

Ursprung, Verlauf und Versorgungsgebiete der Arteriae lumbales beim Hund

Autor(en): **Heiniger-Meylan, Monique**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires**

Band (Jahr): **127 (1985)**

PDF erstellt am: **20.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-590927>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Schweiz. Arch. Tierheilkunde 127, 299–318, 1985

Aus dem Veterinär-Anatomischen Institut der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. J. Frewein)

Ursprung, Verlauf und Versorgungsgebiete der Arteriae lumbales beim Hund¹

von Monique Heiniger-Meylan²

1. Einleitung und Literatur

1.1 Allgemeines

In den letzten Jahren sind mehr als 40 Fälle von «Knorpelembolien» in Rückenmarksgefässen des Hundes bekannt geworden, die zu akutem Querschnittssyndrom führten (*De Lahunta*, 1977, *Hayes et al.*, 1978, *Stünzi et al.*, 1981, *Bichsel et al.*, 1984, u.a.). Auffallend dabei war, dass es sich fast ausschliesslich um Hunde grosser Rassen handelte. Deutsche Doggen, Bernhardiner und Berner Sennenhunde waren häufiger betroffen, als nach der Rassenverteilung in der Population zu erwarten wäre. Ausser Boxerhunden waren keine chondrodystrophen Rassen vertreten, wogegen die Lokalisation der Infarkte einigermaßen den Prädilektionsstellen für Diskusvorfälle entsprach. Es liegen auch Angaben über das Vorkommen von Knorpelembolien bei Pferd, Katze und Schwein vor (*Stünzi et al.*, 1981). Schon früher wurden Fälle beim Mensch beschrieben (*Feigin et al.*, 1965, u.a.), wobei bei diesen die Lähmungserscheinungen eher progressiv auftraten. Die effektive Häufigkeit des Krankheitsbildes beim Menschen kann nach *Bots et al.* (1981) deshalb nicht exakt angegeben werden, weil die diagnostizierten Fälle meist als Zufallsbefunde erhoben oder nur als Verdachtsdiagnosen ausgesprochen wurden.

In allen genau untersuchten Fällen konnten multiple arterielle und venöse Emboli in der grauen und weissen Substanz des Rückenmarks sowie zum Teil auch in den Rückenmarkshäuten festgestellt werden. Aufgrund des histochemischen Verhaltens dieser Emboli wurde geschlossen, dass ihr Material aus dem Nucleus pulposus der Zwischenwirbelscheibe stammen muss. Es wurden von verschiedenen Autoren mehrere Theorien diskutiert, auf welchem Weg dieses Infarktmaterial von der Zwischenwirbelscheibe ins Rückenmark gelangen könnte. In dieser Arbeit soll unter anderem eine dieser Theorien – die Verschleppung auf arteriellem Weg – näher betrachtet werden. Als Voraussetzung dafür müssen der Verlauf und die Aufzweigungsart der Segmentarterien im Lendenbereich des Hundes erfasst und die Zahl der Aeste an die Zwischenwirbelscheiben sowie deren Verlaufsrichtung und Ort ihres Eintrittes festgestellt werden.

¹ Inaugural-Dissertation Zürich, 1984

² Adresse der Verfasserin: Lauterbach, Tanngrabenstrasse 3, 4665 Oftringen

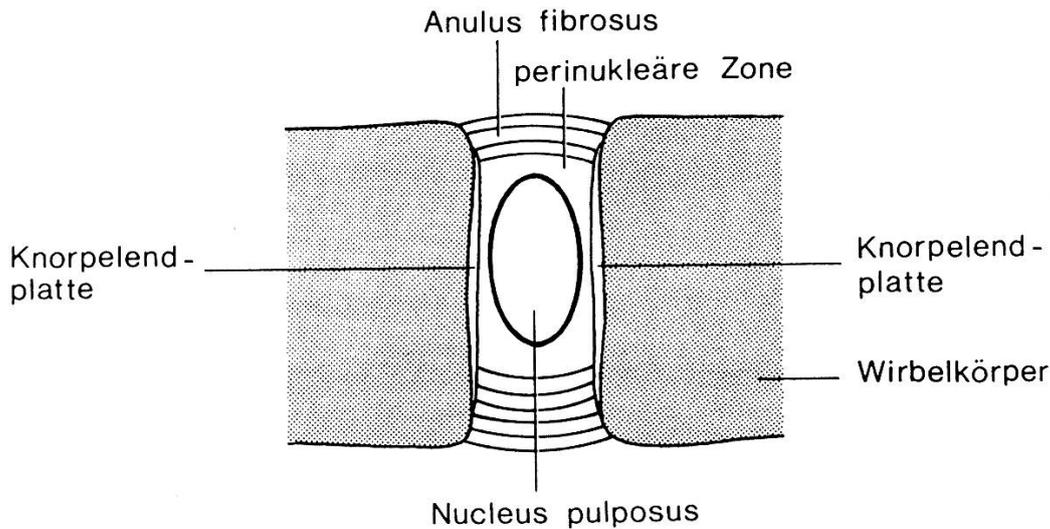


Abb. 1 Aufbau der Zwischenwirbelscheibe (schematisch).

1.2 Anatomie der Zwischenwirbelscheibe, *Discus intervertebralis*

Die Zwischenwirbelscheibe kann mit einer hydraulischen Kammer ohne feste Wände verglichen werden, bei der Druck- in Zugkräfte umgewandelt werden (*Rabenschong, Mensch, 1978*). Sie besteht aus einem äusseren lamellären, fibrösen Ring, dem Anulus fibrosus, und dem zentralen Nucleus pulposus (*Hoerlein, Hund, 1971, Evans et al., Hund, 1979*). Zwischenwirbelscheiben finden sich beim Jungtier vom 2. Halswirbel an zwischen den Wirbelkörpern aller kaudal folgenden Wirbel bis in die Schwanzwirbelsäule. Beim erwachsenen Hund verknöchern die beiden Zwischenwirbelscheiben zwischen den drei Sakralwirbeln und lassen so das Kreuzbein entstehen. Am dicksten sind beim Hund die Zwischenwirbelscheiben zwischen den letzten paar Halswirbeln ausgebildet, am dünnsten zwischen den Schwanzwirbeln. Zentral sind die Disci über eine hyaline Knorpelplatte, im peripheren Bereich direkt am Wirbelkörper befestigt. Die Lage des Nucleus pulposus zum Anulus fibrosus ist nicht genau zentral, sondern leicht dorsal verschoben. Dadurch erscheint am Schnitt der Anulus fibrosus ventral vom Nucleus pulposus zwei- bis dreimal so breit wie dorsal von ihm. *King und Smith* (*Hund und Mensch, 1955*) und *Butler und Smith* (*Katze, 1963*) unterscheiden im Anulus fibrosus eine innere, faserknorpelige und eine äussere, fibröse Schicht, die aus konzentrischen, zwiebelschalenartig geschichteten Lamellen aufgebaut ist. Andere Autoren zählen die fibrocartilaginäre Schicht zum Nucleus pulposus (*Butler und Smith, Katze, 1964*). Jede Lamelle besteht aus parallelen Fasern diagonal zwischen zwei Wirbelkörpern, die als Sharpey-Fasern in die Spongiosa der Wirbelkörper einstrahlen (*Hansen, Hund, 1952, Rickenbacher et al., Mensch, 1982*) und mit den Ligg. longitudinale dorsale und ventrale in Verbindung stehen. Die Fasern einer Lamelle verlaufen gekreuzt zu denen benachbarter Lamellen (*Rickenbacher et al., 1982*) (Abb. 1).

Der Nucleus pulposus besteht aus einem Syncytium undifferenzierter mesodermaler Zellen in homogener, basophiler Interzellulärsubstanz (*Hansen, 1952*). Nach *Butler und Smith* (1964) handelt es sich dabei um notochordale Zellen mit faserigen Kompo-

nenen, die vom angrenzenden Anulus fibrosus stammen. *Schellenberg* (Mensch, 1955) dagegen äussert die Vermutung, dass der Nucleus pulposus kein Chordarest, sondern ein Produkt von Abbauvorgängen durch physiologische Ernährungseinschränkung ist. Nach *Rickenbacher et al.* (1982) handelt es sich um eine gallertige Umwandlung der embryonalen knorpeligen Innenzone. Reste des Chordasegmentes sind als vereinzelt Zellgruppen noch weit über die Geburt hinaus zu beobachten. *Hansen* (1952) stellt fest, dass bei der Geburt die Zwischenwirbelscheiben von Katze, Hund und Mensch in unterschiedlichen Entwicklungsstadien stehen. Langsame Degeneration setzt von der Geburt an ein, ist beim Hund aber makroskopisch bei nicht chondrodystrophen Rassen erst etwa mit 7 Jahren, bei chondrodystrophen Rassen oder bei Störungen im Mineralstoffwechsel dagegen schon früher deutlich sichtbar (*Hansen* 1952).

1.3 Ernährung des *Discus intervertebralis*

Verschiedene Autoren halten die Zwischenwirbelscheibe des Menschen während des ganzen Lebens für gefässlos (*Keyes und Compere*, 1932, *Collins*, 1949, *Holm und G. Selstam*, 1982), wogegen andere nur den Nucleus pulposus für avaskulär und den Anulus fibrosus für leicht vaskularisiert halten (*King und Smith*, 1955). *Hansen* (1952) beschreibt beim noch nicht ausgewachsenen Hund «vaskuläre Kanäle» in der Zwischenwirbelscheibe, beim adulten aber Ernährung per Diffusion. Nach den Untersuchungen von *Ogata und Whiteside* (1980) beim Hund ist der Hauptweg der Ernährung des Nucleus pulposus Diffusion aus Gefässkanälen in der knorpeligen Endplatte des Wirbelkörpers. Periphere Gefässe während der Embryonalentwicklung beschreiben *Peacock* (1950) und *Rabischong* (1978) beim Menschen, postnatal ist das Zwischenwirbelsegment aber völlig avaskulär. Nach *Rickenbacher et al.* (1982) hat die Bandscheibe beim Menschen nur etwa bis zum 4. Altersjahr eine eigene, vom Wirbelkörper unabhängige Vaskularisation, ab dem Kleinkindalter erfolgt die Ernährung durch Diffusion von den Wirbelkörperendflächen und der Zirkumferenz her. *Böhmig* (Mensch, 1930) dagegen findet die Blutversorgung von den angrenzenden Wirbelkörpern her bis zur Adoleszenz und ausnahmsweise auch länger, und zwar jederseits über 3 Gefässkanäle durch die knorpelige Abgrenzung der Spongiosa. In näherer Umgebung des Chordarestes kommt es dabei zu zunehmender Gefässdegeneration, während die Vaskularisation in der Bandscheibenperipherie fortschreitet. *Lee* (1962) stellt bei der Katze eine Abnahme der Vaskularisation vom jungen zum alten Tier fest und spricht diese Gefässe als Äste der Epiphysenarterien an. Den Nucleus pulposus und inneren Anulus fibrosus hält er für zeitlebens gefässlos. Kapillaren bis ins Zentrum des Nucleus pulposus des Kindes hinein beschreibt *Schellenberg* (1955). Er vermutet Anschluss der posterolateralen Kapillaren ans Gefässnetz ausserhalb der Bandscheibe. Sie sollen in den peripheren Anulusfasern liegend die Zwischenwirbelscheibe »umgreifen« und zahlreiche kleine Äste zentralwärts abgeben. Beim Hund werden von *Crock* (1960) und beim Hausschwein von *Wissdorf* (1970) Äste von dorsal aus Arterien ventral im Wirbelkanal gefunden. *Kayanja* (Katze, 1971) spricht von «schwacher Vaskularisation» der Zwischenwirbelscheibe und *Schmorl* (Mensch, 1929) von Gefässen zwischen den Lamellen und «Gefässherden» im Nucleus pulposus.

1.4 Segmentalarterien im Lendenbereich

Dorsal aus der Aorta abdominalis entspringen das zweite bis vorletzte Paar der Aa. lumbales. Das erste Paar nimmt beim Hund seinen Ursprung aus der Aorta kranial des Zwerchfells, während das letzte aus der A. sacralis mediana oder den Aa. iliacae internae entspringt (Crock, 1960). Nach Evans et al. (1979) entspringen beim Hund die ersten beiden Paare aus der Aorta thoracica und das 7. Lendenpaar entspringt meist mit gemeinsamem Ursprungstamm aus der A. sacralis mediana. Sie beobachten auch regelmässig geringe Höhenunterschiede des Ursprungs der linken und rechten Segmentalarterien, wobei die linke meist etwas weiter kranial als die rechte entspringt.

Regelmässig Höhenunterschiede und gemeinsame Ursprungsstämme beschreiben auch Rickenbacher et al. (1982) beim Menschen. Sie erwähnen auch gemeinsame Ursprungsstämme für zwei oder mehr Lumbalarterien der gleichen Seite und geben als Herkunftsgefäss der 1. Lendenarterie die Aorta abdominalis an. Pisco (1972) beobachtet beim Menschen den Ursprung des letzten Lendenpaares aus der A. iliolumbalis. Ähnliche unpaare Gefässstämme wie beim Hund und beim Menschen stellen auch Wissdorf (1970) beim Schwein und Chambers et al. (1972) bei der Katze fest.

Den Ursprung der Aa. lumbales in bezug auf die Wirbelsäule geben Evans et al. (1979) beim Hund für die ersten 3 Paare auf Höhe der Zwischenwirbelscheibe kranial des gleichzähligen Wirbelkörpers an, für die kaudalen 3–4 Paare auf Höhe des entsprechenden Wirbelkörpers. Die letzten Aa. lumbales verlaufen also weniger schräg über den Wirbelkörper als die ersten. Wissdorf (1970) erwähnt für das Schwein den Ursprung auf Höhe des letzten Drittels des gleichzähligen Wirbelkörpers oder der nachfolgenden Zwischenwirbelscheibe.

Über den weiteren Verlauf der äusseren Wirbelsäulenarterien sind nur lückenhafte Angaben zu finden, während der Verlauf und die Aufteilungen der Rückenmarksarterien sowohl beim Mensch (Pisco, 1972) als auch beim Hund (Vergnaud, 1966), beim Schwein (Wissdorf, 1970) und bei der Katze (Duvernoy, 1970/71) ausführlich beschrieben sind.

Da die Autoren leider keine einheitliche Nomenklatur verwenden, ist ein direkter Vergleich manchmal schwierig. Unsere Arbeit lehnt sich weitgehend an die Einteilung nach Wissdorf (1970) an.

Verschiedene Autoren beschreiben Äste der A. lumbalis in die Muskulatur und den Wirbelkörper vor allem ventrolateral (Wissdorf 1970, Evans et al., 1979, Rickenbacher et al., 1982), einige auch aus dem R. dorsalis (Wagoner und Pendergrass, 1932), der nach Wissdorf (1970) kaudal des Proc. transversus in Höhe des For. intervertebrale entsteht. Bradshaw (Katze, 1958), Wissdorf (Schwein, 1970) und Rickenbacher et al. (Mensch, 1982) beschreiben die Äste in den Wirbelkanal hinein. Der R. dorsalis entlässt eine A. canalis vertebralis in den Epiduralraum hinein und eine A. nervomedullaris ans Rückenmark. An einzelnen Segmenten können diese beiden Arterien einen gemeinsamen Ursprungstamm, den Ramus spinalis bilden. Aus der A. canalis vertebralis gehen eine A. canalis vertebralis anterior oder ventralis und posterior oder dorsalis hervor, von denen sich jede in einen R. ascendens und descendens aufteilt und mit den Ästen benachbarter Segmente eine Anastomosenkette ventral bzw. dorsal im Wirbelkanal bildet.

Diese längsverlaufenden Arterienketten stehen auch über die Medianebene hinweg immer wieder miteinander in Verbindung (*Forssman und Petrón, 1938, Kayanja, 1978*). Aus der ventralen Anastomosenkette entspringen nach *Wissdorf (1970)* Äste von dorsal in die Zwischenwirbelscheibe hinein, während *Rickenbacher et al. (1982)* nur Aeste in den Wirbelkörper erwähnen. Diese Autoren beschreiben auch die Endaufteilung des R. dorsalis oberhalb des For. intervertebrale in 2 bis 4 Äste, die den Wirbelbogen und die Muskulatur versorgen. *Evans et al. (1979)* finden Anastomosen der ersten zwei Lendenarterien mit Arterien ans Zwerchfell. *Rickenbacher et al.* unterscheiden vier Bereiche, in denen Längsanastomosen vorkommen: neben der Wirbelsäule, in der Muskulatur, im Epiduralraum und am Rückenmark. Danach können Durchblutungsstörungen des Rückenmarkes nur bei peripheren Arterienverschlüssen entstehen.

2. Material und Methode

Für die Untersuchungen standen 9 Deutsche Schäferhunde und Schäferhundbastarde, 3 Pudel, 2 Spitzbastarde, 1 Dackel, 1 Shar-Pei und 1 Sennenhundbastard zur Verfügung.

Das Alter der Tiere beiderlei Geschlechts lag zwischen 6 Monaten und ca. 12 Jahren. Für die weitere Untersuchung wurden sie in 3 Altersgruppen eingeteilt:

1. Junghunde bis ca. 2 Jahre
2. junge adulte Tiere bis ca. 6 Jahre
3. adulte Tiere über 6 Jahre

Da für die meisten Hunde keine Anamnese über ihren Gesundheitszustand vor der Tötung erhoben werden konnte, konnte auch keine Auswahl in bezug auf eventuelle Rückenleiden getroffen werden.

Die besten Injektionsergebnisse wurden dann erzielt, wenn die Tiere mindestens 3 Tage lang im Kühlraum gelagert worden waren. Zur Injektion wurde die Bauchhöhle in der Linea alba eröffnet und nach Abklemmen der Eingeweidearterien für die bessere Übersicht das Darmkonvolut und der Magen entfernt. Eine Klemme wurde an der Aorta kranial des Zwerchfells gesetzt und eine Knopfkanüle vor der Bifurcatio aortae eingebunden. Bei 15 Hunden wurde ein 2-Komponenten-Kunstharz (Metacrylat) injiziert (*Steinmann und Müller, 1983*) und bei 2 Hunden eine Tuschemischung (500 aqua dest., 20 g Gelatine, 30 g Tusche, 10 g Chloralhydrat). Für die Injektion mit Kunstharz wurden Pleximon 804¹® (flüssig)¹ und Plexigum 354 (Pulver)¹ im Verhältnis 1:1 mit 5 bis 15 ml Chloroform und etwas Farbstoff gemischt und sofort injiziert. Nach Erstarren des Metacrylates wurden die Hunde tiefgefroren und anschliessend die Lendenwirbelsäule auf die gewünschte Grösse zugesägt. Ein Teil der Wirbelsäulen wurde median geschnitten und anschliessend wurden an der einen Hälfte von der Schnittfläche her die Wirbelkörper mittels Schrauben gegen eine Plexiglasplatte fixiert, die andere Hälfte für weitere Untersuchungen in 4%igem Formalin aufbewahrt. Bei einem weiteren Teil der Wirbelsäulen wurden die Dornfortsätze durch einen Horizontalschnitt entfernt und die fixierten Schrauben von dorsal in einer Ebene gesetzt. Diese Methode bewährte sich vor allem bei sehr jungen Hunden, da so nach relativ kurzer Mazerationszeit neben den Epiphysen der Wirbelkörper auch die Zwischenwirbelscheiben und die feinen Arterienausgüsse in diesem Bereich erhalten werden konnten. Bei einem tuscheinjizierten Hund wurden der Wirbelkanal eröffnet und die ventralen Arterien beurteilt, beim anderen die Zwischenwirbelscheiben herausgeschnitten und unter der Lupe untersucht. Vor der weiteren Bearbeitung der auf diese Weise aufgeschraubten Präparate wurde die Plexiglasplatte mit den Schraubköpfen stets durch eine zweite, aufgeschraubte Platte verstärkt. Für die Mazeration wurden die Präparate unter mehrmaliger Kontrolle 5 bis 10 Tage in 15 bis 20%iger Antiforminlösung bei 40° belassen. Anschliessend wurden sie gewässert und, falls nötig, mit Wundbenzin nochmals entfettet. Präparate von besonders fetten Tieren mussten zur vollständigen Mazeration oft so lange im Antifor-

¹ Rhöm GmbH, Chem. Fabrik, Postfach 4166, D-6100 Darmstadt

min belassen werden, dass dadurch auch die Knochen mürbe wurden und die Schrauben durch das Eigengewicht des Präparates ausrissen. Feine Arterienausgänge brachen ausserdem oft beim Ablösen grösserer Weichteilstücke während der Mazeration oder durch das grosse Gewicht des Aortenausgusses vor allem bei grossen Hunden ab.

3. Befunde

3.1. *Ursprung und Verlauf der Aa. lumbales*

Die 2. bis 6. A. lumbalis entspringt jederseits dorsal aus der Aorta abdominalis. Das 1. Paar wird noch von der Aorta thoracica abgegeben, während das letzte Paar entweder aus der A. sacralis mediana oder der A. iliaca interna entspringt. Die linke und rechte A. lumbalis eines Segmentes können nahe beieinander oder bis zu 1 cm neben oder hintereinander entspringen. Dabei konnte jedoch keine Regelmässigkeit festgestellt werden, dass die linken Aa. lumbales öfter weiter kranial oder kaudal entspringen würden als die rechten oder dass besonders grosse Abstände zwischen den Ursprüngen an bestimmten Segmenten gehäuft auftreten würden. Bei einem adulten Schäferhund entsprangen die beiden Aa. lumbales des 5. Lendensegmentes mit einem gemeinsamen Stamm, der sich erst nach 1,5 cm aufteilte. In bezug auf die Wirbelkörper entspringen die ersten und letzten Lendenarterien bei Junghunden auf Höhe des kaudalen Drittels des gleichzähligen Wirbelkörpers oder der kaudalen Zwischenwirbelscheibe, bei adulten Hunden auf Höhe des mittleren oder kaudalen Drittels des gleichzähligen Wirbelkörpers. Die Aa. lumbales des 3. bis 5. Lendensegmentes entspringen bei noch nicht ausgewachsenen Tieren meist auf halber Höhe des gleichzähligen Wirbelkörpers, bei jüngeren adulten auf Höhe des kranialen Drittels des gleichzähligen Wirbelkörpers oder des kranialen Discus intervertebralis, und bei alten auf Höhe des kranialen Discus intervertebralis oder dem kaudalen bis mittleren Drittel des vorangehenden Wirbelkörpers.

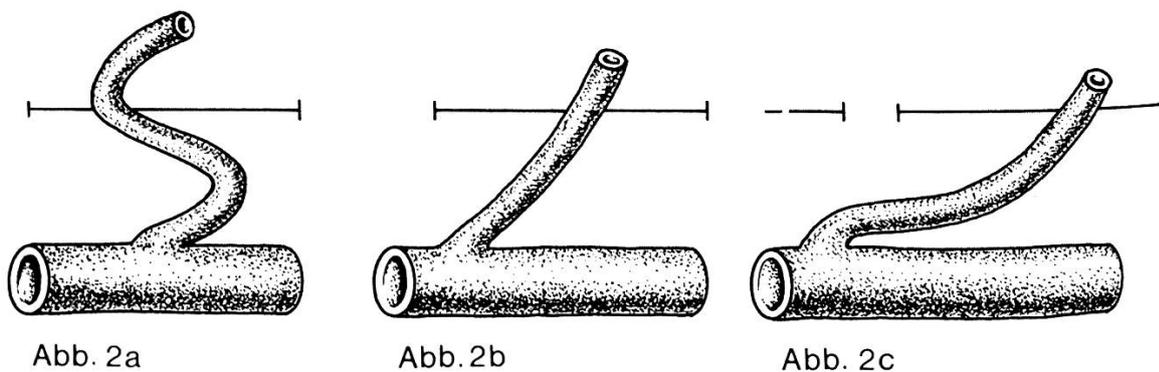


Abb. 2 Altersabhängige Veränderung der Ursprungsart der 3.–5. Lendenarterien aus der Aorta abdominalis.

a Junghunde;

b junge, adulte Tiere;

c ältere, adulte Tiere;

— Länge und Lage der Wirbelkörper.

Während die Segmentalarterien im Brustbereich fast rechtwinklig zur Aorta nach dorsal verlaufen, sind sie im Lendenbereich mehr oder weniger schräg dorsolateral gerichtet. Die ersten und letzten beiden Aa. lumbales verlaufen bei allen Altersgruppen steiler als die mittleren. Altersunterschiede lassen sich vor allem bei diesen mittleren (3. bis 5.) Aa. lumbales feststellen, indem diese bei alten Hunden flacher verlaufen als bei jungen. Bei noch nicht ausgewachsenen Hunden verlaufen alle Lendenarterien nach ihrem Ursprung aus der Aorta in einer grossen S-förmigen Schleife, das heisst sie biegen zuerst nach kranial um und verlaufen auf Höhe der Wirbelkörper wieder kaudolateral (Abb. 2a). Ein solcher Verlauf kann bei adulten Hunden nur noch wenig ausgeprägt bei den ersten und letzten Lendenarterien beobachtet werden. Bei jüngeren adulten Hunden verlaufen die mittleren Aa. lumbales in einem Winkel von ca. 45° zur Aorta (Abb. 2b) während sie bei alten Hunden meist zuerst 1 bis 2 cm parallel zur Aorta verlaufen und dann relativ flach nach kaudodorsal ziehen (Abb. 2c, Abb. 3).

Alle Aa. lumbales sind sehr stark und der Durchmesser knapp nach ihrem Ursprung beträgt unabhängig von der Grösse des Tieres und seines Alters bei mässig bis gut gefüllten Präparaten $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ des Aortendurchmessers an der Abgangsstelle. Bei Schäferhunden sind bei guter Gefässfüllung Aortendurchmesser zwischen 1 und 1,5 cm, Aa. lumbales zwischen 3 und 5 mm und proximale Aeste der Aa. lumbales bis 2 mm Durchmesser zu finden (Abb. 4).

3.2 Äste und Aufteilung der Aa. lumbales

Jede A. lumbalis gibt im proximalen Abschnitt, zwischen ihrem Ursprung aus der Aorta und ihrer Endaufteilung im Bereich der Procc. transversi, konstant kraniale und kaudale Äste ab. Zahl und Grösse dieser proximalen Äste sind individuell sehr unterschiedlich und selbst bei ein und demselben Tier nicht an allen Segmenten gleich. Die Zahl schwankt zwischen 4 und 12 pro A. lumbalis und ist, wie ihre Grösse, vom Alter der Tiere unabhängig. Von den kranialen und kaudalen Ästen sind je mindestens einer, oft auch mehrere, kräftiger als die übrigen; ein solcher Ast kann bis zu einem Drittel der Grösse der betreffenden A. lumbalis erreichen. Immer zweigen schon 0,5 bis 1 cm nach dem Ursprung einer A. lumbalis aus der Aorta die ersten dieser Äste ab. Der Abgangsort dieser proximalen Äste in bezug auf den Wirbelkörper lässt dagegen keine Regelmässigkeit erkennen. Der Ursprungswinkel ist am häufigsten fast rechtwinklig, seltener spitz ($30-60^\circ$) oder sehr spitz ($10-30^\circ$) (Abb. 5).

Einige dieser Äste bleiben kurz und dringen sofort als Rr. nutritivi besonders ventral und ventrolateral in den Wirbelkörper ein. Der grössere Teil dieser Äste zieht nach kranial und kaudal über die Zwischenwirbelscheiben hinweg und versorgt die umgebende Muskulatur, die Arteriengeflechte in unmittelbarer Umgebung der Disci intervertebrales und stellt Anastomosen zu proximalen Ästen benachbarter Segmentalarterien her. Öfters sind auch proximale Äste nach kranial und kaudal zu beobachten, die direkt in den kranialen und kaudalen Anulus fibrosus des Discus intervertebralis eindringen und meist relativ kräftig sind. Solche Arterien versorgen fast ausschliesslich die Zwischenwirbelscheibe und können bei jungen wie bei alten Hunden festgestellt werden (Abb. 6, 7).

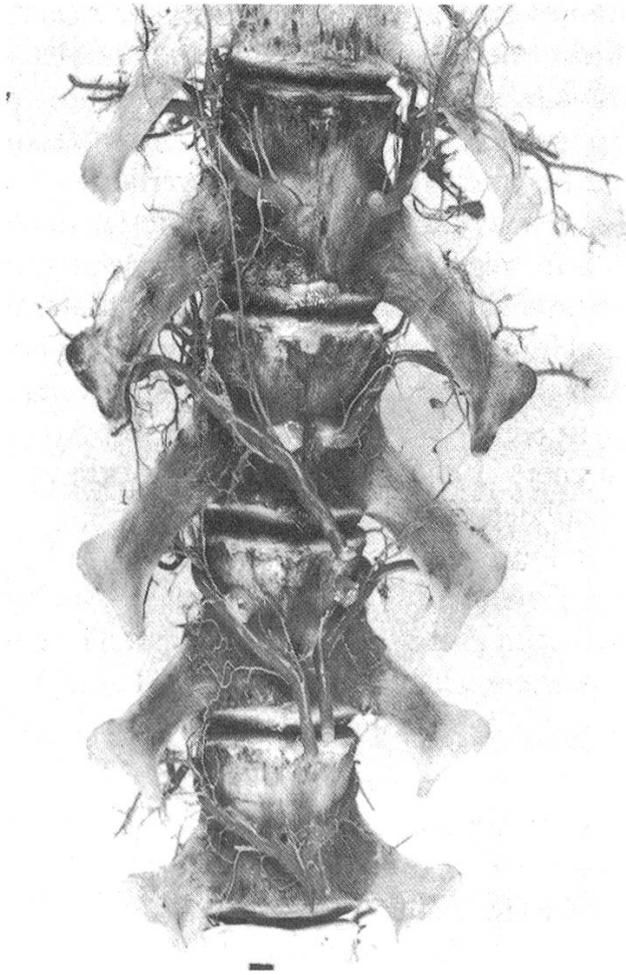


Abb. 3

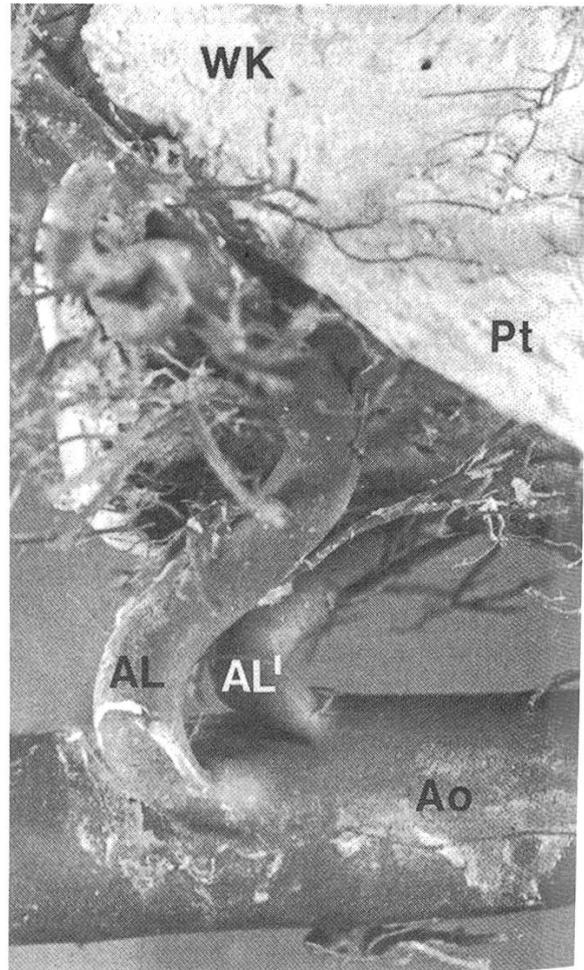


Abb.4

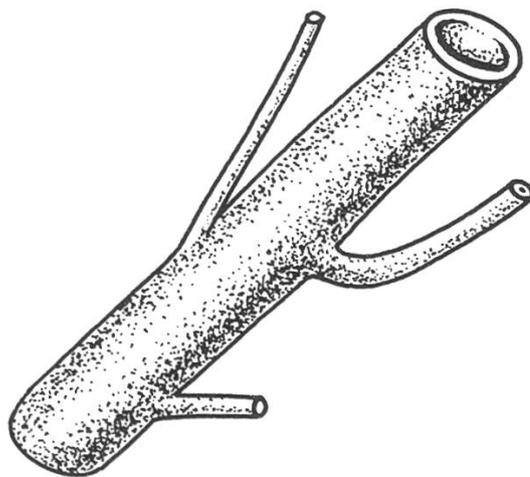


Abb. 5

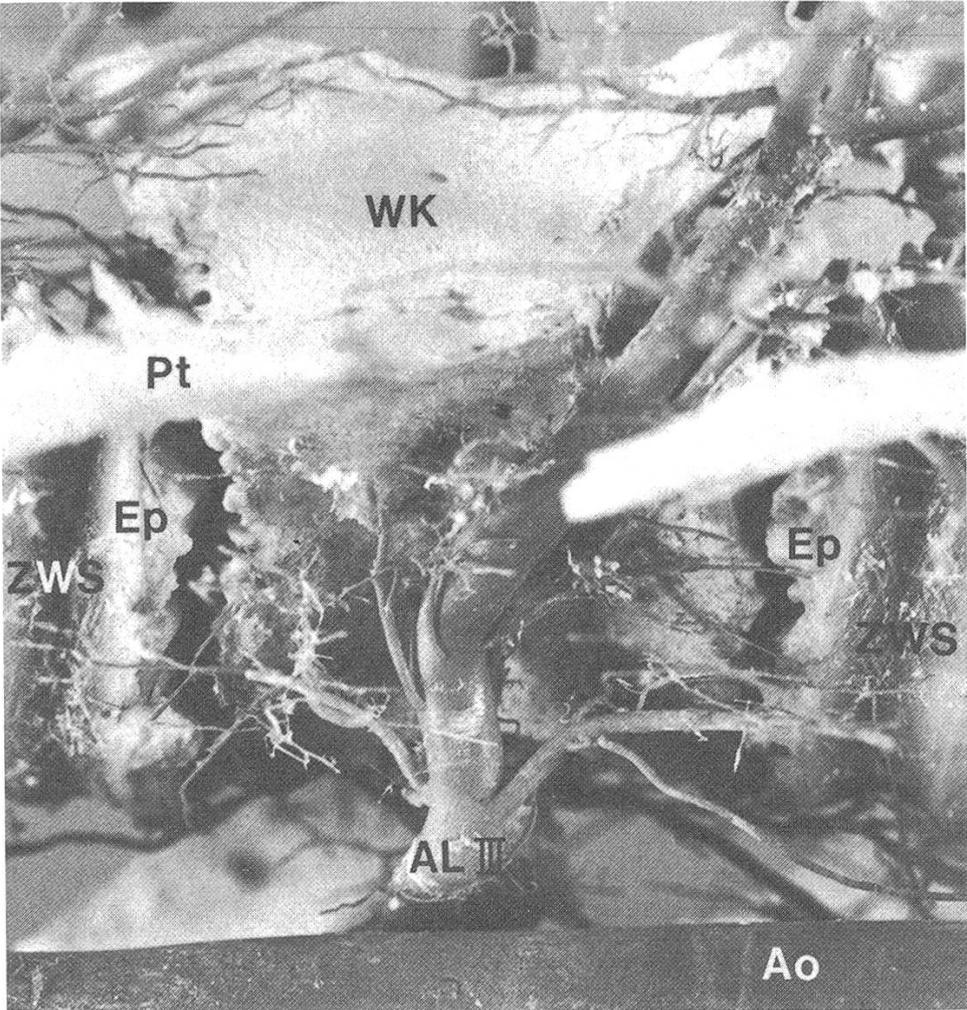


Abb. 6

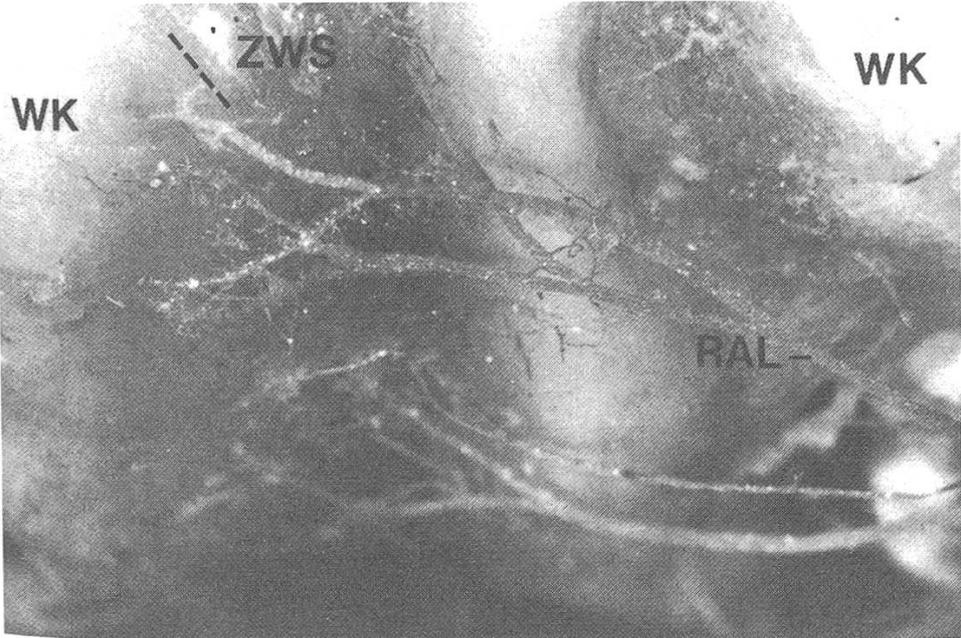


Abb. 7

Bildlegenden siehe Seite 10.

Im Bereich zwischen den Procc. transversi und dem For. intervertebrale teilt sich jede A. lumbalis in ihre Endäste auf. Konstant entstehen an dieser Stelle ein starker R. *dorsalis* und ein meist schwächerer R. *lateralis*. Oft entspringen an dieser Stelle noch weitere kraniale und kaudale Äste und manchmal auch ein R. *spinalis*. Sie sind aber alle immer kleiner als die beiden konstanten Hauptäste. Der R. *lateralis* zieht nach lateral und dorsal und teilt sich in der umgebenden Rückenmuskulatur sofort weiter auf. Selten kann auch aus dem R. *lateralis* ein R. *spinalis* abgehen. Der R. *dorsalis* zieht dicht am Wirbelkörper nach kaudodorsal und über das For. intervertebrale hinweg. Im Bereich des Corpus vertebrae verläuft er dabei immer kranial des Discus intervertebralis. Er entlässt mehrere unterschiedlich starke kraniale und kaudale distale Äste, die den Wirbelkörper und Wirbelbogen, die Zwischenwirbelscheibe und die Muskulatur versorgen und mit distalen Ästen benachbarter Segmentararterien anastomosieren. Meist entspringen auch ein oder mehrere Rr. *spinales* aus dem R. *dorsalis*. Über dem For. intervertebrale teilt sich der R. *dorsalis* in 3 Endäste auf. Ein kräftiger dorsolateraler zieht in die lange Rückenmuskulatur, ein kräftiger kaudodorsaler versorgt den Bereich der Procc. spinosi und ein oft nur sehr feiner kraniodorsaler versorgt den Bereich der Procc. articulares. Der kraniodorsale Ast kann oft schon früher aus dem R. *dorsalis* oder erst aus dem dorsolateralen Ast entspringen und verläuft meist medial, seltener lateral am

Bildlegenden von Seite 306 und 307.

Abb. 3 Flacher Verlauf der proximalen Abschnitte der Aa. lumbales über die Körper des 2.–6. Lendenwirbels.

Ansicht von ventral.

Schäferhundbastard, weiblich, 6–7 Jahre alt.

Abb. 4 S-förmige Schleife des Ursprungsteiles des 4. Paares der Lendenarterien.

Ansicht von rechts.

Schäferhundbastard, männlich, ca. 1 Jahr alt.

Ao Aorta abdominalis;

AL, AL' A. lumbalis IV rechts bzw. links;

WK Wirbelkörper;

Pt Proc. transversus.

Abb. 5 Abgangsarten proximaler Äste der A. lumbalis.

Abb. 6 Verlauf der A. lumbalis III und Abgang proximaler Äste.

Ansicht von links und ventral.

Schäferhundbastard, männlich, ca. 1 Jahr alt.

Ao Aorta abdominalis;

AL III A. lumbalis III;

ZWS Zwischenwirbelscheiben;

WK Körper des 3. Lendenwirbels;

Ep seine Epiphysen;

Pt Proc. transversus.

Abb. 7 Verzweigung eines proximalen Astes an der Zwischenwirbelscheibe zwischen 3. und 4. Lendenwirbel.

Ansicht von rechts.

Pudel, männlich, ca. 5 Monate alt.

RAL Proximaler Ast;

ZWS Zwischenwirbelscheibe;

— — — Faserverlauf in der äussersten Lamelle des Anulus fibrosus;

WK Wirbelkörper

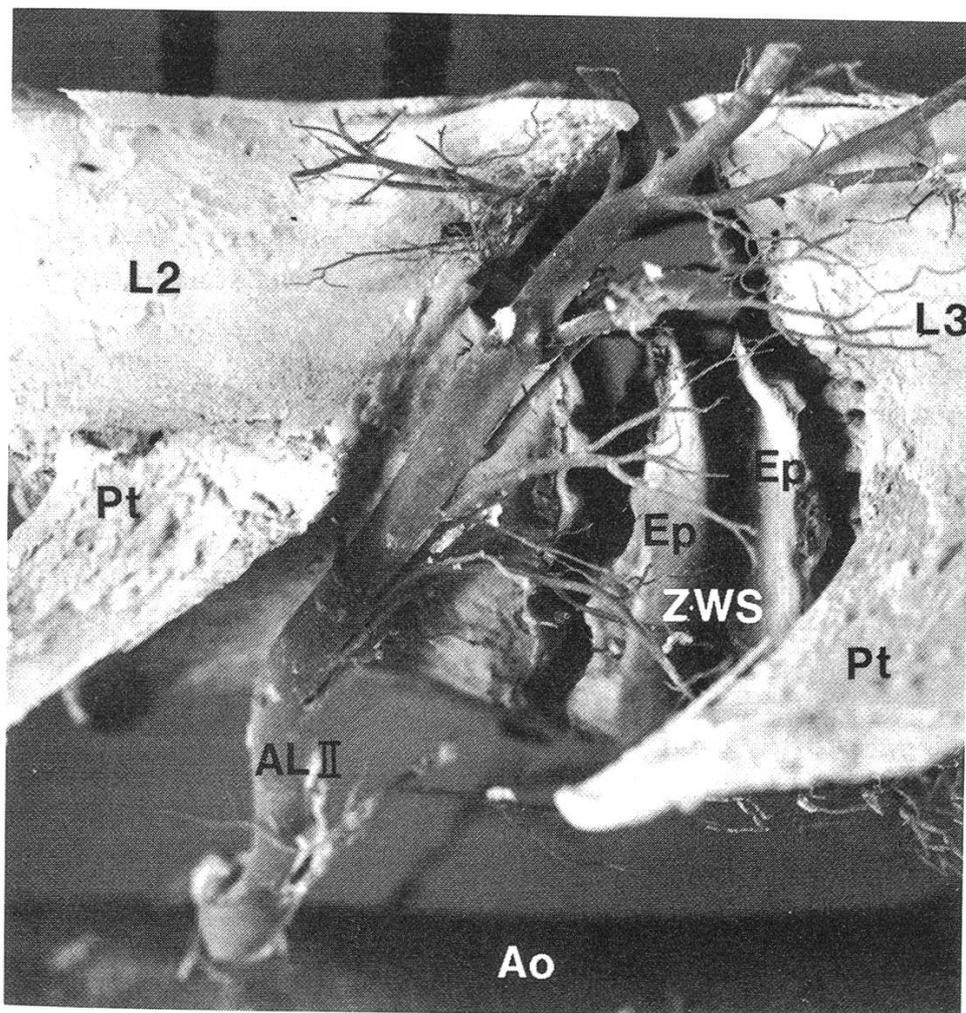


Abb. 8 Verlauf und Aufteilung der A. lumbalis auf Höhe des For. intervertebrale zwischen 2.–3. Lendenwirbel.

Ansicht von links.

Schäferhundbastard, männlich, ca. 1 Jahr alt.

Ao Aorta abdominalis;

AL II A. lumbalis II;

ZWS Zwischenwirbelscheibe;

L2, L3 Körper des 2. bzw. 3. Lendenwirbels;

Ep ihre Epiphysen;

Pt Procc. transversus

Proc. accessorius vorbei. Durch starke Verzweigungen dieser 3 Arterien werden die dorsalen Anteile im Wirbelsäulenbereich immer von mehreren Segmentalarterien versorgt (Abb. 8).

3.3 Rami spinales

Als Rami spinales werden jene Arterien bezeichnet, die in den Wirbelkanal hineinziehen und Äste ans Rückenmark (Aa. nervomedullares) und in den Epiduralraum (Aa.

canalis vertebralis dorsales und ventrales) abgeben. Am häufigsten entspringen die Rr. spinales aus dem R. dorsalis oder Ästen desselben. Ebenfalls recht oft nehmen sie ihren Ursprung noch aus der A. lumbalis vor oder an der Endaufteilung im Bereich der Procc. transversi, selten entspringt ein R. spinalis aus dem R. lateralis.

Bei zwei Dritteln aller untersuchten Lendenarterien ist nur ein R. spinalis zu erkennen, dessen Durchmesser bis zu einem Drittel des Gefässes erreicht, aus dem er entspringt und der sich meist noch vor dem Eintritt in den Wirbelkanal in einen kranialen (R. ascendens) und kaudalen (R. descendens) Ast aufteilt. Bei fast allen übrigen Segmentalarterien sind 2 selbständig entspringende Arterien nach kranial und kaudal in den Wirbelkanal zu erkennen, die meist ungleich stark sind. Bei 2 Segmentalarterien teilte sich einer dieser beiden Rr. spinales noch vor dem Durchtritt durchs For. intervertebrale auf und nur bei einem Schäferhund konnten an einer A. lumbalis 3 selbständig entspringende Rr. spinales festgestellt werden. Die Rr. spinales verlaufen wie die Rr. dorsales kranial der Zwischenwirbelscheibe und die Rr. descendentes ziehen erst dorsolateral oder im Wirbelkanal über diese hinweg nach kaudal. Aus den Rr. spinales entspringen in diesem Bereich oft dünne, kurze Äste, die mit dem feinen Arteriengeflecht an der Zwischenwirbelscheibe in Verbindung stehen oder sich direkt im Anulus fibrosus aufteilen. Die Rr. ascendentes und Rr. descendentes der Rr. spinales benachbarter Segmentalarterien verbinden sich auf jeder Seite zu je einer Anastomosenkette extradural ventral im Wirbelkanal, die unter den grossen Venen des Plexus vertebralis internus ventralis verlaufen. Aus diesen Anastomosenketten entspringen im Bereich der Zwischenwirbelscheibe ein bis zwei relativ kräftige und mehrere feinere Arterien, die von dorsal in die Zwischenwirbelscheibe eindringen und sich in den äusseren Lagen des Anulus fibrosus verzweigen. Ausserdem gehen von dieser Anastomosenkette über jedem Wirbelkörper ein bis zwei kräftige Rr. nutriticii ab. Die ausserhalb des Wirbelkanals beobachteten Arteriengeflechte in unmittelbarer Umgebung der Zwischenwirbelscheibe sind auf deren dorsaler Fläche nicht ausgebildet. Die Aa. nervomedullares an das Rückenmark sind unregelmässig ausgebildet. Sie können an mehreren Lendensegmenten fehlen, wobei die entsprechenden Versorgungsgebiete durch Äste anderer Segmentalarterien mit bedient werden.

3.4 Arterien im Bereich des Discus intervertebralis

Bei Präparaten, an denen der Anulus fibrosus der Zwischenwirbelscheibe noch ganz oder teilweise erhalten ist, finden sich regelmässig feine Arterien bis in die oberflächlichen Lagen des Anulus fibrosus. Ein feines Arteriengflecht erstreckt sich ausser im Wirbelkanal über die ganze Peripherie der Zwischenwirbelscheibe, vor allem aber im Bereich von proximalen und distalen Ästen der Aa. lumbales, mit denen es in Verbindung steht. Dabei ist es ventrolateral am stärksten ausgebildet, etwas schwächer ventral und dorsolateral, am schwächsten lateral. Diese unterschiedliche Ausbildung des Arteriengflechtes im Bereich des Anulus fibrosus entspricht also den unregelmässigen Abgängen proximaler Äste. Diese arteriellen Geflechte sind so dicht und liegen dem Discus intervertebralis so eng an, dass bei jeder Präparation an den Korrosionspräparaten selbst uner der Lupe, die in die Zwischenwirbelscheibe eintretenden Ästchen nicht dar-

gestellt werden konnten, obwohl zwischen den kollagenen Faserbündeln des Anulus fibrosus stets Gefäße nachzuweisen waren. Vor allem bei kräftigen proximalen Ästen sind deren direkte Verbindungen zum Anulus fibrosus der Zwischenwirbelscheibe noch erkennbar. Sie dringen fast rechtwinklig in den Anulus fibrosus ein, zweigen sich auf und sind in ihrem weiteren Verlauf mit dieser Methode nicht mehr zu verfolgen.

Mit abnehmender Häufigkeit sind zuführende Arterien an die Disci intervertebrales feststellbar:

- am meisten ventral und ventrolateral aus kurz nach dem Ursprung der A. lumbalis abgehenden proximalen Ästen von kranial und kaudal her, also jeweils aus zwei benachbarten Segmentalarterien;
- etwas weniger häufig im lateralen Bereich, relativ kräftige proximale Äste der kranialen und kaudalen A. lumbalis;
- im dorsolateralen Bereich, Äste des kranial verlaufenden R. dorsalis (distale Äste) des vorangehenden Segmentes;
- oft auch dorsolateral aus dem kranial der Zwischenwirbelscheibe verlaufenden R. spinalis, kurze feine Äste, die fast rechtwinklig abgehen;
- selten distale Äste der nachfolgenden A. lumbalis.

Im ventralen Bereich verlaufen die Arterien mit direkter Verbindung zur Zwischenwirbelscheibe parallel zur Wirbelsäule. Dieser Verlauf und die oft noch gefundenen Faserreste deuten darauf hin, dass diese proximalen Äste mit dem Lig. longitudinale ventrale zum Discus intervertebralis gelangen dürften.

Die feinsten mit dieser Technik noch nachweisbaren Arterien der Zwischenwirbelscheibe sind die Äste parallel zu Kollagenfaserbündeln in den peripheren Lamellen des Anulus fibrosus. Diese feinen Arterien sind über den ganzen Anulus fibrosus zu finden. Wie tief diese Arterien in die Zwischenwirbelscheibe eindringen, lässt sich mit der hier angewendeten Methode nicht feststellen.

4. Diskussion

Der von *Evans et al.* (1979) beim Hund und *Rickenbacher et al.* (1982) beim Menschen beschriebene Höhenunterschied zwischen dem Ursprung der linken und rechten A. lumbalis eines Segmentes konnte im Laufe der eigenen Untersuchungen ebenfalls festgestellt werden. Eine Regelmässigkeit, dass die linken Aa. lumbales weiter kranial als die rechten entspringen, konnte allerdings nicht festgestellt werden. Gemeinsame Ursprungsstämme zwischen der linken und rechten A. lumbalis eines Segmentes, wie *Wissdorf* (1970) beim Schwein, *Chambers et al.* (1972) bei der Katze, *Rickenbacher et al.* (1982) beim Menschen und *Evans et al.* (1979) am 7. Lendenpaar des Hundes beschreiben, kommen beim Hund zwar vor, sind aber selten und beschränken sich hauptsächlich auf die kaudalen Lendensegmente. Gemeinsame Ursprungsstämme für mehrere Segmentalarterien der gleichen Seite, wie sie *Rickenbacher et al.* (1982) beim Menschen beschreiben, liessen sich bei keinem der untersuchten Hunde im Lendenbereich beobachten.

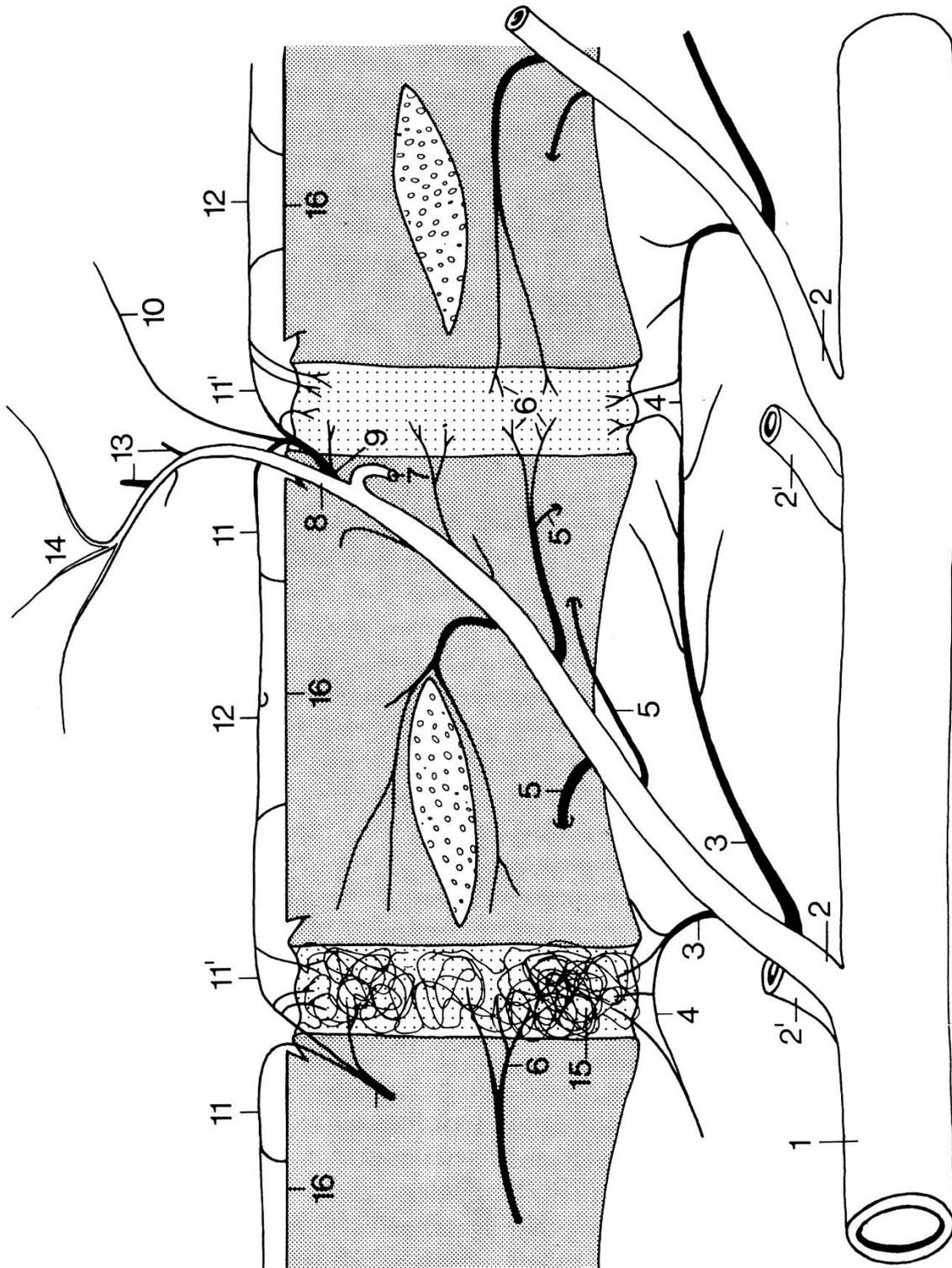
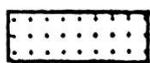
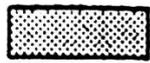


Abb. 9 Schematische Darstellung der Aufteilung einer linken Lendenarterie beim Hund.

-  Zwischenwirbelscheibe
-  Lendenwirbelkörper
-  abgeschnittene Querfortsätze

Sehr unterschiedlich verlaufen die Aa. lumbales bei jungen und alten Tieren. Durch Verschiebung des Ursprunges der Aa. lumbales in bezug auf die Wirbelkörper nach kranial werden bei adulten Tieren die Winkel zwischen den Verlaufsachsen der Aa. lumbales und der Aorta immer kleiner. Gleichzeitig werden die regelmässig beim Junghund feststellbaren s-förmigen Schleifen im Anfangsteil der Aa. lumbales mit dem Alter zunehmend gestreckt. Diese Veränderungen lassen sich durch unterschiedliches Längenwachstum von Knochen und Gefässen erklären. Die altersabhängigen Unterschiede bei den Aa. lumbales im mittleren Lendenbereich deuten ausserdem darauf hin, dass auch zwischen den einzelnen Abschnitten der Lende Wachstumsunterschiede bestehen.

Die kräftigen proximalen und distalen Äste entspringen oft fast rechtwinklig aus der Segmentarterie. Durch den Verlauf des R. dorsalis und R. spinalis unmittelbar kranial der Zwischenwirbelscheibe sind die im dorsolateralen Bereich entspringenden Äste in den Anulus fibrosus hinein ausserdem sehr kurz. Die Strömungsverhältnisse in diesem Bereich wären kein Hindernis für eine retrograde Verschleppung von Emboli in den Arterien bei plötzlichen Druckänderungen, wie zum Beispiel bei starken Bewegungen im Bereich des Rückens.

Die zahlreichen Anastomosen zwischen benachbarten Segmentararterien, wie sie verschiedene Autoren beim Menschen (*Forssman und Petrén*, 1938, *Rickenbacher et al.*, 1982) und *Kayania* (1978) bei der Katze beschreiben, sind auch beim Hund vorhanden (*Evans et al.*, 1979). Sie finden sich zwischen proximalen und distalen Ästen benachbarter Aa. lumbales in der Muskulatur, direkt der Wirbelsäule anliegend, im Wirbelkanal durch Rr. ascendentes und descendentes der Rr. spinales und am Rückenmark. Ein proximaler Arterienverschluss wird dadurch weitgehend kompensiert werden können und nur ein Verschluss peripherer Äste am oder im Rückenmark wird zu zentralnervösen Auffallserscheinungen führen.

Die in der Literatur beschriebene Häufung von Rr. nutritii ventrolateral am Wirbelkörper (*Wissdorf*, 1970 *Evans et al.*, 1979, *Rickenbacher et al.*, 1982) konnte bestätigt werden. Im weiteren sind beim Hund aber eine Vielzahl von proximalen Ästen zu beobachten, die auf dem Verlauf der A. lumbalis über den Wirbelkörper nach kranial und

-
1. Aorta abdominalis;
 - 2, 2'. Linke bzw. rechte Aa. lumbales;
 3. Rr. proximales;
 4. Anastomosen proximaler Äste;
 5. Rr. nutritii;
 6. Verzweigungen proximaler Äste in und an der Zwischenwirbelscheibe;
 7. R. lateralis (abgeschnitten);
 8. R. dorsalis;
 9. Rr. spinales;
 10. A. nervomedullaris;
 - 11, 11'. R. ascendens bzw. descendens;
 12. Längsanastomose ventral im Wirbelkanal;
 13. Rr. distales;
 14. Endaufteilung des R. dorsalis;
 15. Arteriengeflecht im Bereich der Zwischenwirbelscheibe;
 16. abgeschnittene Wirbelbögen,

kaudal aus dieser abgehen, mit Arterien benachbarter Segmente anastomosieren, Verbindung zu Geflechten im Zwischenwirbelbereich aufnehmen, direkt in den Anulus fibrosus eindringen oder den Knochen versorgen. Da einige proximale Äste beim jungen Hund auch die Epiphysen der Wirbelkörper versorgen, sind diese bei jungen Tieren meist stärker als bei alten. An den proximalen Ästen der Lumbalarterien im ventralen und dorsalen Bereich der Wirbelsäule sind hingegen keine altersabhängigen Unterschiede in der Stärke festzustellen. Nach *Wissdorf* (1970) zieht beim Schwein die A. lumbalis im Bereich des Proc. transversus nach lateral und entlässt einen R. dorsalis. Diese Aufteilung kann beim Hund ebenfalls beobachtet werden, allerdings ist der R. dorsalis meist kräftiger als der R. lateralis und entlässt diesen fast rechtwinklig.

Während *Wissdorf* (1970) beim Schwein zur Versorgung des dorsalen Rückenbereiches 4 Endäste des R. dorsalis und *Rickenbacher et al.* (1982) beim Menschen deren 2 beschreiben, verlaufen beim Hund konstant 3 Äste nach dorsal, kraniodorsal und kaudodorsal. Durch Anastomosen werden auch diese Gebiete jeweils von mehreren Segmentalarterien versorgt.

Als Rr. spinales werden hier alle Arterien in den Wirbelkanal hinein bezeichnet, ungeachtet ihres Zielgebietes. Pro A. lumbalis sind beim Hund 1 bis 3 Rr. spinales vorhanden, was den Beobachtungen beim Schwein (*Wissdorf*, 1970) und beim Menschen (*Rickenbacher et al.*, 1982) entspricht. Ein einheitlicher R. spinalis kann sich demnach kurz nach seinem Ursprung aus der Segmentarterie oder erst im Wirbelkanal in eine A. canalis vertebralis ventralis und dorsalis und eine A. nervomedullaris aufteilen, oder alle 3 können selbständig entspringen. Wie auch andere Autoren feststellten, gibt nicht jede Segmentarterie eine A. nervomedullaris ans Rückenmark ab (*Duvernoy* 1970/71, Katze, *Wissdorf*, 1970, Schwein, *Parker*, 1973, Hund). Entgegen den Angaben von *Wissdorf* (1970) beim Schwein, können aber beim Hund Rr. spinales nicht nur aus dem R. dorsalis, sondern auch direkt aus der A. lumbalis oder selten auch aus dem R. lateralis entspringen. Die A. canalis vertebralis ventralis teilt sich oft noch im Bereich des For. intervertebrale in einen kranialen (R. ascendens) und kaudalen (R. descendens) Ast auf, wie dies auch von *Wissdorf* (1970) beim Schwein beschrieben wurde. Auch beim Hund treten mehrere Äste aus diesen Anastomosenketten von dorsal in die Zwischenwirbelscheibe ein. Auch die von *Rickenbacher et al.* (1982) beim Menschen beschriebenen Rr. nutritivi der Wirbelkörper konnten beim Hund beobachtet werden, und zwar jederseits 1 bis 2 pro Segment.

Die feinen Arteriengeflechte in unmittelbarer Umgebung der Zwischenwirbelscheibe sind bei allen untersuchten Hunden zu beobachten, ebenso die parallel zu den Kollagenfasern in mehreren Lamellen des Anulus fibrosus verlaufenden feinen Arterien. Entgegen den Angaben verschiedener Autoren bei anderen Tierarten und dem Menschen, scheinen bei Hunden aller Altersgruppen zumindest mehrere periphere Lamellen des Anulus fibrosus gut mit Gefäßen versorgt zu sein. Obwohl ventrolateral mehrere proximale Äste an die Zwischenwirbelscheiben festzustellen sind, ist die Verteilung ihrer feinen Äste in der Zwischenwirbelscheibe gleichmässig.

Durch proximale und distale Äste von kranial und kaudal her wird jede Zwischenwirbelscheibe von mindestens zwei Segmentalarterien versorgt, was zusammen mit den Anastomosenbildungen die Blutzufuhr sichert. Diese Befunde bestätigen die Beobach-

tungen von *Lee* (1962) bei der Katze; es konnte aber bei den durchgeführten Untersuchungen keine eindeutige Abnahme der Gefäßversorgung vom jungen zum alten Hund beobachtet werden.

Im Gegensatz zu *Schellenberg* (1955) kann eine periphere Versorgung nicht nur von dorsolateralen Arterien ausgehen. Die hier beobachteten Äste aus den Rr. spinales direkt in die dahinterliegenden Zwischenwirbelscheiben könnten diesen bei *Schellenberg* beschriebenen posterolateralen Gefässen entsprechen. Sie sind zum Teil relativ kräftig und stellen die kürzeste Verbindung zwischen den Disci intervertebrales und den Gefässen an das Rückenmark dar.

Mit der hier angewendeten Methode lassen sich keine Angaben darüber machen, wie tief die beobachteten Arterien in die Zwischenwirbelscheibe eindringen und ob auch von den Wirbelkörperendflächen her Arterien in den Anulus fibrosus oder an den Nucleus pulposus gelangen, wie dies *Böhmig* (1930) beim Menschen und *Ogata und Whiteside* (1981) beim Hund beobachtet haben. In diesen beiden Arbeiten werden Gefässkanäle bis in die knorpeligen Endplatten beschrieben. Nach den Untersuchungen von *Ogata und Whiteside* (1981) erfolgt beim Hund die Ernährung des Nucleus pulposus hauptsächlich per Diffusion über die Wirbelkörperendplatten. Zieht man bei der Knorpelembolie im Rückenmark des Hundes eine retrograde arterielle Verschleppung von Knorpelmaterial aus unveränderten Zwischenwirbelscheiben in Betracht, dann müsste dieses aus dem hyalinen Knorpel der Endplatten stammen und über die darinliegenden Gefässknospen und Knochenmarksgefässe in die Anastomosenkette ventral im Wirbelkanal und von dort ins Rückenmark gelangen. Weniger wahrscheinlich ist bei unveränderten Zwischenwirbelscheiben eine retrograde arterielle Verschleppung von Knorpelmaterial aus den tiefen Schichten des Anulus fibrosus oder von knorpelartigen Zellen aus dem gefässfreien Nucleus pulposus über die arteriellen Äste im Anulus fibrosus. Diese sind bereits in den peripheren Lagen des Anulus fibrosus stark verzweigt und in Schichten angeordnet, wodurch die Distanz zu Arterien der Zwischenwirbelscheibenperipherie und deren Stammgefässen sehr gross wird. Bei knorpeliger Umwandlung des Nucleus pulposus und der perinukleären Zone und Verlagerung des Knorpelmaterials in einen mechanisch veränderten Anulus fibrosus könnte allerdings ein Eindringen in die an die Zwischenwirbelscheibe gelangenden Arterien in Betracht gezogen werden. Weitere Untersuchungen über die Pathogenese der Knorpelembolie beim Hund sind daher nötig.

Zusammenfassung

An Korrosions- und Tuscheinjektionspräparaten von 17 Hunden verschiedenen Alters wurden Ursprung, Verlauf und Versorgungsgebiete der Lendenarterien untersucht und dabei besonders auf die Beziehungen der Äste an die Zwischenwirbelscheiben zu jenen an das Rückenmark geachtet.

Die Art des Ursprungs und der Aufzweigung der Aa. lumbales sind von Rasse und Alter der Hunde unabhängig. Der Ort des Ursprunges und die Verlaufsrichtung der Aa. lumbales in bezug auf die Wirbelsäule zeigen insofern deutliche Unterschiede, als beim adulten Hund der Ursprung weiter kranial liegt und die beim Junghund vorhandenen s-förmigen Schleifen im Ursprungsteil der Aa. lumbales gestreckt werden. Zahlreiche Anastomosen zwischen Ästen der Segmentalarterien finden sich in der Muskulatur, neben der Wirbelsäule, im Epiduralraum und am Rückenmark und sichern dadurch die Blutversorgung im Wirbelsäulenbereich. Die Zwischenwirbelscheiben erhalten ihre grösseren arteriellen Äste ventrolateral und dorsolateral direkt von den Aa. lumbales und einige schwache

Äste dorsal aus einer paarigen Anastomosenkette, die extradural ventral im Wirbelkanal verläuft. Bei Hunden aller Altersklassen konnten mit den angewendeten Methoden ventral und zu beiden Seiten jeder Zwischenwirbelscheibe ein dichtes Geflecht feiner Arterienzweige und zumindest in den peripheren Lamellen des Anulus fibrosus Blutgefäße nachgewiesen werden. Wie nahe die Arterien an den Nucleus pulposus oder an die Knorpelendplatten der Zwischenwirbelscheibe herankommen, konnte jedoch nicht eindeutig abgeklärt werden, weshalb die Thesen einer möglichen Verschleppung von Knorpelmaterial bei unveränderten Verhältnissen des Discus intervertebralis retrograd über die Arterien nicht unterstützt werden kann.

Résumé

Au moyen de préparations corrodées et d'injections à l'encre de chine sur 17 chiens d'âge différent, on a pu examiner l'origine, l'écoulement et les secteurs d'approvisionnement des artères lombaires. L'intérêt s'est porté principalement sur les rapports des branches artérielles aux disques intervertébraux à ceux de la moëlle épinière.

L'origine et la ramification des artères lombaires sont indépendantes de la race et de l'âge du chien. L'origine ainsi que le cours des artères lombaires par rapport à la colonne vertébrale présentent cependant des différences considérables: Alors que, chez le chien adulte, l'origine se situe dans la région crâniale, chez le jeune chien, les artères lombaires forment des courbes en S qui s'étendent de plus en plus avec l'âge. De nombreuses anastomoses entre les branches d'artères segmentaires se trouvent dans la musculature, à côté de la colonne vertébrale, dans l'espace épidual, ainsi que sur la moëlle épinière; ces anastomoses assurent ainsi la vascularisation du segment dorsal. Les disques intervertébraux reçoivent leurs plus grandes branches artérielles ventrolatérales et dorsolatérales directement des artères lombaires. Quelques faibles branches dorsales proviennent d'une chaîne anastomosique en paire, qui s'écoule extraduralement et ventralement dans le canal vertébral. Par la méthode utilisée, on a pu prouver sur des chiens de tous âges l'existence d'un réseau dense de fines artères du côté ventral et des deux côtés de chaque disque intervertébral. La présence de vaisseaux sanguins a pu être prouvée d'une façon certaine dans les lamelles périphériques de l'anulus fibrosus; il n'a cependant pas été possible de déterminer si ces artères atteignent le nucleus pulposus ou les plaques cartilagineuses des disques intervertébraux. De ce fait, la thèse d'une possible déportation rétrograde par voie artérielle de matériel cartilagineux dans des conditions inchangées du disque intervertébral ne peut pas être appuyée.

Riassunto

Usando preparati corrosivi e di contrasto, su 17 cani di diversa età, vennero esaminati origine, decorso e irrorazione delle arterie lombari. Vennero osservati i rapporti delle diramazioni ai dischi vertebrali ed al midollo spinale.

Il tipo dell'origine e della suddivisione delle Aa. lombari sono indipendenti dalla razza e dall'età del cane. Il luogo dell'origine e la direzione del decorso delle Aa. lombari in relazione alla colonna vertebrale denotano sensibili divergenze, in quanto nel cane adulto l'inizio giace più cranialmente e nel cane giovane le anse a forma di S della parte iniziale delle Aa. lumbales vengono stirate. Molte anastomosi delle arterie segmentali si trovano nella musculatura, accanto alla colonna vertebrale, nello spazio epidurale e nel midollo spinale ed assicurano così la irrorazione sanguigna nel settore della colonna vertebrale. I dischi vertebrali ricevono le più grosse diramazioni arteriose ventrolaterali e dorsolaterali, direttamente dalle Aa. lumbales, come pure deboli ramificazioni dorsalmente da una doppia catena di anastomosi, che corre extradurale e ventrale nel canale spinale. Nei cani di tutte le età, con il metodo usato, fu possibile individuare un denso intreccio di piccole diramazioni arteriose sulla parte ventrale e dalle due parti di ogni disco. Fu altresì possibile individuare almeno nelle lamelle periferiche dell'anulus fibrosus vasi sanguigni. Non potè tuttavia esser chiarito in modo sicuro a che vicinanza giungono le arterie dal nucleus pulposus oppure alla piastra cartilaginea finale dei dischi intervertebrali, per cui la tesi di una possibile protrazione retrograda di materiale cartilagineo in condizioni invariate del discus intervertebralis sopra le arterie non può essere sostenuta.

Summary

The origin, course, and supply areas of the lumbar arteries of 17 dogs of different ages were examined on corrosion casts and specimens that were injected with Indian ink. Particular attention was paid to the relations between the branches to the intervertebral disks and those supplying the spinal cord.

The nature of the origin and branching of the lumbar arteries are independent of the breed and age of the dog. The place of origin and the course of the lumbar arteries in relation to the vertebral column do show some definite differences: In the adult dog the origin lies more cranially than in the young dog and the s-shaped loops at the origin of the lumbar arteries in young dogs are straightened in the adult dogs. Many anastomoses between the branches of the segmental arteries are found in the muscles, between the muscles and the vertebral column, in the epidural space, and at the spinal cord, and so assure the blood supply in the area of the vertebral column. The intervertebral disks receive their main arterial branches ventrolaterally and dorsolaterally directly from the lumbar arteries, and a few weak branches dorsally from a paired chain of anastomoses which runs extradurally and ventrally in the vertebral canal. By means of the methods used it could be proved that among dogs of all ages there is a thick network of fine arterial branches ventrally and on both sides of each intervertebral disk and that there are blood vessels at least in the peripheral lamellae of the anulus fibrosus. How closely the arteries approach the nucleus pulposus or the cartilaginous end plates of the intervertebral disks could not be established definitively. For this reason it is not possible to support the theory, that cartilaginous material may be displaced from unaltered intervertebral disks against the bloodstream in the arteries.

Literatur

- Bichsel P., Vandeveld M. et Lang J.*: L'infarctus de la moëlle épinière à la suite d'embolies fibrocartilagineuses chez le chien et le chat. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 126, 387–397 (1984). – *Böhmig R.*: Die Blutgefäßversorgung der Wirbelbandscheiben, das Verhalten des intervertebralen Chordasegmentes und die Bedeutung beider für die Bandscheibendegeneration. *Archiv klin. Chir.* 158, 374–424 (1930). – *Bots G. T., Wattendorff A. R., Buruma O. J., Roos R. A. and Endtz L. J.*: Acute myelopathy caused by fibrocartilagenous emboli. (Abstract). *Neurology* 31, 1250–1256 (1981). – *Bradshaw P.*: Arteries of the spinal cord in the cat. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* 21, 284–289 (1958). – *Butler W. F. and Smith R. N.*: The anulus fibrosus of the intervertebral disc of the newborn cat. *Res. Vet. Sci.* 4, 454–458 (1963). – *Butler W. F. and Smith R. N.*: The nucleus pulposus of the intervertebral disc of the newborn cat. *Res. Vet. Sci.* 5, 71–74 (1964). – *Chambers G., Eldred E. and Eggett C.*: Anatomical observations on the arterial blood supply to the lumbosacral spinal cord of the cat. *Anat. Rec.* 174, 421–434 (1972). – *Collins D. H.*: The pathology of articular and spinal disease. London: Arnold (1949). Zitiert in King, A.S. and R.N. Smith: A comparison of the anatomy of the intervertebral disc in dog and man. *Brit. Vet. J.* 3, 135–149 (1955). – *Crock H. V.*: The arterial supply and venous drainage of the vertebral column of the dog. *J. Anat.* 94, 88–99 (1960). – *Duvernoy H., Maillot C. et Koritke J. G.*: La vascularisation de la moëlle épinière chez le chat. Les artères extramédullaires postérieures. *J. Hirnforschung* 12 b, 419–437 (1970/71). – *Evans, H. E., Christensen G. C. and Miller M. E.*: Miller's Anatomy of the Dog. W. B. Saunders. Co. Philadelphia, London Toronto (2nd ed.) pp. 714–799 und 235–238 (1979). – *Feigin I., Popoff N. and Masazumi A.*: Fibrocartilagenous venous emboli of the spinal cord with necrotic myelopathy. *J. Neuropathol. exp. Neurol.* 24, 63–74 (1965). – *Forssman G. und Petrén T.*: Die arterielle Versorgung der Brustwirbelkörper. *Anat. Anz.* 88, 167–178 (1939). – *Hansen H. J.*: A pathologic anatomical study on disc degeneration in the dog. *Acta orthop. scand. Suppl.* 11, 1–117 (1952). – *Hayes M. A., Creighton S. R., Boysen B. G. and Holfeld N.*: Acute necrotizing myelopathy from nucleus pulposus embolism in dogs with intervertebral disc degeneration. *JAVMA* 173, 289–295 (1978). – *Hoerlein B. F.*: Canine Neurology. Intervertebral disc. W. B. Saunders Co. Philadelphia, London, Toronto (2nd ed.) 307–391 (1971). – *Holm S. and Selstam G.*: Oxygen tension alterations in the intervertebral disc as a response to changes in the arterial blood. *Ups. J. Med. Sci.* 87, 163–174 (1982). – *Kayanja F. I. B.*: The blood supply to the lumbar vertebrae of the cat. *Zbl. Vet. Med. A* 18/3 219–224 (1971). – *Keyes D. C. and Compere E. L.*: The normal and pathological physiology of the nucleus pul-

posus in the intervertebral disc. *J. Bone Jt. Surg.* 14, 897 (1932). – *King A. S. and Smith R. N.*: A comparison of the anatomy of the intervertebral disc in dog and man. *Brit. Vet. J.* 3, 135–149 (1955). – *De Lahunta A.*: *Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto (1977). – *Lee D. G.*: The arterial supply of the intervertebral disc of the domestic cat (*Felis domestica*) from fetal life to old age. *Am. J. Vet. Res.* 23, 1072–1077 (1962). – *Ogata K. and Whiteside L. A.*: Nutritional pathways of the intervertebral disc. *Spine* 6/3 211–216 (1981). – *Parker A. J.*: Distribution of spinal branches of the thoracolumbal segmental arteries in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 34, 1351–1353 (1973). – *Peacock A.*: Observations on the post-natal structure of the intervertebral disc in man. *J. Anat. (Lond.)* 86 (1952) 162. Zitiert in: *Butler W. F. and Smith R. N.*: The anulus fibrosus of the intervertebral disc of the newborn cat. *Res. Vet. Sci.* 4, 454–458 (1963). – *Piscot K.*: Blood supply of the spinal cord and its clinical importance. *Schriftenr.-Neurol.* 8, 1–91 (1972). – *Rabischong P., Louis R., Vignaud J. et Massare C.*: Le disque intervertébral. *Anatomia clinica* 1, 55–64 (1978). – *Rickenbacher J., Landoldt A. M. und Theiler K.*: Rücken. In: *Lanz, T.v. und W. Wachsmuth: Praktische Anatomie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Bd. 2/7 (1982). – *Schellenberg R.*: Beitrag zur Gefässversorgung der Bandscheibe. *Arch. Orthop. Unf. Chir.* 47, 573–582 (1955). – *Schmorl G.*: Zur pathologischen Anatomie der Wirbelsäule. *Klin. Wochenschr.* 8, 1243–1249 (1929). – *Steinmann W. F. und Müller U.*: Die Verbesserung der Interpretationsmöglichkeiten bei Korrosionspräparaten. *Der Präparator* 29/3 131–138 (1983). – *Stünzi H., Oettli P. und Hauser B.*: Akute Lähmungen als Folge von Knorpelembolien im Rückenmark des Hundes. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 123, 387–399 (1981). – *Vergnaud P.*: Contribution à l'étude de la vascularisation interne des vertèbres dorsales du chien. Thèse doct. vét. Alfort (1966). – *Wagoner G. and Pendergrass E. P.*: Intrinsic blood circulation of the vertebral body. *Am. J. Roentgenol.* 27, 818–826 (1932). – *Wissdorf H.*: Die Gefässversorgung der Wirbelsäule und des Rückenmarkes vom Hausschwein. Beiheft 12 zum Zbl. Vet. Med. (1970).

Manuskripteingang: 23. August 1984

BUCHBESPRECHUNG

Kompendium der allgemeinen Virologie, *M. C. Horzinek*, Parey's Studentexte 4, 2., neubearbeitete Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1985, DM 29.–.

Das «Kompendium der allgemeinen Virologie» ist 10 Jahre nach der Erstpublikation in seiner zweiten Auflage erschienen. Das Buch ist in vier Hauptabschnitte gegliedert: Das Virus als Partikel, das Virus als infektiöse Einheit, das Virus als Krankheitserreger und das Virus als Seuchenerreger. Ergänzt werden diese Abschnitte durch ein Sachverzeichnis, das in deutschsprachige Begriffe und Abkürzungen und fremdsprachige Begriffe aufgeteilt ist. Im Gegensatz zur ersten Auflage ist die Pflanzenvirologie stärker vertreten, und im Abschnitt Methodik ist eine Darstellung der wichtigsten molekularbiologischen Techniken gegeben.

Gedacht ist das Kompendium für Ärzte, Tierärzte, Biologen sowie Agronomen. Diese breite Fächerung ist der Hauptnachteil des Kompendiums. Für einen Tierarzt ist es zwar von Interesse, etwas von Pflanzenvirologie zu wissen, es wäre aber von grösserem Interesse, vertieften Einblick in Pathogenese-Mechanismen zu erhalten. Als Beispiele können Interaktionen zwischen Viren und Immunsystem sowie die Entstehung von Sekundärinfektionen erwähnt werden, die aus der Sicht des Tierarztes eine ausführliche Besprechung verdienen.

Abgesehen von diesen als Mangel empfundenen Eigenheiten ist das Kompendium aber ein sehr gelungenes Werk. Die Sprache ist durchwegs klar und die Illustrationen einprägsam. Es gibt wohl kaum ein anderes Virologie-Buch, das auf so engem Raum (159 S.) eine derartige Fülle von klar gegliederter Information enthält – und das zum Preis eines guten Nachtessens!

E. Peterhans, Bern