

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

Stéfano Leite Dau

**EFICÁCIA DE TRÊS TÉCNICAS ANESTÉSICAS NA DOR
ORIGINADA DO CASCO EM EQUINOS**

**Santa Maria, RS
2016**

Stéfano Leite Dau

**EFICÁCIA DE TRÊS TÉCNICAS ANESTÉSICAS NA DOR ORIGINADA DO
CASCO EM EQUINOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Clínica e Cirurgia Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Medicina Veterinária**

Orientador: Prof. PhD. Flávio Desessards de La Corte

Santa Maria, RS

2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Leite Dau, Stéfano
EFICÁCIA DE TRÊS TÉCNICAS ANESTÉSICAS NA DOR LIGADA AO
CASCO EM EQUINOS / Stéfano Leite Dau.-2016.
48 p.; 30cm

Orientador: Flávio D. De La Corte
Coorientadora: Karin E. Brass
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Medicina Veterinária, RS, 2016

1. Claudicação crônica 2. Doença do navicular 3.
Bloqueio palmar digital. 4. Osteoartrite I. D. De La
Corte, Flávio II. E. Brass, Karin III. Título.

Stéfano Leite Dau

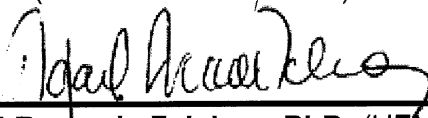
EFICÁCIA DE TRÊS TÉCNICAS ANESTÉSICAS NA DOR ORIGINADA DO CASCO EM EQUINOS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Clínica e Cirurgia Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do título de **Mestre em Medicina Veterinária**.

Aprovado em 19 de Fevereiro de 2016:



Flávio Desessards de La Corte, PhD.
(Presidente/Orientador)



Rafael Resende Faleiros, PhD. (UFMG)



Ricardo Pozzobon, Dr. (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2016

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar sempre ao meu lado durante a longa jornada da vida.

À minha esposa por sempre me apoiar nas minhas decisões, me dar forças nos momentos de fraqueza e compreender os momentos de ausência que a vida com cavalos nos proporciona.

Aos meu pais pelo apoio e auxílio inigualáveis e por não medirem esforço para que eu pudesse realizar todos os meus sonhos. E independente da distância sempre se fizeram presentes de uma forma muito carinhosa .

Aos meus orientadores, Flávio Desessards de La Corte e Karin Erica Brass, pelos ensinamentos didáticos e pelo apoio durante o desenvolvimento do mestrado.

Ao colega e amigo Marcos da Silva Azevedo por sua ajuda incondicional e sua importante colaboração no delineamento e execução do trabalho. Além de alegrar nossas incansáveis viagens pelo Rio Grande na busca dos animais deste experimento.

Aos colegas e amigos Diego Rafael Palma da Silva e Gabriele Biavaschi que sem a ajuda deles no período que antecedeu o mestrado esta conquista talvez não se realizasse,.

Aos colegas de pós-graduação, Miguel Gallio, Roberta Carneiro Pereira, Grasiela de Bastiani, Camila Cantarelli pela amizade e ensinamentos adquiridos e trocados durante este período.

Aos futuros colegas Felipe Cenni e Bibiana Braga Lubini pela ajuda durante a coleta de dados e por estarem sempre dispostos a encarar longas troteadas em diferentes épocas do ano.

A CAPES e FAPERGS pelo apoio financeiro para a realização dos experimentos.

Ao 1º, 3º e 4º Regimento de Polícia Montado da Brigada Militar do Rio Grande Sul, Círculo Militar de Uruguaiana e de Santa Maria e ao 3º Regimento de Cavalaria de Guarda e a Dra. Gabriele Biavaschi pelo empréstimo dos animais para a realização do trabalho.

RESUMO

EFICÁCIA DE TRÊS TÉCNICAS ANESTÉSICAS NA DOR LIGADA AO CASCO EM EQUINOS

AUTOR: Stéfano Leite Dau
Orientador: Flávio Desessards de La Corte

O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficácia do bloqueio da bursa do navicular (NB), articulação interfalangeana distal (AID) e bainha do tendão flexor digital profundo (BTFDP) em cavalos com dor ligada ao casco. Avaliou-se, também, a influência de alterações radiológicas no osso navicular e/ou na AID na resposta dos bloqueios. A melhora superior a 70%, até 15 minutos (') após o bloqueio do nervo palmar digital (BNPD), foi o critério de inclusão para este estudo. Assim, 15 equinos com claudicação grau III (AAEP, 1991) em um dos membros torácicos foram selecionados. Os bloqueios avaliados foram realizados em turnos separados com um intervalo mínimo de oito horas entre cada um. Sendo que no primeiro turno era realizado o BNPD, e os bloqueios da BN, AID e BTFDP foram distribuídos aleatoriamente entre os turnos 2, 3, e 4. A influência do exercício foi avaliada trotando os cavalos em um quinto turno após o último bloqueio. As avaliações objetivas foram realizadas antes, e aos 5', 10', 15', 20', 30' e 60' após cada bloqueio. O estudo radiológico completo do casco foi realizado junto com o bloqueio da BN. Os cavalos foram agrupados de acordo com grau de melhora, ou com o tipo de lesão, e o teste exato de Fischer com significância de 5% utilizado para comparar frequências de animais com melhora superior a 50% e 70%. Os bloqueios da BN e AID não apresentaram diferença quando avaliados animais com melhora acima de 50%, porém o bloqueio da BN foi superior ($p=0.03$) ao da AID aos 10', considerando uma melhora maior de 70%. Os maiores percentuais de melhora dos bloqueios da BN foram aos 5' (70.88%) e 10' (72.33%), e para a AID aos 15' (58.76%) e 20' (56.17%). O bloqueio da BTFDP foi inferior ao da BN e da AID tanto para melhora da claudicação acima de 50% quanto para 70%. O bloqueio da AID apresentou uma melhora inferior ao BNPD até os 20'. Os maiores percentuais de melhora da anestesia da BTFDP foram 5' (25.22%) e 10' (26.42%), e equinos com as melhores respostas apresentavam algum grau de efusão na BTFD durante o exame clínico. O exercício não proporcionou melhora superior a 50% para nenhum dos equinos, porém, sete (46.66%) aumentaram a intensidade da claudicação. Observou-se lesões no osso navicular e AID em 40% dos cavalos, e 53.33% apresentaram alterações apenas no osso navicular. Não houve diferença na eficácia dos bloqueios ao longo do tempo, quando agrupados os animais de acordo com as lesões radiológicas. O bloqueio da BN, AID apresentaram médias superiores a 50% até os 30'. Na análise objetiva, a anestesia da BN e AID apresentam eficácia semelhante e foram superiores ao da BTFDP em reduzir a intensidade da claudicação em equinos com dor ligada ao casco. A seleção da ordem dos bloqueios anestésicos deve ser baseada a partir de um exame clínico completo, pois ele permite a seleção dos bloqueios mais pertinentes para cada caso. Além disso, sempre deve-se optar pelo bloqueio mais específico e se possível realizá-los em momentos diferentes.

Palavras-chave: Claudicação crônica. Doença do navicular. Bloqueio palmar digital. Osteoartrite.

ABSTRACT

Effectiveness of three local digital anesthetic technics in horses with hoof pain

AUTHOR: Stéfano Leite Dau
ADVISOR: Flávio Desessards de La Corte

The aim of the present study was to evaluate the effectiveness of the navicular bursa (NB), distal interphalangeal joint (DIJ) and deep digital flexor tendon sheath anesthesia (DDFTS) in horses with hoof pain. The effect of navicular bone and DIJ radiographic lesions on the block efficacy was also evaluated. Criterion of inclusion was a lameness improvement of 70% or higher until 15 minutes (') after palmar digital nerve (PDN) block. Based on that, fifteen horses with grade III forelimb lameness were selected. Blocks were performed separately in different trials with a minimum of 8-hour interval between each one. The first trial started with the PDN block, and the NB, DIJ and DDFTS anesthesia were conducted randomly among trials 2, 3 and 4. Moreover, the influence of exercise over lameness intensity was evaluated by trotting horses in a fifth trial without any block. The objective assessment of each trial was performed before, 5, 10, 15, 20, 30 and 60' after each block. The radiographic exam was performed at the NB trial. Horses were grouped according to degree of improvement, or by radiographic lesions, and an exact Fisher's test was used to compare frequencies with significance of $p < 0.05$. NB and DIJ anesthesia presented similar effect at improvement rates of 50% or higher. However, NB was more effective in improve lameness above 70% at 10' ($p = 0.03$). The highest improvement means for NB was at 5 (70.88%) and 10' (72.33%), and at 15 (58.76%) and 20' (56.17%) for DIJ anesthesia. The DDFTS block was less effective than NB and DIJ when evaluating lameness improvement above 50% or 70%. DIJ anesthesia was inferior to PDN block in ameliorate lameness more than 50 and 70% up to 20 minutes. The highest means of improvement for DDFTS block was at 5 (25.22%) and 10' (26.42%), and better responses were observed in horses with DDFT effusion. The exercise demonstrated low interference in reducing lameness since no improvement above 50% was observed, and additionally seven (46.66%) horses increased lameness intensity overtime. Navicular bone and DIJ lesions were observed in 40% of the horses, and in 53.33% horses had lesions identified only on the navicular bone. No difference on efficacy was observed when grouped horses according to radiographic lesions. NB and DIJ anesthesia showed improvement means above 50% until 30'. Objective assessment of hoof anesthesia technics demonstrated that NB and DIJ have similar efficacy in reducing hoof lameness and both technics were superior to the DDFTS block. The selection of hoof blocks order should be based on a thorough clinical examination, since it allows selection of pertinent blocks for each case. Moreover, hoof blocks should always start from the most to the least specific block and if possible carry them at different times.

Keywords: Chronic lameness. Navicular disease. Palmar digital nerve block. Osteoarthritis.

LITA DE FIGURAS

ARTIGO

- Figura 1 – Frequency of horses with lameness improvement higher than 50% (A), or 70% (B) after anesthetic blocks and exercise in different time-points..... 40
- Figura 2 – Lameness improvement rates of anesthetic blocks and exercise evaluated in different time-points41

LISTA DE TABELAS

ARTIGO

Tabela 1 – Frequency of horses according to radiograph lesion with hoof lameness that improved above 70% after palmar digital nerve block (PDN), deep digital flexor tendon sheath (DDFTS), navicular bursa (NB) and distal interphalangeal joint (DIJ).....	39
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	CASCO	12
2.1.1	Anatomia	12
2.1.2	Patologias podais	13
2.2	TÉCNICAS ANESTÉSICAS PARA O DIAGNÓSTICO DE DOR PODAL	15
2.2.1	Bloqueio do nervo palmar digital	15
2.2.2	Bloqueio da bursa do navicular	16
2.2.3	Bloqueio da bainha do tendão flexor digital profundo	18
2.2.4	Bloqueio da articulação interfalangeana distal	18
2.2.5	Interpretação da resposta dos bloqueios anestésicos	20
3	ARTIGO	21
	Abstract	23
	Introduction	24
	Material And Methods	25
	Results	28
	Discussion	30
	Conclusion	32
	References	33
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A performance do cavalo atleta está diretamente relacionada à sua condição de saúde, habilidade própria e evolução dentro de um programa de treinamento (COUETIL, 2009). O baixo rendimento esportivo em equinos normalmente está associado a problemas de ordem musculoesquelética ou cardiorrespiratória (MARTIN et al., 2000). Dentre os primeiros a claudicação é a que apresenta maior destaque (ROSS, 2003), e a sua manifestação clínica depende de múltiplos fatores como modalidade esportiva, membro afetado, raça e idade do animal (MURAY et al., 2006).

As principais lesões diagnosticadas nos membros torácicos de equinos de esporte estão localizadas na região do boleto ou abaixo dele, sendo o casco responsável por aproximadamente um terço das claudicações crônicas em algumas modalidades esportivas (DABARAINER et al., 2005ab; MURRAY et al., 2006; ABREU et al., 2011). A síndrome/doença do navicular e a osteoartrite da articulação interfalangeana distal (AID) apresentam grande importância dentro das doenças relacionadas a dor podal (DYSON, 1991; DYSON, 1993). Porém, com o emprego de técnicas de diagnóstico por imagem mais modernas outras lesões como tendinite do tendão flexor digital profundo (TFDP), desmíte do ligamento impar e dos ligamentos colaterais do osso navicular e, inclusive edema do osso navicular ganharam destaque nos últimos anos (DYSON et al., 2005; GUTIERREZ-NIBERYO et al., 2010).

O diagnóstico de claudicações ligadas ao casco acaba sendo realizado, na maioria dos casos, por meio das informações obtidas no exame clínico, exame em movimento, resposta aos bloqueios anestésicos e alterações identificadas nos exames de diagnóstico por imagem (HUNT, 2006). A realização dos bloqueios anestésicos é um ponto muito importante na identificação da origem da dor (Turner, 1996; Schramme et al., 2015), e a sua correta interpretação depende da experiência do profissional (KEEGAN et al., 2010). Porém, os bloqueios perineurais e sinoviais apresentam limitações quanto a especificidade e sensibilidade (SCHUMACHER et al., 2013; SCHRAMME et al., 2015). Assim, estudos buscando avaliar a ação dos bloqueios sobre as estruturas do casco (PLEASANT et al., 1997; SCHUMACHER et al., 2000; SCHUMACHER et al., 2001a; 2002; SCHUMACHER et al., 2003), o melhor tempo para avaliar a resposta (GOUGH et al., 2002; NAGY et al., 2009;

RUNGSRI et al., 2014) e o efeito do volume utilizado neste bloqueios (SCHUMACHER et al., 2001b; SEABAUGH et al., 2011; SCHUMACHER et al., 2013) foram desenvolvidos nas últimas décadas. Contudo, a maioria destes estudos utilizou claudicação induzida e análise subjetiva permitindo assim variações na interpretação da resposta dos bloqueios.

Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar objetivamente a eficácia do bloqueio da bainha do tendão flexor digital profundo (TFDP), da bursa do navicular (BN) e da articulação interfalangeana distal(AID) em cavalos com dor ligada ao casco que apresentam melhora clínica superior a 70% após o bloqueio dos ramos do nervo digital palmar. Além de avaliar se há diferença na eficiência dos bloqueios em animais com e sem lesões radiológicas no osso navicular e AID. Os resultados deste estudo auxiliarão os clínicos a entenderem a melhor forma de realizar estes bloqueios e de interpretar seus resultados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CASCO

2.1.1 Anatomia

O casco é uma estrutura complexa responsável por diferentes funções, como dar suporte em repouso, auxiliar no retorno venoso e proteger o aparelho musculoesquelético contra as forças biomecânicas geradas durante o movimento (BALCH et al., 1997). Para desenvolver tais funções, o casco apresenta estruturas externas e internas que atuam em sincronia, entretanto, com diferentes funções (DAVIES et al., 2007).

A camada externa é formada por tecido queratinizado oriundo da epiderme e responsável pela resistência do casco. Esta camada é dividida em muralha, sola e ranilha (BALCH et al., 1997). A muralha ainda se subdivide em pinça, quartos e talões, sendo os dois primeiros mais rígidos que o último (DAVIES et al., 2007). A camada dérmica faz a conexão da epiderme com as estruturas internas do casco por meio de interdigitações entre as lâminas dérmicas e epidérmicas (DAVIES et al., 2007).

A porção distal da segunda falange (P2), a terceira falange (P3) e o sesamóide distal compõe os ossos do casco e da AID. A comunicação destes ossos e do TFDP é mantida pelos ligamentos colaterais da AID, ligamentos sesamoideanos colaterais e ligamento sesamoideano ímpar distal (DENOIX, 1994; SISSON, 2005). A terceira falange é um osso modificado diferente dos ossos longos por não apresentar uma cavidade medular nem cortical e por ter apenas uma face articular (PARKS, 2003).

O aparelho podotrocLEAR é composto pelo tendão flexor digital profundo, osso navicular, ligamentos sesamoideanos colaterais, ligamento sesamoideano ímpar, ligamento anular digital distal e pela bursa do navicular (SISSON, 2005; Davies et al., 2007). O osso navicular, ou sesamóide distal, possui três faces articulares que permitem interagir com a porção palmarodistal da P2, com a terceira falange e com o TFDP nos aspectos dorsal, distal e palmar respectivamente (SISSON, 2005;

WAGUESPACK & HANSON, 2010). A face palmar, diferente das faces dorsal e distal, é recoberta por fibrocartilagem que proporciona uma maciez para esta superfície facilitando o deslizamento do TFDP durante o movimento (SISSON, 2005). Alterações como peso do animal e conformação do casco alteram a ação das forças que atuam sobre o osso navicular possibilitando o aparecimento de lesões no osso e nas estruturas que o sustentam (RATZLAF & WHITE, 1989).

As estruturas sinoviais no casco (AID, BN e bainha do TFDP) estão em íntimo contato, mas não apresentam uma ligação direta (GIBSON et al., 1990). Porém, a difusão de mepivacaína entre a AID e a BN já foi documentada, sendo o fluxo da articulação para a bursa mais frequente do que no sentido contrário (GOUGH et al., 2002). A difusão de triancinolona entre a BN e a AID também ocorre, mas diminui à medida que aumenta a severidade das alterações radiológicas do osso navicular (MANFREDI et al., 2012).

O nervo palmar digital é responsáveis pela inervação do casco. Este nervo se origina do nervo palmar logo após a articulação metacarpofalangeana (PARKS, 2003). O nervo palmar digital possui uma ramificação dorsal na região da quartela que inerva principalmente a pele nessa região e ainda emite alguns ramos mais profundos para as articulações metacarpofalangeana, interfalangeana proximal e banda coronária (SACK, 1975; BOWKER, 2007). O nervo palmar digital emite um ramo para a região dos talões próximo a cartilagem alar, e distalmente a este local e antes de percorrer o sulco parietal emite outra ramificação para a AID, osso navicular, BN, ligamento ímpar, cório da sola e da ranilha, e por fim os nervos palmares digitais acabam com ramificações para o cório laminar (BOWKER, 2007).

2.1.2 Patologias podais

As diferentes estruturas do casco podem ser a origem da dor em um caso de claudicação, contudo algumas são acometidas com maior frequência do que outras (DYSON & MARKS, 2003). A qualidade do ferrageamento e do casqueamento e o equilíbrio do casco são fatores importantes a se avaliar, pois estes podem ser a causa primária da claudicação em alguns casos (DYSON & KIDD, 1993), ou um dos

fatores responsáveis por alterações em outras estruturas (DYSON & MURRAY, 2007).

A dor palmar de casco se refere aos casos em que a dor é eliminada, ou significativamente reduzida, após o bloqueio dos nervos palmares digitais, sendo este um dos principais diagnósticos relacionados a queda de performance (MURRAY et al., 2006). Porém, este diagnóstico é muito inespecífico uma vez que engloba várias estruturas como possíveis causadoras da dor (ROSS, 2003; TURNER, 2007).

A doença do navicular compreende lesões no próprio osso navicular, na bursa, e seus ligamentos, e apresenta sinais clínicos semelhantes a dor palmar de casco (TURNER, 2007). No entanto, os casos de doença do navicular apresentam uma clínica de dor mais aguda e uma fraca resposta a terapia convencional com anti-inflamatórios, casqueamento e ferrageamento corretivo e repouso seguido de exercício controlado (TURNER, 2007). O diagnóstico de doença do navicular é realizado principalmente pela resposta positiva tanto ao bloqueio da BN quanto ao bloqueio da AID (DYSON & KIDD, 1993; DYSON & MARKS, 2003). Porém, é importante associar as respostas dos bloqueios com os achados do exame clínico e dos exames de imagem para o correto diagnóstico, uma vez que pode ocorrer um sobreposição da resposta dos bloqueios.

A osteoartrite da AID como origem primária da dor também é uma importante causa de claudicação do membro torácico (BAXTER & STASHACK, 2011b). Contudo, a simples presença de efusão nesta articulação não é indicativa de dor ligada a ela, pois lesões em estruturas mais palmares do casco, ou até mesmo uma conformação com o eixo podofalangeano quebrado para trás, podem causar esta alteração clínica (BAXTER & STASHACK, 2011b). Desmopatia dos ligamentos colaterais da AID é outra importante lesão relacionada ao casco. Ela se apresenta de forma aguda, com dor moderada a severa, que se exacerba quando o animal gira sobre o membro (BAXTER & STASHACK, 2011b). Normalmente apresenta uma fraca resposta ao bloqueio da AID e nenhuma ao da anestesia da BN, em contra partida responde bem ao bloqueio do nervo palmar digital (DYSON & MURRAY, 2004).

O TFDP é uma estrutura muito importante dentro do casco e lesões ligadas a ele se correlacionam negativamente com o prognóstico atlético quando comparado com bursite do navicular apenas (BELL et al., 2009; GUTIERREZ-NIBEYRO et al.,

2010). Quando ocorre a tendinite do TFDP na região distal, normalmente ela é identificada acima do osso navicular ou próximo da sua inserção na falange distal (DYSON et al., 2003; DYSON et al., 2005). As aderências que se formam entre o osso navicular e o TFDP são observadas mais frequentemente em casos mais avançados da doença do navicular, nas quais se pode visualizar, radiograficamente, erosões na superfície flexora do osso navicular (DYSON & MARKS, 2003). Uma resposta negativa aos bloqueios da BN e da AID é observada em casos que somente o TFDP é responsável pela origem da dor (DYSON et al., 2003; TUNER, 2007).

2.2 TÉCNICAS ANESTÉSICAS PARA O DIAGNÓSTICO DE DOR PODAL

Além da combinação dos achados do exame físico, a identificação da origem da dor nos casos de claudicação é realizada rotineiramente por meio dos bloqueios anestésicos. Contudo as técnicas anestésicas empregadas para a localização dos processos dolorosos dentro do casco apresentam limitações quanto a sua sensibilidade e especificidade (SCHUMACHER et al., 2013; SCHRAMME et al., 2015). Inicialmente, acreditava-se que o bloqueio do nervo palmar digital desensibilizava apenas a região palmar do casco, contudo, sabe-se que este bloqueio anestesia praticamente todo o casco (GOUGH, 1998; DYSON & MARKS, 2003; PAZ, 2015). Portanto, a combinação das técnicas anestésicas para a região distal é importante tanto para localizar a origem da dor quanto para auxiliar na interpretação dos resultados dos exames de diagnóstico por imagem (TURNER, 2013; SCHRAMME et al., 2015).

2.2.1 Bloqueio do nervo palmar digital

Os bloqueios perineurais são amplamente empregados na rotina clínica, contudo eles devem ser realizados de maneira criteriosa no sentido distal para proximal do membro locomotor e utilizando-se o menor volume possível (BAXTER &

STASHAK, 2011a). A migração dorsal e distal de anestésico aumenta proporcionalmente ao volume utilizado a partir do local de aplicação diminuindo assim a especificidade deste bloqueio, e ocorre também por deposição do anestésico fora do feixe neurovascular ou em um vaso linfático (NAGY et al., 2009; SEABAUGH et al., 2011).

Uma resposta positiva ao bloqueio do nervo palmar digital (BNPD) era considerada suficiente para o diagnóstico de dor palmar de casco (HUNT, 2006). Porém, recentemente um estudo comprovou que a realização do BNPD com 1 mL de lidocaína 2% próximo da cartilagem alar dessensibiliza praticamente todo o casco em cavalos sadios (PAZ, 2015). Neste estudo apenas a região da coroa do casco permaneceu sensível após o BNPD, pois esta porção do membro tem sua inervação principal feita pelo ramo dorsal do nervo palmar digital (SACK, 1975). Caso este bloqueio seja realizado a dois centímetros da cartilagem alar, ou acima, além do casco a articulação interfalangeana proximal, região dorsal da quartela e coroa também são dessensibilizados (SCHUMACHER et al., 2013).

Para uma correta realização do BNPD, a agulha deve ser introduzida o mais distal possível no sentido proximal para distal, acima e medial à palpável banda neurovascular e não se deve utilizar um volume maior do que 1,5 mL de anestésico local, para assim evitar a dessensibilização da articulação interfalangeana proximal (SCHUMACHER et al., 2013). O efeito desta técnica anestésica deve ser avaliado aos 5 e 10 minutos, pois já se observa uma melhora da claudicação superior a 60% (SILVA et al., 2015).

2.2.2 Bloqueio da bursa do navicular

A infiltração da BN com anestésicos possibilita a dessensibilização da própria bursa, do osso navicular e de seus ligamentos de sustentação (DYSON & KIDD, 1993). Dor oriunda da margem dorsal da sola pode ser eliminada por este bloqueio, porém não apresenta o mesmo efeito nos processos dolorosos relacionados ao ângulo da sola (SCHUMACHER et al. 2001).

O contato da BN com o nervo palmar digital acontece na altura do forame parietal da terceira falange onde o feixe neurovascular entra na falange distal

(BOWKER et al., 1997). Isso reforça a importância de se eliminar a sola, principalmente a região dorsal, como fonte dolorosa durante o pinçamento do casco para poder relacionar a resposta positiva deste bloqueio com o aparelho podotroclear (TURNER, 2013). Problemas relacionados a AID podem ser eliminados dos possíveis diagnósticos quando os animais apresentam uma melhora significativa após a infiltração da BN até os 10 minutos, caso a melhora ocorra a partir dos 20 minutos a AID não pode ser excluída como origem da dor (SCHUMACHER et al., 2003).

A posição do navicular está no ponto médio entre as porções palmar e dorsal da banda coronária, um centímetro distal a banda coronária, tomando-se como referência o aspecto lateral do casco (VERSCHOOTEN et al., 1991). A BN pode ser acessada usando cinco diferentes técnicas, porém o acesso palmar distal, ou da posição do navicular, é a técnica de maior acurácia e confiabilidade para o correto posicionamento da agulha na bursa, independente da conformação do casco (SCHRAMME et al., 2000).

Uma agulha espinhal de 8,9cm (20G) é inserida na linha média dos talões logo acima da banda coronária e direcionada para o ponto previamente descrito até a agulha encontrar resistência (SCHRAMME et al., 2000). Antes de realizar a infiltração de 3 a 4 mL de anestésico, recomenda-se confirmar o correto posicionamento da agulha por meio da projeção radiográfica lateromedial (PICCOT-CREZOLLET et al., 2005). A associação de 0,5 a 1 mL de contraste junto com o anestésico local é outra forma de confirmar o sucesso na centese da BN, e esta técnica possibilita também avaliar a cartilagem da superfície flexora do osso navicular com o auxílio de outras projeções radiográficas (TURNER, 2013).

Caso não seja possível realizar o acompanhamento radiográfico, o correto posicionamento da agulha pode ser inferido caso se consiga injetar de 1 a 2 mL de anestésico e logo após encontrar dificuldade em injetar mais 1 ou 2 mL (SCHUMACHER et al., 2013). A punção do recesso palmar da articulação interfalangeana distal deve ser suspeitada quando ocorrer refluxo espontâneo de líquido pela agulha, ou mais de 4 mL de anestésico forem infiltrados facilmente (DYSON, 2003; SCHUMACHER et al., 2013).

2.2.3 Bloqueio da bainha do tendão flexor digital profundo

A técnica de bloqueio da bainha do TFDP possui grande valor diagnóstico quando comparada com os outros bloqueios de casco devido a sua maior especificidade (HARPER et al., 2006). Este bloqueio permite o diagnóstico de lesões no TFDP e nos ligamentos sesamoideanos (SMITH & WRIGHRT, 2006). As outras técnicas anestésicas apresentam um efeito inferior na melhora da claudicação em animais que apresentam apenas tendinite do TFDP do que aqueles com lesões no TFDP e outras estruturas (DYSON et al., 2003).

Uma dessensibilização dos nervos palmares pode ocorrer após o bloqueio da bainha do TFDP, assim a sensibilidade da pele e região dos talões deve ser testada no momento de avaliar o efeito deste bloqueio (JORDANA et al., 2014). O bloqueio da bainha do TFDP pode ser realizado por diferentes acessos como no caso do bloqueio da BN, contudo o acesso sesamoideano axial apresenta maior confiabilidade e especificidade quando comparado com os outros acessos (JORDANA et al., 2012).

O acesso distal é outra técnica bastante utilizada para infiltração da bainha do TFDP. Uma agulha de 25mm (20G) é inserida no aspecto palmar/plantar da quartela no eixo sagital perpendicular a pele e se infiltra 1 mL de anestésico para cada 50kg (JORDANA et al., 2014). Este acesso apresenta boa especificidade aos 15 minutos, após este intervalo a precisão do bloqueio diminui em decorrência da dessensibilização distal por difusão ou vazamento do anestésico pelo local de introdução da agulha (JORDANA et al., 2014).

2.2.4 Bloqueio da articulação interfalangeana distal

A maior estrutura sinovial do casco é a AID, que se encontra em íntimo contato com os ramos profundos do nervo palmar digital que inervam a própria articulação, BN, ligamentos do osso navicular, cório lamelar e da sola (BOWKER et al., 1997). O emprego de até 6 mL de anestésico intra-articular não dessensibiliza a região do ângulo da sola, contudo o uso de um volume maior possibilita a analgesia

de praticamente todo o casco (SCHUMACHER et al., 2001b). Um resultado negativo a este bloqueio não exclui a BN e suas estruturas como origem da dor (DYSON et al., 1993).

A centese da AID é um procedimento fácil de se realizar e pode ser executado por diferentes acessos, porém os mais utilizados são o perpendicular dorsal e o dorsal lateral/medial (VAZQUEZ et al., 1998). O retorno de líquido sinovial e a ausência de resistência ao se injetar de 4 a 6 ml de anestésico confirmam o correto posicionamento da agulha (BAXTER & STASHAK, 2011a). O efeito do bloqueio da AID requer de 5 e 10 minutos após a infiltração para alcançar a sua máxima resposta em cavalos com dor na porção distal do membro torácico (RUNGSRI et al., 2014). Nos casos com bursite do navicular induzida, o bloqueio da AID foi capaz de diminuir significativamente a claudicação 5 minutos após a infiltração (PLEASANT et al., 1997). A claudicação induzida por meio de dor na região da pinça pode ser diminuída 10 minutos após a infiltração da AID com 10 mL de mepivacaina (SCHUMACHER et al., 2000). Assim, a utilização de um volume inferior a 6 mL e a avaliação do efeito do bloqueio em um intervalo menor de tempo, entre dois a cinco minutos, auxiliam no aumento da especificidade deste bloqueio (SCHUMACHER et al., 2001b; RUNGSRI et al., 2014).

2.2.5 Interpretação da resposta dos bloqueios anestésicos

O período de tempo entre a realização do bloqueio e a avaliação de sua resposta é um ponto muito importante, uma vez que quanto maior este intervalo menos específico é o seu resultado. Uma resposta positiva para a anestesia perineural é aquela com melhora igual ou superior a 70% (BASSAGE & ROSS, 2003), para o bloqueio sinovial uma melhora superior a 50% já é considerada satisfatória (SCHUMACHER et al., 2014).

A resposta dos bloqueios anestésicos pode ser avaliada de duas maneiras: subjetivamente pelo exame visual, ou objetivamente por meio de aparelhos que utilizam a cinética e/ou cinemática (KEEGAN, 2011). A análise subjetiva apresenta alguns fatores limitantes como a experiência do avaliador, tendência de quem realiza o bloqueio em supervalorizar a resposta do mesmo e a dificuldade em se avaliar

subjetivamente claudicações abaixo de grau 2 na escala da AAEP (KEEGAN et al., 1998; ARKELL et al., 2006; KEEGAN et al., 2010).

A placa de força estacionária é o método de referência para a mensuração objetiva da claudicação. Entretanto, esta técnica necessita de condições específicas para a obtenção dos dados, o que faz com que ela seja utilizada mais em pesquisas do que na rotina clínica (KEEGAN, 2011). A cinemática é o estudo do movimento que permite comparar assimetrias entre o lado esquerdo e direito. Alguns métodos utilizando a cinemática também requerem condições específicas de infraestrutura como uma esteira e locais adequados para filmagem (KEEGAN, 2011). Porém, atualmente existem aparelhos portáteis que também avaliam a assimetria durante o movimento. Destaca-se o *Lameness Locator* que consiste de um aparelho com dois sensores inerciais sem fio que medem a assimetria máxima e mínima da cabeça e pelve entre os membros torácicos e pélvicos respectivamente, e um terceiro sensor (giroscópio) que auxilia o aparelho a identificar o membro que está no solo (KEEGAN, 2011). O sistema de sensores inerciais sem fio é de fácil manuseio e pode ser empregado em diferentes situações, além de possibilitar a identificação de claudicações sutis mais facilmente do que a análise subjetiva (McCRACKEN et al., 2012). Este sistema também possui uma grande sensibilidade e especificidade em avaliar a resposta de bloqueios perineurais e sinoviais nos membros torácicos (MALIYE et al., 2013; RUNSGRI et al., 2014).

O casco possui uma conformação complexa, e as estruturas sinoviais que o compõe apresentam-se intimamente relacionadas. Assim, a utilização de diferentes técnicas anestésicas é uma importante etapa dentro do exame do aparelho locomotor. Uma vez que, as respostas dos diferentes bloqueios de casco possibilitam uma identificação mais precisa da origem da no casco quando associadas aos achados dos exames clínico e de imagem. Da mesma forma, o emprego de métodos objetivos de análise da claudicação deve ser realizado quando possível, para assim, se obter uma interpretação inequívoca da eficácia de cada bloqueio anestésico livre de vícios e independente da experiência do clínico.

3 ARTIGO

TRABALHO A SER SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO

Periódico: The Veterinary Journal

Effectiveness of three local digital anesthetic technics in horses with hoof pain

Stéfano Leite Dau^{a*}, Flávio Desessards de La Côte^b,

^a Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil.

^b Departamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil.

* Corresponding author: Stefano Leite Dau, Departamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil E-mail address: stefanodau@hotmail.com (S.L.Dau)

1 **Original Article**

2
3
4 **Effectiveness of three local digital anesthetic technics in horses with hoof pain**

5
6
7
8 S.L. Dau^{a*}, M.S. Azevedo^a, F.D. De La Corte^b, K.E. Brass^b, M. Gallio^a, F. Ceni^c, B.B. Lubini^c

9
10
11 ^a*Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa*
12 *Maria, 1000 Roraima Av., Santa Maria, 97105-900, RS, Brazil.*

13 ^b*Departamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal de Santa Maria, 1000*
14 *Roraima Av., Santa Maria, 97105-900, RS, Brazil.*

15 ^c*Curso de Medicina Veterinária, 1000 Roraima Av., Santa Maria, 97105-900, RS, Brazil.*

16
17
18
19
20 * Corresponding author, Tel.: (55) (54)96711633
21 *E-mail address: stefanodau@hotmail.com*

22 **Abstract**

23 The presented study aimed to assess the effect of distal interphalangeal joint (DIJ),
24 navicular bursa (NB) and deep digital flexor tendon sheath (DDFTS) blocks in horses with
25 forelimb hoof lameness; and examined if the presence of radiographic abnormalities on
26 navicular bone and DIJ could interfere on blocks' efficacy. Fifteen horses, which presented a
27 lameness improvement above 70% after palmar digital nerve (PDN) block, were selected for
28 this study. Blocks were assessed separately on five consecutive trials at 7 different time-
29 points; the fifth trial was performed to evaluate the influence of exercise on lameness. Most of
30 horses (73.33%) had pain related to palmar heel portion based on blocks' responses, clinical
31 and radiographic findings. NB and DIJ anesthesia differed on lameness improvement above
32 70% only at 10min, and both presented efficacy superior to DDFTS block until 30'. Blocks'
33 responses were variable along time and more precise responses were observed at 5-10' post
34 injection. Exercise had low interference on lameness intensity since no improvement above
35 50% was observed and 7 horses increased lameness over time. Navicular bone and/or DIJ
36 radiographic lesions had no interference on blocks efficacy. The NB and DIJ blocks have
37 similar efficacy and both was superior to DDFTS anesthesia, although the DDFTS block was
38 more specific than the others. Navicular bone and DIJ radiographic lesions have no
39 interference in blocks' efficacy. Clinicians should select a specific sequence of hoof blocks
40 according to each case and started from the more to the less specific block.

41

42 *Keywords:* Chronic lameness; Navicular disease; Palmar digital nerve block; Osteoarthritis;
43 Deep digital flexor tendon sheath anesthesia.

44 **Introduction**

45 The hoof is an important structure of the equine locomotor system since it is involved
46 in one-third of chronic forelimb lameness in horses of different equestrian specialties (Murray
47 et al., 2006; Turner, 2013a). The palmar digital nerve (PDN) block is a diagnostic procedure
48 routinely used to identify pain related to the hoof (Hunt, 2006). However, a positive response
49 to this block is not specific, allowing a variety of diagnoses (Dyson & Marks, 2003; Parkes et
50 al., 2015). The distal interphalangeal joint (DIJ), navicular bursa (NB) and deep digital
51 flexor tendon sheath (DDFTS) anesthesia techniques are usually employed in attempt to identify
52 pain source in the hoof more precisely (Turner, 1996; Schumacher et al., 2014), and help to
53 evaluate the significance of lesions identified on imaging exams (Dyson & Kidd, 1993).
54 Although, even these blocks have undesirable effects over other hoof's structures, which is a
55 limitation during interpretation of blocks' response (Pleasant et al., 1997; Schumacher et al.,
56 2000). In reason of that, several studies were performed to minimize the loss of specificity of
57 those blocks by evaluating their effect over different structures in the hoof (Turner, 1996;
58 Schumacher et al., 2001a; Schumacher et al., 2003), best time to evaluate their response post
59 injection (Gough et al., 2002; Nagy et al., 2009; Rungsri et al., 2014), and effect of anesthetic
60 volume on blocks' specificity (Schumacher et al., 2001b; Schumacher et al., 2014; Seabaugh
61 et al., 2011).

62

63 The majority of studies that have been performed to assess digital blocks' efficacy
64 utilizes a subjective evaluation criteria, which presents limiting factors such as clinician
65 experience (Keegan et al., 1998), tendency of bias (Arkell et al., 2006), and the difficulty to
66 assess mild lameness cases even for more experienced clinicians (Keegan et al., 2010). To
67 overcome such limitations, objective methods for lameness evaluation have been developed,
68 those methods are free from pitfalls and bias (Keegan, 2007). A body-mounted inertial

69 sensors system (Lameness Locator®) has proven to be a good aid for assessment of lameness,
70 perineural and synovial anesthesia procedures (Keegan et al., 2010; Mayle et al., 2013;
71 Rungsri et al 2014). This system presents sensitivity and repeatability similar to the force
72 plate and both are more sensitive than subjective evaluation (Keegan et al., 2010; Keegan et
73 al., 2012).

74 The aim of the presented study was to assess objectively the effectiveness of DIJ,
75 DDFTS and NB anesthesia technics in horses with hoof pain, and evaluate if the presence of
76 radiographic abnormalities on navicular bone and DIJ could interfere on blocks' response.

77

78 **Material and Methods**

79 *Horses and selection criteria*

80 Fifteen (three mares and twelve geldings) out of 50 horses examined, of different
81 breeds and sport disciplines, presenting forelimb lameness were selected. Horses aged from 4
82 to 18 years (13 ± 5 years) and weighed between 380 and 520 kg (455 ± 43 kg). A complete
83 physical exam was performed before lameness evaluation, and individual information such as
84 foot conformation, response to hoof tester and forced distal limb flexion, presence of DIJ and
85 DDFTS effusion and reaction to DIJ medial and lateral torque was recorded. All horses were
86 first objectively assessed for lameness to obtain a baseline of at least 30 strides for future
87 comparison with the response of PDN block. A second baseline of fewer strides (10-15) was
88 recorded to compare with the response of the distal forelimb flexion tests. The selection
89 criterion for this study was an improvement on lameness of 70% or higher at 5, 10 or 15
90 minutes (') after a PDN block according to the objective evaluation (Schumacher, 2014).

91

92 *Instrumentation and objective evaluation*

93 All horses were equipped with a body-mounted inertial sensors system[®] for objective
 94 evaluation as previously described (Keegan et al., 2012). Horses were trotted at hand in a
 95 straight line over a flat hard surface (asphalt or concrete) to collect at least 30 strides for each
 96 analysis. Each horse was handled by the same person during all times and trials. Data
 97 obtained were analyzed by the following variables: maximum head difference (HDmax),
 98 minimum head difference (HDmin) means and standard deviation (SD), and Vector Sum
 99 (VS). Forelimb lameness was considered when HDmax and/or HDmin were above 6mm and
 100 higher than SD, and the VS over 8.5mm (Kramer & Keegan, 2004). Lameness improvement
 101 was calculated as a percentage using the formula: $(\mathbf{VS}_{bb} - \mathbf{VS}_{ab})/(\mathbf{LI}_{bb})$, where \mathbf{VS}_{bb}
 102 represents vector sum before the block and \mathbf{VS}_{ab} vector sum after block. Horses that switch
 103 lameness for the contralateral frontlimb after block were diagnosed with bilateral lameness
 104 and an improvement of 100% was considered.

105

106 *Diagnostic analgesia*

107 Blocks were performed one per trial with least eight hours interval after the last
 108 evaluation of the previous block. The response of each block was assessed in seven different
 109 time-points: before (T₀), and at 5 (T₁), 10 (T₂), 15 (T₃), 20 (T₄), 30 (T₅) and 60' (T₆) after
 110 injection. The PDN block was performed on the first trial to select horses with hoof pain and
 111 it was also evaluated during all time-points. The DIJ, NB and DDFTS blocks were performed
 112 randomly among second, third and fourth trial. In addition, all horses were evaluated in a fifth
 113 trial without any block to assess the influence of exercise over preexisting lameness.

114 The PDN block was performed using 1.5mL of 2% lidocaine with a 26G needle
 115 inserted in a medial to distal direction proximal to ungular cartilage (Seabaugh et al., 2011).
 116 The block's effect was evaluated by testing the heel sensation with a blunt object before the
 117 evaluation at 5'. Anesthesia of DIJ was performed by dorsal lateral approach with a 23G 1"

118 needle using 5mL of 2% lidocaine, and correct needle placement was confirmed by no
119 resistance to injection or by reflux of synovial fluid on needle hub (Dyson, 1991; Parkes et al.,
120 2015). Navicular bursa block was performed with 3 mL of 2% lidocaine and 0.5 mL of a
121 positive contrast medium (Iohexol®) with a 19G 3.5-inch spine needle by distal palmar
122 approach to the navicular position (Turner, 1996; Schramme et al., 2000; Piccot-Crezollet et
123 al., 2005), and correct needle position was confirmed by lateromedial radiographs. A palmar
124 approach at the mid-pastern level with the limb flexed and suspended was used to block
125 DDFTS; 5 mL of 2% lidocaine was injected using a 24G $3/4$ " needle perpendicular to the
126 skin, and injection with no resistance, or presence of fluid on needle rube, was used as
127 reference for correct needle placement; skin sensation was tested to evaluate palmar digital
128 nerve desensitization (Jordana et al., 2014) at T₁. Aseptic preparation with povidone-iodine
129 and 70° alcohol proceeded all blocks. A tranquilization with 0.025 mg/kg of acepromazine
130 was used for those horses with restless behavior to facilitate the procedure and to better data
131 collection by the system, since at these dose there is no interference on lameness evaluation
132 (Azevedo et al., 2015).

133

134 *Imaging exam and interpretation*

135 Radiographs were taken on the same trial of the NB block using the following
136 projections: lateralmedial, dorsalpalmar, dorso65°proximal-palmarodistal oblique,
137 dorso45°lateral-palmaromedial oblique, dorso45°medial-dorsolateral oblique and
138 palmaro45°proximal-palmarodistal oblique (navicular skyline) (Turner, 2013b). Horses were
139 standing on woodblocks, one for each forelimb, during radiographic exam. The navicular
140 bone and DIJ alterations were classified based on a grading system previously described
141 (Dyson, 1991; Dyson & Kidd 1993; Dyson, 2003). Horses were grouped according to the
142 lesions for further comparison as: navicular bone lesions only (NB); navicular bone and distal

143 interphalangeal joint lesions (NB+DIJ); only distal interphalangeal joint affected (DIJ); and
144 horses with no radiographic lesion (S).

145

146 *Data analysis*

147 The data were organized by frequency of horses (%) that improved or not after each
148 block and the Fisher's exact test with significance set at $p < 0.05$ was used to compare blocks'
149 efficacy for horses with improvement higher than 50% and 70% at each time point; and if
150 there is an influence of x-ray lesions on efficacy of blocks at different time-points. The
151 lameness intensity (VS) means before block at each trial was compared by Friedman test with
152 significance set at $p < 0.05$.

153

154 **Results**

155 The physical exam with hoof tester revealed the palmar (66.66%) and dorsal sole
156 region (33.33%) as most painful portions of the hoof. A positive response to distal limb
157 flexion was observed in 14/15 horses. Effusion of DIJ and DDFTS was observed in nine
158 (60%) and four (26.66%) horses, respectively. Long toe was the most common hoof
159 conformation abnormality observed (66.66%) and, of these horses have a positive angle of
160 third phalanx confirmed by the lateralmedial radiograph..

161

162 Unilateral or bilateral preexisting lameness was observed in five (33.33%) and ten
163 (66.66%) horses respectively. A grade III out of V (AAEP, 1991) of lameness was observed
164 in all horses at baseline evaluation during the five trials. Furthermore, no difference
165 ($p = 0.4093$) was observed among VS means of control, PDN, DDFTS, NB and DIJ blocks at
166 T_0 , and their values and SD (\pm) were respectively: 54.25mm (± 36.72), 48.58mm (± 31.23),
167 49.25mm (± 25.26), 45.24mm (± 23.14) and 45.20mm (± 26.17). An increase on lameness to

168 grade IV (AAEP, 1991) could be observed on the trial after NB block in some horses, and a
169 wider interval of 12-24 hours was necessary to horses return to the same lameness intensity
170 (VS) observed before NB block.

171

172 The NB and DIJ anesthesia presented similar efficacy when evaluating the
173 frequency of horses with lameness improvement higher than 50 or 70%, although the NB
174 block was more efficient in improving lameness above 70% than DIJ block at 10min ($p=0.03$)
175 (Fig. A-B). Deep digital flexor tendon sheath anesthesia was the least effective block of the
176 three technics analyzed, since lameness improvement higher than 70% was not observed at
177 any time. Only three horses presented a lameness improvement above 50% 15' after DDFTS
178 block, and this block presented similar efficacy to NB ($p=0.0898$) and DIJ ($p=0.2414$) block
179 only at 60' (Fig. 1A). However, only the NB analgesia presented similar efficacy to PDN
180 block at 5' ($p=0.23$) and 10' ($p=0.07$) when evaluating lameness improvement higher than
181 70% (Fig. 1B).

182

183 The highest improvement rates for NB block were at 5 (70%) and 10' (72%), for
184 DIJ anesthesia were at 15 (58%) and 20' (56%), and for DDFTS analgesia at 5 (25.22%) and
185 10' (26.42%) (Fig.2). Horses with better responses to DDFTS anesthesia had some degree of
186 effusion in the DDFTS. The PDN block presented improvement rates higher than DIJ,
187 DDFTS and NB blocks until 30min. Four horses presented improvement rates below 50%
188 after DIJ block during all times, two of them improved 100% after NB and PDN block, and
189 the other two improved 100% only after PDN block.

190

191 The exercise alone demonstrated low interference in reducing lameness over time,
192 since no improvement above 50% was observed (Figure 1A). On the other hand, an increase

193 on lameness was observed in seven horses (46.66%) at all-time points and the highest
194 increases of VS compared to baseline value were observed at 10 ($8.97\text{mm}\pm 6.83$) and 15'
195 ($9.29\text{mm}\pm 7.62$). Eight horses (53.33%) presented a slight improvement on lameness, which
196 was observed in three horses with unilateral and five with bilateral lameness.

197

198 The radiographic exam pointed out different grades of damage on navicular bone in
199 14 horses of the study (**1**= 4; **2**= 5; **3**= 3; **4**= 2), and of DIJ in 6 horses (**1**= 5; **2**= 1). Lesions
200 were evidenced simultaneously on both structures in 42.85% of those horses ($n=6/14$), and the
201 others eight horses (57.14%) presented changes only in the navicular bone, and one horse had
202 no radiographic lesions. Horses with navicular lesions only and horses with navicular and DIJ
203 lesions had no difference on blocks' efficacy (Table 1). Two horses, one with acute and other
204 with chronic lameness, had a cystic lesion on the navicular bone (grade IV), and DIJ and NB
205 responses were similar. However, DDFTS block showed higher lameness improvement
206 ($51.56\%\pm 15.65$) in the horse with chronic lameness than that with acute lameness
207 ($13.35\%\pm 6.74$).

208

209 **Discussion**

210 The meaningful point of the present study was the possibility of objectively
211 evaluate the effectiveness of hoof anesthesia technics, yielding a more precise evaluation
212 regardless any variations on individual experience and free of bias (Arkell, 2006; Keegan et
213 al., 2010). Some variables as lameness intensity, hoof shoeing quality and lameness duration
214 were not possible to control as it occurs in many clinical studies. However, the experimental
215 design assessing hoof blocks' efficacy from clinical cases at different moments proved to be
216 reliable once baseline VS mean from each trial were not different ($p=0.4093$). The palmar
217 heel region was considered as the pain source for most horses of this study (11/15) based on

218 response to hoof tester, presence of radiographic lesions on the navicular bone (14/15), best
219 block's response was achieved after the NB block (11/15) (Schumacher et al., 2003).
220 However, lesions on DDFT and suspensory ligaments of navicular bone were not ruled out as
221 or as additional source of pain, since in most cases of hoof lameness more than one structure
222 is involved as demonstrated in MRI studies (Dyson et al. 2003; Gutierrez-Nibeyro et al.,
223 2010). Although, DDFT was not considered as a primary pain source since PDN and NB
224 blocks eliminated lameness in almost all cases, in contrary to what was describe for horses
225 with DDFT as primary pain, which improved better with DIJ and NB analgesia than after
226 PDN block (Dyson et al., 2003).

227

228 Anesthesia of NB and DIJ demonstrated similar efficacy based on horses with
229 lameness improvement above 50 or 70% overtime (Fig.1). In spite of that, the higher means
230 of improvement for NB block were observed at 5 and 10', and for DIJ analgesia at 15 and 20'
231 (Fig.2). This later response of DIJ anesthesia could be explained by the source of pain been
232 centered in to the palmar heel portion, and less likely to be related to the coffin joint
233 primarily, which require more time to anesthetic diffuse from joint to the PDN or NB
234 (Schumacher et al., 2001b). Moreover, the presence of radiographic lesions on navicular bone
235 could have also interfered negatively with lidocaine diffusion as describe for triamcinolone
236 (Manfredi et al., 2012). Those findings could explain the difference of time and response
237 observed for DIJ block in the present study to other study using horses with lameness caused
238 by induction of navicular bursitis in healthy horses (Pleasant et al, 1997), and in another with
239 mild hoof lameness cases (Dyson & Kidd, 1993). Another study demonstrated objectively
240 that 10 of 22 horses with lameness on the distal portion of the forelimb had equivalent DIJ
241 and PDN responses at 10' (Rungsri et al., 2014). The difference from this to the presented
242 study could be explained by the source of pain, since horses of that study presented a better

243 response after the abaxial nerve block demonstrating that pain source was not centered to the
244 hoof itself or the palmar portion of the hoof.

245

246 The DDFTS block demonstrated to be less efficient compared to NB and DIJ
247 blocks (Fig. 1A-B). The reduced rate of improvement observed could be associated to tendon
248 lesions since the DDFTS anesthesia have low effect on lameness related to other structures of
249 the hoof (Harper et al., 2007). The small dose (0.5mL of lidocaine/50kg) utilized compared to
250 the dose of 1 mL/50kg reported in the literature (Harper et al., 2007; Jordana et al., 2014)
251 could also explain the low efficacy of DDFTS block in the presented study. It suggested a
252 possible dose effect for DDFTS anesthesia. This procedure should be employee more
253 frequently on lameness exam to identify DDFT lesions when a specific exam as MRI is not
254 available, since this structure is correlated to poor treatment response and prognosis, (Dyson
255 et al., 2003; Gutierrez-Nibeyro et al., 2010).

256

257 Time factor demonstrated to be important when evaluating blocks' response based
258 on the observed improvement rates (Fig.2), since most specific results were observed on the
259 first 5 to 10' post injection; after that time NB block rates decreased, DIJ and DDFTS
260 anesthesia rates increased. This variability of blocks' responses could be explained due to
261 diffusion or leakage of anesthetic agent (Gough et al., 2002; Nagy et al., 2009, Jordana et al.,
262 2014) which make the response less accurate over time (Schumacher et al., 2001a;
263 Schumacher et al., 2003). In reason of that, a minimal dose of sedatives or tranquilizers to
264 allow realize the procedure safely should and earlier block' evaluation should be employed.

265

266 Lameness improvement rates of 50% or higher were observed until 30' after PDN,
267 NB and DIJ anesthesia with lidocaine (Fig. 2), therefore an overlap of blocks' effect can

268 happen using those blocks in a short time interval. In addition, an increase of blocks'
269 maximum rates duration may be observed using long acting anesthetics agents, such as
270 bupivacaine, as observed in perineural block (Silva et al., 2015). Although, a more specific
271 response probably would still be evident at 5 to 10' post injection. For that reason, hoof
272 blocks should be used on different moments when possible (Dyson, & Kidd, 1993) to achieve
273 a more accurate diagnose, such as to differ navicular pain from heel pain (Turner, 1996) as
274 observed in those two horses that negatively responded to DIJ and NB anesthesia and
275 improved after PDN block. The authors believe that there is not a correct sequence to perform
276 hoof blocks as previously describe (Dyson & Kidd, 1993; Turner,1996), therefore clinicians
277 should execute them based on clinical and movement exam findings for each case, and start
278 with the one that desensitize a reduced number of structures (Pleasant et al., 1997).

279

280

281 **Conclusion**

282 In conclusion, NB and DIJ blocks have similar response in improving lameness of
283 horses with hoof pain. Anesthesia of DDFTS is less efficient to improve hoof lameness
284 compared to NB and DIJ, demonstrating to be a more specific technic. Navicular bone and
285 DIJ radiographic lesions have no interference in blocks' efficacy.

286

287 **Conflict of interest statement**

288 No competing interests are declared. Authors have any financial or personal
289 relationships that could inappropriately influence or bias the content of the paper. This study
290 was approved by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of Santa
291 Maria (CEUA/UFSM) by protocol number CEUA 2136230315.

292

293 **Acknowledgements**

294 The authors would like to thank 1st, 3rd e 4th regiment of Mounted Police of Brigada
 295 Militar from Rio Grande Sul, Uruguaiana and Santa Maria' Brazil Army-Cavalary Division
 296 for the valuable collaboration with horses for this study. This study was supported by funding
 297 from FAPERGS (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) and
 298 UFMS (Federal University of Santa Maria).

299

300 **References**

- 301 AAEP, 1991. Guide for veterinary service and judging of equestrian events. *American*
 302 *Association of Equine Practitioners*, Lexington, KY. 149 p.
 303
- 304 Arkell M., Archer R.M., Guitian F.J. & May S.A., 2006. Evidence of bias affecting the
 305 interpretation of the results of local anaesthetic nerve blocks when assessing lameness
 306 in horses. *The Veterinary Record* **159**, 346-349.
 307
- 308 Azevedo, M.S., De La Côte, F.D., Brass, K.E., Gallio, M., Pozzobon, R., Lopes, M.A.F. and
 309 Lopes, L.F.D. (2015) The Use of Xylazine or Acepromazine Does Not Interfere in the
 310 Lameness Evaluation by Inertial Sensors. *J Equine Vet Sci* **35**, 27-30.
 311
- 312 Dyson, S.J.,1991. Lameness due to pain associated with the distal interphalangeal joint: 45
 313 cases. *Equine Vet J* **23**, 128-135.
 314
- 315 Dyson, S.J. and Kidd, L., 1993. A comparison of responses to analgesia of the navicular bursa
 316 and intra-articular analgesia of the distal interphalangeal joint in 59 horses. *Equine Vet*
 317 *J* **25**, 93-98.
 318
- 319 Dyson, S.J. and Marks, D., 2003. Foot pain and the elusive diagnosis. *Vet Clin N Am-Equine*
 320 **19**, 531-565.
 321
- 322 Dyson, S.J., 2003. Navicular Disease and Other Soft Tissue Causes of Palmar Foot Pain. In:
 323 *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, Ed: M.W.R.J. Dyson, W.B.
 324 Saunders, Saint Louis. pp 286-299.
 325
- 326 Dyson, S., Murray, R., Schramme, M., Branch, M.,2003. Lameness in 46 horses associated
 327 with deep digital flexor tendonitis in the digit: diagnosis confirmed with magnetic
 328 resonance imaging. *Equine Vet J* **35**, 681-690.
 329
- 330 Gough, M.R., Mayhew, G., Munroe, G.A., 2002. Diffusion of mepivacaine between adjacent
 331 synovial structures in the horse. Part 1: forelimb foot and carpus. *Equine Vet J* **34**, 80-
 332 84.
 333

- 334 Gutierrez-Nibeyro, S. D., White li, N. A., Werpy, N. M., 2007. Outcome of medical treatment
335 for horses with foot pain: 56 cases. *Equine Veterinary Journal* **42**, 680-685.
336
- 337 Harper, J., Schumacher, J., Degraives, F., Schramme, M., Schumacher, J., 2007. Effects of
338 analgesia of the digital flexor tendon sheath on pain originating in the sole, distal
339 interphalangeal joint or navicular bursa of horses. *Equine Vet J* **39**, 535-539.
340
- 341 Hunt, R.J., 2006. Clinical Evaluation and Diagnosis of Palmar Foot Pain In: *Proceedings of*
342 *Annual Convention of the AAEP*, San Antonio, TX, USA. pp 198-202.
343
- 344 Jordana, M., Martens, A., Duchateau, L., Vanderperren, K., Saunders, J., Oosterlinck, M. and
345 Pille, F. (2014) Distal limb desensitisation following analgesia of the digital flexor
346 tendon sheath in horses using four different techniques. *Equine Vet J* **46**, 488-493.
347
- 348 Keegan, K.G., Wilson, D.A., Wilson, D.J., Smith, B., Gaughan, E.M., Pleasant, R.S., Lillich,
349 J.D., Kramer, J., Howard, R.D., Bacon-Miller. C., Davis, E.G., May, K.A., Cheramie,
350 H.S., Valentino, W.L., van Harreveld, P.D., 1998. Evaluation of mild lameness in
351 horses trotting on a treadmill by clinicians and interns or residents and correlation of
352 their assessments with kinematic gait analysis. *Am J Vet Res* **59**, 1370-1377.
353
- 354 Keegan, K.G., 2007. Evidence-based lameness detection and quantification. *Vet Clin North*
355 *Am Equine Pract* **23**, 403-23.
356
- 357 Keegan, K. G., Dent, E. V., Wilson, D. A., Janicek, J., Kramer, J., Lacarrubba, A., Walsh, D.
358 M., Cassells, M. W., Esther, T. M., Schiltz, P., Frees, K. E., Wilhite, C. L., Clark, J.
359 M., Pollitt, C. C., Shaw, R., Norris, T., 2010. Repeatability of subjective evaluation of
360 lameness in horses. *Equine Vet J* **42**, 92-97.
361
- 362 Keegan, K.G., MacAllister, C.G., Wilson, D.A., Gedon, C.A., Kramer, J., Yonezawa, Y.,
363 Maki, H., Pai, P.F., 2012. Comparison of an inertial sensor system with a stationary
364 force plate for evaluation of horses with bilateral forelimb lameness. *Am J Vet Res* **73**,
365 368-74.
366
- 367 Kramer, J. and Keegan, K.G., 2004. Kinematics of lameness. In: *Equine Sports Medicine and*
368 *Surgery*, Ed. W.B. Saunders by, K.W.H.J.K.J.G. by and W. Bayly, W.B. Saunders,
369 Oxford. pp 231-246.
370
- 371 Maliye, S., Voute, L., Lund, D., Marshall, J. F., 2013. An inertial sensor-based system can
372 objectively assess diagnostic anaesthesia of the equine foot. *Equine Vet J* **45**, 26-30.
373
- 374 Manfredi, J.M., Boyce, M., Malone, E.D., Anderson, C., Anderson, L.B., Trumble, T.N.,
375 2012. Steroid diffusion into the navicular bursa occurs in horses affected by palmar
376 foot pain. *Vet Rec* **171**, 642.
377
- 378 Murray, R.C., Dyson, S.J., Tranquille, C. and Adams, V., 2006. Association of type of sport
379 and performance level with anatomical site of orthopaedic injury diagnosis. *Equine*
380 *Vet J Supplement* **36**, 411-416
381

- 382 Nagy, A., Bodo, G., Dyson, S.J., Szabo, F., Barr, A.R., 2009. Diffusion of contrast medium
383 after perineural injection of the palmar nerves: an in vivo and in vitro study. *Equine*
384 *Vet J* **41**, 379-383.
385
- 386 Parkes, R., Newton, R. and Dyson, S., 2015. Is there an association between clinical features,
387 response to diagnostic analgesia and radiological findings in horses with a magnetic
388 resonance imaging diagnosis of navicular disease or other injuries of the podotrochlear
389 apparatus? *The Veterinary Journal* **204**, 40-46.
390
- 391 Piccot-Crezollet, C., Cauvin, E.R., Lepage, O.M., 2005. Comparison of two techniques for
392 injection of the podotrochlear bursa in horses. *J Am Vet Med Assoc* **226**, 1524-1528.
393
- 394 Pleasant, R.S., Moll, H.D., Ley, W.B., Lessard, P. and Warnick, L.D., 1997. Intra-articular
395 anesthesia of the distal interphalangeal joint alleviates lameness associated with the
396 navicular bursa in horses. *Vet Surg* **26**, 137-140
397
- 398 Rungsri, P.K., Staecker, W., Leelamankong, P., Estrada, R.J., Schulze, T., Lischer, C.J., 2014.
399 Use of Body-Mounted Inertial Sensors to Objectively Evaluate the Response to
400 Perineural Analgesia of the Distal Limb and Intra-articular Analgesia of the Distal
401 Interphalangeal Joint in Horses With Forelimb Lameness. *J Equine Vet Sci* **34**, 972-
402 977.
403
- 404 Seabaugh, K.A., Selberg, K.T., Valdes-Martinez, A., Rao, S., Baxter, G.M., 2011.
405 Assessment of the tissue diffusion of anesthetic agent following administration of a
406 low palmar nerve block in horses. *J Am Vet Med Assoc* **239**, 1334-1340.
407
- 408 Schramme, M.C., Boswell, J.C., Hamhougias, K., Toulson, K., Viitanen, M., 2000. An in
409 vitro study to compare 5 different techniques for injection of the navicular bursa in the
410 horse. *Equine Vet J* **32**, 263-267.
411
- 412 Schramme, M.C., Schumacher, J., Schumacher, J., Wilhite, 2015. Diagnostic analgesia of the
413 foot: techniques & interpretations. In: *Proceedings of the Belgian Equine Practitioners*
414 *Society*, Leuven, Belgium 9-19.
415
- 416 Schumacher, J., Steiger, R., Schumacher, J., de Graves, F., Schramme, M., Smith, R. and
417 Coker, M., 2000. Effects of analgesia of the distal interphalangeal joint or palmar
418 digital nerves on lameness caused by solar pain in horses. *Vet Surg* **29**, 54-58.
419
- 420 Schumacher, J., Schumacher, J., de Graves, F., Schramme, M., Smith, R., Coker, M., Steiger,
421 R., 2001a. A comparison of the effects of local analgesic solution in the navicular
422 bursa of horses with lameness caused by solar toe or solar heel pain. *Equine Vet J* **33**,
423 386-389.
424
- 425 Schumacher, J., Schumacher, J., da Graves, F., Steiger, R., Schramm, M., Smith, R., Coker,
426 M., 2001b. A comparasion of the effects of two volumes of local analgesic solution in
427 the distal interphalangeal joint of horses with lameness caused by solar toe or solar
428 heel pain. *Equine Vet J* **33**, 265-268.
429
- 430 Schumacher, J., Schumacher, J., Gillette, R., DeGraves, F., Schramme, M., Smith, R.,
431 Perkins, J., Coker, M., 2003. The effects of local anaesthetic solution in the navicular

- 432 bursa of horses with lameness caused by distal interphalangeal joint pain. *Equine Vet J*
433 **35**, 502-505.
434
- 435 Schumacher, J., Schumacher, J., Schramme, M., Moyer, W., 2014. Review of mistakes that
436 can be made when interpreting the results of diagnostic analgesia during a lameness
437 examination. In: *Proceedings of the AAEP Annual Convention 60*, Salt Lake City, UT,
438 USA, 83-92.
439
- 440 Silva, G.B., De La Côte, F.D., Brass, K.E., Azevedo, M.S., Dau, S., Ceni, F., Lopes, Luis,
441 F.D., 2015. Duration and Efficacy of Different Local Anesthetics on the Palmar
442 Digital Nerve Block in Horses. *Equine Vet J 35*, 749-755.
443
- 444 Turner, T. A., 1996. Predictive value of diagnosis tests for navicular pain. In: *Proceedings of*
445 *42nd Annual Convention of AAEP 42*, Denver, Colorado, 201-204.
446
- 447 Turner, T.A.a, 2013a. Diagnosis and Management of Palmar Hoof Pain. In: *Proceedings of*
448 *AAEP Focus meeting on the Foot*, Fort Collins, CO, USA. 24-29.
449
- 450 Turner, T.A., 2013b. Routine Imaging of the Equine Foot. In: *AAEP Focus on the Foot*, Fort
451 Collins, CO, USA. pp 18-23.

452 Foot notes

453 Ominopaque®, GE Healthcare (Shanghai) Co., Ltd, Xangai, China.

454 Lameness Locator®, Equinosis® LLC Columbia, Missouri, USA.

455 **Table 1.**

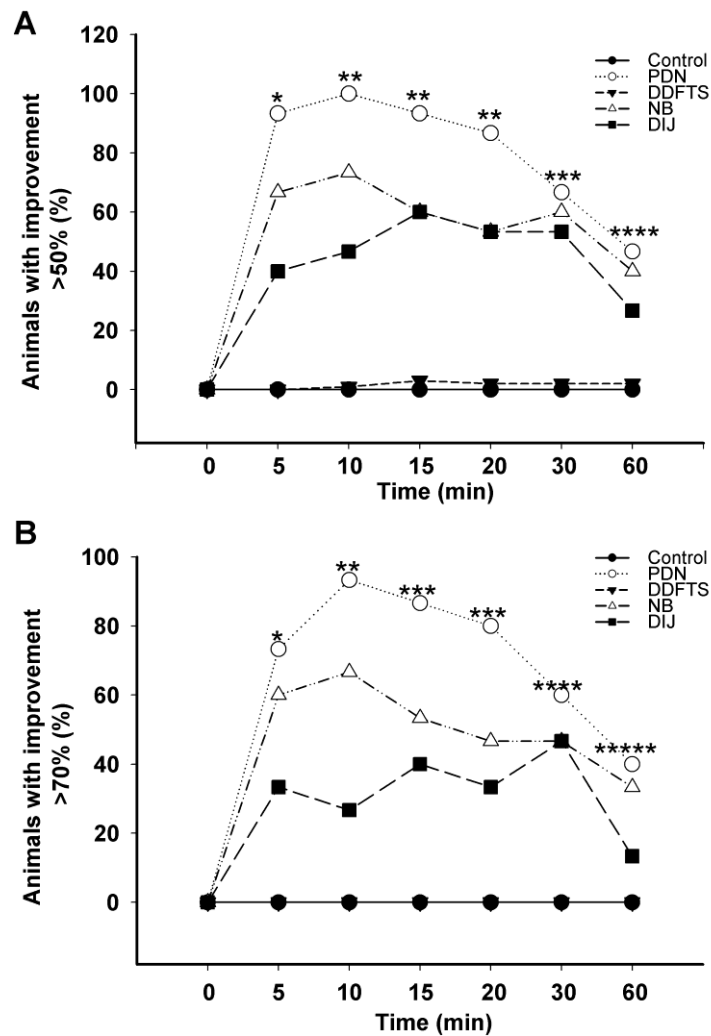
456 Frequency of horses according to radiograph lesion with hoof lameness that improved above
 457 70% after palmar digital nerve block (PDN), deep digital flexor tendon sheath (DDFTS),
 458 navicular bursa (NB) and distal interphalangeal joint (DIJ).

Block	X-ray lesion	Time (min)					
		5	10	15	20	30	60
Control	DIJ+NB	0	0	0	0	0	0
	NB	0	0	0	0	0	0
PDN	DIJ+NB	66.66%	100%	83.33%	83.33%	83.33%	16.66%
	NB	75%	87.5%	87.5%	75%	50%	50%
DDFTS	DIJ+NB	0	0	0	0	0	0
	NB	0	0	0	0	0	0
NB	DIJ+NB	66.66%	83.33%	66.66%	50%	33.33%	66.66%
	NB	50%	50%	37.5%	37.5%	50%	0
DIJ	DIJ+NB	33.33%	33.33%	50%	33.33%	50%	0
	NB	37.5%	25%	37.5%	37.5%	37.5%	25%

459 *Horses with radiographic lesions on DIJ and navicular bone (DIJ+NB) (n=6); and horses
 460 with lesion only in the navicular bone (NB) (n=8). Different letters in the same column
 461 represent statistical difference (p<0.05).

462

463



464

465 Fig. 1. Frequency (%) of 15 horses (y-axis) with improvement of hoof lameness higher than

466 50% (A), or 70% (B), in different time-points (x-axis). PDN: palmar digital nerve block;

467 DDFTS: deep digital flexor tendon sheath block; NB: navicular bursa block; and DIJ: distal

468 interphalangeal block. The * represents statistical difference ($p < 0.05$) among blocks in each

469 time. A) (*) PDN differ from DIJ and DDFTS, NB and DIJ differ from DDFTS; (**) PDN

470 differ from other blocks, NB and DIJ differ from DDFTS; (***) PDN, NB and DIJ differ

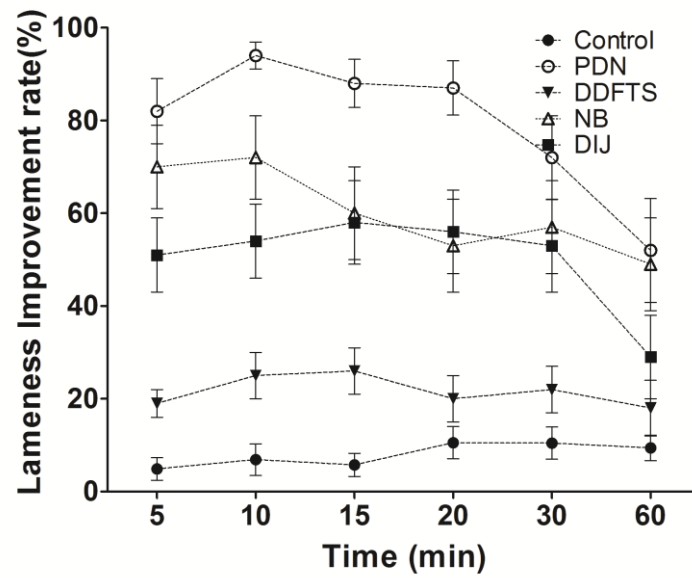
471 from DDFTS; (****) PDN differ from DDFTS. B) (*) PDN differ from DIJ and DDFTS, NB

472 and DIJ differ from DDFTS; (**) PDN and NB differ from DIJ and DDFTS, DIJ differ from

473 DDFTS; (***) PDN differ from others blocks, NB and DIJ differ from DDFTS; (****) PDN,

474 NB and DIJ differ from DDFTS; (*****) PDN and NB differ from DDFTS.

475



476

477 Fig. 2. Lameness improvement means (y-axis) (\pm SE) of blocks evaluated in different time-

478 points (x-axis) in horses with hoof pain. PDN: palmar digital nerve block; DDFTS: deep

479 digital flexor tendon sheath block; NB: navicular bursa block; and DIJ: distal interphalangeal

480 block.

481

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de um método de análise objetiva empregado neste estudo possibilitou uma avaliação mais fidedigna independente da experiência do avaliador e livre de vícios. O bloqueio da BN e da AID apresentaram eficácia similar, e ambos foram superiores ao bloqueio da BTFDP em melhorar a claudicação de cavalos com dor ligada ao caso. Porém, o bloqueio da BTFDP demonstrou ser um bloqueio mais específico do que os outros avaliados. A presença de alterações radiográficas no osso navicular e articulação interfalangea distal não influenciaram na eficácia dos bloqueios. O tempo mostrou-se um importante fator na avaliação das respostas dos bloqueios, e estas devem ser observadas entre cinco e dez minutos após a realização dos bloqueios quando possível para uma maior especificidade. O exercício apresentou baixa influência sobre a claudicação dos casos estudados.

REFERÊNCIAS

- AAEP. Guide for veterinary service and judging of equestrian events. **American Association of Equine Practitioners**, Lexington, KY. 149p.,1991.
- ABREU, H. C. et al. Claudicação em cavalos Crioulos atletas. **Cienc. Rural**, Santa Maria , v. 41, n. 12, p. 2114-2119, Dec. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782011001200013&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 19 de jan. 2016.
- ARKELL M. et al. Evidence of bias affecting the interpretation of the results of local anaesthetic nerve blocks when assessing lameness in horses. **Veterinary Record**, v.159, n.11, p.346-249. 2006. Disponível em: <<http://veterinaryrecord.bmj.com/>>. Acessado em 19 de jan. 2016.
- BALCH O.K, BUTLER D., COLLIER M.A. Balancing the normal foot: hoof preparation, shoe fit and shoe modification in the performance horse. **Equine Veterinary Education**, v.9, p.143-154. 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.2042-3292.1997.tb01295.x>>. Acessado em 19 jan. 2016.
- a BAXTER G.M & STASHAK T.S. Perineural and Intrasinovial Anesthesia. In: **Adams & Stashak Lameness in Horses**, 6^a ed., Editora Wiley-Blackwell, 2011, p.173-202.
- b BAXTER G.M & STASHAK T.S. Lameness in the extremities. In: **Adams & Stashak's Lameness in Horses**, 6^a ed., Editora Wiley-Blackwell, 2011, p.475-832.
- BASSAGE L.H. & Ross M.W. Diagnostic Analgesia. In: Ross M.W. & Dyson S.J. **Diagnosis and management of lameness in the horse**, 2^a ed., Editora Elsevier Science, 2003, p.93-124.
- BEEL C.D., HOWARD R.D., TAYLOR D.S., VOSS ED D. & WERPY N.M. Outcomes of podotrochlear (navicular) bursa injections for sings of foot pain in horses evaluated via magnetic resonance imaging: 23 cases (2005-2007). **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.234, n.7, p.920-925. 2009.
- BOWKER R.M. et al. Anatomy of the distal interphalangeal joint of the mature horse: relationship with navicular suspensory ligaments, sensory nerves and neurovascular bundle. **Equine Veterinary Journal**, v.26, p.126-135. 1997.
- BOWKER R.M. Innervation of the equine foot: its importance to the horse and to the clinician. In: FLOYD A.E & MANSMANN R.A. **Equine Podiatry**, Editora Saunders Elsevier, 2007, pg 74-89.
- COUETIL L. How do we define poor performance?. **Proceedings of the 4th World Equine Airways Symposium**, Berne, Switzerland, 2009, p.195-196.

DABAREINER R.M. et al., a. Lameness and poor performance in horses used for team roping: 118 cases (2000-2003). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.226, n.10, p.1694-1699. 2005.

DABAREINER R.M. et al., b Musculoskeletal problems associated with lameness and poor performance among horses used for barrel racing: 118 cases (2000-2003). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.227, n.10, p.1646-16471 2005.

DAVIES H.M.S, PHILIP C.J & MERRIT J.S. Functional anatomy of the equine digit: determining function from structure. Em: FLOYD A.E & MANSMANN R.A. **Equine Podiatry**, Editora Saunders Elsevier, 2007, pg 25-41.

DENOIX, J. M. Functional anatomy of tendons and ligaments in the distal limbs (manus and pes). **Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, Fort Collins, v. 10, n. 2, p. 273-322, 1994

DYSON S.J. Lameness due to pain associated with the distal interfalangeal joint: 45 cases. **Equine Veterinay Journal**, v.23, n.2, p.128-135. 1991.

DYSON S.J, KIDD L. A comparasion of responses to analgesia of the navicular bursa and intra-articular analgesia of the distal interfalangeal joint in 59 horses. **Equine Veterinary Journal**, v.25, p.93–98.1993.

DYSON S.J., MARKS D. Foot pain and the elusive diagnosis. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, v.19, p.531-565. 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S074907390300004X>>. Acesso em: 19 de jan. 2016.

DYSON S.J. et al. Lameness in 46 horses associated with deep digital flexor tendonitis in the digit: diagnosis confirmed with magnetic resonance imaging. **Equine Veterinary Journal**, v.35, n.7, p.681-690. 2003. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2746/042516403775696294/pdf>>. Acesso em: 19 de jan. 2016.

DYSON S, MURRAY R. Collateral desmitis of the distal interphalangeal joint in 62 horses (January 2001–December 2003). **Proceedings of 50th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners**, Denver, CO, USA, 2004, v.50, p.248-256. Disponível em: <<http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/2004/Dyson1/chapter.asp?LA=1>> . Acesso em: 19 de jan. 2016.

DYSON S.J., MURRAY R. & SCHRAMME M.C. Lameness associated with foot pain: results of magnetic resonance imaging in 199 horses (January 2001–December 2003) and response to treatment. **Equine Veterinary Journal**, v.37, n.2, p.113-121. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/0425164054223804>>. Acesso em: 19 de jan. 2016.

DYSON, S. & MURRAY, R. Magnetic resonance imaging evaluation of 264 horses with foot pain: The podotrochlear apparatus, deep digital flexor tendon and collateral

ligaments of the distal interphalangeal joint. **Equine Veterinary Journal**, v.39, n.4, p.340-343. 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/042516407X185566>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

SISSON, S. Articulações dos Equinos.. Em: SISSON, S., GROSSMAN J.D.. **Anatomia dos animais domésticos**, 1986, 5. ed. Editora Guanabara Koogan, p.324-349.

GOUGH, M.R., MAYHEW, I.G., MUNROE, G.A. diffusion of mepivacaine between adjacent synovial structures in the horse. Part 1: forelimb foot and carpus. **Equine Veterinary Journal**, v.31, n.1, p.80-84. 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/042516402776181097>> Acessado em: 19 de jan. 2016.

GIBSON K.T. et al. A radiographic study of the distal interphalangeal joint and navicular bursa of the horse. **Veterinary Radiology**, v.31, n.1 ,p.22-25. 1990.

GUTIERREZ-NIBEYRO S.D., WHITE N.A & WERPY N.M. Outcome of medical treatment of horses with foot pain: 56 cases. **Equine Veterinary Journal**, v.42, n.8, p. 680-685. *Vet. J.* 42(8) 680-685. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00081.x>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

HARPER J., SCHUMACHER J., De GRAVES F., SCHRAMME M. & SCHUMACHER J. Effects of analgesia of the digital flexor tendon sheath on pain originating in the sole, distal interphalangeal joint or navicular bursa of horses. *Eq. Vet. J.*, 2007, 39(6) 535-539. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/042516407X216336>>. Acesso em 19 jan. 2016.

HUNT, R. J. Clinical Evaluation and Diagnosis of Palmar Foot Pain. **Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners**, San Antonio, TX, USA, 2006, 52, 198-202. Disponível em: <<http://www.ivis.org/proceedings/aaep/2006/hunt/chapter.asp?LA=1>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

JORDANA M. et al. Comparison of four techniques for synoviocentesis of the equine digital flexor tendon sheath. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.25, n.3, p.178-183. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3415/VCOT-11-06-0085PB>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

JORDANA M. et al. Distal limb desensitization following analgesia of the digital flexor tendon sheath in horses using four different techniques. **Equine Veterinary Journal**, v.46, n.4, p.488-493. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/evj.12186>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

KEEGAN K.G. et al. **American Journal of Veterinary Research**, v.59, n.11, p.1370-7377. 1998.

KEEGAN K.G. et al. Repeatability of subjective evaluation of lameness in horses. **Equine Veterinary Journal**, v.42, n.2, p.92-97. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/042516409X479568>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

KEEGAN G.K. Objective assessment of lameness. In: BAXTER G.M. **Adams & Stashak's Lameness in Horses**, 6ª ed., Editora Wiley-Blackwell, 2011, pg 154-172.

MANFREDI J.M. et al. Steroid diffusion into the navicular bursa occurs in horses affected by palmar foot pain. **Veterinary Record**, December, v.171, n.25, p.643-647. 2012. Disponível em: <<http://veterinaryrecord.bmj.com/content/171/25/642.full.pdf+html>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

MARTIN B.B. et al. Causes of poor performance of horses during training, racing or showing: 348 cases (1992-1996). **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.216, n.4, p.554-558. 2000.

MALIYE S. et al. An inertial sensor-based system can objectively assess diagnostic anaesthesia of the equine foot. **Equine Veterinary Journal**, v.45 (supl), p.26-30. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/evj.12158>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

McCRACKEN M.J. et al. Comparison of an inertial sensor system of lameness quantification with subjective lameness evaluation. **Equine Veterinary Journal**, v.44, n.6, p.652-656. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.2042-3306.2012.00571.x>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

MURRAY,R.C. et al. Association of type of sport and performance level with anatomical site of orthopaedic injury diagnosis. **Equine Veterinary Journal**, v.38, n.S36, p.411-416. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.2042-3306.2006.tb05578.x>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

NAGY, A., BODÓ, G., DYSON, S. J. Diffusion of contrast medium after four different techniques for analgesia of the proximal metacarpal region: an in vivo and in vitro study. **Equine Veterinary Journal**, v.44, n.6, p. 668-673. 2009, Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1111/j.2042-3306.2012.00564.x>> . Acessado em 19 de jan. 2016.

PARKS, A. Form and function of the equine digit. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, Fort Collins, v.19, n.2, p.285-307. 2003.

PAZ, C. Limiar nociceptivo mecânico no extrato laminar dorsal em cavalos submetidos à anestesia do nervo digital palmar. 2015, 36p. Dissertação (Mestrado em XXXX) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, RS, 2015.

PLEASANT, R.S., MOLL, H.D., LEY, W.B., LESSARD, P., WARNICK, L.D. Intra-articular Anesthesia of the Distal Interphalangeal Joint Alleviates Lameness Associated With the Navicular Bursa in Horses. **Veterinary Surgery**, v.26, n.2, p.137-140. 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-950X.1997.tb01476.x>> . Acesso em: 19 jan, 2016.

PICCOT-CRÉZOLLET C., CAUVIN E.R. & LEPAGE O.M. Comparasion of two techniques for injection of the podotroclear bursa in horses. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.226, n.9, p.1524-1528. 2005

RATZLAF M.H., WHITE K.K. Some Biomechanical Considerations Of Navicular Disease. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.9, n.3, p.149-153. 1989.

ROSS, M.W. Lameness in Horses: Basic Facts before Starting. In: ROSS M.W & DYSON S.J. **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. Ed Saunders, St. Louis, Missouri, pg 3-8, 2003.

RUNGSRI, P.K., et al. Use of Body-Mounted Inertial Sensors to Objectively Evaluate the Response to Perineural Analgesia of the Distal Limb and Intra-articular Analgesia of the Distal Interphalangeal Joint in Horses With Forelimb Lameness. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.34, n.8, p.972-977. 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080614001695>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

SACK, W. O. Nerve distribution in the metacarpus and front digit of the horse. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.167, n.4, p.298-305. 1975.

SCHRAMME M.C. et al. An *in vitro* study to compare 5 different techniques for injection of the navicular bursa in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v.32, n.2, p.263-267. 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/042516400776563635>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

SCHRAMME M. et al. Diagnostic analgesia of the foot: techniques & interpretations. **Proceedings of the Belgian Equine Practitioners Society**, Leuven, Belgium, 2015, 9-19.

SCHUMACHER, J., et al. Effects of analgesia of the distal interphalangeal joint or palmar digital nerves on lameness caused by solar pain in horses. **Veterinary Surgery**, v. 29, n.1, p.54-58. 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-950X.2000.00054.x>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

a SCHUMACHER J. et al. A comparasion of the effects of local analgesic solution in the navicular bursa of horses with lameness caused by solar toe or solar heel pain. **Equine Veterinary Journal**, v.33, n.4, p.386-389. 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/042516400776563635>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

b SCHUMACHER J. et al. A comparison of the effects of two volumes of local anesthetic solution in the distal interphalangeal joint of horses with lameness caused by solar heel pain. **Equine Veterinary Journal**, v.33, n.3, p.265-268. 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/042516401776249778>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

SCHUMACHER J. et al. The effect of local anaesthetic solution in the navicular bursa of horses with lameness caused by distal interphalangeal joint pain. **Equine Veterinary Journal**, v.35, n.5, p.502-505. 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/042516403775600460>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

SCHUMACHER J., et al. Diagnostic analgesia of the equine digit. **Equine Veterinary Education**, v.25, n.8, p.408-421. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/eve.12001>>. Acesso em 19 jan. 2016.

SCHUMACHER J. et al. Review of Mistakes That Can Be Made When Interpreting the Results of Diagnostic Analgesia During a Lameness Examination. **Proceedings of the 60th annual Convention of American Association of Equine Practitioners**, Salt Lake City, UT, USA, 2014, vol 60, 83-94.

SEABAUGH, K.A., et al. Assessment of the tissue diffusion of anesthetic agent following administration of a low palmar nerve block in horses. **Journal of American Veterinary Medical Association**. v.239, n.10, p.1334-1340. 2011.

SILVA G.B. et al. Duration and Efficacy of Different Local Anesthetics on the Palmar Digital Nerve Block in Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.35, n., p.749-755. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073708061500485> >. Acesso em: 19 jan. 2016.

SMITH M.R, WRIGHT I.M. Noninfected tenosynovite of the digital flexor tendon sheath: a retrospective analysis of 76 cases. **Equine Veterinary Journal**, v.38, n., p.134-141. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2746/042516406776563350>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

TURNER, A. T. Predictive value of diagnosis tests for navicular pain. Em: **Proceedings of 42nd annual convention of AAEP**, Denver, Colorado, vol.42, 201-204. 1996.

TURNER, T.A. Caudal Hoof Lameness. In: FLOYD A.E & MANSMANN R.A. **Equine Podiatry**, Editora Saunders Elsevier, 2007, p.294-312.

TURNER, A.T. Diagnosis and Management of Palmar Hoof Pain. In: **Proceedings of AAEP Focus meeting on the Foot**, Fort Collins, CO, USA. 24-29. 2013.

VAZQUEZ de M.R. et al.. Lateral approach for arthrocentesis of distal interphalangeal joint in horses. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.212, n., p.1413-1418. 1998.

VERSCHOOTEN F. et al. Navicular disease in the horse: the effect of controlled intrabursal corticoid injection. **Equine Veterinary Journal**, v.10, n.4, p.316-320.1990. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080606800183>>. Acesso em: 19 jan 2016.

WAGUESPACK, R.W., HANSON, R.R. Navicular syndrome in equine patients: anatomy, causes and diagnosis. **Compendium: continuing education for veterinarians**, v.32, n.12, p.E2-E14. 2010.