2019.
13. Oberndorfer U, Marhofer P, Bösenberg A, Willschke H, Felfernig M, Weintraud M, et al. Ultrasonographic guidance for sciatic and femoral nerve blocks in children. *Br J Anaesth*. 2007; 98 (6): 797-801.
14. Takeda A, Ferraro LHC, Rezende AH, Sadatsune EJ, Falcão LFR, Tardelli MA. Concentração mínima efetiva de bupivacaína para o bloqueio do plexo braquial via axilar guiado por ultrassom. *Rev Bras Anesthesiol*. 2015; 65(3): 163-9.
15. Cabala RW. Uso da anestesia locorregional periférica em caninos e bovinos. Um estudo clínico e experimental [tese]. Belo Horizonte: UFMG; 2016.
16. Evangelista MC. Bloqueio dos nervos ciático e femoral em gatos: avaliação da dispersão da bupivacaína sob ressonância nuclear magnética e avaliação dos efeitos antinociceptivos [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2016.
17. Moreira GSS, Cunha RO, Almeida Júnior ST. Bloqueio do plexo braquial em cães: revisão de literatura. *Agroveterinária*. 2022; 4: 115-26.
18. Rangel F, Simões CM, Auler Júnior JOC. Anestesia no paciente oncológico: as técnicas e agentes anestésicos podem influenciar o desfecho destes pacientes? Uma revisão narrativa. *Rev Med*. 2020; 99: 40-5.
19. Guia anestesia e analgesia em animais de laboratório. São Paulo: UNIFESP; 2020.
20. Trein TA. Administração da associação de dexmedetomidina e ropivacaína 0,75% em bloqueios dos nervos isquiático e femoral guiados por ultrassom e por neuroeletroestimulação em cães [dissertação]. Araçatuba: UNESP; 2015.
21. Helayel PE, Conceição DB, Oliveira Filho GR. Bloqueios Nervosos Guiados por Ultra-Som. *Rev Bras Anesthesiol*. 2007; 57: 106-23.
22. Cota HN, Klaumann PR. Bloqueio do Plano Transverso do Abdomen Guiado por Ultrassom: Revisão de Literatura. *BJD*. 2020; 6(5): 22821-50.

23. da Silva LCBA. Imagens ultrassonográficas do plexo braquial pela via axilar em cães [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2016.
24. Degregori EB, Franco N, Pippi MR, Teixeira LG, Contesini EA. Bloqueio de nervos femoral e isquiático em cirurgias ortopédicas de pequenos animais. PUBVET. 2018; 12(9): 1-9.
25. Souza LP. Bloqueio de plexo braquial em gatos: avaliação de técnicas e comparação de diferentes concentrações de bupivacaína [tese]. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2018.
26. Nascimento NA, Miranda BSP, Miranda RMS, Martins LC, Oliveira FA. Associação do bloqueio do plano transversal e serrátil em gata submetida à mastectomia. Ciên Anim. 2022; 32: 191-8.
27. Marhofer P, Chan VWS. Ultrasound-guided regional anesthesia: current concepts and future trends. Anesth Analg. 2007; 104(5): 1265-9.
28. Fillmann PV, Gorczak R, Silva BZ, Pereira CS, Molon MR, Silva BS, et al. Bloqueio de plexo braquial em canino: relato de caso. BJD. 2021; 7(10): 94911-23.
29. Enzele ML. Relato de caso: utilização de bloqueio paravertebral cervical para correção de fratura de rádio e ulna [TCC]. Curitiba: Universidade Federal de Santa Catarina; 2018.
30. Urmey WF. Using the nerve stimulator for peripheral or plexus nerve blocks. Minerva Anesthesiol. 2006; 72(6): 467-71.
31. de Nardi BS, Angrimani DSR. Bloqueio de nervos femoral, isquiático e cutâneo femoral lateral em cão submetido a osteotomia de nivelamento platô tibial - Relato de caso [dissertação]. São Paulo: Universidade São Judas Tadeu; 2021.
32. Mombach VS. Dexmedetomidina associada à ropivacaína em anestesia locorregional para analgesia trans e pós - operatória em procedimentos cirúrgicos de joelho em cães [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2015.