

NUEVO SISTEMA DE FIJACIÓN ESPINAL EN CANINOS

FL Leone, EJ Durante

Servicio central de cirugía
Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata

Resumen: Los diversos procedimientos utilizados en la actualidad para la reparación de fracturas espinales incluyen: Placas plásticas tomadas a las apófisis espinosas con tornillos pasantes, Alambres y clavos de acero inoxidable en el compartimiento dorsal, Clavos cruzados en los cuerpos vertebrales, Placas con tornillos en los cuerpos vertebrales, Tornillos en las apófisis articulares y Tornillos o clavos de Steinman en el cuerpo vertebral, tomados con metilmetacrilato. Ninguno logra por sí sola neutralizar las diferentes fuerzas, de modo que sea capaz de inmovilizar con éxito un trauma espinal y poseen limitaciones relacionadas con: la región de la columna en que debe ser utilizado, el tamaño, edad y temperamento del paciente, los tipos de fuerzas que debe neutralizar y el tipo de fractura y/o luxación. Creemos que El Sistema Argentino de columna Modificado (SCAM), es una opción adecuada en muchos paciente ya que se adapta en las diferentes regiones espinales, es de fácil y rápida colocación, y aporta una excelente inmovilidad, debido a la unión implante-óseo en el cuerpo vertebral, que neutraliza el compartimiento ventral y medio, requisito necesario en una instrumentación espinal.

Palabras claves: columna vertebral, fijación espinal, canino.

NEW SPINAL FIXATION SYSTEM IN DOG

Abstract: The different surgical procedures used to repair spinal fractures include: Plastic plates fixed with screws to the spinal processes, Pins and wires through the dorsal compartment, Cross pins through the vertebral bodies, Screws inserted through the articular processes, Screws and/or Steinmann pins through the vertebral bodies embodied in methyl-metacrylate. None of the said methods per se are able to neutralize and stabilize a traumatized spine. Furthermore, they have limitations related to the region of the spine affected, age and temper of the dog, shape of the fracture/luxation and type of forces involved. The Modified Argentina Spine System, known as SECAM for Spanish initials, have being used by the authors in a series of experimental and clinical cases. We believe that this system constitutes a very useful option to achieve an adequate stabilization of the spine, with the advantage of being adaptable to the different spinal regions. Its insertion requires an easy and quick surgical procedure that neutralizes both, the medial and ventral spinal compartments, a requisite to obtain proper segmental immobilization

Key words: Spinal cord, spinal fixation, dog

Fecha de recepción: 03/07/13

Fecha de aprobación: 12/12/12

Dirección para correspondencia: F. Leone, Servicio de Cirugía. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. CC 296, (B1900AVW) La Plata. Argentina.

E-mail: fer_medvet@yahoo.com.ar

INTRODUCCIÓN:

De las primeras comunicaciones de la literatura veterinaria se infiere que muchos cirujanos recurrían a la eutanasia de sus pacientes debido a lo impráctico e inhumano del cuidado prolongado que requieren aquellos caninos con trauma espinal significativo. Las primeras comunicaciones sobre ensayos quirúrgicos para la reparación de fracturas espinales, fueron realizadas por investigadores ingleses (1, 4) que describieron técnicas usando placas de acero inoxidable tomadas a las apófisis espinosas dorsales con tornillos pasantes. Desde entonces han sido descritos diversos procedimientos para la reparación de fracturas espinales, siendo los más utilizados:

- Placas plásticas tomadas a las apófisis espinosas con tornillos pasantes (4,6).
- Alambres y clavos de acero inoxidable en el compartimiento dorsal (7).
- Clavos cruzados en los cuerpos vertebrales (8).
- Placas con tornillos en los cuerpos vertebrales (9).
- Tornillos en las apófisis articulares (10).
- Tornillos o clavos de Steinman en el cuerpo vertebral, tomados con metilmetacrilato (11, 14).

Si bien a través del tiempo las técnicas implementadas fueron mejorando, ninguna logra por sí sola neutralizar las diferentes fuerzas, de modo que sea capaz de inmovilizar con éxito la columna con trauma espinal.

En medicina humana se han utilizado diversos métodos en el intento de lograr una adecuada estabilidad de las columnas afectadas (15). El primer implante utilizado por Hadra en 1891 (16) y, posteriormente, por Lange en 1910 (17) fue la sutura con alambres en las apófisis espinosas. Este tipo de instrumentación no resultó suficientemente fuerte para neutralizar los compartimientos medio y ventral.

Más tarde, se sustituyeron los alambres por placas, fracasando por el mismo motivo biomecánico que el alambre, a lo que se sumó la pérdida de alineación espinal que produjo cifosis (18, 19). En 1940 se reportó el primer método utilizando tornillos a través de las apófisis articulares, que más tarde fue implementado por otros cirujanos²⁰. La utilización de placas en las apófisis espinosas fue comunicada por Straub (21), y más tarde por Wilson y Straub (22), Knodt y Larrick (23) reportaron el uso de un sistema de gancho laminar que permitió la distracción vertebral. El mayor avance en el uso de ganchos laminares para la cirugía espinal fue el de Harrington para el tratamiento de la escoliosis (24). La verdadera fijación segmental fue realizada con alambre sublaminar por Resina y Alves (25), luego por Luque (26) y más tarde por J. Dove (27). El uso de los tornillos transpediculares ha sido el mayor avance de la

instrumentación espinal interna en seres humanos. Los primeros reportes de este método fueron realizados por Harrington y Tullos (28) en una espondilolistesis, pero fue Roy-Camille (29) quien realmente desarrolló la primera práctica con este sistema de tornillos pediculares en 1970.

En los últimos años ha aumentado considerablemente el número de pacientes con trauma espinal, principalmente a causa de accidentes automovilísticos. Por otra parte, en la actualidad se ha incrementado el número de caninos a los que se considera integrantes importantes del núcleo familiar, razón por la cual sus propietarios invierten más tiempo y recursos económicos en su cuidado. Estos hechos han aumentado la demanda de tratamientos quirúrgicos que posibiliten la recuperación de las funciones neurológicas. En este sentido los autores creen que es importante contribuir a desarrollar y/o perfeccionar algunos de los sistemas que permiten fijar e inmovilizar las columnas vertebrales lesionadas. El desarrollo de un método de fijación que permita neutralizar los movimientos de una columna vertebral dañada, reducir los problemas colaterales postquirúrgicos y de esta manera aumentar el número de pacientes con pronóstico favorable posibilitará incrementar la expectativa de vida en caninos con trauma espinal y, al mismo tiempo, actuará como estímulo para que un mayor número de pacientes sea sometido a este tipo de cirugía.

A través del tiempo los diferentes sistemas han mostrado sus beneficios y sus fracasos en la neutralización de columnas vertebrales de caninos, es por ello que el cirujano deberá tener presente que un sistema de fijación no siempre podrá ser el óptimo para todas las formas de trauma espinal.

Algunos de los sistemas de instrumentación espinal poseen sus limitaciones, debido a: la región de la columna en que debe ser utilizado, el tamaño, edad y temperamento del paciente, los tipos de fuerzas que debe neutralizar y el tipo de fractura y/o luxación. El sistema de alambres y clavos en el compartimiento dorsal, es un método sencillo de colocar, pero tiene la desventaja de producir solo estabilidad del compartimiento dorsal, con la posibilidad de la fractura de las carillas articulares, no pudiendo ser utilizado en caninos de gran porte, como así también en columnas muy inestables.

Los tornillos o clavos de Steinmann en el cuerpo vertebral tomados con metilmetacrilato: es uno de los sistemas más utilizados en la actualidad, posee una buena estabilidad para las columnas con fracturas inestables, algunos de los inconvenientes frecuentes de este método es migración de los clavos sin rosca, deslizamiento del acrílico por falta de dobles del clavo (unión implante-acrílico), posibles focos de infección en

el acrílico, dificultad en el cierre de los tejidos blandos sobre el acrílico y dificultad para retirar los implantes

El método de inserción de clavos cruzados en cuerpo vertebral es utilizado para el tratamiento de las luxaciones, subluxaciones o fracturas en el compartimiento dorsal, su utilización requiere cuerpos vertebrales sin daño, una amplia exposición de la columna vertebral (con alto riesgo de lesionar grandes vasos) y contar con radiología intraquirúrgica para monitorear la trayectoria de los clavos. El fracaso más frecuente de este método es la migración de los clavos hacia ventral del cuerpo vertebral.

La colocación de placas con tornillos en el cuerpo vertebral es el método elegido para las fracturas muy inestables, brinda mayor estabilidad espinal, pero posee limitaciones como por ejemplo, una amplia exposición de las estructuras vertebrales, resección de la raíz nerviosa en el espacio intervertebral que impide su colocación por detrás de la vértebra L4, con abordaje complicado para las vértebras torácicas.

La placa insertada en las apófisis espinosas dorsales, constituye uno de los métodos más antiguos de estabilización espinal. Se han usado de acero inoxidable, titanio y de policloruro de vinilo (pvc), tomándolas a las apófisis espinosas o a través de los espacios interespinosos, con tornillos. Los factores limitantes para la colocación de estas placas son la edad y el tamaño del paciente y largo de las apófisis espinosas, es una técnica deficiente como único método de estabilización, y el inconveniente que suele ocurrir es la fractura de las apófisis espinosas. El uso de tornillos insertados a través de las apófisis articulares es ineficiente como método único de estabilización, requiriendo también, apófisis articulares intactas. Fracasa con frecuencia por la ruptura de las apófisis articulares (30, 34).

Los autores creen que el Sistema de Columna Argentino, constituido por tornillos pediculares conectados a una barra, utilizado en medicina humana, provee una adecuada alternativa para medicina veterinaria, sustentado en el hecho de que brinda un correcto amarre en el cuerpo vertebral, permite una sujeción óptima del sistema, es de colocación fácil y rápida, produce una adecuada neutralización biomecánica y ocasiona poca movilización de tejidos blandos durante la colocación, disminuyendo de esta manera el dolor postquirúrgico.

MODIFICACIÓN DEL SCA PARA ADAPTARLO A CANINOS (SCAM)

Debido a que el pedículo vertebral del canino es muy delgado y su musculatura epiaxial de escaso espesor, se decidió desplazar el punto de ingreso de los tornillos en la vértebra, reducir el tamaño de la cabeza y grosor del mismo.

El ingreso del tornillo fue modificado debido a que el pedículo de las vértebras lumbares de los caninos es delgado y no permite el amarre necesario. Debido a ello se ingresa desde la base de las apófisis transversas de las vértebras de la columna lumbar, hasta el cuerpo vertebral, con una angulación aproximada de 35 grados con respecto al eje longitudinal. Las modificaciones realizadas en el tornillo consistieron: reducir el tamaño de la cabeza, retiro de la arandela esférica, disminución del diámetro del tornillo y de la barra conectora, que permitió la reducción de la cabeza del tornillo.

PRESENTACIÓN DE DOS CASOS RESUELTO CON EL SISTEMA DE COLUMNA ARGENTINO MODIFICADO CASO I

Se presentó a consulta en el Hospital Escuela de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata, un paciente canino, mestizo, de 6 años de edad, con un peso de 25 kg, atropellado por un automóvil, con una evolución de 72 h. En la exploración física se observó: deformidad en dorsal de columna lumbar (xifosis), dolor a la palpación, taquipnea y taquicardia.

Los signos neurológicos observados fueron: paraplejía, pérdida de la sensibilidad en región lumbar, perineal y rabo, reflejo anal abolido y vejiga de fácil vaciado. La sensibilidad profunda estaba conservada en el miembro posterior derecho, pero disminuida en el miembro posterior izquierdo. Se indicaron los estudios complementarios: radiografías, de tórax y columna, evaluación cardíaca y análisis sanguíneos.

La evaluación radiográfica de la columna se realizó evitando los movimientos que pudieran lesionar aún más la médula espinal, indicando solamente la incidencia latero-lateral, esta demostró una luxación vertebral de L5-L6, con un desplazamiento hacia dorsal de L6 reduciendo el canal vertebral aproximadamente 60 % (Foto1). Los análisis sanguíneos y cardíacos prequirúrgicos y radiografías de tórax fueron normales. Se decidió entonces implementar un tratamiento quirúrgico.

En la preparación prequirúrgica se pudo observar el desplazamiento lateral de las apófisis espinosas de las vértebras lumbares 5 y 6.

La premedicación anestésica fue realizada por vía subcutánea con atropina 0,04 mg/kg de peso, tramadol 1 mg/kg de peso vivo y acepromacina (1 mg dosis total). Se lavó el prepucio tres veces para colocar una sonda uretral k30 con su bolsa colectora, se rasuró la región comprendida desde la vértebra torácica 7 (T7) hasta el rabo y se preparó el campo quirúrgico de rutina. La inducción anestésica se realizó con propofol (4 mg/kg) para luego intubar al paciente y continuar

con anestesia inhalatoria con isofluorano. Se colocaron los electrodos del monitor cardíaco y se posicionó al paciente en decúbito esternal para la cirugía.

El abordaje de la columna vertebral se realizó por vía dorsal, con una incisión en piel sobre las apófisis espinosas desde la vértebra lumbar 3 (L3) hasta la vértebra sacra 1 (S1). Se continuó con la incisión de la fascia lumbar de ambos lados, aproximadamente a 3 mm de las apófisis espinosas y se reflejaron los músculos epiaxiales para observar las estructuras vertebrales dorsales y la región afectada. Se realizó la reducción de la luxación vertebral. Una vez reducida la luxación vertebral se colocó una clavija con el propósito de mantener la vértebra en su lugar, lo más estable posible para la colocación de los tornillos transpediculares.

Se procedió entonces a la colocación de los tornillos transpediculares, uno en L5 y otro en L6, sobre el lado derecho del paciente. Se realizó la aproximación hacia las apófisis transversas de L5 y L6, para marcar el punto de ingreso de los tornillos transpediculares. El mismo fue realizado con una mecha de 2,5mm y a un ángulo de 35 ° con respecto al eje longitudinal vertebral, desde la base de la apófisis transversa hacia el cuerpo vertebral. Para marcar este punto se prefirió utilizar una mecha y taladro en lugar de la gubia debido a las diferencias anatómicas existentes entre el humano y el perro en el punto de entrada de los tornillos. Se insertó el tornillo siguiendo el trayecto prefijado y se ajustó suavemente utilizando el atornillador específico. Se colocó el tornillo primero en L6 repitiendo la maniobra para L5.

Posteriormente se presentó la barra utilizando la pinza porta barras y se verificó que coapte de forma adecuada dentro de la cabeza de los tornillos, para lo cual fue necesario doblar la misma, usando dobla barras, hasta lograr la posición correcta. Se procedió entonces a colocar la tuerca de bloqueo en cada tornillo con el portador y guía de las mismas, para finalmente ajustar las tuercas antes mencionadas (Foto 2).

Se realizó el cierre de la musculatura, fascia y piel con la técnica de rutina.

Las radiografías de control postquirúrgico mostraron una adecuada reducción de la luxación vertebral, y la correcta colocación de los tornillos (Foto 3).

El paciente permaneció hospitalizado por 72 hs para un correcto control de la recuperación anestésica, dolor y evaluación neurológica. Se realizó analgesia utilizando morfina por medio de un catéter epidural durante las primeras 48 h. La antibioticoterapia fue realizada por vía endovenosa para continuar por vía oral durante siete días, junto con antioxidantes por la misma vía, durante 30 días.

A los 10 días de la cirugía se le retiraron

los puntos, observando ausencia de dolor en la región lumbar y con un cuadro neurológico estable.

A los 30 días el paciente comienza a tener movimientos del miembro posterior derecho, mientras que el izquierdo continúa sin evolucionar.

A los 60 días el paciente se puede mantener parado con miembro posterior derecho y el izquierdo, la propiocepción se observa ausente en ambos miembros.

A los 90 días de la cirugía el paciente camina sin afecciones neurológicas.

CASO II

Se presentó a consulta en el Hospital Escuela de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata, un paciente canino, Dálmata, de 6 años de edad, con un peso de 28 k, su signología era de debilidad en miembros anteriores, atrofia de los músculos del miembro anterior derecho, propiocepción disminuida de dicho miembro, dolor expresado con vocalización al intentar movilizarse o en las maniobras semiológicas, reflejos de los miembros anteriores disminuidos. El cuadro clínico tenía tres semanas de evolución.

Se indicaron análisis sanguíneos de rutina, Rx, con incidencia laterales y ventrodorsales de cuello, las cuales no evidenciaron alteraciones.

Las pruebas de laboratorio fueron normales. Se instauró tratamiento médico basado en antiinflamatorios, antioxidantes y protector gástrico. Se indicó una resonancia magnética que reveló una neoformación en el canal vertebral a nivel de las vértebras C4-C5 l y foramen intervertebral del lado derecho, con alteración de la estructura medular por delante y detrás de dicha neoformación, compatible con edema y siringomielia (Foto 4).

Se indicó tratamiento quirúrgico con aproximación lateral del cuello, realizando una hemilaminectomía, de las vértebras C4-C5, una vez realizada, se observó una neoformación de coloración roja sangrante. Se amplió la hemilaminectomía debido a la imposibilidad de retirar completamente la neoformación. Debido a la ampliación de la hemilaminectomía y la posible inestabilidad vertebral que ello conlleva (Foto 5), se consideró la fijación de las vértebras C4-C5 por medio del Sistema de Columna Argentino Modificado (SCAM)

Los tornillos del (SCAM) fueron colocados en el cuerpo vertebral desde lateral elevando la arteria vertebral, se adaptó la barra que une los tornillos y se la aseguró con la tuerca de bloqueo. Para control del dolor se colocó una sonda (PC 50) epidural para la analgesia con morfina (0,1 mg-k en 0,13 ml-k, cada 24 h). Luego se agregó

Fotos del caso I: Sistema modificado para Medicina Veterinaria (SCAM)



Foto 1 Rx: Luxacion L5-L6. Luxation L5-L6

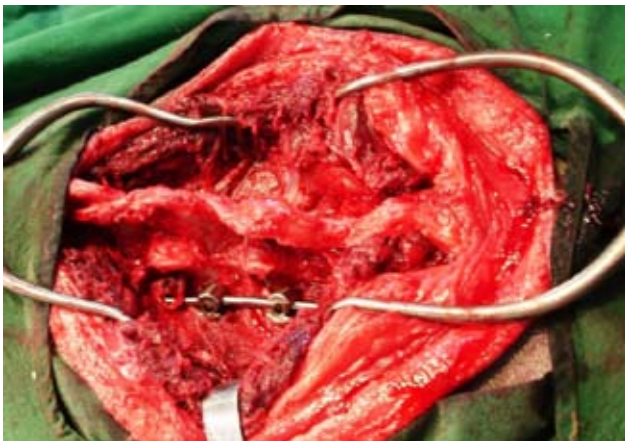


Foto 2 de SCAM

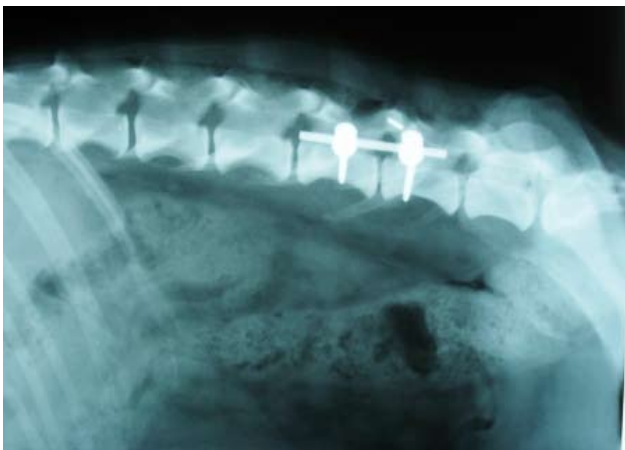


Foto 3 Rx postquirúrgica.

Spongostan® en el defecto creado de la hemilaminectomía para evitar hemorragia y que la cicatrización postquirúrgica, invada el canal vertebral con tejido fibrótico. El cierre fue realizado de rutina con suturas absorbibles. Se realizaron Rx postquirúrgicas para verificar la ubicación de los implantes (Foto 6).

Fotos del caso II: Sistema modificado para Medicina Veterinaria (SCAM)

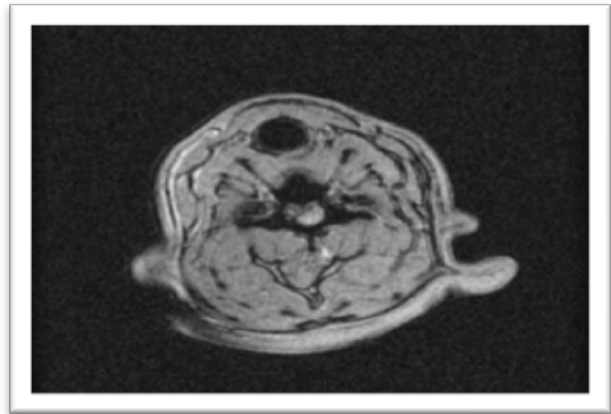


Foto4 RM: imagen de neoplasia

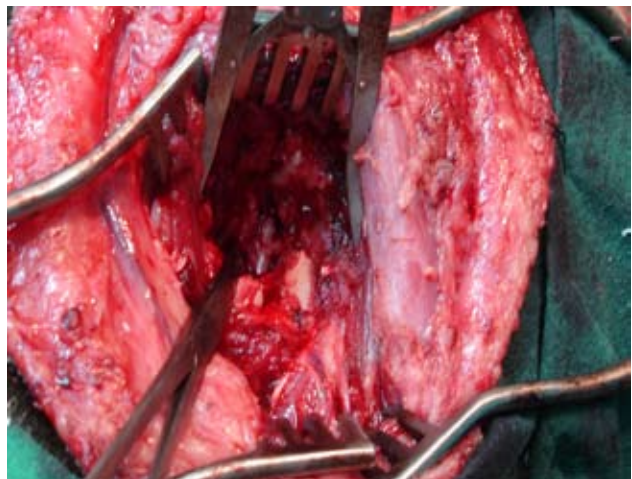


Foto 5 Técnica descompresiva



Foto 6 Rx postquirúrgica

El paciente evolucionó correctamente, sin alteraciones neurológicas visibles en la exploración clínica, a las 24 h se observó disminución del dolor al moviendo cervical, sin intentos de incorporarse, empezando a ingerir alimentación. A las 48 h el cuadro clínico del paciente mostró una evolución favorable, observándose la in-

corporación dentro del canil, con movimientos lentos del cuello. En la evaluación neurológica se observa disminución de la propiocepción del miembro anterior derecho. Se decide retirar la sonda epidural luego de inyectar por segunda vez el analgésico.

A la semana de la intervención quirúrgica el paciente camina normalmente, sin alteraciones neurológicas, solo comunica el propietario que manifiesta dolor por medio de vocalización en movimientos bruscos del cuello. Se decide a retirar los puntos. A los 20 días posteriores a la intervención el paciente tiene una actividad normal.

DISCUSIÓN

Si consideramos los sistemas de inmovilización espinal que se implementan en la actualidad, se puede observar que no hay un sistema que pueda resolver todas y diferentes patologías espinales. Es por ello que las placas en cuerpo vertebral es el método de estabilización espinal más efectivo en caninos, pero no puede ser utilizado por detrás de L4, debido a que se lesionarían las raíces de los nervios espinales en su colocación y su implantación en la región torácica es complicada por las costillas.

Las técnicas de los tornillos en las apófisis articulares, placas plásticas en las apófisis espinosas, y alambres y clavos de acero quirúrgico en el compartimiento dorsal presentan deficiencias en la estabilización biomecánica de columnas inestables debido a que no es posible neutralizar más de un compartimiento espinal.

Los clavos cruzados en el cuerpo vertebral requieren de una técnica efectiva y económica para estabilizar vértebras de fácil acceso, siendo muy dificultosa su implementación en las vértebras de difícil acceso como las cervicales, sacras o la articulación lumbo-sacra.

Los clavos de Steimann en el cuerpo vertebral tomados con metilmetacrilato es la técnica más utilizada en cirugía espinal de caninos. Esta técnica es efectiva en la neutralización de los movimientos espinales, aunque existe la posibilidad de migración de los clavos, cuando se utilizan clavos lisos, o fallas en las angulaciones implementadas por estos. Por otra parte, si el volumen del metilmetacrilato es excesivo, puede ocasionar molestias para el paciente, dificultad en el cierre de la incisión y posibilidad a infecciones postquirúrgicas. Es por lo anteriormente mencionado que creemos que el SCAM es un método eficaz, moderno y de fácil colocación en fijaciones de columnas vertebrales caninas.

Luego de la implementación del Sistema argentino de columna (SCAM) en dos pacientes con diferentes indicaciones, la primera por un trauma espinal exógeno y la segunda por la implementación de una técnica descompresiva amplia,

se pudo observar que este método se adapta en las diferentes regiones espinales, siendo la región cervical difícil por su configuración vertebral, además su fácil y rápida colocación, con escasos movimientos de los tejidos blandos disminuye el dolor postquirúrgico y tiempo anestésico. Desde el punto biomecánico aporta una excelente inmovilidad, debido a la unión implante-óseo en el cuerpo vertebral, neutralizando el compartimiento ventral y medio, requisito necesario en una instrumentación espinal.

Los autores creen que este sistema proveerá un nuevo método de instrumentación para una adecuada estabilización de la columna vertebral de caninos, debido a que estabiliza biomecánicamente las estructuras de los compartimientos medio y ventral, afectadas por los traumas antes mencionados. En la experiencia realizada con este tipo de implantes se observó una aceptable tolerancia del paciente a esta instrumentación, evidenciándose resultados favorables en la evolución del paciente que lo ubicarían en el futuro como método de elección para el tratamiento de este tipo de anormalidad. Este sistema no requiere una instrumentación especial ni una destreza especial, aunque si necesita de maniobras quirúrgicas delicadas. La mayor desventaja que ofrece este método es su elevado costo, que limita su uso en la actualidad. Su aplicación en un número mayor de pacientes servirá para valorar con precisión su real potencial.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kavit A. Hemilaminectomy in a dog with bone graft and metal internal fixation. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1958; 132: 16-18.
2. Harmon H, Hugenberg JE. Surgical repair of the vertebral fracture in a dog. *J Am Vet Med Ass* 1966; 149:46-48.
3. Hoerlein BF. Methods of spinal fusion and vertebral immobilization in the dog. *American Journal of Veterinary Research*. 1956; 17:695-709.
4. Archibald J, Pennock PW, Cawley AJ. Trauma of the vertebral column in dog. *Vet medicine*. 1959; 54:518-522.
5. Yturraspe DJ, Lumb WV. The use of plastic spinal plates for internal fixation of the canine spine. *Jour Amer Vete Med Ass*. 1972;161:1651-1657.
6. Dulisch ML, Withrow SJ. The use of plastic plates for fixation of spinal fractures in the dog. *Canadian Veterinary Journal*. 1979; 20:326-332.
7. Gage ED. Surgical repair of spinal fractures in small breed dogs. *Veterinary Medicine and Small Animal Clinician*. 1971;66:1095-1101.
8. Gage ED. A new method of spinal fixation in the dog. *Veterinary Medicine and Small Animal Clinician*. 1969; 64:295-303.
9. Swaim SF. Vertebral body plating for spinal immobilization. *Journal of the American Veterinary Medical*

F. Leone y col.

Association. 1971;158:1683-1695.

10. Swaim SF. Evaluation of four techniques of cervical spinal fixation in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1975;166:1080-1086.

11. Rouse GP, Miller JI. The use of methylmetacrylate for spinal stabilization. *Jour Amer Hosp Ass*. 1975;11:418-425.

12. Blass CE, Seim HB: Seim HB. Spinal fixation in dogs using Steinmann pins and methylmetacrylate. *Vet surg*. 1984; 13: 204.

13. Wong WT, Emms S.G. Use of pins and methylmethacrylate in stabilisation of spinal fractures and luxations. *Journal of Small Animal Practice*. 1992; 33: 415-422.

14. Renegar WR, Simpson ST, Stoll SG. The use of methylmetacrylate bone cement in cervical spine stabilization: a case report and discussion. *Journal of the America Animal Hospital Association*. 1980; 16:219-223.

15. Zindrick MR. Pedicle screw fixation. In Weinstein ST. *The pediatric spine principles and practice*. Ed Raven Press New York. 1994; vol 2, cap 79 p 1683-1715.

16. Hadra BE. Wiring of the spinous process in injury and Pott's disease. *Trans Am Orthop. Assoc*. 1891; 4:206. En Krag M (61).

17. Lange F. Support for the spondylitic spine by means of buried steel bars attached to the vertebrae. *Am. J. Orthop. Surg*. 1910; 8:344-361. En Krag M (61).

18. Toumey JW. Internal fixation in fusion of the lumbo-sacral joints. *Lahey Clin Bull* 1943; 3:188-191.

19. King D. Internal fixation for lumbo-sacral fusion. *Am. J. Surg* 1944; 66:357-361.

20. Krag Martín H. Biomechanics of thoracolumbar spinal fixation. *Spine*. vol.16: n°3. 1991; 84-98.

21. Straub LR. Lumbosacral fusion by metallic fixation of the lumbar spine. *J Bone Joint Surg*. 1949; 31:478.

22. Wilson PD, Straub LR. Lumbosacral fusion with methallic-plate fixation. *AAOS Instr Course Lect* 1952; 9:53-57.

23. Knodt H, Larrick RB. Distraction fusion of the spine. *Ohio State Med. J*. 1964; 60:1140-1142.

24. Harrington PR. Treatment of scoliosis: Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J. Bone Joint Surg (Am)*. 1962; 44:591-610.

25. Resina J, Alves AV. Technique of correction and internal fixation for scoliosis. *J Bone Joint Surg*. 1977; 57:112.

26. Luque ER. Anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation. *Spine* 1982; 7:256-259.

27. Dove J. Internal fixation of the lumbar spine. The Hartshill restangle. *Clin Orthop*. (203) 1986;135-40.

28. Harrington PR, Tullos HS. Reduction of severe spondylolistesis in children. *South Med J*. 1969; 62:1-

7. En Krag M (61).

29. Roy-Camille R, Demeulenaere C. Osteosynthese du rachis dorsal, lombaire et lombo-sacre par plaque metalliques vissees dans les pedicules vertebraux et es apophyses articulaires. *Presse Med*. 1970; 78:1447-1448.

30. Fossum TW. *Cirugía en pequeños animales*. Editorial Inter-médica Bs. As. Argentina. 1999.

31. Sharp Nicholas JH, Wheeler Simon J. *Trastornos vertebrales de pequeños animales. Diagnóstico y cirugía*. Segunda edición. Editorial Elsevier Mosby España. 2006.

32. Slatter Douglas. *Tratado de cirugía en pequeños animales*. Tercera edición. Editorial Intermédica. Argentina. 2006.

33. Fossum TW. *Cirugía en pequeños animales*. Segunda edición. Editorial Inter-médica Bs. As. Argentina 2004

34. Bojrab MJ. *Técnicas actuales en cirugía de pequeños animales*. Cuarta edición. Editorial Intermédica. Bs As. Argentina. 2001.