

Comparação entre duas técnicas de neurografia do digital palmar em eqüinos

[Comparative study of two techniques of digital palmar neurography in horses]

N. Delistoianov, D.G. Macoris, R.F. Godoy, A.C. Alessi*

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP
Via de Acesso Paulo Donato Castellane, s/n
14884-900 – Jaboticabal, SP

RESUMO

Foram comparadas duas técnicas de neurografia em seis eqüinos, divididos em três grupos (G), conforme o tempo para a biópsia. Os animais foram submetidos a neurectomia dos nervos digitais palmares (NDP) e aplicaram-se duas suturas epineurais (SE) e suturas com tubos de silicone (STS) em cada animal. Avaliaram-se os animais mensalmente pelo teste de sensibilidade e exame do aparelho locomotor até a realização das biópsias dos NDP. Aos 30 dias pós-cirurgia foi realizada biópsia no GI, aos 60 dias no GII e aos 180 dias no GIII. Macroscopicamente, o NDP encontrou-se envolvido por tecido conjuntivo fibroso. Microscopicamente, constataram-se proliferação axonal em uma amostra do GI e neuromas nas amostras dos GI, GII e GIII. Houve proliferação de tecido conjuntivo em todos os grupos no local de reparação para SE e adentrando no interior do tubo na STS. Visibilizaram-se infiltrado de células inflamatórias, alterações no coto proximal e degeneração no coto distal na SE e na STS. As técnicas não apresentaram resultados satisfatórios quanto ao grau de regeneração do coto proximal até o coto distal.

Palavras-chave: eqüino, neurografia, neuroma, reparação nervosa, nervo digital palmar

ABSTRACT

Two neurography techniques were compared using six horses divided in three groups (G), based on the biopsy time. After neurectomy of the palmar digital nerves (DPN), two epineural sutures (ES) and two sutures with silicone tube (STS) were applied in each animal. All animals were evaluated monthly by sensitivity test and locomotor apparatus examination until collection of the suture sites by biopsy. Biopsy procedure was performed at 30 days post surgery in G1, 60 days in G2 and 180 days in G3. Grossly, the digital palmar nerve was involved by fibrous connective tissue. Microscopically, axonal growth in one sample from G1 and neuroma in samples from G1, G2 and G3 were observed. Proliferation of connective tissue occurred in all groups in repaired areas of ES and penetrated in the interior of STS tubes. Inflammatory cells, alterations of the proximal stump and degeneration of distal stump in ES and in STS were observed. Both techniques showed no satisfactory results regarding the degree of regeneration from proximal to distal stump.

Keywords: horse, neurography, neuroma, nerve repair, digital palmar nerve

INTRODUÇÃO

O objetivo fundamental da reparação nervosa é a restauração da função motora e sensitiva. Com a

introdução de novas técnicas microcirúrgicas, subseqüentes melhorias nos instrumentais e diâmetro dos fios, várias alternativas têm sido propostas para a reparação ou reconstrução do

Recebido em 13 de abril de 2004

Aceito em 22 de agosto de 2005

*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: alessi@fcav.unesp.br

tecido nervoso frente a uma injúria (McNamara et al., 1987).

Todo o processo de regeneração depende da sobrevivência da célula nervosa. Após o nascimento, a mitose e a divisão dessas células são interrompidas e não são formadas novas células durante o resto da vida. Caso a célula seja destruída ou gravemente lesada, não há possibilidade de sua regeneração (Probst, 1998).

Em eqüinos, a secção do nervo ocorre mais comumente como terapia de claudicações crônicas, após laceração, trauma ou ainda de forma negligente durante o procedimento cirúrgico. Danos nas estruturas que compõem o tronco nervoso nos eqüinos podem resultar em bloqueio transitório na condução nervosa, até a total desmielinização, fibrose neural e degeneração walleriana (Adair e Andrews, 1995).

Como consequência de injúria severa do nervo periférico, há uma seqüência previsível na degeneração axonal dos cotos nervosos proximal e distal (Terzis e Smith, 1990). Os cotos proximais dos axônios degenerados podem desenvolver novos cones de crescimento à medida que o axônio prolifera. Esses cones de crescimento são guiados pelas células de Schwann até o coto distal (Girolami et al., 2000).

Quando as extremidades dos nervos seccionados não estão bem aproximadas, os axônios em regeneração crescem ao acaso no tecido cicatricial na extremidade do coto proximal, formando uma tumefação dolorosa conhecida como neuroma traumático ou por amputação (Vogel et al., 2002). Evans et al. (1968) e Ferreira et al. (2002) utilizaram tubo de silicone no coto proximal após neurectomia para prevenção de neuroma e proliferação axonal e obtiveram resultados satisfatórios com o uso da técnica.

O objetivo das técnicas de reparação é o restabelecimento do tronco nervoso, incluindo todos os seus elementos para permitir reinervação favorável (Livingstone e Lundborg, 1988). Caso contrário, o crescimento axonal se dá de forma desorganizada, impedindo a transmissão de impulsos (Adair e Andrews, 1995).

Os fatores que influenciam no sucesso do processo reparativo são o tempo de intervenção, a tensão sobre o local de reparação e o material de sutura utilizado. A restauração nervosa pode ser realizada com sutura, por meio da sutura epineural ou sutura perineural (Terzis e Smith, 1990), ou sem sutura, por meio de reunião com adesivo (Adair e Andrews, 1995), reunião a laser (Gibson e Daniloff, 1989), enxertos nervosos (McNamara et al., 1987) ou ainda por bainhas nervosas, as quais vêm sendo utilizadas com o propósito de melhorar a reinervação, favorecendo o direcionamento axonal e prevenindo o crescimento de tecido cicatricial circundante (Livingstone e Lundborg, 1988). Os tubos podem ser feitos de veias ou artérias, compostos de polímero de lactato, silicone, colágeno autógeno ou polietileno (Gibson e Daniloff, 1989).

O tubo de silicone tem sido usado extensivamente na restauração nervosa experimental e em alguns casos clínicos (Lundborg et al., 1991). O silicone não é absorvível e não induz reação inflamatória (Livingstone e Lundborg, 1988).

Ashur et al. (1987), ao mensurarem o grau de reinervação do nervo ciático de ratos por método eletrofisiológico e diferentes procedimentos para restauração, obtiveram melhores resultados com o tubo de silicone. Meyer et al. (1997), ao empregarem tubos de silicone e sutura epineural no nervo ciático de ratos, obtiveram melhor recuperação funcional no grupo com reparação epineural do que no grupo com tubo, na avaliação com oito semanas, mas não houve diferença entre os grupos avaliados com 16 e 32 semanas.

Stopiglia et al. (1998) fizeram avaliação morfométrica de fibras nervosas reinervadas do nervo ulnar de cães utilizando o auto-enxerto e tubos de silicone e não encontraram diferenças morfométricas significantes. Lundborg et al. (1997) restauraram o nervo ulnar e mediano de humanos utilizando tubos de silicone e sutura epineural, e os resultados não mostraram diferenças entre ambas as técnicas.

Não foram encontradas pesquisas que avaliaram neurorrafia em eqüinos. Dessa forma, o presente trabalho objetivou comparar duas diferentes técnicas de neurorrafia na espécie eqüina.

MATERIAL E MÉTODOS

Seis equinos adultos, clinicamente saudáveis, com peso entre 300 e 450kg, avaliados por exames clínico, do locomotor e laboratorial para hematócrito e proteína total, foram divididos em três grupos, GI, GII e GIII, cada um com dois animais, segundo o tempo de colheita de biópsias.

A medicação pré-anestésica incluiu tranquilização com xilazina 10%¹ (1,0mg/kg/IV). Decorridos 10 minutos, administrou-se éter gliceril guaiacol² (110mg/kg/IV), sendo a indução anestésica feita com tiopental sódico³ (1g/200kg/IV). Os animais, intubados e mantidos sob anestesia pelo halotano⁴ vaporizado em oxigênio (15mL/kg), em circuito semifechado, foram posicionados em decúbito lateral. Em seguida, procederam-se à colocação de uma bandagem de *Smarch* no sentido do casco até o terço distal do metacarpo e a anti-sepsia do campo cirúrgico. As neurectomias do NDP lateral e medial foram realizadas segundo a técnica de guilhotina descrita por Turner e McLlwraith (1985).

Após a neurectomia, realizou-se a neurorrafia utilizando-se sutura epineural (SE), pela aposição dos cotos com pontos simples separados (quatro pontos) com fio de náilon⁵ 9-0, em um membro, e sutura com tubo de silicone⁶ (STS) de, aproximadamente, 1,5cm de comprimento, 2mm de diâmetro interno e 0,5mm de espessura de parede, no membro oposto. Os cotos dos nervos proximal e distal foram introduzidos no tubo de silicone em aposição, sem deixar espaço entre eles. A fixação do tubo de silicone no epineuro foi feita por quatro pontos simples separados com náilon 9-0. A seguir, realizou-se sutura de reaproximação no subcutâneo com fio de poliglactina⁷ 0 e sutura de pele em pontos

simples, separados com fio inabsorvível sintético-Suturamid⁸. Após a SE e STS, feitas em decúbito lateral (direito ou esquerdo), colocou-se o animal em decúbito oposto, para a realização do mesmo procedimento cirúrgico.

Foram utilizados instrumentos cirúrgicos de microcirurgias oftálmicas como: porta agulha barraquer⁹, pinças de colibri castroviejo¹⁰ retas e lupa de pala¹¹ com aumento de 2,5×. Durante o período pós-operatório administraram-se antibióticos (penicilina benzatina¹² na dose de 30.000UI/kg a cada 48 horas durante 7 dias) e analgésicos (fenilbutazona¹³ na dose de 4,4mg/kg a cada 24 horas durante 3 dias), e foram feitos curativos locais até a remoção da sutura de pele, com 13 dias.

Até as biópsias, os animais foram avaliados mensalmente, ao passo e ao trote, forçando-os a se moverem em círculos à direita, à esquerda e com recuo, quando se observou a presença ou ausência de fraqueza, ataxia, espasticidade ou dismetria (Speirs, 1999). Fez-se o teste de sensibilidade na ferida cirúrgica por meio de resposta aversiva do membro torácico frente a um estímulo pressórico com objeto pontiagudo.

Nos animais do GI colheram-se amostras aos 30 dias, nos do GII aos 60 dias e nos do GIII aos 180 dias pós-cirurgia. Após a dissecação e retirada de segmentos dos NDP com, aproximadamente, 3cm proximal e 3cm distal ao local de sutura, as amostras foram fixadas em formalina a 10%, seccionadas em corte transversal nos lados proximal e distal a mais ou menos 2cm do local de reparação e em corte longitudinal. Os cortes foram corados com hematoxilina-eosina, tricrômio de Masson, lapham e impregnação argêntica (Luna, 1992).

Macroscopicamente, avaliaram-se as amostras quanto à presença de tecido conjuntivo fibroso e

¹ Sedazine – Fort Dodge – Saúde Animal Ltda – São Paulo/SP

² Éter Gliceril Guaiacol – Henryfarma – Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda – São Paulo/SP

³ Tiopental – Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda – Itapira/SP

⁴ Halothano – Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda – Itapira/SP

⁵ Mononylon 9-0 – Johnson & Johnson (Ethicon) – Produtos Profissionais Ltda – São José dos Campos/SP

⁶ Flexi-Drain Multipurpose Wound Drain – Handle Cook – Queensland, Austrália

⁷ Vycril 0 – Johnson & Johnson (Ethicon) – Produtos Profissionais Ltda – São José dos Campos, SP

⁸ Supramid 1 – Hauptner GmbH & Co.KG

⁹ Porta Agulha Barraquer – J. Petrovich – Instrumentos Cirúrgicos – São Paulo, SP

¹⁰ Pinça de Colibri Castroviejo – J. Petrovich – Instrumentos Cirúrgicos – São Paulo, SP

¹¹ Lupa com Armação em Metal com Pala – Intex – Ref. ELTLP 28x32

¹² Pentabiótico Veterinário Reforço – Fort Dodge – Saúde Animal Ltda – Campinas, SP

¹³ Equipalazone – Marcolab Laboratórios Ltda – Duque de Caxias, RJ

Comparação entre duas técnicas de neurorrafia...

aderências entre as estruturas do feixe vâsculo-nervoso. Histologicamente, por meio de microscopia de luz, observaram-se, em corte longitudinal para SE e STS, a presença ou a ausência de proliferação axonal, tecido conjuntivo, infiltrado inflamatório ou alterações nos cotos dos nervos proximais e distais e no interior do tubo no caso de STS. Nas amostras submetidas ao corte transversal foram observadas alterações nos cotos dos nervos proximais e distais.

RESULTADOS

No exame do aparelho locomotor, os animais apresentaram resposta positiva ao teste de sensibilidade na região da ferida cirúrgica.

Durante a biópsia dos animais do GI, o NDP mostrou-se envolvido por grande quantidade de tecido conjuntivo fibroso, com aderências entre

as estruturas do feixe vâsculo-nervoso independente do tipo de sutura utilizado. No GII e GIII, as amostras estavam menos aderidas e com menor quantidade de tecido conjuntivo fibroso envolvendo-as. No GI, o interior do tubo estava preenchido por uma quantidade de tecido que não atingiu o seu diâmetro total e, no GII e GIII, o tubo estava preenchido por tecido em todo o seu diâmetro interno (Fig. 1).

Os métodos de coloração de hematoxilina-eosina e tricrômio de Masson foram os mais utilizados na análise histológica, pois as colorações de lapham e impregnação argêntica foram menos adequadas para a análise das observações feitas em corte longitudinal e transversal.

Na histologia, por meio de microscopia de luz dos NDP dos GI, GII e GIII, as observações foram feitas em cortes longitudinal (Tab. 1) e transversal (Tab. 2).

Tabela 1. Aspectos histológicos* do nervo digital palmar de eqüino submetido a neurorrafia com tubo de silicone e sutura epineural, segundo o tempo de avaliação após a cirurgia

	GI – Avaliação 30 dias pós-cirurgia		GII – Avaliação 60 dias pós-cirurgia		GIII – Avaliação 180 dias pós-cirurgia	
	Sutura epineural	Sutura com tubo	Sutura epineural	Sutura com tubo	Sutura epineural	Sutura com tubo
Alteração no coto proximal	Fibras junto ao local de reparação: 1 e 3	Fibras junto à extremidade do tubo: 1, 3 e 5 (1 amostra)	Fibras junto ao local de reparação: 1, 3 e 5 (2 amostras)	Fibras junto à extremidade do tubo: 1, 3 e 5 (3 amostras)	Fibras junto ao local de reparação: 1, 3 e 5 (2 amostras)	Fibras junto à extremidade do tubo: 1, 3 e 5 **
Alteração no coto distal	1, 3 e 4	1, 3 e 4	1, 3 e 4	1, 3 e 4	1, 3 e 4	1, 3 e 4
Alteração do coto proximal no interior do tubo		1 e 3	-	1, 3 e 4 (3 amostras); 2, 3 e 4 (1 amostra)	-	1, 3 e 4 (3 amostras); 2, 3 e 4 (1 amostra)
Alteração do coto distal no interior do tubo	-	1 e 3	-	1 e 3	-	1, 3 e 4 (3 amostras); 2, 3 e 4 (1 amostra)
Proliferação axonal	Ausente	Presente (1 amostra)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Proliferação de tecido conjuntivo	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Infiltrado de células inflamatórias	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente

*Alterações: 1 - ausência de neuroqueratina, 2 - presença de pequena quantidade de neuroqueratina, 3 - núcleos de células de Schwann picnóticos, 4 - vacúolos axonais e 5 - neuroma. ** ver Fig. 2

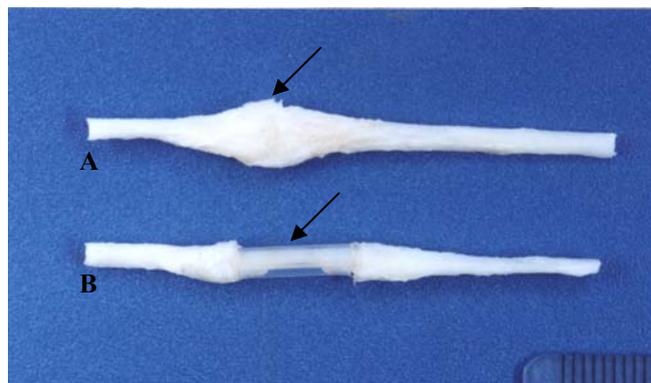


Figura 1. Aspecto macroscópico dos nervos digitais palmares de equino submetidos a neurorrafia epineural (A) ou com tubo de silicone (B). Observar tecido conjuntivo fibroso envolvendo a amostra com sutura epineural (seta em A) e no tubo de silicone a presença de tecido preenchendo seu diâmetro interno (seta em B). Animal com 180 dias pós-cirúrgico.

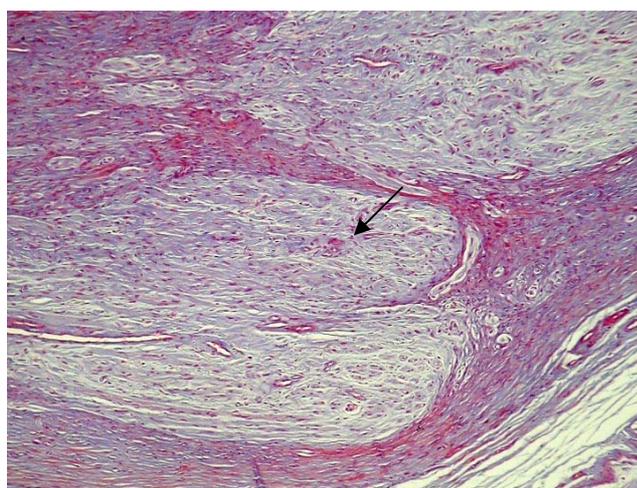


Figura 2. Aspecto microscópico do nervo digital palmar de equino submetido a neurorrafia com tubo de silicone. Observar presença de neuromas (seta) nas fibras nervosas do coto proximal junto à extremidade do tubo. Animal com 180 dias pós-cirúrgico. TM, obj. 10×.

Tabela 2. Aspectos histológicos* do nervo digital palmar de equino submetido a neurorrafia com tubo de silicone e sutura epineural, segundo o tempo de avaliação após a cirurgia

	GI – Avaliação 30 dias pós-cirurgia		GII – Avaliação 60 dias pós-cirurgia		GIII – Avaliação 180 dias pós-cirurgia	
	Sutura epineural	Sutura com tubo	Sutura epineural	Sutura com tubo	Sutura epineural	Sutura com tubo
Alteração no coto proximal	Sem alteração	Sem alteração	1, 3 e 4	1, 3 e 4	1 e 3	1 e 3
Alteração no coto distal	2, 3 e 4	2, 3 e 4 (grande quantidade)	2, 3 e 4	2, 3 e 4 (grande quantidade)	2 e 3	2 e 3

*Alterações: 1 - presença de menor quantidade de axônios e neuroqueratina em relação aos fascículos inalterados, 2 - ausência de axônio e neuroqueratina, 3 - núcleos de células de Schwann picnóticos e 4 - vacúolos axonais.

DISCUSSÃO

Os procedimentos cirúrgicos obedeceram aos preceitos básicos da cirurgia de nervos, utilizando-se instrumental e treinamento cirúrgico adequados.

O tempo de colheita das amostras para cada grupo foi escolhido com base em trabalhos realizados em outras espécies animais, inclusive no homem, conforme Ashur et al. (1987), Lundborg et al. (1997) e Meyer et al. (1997), que trabalharam com intervalos entre 1-8 meses.

Consideraram-se 24 semanas como o limite para as últimas biópsias, quando haveria resultado satisfatório em termos de regeneração nervosa. Ashur et al. (1987), Meyer et al. (1997) e Lundborg et al. (1997) relataram tempos superiores a seis meses de avaliação, ao trabalharem com roedores e homem, o que confere maior facilidade metodológica.

Neste experimento, optou-se pela sutura epineural porque é uma técnica comumente usada na restauração de nervos (Terzis e Smith 1990). Foi comparada com a técnica do tubo de silicone, que vem sendo utilizada com o propósito de melhorar a regeneração nervosa, favorecer o direcionamento axonal e prevenir o crescimento de tecido cicatricial circunjacente (Livingstone e Lundborg, 1988). O tubo de silicone, originalmente indicado pelo fabricante para drenagem de feridas, mostrou-se adequado para este estudo por não provocar reação tecidual, do tipo corpo estranho. Na análise histológica, não foram encontradas evidências desse tipo de reação, embora células gigantes estivessem presentes junto aos fios de sutura. Outra característica importante do tubo de silicone é a sua flexibilidade.

O tubo de silicone propiciou isolamento satisfatório do microambiente de regeneração e redução da invasão de tecido conjuntivo no local de reparação em relação à sutura epineural, embora não houvesse reinervação satisfatória. Durante a colheita das amostras dos nervos digitais palmares lateral e medial, observaram-se aderências entre as estruturas do feixe vasculo-nervoso, que dificultaram a dissecação, mas não inviabilizou a retirada dos segmentos em todos os grupos, permitindo, dessa maneira, obter o material.

Para melhor compreensão da resposta regenerativa ou degenerativa dos nervos digitais palmares lateral ou medial, optou-se pela análise microscópica das amostras. Os cortes histológicos, obtidos após inclusão em parafina, tanto na orientação longitudinal quanto na transversal, permitiram observar as várias estruturas dos nervos de interesse.

Microscopicamente, não foi visualizada proliferação axonal do coto proximal a ponto de se aproximar do coto distal, pois este apresentou processos degenerativos em todas as amostras analisadas. A SE e a STS apresentaram resultados favoráveis quanto ao processo regenerativo nas pesquisas de Ashur et al. (1987), Stevenson et al. (1994), Buti et al. (1996) e Meyer et al. (1997), ao utilizarem roedores e modelos de funcionalidade para avaliação da reparação dos tecidos. Lundborg et al. (1991) e Lundborg et al. (1997), ao usarem a neurorrafia no ser humano, após a transecção traumática dos nervos, e Stopiglia et al. (1998), ao avaliarem o auto-enxerto e a prótese tubular de silicone em cães, não encontraram diferenças morfológicas quanto ao processo regenerativo.

Essas divergências de resultados podem ser atribuídas ao fato de ter ocorrido proliferação excessiva de tecido conjuntivo entre os cotos proximal e distal, na sutura epineural bem como invasão do espaço interior do tubo de silicone, através das extremidades, mesmo utilizando-se o tubo de silicone com diâmetro interno compatível com o diâmetro do nervo digital palmar. Estes resultados diferem dos relatos de Ducker e Hayes (1968), que descreveram que o tubo de silicone deve apresentar uma área de secção transversa interna duas a três vezes maior que a do nervo.

Enfatiza-se que a proliferação de tecido conjuntivo ocorreu mesmo não se deixando espaço entre os cotos dos nervos, procedimento que foi adotado em todos os experimentos citados, quando se utilizou a técnica com tubo de silicone. Optou-se pela realização dessa técnica, de forma modificada, porque se sabe da particularidade de resposta exacerbada do equino diante de um processo cicatricial.

Neste experimento, foi confirmada a formação de neuromas no coto do nervo proximal, tanto na sutura epineural quanto na sutura com tubo de

silicone. Essa ocorrência pode ser observada nos casos em que as extremidades seccionadas dos nervos não estão bem aproximadas e há formação de tecido cicatricial entre os cotos proximal e distal.

Os resultados obtidos não foram os esperados, porque nem ao menos quando da utilização da sutura epineural houve proliferação axonal suficiente para reinervar o coto distal. A intensa proliferação de tecido conjuntivo entre os cotos proximal e distal para a sutura epineural e por meio das bordas e interior do tubo de silicone, ao que tudo indica, impediu a proliferação axonal. No entanto, como a regeneração de nervos periféricos em eqüinos não é bem conhecida, outros fatores não identificados poderiam estar envolvidos.

Infere-se que a neurografia em eqüinos, utilizando técnicas empregadas em outras espécies animais ou no ser humano, não parece viável. Problemas com a proliferação excessiva de tecido conjuntivo ou outras interferências devem ser resolvidos. Para isso, os próximos passos a serem pesquisados devem eleger a procura por estímulos à proliferação axonal e técnicas que minimizem a interferência da proliferação conjuntiva.

CONCLUSÕES

As técnicas de neurografia utilizadas, sutura epineural e sutura com tubo de silicone nos nervos digitais palmares lateral e medial em eqüinos, não apresentaram resultados satisfatórios e não houve diferenças entre as técnicas. Além disso, provocaram nos cotos dos nervos proximal e distal formação de neuromas e degeneração walleriana, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAIR, H.S.; ANDREWS, F.M. Diseases of the peripheral nerves. In: KOBLUK, C.N.; AMES, T.R.; GEOR, R.J. *The horse: diseases e clinical management*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1995. p.473-482.

ASHUR, H.; VILNER, Y.; FINSTERBUSH, A. et al. Extent of fiber regeneration after peripheral nerve repair: silicone splint vs. suture, gap repair

vs. graft. *Exp. Neurol.*, v.97, p.365-374, 1987.

BUTI, M.; VERDU, E.; LABRADOR, R.O. et al. Influence of physical parameters of nerve chambers on peripheral nerve regeneration and reinnervation. *Exp. Neurol.*, v.37, p.26-33, 1996.

DUCKER, T.B.; HAYES, G.J. Experimental improvements in the use of silastic cuff for peripheral nerve repair. *J. Neurosurg.*, v.28, p.217-221, 1968.

EVANS, L.H.; CAMPBELL, J.B.; PINNER-POOLE, B. et al. Prevention of painful neuromas in horses. *J. Vet. Med. Assoc.*, v.153, p.31-33, 1968.

FERREIRA, M.A.; STOPIGLIA, A.J.; SILVA, L.C.L.F. Avaliação da técnica de tubulização do nervo digital palmar de eqüino, após neurectomia, com uso de prótese de silicone. *Vet. Not.*, v.8, p.35-43, 2002.

GIBSON, K.L.; DANILOFF, J.K. Peripheral nerve repair. *Cont. Educ. Article*, v.11, p.938-944, 1989.

GIROLAMI, U.D.; ANTHONY, D.C.; FROSCHE, M.P. Nervo periférico e músculo esquelético. In: COTRAN, R.S.; KUMAR, V.; COLLINS, T. *Robbins patologia estrutural e funcional*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p.1133-1211.

LIVINGSTONE, C.; LUNGBORG, G. *Nerve injury and repair*. New York: Melbourne, 1988. p.196-197.

LUNA, L. G. *Histopathologic methods and color atlas of special stains and tissue artifacts*. Gaithersburg: American Histolabs, p.1-712.

LUNDBORG, G.; DAHLIN, L.B.; DANIELSEN, N. Ulnar nerve repair by the silicone chamber technique. *Scand. J. Plast. Reconst. Hand Surg.*, v.25, p.79-82, 1991.

LUNDBORG, G.; ROSEN, B.; DAHLIN, L. et al. Tubular versus conventional repair of median and ulnar nerves in the human forearm: early results from a prospective, randomized, clinical study. *J. Hand Surg.*, v.22, p.99-106, 1997.

McNAMARA, M.J.; GARRET, W.E.; SEABER, A.V. et al. Neurotization, nerve grafting, and neurotization: a functional comparison of nerve reconstruction techniques. *J. Hand Surg.*, v.12, p.354-360, 1987.

Comparação entre duas técnicas de neurorrafia...

- MEYER, R.S.; ABRAMS, R.A.; BOTTE, M.J. et al. Functional recovery following neurorrhaphy of the rat sciatic nerve by epineurial repair compared with tubulization. *J. Orthop. Res.*, v.15, p.664-669, 1997.
- PROBST, C.W. Cicatrização das feridas e regeneração de tecidos específicos. In: SLATTER, D. *Manual de cirurgia de pequenos animais*. São Paulo: Manole, 1998. p.66-78.
- SPEIRS, V.C. *Exame clínico de eqüinos*. Porto Alegre: Artmed, 1999. p.90-91.
- STEVENSON, T.R.; KADHIRESAN, V.A.; FAULKNER, J.A. Tubular nerve guide and epineurial repair: comparison of techniques for neurorrhaphy. *J. Reconstr. Microsurg.*, v.10, p.171-174, 1994.
- STOPIGLIA, A.J.; LAINETTI, R.D.; PIRES, R.S. et al. Avaliação morfométrica de fibras nervosas do nervo ulnar após reparação cirúrgica com auto-enxerto e prótese tubular em cães. *Braz. J. Vet. Res.*, v.35, p.80-83, 1998.
- TERZIS, J.K.; SMITH, K.L. *The peripheral nerve: structure function reconstruction*. New York: Raven, 1990. p.1-37, 72-92, 117-139.
- TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. *Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte*. São Paulo: Roca, 1985. p.141-143.
- VOGEL, F.S.; FULLER, G.N.; BOULDIN, T.W. Sistema nervoso. In: RUBIN, E.; FARBER, J.L. *Patologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p.1392-1481.