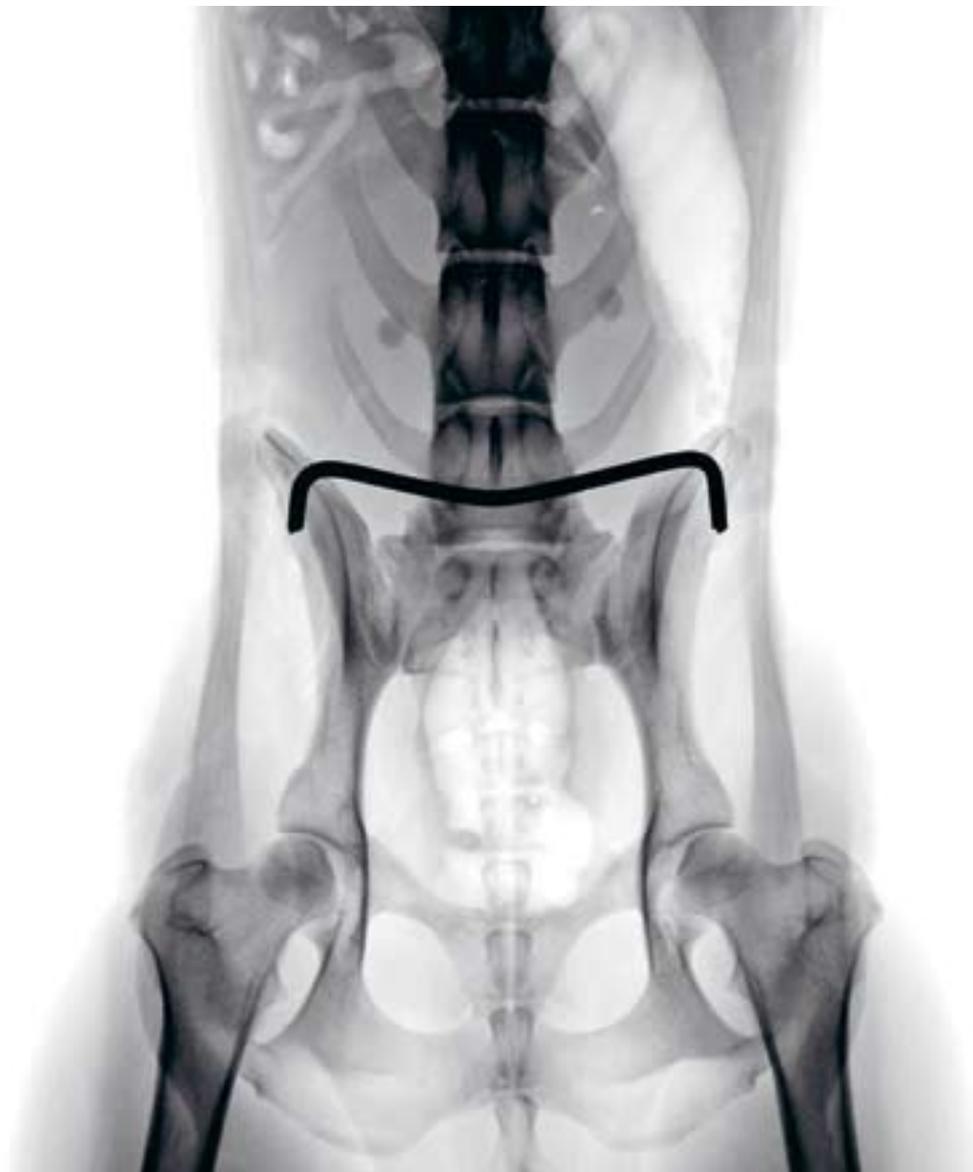


Kleintierpraxis

Journal der Deutschen Gesellschaft für Kleintiermedizin,
Fachgruppe der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DGK-DVG)

Heft 3, S. 141 ff.
53. Jahrgang 2008

This Journal is indexed in: Current Contents, Focus On, CABI – Animal & Veterinary Science



Sonderdruck

Minimalinvasive transiliale Vertebralverblockung

Neue Operationsmethode bei degenerativer Lumbosakralstenose

Friedrich MÜLLER

Aus der Tierärztlichen Klinik für Kleintiere in Lüneburg Dr. Müller, Dr. Zimmermann, Dr. Remien

Minimalinvasive transiliale Vertebralverblockung (MTV) des siebten Lendenwirbels nach degenerativer Lumbosakralstenose (DLSS) beim Hund

Friedrich MÜLLER

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie ist, eine minimalinvasive transiliale Vertebralverblockung (MTV) vom 7. Lendenwirbel (L7) als Alternative oder Ergänzung zu den bisher bestehenden Operationsmethoden zur chirurgischen Therapie von lumbosakralen Stenosen darzustellen. Insgesamt wurden 33 Hunde mit einem Cauda equina Kompressionssyndrom (CEKS) nach neurologischer Untersuchung, dynamischem Röntgen (Stressaufnahmen) und Magnetresonanztomographie (MRT) in zwei Gruppen unterteilt: In die Gruppe A gelangten 5 Patienten mit einer hochgradigen Diskusprotrusion oder Diskusextrusion, ausgeprägter Neuroforamenstenose und Spondylolisthesis mit Stufenbildung vom 7. Lendenwirbel (L7) zum 1. Sakralwirbel (S1). Diese wurden mit einer partiellen Laminektomie von L7 und S1 chirurgisch versorgt. Zusätzlich wurde der 7. Lendenwirbel unter visueller Kontrolle mit einem Steinmann-Nagel in Hyperflexion transilial fixiert. In der Gruppe B wurde diese Technik bei 28 Hunden mit einer Spondylolisthesis, entsprechenden neurologischen Defiziten und leichter bis mittelgradiger Diskusprotrusion ohne Laminektomie minimalinvasiv unter C-Bogen-Kontrolle angewandt. Nach Versorgung der Patienten in den beschriebenen Methoden konnte in der Röntgenkontrolle ein Ausgleich der Stufenbildung von L7 und S1 festgestellt werden. Die vorher nach ventral dislozierten Processi articulares craniales von S1 waren wieder nach dorsal reponiert, was eine Öffnung und Dekompression der Neuroforamina bewirkte. In beiden Gruppen konnte eine deutliche Besserung über 95 % oder Beseitigung der klinischen Beschwerden *post operationem* erzielt werden.

Schlüsselwörter:

Spondylolisthesis, Cauda-equina-Kompressionssyndrom (CEKS), degenerative Diskopathie, Neuroforamenstenose, Magnetresonanztomographie (MRT)

Summary

Minimal invasive transilial vertebral blockage of the 7th lumbar vertebra for the treatment of lumbosacral stenosis in the dog.

The aim of this study is to present minimal invasive transilial vertebral blockage of the 7th lumbar vertebra as an alternative or addition to the existing methods of surgical therapy of lumbosacral stenosis. A total of 33 dogs with cauda equina compression syndrome diagnosed following neurological examination, dynamic X-ray (stress imaging) and magnetic resonance imaging were allocated to two groups. The five patients in Group A had a severe disc protrusion or disc extrusion, extreme neuroforamen stenosis and spondylolisthesis with step formation from L7 to S1. These were treated surgically with a partial laminectomy of L7 and S1. In addition, the 7th lumbar vertebra was fixed transilially with a Steinmann pin in hyperflexion under visual control. In Group B, this technique was applied minimal invasively with C-arm control without laminectomy on 28 dogs with spondylolisthesis, corresponding neurological deficits and slight to moderate disc protrusion. Following treatment of the patients with the methods described, correction of the step formation of L7 and S1 could be ascertained using x-ray monitoring. The cranial articular processes of S1 previously dislocated ventrally were repositioned dorsally leading to the opening and decompression of the neuroforamina. A considerable improvement of over 95% or a total elimination of the clinical complaints was achieved post operatively in both groups.

Keywords:

spondylolisthesis, cauda equina compression syndrome (CECS), degenerative discopathy, neuroforamen stenosis, magnetic resonance imaging (MRI)

Einleitung

Die degenerative Lumbosakralstenose (DLSS) oder das Cauda equina-Kompressionssyndrom (CEKS) ist ein gerade bei großen Hunderassen vorkommender Krankheitskomplex und wurde unter anderem von Oliver et al. (1978) sowie Berzon und Dueland (1979) beschrieben. Der Deutsche Schäferhund ist die am häufigsten von dieser Erkrankung betroffene Hunderasse (Danielsson und Sjöström, 1999; Oliver et al., 1978, Kinzel et al., 2004).

Die bisherigen chirurgischen Methoden zur Behandlung des Cauda equina-Kompressionssyndroms (CEKS), der degenerativen Lumbosakralstenose (DLSS) und der

Spondylolisthesis und deren Ergebnisse sind mannigfaltig. Der Einsatz von transilialen Pins war bisher hauptsächlich auf Wirbelfrakturen und posttraumatische Wirbelluxationen beschränkt, wie auch der Einsatz transkutaner Pins zur Transfixation solcher Verletzungen (Kudnig und Fitch, 2004; Philips und Blackmore, 1991, Ullman und Boudrieau, 1993, Harrington und Bagley, 1998, Pare et al., 2001). Als erste verwendeten Slocum und Devine (1986) Pins, um die Cauda equina nach einer lumbosakralen Spondylolisthesis zu behandeln. Sie platzierten die Pins durch den Processus spinosus, die Processi articulares von L7-S1 in die Alia ossis ilii, nachdem sie mittels eines Knochenspreizers die

Subluxation behoben und die Schiebegelenke in entlasteter Position fusioniert hatten. Die unterschiedlichen Formen und Ursachen der DLSS sind von einigen Autoren der Tier- und Humanmedizin (Bürger und Lang, 1992/1993, Seiler et al. 2002, Boden et al. 1996) untersucht und diskutiert worden. Beim Deutschen Schäferhund (DSH) wurde ein steilerer Winkel der kleinen Wirbelgelenke von L5–6 und L7–S1 festgestellt. Diese Beobachtung könnte das gehäufte Auftreten von DLSS beim DSH erklären. Beim Menschen wurde bei 140 Patienten ein signifikanter Anstieg der degenerativen Spondylolisthesis mit Zunahme des Winkels der Wirbelgelenkflächen gefunden (Boden et al., 1996).

Aufgrund dieses signifikanten Zusammenhangs ist es das Ziel der transilialen Vertebralverblockung, die Instabilität in den lumbosakralen Facettengelenken und dem Intervertebralspalt zu beheben, ohne die physiologische Beweglichkeit des siebten Lendenwirbels nach kranioventral und lateral einzuschränken. Dadurch bleibt die Flexibilität, anders als bei der Fusion, lumbosakral weitestgehend erhalten und eventuelle Sekundärschäden durch eine Fusion werden vermieden.

Material und Methode

Für die Studie ausgewertet wurden die Untersuchungs- und Operationsergebnisse von 33 Hunden mit den Symptomen einer lumbosakralen Stenose, die in der Tierklinik Lüneburg in einem Zeitraum von 6 Monaten (Januar bis Juli 2007) vorgestellt wurden. Die Patienten waren im Verlauf der Erkrankung zuvor mit einer Leinenruhe und verschiedenen Analgetika und Antiphlogistika in unterschiedlicher Dauer systemisch oder lokal (zum Teil epidural) behandelt worden. In den meisten Fällen kam es dadurch anfangs zu einer Besserung der Beschwerden, die aber in immer kürzer werdenden Intervallen intermittierend und in der Intensität zunehmend wieder auftraten.

Vorbereitende Maßnahmen

Nach einer eingehenden allgemeinen, neurologischen und orthopädischen Untersuchung sowie Anfertigung eines Differentialblutbildes und Bestimmung der Serumenzyme wurden die Hunde mittels Ketamin 10 % (Pharmanova), Medetomidin (Domitor®, Orionpharma) und Diazepam



ABBILDUNG 1: Operationsaufbau, Patientenlagerung. Hund auf OP-Tisch gelagert, mit Tesa-Band fixiert im C-Bogen.

(Ratiopharm) via Venenkatheter in Narkose gelegt und mit einem Endotrachealtubus und einer Ringerlaktat-Infusion (Fresenius-Kabi) versorgt. Die Röntgenuntersuchungen der Lumbosakralregion erfolgten mit direkter digitaler Röntgentechnik (Cannon-Detectorsystem CXDI-50G®) in entspannter, hyperextensierter und hyperflexierter Seitenlage sowie ventrodorsaler Lagerung (HD-Position I). In der entspannten Lage wurden die Hintergliedmaßen im rechten Winkel nach unten, in Hyperextension gestreckt nach hinten und in Hyperflexion nach vorne mit dazwischen gehaltenen und zurückgezogenen Vorderbeinen gelagert. Die Wichtungen der MRT (Esaote Vet-MR®) wurden in entspannter Seitenlage in dorsaler STIR, sagitaler und transversaler T 1 und T 2 angefertigt (Abb. 3–7). Die Narkose wurde hierbei durch eine Isofluran-Intubationsnarkose mit künstlicher Beatmung (Dräger Romulus 800V® mit Ventillog) fortgesetzt, die durch ein Pulsoxymeter (Nellcor NPB-40®) überwacht wurde. Nach den MRT-Befunden wurden die Patienten in zwei Gruppen geteilt:

Die erste Gruppe bestand aus fünf Patienten mit einer Einengung des Wirbelkanals durch eine Diskusprotusion oder Diskusextrusion von mehr als 50 %. Sie wurden zusätzlich mit einer partiellen Laminektomie, partieller Proc. spinosus-Osteotomie von L7 und S1, dorsaler Diskusfenestration und Nukleusextraktion vor der transilialen L7-Verblockung unter visueller Kontrolle versorgt.

Die zweite Gruppe mit leichter bis mittelgradiger Diskusprotusion von bis zu ca. 50 % des mittleren Wirbelkanaldurchmessers wurde ausschließlich mit einer minimalinvasiven transilialen L7-Verblockung unter C-Bogenkontrolle (Siemens Siremobil 4 K®) operiert. Der mittlere Spinalkanaldurchmesser wurde aus dem Mittelwert der Summe aus kaudalem Durchmesser von L7 und kranialen Durchmesser von S1 ermittelt.

Danach wurden die Patienten für die Chirurgie vorbereitet. Nach großzügiger Rasur und Desinfektion des Operationsfeldes wurden die Tiere beider Gruppen in Bauchlage auf einer abdominalen Unterlage mit nach vorne ausgehenden Hinterbeinen mittels Tesaband fixiert. Die Intubationsnarkose wurde mit Isofluran (Isoba®, Essex Tierarznei) durchgeführt und durch ein EKG-Monitoring (Siemens Sirecust® BS1) mit Ösophagealsonde (Heska) und einer Pulsoxymetrie (Nellcor NPB-40®) überwacht (Abb. 1).

Operationstechnik

Für die Positionierung der Steinmann-Nägel erfolgte die C-Bogen-Kontrolle im laterolateralen Strahlengang. Die Steinmann-Nägel wurden dorsal auf den Procc. articulares caudales von L7 in mittlerer Hyperflexion platziert (Abb. 2, 8, 9), um ein Zurückgleiten von L7 in die ursprünglich subluxierte Position zu verhindern. Danach wurde der Nagel unter regelmäßiger Röntgenkontrolle so weit vorgetrieben, dass er ca. 5 cm durch die Haut auf der kontralateralen Seite ragte. Das Ende wurde mit entsprechenden Biegehülsen und Nagelformern nach Müller (Eickemeyer) ca. 90–100 Grad umgebogen und entsprechend der Größe des Nagels auf ca. 0,5–1,5 cm mittels einer Drahtschneidezange (Aesculap) oder einem Bolzenschneider (Aesculap) eingekürzt.

Dann wurde dieser Teil mittels oszillierender Bewegungen durch die Haut tief nach kaudal zeigend in die Glutealmuskulatur zurückgezogen. Hilfreich hierbei war das Biegen eines Haltegriffs auf der anderen Seite. Dieser

ABBILDUNG 2: Modell mit Nagelposition.



ABBILDUNG 3: Patient 19, Röntgen in entspannter Seitenlage, mittelgradige Neuroforamenstenose, mittelgradige Spondylolisthesis, mittelgradige Stufe L7–S1.

ABBILDUNG 4: Patient 19, Röntgen in Seitenlage mit Hyperextension, mittel- bis hochgradige Neuroforamenstenose, hochgradige Spondylolisthesis, hochgradige Stufe L7–S1.

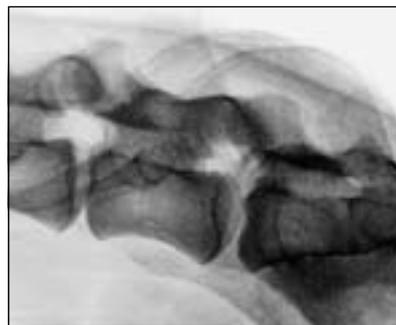


ABBILDUNG 5: Patient 19, Röntgen in Seitenlage mit Hyperflexion, repositionierte Spondylolisthesis, dekomprimierte Neuroforamina, Ausgleich der ventralen Stufe L7–S1.

ABBILDUNG 6: Patient 19, Röntgen in HD-Position 1, keine pathologischen Röntgenbefunde.

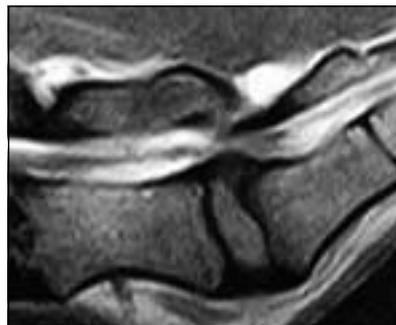


ABBILDUNG 7: Patient 19, MRT sagittal, degenerative Diskopathie L7–S1 mit mittel- bis hochgradiger Diskusprotusion, mittelgradige Spondylolisthesis mit beginnender Spondylose.

ABBILDUNG 8: Patient 19, Röntgen in Seitenlage postoperativ, dekomprimierte Neuroforamina, keine Spondylolisthesis, Ausgleich der ventralen Stufe L7–S1, Nagel in Position.



ABBILDUNG 9: Patient 19, Röntgen in HD-Position 1 postoperativ, Nagel in Position.

sollte in die gleiche Richtung wie das andere Ende des Nagels zeigen, damit später die umgebogenen Nagelenden in die gleiche Richtung weisen. War der Haken tief versenkt, kürzten wir nun die andere Seite auf ca. 4 cm ein, schoben die passende Biegehülse darüber tief in die Glutealmuskulatur und bogen gleichmäßig nach kaudal um. Ohne ein weiteres Einkürzen des Nagels wurde das Biegen stark eingeschränkt, deshalb wurde das Ende bis auf die endgültige Bogenlänge eingekürzt. Danach wurde dann mit dem passenden Nagelformer nach Müller (Eickemeyer) das tiefe Versenken des Nagelendes nach kaudal möglich. So wurde eine spätere Lockerung der Steinmann-Nägel oder lokale Irritationen der Unterhaut durch vorstehende Nagelspitzen vermeiden (Abb. 3, 8, 9).

Die Probleme beim Biegen und Einkürzen der Nägel mit mehr als 3 mm Durchmesser sind nur durch einen großen Kraftaufwand und ein ausreichendes Instrumentarium zu beheben gewesen. Besonders die kurzen Nagelformer und die Biegehülsen sind für ein ausreichendes Versenken der Nagelenden in unterschiedlichen Durchmessern ein notwendiges Instrumentarium. Auch das Einkürzen der 4–5 mm starken Nägel mit dem Bolzenschneider war aufgrund der Größe der Schneiden teilweise schwierig, da diese nicht so tief im Gewebe zu positionieren waren. Hier bedarf es eventuell der weiteren Entwicklung geeigneter Instrumente.

Die Steinmannnägel können mit oder ohne Gewinde in den Stärken 1,6–5 mm und den Längen 16 cm bei

1,6 und 2,5 mm Durchmesser, und 25 cm Länge bei 3, 4 und 5 mm Durchmesser verwendet werden. Die Auswahl erfolgte nach dem Gewicht des Patienten (Tab. 1).

TABELLE 1: Auswahl der Nagelstärken nach Patientengewicht

Gewicht	1–5 kg	5–15 kg	15–35 kg	35–65 kg	ab 65 kg
Nagelstärken	0,5–1mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm

Der Wundverschluss wurde sowohl bei der minimal invasiven Methode als auch bei der Laminektomie in bekannter Form mittels Vicryl (Vicryl-Plus®; Ethicon) vorgenommen. Zur Kontrolle und Dokumentation wurde eine postoperative Röntgenkontrolle in entspannter laterolateraler und ventrodorsaler Lage (Position I für HD-Untersuchungen) angefertigt (Abb. 8, 9). Durch die Hyperextension beim Kontrollröntgen in HD-Position I kommt es teilweise zu einer Schränkung des Nagels durch den Processus spinosus von L7, was dem Erfolg der OP aber bisher nicht geschadet hat. Der Processus spinosus liegt dadurch in einer kleinen Senke, die bei seitlichen Flexionen auf den Wirbel stabilisierend wirken kann (Abb. 8, 9).

Nachsorge

Für die folgenden fünf Tage wurde Marbofloxacin (Marbocyl®, Vetoquinol) oder Amoxicillin mit Clavulansäure (Synulox®, Pfizer), Tetrazepam (Tetrazepam®, 1A-Pharma) und Carprofen (Rimadyl®, Pfizer) in empfohlener Dosierung verabreicht.

Eine Leinenruhe ohne Springen oder stärkere Belastung wurde im Anschluss für 30 Tage bei den minimalinvasiv versorgten beziehungsweise für 60 Tage bei den laminektomierten Patienten verordnet. Die minimalinvasiv versorgten Patienten wurden in der Regel ambulant behandelt und am selben Tag entlassen.

Als Maßstab für den Grad der neurologischen Defizite (Propriozeption und Bulbo- und Vulvourethralreflex), der Aktivität, des Gangbildes, des Aufstehens, des Schmerzes beim Ruteheben und der lumbosakralen Kompression wurde die allgemein gültige Einteilung in der neurologischen Untersuchung von -2 bis +2 verwendet. Die Veränderungen in der Röntgen- und MRT-Untersuchung sind in den Graden 0–3 in eingeteilt worden. Für eine objektivere Beurteilung sind 0,5er Schritte angewandt worden. Die Patienten wurden *post operationem* regelmäßig nach ca. 10, 30 und 60 Tagen nachuntersucht oder die Besitzer beziehungsweise Haustierärzte wurden befragt (Tabelle 2–4).

Ergebnisse

In der Rasseverteilung lag der DSH mit 15,2 % erwartungsgemäß im Gesamtdurchschnitt beider Gruppen an erster Stelle, darauf folgten der Rhodesian Ridgeback mit 12,1 %, Mischlinge mit 9,1 % und Boxer, Dalmatiner, Labrador und Hovawart mit 6,1 %. Das Verhältnis von Rüden zu Hündinnen lag bei 1,5:1, das mittlere Alter bei 6,9 Lebensjahren und das mittlere Gewicht bei 31,6 kg. Der leichteste Patient wog 2 kg, der schwerste 75 kg. Die ersten Symptome des Cauda-equina-Kompressionsyndrom (CEKS) oder der Degenerativen Lumbosakralstenose (DLSS) traten durchschnittlich 5,3 Monate vor der Operation auf.

Im Durchschnitt beider Gruppen trat bei der klinisch-neurologischen Untersuchung der lumbosakrale Schmerz bei Kompression mit ca. 95,5 % am deutlichsten in Erscheinung. Propriozeptionsstörungen (ca. 80 %), Gangbildveränderungen (ca. 75 %) und Beschwerden beim Aufstehen (ca. 70 %) und Aktivitätsverlust (ca. 65 %) waren ebenfalls ein häufiges Krankheitsbild, während Schmerz bei Manipulation der Rute (ca. 34 %) oder Minderung des Bulbo- beziehungsweise des Vulvourethralreflexes (ca. 17 %) seltener auftraten (Tabelle 2–4).

Die Befunde der digitalen Röntgen- und MRT-Untersuchungen stimmten weitestgehend überein. Die Qualität der direkten digitalen Röntgentechnik hatte einen erheblichen Anteil an der Genauigkeit der primären Diagnosestellung, die durch die MRT abgesichert werden konnte. Durch die vergleichende dynamische Röntgenuntersuchung in Hyperflexion, Hyperextension und entspannter Lagerung war die Bewegung von L7 zum S1 zu beurteilen. Die anatomisch-pathologischen Veränderungen wie Neuroforamenstenose durch die ventral verlagerten Processi articulares craniales von S1, eine ventrale und dorsale Stufenbildung von L7 zu S1 von bis zu 60 % des Wirbelkanaldurchmessers und die starke ventrale Intervertebralspalt-Divergenz konnten so verdeutlicht werden. Somit konnten die Patienten, bei denen röntgenologische Verdachtsfälle der lumbosakralen Instabilität mit den Symptomen einer beginnenden Lumbosakralstenose vorlagen, abgeklärt werden (Abb. 3–6).

Durch die Vertebralverblockung von L7 mittels transilalem Pin ist eine Dekompression der Nervenwurzeln L5 und den Spinalnerven durch Öffnung der Neuroforamina bei gleichzeitiger Beseitigung der dorsalen und ventralen Stufe zwischen L7 und S1 erreicht worden (Abb. 8). Weiter konnte die vorher bei allen Patienten mehr oder weniger stark ausgeprägte intervertebrale Spaltinkongruenz beziehungsweise ventrale Spaltdivergenz lumbosakral behoben werden, so dass ein nahezu paralleler Verlauf der Wirbelendplatten selbst bei starker Spondylose erreicht wurde.

Die Patienten waren postoperativ schon nach wenigen Tagen in allen Reflexen deutlich verbessert und geringdolent. Die Vitalität nahm in beiden Gruppen innerhalb von 2 bis 30 Tagen erheblich zu, wobei die minimalinvasiv versorgten Patienten geringfügig bessere Ergebnisse erzielten als die zusätzlich laminektomierten Patienten. Bei den Befunden 30 Tage *post operationem* wurde eine Reduzierung der pathologischen Untersuchungsbefunde von über 95 % in beiden Gruppen, das heißt unter Berücksichtigung aller erhobenen klinischen Merkmale, festgestellt (Tabelle 2–4). Dieses hat sich auch im weiteren Beobachtungszeitraum bis jetzt nicht geändert.

Komplikationen

In einem Fall kam es nach 42 Tagen zu Hyperästhesien an der Implantationsstelle nach einer Implantatlockerung, da die Nagelenden nicht ausreichend umgebogen waren. Diese Komplikation konnte minimalinvasiv durch ein neues Implantat gelöst werden. In zwei Fällen entstand eine Woche *post operationem* eine erneute Hyperästhesie im Wundgebiet durch eine Wundinfektion (1. *Klebsiella pneumoniae* ssp., 2. *St. intermedius*), die aber nach entsprechender Antibiose und antiseptischen Wundspülungen (H₂O₂) nach wenigen Tagen wieder verschwand. Auch wurden in weiteren vier Fällen leichte Serombildungen im Bereich der Nagelenden beobachtet, die aber ohne

Therapie ausheilen. Bei sechs Patienten mit vorher mittlerer bis starker Einschränkung des Gangbildes trat in den ersten Tagen ein Einwärtsdrehen einer oder beider Hintergliedmaßen auf, was sich aber nach 4 bis 8 Tagen wieder normalisierte. Drei Patienten der Gruppe A (Transversale

Vertebralverblockung mit Laminektomie) und 8 Patienten der Gruppe B (MTV) zeigten postoperativ nach 3 bis 14 Tagen eine Induration der dorsalen Lumbalmuskulatur, die aber durch eine Therapie mit Tetraxepam und Carprofen über weitere 4 bis 12 Tage wieder verschwand.

TABELLE 2: Transiliare Vertebralverblockung (TV) + Laminektomie (Lami)

Nr.	Rasse	Kp Gw	Alter	Sex	1. Symptom (Monate)	Aktivität			Gangbild			Aufstehen			Ruteheben			B/V-Urethral			Proprioception			Kompression			Röntgen/MRT				
						Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Spn	Dsc
1	AmSt	24	1	w	3	-1	-1	0	-1	0	0	-1	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,5	0	0	2	1	0,5	0	1	2
2	Mix	34	10	w	11	-1,5	-0,5	0	-1,5	-1	-0,5	-1,5	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-0,5	2	1	1	1	2	2
3	MSch	22	11	m	24	-2	-1	0	-2	0	0	-1,5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	0	2	0	0	0,5	1	3
4	Pudel	12	5	m	3	-1	0	0	-1,5	-1	0	-1,5	-0,5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1,5	-0,5	0	2	0	0	2	2	2
5	BS	45	10	m	4	-2	-1	0	-2	-1	0	-2	-1	-0,5	1	0	0	-1	0	0	0	-1,5	-1	0	2	1	0	1	2	2	
TV+Lami	Mittel	27,4	7,4		9	-1,5	-0,7	0	-1,6	-0,6	-0,1	-1,5	-0,5	-0,1	0,6	0	0	-0,2	0	0	0	-1,7	-0,7	-0,1	2	0,6	0,3	0,9	1,6	2,2	

TABELLE 3: Minimalinvasive transiliare Vertebralverblockung (MTV)

Nr.	Rasse	Kp Gw	Alter	Sex	1. Symptom (Monate)	Aktivität			Gangbild			Aufstehen			Ruteheben			B/V-Urethral			Proprioception			Kompression			Röntgen/MRT				
						Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10
6	AusS	28	8	m	24	-1,5	-0,5	0	-1	0	0	-2	-1	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,5	-0,5	0	2	0	0	0,5	1	2
7	Bouv	57	12	w	6	-2	-1	0	-1,5	-0,5	0	-1,5	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,5	-0,5	0	2	0	0	1	1	2	
8	Box	37	3	m	4	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,5	0	0	2	0	0	1	1	2	
9	Box	30	7	m	5	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1,5	1	0	0	1	2	
10	Chih	2	1	w	0,5	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	-1,5	0	0	1	0	0	0	0	2	
11	Collie	22	9	m	0,5	-1	-0,5	-0,5	-1,5	-0,5	-0,5	-1,5	-1	-0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	-1,5	-0,5	0	2	0,5	0	0	0	2
12	Dalm	25	4	w	3	-1	0	0	-1	0	0	-2	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	-1,5	-0,5	0	2	0,5	0	2	2	2	
13	Dalm	23	13	w	8	-2	0	0	-1	-0,5	0	-1,5	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	2	0,5	0	1	1	2	
14	DD	31	5	w	1	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,5	0	0	2	0	0	1	1	2	
15	Dogg	75	5	m	2	-1	-1	0	-2	-1	0	-2	-1	0	2	1	0	0	0	0	0	-2	-1	0	2	1	0	3	2	2	
16	DSH	28	11	w	1,5	-1	-0,5	0	-1,5	0	0	-1,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	-1,5	0	0	2	0	0	0	0	1	2
17	DSH	35	13	m	0,5	-1,5	0	0	-1	-1	0	-1,5	-0,5	0	1	0	0	-1	0	0	0	-1,5	-1	0	2	0	0	1	0	2	
18	DSH	35	11	w	0,5	-1,5	-0,5	0	-1	0	0	-2	-0,5	0	1	0	0	-1	0	0	0	-1,5	-0,5	0	2	0	0	0,5	0	2	
19	DSH	32	2	w	1,5	-1	-0,5	0	-1,5	0	0	-1,5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1,5	0	0	2	0	0	0	0	2	
20	DSH	33	14	w	10	-2	-0,5	0	-2	-0,5	-0,5	-2	-1	-0,5	1	0	0	-1	0	0	0	-2	-1	0	1,5	0,5	0	0	0	2	
21	Hova	43	4	m	12	-1	0	0	-2	-1	0	-2	-1	0	1	0	0	1	0	0	0	-1,5	-1	0	2	0	0	0	1	2	
22	Hova	45	8	m	0,5	-1	0	0	-1	-0,5	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,5	0	0	2	0	0	1	0	1	
23	Krom	10	4	m	1	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1,5	0	0	1,5	0	0	1	1	1	
24	Labr	34	6	m	1	-1	0	0	-1,5	-0,5	0	-1	-1	0	2	1	0,5	-2	-1	0	0	-1,5	-1	0	2	0	0	1,5	1	2	
25	Labr	32	2	m	0,5	-2	0	0	-1	-0,5	0	-2	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	-2	-1	-0,5	2	0	0	0	0	0	
26	Mix	11	8	m	0,5	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	-1,5	-0,5	0	2	0	0	0	0	0	
27	Mix	26	3	m	2	-1,5	0	0	-1	-0,5	0	-1	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0,5	0	1,5	0	0	0	1	2	
28	Rott	26	10	m	38	-1	-1	0	-2	-1	-1	-2	-1	0	1	0	0	-1	0	0	0	-2	-1	0	2	1	0	3	3	2	
29	RR	45	7	m	1	-1,5	-1	-1	-2	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2	-1	0	2	0	0	2	2	2	
30	RR	51	8	m	0,5	-2	0	0	-1	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2	-1	0	2	1	0	2	2	3	
31	RR	42	2	w	0,5	-1	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	2	1	0	3	2	2	
32	RR	38	1	w	1,5	-1	-0,5	0	-1,5	-0,5	0	-1	-0,5	-0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	-1,5	0	0	2	0	0	0	0	0	
33	Zsch	8	8	m	2	-1	0	0	-1	-0,5	0	-1	0	0	0,5	0	0	-1	0	0	0	-1,5	-1	0	2	0	0	1	2	2	
MTV	Mittel	32,3	6,7		4,6	-1,3	-0,3	-0,1	-1,3	-0,3	-0,1	-1,4	-0,4	-0,1	0,7	0,1	0	-0,3	0	0	0	-1,5	-0,5	0	1,9	0,3	0	0,9	1	2	

TABELLE 4: Vergleich der transiliaren Vertebralverblockung (TV) + Laminektomie und der minimalinvasiven transiliaren Vertebralverblockung (MTV)

	Rasse	Kp Gw	Alter	Sex	1. Symptom (Monate)	Aktivität			Gangbild			Aufstehen			Ruteheben			B/V-Urethral			Proprioception			Kompression			Röntgen/MRT			
						Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Tag 0	10	30	Spn	Dsc	Fst	
TV+Lami	Mittel	27,4	7,4		9	-1,5	-0,7	0	-1,6	-0,6	-0,1	-1,5	-0,5	-0,1	0,6	0	0	-0,2	0	0	0	-1,7	-0,7	-0,1	2	0,6	0,3	0,9	1,6	2,2
MTV	Mittel	32,3	6,7		4,6	-1,3	-0,3	-0,1	-1,3	-0,3	-0,1	-1,4	-0,4	-0,1	0,7	0,1	0	-0,3	0	0	0	-1,5	-0,5	0	1,9	0,3	0	0,9	1	2

ERLÄUTERUNGEN ZUR TABELLE 2-4:

1. Rasse: AmSt = American Staffordshire, AusS = Australien Shepherd, BS = Berner Sennenhund, Bouv = Bouvier, Box = Boxer, Chih = Chihuahua, Dalm = Dalmatiner, DD = Deutsch Drahthaar, DSH = Deutscher Schäferhund, Hova = Hovawart, Krom = Kromfohländer, Labr = Labrador, Mix = Mischling, MSch = Mittelschnauzer, Rott = Rottweiler, RR = Rhodesien Ridgeback, ZSch = Zwergschnauzer.

2. Untersuchungsmerkmale: KpGw = Körpergewicht in Kilogramm, Alter in Jahren, Sex = Geschlecht, 1. Symptom vor Monaten. Aktivität = Minderung der Aktivität, Gangbild = Störungen im Gangbild, Proprioception der Hintergliedmaßen, Aufstehen = Beschwerden beim Aufstehen, Kompression = Schmerz bei Kompression lumbosakral, Rutenheben = Schmerz beim Ruteheben, B/V-Urethral = Bulbo- bzw. Vulvourethralreflex, Tag 0, 10 und 30 *post operationem*.

Röntgen/MRT: Spn = Spondylose, Dsc = degenerative Diskopathie und Fst = Foramenstenose bei L7-S1.

Mittel = durchschnittlicher Grad der Untersuchungsmerkmale.

Tabellendiskussion

In beiden Gruppen dieser Studie beträgt das mittlere Körpergewicht ca. 30 kg und das Alter ca. 7 Jahre. Das Auftreten der ersten Symptome lag in der Gruppe A (Transiliale Verblockung + Laminektomie) mit 9 Monaten ca. doppelt so lange zurück wie in der Gruppe B (MTV) mit 4,6 Monaten.

Bei einer Merkmalsausprägung von -2 bis +2 waren die Störungen in der Aktivität, dem Gangbild und dem Aufstehen im Durchschnitt in beiden Gruppen zwischen -1,3 bis -1,6 ausgeprägt, lagen jedoch in der Gruppe A immer um ca. 7 – 15% höher als in Gruppe B.

Am 10 Tag *post operationem* wurden diese Beschwerden in Gruppe A um ca. die Hälfte gemindert, während sie in der Gruppe B auf ein Viertel zurückgingen. 30 Tage nach den Operationen waren Aktivität und Gangbild in beiden Gruppen weitestgehend wiederhergestellt (0 bis -0,1).

Schmerzen beim Ruteheben (A -0,6/B -0,7) und Minderung des Bulbo- bzw. Vulvourethralreflexes (A -0,2/B -0,2) waren am Tag 0 nur gering vorhanden und waren ebenso schon am 10. Tag *post operationem* in beiden Gruppen nicht mehr festzustellen.

Die Propriozeption (A -1,7/B -1,5) und Schmerz bei der Kompression der Lumbosakralregion (A -2/B -1,9) waren die deutlichsten Untersuchungsmerkmale im Krankheitsbild der degenerativen Lumbosakralstenose (DLSS) am Tag 0 der Untersuchung. Die Propriozeption verbesserte sich in Gruppe A von -1,7 am Tag 0 auf -0,7 nach 10 und -0,1 nach 30 Tagen ähnlich wie in Gruppe B von -1,5 auf -0,5 auf 0 in den gleichen Untersuchungsintervallen.

Der Kompressionsschmerz war in beiden Gruppen zu fast 100 % ausgeprägt. Er verminderte sich in Gruppe A um ca. 70 % auf +0,6 nach 10 Tagen und um ca. 85 % auf +0,3 nach 30 Tagen. In Gruppe B dagegen ging der Schmerz schon nach 10 Tagen um ca. 85 % auf +0,3 und auf 0 nach 30 Tagen zurück.

Die pathologischen Befunde in der MRT und im digitalen Röntgen sind in den Graden 0 (ohne besonderen Befund) bis 3 (stärkster pathologischer Befund) bewertet worden.

Die Spondylose (Spn) war durchschnittlich im Grad 0,9 in beiden Gruppen ausgeprägt, während in der MRT die degenerative Diskopathie (Dsc) 60 % höher in der Gruppe A mit dem Grad 1,6 ausgeprägt war, als in Gruppe B mit 1. Die Foramenstenose hingegen lag nur 10 % höher in der Gruppe A. Sie war jedoch in der Gruppe A mit Grad 2 und in der Gruppe B mit Grad 2,2 am stärksten von den Röntgen- und MRT-Befunden ausgeprägt.

Im Durchschnitt waren die pathologischen Befunde in der Gruppe A bis auf die degenerative Diskopathie mit 60 % um ca. 33 % stärker ausgeprägt, das Auftreten der ersten klinischen Symptome lag dagegen doppelt so lange zurück wie in Gruppe B.

Die Rekonvaleszenz in der Gruppe B (minimalinvasiv versorgte Patienten) war nach 10 Tagen durchschnittlich ca. 1,3-mal und nach 30 Tagen ca. 2-mal besser als in Gruppe A.

Im Vergleich der Gruppen A und B waren die Symptome der Lumbosakralstenose demnach von Beginn an stark ausgeprägt und nahmen in der Intensität dann nur langsam zu. Lediglich die degenerative Diskopathie schien in diesem Zeitraum deutlicher voranzuschreiten oder früher inapparent aufzutreten, da sie ca. 5,5-mal so stark in der Gruppe A ausgeprägt war.

Die minimalinvasive transiliale Vertebralverblockung (Gruppe B) und die transiliale Verblockung mit Laminektomie (Gruppe A) führte in beiden Fällen schon nach 10 Tagen *post operationem* zu einer relativen Verbesserung der klinischen Beschwerden von ca. 75 %, wobei die klinischen Symptome in Gruppe A am Tag 0 und am Tag 10 im Durchschnitt 33% stärker ausgeprägt waren, als in Gruppe B. 30 Tage *post operationem* waren noch ca. 5 % der klinischen Symptome in Gruppe A zu beobachten, während sie in Gruppe B auf ca. 2 % zurückgingen.

Diskussion

In der vorliegenden Studie war der Deutsche Schäferhund mit 15,2 % die am häufigsten betroffene Hunderasse mit den Symptomen des Cauda-equina-Kompressionsyndroms. Gleiche Beobachtungen mit zum Teil erheblich höherer prozentualer Beteiligung wurden auch von Oliver et al. (1978), Danielsson und Sjöström (1999) sowie Kinzel et al. (2004) gemacht. Auffällig stark ist ebenfalls der Rhodesian Ridgeback mit 12,1 % vertreten, obgleich diese Rasse im Einzugsgebiet nicht so stark verbreitet ist.

Die Intensität der neurologischen Defizite unserer Patienten war nicht vom Schweregrad der degenerativen Diskopathie oder einer Diskusprotusion abhängig. So wurden erhebliche neurologische Defizite auch bei Patienten ohne oder mit nur sehr leichter degenerativer Diskopathie (Dehydrierung, Sklerose, Protusion, Extrusion) festgestellt. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Scharf et al. (2004) in einer Röntgenstudie mit 57 Deutschen Schäferhunden

Das Ziel der transilialen Vertebralverblockung ist es, die Instabilität in den lumbosakralen Facettengelenken zu mindern, ohne die Beweglichkeit von L7 nach kranioventral und lateral erheblich einzuschränken und dadurch die Flexibilität, anders als bei der Fusion, lumbosakral weitestgehend zu erhalten. Bei der Positionierung des Nagels ist deshalb darauf zu achten, den Processus spinosus oder die Processi articulares möglichst nicht zu durchbohren und somit zu fixieren (Abb. 8, 9). Dadurch wird L7 nur am kaudodorsalen Gleiten gehindert und die Spondylolisthesis vermieden. Durch die weitestgehend erhaltene Beweglichkeit zwischen L7 und S1 wird eine Überbelastung der weiter kranial liegenden Facettengelenke (hauptsächlich von L6–L7) vermieden, was Flückiger et al. (2006) als wesentliche Ursache einer DLSS in diesem Bereich, insbesondere beim Vorliegen von Übergangswirbeln, ansieht. Vermehrt auftretende Scherkräfte führen nach diesen Ergebnissen zu degenerativen Veränderungen an Bändern und Bandscheiben.

Rossi et al. (2004) führten eine vergleichende MRT-Untersuchung der lumbosakralen Region bei 21 Deutschen Schäferhunden und 29 anderen Rassen mit klinisch apparentem CEKS durch. Sie stellten ebenfalls wie Scharf et al. (2004) einen steileren Winkel der Processi articulares von L7 S1 beim DSH fest. Ein signifikanter Zusammenhang zur Ausprägung der Diskusdegeneration ließ sich allerdings auch hier nicht herstellen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Fujiwara et al. (2000) und Sadiq et al. (2005) in humanmedizinischen Studien.

Alle Hunde, die sowohl minimalinvasiv als auch begleitend versorgt wurden, zeigten in unserer Studie stets eine mittelgradige bis starke Neuroforamenstenose durch die Procc. articulares in der entspannten Seitenlage wie auch in Hyperextension (Stressaufnahmen), die sich in der

anschließenden MRT in entspannter Seitenlage ebenfalls bestätigte (Abb. 3, 4, 7). Untersuchungen von Suwankong et al. (2007) haben ebenfalls eine hohe Übereinstimmung bei den Untersuchungsergebnissen der Lumbosakralstenose von MRT (60 %) und CT (66 %) ergeben. In deren Röntgenbefunden wurde in 69 % der DLSS-Patienten eine Stufe zwischen L7 und S1 festgestellt. Diese Stufenbildung war in unseren Untersuchungen in der entspannten Seitenlage ähnlich hoch, in der Hyperextension lag sie jedoch bei 100 %, genau wie der Anteil der Neuroforamenstenosen durch die subluxierten *Processi articulares craniales* von S1.

Weitere vergleichenden Untersuchungen von erkrankten und klinisch gesunden Tieren, wie sie bisher auch von Bürger und Lang (1992) oder Schmid und Lang (1993) durchgeführt wurden, könnten zur Beantwortung der noch offenen Fragen beitragen. Grundsätzlich wurde bereits durch Jones et al. (2000) geklärt, dass die Beweglichkeit von L7 bei weiblichen Tieren größer ist als bei männlichen. Die Zunahme dieser Beweglichkeit entspricht der Zunahme der DLSS und der Arthrose der Wirbelgelenke. Eine hochgradige Spondylose oder Arthrose vermindert jedoch diese Beweglichkeit wieder. Zudem konnte von Jones et al. (2006) kein Zusammenhang zwischen dem Durchmesser des Wirbelkanals und der Häufung der DLSS oder der CEKS festgestellt werden. Auch wenn sich allgemein noch keine genauen Aussagen über die maximale Beweglichkeit der kleinen Wirbelgelenke machen lässt, so kann man doch sagen, dass sich in der physiologischen Motorik keine Nervenwurzelkompression durch die *Processi articulares* von S1 einstellen sollte.

Die Beobachtungen in dieser Studie sowie die Ergebnisse der zitierten Autoren könnten grundsätzlich dafür sprechen, dass die Ursache der verschiedenen Formen der DLSS oder der DEKS möglicherweise in einer anfänglichen Spondylolisthesis (habituellen Subluxation mit mehr oder minder ausgeprägter Instabilität und Dorsalverlagerung des 7. Lendenwirbels) liegt und eine degenerative Diskopathie und Spondylose sich erst später daraus entwickelt. Der Nachweis einer leichten Spondylolisthesis ist besonders im Anfangsstadium schwierig. Zur primären Diagnostik können jedoch hierzu Stressaufnahmen genutzt werden, mit denen eine Stufenbildung von L7 zu S1 mit Absenkung der *Procc. articulares craniales* von S1 und Zunahme der dorsalen Konvergenz der Facettengelenke zu verdeutlichen sind, wie es auch von Morgan und Wolvekamp (1995) beschrieben wurde. Diese Belastung der Lumbosakralregion kommt dem Stress im Bewegungsablauf, wie zum Beispiel im stark belastenden Schutzdienst oder Hundesport, nahe und entspricht somit auch den natürlichen Gegebenheiten. Bei Tieren mit sehr leichten neurologischen Defiziten lässt sich dementsprechend mit dynamischen Röntgenaufnahmen (Stressaufnahmen) eine beginnende Spondylolisthesis verdeutlichen. Eine weitere Progression der Spondylolisthesis und der DLSS lassen sich dann eventuell durch Schonung und gezieltes Training vermeiden. In der transversalen MRT wurde in unseren Untersuchungen häufig eine starke Abnahme der dorsalen Rückenmuskulatur mit gleichzeitiger Zunahme des Fettanteils beobachtet. In wie weit es sich um ein primäres Problem handeln könnte, das eine Instabilität der Lumbosakralregion nach sich zieht, oder ob es sich um eine sekundäre Inaktivitätsatrophie handelt, bleibt noch zu klären.

Beide Operationsmethoden dieser Studie führen zu einer relativ schnellen Rekonvaleszenz *post operationem* und einer Beseitigung der klinischen Symptome der Degenerativen Lumbosakralen Stenose (DLSS). Die minimalinvasive Methode (98 %ige Wiederherstellung des Patienten nach einem Monat) ist der Methode der laminektomierten und transsial verblockten Methode der Gruppe A (etwa 95 %ige Wiederherstellung) geringfügig überlegen.

Zusammengenommen sind beide Methoden im Vergleich mit den postoperativen Ergebnissen anderer Untersucher bisher deutlich im Vorteil. In einer Studie von Linn et al. (2003) wurde eine ca. 20 %ige Rezidivrate der Beschwerden der DLSS in einer Gruppe von 29 Armeehunden (DSH) beobachtet. Der entscheidende Unterschied in der transsialen Vertebralverblockung zu anderen Methoden ist offensichtlich die Behebung der Spondylolisthesis und der Neuroforamenstenose durch die Vertebralverblockung.

Weitere Vorzüge der minimalinvasiven transsialen Vertebralverblockung (MTV) gegenüber invasiveren Operationsmethoden sind eine erheblich verkürzte Operationszeit und Rekonvaleszenz, was sich besonders positiv bei älteren Tieren mit allgemein verringerter Aktivität, skelettaler Muskulaturatrophie und weiteren geriatrischen Problemen auswirkt. Zudem ist die Akzeptanz der Besitzer größer, sich für einen ambulanten Eingriff mit geringerer chirurgischer Traumatisierung zu entscheiden.

Da der bisherige postoperative Zeitraum noch keine abschließende Langzeitbeurteilung zulässt, sind in Folge Langzeitstudien über den postoperativen Verlauf der minimalinvasiven transsialen Vertebralverblockung (MTV) vorgesehen.

Literatur

- BERZON JL, DUELAND R (1979): Cauda Equina Syndrom: Pathophysiology and report of seven cases. *J Am Vet Med Assoc* 41: 19–26.
- BÜRGER R, LANG J (1992): Kinetische Studie über die Lendenwirbelsäule und den lumbosakralen Übergang beim Deutschen Schäferhund Teil I und II. *Schweiz Archiv für Tierheilk* 134: 411–416.
- BODEN SD, RIEW KD, YAMAGUCHI K, BRANCH TP, SCHELLINGER D, WIESEL SW (1996): Orientation of the Lumbar Facet Joints: Association with Degenerative Disc Disease. *J Bone Joint Surg* 78: 403–411.
- BÜRGER R, LANG J (1993): Teil II eigene Untersuchungen. *Schweiz Archiv für Tierheilk* 135: 35–43.
- DANIELSSON F, SJÖSTRÖM L (1999): Surgical treatment of degenerative lumbosakral stenosis in dogs. *Vet Surg* 28: 91–98.
- FLÜCKIGER MA, DAMUR-DJURIC N, HÄSSIG M, MORGAN JP, STEFFEN F (2006): A Lumbosacral Transitional Vertebra in the dog predisposes to Cauda Equina Syndrom. *Vet Radiol and Ultrasound* 47: 39–44.
- FUJIWARA A, LIM TH, AN HOWARD S, TANAKA N, JEON CH, ANDERSSON GB, HAUGHTON VM (2000): Segmental Flexibility of the Lumbar Spine. The Effect of Disc Degeneration and Facet Joint Osteoarthritis on the Biomechanics. *Spine* 25: 3036–3044.
- HARRINGTON ML, BAGLEY RS (1998): Realignment of a seventh lumbar vertebral fracture/luxation using a Senn retractor in two puppies. *J Am Anim Hosp Assoc* 34: 377–380.
- JONES JC (2000): Association between postoperative outcome and results of magnetic resonance imaging and computed

- tomography in working dogs with degenerative lumbosacral stenosis. *J Am Vet Med Assoc* 11: 1769–1774.
- KINZEL S, KOCH J, STOPINSKI T, AFIFY M, KROMBACH G, BRÜCKER A, KÜPER W (2004): Beitrag zum Cauda equina Kompressionssyndrom (CEKS): retrospektive Studie über die chirurgische Therapie mit der partiellen dorsalen Laminektomie an 86 Hunden mit einer Lumbosakralstenose. *Berl. Münch Tierärztl Wschr* 117: 334–340.
- KUDNIG ST, FITCH, RB (2004): Trans-ilial and transsacral brace fixation of sacral fractures and sacro-iliac luxations. *Vet Comp Orthop Traumatol* 17: 210–215.
- LINN L, BARTELS KE, ROCHAT MC, PAYTON ME, MOORE GE (2003): Lumbosacral stenosis in 29 Military Working Dogs: Epidemiologic Findings and Outcome After Surgical Intervention (1990–1999). *Vet Surg* 30: 476–481.
- MORGAN JP, WOLVEKAMP, P (1995): Röntgenatlas der Traumatologie bei Hund und Katze. Schlütersche: 136–137.
- OLIVER JE, SELCER RR, SIMPSON S (1978): Cauda equina compression from lumbosacral malarticulation and malformation in the dog. *J Am Vet Assoc* 15: 207–214.
- PARE B, GENDREAU CL, ROBINS MA (2001): Open reduction of sacral fractures using transarticular implants at the articular facet of L7–S1. *Vet Surg* 30: 476–481.
- PHILLIPS L, BLACKMORE J (1991): Kirschner-Ehmer device alone to stabilize caudal lumbar fractures in small dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 4: 112–115.
- ROSSI F, BUSATO A, WACKER C, LANG J (2004): Magnetic Resonance Imaging of Articular Pocsess Joint – Geometry and intervertebrale Disk degeneration in the caudal Lumbar Spine (L5–S1) of Dogs with clinical signs of Cauda Equina Compression. *Vet Radiol & Ultrasound* 45: 381–387.
- SADIQ S, MEIR A, HUGHES SP (2005): Surgical management of spondylolisthesis. Overview of literature. *Neurol India* 53: 501–511.
- SCHARF G, STEFFEN F, GRÜNENFELDER F, MORGAN JP, FLÜCKIGER M (2004): The Lumbosacral Junction in Working German Shepherd Dogs - Neurological and Radiological Evaluation. *J Vet Med* 51: 27–32.
- SCHMID V, LANG J (1993): Measurements on the lumbosacral junction in normal dogs and those with cauda equina compression. *J Small Anim Pract* 34: 437–442.
- SEILER GS, HÄNI H, BUSATO AR, LANG, J (2002): Facet joint geometry and intervertebral disk degeneration in the L5–S1 region of the vertebral column in German Shepherd Dogs. *Am J Vet Res* 63: 86–90.
- SLOCUM B, DEVINE T (1986): L7-S1 fixation-fusion for treatment of cauda equina compression in the dog. *J Am Vet Assoc* 188: 31–35.
- SUWANKONG N, VOORHOUT G, HAZEWINDEL HAW, MEIJ BP (2006): Agreement between computed tomography, magnetic resonance imaging, and surgical findings in dogs with degenerative lumbosacral stenosis. *J Am Vet Med Assoc* 229: 1924–1929.
- ULLMAN SL, BOUDRIEAU JR (1993): Internal skeletal fixation using a Kirschner apparatus for stabilization of fracture/luxations of the lumbosacral joint in six dogs. A modification of the transilial pin technique. *Vet Surg* 22: 11.

Vertrieb des Nagelformer-Set nach Müller:

Fa. Eickemeyer
Eltastr. 8
78532 Tuttlingen
E-Mail: info@eickemeyer.de

Korrespondierender Autor:

Dr. Friedrich Müller
Stadtkoppel 5c
21337 Lüneburg
E-Mail: dr.friedrich.mueller@t-online.de

