

Morfologia de células neurológicas e imunológicas da medula espinhal de cães (*Canis familiaris*, Linnaeus, 1758)

Alessandra Cristina Francischini de Carvalho, Maria Rita Pacheco*, Silvana Martinez Baraldi Artoni e Orandi Mateus

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Câmpus de Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: alessandracarvalho@unirpnet.com.br

RESUMO. Analisou-se a morfologia de neurônios, de neuróglia e de células de defesa da pia-máter das regiões cervical, torácica e lombar da medula espinhal de cães. Utilizaram-se as técnicas da hematoxilina-eosina (HE), do tricrômico de Masson (TM), da impregnação pela prata e da peroxidase anti-peroxidase (PAP). Pela coloração com TM, evidenciaram-se neurônios com núcleo acidófilo e citoplasma basófilo e com HE, o núcleo mostrou-se basófilo e o citoplasma acidófilo. Observou-se irregularidade nos prolongamentos citoplasmáticos (núcleo grande, esférico ou oval, pouco corado, com cromatina frouxa e um ou mais nucléolos evidentes). Pela PAP, visualizou-se astrócitos com citoplasma marrom e núcleo roxo-azulado, possuindo os fibrosos prolongamentos longos e menos ramificados e os protoplasmáticos, prolongamentos curtos e abundantes. Pela prata, evidenciou-se oligodendróglia com corpo celular arredondado e micróglia com corpo celular alongado e pequeno, tanto nas substâncias brancas quanto nas cinzentas. As células ependimárias apresentaram epitélio cilíndrico simples ciliado e as células de defesa apresentaram neutrófilos segmentados e eosinófilos.

Palavras-chave: morfologia, neurônio, neuróglia, medula espinhal, cão.

ABSTRACT. Morphology of neurological and immunologic cells of canine spinal cord. This study analyzed neurons and neuroglia morphology, and pia mater defensive cells from canine spinal cord cervical, thoracic, and lumbar regions. Hematoxylin-eosin (HE), Masson's trichrome (MT), silver and anti-peroxydase peroxydase (APP) stains were used. By MT, neurons with acidophilic nucleus and basophilic cytoplasm were observed. HE showed neurons with basophilic nucleus and acidophilic cytoplasm. Irregularity of cytoplasmic processes, large, round or oval nucleus, pale-stained, and one or more nucleolus was also noted. By APP, astrocytes were visualized with brown cytoplasm and blue-purple nucleus, showing fibrous astrocytes with long and less ramified processes, and protoplasmic astrocytes with short and ramified processes. Silver stain showed oligodendrocytes with round cell body and microglia with small and thin cell body, in both white and gray matter. Ependymary cells showed ciliated cylindrical epithelium, and the defensive cells found were mature neutrophils and eosinophiles.

Key words: morphology, neuron, neuroglia, spinal cord, dog.

Introdução

Importantes observações anatômicas e fisiológicas a respeito do Sistema Nervoso têm sido descritas desde Rufus de Ephesus (A.C. 110 - 180)(Lyons e Petrucelli, 1987).

O tecido nervoso compreende, basicamente, dois tipos celulares: os neurônios e as células gliais ou neuróglia (Chrisman, 1997; George e Castro, 1998; Vogel *et al.*, 2002; Machado, 2002; Gartner e Hiatt,

2002; Hib, 2003; Junqueira e Carneiro, 2004; Leboffe, 2005). Esses dois tipos básicos de células distinguem-se pela origem, pela estrutura e pelas funções (Machado, 2002). A região entre as células, o neurópilo, é uma trama tridimensional de prolongamentos celulares e de vasos sanguíneos (Leboffe, 2005).

O sistema nervoso consiste em neurônios de vários tamanhos e tipos, sendo basicamente

semelhantes em todas as espécies de animais domésticos (Bacha e Bacha, 2000). O neurônio é a sua unidade fundamental ou anatômica (Banks, 1992; Vogel *et al.*, 2002), com a função básica de receber, processar e enviar informações. A neurógliia, ou glia, compreende células que ocupam os espaços entre os neurônios, com funções de sustentação, de nutrição, de revestimento ou isolamento, de modulação da atividade neuronal e de defesa (Breazile, 1982; Ross *et al.*, 1995; Chrisman, 1997; George e Castro, 1998; Vogel *et al.*, 2002; Machado, 2002).

Os neurônios possuem morfologia complexa, variedade de formatos e de tamanhos (Vogel *et al.*, 2002; Junqueira e Carneiro, 2004 e Leboffê, 2005) e diversidade tridimensional (Banks, 1992). A maioria dos neurônios possui três regiões responsáveis por funções especializadas: o corpo celular e seus prolongamentos (Hib, 2003), ou seja, os dendritos (do grego, *déndron* = árvore) e o axônio (do grego, *áxon* = eixo) (Machado, 2002).

O formato do corpo celular é bastante variável, podendo ser esférico, ovóide, piramidal, fusiforme, estrelado ou em forma de lua crescente (Breazile, 1982; Vogel *et al.*, 2002; Junqueira e Carneiro, 2004). Além da forma, o tamanho do corpo celular também é extremamente variável, conforme o tipo de neurônio, podendo variar de 3 a 150 μm (George e Castro, 1998; Hib, 2003; Junqueira e Carneiro, 2004), tem os prolongamentos. Os dendritos geralmente são curtos e ramificam-se profusamente (Leboffê, 2005), à maneira de galhos de uma árvore, em ângulo agudo, originando dendritos de menor diâmetro (Ross *et al.*, 1995; George e Castro, 1998; Machado, 2002; Junqueira e Carneiro, 2004), à medida que se afastam do corpo celular e seu número varia de um a vários por neurônio (George e Castro, 1998), apresentando contorno irregular (Machado, 2002) e diâmetro maior que o axônio (Ross *et al.*, 1995).

A grande maioria dos neurônios possui um axônio, prolongamento longo e fino que se origina do corpo celular ou de um dendrito principal, em região denominada cone de implantação, praticamente desprovida de substância cromidial (Ross *et al.*, 1995; George e Castro, 1998; Machado, 2002; Hib, 2003; Junqueira e Carneiro, 2004; Leboffê, 2005). O axônio é cilíndrico e, quando se ramifica, o faz em ângulo obtuso, originando colaterais de mesmo diâmetro do inicial (Machado, 2002). Segundo Zhang *et al.* (1995), há uma diminuição no número e no tamanho dos axônios em decorrência do processo de envelhecimento.

A neurógliia foi descrita pela primeira vez por Virchow, em 1846 (Peters *et al.*, 1991). Tanto no

sistema nervoso central quanto no sistema nervoso periférico, os neurônios relacionam-se com células coletivamente denominadas neurógliia, glia ou gliócitos (Ross *et al.*, 1995; Vogel *et al.*, 2002; Machado, 2002; Hib, 2003; Junqueira e Carneiro, 2004; Leboffê, 2005). Essas são as células mais freqüentes do tecido nervoso, podendo a proporção entre neurônios e células gliais variar de 1:10 a 1:50 (Machado, 2002).

No sistema nervoso central, a neurógliia compreende astrócitos, oligodendrócitos, microgliócitos e um tipo de glia com disposição epitelial, as células endimárias (George e Castro, 1998; Vogel *et al.*, 2002; Machado, 2002; Gartner e Hiatt, 2002; Hib, 2003; Leboffê, 2005). Os astrócitos e os oligodendrócitos são coletivamente denominados como macrógliia e os microgliócitos como micrógliia.

Os astrócitos são abundantes (Machado, 2002) e representam as maiores células gliais, sendo caracterizados por inúmeros prolongamentos (George e Castro, 1998; Machado, 2002), restando pequena massa citoplasmática ao redor do núcleo esférico ou ovóide, central e vesiculoso (Junqueira e Carneiro, 2004; Gartner e Hiatt, 2002; Machado, 2002). São reconhecidos dois tipos morfológicos principais: astrócitos protoplasmáticos, localizados na substância cinzenta, e astrócitos fibrosos, encontrados na substância branca (Hirano, 1985; Chrisman, 1997; Machado, 2002; Gartner e Hiatt, 2002; Junqueira e Carneiro, 2004; Leboffê, 2005), mas são de difícil diferenciação em fotomicrografias com colorações de rotina (Leboffê, 2005). A distinção entre os dois tipos celulares é baseada na configuração, no número de prolongamentos e na sua localização (Lantos, 1990). Os primeiros distinguem-se por apresentarem prolongamentos mais espessos e curtos que se ramificam profusamente e são, muitas vezes, satélites do soma neuronal, tendo, assim, uma morfologia sinuosa e mais delicada (Hirano, 1985); já os prolongamentos dos astrócitos fibrosos são finos e longos e ramificam-se relativamente pouco (Ross *et al.*, 1995; Machado, 2002; Gartner e Hiatt, 2002). George e Castro (1998) descrevem, ainda, um outro tipo de astrócito, o misto. Ele ocorre no limite entre as substâncias branca e cinzenta, cujos prolongamentos que se dirigem à substância branca são do tipo fibroso e os que se dirigem à substância cinzenta são do tipo protoplasmático.

Em resposta a uma injúria, há uma complexa resposta celular imune, envolvendo astrócitos e micrógliia (Lemos, 1995; Vasconcelos *et al.*, 2004). Os astrócitos aumentam em número (processo de proliferação) e em volume celular (hipertrofia), localmente e ao redor dos sítios de injúria, por mitoses, ocupando áreas lesadas, sendo o principal componente do processo cicatricial (Moriarty e Borgens, 2001). Esse

processo de proliferação celular chama-se gliose (Junqueira e Carneiro, 2004) ou astrogliose (Eng *et al.*, 1992; Jubb e Huxtable, 1993).

Os oligodendrócitos são menores do que os astrócitos e possuem poucos e curtos prolongamentos (George e Castro, 1998; Machado, 2002; Junqueira e Carneiro, 2004). Em secções histológicas, apresentam núcleo menor e mais condensado do que o dos astrócitos (Machado, 2002; Leboffe, 2005). São encontrados tanto na substância branca como na cinzenta (Chrisman, 1997; Gartner e Hiatt, 2002; Junqueira e Carneiro, 2004) e são as células da glia mais abundantes na substância branca (Leboffe, 2005). Os oligodendrócitos rodeiam os axônios e são responsáveis pela formação de uma bainha membranosa chamada mielina (Hib, 2003; Leboffe, 2005).

A micróglia é composta por células pequenas e alongadas com núcleo denso também alongado e de contorno irregular e possuem poucos e curtos prolongamentos, que partem das suas extremidades (George e Castro, 1998; Machado, 2002), cobertos por saliências finas, o que lhes confere um aspecto espinhoso (Junqueira e Carneiro, 2004). São encontradas tanto na substância branca como na cinzenta, apresentam atividade fagocítica (Watabe *et al.*, 1989; Wagner e Raymond, 1991; Montgomery, 1994; Vasconcelos *et al.*, 2004; Moon e Shin, 2004; Leboffe, 2005) e atuam como células apresentadoras de antígenos (Vasconcelos *et al.*, 2004).

As células endimárias são remanescentes do neuroepitélio embrionário, mantendo-se em arranjo epitelial (Junqueira e Carneiro, 2004), e sendo coletivamente designadas como epêndima ou epitélio endimário (Ross *et al.*, 1995; Machado, 2002). São células cuboidais ou prismáticas nos adultos, mas pseudoestratificadas, não-uniformes nos filhotes (Mitro *et al.*, 1996). Elas estão presentes nas cavidades naturais do SNC, revestindo, como epitélio de revestimento simples, as paredes dos ventrículos cerebrais, do aqueduto cerebral e do canal central da medula espinhal (Ross *et al.*, 1995; George e Castro, 1998; Machado, 2002; Junqueira e Carneiro, 2004). Apresentam, em sua face luminal, inúmeras microvilosidades, geralmente ciliadas. Cada célula endimária possui um prolongamento ou um processo basal que penetra o tecido nervoso ao redor das cavidades (Machado, 2002).

As células de defesa da pia-máter, membrana conjuntiva intimamente aderida ao sistema nervoso central, são representadas por neutrófilos, linfócitos, macrófagos, eosinófilos, plasmócitos e mastócitos, que compõem o quadro de defesa imunológica do tecido conjuntivo, conforme as citações de Junqueira e Carneiro (2004).

Sabendo-se da literatura sobre a complexidade do

sistema nervoso, este estudo teve por objetivo fazer a análise morfológica de neurônios, de células da neuróglia e de células de defesa da pia-máter, das regiões cervical, torácica e lombar da medula espinhal de cães (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758), contribuindo para o estudo morfológico nessa espécie.

Material e métodos

Para os objetivos propostos, foram utilizados dez cães hípidos sem raça, idade e sexo definidos, provenientes das aulas de técnica cirúrgica do Curso de Medicina Veterinária da FCAV-Unesp. Fragmentos da medula espinhal correspondentes às regiões cervical, torácica e lombar foram coletados, fixados em solução de Bouin por 24 horas e processados, rotineiramente, para inclusão em parafina. Após microtomia semi-seriada, à espessura de 5 μm , confeccionaram-se, para cada animal, duas lâminas por coloração, com seis cortes histológicos para as regiões cervical e lombar e oito cortes para a região torácica, face aos diferentes diâmetros desses segmentos.

Os cortes histológicos foram corados pelas técnicas da Hematoxilina-eosina (HE) e do Tricrômico de Masson (TM), para neurônios, células endimárias e células de defesa da pia-máter. Utilizou-se a impregnação pela Prata para observação da oligodendróglia e da micróglia. Nessa técnica de coloração, os cortes possuíam espessura de 15 μm . As técnicas foram realizadas segundo Tolosa *et al.* (2003). Cortes com espessura de 5 μm também foram corados pelo método imunoenzimático indireto Peroxidase Antiperoxidase (PAP), segundo Polak e Noorden (1986), ligeiramente modificado por Alessi (1991) e por Machado (1994) para a visualização dos astrócitos.

As lâminas foram observadas à microscopia de luz para a análise morfológica e fotomicrografadas em um fotomicroscópio da Olympus BX50.

Para a análise morfológica da medula espinhal, foram avaliados os aspectos histológicos das substâncias cinzenta e branca, bem como da pia-máter. As estruturas histológicas observadas foram os neurônios, as células da neuróglia (astrócitos, oligodendrócito, micróglia e células endimárias) e as células de defesa da pia-máter (neutrófilos, linfócitos, macrófagos, eosinófilos, plasmócitos e mastócitos).

Resultados

As características morfológicas dos neurônios das regiões cervical, torácica e lombar da medula espinhal de cães expressaram semelhança entre seus

segmentos. Pela coloração com Hematoxilina-Eosina, o núcleo mostrou-se basófilo e o citoplasma acidófilo; pela coloração com Tricrômico de Masson, evidenciou-se núcleo acidófilo e citoplasma basófilo.

Também houve conformidade ao que se refere à irregularidade dos prolongamentos citoplasmáticos (dendritos e axônios), ao número de nucléolos e ao padrão cromatínico dessas células (Figura 1). As fotomicrografias dessas células revelaram, nas diferentes regiões, citoplasma com acúmulo de grânulos intensamente basófilos-distribuídos no pericário e nos dendritos, porém ausentes no axônio

e no seu cone de implantação - denominados corpúsculos de Nissl, que correspondem ao retículo endoplasmático rugoso (organela rica em polirribossomos que lhe conferem basofilia, dando uma aparência tigróide ao citoplasma). Este também evidenciou prolongamentos citoplasmáticos irregulares, conferindo uma grande variação na forma e no tamanho dessas células. Com relação ao núcleo dos neurônios, observou-se que ele, é geralmente grande, esférico ou oval, pouco corado, com cromatina frouxa e um ou mais nucléolos evidentes, estando localizado no centro do corpo celular.

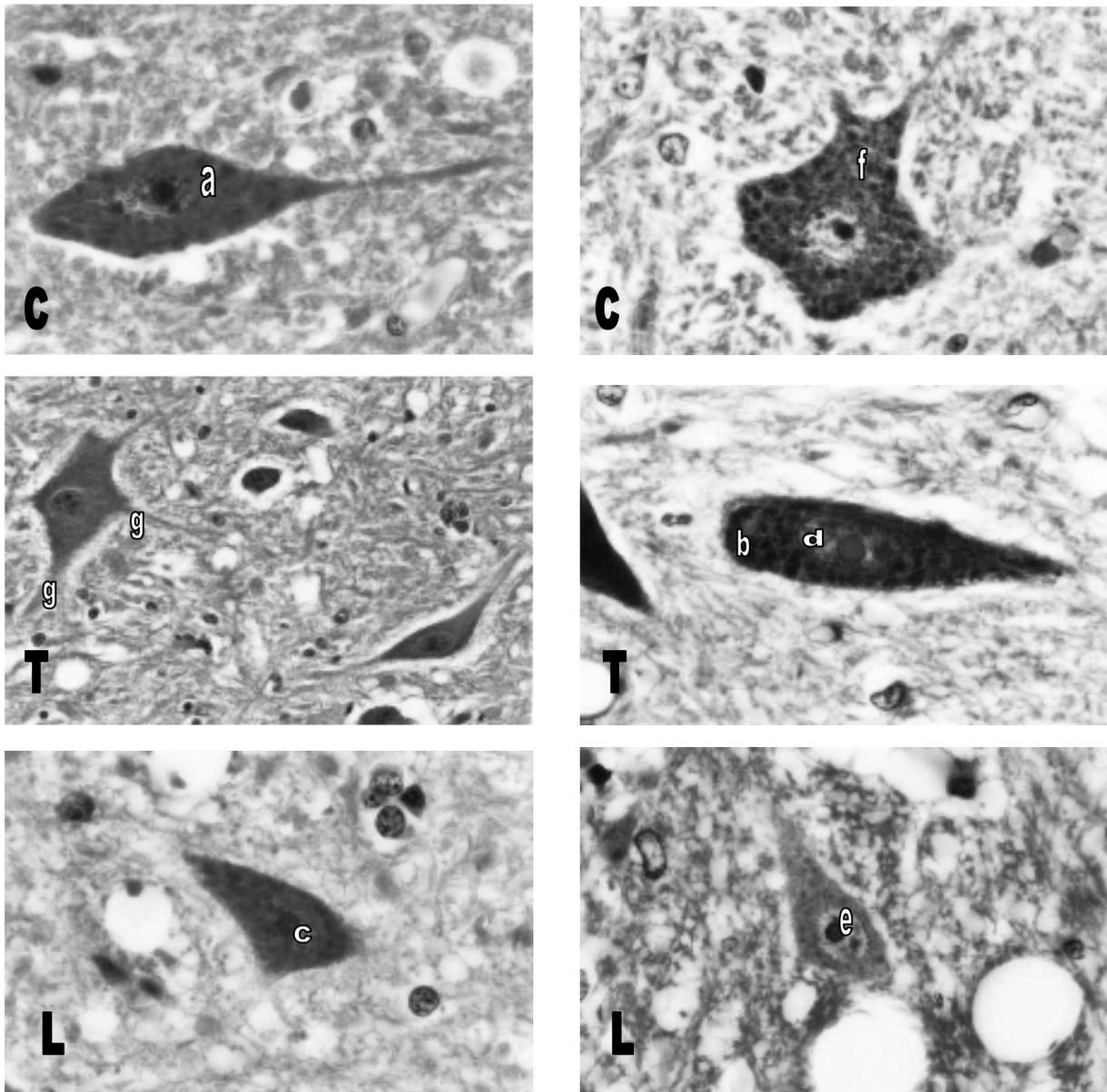


Figura 1. Fotomicrografias de neurônios nas regiões cervical (C), torácica (T) e lombar (L), da medula espinhal de cães (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758). a – citoplasma acidófilo (HE, 100X); b – citoplasma basófilo (TM, 100X); c – núcleo levemente basófilo (HE, 100X); d – núcleo acidófilo (TM, 100X); e – cromatina frouxa com nucléolo visível (TM, 100X); f – substância de Nissl (TM, 100X); g – prolongamentos citoplasmáticos (HE, 40X).

O corte transversal da substância branca da medula espinhal revelou axônios com diferentes calibres, envolvidos pela bainha de mielina, um complexo lipoproteico, cuja espessura variou, proporcionalmente, ao diâmetro axonal (Figura 2A).

Em relação às células da neuróglia, observou-se que as células ependimárias apresentaram-se em arranjo epitelial simples, com células cilíndricas ciliadas, evidenciando núcleo basófilo e citoplasma acidófilo pelas colorações de Hematoxilina-Eosina e Tricrômico de Masson (Figura 2B).

Por meio do método de impregnação pela prata,

a oligodendróglia revelou, corpo celular arredondado, estando o núcleo e os prolongamentos celulares não visíveis. Essas observações foram semelhantes nas substâncias branca e cinzenta dos segmentos citados da medula espinhal de cães (Figura 2C, 2D).

Os cortes histológicos impregnados pela prata apresentaram a micróglia com corpo alongado e pequeno, o que facilitou a diferenciação das outras células da neuróglia por possuírem núcleo esférico, estando invisíveis o núcleo e os prolongamentos citoplasmáticos (Figura 2E, 2F).

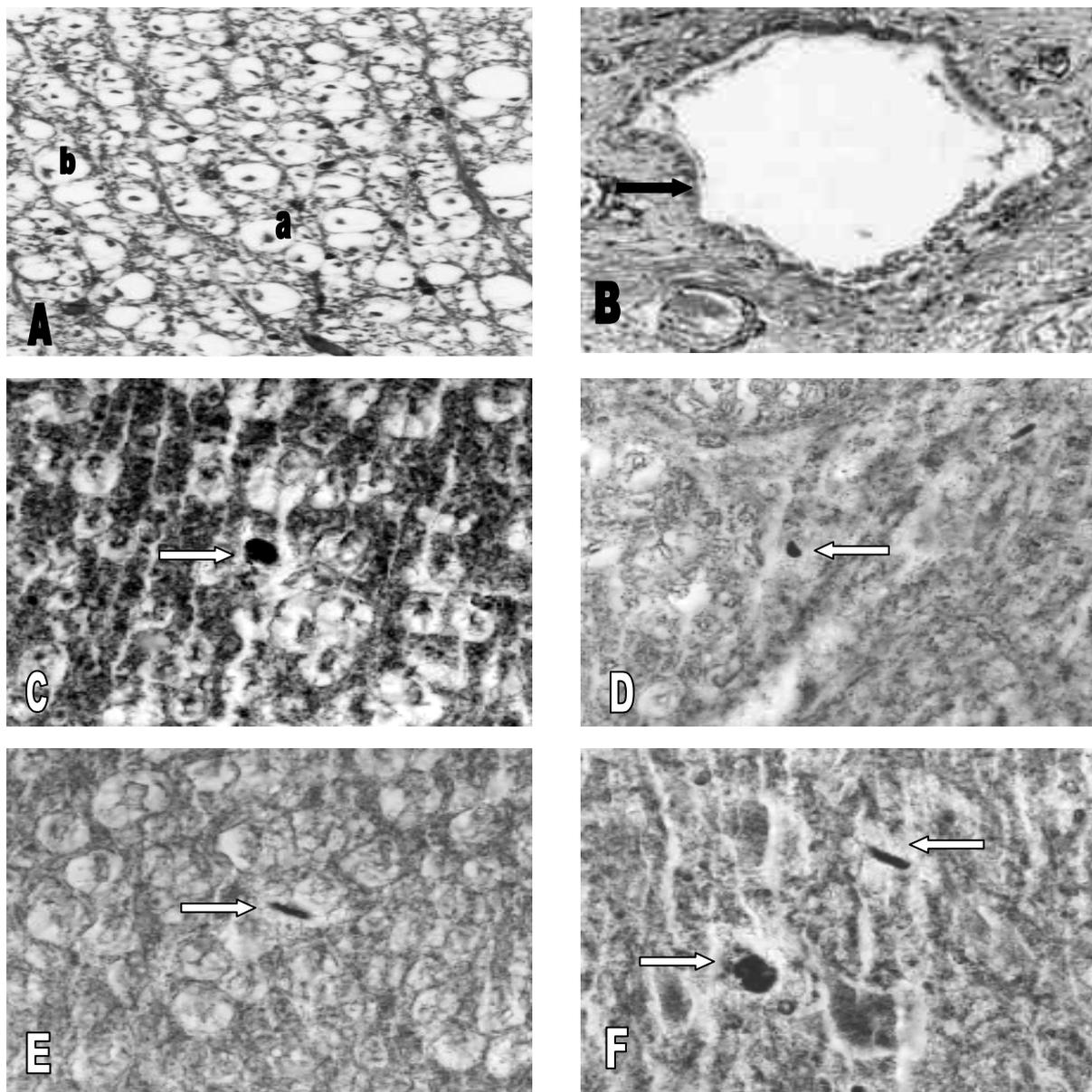


Figura 02. Fotomicrografias de axônio e células da neuróglia (setas) na substância branca (S.B.) e na substância cinzenta (S.C.) da medula espinhal de cães (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758). A – axônio (a) na S.B. com imagem negativa da bainha de mielina (b) (TM, 40X); B – células ependimárias no canal ependimário (TM, 20X); C – oligodendróglia na S.B. (Impregnação argêntica, 40X); D – oligodendróglia na S.C. (Impregnação argêntica, 40X); E – micróglia na S.B. (Impregnação argêntica, 40X); F – micróglia e oligodendróglia na S.C. (Impregnação argêntica, 40X).

A morfologia dos astrócitos, revelada pelo método indireto da Peroxidase Antiperoxidase (PAP), foi característica e facilmente visualizada pela coloração marrom de seu citoplasma, em contraste com o roxo azulado de seu núcleo. O fundo mostrou-se corado pela hematoxilina, não havendo *background* contrastante. Os astrócitos, localizados na substância cinzenta, ou seja, os protoplasmáticos, apresentaram prolongamentos curtos e abundantes (Figura 3A), e os astrócitos que se encontraram na substância branca, ou seja, os fibrosos, possuíram prolongamentos longos e menos ramificados (Figura 3B).

Dentre as células de defesa imunológica da pia-máter, observou-se, pela coloração com Hematoxilina-eosina, neutrófilos com núcleo segmentado e basófilo e citoplasma granular e levemente acidófilo, os quais constituem a primeira linha de defesa orgânica. Outra célula de defesa encontrada foi o eosinófilo, com núcleo basófilo e citoplasma acidófilo, que também integra o quadro de defesa corporal (Figuras 3C e 3D).

Discussão

As características morfológicas dos neurônios das regiões cervical, torácica e lombar da medula espinhal de cães encontradas nos resultados de nossos estudos

referentes à afinidade tintorial e ao tamanho do citoplasma e do núcleo, bem como a forma do citoplasma, a quantidade dos prolongamentos citoplasmáticos, o número de nucléolos visíveis e o padrão de cromatina dessas células se incluíram de maneira geral nos relatos de Ross *et al.* (1995), George e Castro (1998), Bacha e Bacha (2000), Young e Heath (2001), Machado (2002), Gartner e Hiatt (2002), Hib (2003), Junqueira e Carneiro (2004) e Leboffe (2005).

Em conformidade com Junqueira e Carneiro (2004), com Hib (2003) e com Bacha e Bacha (2000), evidenciou-se, pela coloração com Tricrômico de Masson, núcleo acidófilo e citoplasma basófilo, enquanto na coloração pela Hematoxilina-Eosina de Harris, o núcleo mostrou-se basófilo e o citoplasma acidófilo. Em consonância com Ross *et al.* (1995), com Young e Heath (2001), com Machado (2002), com Hib (2003), com Junqueira e Carneiro (2004) e Leboffe (2005), observou-se citoplasma com acúmulo de grânulos intensamente basófilos, distribuídos no pericário e nos dendritos, porém ausentes no axônio e no seu cone de implantação, denominados de corpúsculos de Nissl, correspondentes ao retículo endoplasmático rugoso (organela rica em polirribossomos), conferindo-lhe basofilia e dando-lhe

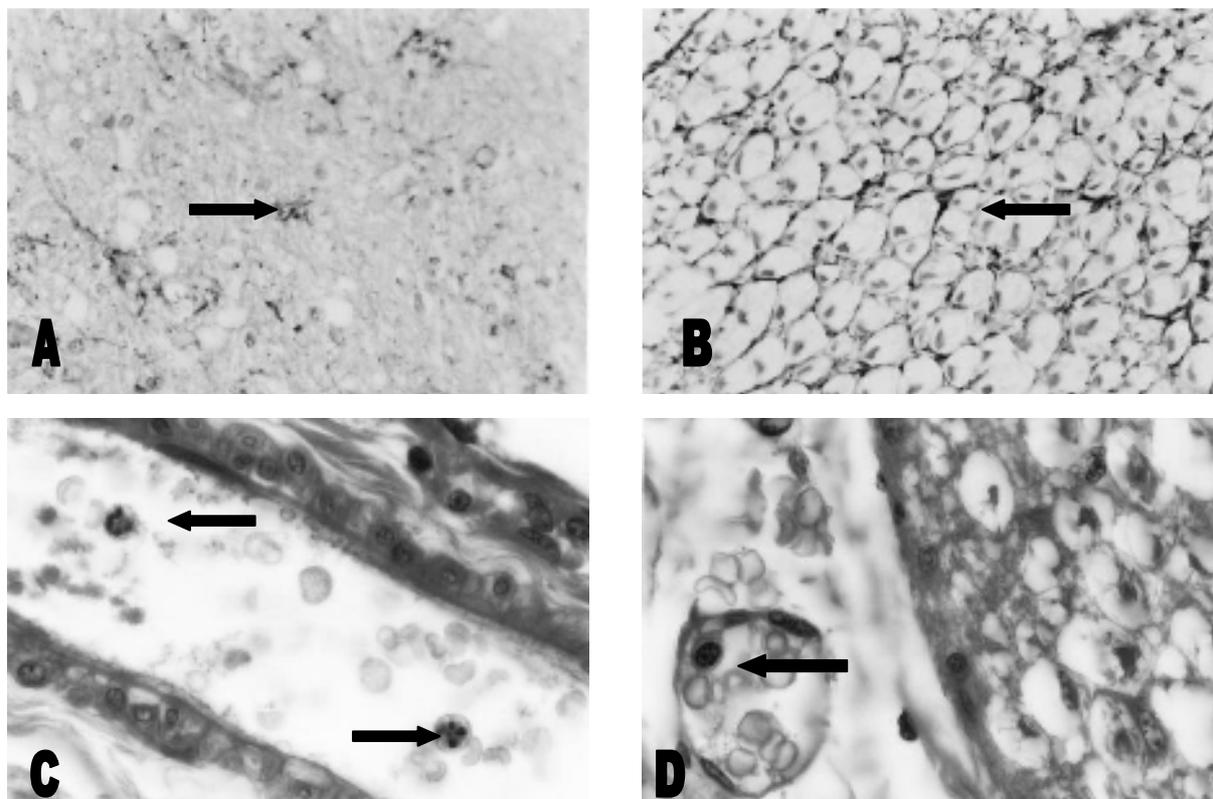


Figura 3. Fotomicrografias de astrócitos e células de defesa da pia-máter da medula espinhal de cães (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758). A - astrócito protoplasmático na S.C. (PAP, 40X); B - astrócito fibroso na S.B. (PAP, 40X); C - neutrófilos em vaso sanguíneo da pia-máter (HE, 100X); D - eosinófilo em vaso sanguíneo da pia-máter (HE, 100X).

uma aparência tigróide. Ainda segundo Young e Heath (2001), mediante microscopia eletrônica, observou-se que a grande concentração de retículo endoplasmático rugoso é necessária à produção de enzimas relacionadas à intensa síntese de neurotransmissores. Assim, com essa informação clássica da literatura, pode-se salientar a relevância do retículo endoplasmático granular, organela necessária para a gênese do impulso nervoso, pela sua função ao produzir enzimas relacionadas à síntese dos neurotransmissores, em todas as espécies de mamíferos.

Quanto à forma do citoplasma e do núcleo, nossos achados concordam com Breazile (1982), Banks (1992), George e Castro (1998), Machado (2002), Hib (2003), Junqueira e Carneiro (2004) e Leboffé (2005), ao revelarem corpo celular com formato bastante variável (esférico, ovóide, piramidal, fusiforme, estrelado ou em forma de lua crescente) e núcleo grande, esférico, pouco corado, com cromatina frouxa e um ou mais nucléolos evidentes. Os prolongamentos citoplasmáticos (dendritos e axônio) visíveis em nosso estudo ocorreram nos neurônios maiores de acordo com Machado (2002), ao citar que as técnicas histológicas de rotina mostram apenas o corpo neuronal e, nos neurônios maiores, as porções iniciais de seus prolongamentos.

Com referência às células da neuróglia, especificamente os astrócitos, nossas observações relembram os relatos de Hirano (1985), Machado (2002), Hib (2003), Junqueira e Carneiro (2004) e Leboffé (2005), ao reconhecerem dois tipos morfológicos principais desta célula: protoplasmático e fibroso. Concorda-se, outrossim, com Lantos (1990), Ross *et al.* (1995), Machado (2002), Hib (2003) e Junqueira e Carneiro (2004), ao dizerem que a distinção entre os dois tipos celulares baseia-se na localização celular e no número de prolongamentos citoplasmáticos, sendo que os astrócitos protoplasmáticos se encontram na substância cinzenta e apresentam prolongamentos espessos e curtos, com ramificação profusa, enquanto os astrócitos fibrosos, localizados na substância branca, evidenciam prolongamentos finos e longos com ramificação relativamente mais escassa. Ainda, em relação ao astrócitos protoplasmáticos, notou-se uma morfologia mais delicada em confronto ao fibroso, harmonizando-se com a descrição de Hirano (1985) e Hib (2003). Nossas evidências sobre a oligodendróglia e sobre a micróglia se assemelham aos relatos de Hib (2003), e Leboffé (2005), e às ilustrações de Di Fiore *et al.* (1982), ao descreverem, mediante o método de

impregnação pela prata, o corpo celular da oligodendróglia como arredondado, característica básica para a diferenciação da micróglia, cujo corpo celular se mostra alongado e pequeno. As células ependimárias apresentaram-se em arranjo epitelial simples, com células cilíndricas e ciliadas e núcleo oval, relativamente escuro, situado próximo à face basal de cada célula, vindo ao encontro das narrações de George e Castro (1998), de Machado (2002), de Hib (2003), e de Junqueira e Carneiro (2004). Quanto às células de defesa da pia-máter, membrana conjuntiva intimamente aderida ao sistema nervoso central, encontraram-se neutrófilos segmentados, por constituírem a primeira linha de defesa orgânica, bem como eosinófilos, que também compõem o quadro de defesa imunológica do tecido conjuntivo, juntamente com os linfócitos, os macrófagos, os plasmócitos e os mastócitos, conforme as citações de Junqueira e Carneiro (2004) e de Leboffé (2005). Imagina-se que a presença dessas células nessa membrana é um fator absolutamente normal, possibilitando uma rápida defesa orgânica, face à hostilidade do meio ambiente em que a espécie canina sobrevive.

Referências

- ALESSI, A.C. *Estudo experimental sobre a patogenia da encefalomielite murina de Theiler*. 1991. Tese (Livro Docência)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.
- BACHA, W.J.; BACHA, L.M. *Color Atlas of Veterinary Histology*. 2. ed. Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins, 2000. cap. 9, p. 45-50.
- BANKS, W.J. Tecido Nervoso. In: BANKS, W. J. *Histologia Veterinária Aplicada*. 2. ed. São Paulo: Manole, 1992. cap. 14, p. 237-250.
- BREAZILE, J.E. O tecido nervoso. In: DELLMANN, H.D. *et al.* (Ed.). *Histologia Veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982. p. 100-111.
- CHRISMAN, C.L. Introdução ao Sistema Nervoso. In: CHRISMAN, C.L. (Ed.). *Neurologia dos Pequenos Animais*, São Paulo: Roca, 1997. cap. 1, p. 3-9.
- DI FIORE, M.S.H. *et al.* Tecido Nervoso. In: DI FIORE, M.S.H. (Ed.). *Novo Atlas de Histologia*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982. p. 48-53.
- ENG, L.F. *et al.* Astrocyte response to injury. In: YU, A.C.H. *et al.* *Neuronal-astrocytic interactions*. *Prog. Brain Res.*, Amsterdam, v. 94, p. 353-365, 1992.
- GARTNER, L.P.; HIATT, J.L. Tecido nervoso. In: GARTNER, L.P.; HIATT, J.L. *Atlas de Histologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. cap. 7, p. 125-138.
- GEORGE, L.L.; CASTRO, R.R.L. Tecido nervoso. In: GEORGE, L.L.; CASTRO, R.R.L. (Ed.). *Histologia Comparada*. 2. ed. São Paulo: Roca Ltda., 1998. cap. 6, p. 55-60.

- HIB, J. Tecido nervoso. In: HIB, J. *Di Fiore Histologia texto e atlas*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. cap. 9, p. 117-142.
- HIRANO, A. Neurons, astrocytes and ependyma. In: DAVIS, R. C. & ROBERTSON, D.M. (Ed.) *Textbook of Neuropathology*. Baltimore: Lippincott, Williams & Williams, 1985. cap. 1, p. 4-19.
- JUBB, K.V.F.; HUXTABLE, C.R. *Pathology of Domestic Animals*. 4. ed. California: Academic Press, 1993. v. 1, cap. 3, p. 292-307.
- JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. Tecido nervoso. In: JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. *Histologia Básica*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. cap. 9, p. 155-158, 163-166.
- LANTOS, P.L. Cytology of the Normal Central Nervous System. In: WEDER, R.O. *Systemic Pathology*. Edinburg: Churchill Livingstone, 1990. p3-35.
- LEBOFFE, M.J. Tecido nervoso e órgãos do sistema nervoso. In: LEBOFFE, M. J. *Atlas fotográfico de Histologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap.8, p. 79-100.
- LEMONS, K.R. *Imunoreatividade de astrócitos à Proteína Glial Fibrilar Ácida (GFAP) em Sistema Nervoso Central de Equinos Normais ou com Leucoencefalomalácia*. 1995. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.
- LYONS, A.S.; PETRUCCELLI, R.J. *Medicine*. An Illustrated History. New York: Abradale Press, 1987.
- MACHADO, C.R.S. Tecido nervoso. In: MACHADO, A. *Neuroanatomia Funcional*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2002, cap. 3, p. 17-29.
- MACHADO, G.F. (b) *Mapeamento de astrócitos imunoreativos à proteína glial fibrilar ácida (GFAP) em SNC de bovinos normais ou naturalmente infectados pelo vírus da Raiva*. 1994. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.
- MITRO, A. et al. Histological study of the spinal central canal of the neonatal Beagle dog. *Folia Vet.*, Kosice, v. 40, n. 3, p. 91-95, 1996.
- MONTGOMERY, D.L. Astrocytes: form, functions and roles in disease. *Vet. Pathol.*, Washington, DC, v. 31, p. 145-167, 1994.
- MOON, C.; SHIN, T. Increased expression of osteopontin in the spinal cord of Lewis rats with experimental autoimmune neuritis. *J. Vet. Sci.*, Suwon, v. 5, n. 4, p. 289-293, 2004.
- MORIARTY, L.J.; BORGENS, R.B. An oscillating extracellular voltage gradient reduces the density and influences the orientation of astrocytes in injured mammalian spinal cord. *J. Neurocytol.*, Boston, v. 30, n. 1, p. 45-57, 2001.
- PETERS, A. et al. *The fine structure of the Central Nervous System. Neurons and their supporting cells*. 3. ed. Oxford: Oxford University, 1991.
- POLAK, J.M.; VAN NOORDEN, S. *Immunohistochemistry: Modern methods and applications*. 2. ed. Bristol Wright. 1986.
- ROSS, M.H. et al. Nervous tissue. In: ROSS, M.H. *Histology – a text and atlas* 3. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.
- TOLOSA, E.M.C. et al. Técnica histológica. In : TOLOSA, E.M.C. (Ed.). *Manual de Técnicas para histologia normal e patológica*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003. cap. 2, p. 43-52.
- TOLOSA, E.M.C. et al. Coloração para tecido conjuntivo. In : TOLOSA, E.M.C. et al. (Ed.). *Manual de Técnicas para histologia normal e patológica*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003. cap.4, p. 121-123.
- TOLOSA, E.M.C. et al. Coloração para sistema nervoso. In : TOLOSA, E.M.C. et al. (Ed.). *Manual de Técnicas para histologia normal e patológica*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003. cap. 5, p. 148-150.
- VASCONCELOS, R.O. et al. Variação morfológica da micróglia na encefalite experimental pelo vírus da estomatite vesicular em camundongos. *ARS Vet.*, Jaboticabal, v. 20, n. 2, p. 228-232, 2004.
- VOGEL, F.S. et al. Sistema nervoso. In: RUBIN, E.; FARBER, J. *Patologia* 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. cap. 28, p. 1392-1397.
- WAGNER, E.C.; RAYMOND, P. A Muller glial cells of the goldfish retina area phagocytic *in vitro* but not *in vivo*. *Exp. Eye Res.*, New York, v. 53, p. 583-589, 1991.
- WATABE, K. et al. Phagocytic activity of human adult astrocytes and oligodendrocytes in culture. *J. Neuropathol. Exp. Neurol.*, Lawrence, v. 48, n. 5, p. 499-506, 1989.
- YOUNG, B.; HEATH, J.W. Sistema Nervoso Central. In: *Wheater – Histologia Funcional*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. cap. 5, p. 134-137.
- ZHANG, C. et al. Morphometry analyses and aging process of nerve fibers in the human spinal posterior funiculus. *Okajimas Folia Anat. Jpn.*, Tokyo, v. 72, n. 5, p. 259-264, 1995.

Received on January 07, 2005.

Accepted on August 25, 2005.