

Neue Aspekte in der Behandlung des Bandscheibenvorfalls beim Hund: Eine Übersicht

F. Forterre¹, J. Lang²

¹Neurochirurgie, Kleintierklinik Chirurgie und ²Bildgebende Verfahren, Departement klinische Veterinärmedizin, Universität Bern

Zusammenfassung

Der Bandscheibenvorfall beim Hund gehört zu den leitenden Forschungsthemen am Tierspital Bern. In dieser Übersichtsarbeit werden Ergebnisse aus der klinischen Forschung präsentiert und der traditionelle Wissenstand über den Bandscheibenvorfall des Hundes um einige neue Aspekte erweitert. Die neuesten Erkenntnisse stammen aus dem Gebiet Neurochirurgie/Neuroradiologie und beschäftigen sich hauptsächlich mit dem Stellenwert der herkömmlichen Behandlungsmethoden (Hemilaminektomie, Fenestration, Durotomie, laterale Korpektomie), um die therapeutischen Ergebnisse in Zukunft weiter verbessern zu können.

Schlüsselwörter: Hund, Hemilaminektomie, Fenestration, Durotomie, Korpektomie, konservativ

New aspects in the treatment of disc herniation in the dog

Disc herniation is one of the main research topics at the Tierspital Berne. In this review article about canine disc disease, results from recent clinical research are presented and integrated to the actual knowledge about the disease. These new results deal mainly with Neurosurgery/Neuroradiology and especially focus on therapeutic value of commonly used treatment methods (hemilaminectomy, fenestration, durotomy, lateral corpectomy) in order to further improve therapeutical results in future.

Keywords: dog, hemilaminectomy, fenestration, durotomy, corpectomy, conservative

Einleitung

Der Bandscheibenvorfall stellt eine der häufigsten neurologischen Erkrankungen im Praxisalltag dar. Chondrodystrophe Rassen (z.B. Dackel, Pekinese, Beagle, Französische Bulldogge, Zwergpudel, Basset, Shi Tzu) sind besonders prädisponiert. Gerade bei diesen Rassen können degenerative Veränderungen jede Bandscheibe zwischen C₂ und S₁ betreffen und Ursache eines Bandscheibenvorfalles sein. Die allgemeine Pathophysiologie von Bandscheibenerkrankungen ist schon lange bekannt, dennoch konnten in den letzten Jahren einige Fortschritte sowohl im Verständnis als auch in der Behandlung erzielt werden. Mit diesem Artikel soll dem Leser ein Überblick über den Bandscheibenvorfall beim Hund sowie neue Erkenntnisse in Diagnose und Therapie gegeben werden.

Pathophysiologie der Bandscheibendegeneration

Im Gegensatz zu Hunden grosswüchsiger Rassen, bei denen eher eine fibroide Degeneration der Bandscheibe

beschrieben wird, ist bei chondrodystrophen Rassen eine chondroide Degeneration des Nucleus pulposus typisch. Die chondroide Metamorphose der chondrodystrophen Rassen tritt bereits in den ersten Lebensjahren auf. Hierbei wird der Nucleus pulposus allmählich durch perinukleär gebildetes faserarmes, hyalines Knorpelgewebe ersetzt. In diesem minderwertigen Knorpel treten regelmässig Nekrosen auf, die eine dystrophische Verkalkung nach sich ziehen (Bray, 1998). In einer neueren Studie konnten wir zeigen, dass die Apoptose (vorprogrammierter Zelltod) beim Bandscheibenvorfall ebenfalls eine Rolle spielen könnte. Es wurde eine höhere Rate an Apoptose bei chondrodystrophen Hunden beobachtet (Klauser, 2007). Begleitet werden diese Veränderungen des Nucleus durch eine Degeneration des Anulus fibrosus.

Pathophysiologie der Rückenmarksschädigung

Die Degeneration der Bandscheibe kann durch Verlust ihrer Stossdämpferfunktion zu einer Protrusion oder Extrusion des Nucleus pulposus in den Wirbelkanal führen.

110 Originalarbeiten

Etwa 66–83 % der Bandscheibenerkrankungen betreffen die thorakolumbale Wirbelsäule, über 50 % davon die Intervertebralspalten Th₁₂-Th₁₃ oder Th₁₃-L₁ und etwa 75 % sind in den Intervertebralspalten Th₁₁-Th₁₂ bis L₁-L₂ lokalisiert (Priester, 1976; Sharp and Wheeler, 2005). Der Erkrankungsgrad und die Auswirkungen des Bandscheibenvorfalles auf das Rückenmark hängen von mehreren Faktoren ab. Der Zusammenhang zwischen Vorfalgeschwindigkeit und Rückenmarksschädigung wurde früh erkannt und der Begriff des dynamischen Faktors wurde eingeführt. Demnach sind die Auswirkungen umso schwerwiegender, je schneller Bandscheibenmaterial auf das Rückenmark prallt. Das vorgefallene Bandscheibenmaterial beschädigt das Rückenmark mechanisch in Form einer Kontusion, aber auch als Kompression (Braund, 1993; Sharp and Wheeler, 2005). Ebenfalls eine Rolle können durch das vorgefallene Bandscheibenmaterial verursachte entzündliche Veränderungen spielen. Eine direkte morphologische Beeinträchtigung des Nervengewebes tritt als Folge von Hämorrhagien und Ödemen in der grauen und weißen Substanz ein, die schliesslich zu Axondegeneration oder Nekrose führen können. Thrombose kleiner Gefäße, interstitielles und endotheliales Ödem, Beeinträchtigung der autoregulativen Mechanismen und biochemische Veränderungen führen zu Ischämie und Infarzierung des Gewebes. Biochemische und metabolische Änderungen werden durch das Auftreten freier Radikale, durch Elektrolytverschiebungen und durch einen anaeroben Stoffwechsel verursacht (Braund, 1993; Olby et al., 2003). Ausgehend von der Stelle des akuten Bandscheibenvorfalles kann sich in seltenen Fällen eine aufsteigende oder absteigende Myelomalazie („ascending syndrome“) entwickeln (Griffiths, 1972).

Klinik

Signalement des Tieres, Beginn und Verlauf des Geschehens und die typischen klinisch-neurologischen Befunde sind meistens klare Hinweise auf einen thorakolumbalen Bandscheibenvorfall. Die klinischen Symptome treten perakut, akut oder chronisch auf und bestehen in spinalen Schmerzen, neurologischen Ausfällen der Hintergliedmaßen unterschiedlichen Ausmasses und Harnabsatzstörungen. Die neuroanatomische Lokalisation der Kompression wird durch intakte (Th₃ bis L₃) oder beeinträchtigte (L₄ bis S₃) spinale Reflexe der Hintergliedmaßen bestimmt (Priester, 1976). Die geringere Aussagekraft des Flexorreflexes in Bezug auf die Lokalisation der Läsion haben wir an einer Population von Hunden mit zervikalem Bandscheibenvorfall demonstrieren können. Bei nur 66 % der Hunde korrelierte die Lokalisation des Bandscheibenvorfalles mit einer Hyporeflexie des Flexorreflexes (Forterre et al., 2008). Streckreflexe (Patellarsehnenreflex, extensor carpi radialis) scheinen bei der Lokalisation der Läsion zuverlässiger zu sein. Der Schweregrad der Läsion

kann nur anhand der klinisch-neurologischen Untersuchung evaluiert werden und bestimmt das therapeutische Vorgehen und die Prognose. Im Rahmen einer retrospektiven, klinisch-pathologischen Studie mit 59 Hunden mit schlechtem Ausgang konnten wir zeigen, dass ein chirurgischer Eingriff keinen positiven Einfluss auf schwere Malazien hat (Stöckli, 2009). Dieser Befund untermauert den Stellenwert der klinisch-neurologischen Untersuchungsbefunde für die Bestimmung der Prognose.

Diagnostik

Vor jeder chirurgischen Dekompression sind entsprechende bildgebende Abklärungen unerlässlich. Das gebräuchlichste Diagnostikum war bislang die Myelographie. Heutzutage sind aufgrund der zusätzlichen Informationen Computertomographie (CT) und vor allem Magnetresonanztomographie (MRT) die bildgebenden Methoden der Wahl. Unsere Forschungsgruppe bevorzugt die MRT aus zwei Gründen. Im Gegensatz zur CT ist die MRT zur Diagnosestellung nicht auf die Dichte (Mineralisation) des vorgefallenen Materials angewiesen, zum zweiten erlaubt sie die Beurteilung der strukturellen Rückenmarksintegrität. Verlaufsstudien ermöglichen es, die Qualität der Chirurgie zu überprüfen und die Entwicklung allfälliger Befunde im Rückenmark über die Zeit zu verfolgen. Es konnte gezeigt werden, dass präoperative MRT-Befunde in Fällen, bei denen das Rückenmark eine erhöhte Signalintensität aufweist, prognostisch von Nutzen sein können. Mit Hilfe der MRT konnten wir (Konar et al., 2008) zudem eine bislang beim Hund unbekannt Form des Bandscheibenvorfalles, die Bandscheibenzyste („white disk syndrome“), entdecken (Abb. 1). Dieser Typ Bandscheibenläsion wurde vorwiegend bei Hunden kleinwüchsiger Rassen und mit einer Ausnahme nur in der Halswirbelsäule beobachtet.

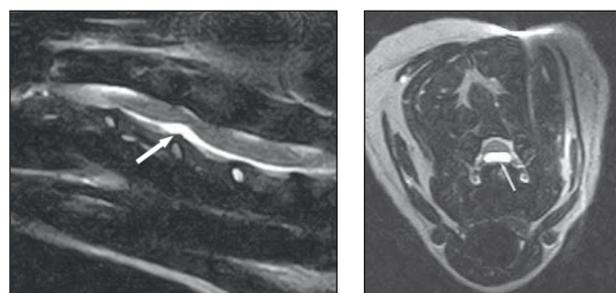


Abbildung 1: MRT: T2 transversal (1b) und sagittal (1a): Halswirbelsäule von einem 9 Jahre alten Pudeln mit Bandscheibenzyste zwischen C4-C5. Die Zyste liegt median direkt oberhalb der Bandscheibe und komprimiert nur dezent das Rückenmark (Pfeil).

Therapie

Konservative Behandlung

Die Therapie der thorakolumbalen Rückenmarkskompression erfolgt in Abhängigkeit vom Grad der neurologischen Ausfälle konservativ oder chirurgisch. Das Grundprinzip der konservativen Therapie ist eine strikte Boxenruhe. Dabei muss das Tier während mindestens 4 Wochen auf sehr kleinem Raum gehalten werden, der nur kurzfristig zum Zweck des Kot- und Urinabsatzes verlassen werden darf. Eine erste Episode von Grad 1 (Schmerz) oder 2 (geringgradige Parese) kann konservativ behandelt werden, wobei die Erfolgsrate je nach Autor bis zu 82 % erreicht. Tiere mit Verlust der Motorik (Grad 3) erreichen eine Erfolgsrate bis 51 %. Die Rezidivrate der konservativen Therapie beträgt jedoch bis 40 % (Sharp und Wheeler, 2005).

Chirurgische Behandlung

Die chirurgische Dekompression ist die Therapie der Wahl für alle Patienten mit ausgeprägten neurologischen Defiziten sowie mit persistierender bzw. rezidivierender Dolenz. Die Indikation zur chirurgischen Therapie ist somit gegeben, wenn die konservative Therapie bei Grad 1 und 2 Patienten nicht anspricht, eine progressive Verschlechterung der Symptome eintritt, bei Grad 3 und 4 sowie bei Grad 5, falls der Verlust der Tiefensensibilität nicht länger als 24 bis 48 Stunden zurückliegt (Sharp und Wheeler, 2005). Bei länger dauerndem Verlust der Tiefensensibilität ist die Erfolgsrate auch bei vollständiger Dekompression des Myelons gering (<5 %) (Olby et al., 2003; Sharp und Wheeler, 2005). Ein Vorteil der chirurgischen Therapie liegt darin, dass die Genesung schneller voranschreitet als bei einem vergleichbaren konservativen Therapieansatz, und die Rezidivrate sowie die Wahrscheinlichkeit persistierender neurologischer Symptome ebenfalls geringer zu sein scheint.

Akuter Bandscheibenvorfall

Die Hemilaminektomie ist bei Hunden mit akutem thorakolumbalen Vorfall die am häufigsten angewandte Methode (Fingeroth, 1995; Muir et al., 1995). Der unilaterale Zugang ermöglicht die Dekompression des Rückenmarks und die Entfernung des vorgefallenen Bandscheibenmaterials. Durch Messung des intra-operativen Rückenmarksblutflusses konnten wir einen raschen und sehr starken Anstieg des Blutflusses nach Entlastung feststellen (Malik et al., 2009). Im Gegensatz dazu zeigte die Durotomie (Eröffnung der Rückenmarkshäute zur weiteren Entlastung) keinen positiven Einfluss auf die medulläre Durchblutung (Blaser, 2009). Kontrovers wird der Stellenwert der Fenestration diskutiert (Fingeroth, 1995).

Ob eine prophylaktische Fenestration mehrerer Bandscheiben von Nutzen ist, konnte bislang nicht klar dargestellt werden. Hingegen konnten wir anhand einer MRI-Verlaufsstudie zeigen, dass die Fenestration der betroffenen Bandscheibe die Frührezidivrate signifikant reduziert. Als Folge dessen empfehlen wir eine die Hemilaminektomie begleitende Fenestration der betroffenen Bandscheibe (Forterre et al., 2008). In einer Kadaverstudie konnten wir demonstrieren, dass die Effizienz der Fenestration abhängig vom Zugang ist. Je lateraler der Zugang, desto effektiver ist die Fenestration (Morelius et al., 2007).

Chronischer Bandscheibenvorfall

Die Operation von Hunden mit chronischer Diskopathie gestaltet sich technisch schwieriger als beim akuten Bandscheibenvorfall. Das vorgefallene Bandscheibenmaterial ist meist ventral lokalisiert und sehr häufig bestehen Adhäsionen zwischen Bandscheibe und Dura mater bzw. Sinus venosus. Darüber hinaus ist das vorgefallene Diskusmaterial fest mit dem restlichen Annulus fibrosus verklebt, der wiederum mit dem Ligamentum longitudinale dorsale verbunden ist. Daher empfehlen viele Chirurgen bei einer Diskushernie vom Typ Hansen II die Bandscheibe zu belassen, wenn sich das Diskusmaterial nicht leicht entfernen lässt. Infolge langwieriger Versuche das Bandscheibenmaterial zu entfernen, kann es zu einer Verschlechterung des neurologischen Status kommen. Mit den herkömmlichen Operationstechniken wird bei chronischen Diskushernien vorgefallenes Bandscheibenmaterial häufig auch nur unvollständig entfernt oder es tritt infolge iatrogenen Rückenmarksverletzung oder Reperfusionsschäden postoperativ eine Verschlechterung des neurologischen Zustandes auf. In einer Studie an Hunden mit chronischem Bandscheibenvorfall ohne motorische Defizite vergingen 6 Wochen, bis die Hunde nach Durchführung einer Hemilaminektomie wieder gehfähig waren. Die thorakolumbale laterale Korpektomie ist eine Möglichkeit, vorgefallenes Diskusmaterial zu entfernen und ausreichende Dekompression des Rückenmarks zu gewährleisten (Moissonier et al., 2004), ohne nennenswerte Gefahr einer iatrogenen Verletzung des Rückenmarks. Mit der bedeckten Korpektomie wird die Gefahr einer direkten Rückenmarkstraumatisierung und einer Sinusblutung reduziert (Abb. 2). Generell wurden mit dieser Operationsmethode gute Ergebnisse bei Hansen II, chronischen Hansen I und gemischten Hansen I u. II Vorfällen erzielt. Die laterale Korpektomie ist technisch nicht schwieriger als die anderen OP-Techniken. Da aber eine eingeschränkte Sicht auf das Operationsfeld gegeben ist, hängt der Operationserfolg in höherem Masse als bei der Hemilaminektomie von der Erfahrung des Chirurgen mit dieser Operationsmethode ab. Potentielle Komplikationen sind Verletzung der Spinalnerven, Blutung im Bereich des Sinus venosus, Pneumothorax und vertebrale Subluxation.

112 Originalarbeiten

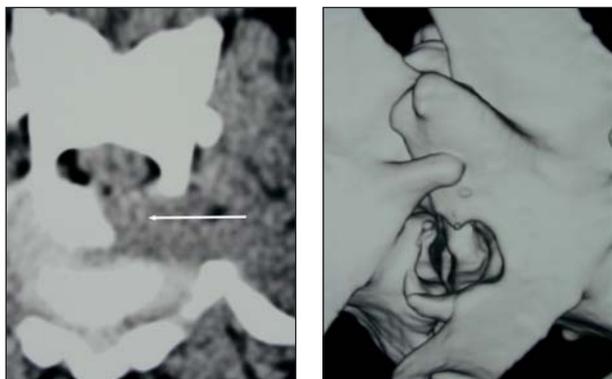


Abbildung 2: CT transversal (2a) und Rekonstruktion (2b): Situation nach gedeckter lateraler Korpektomie L1-L2 bei einem 8 Jahren alten Schäferhund mit chronischem Bandscheibenvorfall. Ein Teil der Wirbelkörper (Endplattenbereich) sowie die Bandscheibe wurden entfernt, die dorsalen Bandstrukturen wurden nicht perforiert (Pfeil).

Nachbehandlung

Die postoperative Behandlung beinhaltet mindestens 4 Wochen Boxenruhe, die tägliche Evaluation des neurologischen Status und der Blasen-/Darmfunktion. Falls kein spontaner Harnabsatz erfolgt, muss die Blase manuell drei- bis viermal täglich bis zur Erlangung der spontanen Blasenentleerung entleert oder katheterisiert werden. Mit Physiotherapie und Hydrotherapie wird unmittelbar nach der Chirurgie begonnen, sobald der Status des Patienten dies zulässt, um den Genesungsprozess zu unterstützen bzw. zu beschleunigen. Der Stellenwert der Physiotherapie ist hierfür unumstritten. Zudem konnten wir beobachten, dass die Elektroakupunktur zu einer Verminderung des post-operativen Schmerzzustands bei Hunden mit akutem Bandscheibenvorfall führen kann (Laim et al., 2009). Sollte nach einer Operation der erwartete Heilungsverlauf verzögert sein bzw. eine Verschlechterung

des neurologischen Zustandes auftreten, empfiehlt es sich, den Patienten erneut einer MRT, allenfalls auch CT oder Myelographie zu unterziehen, da die Ursache für das Problem in 80 % dieser Fälle eine erneute oder weiterbestehende Kompression des Rückenmarks ist (Forterre et al., 2009).

Ausblick

Der Bandscheibenvorfall beim Hund gilt als repräsentatives Modell für die Untersuchung von Rückenmarkstraumata bei Menschen (Olby et al., 2003). Experimentell wurde die Pathophysiologie des Rückenmarktraumas schon vielfältig untersucht, klinische Untersuchungen am Patienten sind jedoch relativ selten. Studien, die sich mit der Erforschung des Bandscheibenvorfalls in vivo befassen, sind deshalb wünschenswert. Erstaunlicherweise ist bislang nur wenig über die Rolle des Epiduralraumes bei Bandscheibenvorfällen bekannt.

Unser neues Forschungsfeld soll dazu beitragen, die entzündlichen Prozesse im Epiduralraum aufzuklären. Zelluläre und molekulare Entzündungskomponenten des Epiduralraumes bei Patienten mit Bandscheibenvorfall werden mit klinischen und bilddiagnostischen Parametern, sowie der Blutflussmessung, dem Sauerstoffpartialdruck und dem Druck im Rückenmark korreliert. Die Aufklärung des Einflusses des spinalen Blutflusses sowie von epiduralen Entzündungsfaktoren auf klinische Symptome und Verlauf sollen neue pathophysiologische Informationen liefern. Daraus ergibt sich wiederum die Möglichkeit, den Stellenwert der herkömmlichen Behandlungsverfahren und die Entwicklung neuer Behandlungsstrategien zu evaluieren. Es ist jedoch nach dem heutigen Wissensstand eindeutig, dass die pharmakologische Behandlung mit oder ohne Chirurgie auf die Entzündung im Epiduralraum gerichtet werden muss.

Des aspects nouveaux dans le traitement de l'hernie discale du chien

La hernie discale chez le chien est un des thèmes de recherche principaux au Tierspital de Berne. Dans ce travail de revue sur la hernie discale chez le chien, les résultats récents obtenus en recherche clinique sont présentés et intégrés aux connaissances actuelles. Ces nouveaux résultats concernent essentiellement le secteur Neurochirurgie/Neuroradiologie et se consacrent en particulier à la valeur thérapeutique des traitements utilisés de manière courante (Hemilaminectomie, Fenestration, Durotomie, Corpectomie latérale) afin de pouvoir continuer d'améliorer leurs résultats dans l'avenir.

Nuovi aspetti circa il trattamento dell'ernia discale nel cane

Le ernie discali sono uno dei principali temi di ricerca presso l'Ospedale Veterinario di Berna. In questo articolo riguardante le patologie discali del cane, procederemo a dare una panoramica delle recenti ricerche cliniche integrandole con le attuali conoscenze su questa entità patologica. Le nuove conoscenze riguardano principalmente gli aspetti di neurochirurgia e neuroradiologia e si focalizzano soprattutto sul valore terapeutico di metodi di trattamento comunemente utilizzati (emilaminectomia, fenestrazione, durotomia, corpectomia laterale) al fine di migliorare i risultati terapeutici nel prossimo futuro.

Literatur

- Braund K.G.*: Acute spinal cord trauma. In: Disease mechanisms in small animal surgery. Hrsg. J.M. Bojrab, Lea & Febiger, Philadelphia, 1993, 1146–1149.
- Blaser A.*: Influence of durotomy on laser-Doppler measurement of spinal cord blood flow in chondrodystrophic dogs with thoracolumbar disc extrusion. Dissertation, Universität Bern, 2009.
- Bray J.P., Burbidge H.M.*: The canine intervertebral disk. Part Two: Degenerative changes-nonchondrodystrophoid versus chondrodystrophoid disks. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1998, 34: 35–144.
- Fingeroth J.M.*: Treatment of canine intervertebral disk disease: recommendations and controversies. In: Kirk's current veterinary therapy XII. Hrsg. J. Bonagura, WB Saunders, Philadelphia 1995, 1146–1153.
- Forterre F., Konar M., Tomek A., Doherr M., Howard J., Spreng D., Vandeveld M., Jaggy A.*: Accuracy of the withdrawal reflex for localization of the site of cervical disk herniation in dogs: 35 cases (2004–2007). J. Am. Vet. Med. Assoc. 2008, 232: 559–563.
- Forterre F., Konar M., Spreng D., Jaggy A., Lang J.*: Influence of intervertebral disc fenestration at the herniation site in association with hemilaminectomy on recurrence in chondrodystrophic dogs with thoracolumbar disc disease: a prospective MRI study. Vet. Surg. 2008, 37: 399–406.
- Forterre F., Gorgas D., Dickomeit M., Jaggy A., Lang J., Spreng D.*: Incidence of spinal compressive lesions in chondrodystrophic dogs with abnormal recovery after hemilaminectomy for treatment of thoracolumbar disc disease: a prospective MRI study. Vet. Surg. 2009, in press.
- Griffiths I.R.*: The extensive myelopathy of intervertebral disc protrusions in dogs ("the ascending syndrome"). J. Small. Anim. Pract. 1972, 13: 425–438.
- Klauser M.*: Evaluation of apoptotic cell death in normal and chondrodystrophic canine intervertebral discs. Dissertation, Universität Bern, 2007.
- Konar M., Lang J., Flühmann G., Forterre F.*: Ventral intraspinal cysts associated with the intervertebral disc: magnetic resonance imaging observations in seven dogs. Vet. Surg. 2008, 37: 94–101.
- Laim A., Jaggy A., Forterre F., Doherr M.G., Aeschbacher G., Glardon O.*: Effects of adjunct electro acupuncture on severity of postoperative pain in dogs undergoing hemilaminectomy because of acute thoracolumbar intervertebral disk disease. J. Am. Vet. Med. Assoc. 2009, 234: 1141–1146.
- Malik Y., Spreng D., Konar M., Doherr M., Howard J., Jaggy A., Forterre F.*: Laser-Doppler measurements of spinal cord blood flow changes during hemilaminectomy in chondrodystrophic dogs with disc extrusion. Vet. Surg. 2009, 38: 457–462.
- Moissonnier P., Meheust P., Carozzo C.*: Thoracolumbar lateral corpectomy for treatment of chronic disk herniation: technique description and use in 15 dogs. Vet. Surg. 2004, 33: 620–628.
- Morelius M., Bergadano A., Spreng D., Schawalder P., Doherr M., Forterre F.*: Influence of surgical approach on the efficacy of the intervertebral disk fenestration – a cadaveric study. J. Small Anim. Pract. 2007, 48: 87–92.
- Muir P., Johnson K.A., Manley P.A., Dueland R.T.*: Comparison of hemilaminectomy and dorsal laminectomy for thoracolumbar intervertebral disc extrusion in dachshunds. J. Small Anim. Pract. 1995, 36: 360–367.
- Olby N., Levine J., Harris T., Muñana K., Skeen T., Sharp N.*: Long-term functional outcome of dogs with severe injuries of the thoracolumbar spinal cord: 87 cases (1996–2001). J. Am. Vet. Med. Assoc. 2003, 222: 762–769.
- Priester W.A.*: Canine intervertebral disc disease – occurrence by age, breed and sex among 8.117 cases. Theriogenology 1976, 6: 296–303.
- Sharp N.J.H., Wheeler S.J.*: Thoracolumbar disc disease. In: Small animal spinal disorders, Diagnosis and Surgery. Second edition. Elsevier-Mosby, Philadelphia, 2005, 121–159.
- Stöckli M.*: Evaluation of prognostic indicators in dogs suffering from severe myelomalacia: a retrospective study in 59 dogs. Dissertation, Universität Bern, 2009.

Korrespondenz

Franck Forterre
Neurochirurgie, Institut für Chirurgie
Departement für klinische Veterinärmedizin
Vetsuisse Fakultät, Universität Bern
Länggassstrasse 128
CH-3012 Bern
E-mail: frank.forterre@kkh.unibe.ch

Manuskripteingang: 2. Dezember 2009
Angenommen: 8. Dezember 2009