

Transposition des M. Pectineus-Ansatzes als Verstärkung des chirurgischen Verschlusses von kaudalen Abdominalhernien bei Hund und Katze

Cornelius J. VON WERTHERN und Pierre M. MONTAVON

Einleitung:

Unter dem Begriff „kaudale Abdominalhernien“ werden Inguinalhernien, Femoralhernien und Hernien in Folge eines Abrisses des präpubischen Ligamentes (Ligamentum pubicum craniale) von der kranialen Beckenkante zusammengefaßt (Abb.1).

Für die Entstehung von Inguinalhernien bei Hunden wurden verschiedene prädisponierende Faktoren beschrieben (FOX, 1963; WRIGHT, 1963; STRANDE, 1989; MUNRO und STAED, 1993, SMEAK, 1993; WATERS et al., 1993). Der Einfluß des Descensus testis beim Rüden (FOX, 1963) sowie der des Ligamentum teres uteri und des Processus vaginalis bei der Hündin (WRIGHT, 1963; MUNRO und STEAD, 1993) wurde für die Entstehung einer Inguinalhernie diskutiert. Angeborene Inguinalhernien treten häufiger bei Rüden als bei Hündinnen auf (SMEAK, 1993) und werden als Skrotalhernien bezeichnet. Für die Entstehung angeborener Inguinalhernien bei Hunden ist eine Rassenprädisposition nachgewiesen (HAYES, 1974; STRANDE, 1989). Erworbene Inguinalhernien ereignen sich häufig bei nicht sterilisierten Hündinnen (WRIGHT, 1963; SMEAK, 1993; WATERS et al., 1993).

Femoralhernien treten bei Hunden und Katzen wesentlich seltener auf als Inguinalhernien (SMEAK, 1993). Die beiden Hernienarten können auf Grund der Nähe ihrer anatomischen Lokalisation leicht miteinander verwechselt werden (Abb. 1). Bei großen Femoralhernien kann sich der Bruchsack am Innenschenkel bis zum Sprunggelenk ausdehnen. Die Gefahr einer Strangulation von vorgefallenen Bauchorganen ist grundsätzlich größer als bei Inguinalhernien, da der Femoralring (Anulus femoralis) relativ unelastisch ist. Zu einer weiteren Schädigung der vorgefallenen Organe kann der durch die Bewegung des Hinterbeines ausgeübte Zug beitragen (ROBINETTE, 1985). Femoralhernien entstehen durch stumpfe oder operative Traumata, wenn dabei das Inguinalligament (Ligamentum inguinale) beschädigt wird (WALDRON et al., 1986; SMEAK, 1993).

Präpubische kaudale Abdominalhernien (Abb.1) können durch einen traumatischen Abriß des Ligamentum pubicum craniale oder einer Avulsion seiner Ansatzstelle am Becken entstehen (MANN, 1985). Dies hat einen

Funktionsverlust der Bauchdeckenspannung zur Folge, wodurch die Tiere nur noch mit Mühe laufen können.

Der chirurgische Verschluss von kaudalen Abdominalhernien bei Hund und Katze kann Probleme bereiten. Entweder sind die angrenzenden sehnigen Strukturen zerstört oder das Ausmaß des Defektes an sich ist so groß, daß ein sicherer und spannungsfreier Verschluss mit einem konventionellen chirurgischen Hernienverschluss nicht garantiert werden kann. Insbesondere im Falle einer chronischen Abdominalhernie kann durch eine bereits eingetretene Fibrose oder Kontraktur der Muskeln ein spannungsfreier Verschluss nicht immer erreicht werden. Steht die Naht des Hernienverschlusses postoperativ unter Spannung, kann als Folge davon eine Nahtdehizens mit Rezidiv der Hernie auftreten (STOPPA, 1989).

Durch Einnähen eines synthetischen Netzes (ROBINETTE, 1985; SMEAK, 1993) können derartige Defekte verschlossen werden. Chronische Infektionen und Fistelbildung sind jedoch als Komplikationen beschrieben (SMEAK, 1993). Zum Verschluss von präpubischen Hernien müssen die Bauchmuskeln wieder an der Beckenkante fixiert werden (MANN, 1985; SMEAK, 1993). Kontraktion der Bauchmuskeln und postoperative Belastung der Bauchdecke können auch hier zu einer Nahtdehizens führen. Um die Spannung auf der Naht eines Hernienverschlusses zu verringern, werden in der Veterinärchirurgie verschiedene Techniken beschrieben, bei denen Muskeln über die Bruchpforte transponiert und dort vernäht werden (SPREULL und FRANKLAND, 1980; HARDIE et al., 1983; WEINSTEIN et al., 1989; ALEXANDER et al., 1991). Die Eignung eines Muskels zum Verschluss einer Hernie ist abhängig von seiner Funktion, seiner anatomischen Lokalisation und seiner Blutversorgung.

Im folgendem Artikel wird eine Technik beschrieben, bei der der M. pectineus verwendet wird, um den Verschluss von kaudalen Abdominalhernien bei Hund und Katze zu verstärken. Durch die Transposition des M. pectineus über den primären Hernienverschluss kann ein spannungsfreier Verschluss erreicht werden. Dieser Muskelflap bietet eine gewisse Elastizität und erlaubt es dem Tier sich postoperativ zu bewegen. Die beschriebene Technik kann entweder einseitig für Inguinal- oder Femoralhernien oder beidseitig im Fall von beidseitigen Inguinal- oder Femoralhernien oder präpubischen Hernien angewendet werden.

Material:

Die Verstärkung eines konventionell durchgeführten Hernienverschlusses durch Transposition des M. pectineus-Ansatzes wurde an 6 Katzen und 6

Hunden mit kaudalen Abdominalhernien durchgeführt. Die Diagnose wurde jeweils anhand der klinischen Untersuchung und Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen gestellt. Sämtliche Hernien waren traumatisch bedingt.

Unter den Katzen waren 1 weibliches und 5 männliche Tiere. Es handelte sich um Hauskatzen. Das Durchschnittsalter der Katzen betrug 4,8 Jahre mit einer Spanne von 1 Jahr bis zu 10 Jahren. Das durchschnittliche Alter der Hunde betrug 6 Jahre, wobei der jüngste Hund 1 Jahr und der älteste 12 Jahre alt waren. Von den operierten Hunden waren vier weiblich. Unter den Hunden war ein Pudel, ein Yorkshire Terrier, ein Dackel und 3 Mischlinge. Das Körpergewicht variierte von 3.0 - 18 kg.

Die Transposition des M. pectineus wurde bei vier Inguinalhernien, zwei Femoralhernien und sechs präpubischen Hernien entsprechend ein- oder beidseitig durchgeführt (Tab. 1).

Tabelle1: Operierte Patienten mit kaudalen Abdominalhernien:

	Katzen	Hunde
Anzahl	6	6
durchschnittliches Alter	4,8	6
männlich	3 m, 2 mk	2 m
weiblich	1 wk	2 w, 2 wk
Inguinalhernien	1	3
Femoralhernien	0	2
Präpubische Hernien	5	1

m: männlich, mk: männlich kastriert, w: weiblich, wk: weiblich kastriert

Methodik:

Die Patienten wurden in Narkose für eine Laparotomie und für die Zugänge zu den Pectineusmuskeln aseptisch vorbereitet. Anschließend wurden die Tiere in Rückenlage positioniert. Die Hinterbeine wurden in Froschstellung locker ausgebunden.

Der Hautschnitt für die Laparotomie erfolgte vom Umbilicus bis 3 cm kaudal des Pecten ossis pubis. Nach erfolgter Hämostase und Eröffnung der Bauchhöhle wurde eine Reposition der vorgefallenen Organe zunächst von abdominal her angegangen. Besonders bei chronischen Hernien erschwerten öfters Verklebungen der Organe mit Bruchsack und Bruchpforte die Reposition. In diesen Fällen war ein Zugang von außen über dem Bruchsack notwendig. Es wurde ein zweiter Hautschnitt am Innenschenkel längs der Achse des Os femoris über der Hernie durchgeführt. Nach der Eröffnung des Bruchsackes wurden, nach vorsichtigem Lösen der Verklebungen von innen

und außen her, die Bauchorgane wieder in die Bauchhöhle zurückverlagert. Der Verschluss der Hernie erfolgte auf eine der beschriebenen, konventionellen Methoden (WRIGHT, 1963; PEDDIE, 1980; ROBINETTE, 1985; DEAN et al, 1989; SMEAK, 1993). Eine wichtige anatomische Struktur zur Verankerung der Fäden beim Hernienverschluss von Inguinalhernien und Femoralhernien stellte das Ligamentum inguinale dar (Abb.1). Bei Inguinalhernien wurde der äußere und der innere Leistenring nacheinander verschlossen. Beim Verschluss des Inguinalkanals wurde besonders darauf geachtet, daß es nicht zu einer Einklemmung des Samenstranges oder des Ligamentum teres uteri und des Processus vaginalis kam. Außerdem wurde auf die durch den Inguinalkanal verlaufenden externen Pudendalgefäße und den N. genitofemoralis geachtet. Im Fall einer Skrotalhernie wurde auf Grund der angenommenen Vererblichkeit dieser Erkrankung (STRANDE, 1989; SMEAK, 1993) eine Kastration des Tieres durchgeführt.

Femoralishernien wurden nach genauer Identifikation der anatomischen Strukturen ebenfalls von abdominal her verschlossen. Die Gefäßstämme wurden lokalisiert. Im Anschluß an den Verschluss der Hernie wurde die Durchgängigkeit der zugenähten Bruchpforte mit einer geschlossenen Moskitoklemme überprüft. Hierdurch wurde sichergestellt, daß es nicht zu einer Einklemmung des durch die Lacuna musculorum und die Lacuna vasorum verlaufenden Gefäß- /Nervenstranges gekommen ist (Abb. 1).

Kaudale Abdominalhernien verursacht durch Abriß des Ligamentum pubicum craniale (Abb. 1), waren die umfangreichsten kaudalen Abdominalhernien . Die Ansatzstelle des M. rectus abdominis wurde zum Verschluss dieser Hernienart wieder mit ihrem sehnigen Anteil am Pecten ossis pubis befestigt. Dies erfolgte mittels Bohrlöchern, die in die kraniale Beckenkante (Pecten ossis pubis) gebohrt wurden (MANN, 1985). Auf Grund der langsamen Heilung sehniger Strukturen wurde hierfür nichtresorbierbares monofiles Nahtmaterial verwendet. Avulsionsfrakturen der kranialen Beckenkante wurden mit Cerclagedrähten stabilisiert.

War die Bruchpforte jedoch zu groß, um sie komplett oder spannungsfrei zu schließen, wurde der M. pectineus über den Hernienverschluss vernäht. Die Präparation des M. pectineus von seiner Ansatzstelle am Femur wurde besonders sorgfältig durchgeführt, da vor allem der sehnige Anteil dieses Muskels für die spätere Reißfestigkeit der Hernienverschlusses entscheidend ist (Abb. 2). Hierfür wurde der bereits durchgeführte Hautschnitt auf der Schenkelinnenseite distal erweitert. Der M. pectineus wurde über seine ganze Länge freipräpariert. Die kranial zu diesem Muskel verlaufenden

FemoralfäÙe wurden hierbei schonend retrahiert. Die Blutversorgung für den M. pectineus zeigte starke individuelle Varianz; sie kam im proximalen Bereich des Muskels entweder von den FemoralfäÙen selber oder aus der A. caudalis femoris proximalis. Um die Vitalität des Muskelflaps zu erhalten, wurden diese BlutgefäÙe identifiziert und eine Beschädigung bei der Befreiung der Sehne des M. pectineus vermieden.

Im Bereich des Übergangs vom Muskelbauch in den sehnigen Anteil kreuzen die A. und V. caudalis femoris proximalis. War der sehnige Ansatzstelle des M. pectineus beim Freipräparieren distal dieser BlutgefäÙe nicht ausreichend darstellbar, wurde ein kleiner Zugang weiter distal durchgeführt. Der sehnige Ansatz wurde mit einer geschlossenen Metzenbaumschere vom Femur gelöst (Abb. 2).

Der M. pectineus wurde herausgeklappt, über den primären Hernienverschluß ohne Spannung gelegt und dort vernäht. Für den Verschluß von präpubischen Hernien wurden die Pectineusmuskeln beider Seiten in kraniale Verlaufsrichtung auf den M. rectus abdominis vernäht. Bei Inguinal- und Femoralishernien wurde der M. pectineus der betroffenen Seite im Schenkelspalt plaziert und am M. quadriceps femoris und am M. obliquus externus abdominis ohne Spannung befestigt (Abb. 3). Als Nahtmaterial wurde ein monofiler resorbierbarer Faden (PDS^{®1}) verwendet. Der für die Reißfestigkeit des "Muskelflaps" wichtige kranial plazierte sehnige Anteil des M. pectineus wurde mittels gekreuzter Einzelhefte nach Sultan vernäht. Der restliche Teil des Muskels wurde appositionell mit dem darunterliegenden Gewebe vernäht.

Bestand beim Verschluß der Wunde noch ein zu großer Totraum, wurde ein Penrose-Drain eingelegt, welcher postoperativ für einige Tage einen Sekretabfluß aus dem Wundgebiet gewährleistete. Dieser Drain wurde distal auf der Schenkelinnenseite auf Höhe der Ansatzstelle des M. pectineus von innen nach außen durchgeführt. Die Unterhaut und Haut wurde abschließend routinemässig mit Einzelknopfheften verschlossen.

Resultate:

Die Transposition des M. pectineus-Ansatzes zur Verstärkung des Hernienverschlusses von kaudalen Abdominalhernien wurde bei je 6 Hunden und Katzen klinisch angewendet. Bei allen 12 Patienten war die Operation erfolgreich. Die Einheilung des Muskelflaps verlief unproblematisch. Bei einer Katze mit einer präpubischen Hernie zerriß der linke M. pectineus während des LoslöSENS von seiner Ansatzstelle und es

¹Fa. Johnson & Johnson AG, CH- 8957 Spreitenbach

konnte nur der rechte M. pectineus verwendet werden. Vier der sechs operierten Katzen entwickelten postoperativ eine Steatitis im Operationsgebiet. Diese verschwand mit konservativer Behandlung nach 1 - 2 Wochen nach der Operation.

Diskussion:

Der chirurgische Verschluss von kaudalen Abdominalhernien kann bei Hunden und Katzen Probleme bereiten. Diese können vor allem durch den schlechten Gewebszustand oder/und durch die Größe des Defektes bedingt sein, was einen spannungsfreien Verschluss der Bruchpforte erschwert oder unmöglich macht. Eine zu große Spannung auf der Naht kann zur einer Nahtdehiscenz führen (STOPPA, 1989). Ebenso können Bewegungen des Beines durch erhöhte Spannung den Hernienverschluss vermehrt belasten und zu einem Ausreißen der Nähte führen. Der Forderung nach einem spannungsfreien Hernienverschluss wird mit der beschriebenen Technik der Transposition des M. pectineus-Ansatzes Rechnung getragen. Die Elastizität des Pectineusmuskels erlaubt eine Anpassung an die Körperbewegung des Tieres, was das Risiko einer Dehiscenz vermindert. Der Muskel hat außerdem eine ausreichende Gewebemasse, in der sich Nähte gut plazieren lassen.

Mehrere konventionelle Operationstechniken des chirurgischen Hernienverschlusses sind beim Hund in der Literatur eingehend beschrieben worden (PEDDIE, 1980; ROBINETTE, 1985; DEAN et al., 1989; SMEAK, 1993). Besonders große Defekte können durch das Einsetzen eines Polyester-Netzes spannungsfrei geschlossen werden. Diese Technik wird sowohl in der Humanmedizin (STOPPA, 1989; KUX et al., 1993) wie auch in der Tiermedizin (ROBINETTE, 1985; SMEAK, 1993) angewandt. Derartige Prothesen können jedoch postoperativ bei mäßiger Kontamination des Operationsgebietes zur Infektion mit anschließender Fistelbildung führen. Ein "Muskelflap" hat gute Überlebenschancen selbst in einem infizierten oder kontaminierten Wundgebiet und kann zur Verbesserung der lokalen Blutversorgung beitragen. Ein sicherer chirurgischer Hernienverschluss ist außerdem mit einer konventionellen Technik nicht immer möglich.

In diesen Fällen kann eine Verstärkung des primären Hernienverschlusses mittels des M. pectineus durchgeführt werden. Entsprechend der Topographie wird bei Inguinalhernien und Femoralhernien diese Technik einseitig, bei Hernien in Folge Abriß des präpubischen Ligamentes diese Technik beidseitig angewendet (Abb. 3).

Weitere Muskelflaps kommen in der Tiermedizin verschiedentlich erfolgreich bei Hernien-Operationen zur Anwendung: Der M. obturatorius-Flap ist eine Methode zum Verschuß von Perinealhernien beim Hund und wird seit Jahren erfolgreich klinisch angewendet (HARDIE et al., 1983). Ebenfalls zum Verschuß von Perinealhernien kann der M. gluteus superficialis-Flap gebraucht werden (SPREULL und FRANKLAND, 1980). Die chirurgische Rekonstruktionen der Abdominalwand mit einem Muskelflap des M. obliquus externus abdominis wurden von ALEXANDER et al. (1991) beschrieben.

Eine negative Beeinträchtigung der Funktion der Hintergliedmasse konnte nach Entfernung der M. pectineus nicht nachgewiesen werden (BALLINARI et al., 1995). Der am Os femoris ansetzende sehnige Anteil des M. pectineus ist für die spätere Stabilität des Hernienverschlusses bedeutender als der Muskelbauch. Das Loslösen dieses sehnigen Anteils ist deshalb besonders sorgfältig durchzuführen. Bei Katzen stellt sich auf Grund der schwächer ausgebildeten Faszie des M. pectineus die Befreiung seiner Ansatzstelle vom Femur schwieriger dar als beim Hund; kommt es hierbei zu Beschädigung des M. pectineus, kann ersatzweise eine Transposition des kranialen Anteils des M. sartorius (WEINSTEIN et al., 1989) durchgeführt werden.

Allgemein scheint die Technik des M. sartorius-Flap (WEINSTEIN et al., 1989) jedoch weniger stabil. Der M. sartorius weist im Gegensatz zum M. pectineus kaum sehnige Anteile auf und kann zu dem nicht in der Zugrichtung seines natürlichen Faserverlaufs über den Hernienverschluß vernäht werden.

Der Erfolg einer Operation ist insbesondere beim Verschuß kaudaler Abdominalhernien von einer guten Kenntnis der Anatomie des Operationsgebietes abhängig. Besondere Achtung ist den umliegenden Gefäßen und Nerven zu schenken. Bei Skrotalhernien sollte wegen der angenommenen Erblichkeit (STRANDE, 1989) eine Kastration des Tieres in Erwägung gezogen werden.

Wie gezeigt, scheinen Muskelflaps zum Verschuß einer Bruchpforte gut geeignet. Auch wenn der M. pectineus-Flap bezüglich seiner postoperativen Vitalität bislang nicht gesondert untersucht wurde, scheint seine problemlose Einheilung bei allen unseren Patienten eher zugunsten einer weiteren Durchblutung des Muskels zu sprechen.

Es bleibt dahingestellt, ob die bei einigen Katzen postoperativ aufgetretene Steatitis im Zusammenhang mit der Technik oder als Komplikation des Traumas aufgetreten ist.

Die Vielseitigkeit der Anwendung des M. pectineus-Flaps beim Verschuß kaudaler Abdominalhernien, sowie die relativ einfache chirurgische Durchführung sprechen für die vermehrte Anwendung dieser Technik.

Zusammenfassung:

Dieser Artikel beschreibt eine, unseres Wissens noch nicht publizierte, chirurgische Technik, mit der ein stabiler und spannungsfreier Verschuß einer kaudalen Abdominalhernie erreicht werden kann. Nach Durchführung einer konventionellen Hernienraffung wird der Verschuß durch die Transposition des Ansatzes des M. pectineus verstärkt. Für Inguinalhernien oder Femoralhernien wird bei dieser Technik der Ansatz des M. pectineus einer Seite über den Hernienverschuß versetzt; bei kaudalen Abdominalhernien als Folge einer Ruptur des präpubischen Ligamentes findet diese Technik ebenfalls Anwendung, wobei dort die Pektineusmuskeln beider Seiten über den Hernienverschuß vernäht werden. Die beschriebene Technik wurde erfolgreich bei je 6 Hunden und Katzen angewendet.

Summary:

This article describes a surgical technique to reinforce the repair of caudal abdominal hernias; no reports about this technique could be found in the literature.

The described technique of the pectineus muscle flap allows the repair of caudal abdominal hernias even in presence of severe soft tissue destruction. It also makes a resistant and tensionfree closure of the defect possible.

Conventional hernia repair is reinforced by transposition of the insertion of the pectineus muscle. In cases of unilateral inguinal or femoral hernias the pectineus muscle of the corresponding side is freed from the os femoris and flapped over the primary hernia repair, where it is sutured. For caudal abdominal hernias which occurred after rupture of the prepubic tendon from the pelvic rim, the pectineus muscles of both hindlegs are freed and transposed over the already performed hernia repair and sutured to the rectus abdominis muscle.

The described technique was successfully used for the repair of caudal abdominal hernias in 6 dogs and 6 cats.

Literaturübersicht:

- ALEXANDER, L. G., M. M. PAVLETIC und S. J. ENGLER (1991): Abdominal wall reconstruction with a vascular external abdominal oblique myofacial flap. *Vet. Surg.* **20**, 379-384.
- BALLINARI, U., P. M. MONTAVON, E. HUBER und R. WEISS (1995): Die Pectineusmyektomie, Iliopsoastenotomie und Neurektomie der Gelenkkapsel (PIN) als symptomatische Therapie bei der Coxarthrose des Hundes. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* **137**, 251-257.
- DEAN P. W., M. J. BOJRAB und G. M. CONSTANTINESCU (1989): Inguinal hernia repair in the dog. In: Bojrab M. J. (ed.) *Current Techniques in Small Animal Surgery*, Lea and Febiger, Philadelphia, 439-442.
- FOX, M. W. (1963): Inherited inguinal hernia and midline defects in the dog. *J. Am. Anim. Hosp.* **143**, 602-604.
- HARDIE, E. M., R. J. KOLATA und T. D. EARLY (1983): Evaluation of internal obturator muscle transposition in treatment of perineal hernia in dogs. *Vet. Surg.* **12**, 69.
- HAYES, H. M. (1974): Congenital umbilical and inguinal hernias in cattle, horses, swine, dogs and cats: Risk by breed and sex among hospital patients. *Am. J. Vet. Res.* **35**, 839.
- KUX, M., N. FUCHSJÄGER und A. HIRBAWI (1993): Verstärkung des Peritonealsacks mittels großer Prothese (Operation nach Stoppa). *Chirurg* **64**: 329-333.
- MANN, F. A. (1985): Cranial pubic ligament rupture in dogs and cats. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* **22**, 519-524.
- MUNRO, E., und C. STEAD (1993): Ultrasonographic diagnosis of uterine entrapment in an inguinal hernia. *J. Small Animal Pract.* **34**, 139-144.
- PEDDIE, J. F. (1980): Inguinal hernia repair in the dog. *Mod. Vet. Pract.* **61**, 859-861.
- ROBINETTE, J. D. (1985): Hernias. In: Gourley I.M., P.D Vasseur, *General Small Animal Surgery*. J.B. Lippincott, Philadelphia, 759-776.
- SMEAK, D. D. (1993): Abdominal Hernias. In: Slatter Douglas (ed.) *Textbook of Small Animal Surgery*, W.B. Saunders, Philadelphia, 436-454.
- SPREULL, J. S. A. und A. L. FRANKLAND (1980): Transplanting the superficial gluteal muscle in the treatment of perineal hernia and flexure of the rectum in the dog. *J. Small Anim. Pract.* **21**, 265-278.
- STOPPA, R.E. (1989): The treatment of complicated groin and incisional hernias. *World J. Surg.* **13**, 545.
- STRANDE, A. (1989): Inguinal hernia in dogs. *J. Small Anim. Pract.* **30**, 520-521.
- WALDRON, D. R., C. S. HEDLUND und R. PECHMANN (1986): Abdominal hernias in dogs and cats: a review of 24 cases. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* **22**, 817-823.

WATERS, D. J., R. G. ROY und E. A. STONE (1993): A retrospective study of inguinal hernia in 35 dogs. *Vet. Surg.* **22**, 44-49.

WEINSTEIN, M. J., M. M. PAVLETIC, R. J. BOUDRIEAU und S. J. ENGLER (1989): Cranial sartorius muscle flap in the dog. *Vet. Surg.* **18**, 286-291.

WRIGHT, J. G. (1963): The surgery of the inguinal canal in animals. *Vet. Rec.* **75**, 1352-1363.