

# Tumor de vaina de nervio periférico en el segmento cervical del canal vertebral en un perro

## Peripheral nerve sheath tumor in the cervical area of the vertebral canal in a dog

Francisco Carvallo Chaigneau\* Emma Bermúdez Maldonado\*\* Fernando Constantino Casas\*  
Carlos Santoscoy Mejía\*\* Luis I. Montesinos Ramírez\* Celedonio Gómez Ruiz\*\*\*

---

### Abstract

The case of a domestic, mixed breed, six-year-old, male dog is presented. The dog had a progressive history of nonambulatory tetraparesis which caused tetraplegia, muscle atrophy, absence of superficial sensibility, hyporeflexia of the thoracic limbs and neck pain to palpation. Magnetic resonance imaging (MRI) of the neck showed loss of density of the spinal cord at C6-C7 level. The patient was euthanized and the pathological examination confirmed the presence of neoplastic tissue compressing the spinal cord. Histological features along with intense nuclear and cytoplasmic immune-positiveness to S-100 protein, were consistent of a tumor of the peripheral nerve sheath (schwannoma). Because of its localization, this neoplasm must be differentiated from canine meningioma, which is negative to S-100 immunolabeling. Other neoplasms of fusiform cells that should be ruled out are fibroma, hemangioma, and hemangiopericytoma.

**Key words:** SCHWANNOMA, S-100, MAGNETIC RESONANCE IMAGING.

### Resumen

Se presentó el caso de un perro doméstico, macho, mestizo, de 6 años de edad, con tetraparesis progresiva no ambulatoria que propicia tetraplejía, atrofia muscular, ausencia de la sensibilidad superficial e hiporreflexia de miembros torácicos, aunado a dolor en la manipulación del cuello. La resonancia magnética del segmento cervical reveló pérdida de densidad del segmento medular a nivel de C6-C7. Se aplicó la eutanasia al animal y en el examen patológico, se confirmó la presencia de tejido de neoformación que comprime la médula espinal. Se revisaron secciones histológicas de la neoplasia, que sumadas a intensa inmunopositividad nuclear y citoplasmática a proteína S-100, son coincidentes con un tumor de vaina de nervio periférico (schwannoma). Dada su ubicación, esta neoplasia se debe diferenciar principalmente del meningioma canino, que es negativo al inmunomarcaje con S-100. Además, debe ser diferenciada de otras neoplasias de células fusiformes, como fibroma, hemangioma y hemangiopericitoma.

**Palabras clave:** SCHWANNOMA, S-100, RESONANCIA MAGNÉTICA.

---

Recibido el 5 de junio de 2006 y aceptado el 6 de diciembre de 2006.

\*Departamento de Patología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

\*\*Hospital Veterinario, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

\*\*\*Laboratorio de Inmunohistoquímica, Instituto Nacional de Cancerología, San Fernando 22, 14080, México D. F.

Correspondencia: Francisco Carvallo Chaigneau, Departamento de Patología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F. Telefax: (52)(55) 5622-5888, correo electrónico: francisco.carvallo@gmail.com

## Introduction

**P**eripheral nerve sheath tumors (PNST), including schwannoma, neurofibroma and some others less seen, are benign neoplasms rarely found. Their etiology is unknown, they are originated from Schwann cells or the perineural sheath, from perineural fibroblasts or both.<sup>1</sup> Regarding domestic animals, these neoplasms have been reported in bovine and dogs, and less frequently in cats.<sup>2</sup> In dogs, the fifth cranial nerve or the spinal nerve roots are usually involved; most of the PNST are derived from the dorsal nerve root (sensorial).<sup>3</sup> In this group of neoplasms there is no breed or sex predisposition. It is generally located intradural-extramedullary in the spinal cord canal; it is rarely seen intramedullary or intraosteal.<sup>4</sup>

Macroscopically, PNST are characterized by being nodular, or firm or soft (gelatinous) varicose thickening, white or gray, frequently encapsulated.<sup>5,6</sup> Microscopically, PNST are formed by spindle cells, arranged in sheaves, palisades or bundles. These neoplasms have a low cellular count with elongated or polygonal cells over a fibrillar or lax mucine matrix. Nuclei are small, normochromic showing scarce mitotic activity.<sup>2,6</sup>

### Case description

A domestic, mixed breed, six-year-old, male dog, weighing 27.2 kg was attended at the Veterinary Hospital of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Husbandry, of the National Autonomous University of Mexico (FMVZ-UNAM). The dog had had progressing walk incapability for two weeks, he refused to go up or down stairs and had general incoordination. A neurological examination yielded out neck pain to palpation, nonambulatory tetraparesis, lack of proprioception, hyperreflexia of the pelvic limbs, hyporeflexia of the thoracic limbs, absence of superficial sensibility in all limbs and decreased deep perception in the pelvic limbs. Throughout a radiographic examination, C5 dorsal displacement and reduction of the C6-C7 intervertebral space were observed.

Cervical instability, secondary to a probable intervertebral disc disease was diagnosed. Treatment with methylprednisolone sodium succinate was started at a 10 mg/kg I.V. dose; later 5 mg/kg were given for four days. Cage resting, vesical compressions, changing position and serial neurological evaluations were also applied. After five days of being hospitalized, 1 mg/kg of prednisolone was given orally, along with 400 IU of vitamin E every eight hours and 300 mg of B complex every 12 hours.

A cervical myelography was done; it showed impairment of the contrast fluid transit from the fifth cer-

## Introducción

**L**os tumores de vaina de nervio periférico (TVNP), entre ellos los schwannoma, neurofibroma y otros más raros, constituyen neoplasias benignas poco frecuentes, de etiología desconocida, que derivan de las células de Schwann o vaina perineural, de los fibroblastos perineurales o de ambos.<sup>1</sup> En animales domésticos, esta neoplasia ha sido reconocida en bovinos y en perros, y con menor frecuencia, diagnosticada en gatos.<sup>2</sup> En los perros, afecta principalmente el quinto par craneal o las raíces nerviosas espinales; la mayoría de los tumores de vaina periféricas espinales provienen de la raíz nerviosa dorsal (sensorial).<sup>3</sup> Este grupo de neoplasias no tiene predilección por raza o género, en el conducto medular cervical generalmente tiene ubicación extramedular intradural y muy raramente intramedular o intraóseo.<sup>4</sup>

Macroscópicamente, los TVNP se caracterizan por ser nodulares o engrosamientos varicosos firmes o suaves (gelatinoso), blancos o grises, frecuentemente encapsulados.<sup>5,6</sup> Microscópicamente los TVNP están constituidos por células alargadas dispuestas en haces, palizadas o fascículos. Estas neoplasias tienen baja celularidad, con células alargadas o poligonales distribuidas en una matriz fibrillar o mucinosa laxa. Los núcleos son pequeños, normocromáticos y exhiben escasas figuras mitóticas.<sup>2,6</sup>

### Descripción del caso

Se recibió en el Hospital Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FMVZ-UNAM), un perro doméstico, macho, mestizo, de seis años de edad y 27.2 kg de peso. El motivo de la consulta fue incapacidad para caminar, progresiva desde dos semanas atrás, con renuencia para subir y bajar escaleras e incoordinación generalizada. Al examen neurológico presentó intenso dolor a la manipulación del cuello, tetraparesis no ambulatoria, propiocepción ausente, hiperreflexia de miembros pélvicos, hiporreflexia de miembros torácicos, sensibilidad superficial ausente en todos sus miembros y sensibilidad profunda disminuida en los miembros pélvicos. Se realizó examen radiográfico de la columna cervical, se apreció desplazamiento dorsal de C5 y reducción del espacio intervertebral entre C6 y C7.

Se diagnosticó inestabilidad cervical secundaria a posible enfermedad de disco intervertebral. Se comenzó el tratamiento con succinato sódico de metilprednisolona, dosis inicial de 10 mg/kg endovenoso, y posteriormente 5 mg/kg durante cuatro días, reposo en jaula, compresiones vesicales, cambio de posición

vical vertebrae towards the caudal area. When cerebrospinal fluid was analyzed, neutrophilic pleocytosis was found. Finally, a loss of spinal cord density, due to tissue destruction at C5-C6 level, was observed when a magnetic resonance imaging was performed (Figure 1).

The dog was euthanized and necropsy was carried out. In the medullar canal at C6-C7 level, a  $6 \times 2.5 \times 3$  cm, non movable, whitish-gray neoplastic tissue with a smooth surface and soft consistency was found (Figure 2 A, B). The neoplasm was attached to the spinal cord (extramedullary and intradurally) causing loss of the meningeal continuity. Surrounding the neoplasia, the spinal cord had a soft, friable consistency (malacia), the color was light brown with red areas (hemorrhages).

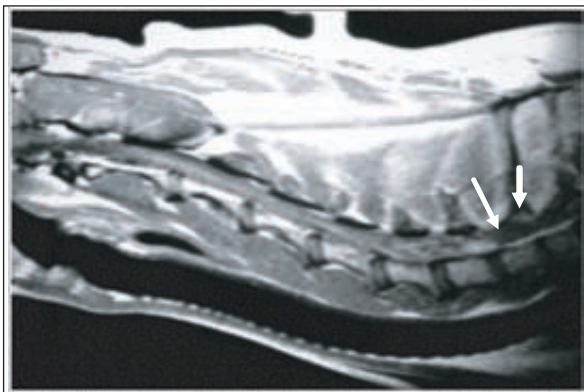
Several samples of the neoplastic tissue were fixed in 10% buffered formalin. Paraffin imbibed sections,  $4 \mu\text{m}$  thick, were obtained and processed by regular histological techniques, staining them with hematoxylin and eosin. Histological observation revealed that the neoplasia was formed by spindle cells arranged in a myxoid pattern over a thin fibrovascular stroma. These cells showed abundant cytoplasm with undefined borders, elongated nuclei, granular chromatin and scarce mitotic activity (Figure 2 C). Based on these results, immunochemistry was carried out using the polyclonal

y evaluaciones neurológicas seriadas. Al quinto día de hospitalizado se prescribió prednisona oral a dosis de 1 mg/kg, vitamina E, 400 UI cada ocho horas y complejo B 300 mg cada 12 horas.

Se le realizó mielografía cervical, se apreció inhibición de paso del medio de contraste desde la quinta vértebra cervical hacia caudal. En el examen de líquido cefalorraquídeo, se encontró pleocitosis neutrofílica. Finalmente, se efectuó resonancia magnética de la columna cervical, se visualizó pérdida de la densidad de la médula espinal, resultado de la destrucción de tejido a nivel de quinta y sexta vértebras cervicales (Figura 1).

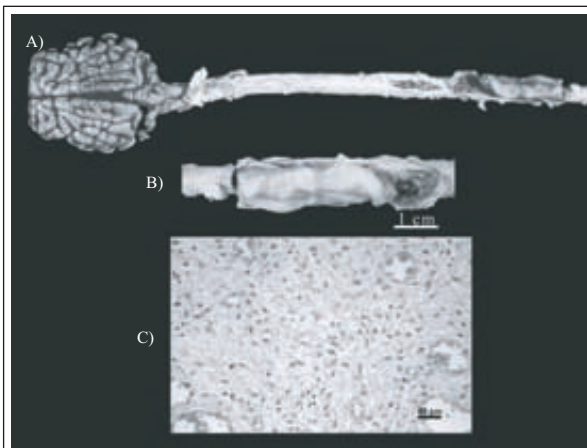
Se realizó la eutanasia del animal; a la necropsia, en el canal medular a nivel de C6-C7, quedó en evidencia un tejido de neoformación blanco grisáceo de  $6 \times 2.5 \times 3$  cm, no desplazable, de superficie lisa y consistencia suave (Figura 2 A, B). Esta neoplasia estaba adherida a la médula espinal (extramedular e intradural) y provocaba pérdida de continuidad de meninges. Adyacente a la neoplasia, la médula espinal tenía consistencia suave, friable (malacia) y color café claro con áreas rojas entremezcladas (hemorragias).

Se fijaron varias muestras de tejido neoplásico en formalina tamponada al 10%. Se obtuvieron secciones de parafina de  $4 \mu\text{m}$  de grosor, las cuales se procesaron con las técnicas histológicas de rutina y teñidos con



**Figura 1:** Resonancia magnética lateral de la porción cervical, en la cual se descubre pérdida de la densidad medular a nivel de C5-C6 (flechas).

**Figure 1:** Lateral magnetic resonance of the cervical portion, in which loss of medullar density is discovered at C5-C6 (arrows).



**Figura 2:** A, B. Apariencia macroscópica del tejido de neoformación, una vez fijada la pieza en formalina al 10%. C. Patrón histológico de la neoplasia, compuesta por células alargadas dispuestas en un patrón mixoide sobre un fino estroma fibrovascular (H&E, 10X).

**Figure 2:** A, B. Macroscopic appearance of the neoformation tissue, once fixed the piece with formalin at 10%. C. Histological pattern of the neoplastic mass, composed with elongated cells disposed in a myxoid pattern on a fine fibrovascular stroma (H&E, 10X).

antibody against S-100 protein,\* by the peroxidase-antiperoxidase method and developed with diaminobenzidine. It revealed light positiveness in the nucleus and strong positiveness in the cytoplasm (Figure 3). These findings confirm that it is a PNST, and when clinical history and macroscopic and microscopic findings are added, it is consistent with schwannoma.

## Discussion

Meningiomas and schwannomas are the most frequent neoplasms located in the intradural-extramedullary zone in dogs,<sup>7</sup> while primary bone tumors are the most frequent extradural neoplasms.<sup>8</sup> One study mentions that schwannomas are the second most common tumor of the 29 that affect the spinal cord.<sup>9</sup> Another paper reports cases diagnosed as schwannomas pointing out that 39 out of 60 neoplasms involved the spinal cord.<sup>10</sup> However, when they are compared to other causes of spinal cord pathologies, such as exogenous trauma and intervertebral disc protrusion, spinal cord neoplasms are the least common cause of medullar compression.<sup>7</sup>

In humans, spinal schwannoma is the most common tumor, corresponding to one third of all the primary spinal neoplasms.<sup>11</sup> It affects men and women equally, frequently diagnosed during the fifth decade of life. Nevertheless, it can become symptomatic at any age, depending on its location.<sup>12</sup> Usually these tumors are intradural-extramedullary with concentric growth. The first case of a single intramedullary schwannoma was described in 1951, since then, only isolated cases have been reported.<sup>13</sup>

In dogs, this pathology affects elderly animals. The mean age in dogs is 8.2 years. It originates more frequently in the spinal nerves. The most affected nerves are those that are part of the brachial plexus and the

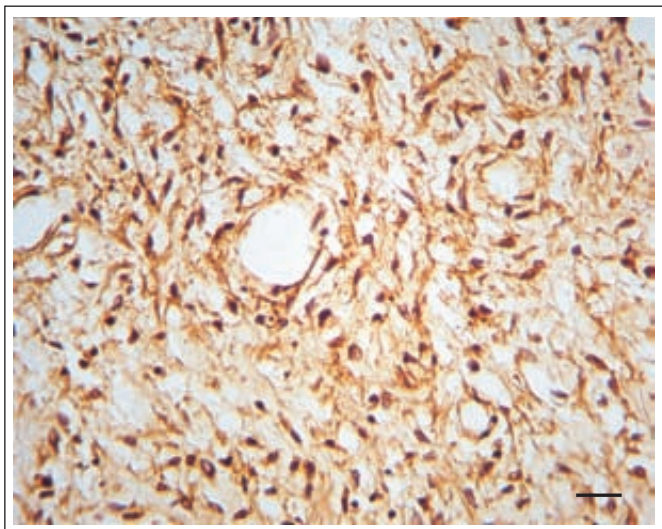
hematoxilina y eosina. Histológicamente, la neoplasia estaba compuesta por células alargadas dispuestas en un patrón mixoide sobre un fino estroma fibrovascular. Dichas células exhibían abundante citoplasma de bordes inconspicuos, núcleos alargados, cromatina granular y escasas figuras mitóticas. (Figura 2 C). Con base en lo anterior, se procedió a la inmunohistoquímica con anticuerpo policlonal para proteína S-100,\* a través del método peroxidasa antiperoxidasa y revelado con diaminobencidina, que inmunorreveó ligera positividad en núcleo y fuerte positividad en citoplasma (Figura 3). Esos hallazgos confirman que se trata de un TVNP, que aunado a la historia clínica y a los hallazgos macroscópicos y microscópicos, fue consistente con schwannoma.

## Discusión

Los meningiomas y schwannomas son las neoplasias espinales más frecuentes de ubicación intradural-extramedular en el perro,<sup>7</sup> mientras que los tumores primarios de hueso representan las neoplasias más frecuentes de ubicación extradural.<sup>8</sup> Un estudio menciona que los schwannomas constituyen el segundo tumor más común de los 29 tumores que afectaban la médula espinal.<sup>9</sup> Otro informe de casos diagnosticados como schwannomas reveló que 39 de 60 neoplasias comprometían la médula espinal.<sup>10</sup> Sin embargo, al compararlos con otras causas de patología espinal, como trauma exógeno y protrusión de disco intervertebral, las neoplasias de cordón espinal son la causa minoritaria de compresión medular.<sup>7</sup>

En humanos, los schwannomas espinales son los tumores más comunes, corresponden a la tercera parte de todas las neoplasias primarias espinales.<sup>11</sup> Afecta a

\*Dako, Carpintería, Estados Unidos de América.



**Figura 3:** . Inmuno positividad de la neoplasia a S-100. Técnica de peroxidasa anti peroxidasa, revelado con diaminobencidina (10 X)

**Figure 3:** Neoplastic immune positivity to S-100. Peroxidase anti peroxidase technique, developed with diaminobencidina (10 X)

cervical spinal cord, especially between C6 and T2 and the fifth cranial nerve. It is not a common neoplasia and there are no predispositions by breed or sex.<sup>5</sup>

According to data obtained from 2001 to 2005 in the Pathology Department of the FMVZ-UNAM, in Mexico the mean age of dogs with benign tumors of the peripheral nerve sheath was 8.7 years, being more frequent in males (six out of eight cases). Regarding location, the neoplasm was more frequent in the skin (six out of eight cases) (Table 1). In another study done in this Department, this neoplasm represented 1.25% (seven out of 558 cases) of all the tumors diagnosed by skin biopsy of dogs between 2000 and 2004.<sup>14</sup>

In this study a histological pattern, similar to the Antoni B pattern reported in human schwannoma, is described without evidence of the Antoni A pattern. The mentioned patterns are not predominant in dogs; in this species pleomorphic cells (elongated or epithelioid) arranged in bundles or leaves are seen, which is more similar to those histological patterns observed in PNST described in rats rather than in humans.<sup>15</sup> Furthermore, benign PNST may be immunopositive to S-100, but it is not a constant marker since reactivity is not always present.<sup>16,17</sup> However, the strong and diffuse immunoreactivity to S-100 means that it is a benign PNST,<sup>18,20</sup> which allows differentiation from malignant tumors with the same origin but with scarce or non immunoreactivity. Nevertheless, this is a controversial issue because other authors claim that S-100 reactivity depends on the type of predominant cells and not on the quality of benign or malignant.<sup>21</sup>

PNST must be differentiated mainly from meningioma, that has different histological and immunohistochemical patterns (negative to S-100).<sup>6</sup> Even though

hombres y mujeres en igual proporción, con frecuencia se le diagnostica en la quinta década de vida; sin embargo, se puede hacer sintomático en cualquier edad, según la ubicación.<sup>12</sup> Usualmente son tumores intradurales-extramedulares de crecimiento concéntrico. El primer caso de schwannoma intramedular solitario se describió en 1951, a partir de éste sólo se han descrito casos aislados.<sup>13</sup>

En perros esta patología afecta animales de edad avanzada (promedio de 8.2 años) y se origina con mayor frecuencia en los nervios espinales. Los nervios más afectados son los que forman el plexo braquial y columna vertebral cervical, principalmente entre C6 a T2 y el quinto nervio craneal, es una neoplasia poco frecuente y no existe predilección por raza ni género.<sup>5</sup>

En México, según datos obtenidos entre 2001 y 2005 en el Departamento de Patología de la FMVZ-UNAM, el promedio de edad de perros con tumores benignos de la vaina nerviosa periférica fue de 8.7 años, siendo más frecuente en machos (seis de ocho casos). Con respecto a la ubicación, la neoplasia fue más frecuente en la piel (seis de ocho casos) (Cuadro 1). En otro estudio realizado en ese Departamento, la neoplasia representó 1.25% (siete de 558 casos) de todos los tumores diagnosticados en biopsias de piel de perros entre 2000 y 2004.<sup>14</sup>

En este trabajo se describe un patrón histológico que se asemeja al patrón Antoni B descrito en el schwannoma humano, sin hacerse evidente el patrón Antoni A. En perros, los patrones histológicos previamente mencionados no son predominantes, se observan células pleomórficas (alargadas o epitelioides) arregladas en fascículos u hojas, lo que es más pare-

**Cuadro 1**

CASOS DE TUMORES BENIGNOS DE VAINA PERIFÉRICA (BIOPSIAS Y NECROPSIAS),  
DIAGNOSTICADOS EN PERROS EN EL DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNAM, ENTRE LOS AÑOS 2000 Y 2005.  
BENIGN PERIPHERAL NERVE SHEATH TUMOR CASES (BIOPSIES AND NECROPSIES) DIAGNOSED  
IN DOGS AT THE PATHOLOGY DEPARTMENT OF THE FACULTY OF VETERINARY MEDICINE AND  
ANIMAL HUSBANDRY, UNAM, 2000-2005

<i>Breed</i>	<i>Sex</i>	<i>Age</i>	<i>Location</i>
Schnauzer	Male	5 years	Dorsal spinal nerves
Mixed	Male	6 years	Medullar canal (C6 and C7)
Siberian Husky	Female	10 years	Skin of the left elbow
Mixed	Male	12 years	Scrotum skin
German Shepherd	Female	8 years	Neck skin
Bull Terrier	Male	12 years	Thoracic skin
Weimaraner	Male	7 years	Skin biopsy
Cocker Spaniel	Male	10 years	Skin biopsy

rhabdomyosarcomas (RM) and hemangiopericytomas (HP) can be positive to S-100, reactivity is focal and normally involves less than 20% of the cells.<sup>22</sup> However RM and HP are infrequent tumors in the medullar canal. The previous data, along with clinical history, are highly suggestive of a peripheral nerve pathology that should allow a correct diagnosis in most of the cases that are histologically examined.<sup>20</sup>

Generally speaking, cytology is not a good diagnostic method, since cells are hard to loosen from the neoplasm. However, a good quantity of cells can be obtained from cystic neoplastic tissue, which can display spindle cells with weavy nuclei over a fibrilar or collagenous matrix, with nuclei palisades as an infrequent pattern. Nevertheless, by immunohistochemistry, S-100 immunopositivity is a characteristic of the fine needle aspiration of these neoplasms.<sup>20</sup> Concerning the neutrophilic pleocytosis observed through the cerebrospinal fluid analysis, it is attributable mainly to the necrotic extensive area caused by medullar ischemia secondary to tumor compression.

Mutations observed in the *neu* oncogene, in 75% of the malignant schwannomas, have been proved as markers for this type of tumors in domestic animals.<sup>15</sup> However, definitive diagnosis is based on ultrastructure by showing several desmosomes between adjacent cells and basal lamina around neoplastic cells, which can be seen thickened or even forming bilaminar handles.<sup>23</sup> Because of its location, this neoplasm must be specially differentiated from meningioma, which is negative to S-100. Furthermore, neurofibroma and the malignant tumor of peripheral nerve sheath should be considered as differential diagnosis based on the location, and those found in the skin are harder to identify.<sup>24</sup>

Spinal cord tumors located in the medullar canal cause neurological signs due to compression, invasion or destruction of the myelinated nerve fibers and the spinal cord. When tumors are detected early, surgical excision is feasible; however, affected animals usually show clinical signs when the neoplasm has produced irreversible damages in the spinal cord.

## Acknowledgements

Authors thank Jaime Eugenio Cordova and Emma Serrano Sanchez for the photographic material.

## Referencias

1. Koestner A, Bilzer T, Fatzner R, Schulman FY, Summers BA, Van Winkle TJ. Histological classification of tumours of the nervous system of domestic animals. In: The World Health Organization, editor. International histological classification of tumours of domestic animals, 2<sup>nd</sup> series, Vol 5. Washington DC: Armed Forces Institute of Pathology, 1999:1-71.

cido a los patrones histológicos observados en tumores de vaina periférica descritos en la rata, más que en el humano.<sup>15</sup> Además, los tumores benignos de vaina periférica pueden ser inmunopositivos a S-100, pero no es un marcador consistente, ya que no siempre hay reactividad.<sup>16,17</sup> Sin embargo, la fuerte y difusa inmunorreactividad a S-100 indica un tumor benigno de la vaina nerviosa periférica,<sup>18-20</sup> lo cual permite la diferenciación con tumores malignos del mismo origen, pero que tienen escasa o nula inmunorreactividad. Sin embargo, esto último genera controversias, pues otros autores indican que la reactividad a S-100 dependería de las células tumorales predominantes, más que de la benignidad o malignidad.<sup>21</sup>

Los TVNP se deben diferenciar principalmente con meningioma, que tiene patrones histológicos e inmunohistoquímicos distintos (negativo a S-100).<sup>6</sup> Respecto de los rhabdomyosarcomas (RM) y hemangiopericitomas (HP), pueden ser positivos a S-100; sin embargo, la reactividad es focal y normalmente involucra a menos de 20% de las células.<sup>22</sup> Sin embargo, los RM y HP son tumores poco frecuentes en el canal medular. Los datos anteriores, en conjunto con la historia clínica, concuerdan con afección de los nervios periféricos, ello permitirá un diagnóstico correcto en la mayoría de los casos examinados histológicamente.<sup>20</sup>

La citología generalmente no es un buen método de diagnóstico, ya que las células suelen no desprenderse fácilmente de la neoplasia. Sin embargo, se puede obtener buena celularidad de los tejidos quísticos de neoformación, los cuales pueden exhibir células alargadas con núcleos ondulados dispuestos en una matriz fibrilar o collagenizada, con palizadas nucleares como patrón poco frecuente. Sin embargo, con ayuda de la inmunohistoquímica, la inmunopositivity a S-100 es característica en los aspirados de esas neoplasias.<sup>20</sup> Con respecto a la pleocitosis neutrofílica observada en el examen de líquido cefalorraquídeo, ésta se atribuye principalmente a la extensa área de necrosis producto de la isquemia medular secundaria a compresión del tumor.

Como marcador molecular se han demostrado mutaciones en el oncogén *neu* en 75% de los schwannomas malignos examinados, proponiéndose como un marcador de schwannoma maligno en animales domésticos.<sup>15</sup> Sin embargo, el diagnóstico definitivo se basa en la ultraestructura, en la cual se demuestran múltiples desmosomas entre células contiguas y láminas basales alrededor de las células neoplásicas, las cuales pueden verse engrosadas o incluso formando asas bilaminares.<sup>23</sup> Dada su ubicación en el canal vertebral, se debe diferenciar principalmente del meningioma, que es negativo a S-100. Además, se deben considerar el neurofibroma y el tumor maligno

2. Storts RW, Montgomery DL. The Nervous System. In: McGavin D, Carlton W, Zachary J, editors. Thomson's Special Veterinary Pathology. 3<sup>rd</sup> ed. St Louis: Mosby Ed, 2001:381-459.
3. Hajjar MV, Schmidek HH. Operative neurosurgical techniques: Indications, methods and results. Vol. 2. Philadelphia: WB Saunders Ed, 2000: 151-158.
4. Epstein BS. Afecciones de la columna vertebral y de la médula espinal: estudios radiológicos y clínicos. 3<sup>a</sup> ed. La Habana: Editorial Científico Técnica, 1981.
5. Cordy D. Tumors of the nervous system and eye. In: Moulton JE, editor. Tumors in Domestic Animals. 3<sup>rd</sup> ed. California: University of California Press, 1990:640-665.
6. Koestner A, Higgins RJ. Tumors of the nervous system. In: Meuten JD, editor. Tumors of domestic animals. 4<sup>th</sup> ed. Iowa: Iowa State Press, 2002: 697-738.
7. Fingerroth JM, Prata RG, Patnaik AK. Spinal meningiomas in dogs: 13 cases (1972-1987). J Am Vet Med Assoc 1987;191:720-726.
8. Luttgen PJ, Braund KG, Brawner JR. A retrospective study of twenty-nine spinal tumors in the dog and cat. J Small Anim Pract 1980;21:213-226.
9. Wright JA, Bell DA, Clayton-Jones DG. The clinical and radiological features associated with spinal tumors in thirty dogs. J Small Anim Pract 1979;20:461-472.
10. Solleveld HA, Bigner DD, Arverill Jr DR, Bigner SH, Boorman GA, Burger PC *et al*. Brain tumors in man and animals: Reports of a Workshop. Environ Health Perspect 1986; 68: 155-173.
11. Nittner K. Spinal meningiomas, neuromas and neurofibromas, and hour-glass tumors. In: Vinken PH, Bruyn GW, editors. Handbook of clinical neurology. New York: North Holland/America Elsevier Ed, 1976:177-322.
12. Levy WJ, Latchaw J, Hahn JF, Sawhny B, Bay J, Dohn DF. Spinal neurofibromas: A report of 66 cases and a comparison with meningiomas. Neurosurgery 1986;18:331-334.
13. Cantore G, Ciappetta P, Delfini R. Intramedullary spinal neurinomas. J Neurosurgery 1982;57:143-147.
14. Juárez M, Aburto E. Revisión de 558 casos de neoplasias cutáneas en perros durante el periodo 2000-2004. Memorias del XIII Congreso Nacional de Patología Veterinaria; 2004 mayo 26-28; Nuevo Vallarta (Nayarit), México. México (DF): Sociedad Mexicana de Patólogos Veterinarios AC, 2004.
15. Stoica G, Tasca SI, Kim HT. Point mutation of *neu* oncogene in animal peripheral nerve sheath tumors. Vet Pathol 2001;38:679-688.
16. Zachary JF, O'Brien DP, Ingles BW, Everitt JI, Parker AJ. Multicentric nerve sheath fibrosarcomas of multiple cranial nerve roots in two dogs. J Am Vet Med Assoc 1986;188:723-726.

de vaina de nervios periféricos, como diagnósticos diferenciales con base en esa localización y aquéllos que se encuentran en piel, que son los más difíciles de diferenciar.<sup>24</sup>

Los tumores espinales ubicados en el canal medular causan signos neurológicos producto de la compresión, invasión o destrucción de las fibras nerviosas mielinizadas y de la médula espinal. Cuando se detectan a tiempo, es factible su remoción quirúrgica; sin embargo, generalmente los animales afectados mostrarán signos clínicos cuando la neoplasia ha generado daños irreversibles en el cordón espinal.

## Agradecimientos

Se agradece a Jaime Eugenio Córdova y a Emma Serrano Sánchez la elaboración del material fotográfico.

- 
17. Chijiwa K, Uchida K, Tateyama S. Immunohistochemical evaluation of canine peripheral nerve sheath tumors and other soft tissue sarcomas. Vet Pathol 2004;41:307-318.
  18. Zbieranowski I, Bedard YC. Fine needle aspiration of schwannomas. Value of electron microscopy and immunohistochemistry in the preoperative diagnosis. Acta Cytol 1989;33:381-384.
  19. Mooney EE, Layfield LJ, Dodd LG. Fine-needle aspiration of neural lesions. Diagn Cytopathol 1999;20:1-5.
  20. Domanski HA, Åkerman M, Engellau J, Gustafson P, Mertens F, Rydholm A. Fine needle aspiration of neurilemoma (Schwannoma). A clinicopathologic study of 116 patients. Diagn Cytopathol 2006;34:403-412.
  21. Takeuchi A, Ushigome S. Diverse differentiation in malignant peripheral nerve sheath tumors associated with neurofibromatosis-1. An immunohistochemical and ultrastructural study. Histopathology 2001;39:298-309.
  22. Chijiwa K, Uchida K, Tateyama S. Immunohistochemical evaluation of canine peripheral nerve sheath tumors and other soft tissue sarcomas. Vet Pathol 2004;41:307-318.
  23. Canfield P. The ultra structure of bovine peripheral nerve sheath tumors. Vet Pathol 1978;15:292-300.
  24. Summers BA, Valentine B, Van Winkle T, Cooper B. Divergent differentiation in canine peripheral nerve sheath tumors. Vet Pathol 1992;29:447.