

Die sonographische Untersuchung am Rücken des Pferdes: Grundlagen und Untersuchungstechniken an ausgewählten Strukturen des Pferderückens

M. Gundel¹, N. Schmucker¹, K. Budde¹, A. von Rotz², U. Schatzmann¹ und H. P. Meier¹

¹ Pferdeklinik der Klinik für Nutztiere und Pferde der Universität Bern

² Institut für Tieranatomie der Universität Bern

Zusammenfassung

Diese Veröffentlichung zeigt den sonographischen Zugang zu ausgewählten Strukturen des Pferderückens. Dabei wird insbesondere die sonographische Abbildung des Ligamentum supraspinale, der Fascia thoracolumbalis, der Ligamenta interspinalia, der epaxialen Muskulatur des Rückens, sowie der Processus spinosi untersucht. Neben den anatomischen Grundlagen wird die Untersuchungstechnik beschrieben. Die Sonographie des Ligamentum supraspinale und Fascia thoracolumbalis erfolgt in einer zufriedenstellenden Qualität und stellt derzeit das einzige praktikable bildgebende Verfahren zur Beurteilung dieser Weichteilstrukturen dar. Der sonographische Zugang der Interspinalbänder und der Dornfortsätze ist durch die anatomischen Verhältnisse erschwert, wobei nur die „Spitze des Eisbergs“ darstellbar ist. Die Wertigkeit der sonographischen Abbildung der jeweiligen anatomischen Struktur wird diskutiert.

Schlüsselwörter: Pferd, Sonographie, thorakolumbale Wirbelsäule, Weichteile

Diagnostic ultrasound of the equine back. Fundamentals and examination techniques for selected structures of the back

Sonographic techniques for selected structures of the equine back are described, with reference to the anatomy. These structures include the supraspinous ligament, the thoracolumbar fascia, interspinous ligaments, epaxial musculature and the dorsal spinous processes. The sonograms of the supraspinous ligament and the thoracolumbar fascia are of good quality and until now sonography is the only way to show the soft tissues of the living horse's back with diagnostic imaging. In contrast the possibilities of presenting the dorsal spinous processes and their interspinous ligaments are limited by the anatomical structures themselves, so that only the „top of the ice-rock“ is visible. The diagnostic value of the technique is discussed.

keywords: horse, sonography, thoracolumbar spine, soft tissues

Einleitung

Neben der klinischen Untersuchung stehen heute verschiedene bildgebende Verfahren für die Abklärung der Rückenleiden des Pferdes zur Verfügung. Die Röntgenologie und die seltener durchgeführte Szintigraphie liefern dabei wertvolle Informationen über den Zustand knöcherner Strukturen; die Weichteile des Pferderückens blieben dagegen bisher objektiv kaum zugänglich. Die Möglichkeit des Einsatzes der Sonographie zur Darstellung von Weichteil- und Knochen-Strukturen im Bereich der thorakolumbalen Wirbelsäule wird im vorliegenden Beitrag diskutiert.

Material und Methode

Wir verfügten bei dieser Untersuchung über sechs erwachsene Warmblutpferde unterschiedlichen Alters und beiderlei Geschlechts. Als vorbereitende Massnahme wurde der Rücken der Probanden rechts und links der Medianen ungefähr 5–10 cm breit geschoren und rasiert, so dass die echographische Untersuchung in einem Gebiet vom 9. Thorakalsegment (Widerrist) bis zum Sakrum (Kruppe) auf einer Breite von etwa 15–20 cm vorgenommen werden konnte.

Die Untersuchung wurde mit dem Ultraschallsystem Acuson 128 R/F® durchgeführt. Dabei erfolgte die Darstellung der Dornfortsätze, des Ligamentum supraspinale, der Ligamenta interspinalia und der Fascia thoracolumbalis mittels einer 5-MHz-Linearsonde, in sagittaler und transversaler Richtung. Als Vorlaufstrecke wurde dabei eine hydratisierte Polyacryl-Agar-Platte (SONAR-AID® / 130x120x10 mm) verwendet. Der Musculus longissimus bzw. der Musculus glutaeus medius und der Musculus multifidus wurden mit einer 7,5-MHz-Sektorsonde transversal, ohne Verwendung einer Vorlaufstrecke, dargestellt.

Zur weiteren vergleichenden Orientierung wurden 3 Präparate des gleichen Untersuchungsgebietes für anatomische und kernspintomographische Untersuchungen verwendet. Die kernspintomographische Untersuchung erfolgte dabei mit dem Gerät Signa 1,5 T® (General Electrics) des MRI-Zentrums im Inselspital Bern.

Anatomische Grundlagen

Im folgenden wird die Anatomie der untersuchungsrelevanten Strukturen, auf der Grundlage einiger aktueller Standardwerke

(Barone 1986, Dyce et al. 1987, Ellenberger und Baum 1977, Nickel et al. 1992) und zusätzlich ausgewählter Literatur (Martin 1914, Schmalz 1919/1928, Kadau 1991) zusammengestellt.

Rückenband (Ligamentum supraspinale)

Das Rückenband geht auf Höhe des 3.-4. Brustwirbelsegmentes aus dem paarigen Funiculus nuchae hervor und verläuft dorsal auf den Dornfortsätzen bis zum Kreuzbein. Nach Kadau (1991) unterscheidet man drei Anteile (Abb. 1):

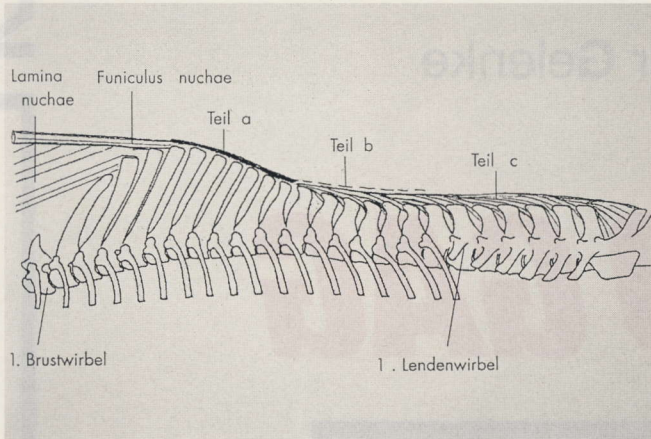


Abb. 1: Die drei Anteile des Lig. supraspinale in der Einteilung nach Kadau (1991).

The three parts of the supraspinous ligament (Kadau, 1991).

1. Vom 4.-10. Brustwirbel-Dornfortsatz findet man den elastischen Teil, ein breites abgeflachtes Band, welches sich nicht deutlich paarig darstellt und zusätzlich zu seinen Insertionen auf der Dorsalfläche auch seitlich an den distalen Enden der Dornfortsätze ansetzt. Es besteht primär aus parallel liegenden, longitudinal verlaufenden, elastischen Fasern. Der Hauptteil des Bandes liegt paramedian am Rande der Dorsalfläche der Dornfortsätze.
2. Der paarige elastische Teil in der kaudalen Hälfte der Brustwirbelsäule (11.-18. BW) besteht aus zwei Strängen, welche durch eine dorsale mediane Längsfurche getrennt sind und nach kaudal allmählich aufeinander zulaufen. Die elastischen Fasern dieses Bandes ziehen über mehrere Dornfortsätze hinweg und weisen an den Dornfortsatzgipfeln keine Verankerung mehr auf.
3. Der sehnige kaudale Abschluss bis zum Kreuzbein wird im kaudalen Verlauf von einer dünnen Faszie allmählich zu einem Strang, dem „funktionellen Ligamentum supraspinale“, zusammengefasst. Der Verlauf des Bandes ist dabei nicht streng median, er kann vielmehr in Abhängigkeit von der Bewegung des Pferdes zu einer Seite verschoben sein. Über dem 3. und 4. Lendenwirbeldorn erreicht das Band seine maximale Stärke (Abb. 2). Der 5. und 6. Lendenwirbeldornfortsatz weisen nur noch laterale Insertionen auf und sind locker in die Bandmasse eingelagert. Das Band zieht hier nach kaudoventral am Dornfortsatz vorbei in den grossen Interspinalraum zwischen Lendenwirbelsäule und Kreuzbein und endet am kranialen Rand des Os sacrum.

Die tiefen Fasern des Ligamentum supraspinale ziehen in die Interspinalräume und bilden die dorsalen Teile der Zwischendornenbänder.

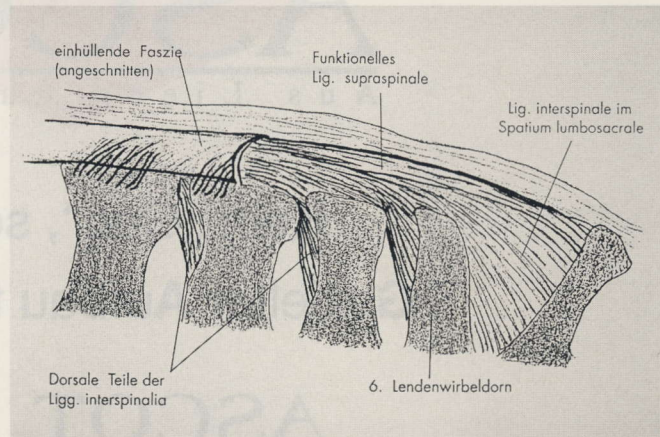


Abb. 2: Faserverlauf des Lig. supraspinale im Bereich der Lendenwirbelsäule: Durch eine dünne Faszie werden die Fasern zu einem runden Strang zusammengefasst (Modifiziert nach Kadau, 1991).

Supraspinous ligament fibre orientation in the region of the lumbar spine: The fibers are held in form of a round strand by a thin fascia (modified from Kadau, 1991).

Zwischendornenbänder (Ligg. interspinalia)

Die interspinalen Bänder überbrücken den Zwischenraum zweier benachbarter Dornfortsätze, weisen dabei jedoch keinen einheitlichen Verlauf auf. Der dorsale Anteil entspringt mit seinen Faserzügen vom Lig. supraspinale und zieht über die Kaudodorsal-Fläche des Dornfortsatzes hinweg in kaudo-ventraler Richtung zur Kranialkante des nachfolgenden Dornfortsatzes. Die weiter ventral lokalisierten Anteile spannen sich als relativ dünnes Blatt, mit kaudo-ventralem Faserverlauf, zwischen den benachbarten Dornfortsätzen aus (Abb. 3, 4 und 15). Sie sind dabei rechts und links der Medianen in eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Fettschicht eingelagert.

Fascia thoracolumbalis

Die thorakolumbale Faszie bedeckt die gesamte Rückenmuskulatur und erstreckt sich, aus der Gesässfaszie am Beckenrand hervorgehend, bis an die Schulter. Sie besteht dabei aus einem oberflächlichen Blatt und einem stärker ausgebildeten tiefen Blatt (Abb. 5). Median laufen die Fasern der jeweiligen Seite zusammen und verankern sich im dünnen Knorpel des kranialen Dornfortsatzgipfels.

Muskulatur

Zur sonographisch zu differenzierenden Rückenmuskulatur gehören bei dieser Untersuchung von medial nach lateral der Musculus multifidus, der M. longissimus und im thora-

kalen Teil der M. spinalis thoracis bzw. im lumbalen Teil der M. gluteus medius (Abb. 5).



Abb. 3: Anatomischer Längsschnitt einiger thorakolumbaler Wirbelsegmente in der Medianen: Darstellung der Interspinalbänder, nach Entfernung der einhüllenden Fettschicht.

A sagittal median section of several thoracolumbar spine segments, revealing the interspinous ligaments after removal of the adjacent fat layer.

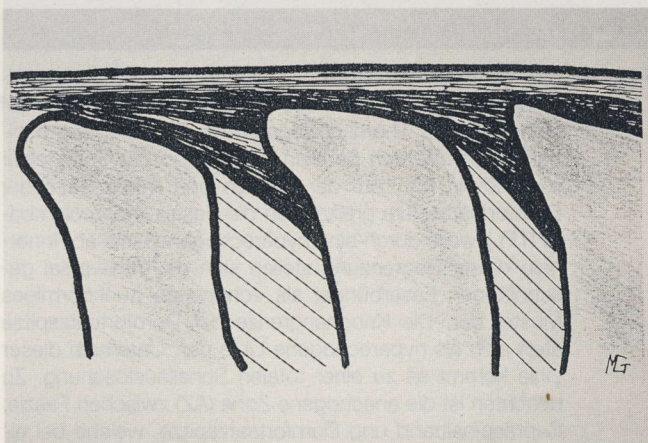


Abb. 4: Schematische Darstellung zum Faserverlauf der Interspinalbänder anhand dreier distaler Dornfortsatz-Anteile: Die dunkler dargestellten dorsalen Anteile entspringen vom Lig. supraspinale und ziehen über die Kaudodorsalfläche des Dornfortsatzes hinweg, um nach kaudo-ventralem Verlauf am Kranialrand des nachfolgenden Dornfortsatzes zu inserieren. Die mittleren und ventralen Anteile sind zwischen den benachbarten Dornfortsätzen ausgespannt.

Schematic drawing showing the orientation of the fibres within the interspinous ligaments over three dorsal spinous processes: The darker dorsal parts originate from the supraspinous ligament, course caudoventrally over the caudodorsal tip of the process and insert at the cranial border of the next process. The middle and ventral parts course between two adjacent dorsal spinous processes.

Dornfortsätze (*Processus spinosi*)

Die Dornfortsätze weisen entlang der thorakolumbalen Wirbelsäule eine unterschiedliche Länge, Form und Neigung

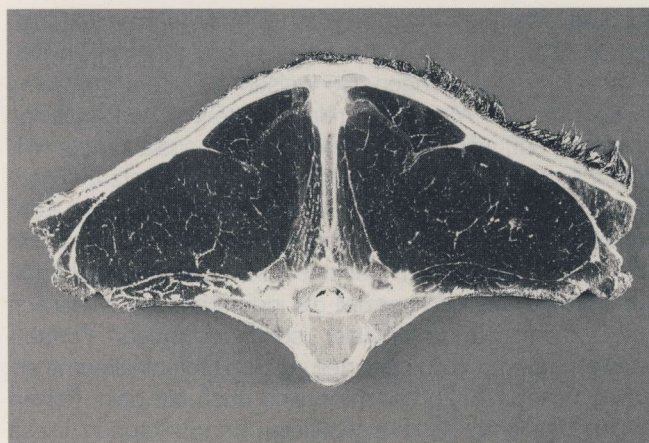


Abb. 5: Anatomischer Querschnitt eines Rücken-Präparates auf Höhe des 12. Thorakalsegmentes: Median stellt sich zwischen Haut/Unterhaut und Dornfortsatzspitze das Ligamentum supraspinale in der Form einer „Seemöwe“ dar. Nach lateral geht das Band in das oberflächliche Blatt der Fascia thoracolumbalis über. Unterhalb dieser Struktur schliesst sich in einer dreieckigen Form der M. spinalis an, welcher nur im kranialen thorakalen Anteil ausgeprägt ist. Rechts und links der Dornfortsatzspitze befindet sich das stärker ausgeprägte ventrale Blatt der Fascia thoracolumbalis. Unmittelbar lateral des Dornfortsatzes schliesst sich der M. multifidus und weiter lateral der M. longissimus an.

Section of a dissected back at the level of the twelfth thoracic vertebra. The supraspinous ligament is seen between the skin and on the dorsal spinous process with a „seagull“-like shape. Laterally, it merges with the superficial layer of the thoracolumbar fascia. Below this structure is the triangular-shaped spinalis muscle, which is found only in the cranial thoracic region. The more prominent deep part of the thoracolumbar fascia is shown on the right and left of the dorsal spinous process tip. The longissimus muscles are located lateral to the spinalis muscles, which are themselves lateral to the spinous process.



Abb. 6: Kraniale Schallkopfausrichtung für eine sagittale Ultraschall-Darstellung der Dornfortsätze: Die individuell unterschiedlich ausgeprägten „schnabelförmigen“ Kranialfortsätze (hier diskret ausgebildet) erschweren die Beurteilung der Interspinalräume.

Cranial ultrasound probe orientation giving sagittal image of the dorsal spinous processes. The varying „beak“-like shapes of the cranial aspects of the tips make evaluation of the interspinous spaces difficult.

auf. Die Abstände zwischen den Dornfortsätzen unterliegen, in Abhängigkeit von der Lokalisation, ebenfalls physiologischen Schwankungen. So weisen die Interspinalräume im Bereich des Widerristes relativ weite und regelmässige Abstände auf, während insbesondere am auslaufenden Widerrist (~ Th12), um den antiklinalen Dornfortsatz (~ Th15) herum und zwischen dem 4. und 5. (oder 5. und 6.) Lendenwirbel-Dornfortsatz engere Zwischenräume vorhanden sind. Desweiteren wird, bedingt durch den altersabhängigen Formwandel und speziell die individuell unterschiedlich ausgeprägte Bildung kranialer „schnabelförmiger“ Fortsätze, die sonographische Beurteilung der Interspinalräume erschwert (Abb. 6). Zu beachten sind auch die beim Fohlen an den distalen Enden ausgebildeten Knorpelkappen. Diese sind im Widerrist-Bereich etwa 20–30 mm hoch und bleiben auch beim erwachsenen Pferd bei Th2–Th8, wegen einer erhaltenen Fugenknorpelschicht, bis ins 10. Lebensjahr und länger erhalten. Innerhalb dieser Knorpelkappen findet in separaten Ossifikationszentren eine graduelle Ossifikation statt, welche lebenslang unvollständig bleibt (Abb. 7).

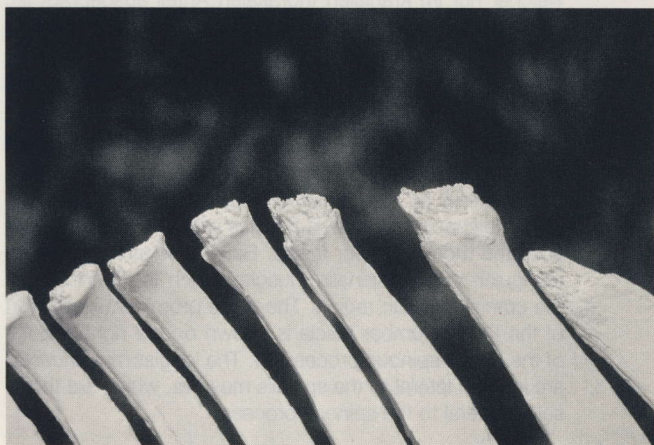


Abb. 7: Separate Ossifikationszentren an den Dornfortsatzspitzen im Bereich des Widerristes.

Separate centres of ossification within the tips of the dorsal spinous processes in the withers region.

Resultate

Rückenband (Ligamentum supraspinale)

Zur sonographischen Darstellung des Supraspinalbandes werden median eine sagittale und eine transversale Schallkopf-Position, unter Verwendung einer Vorlaufstrecke, angewendet:

Bei der transversalen Darstellung erinnert das Band in der kaudalen Hälfte der Brustwirbelsäule, bedingt durch seine Form, an eine „Seemöwe“. Es grenzt sich dabei durch eine höhere Schalldichte gegenüber dem umgebenden Gewebe ab (Abb. 8). Im Lendenbereich stellt es sich dagegen, wie bereits anatomisch beschrieben, als runde Struktur dar (Abb. 9).

Bei sagittaler Schallkopfausrichtung stellt sich das Ligamentum supraspinale prinzipiell echogen dar, weist aber

eine lokalisiert unterschiedliche Echogenität auf. Im dorsalen Anteil kann sich das Band, aufgrund des longitudinalen Verlaufs der Faserbündel, vermehrt echogen gegenüber den ventralen Anteilen darstellen, deren schräger Faserverlauf einen Energieverlust zur Folge haben kann (Abb. 10). Bei einem genügend weiten Interspinalraum lässt sich auch der Verlauf der tiefer liegenden Faserbündel verfolgen, welche über die Kaudo-Dorsalfäche hinweg ventrokaudal zum Kranialrand des nachfolgenden Dornfortsatzes ziehen.

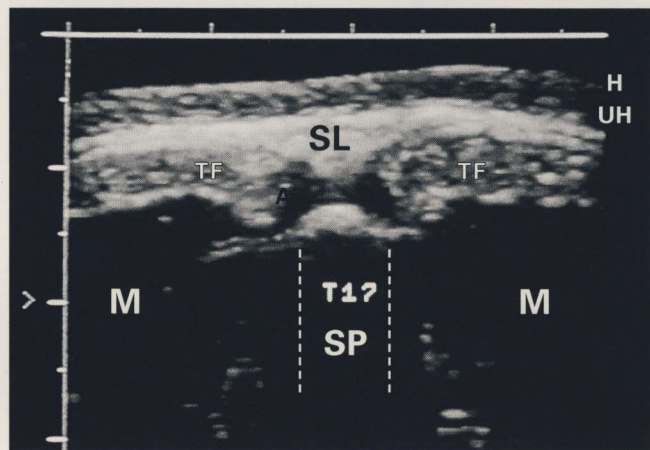


Abb. 8: Eine transversale Ultraschall-Darstellung des Lig. supraspinale (SL) und der Fascia thoracolumbalis (TF) auf Höhe des 17. Thorakal-Segmentes: Das Lig. supraspinale (SL) stellt sich deutlich echogen in der Form einer „Seemöwe“ dar. Auf der rechten und linken Seite der Dornfortsatzspitze grenzt sich die Fascia thoracolumbalis (TF) jeweils durch eine hyperechogene Linie ab. Innerhalb dieser Begrenzung stellen sich die transversal geschnittenen Faserbündel als echogenes punktförmiges Muster dar. Die Knochengrenze der Dornfortsatzspitze stellt sich als hyperechogene Linie dar. Unterhalb dieser Linie kommt es zu einer totalen Schallauslöschung. Zu beachten ist die anechogene Zone (AZ) zwischen Faszie, Supraspinalband und Dornfortsatzspitze, welche bei einer longitudinalen Darstellung zu berücksichtigen ist.

A transversal ultrasound image of the supraspinous ligament (SL) and the thoracolumbar fascia (TF) on the 17th thoracic vertebra: The „seagull“-shaped hyperechoic structure is the supraspinous ligament (SL). The thoracolumbar fascia (TF) is delineated on either side of the process by an hyperechoic line. Between these lines, the transverse fiber bundles have an echoic stippled pattern. The border of the bony tip of the process is a hyperechoic line. Ventral to this line is a complete shadowing. Note the anechoic zone (AZ) between fascia, supraspinous ligament and process, which should also be observed in longitudinal views.

Besonders zu beachten ist die individuell unterschiedliche Einlagerung von Fettgewebe zwischen Supraspinalband und Fascia thoracolumbalis (Abb. 8 und 11), da dies in der sagittalen Darstellung, bei leichten Abweichungen des Schallfensters von der Medianen nach lateral, hypo- bis anechogene Gebiete innerhalb der Darstellung des Bandes erzeugen kann (Abb. 12).

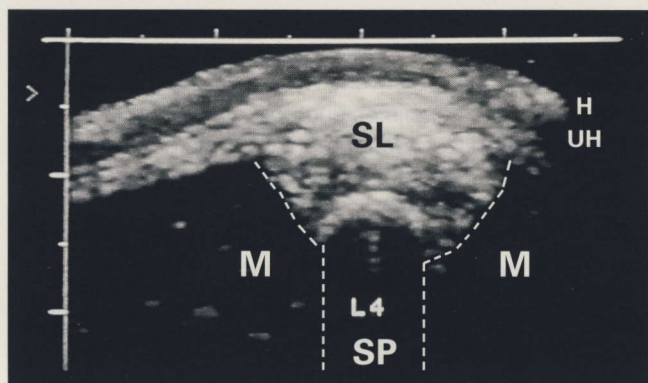


Abb. 9: Eine transversale Ultraschall-Darstellung des Lig. supraspinale und der Fascia thoracolumbalis auf Höhe des 4. Lumbal-Segmentes: Oberhalb der hyperechogen dargestellten Knochengrenzfläche der Dornfortsatzspitze stellt sich das Lig. supraspinale (SL) als runde, echogene Struktur dar.

Transverse ultrasound view of the supraspinous ligament and the thoracolumbar fascia over the 4th vertebral body. The supraspinous ligament (SL) is seen as a round, echogenic structure dorsal to the hyperechoic line of the dorsal spinous process surface.

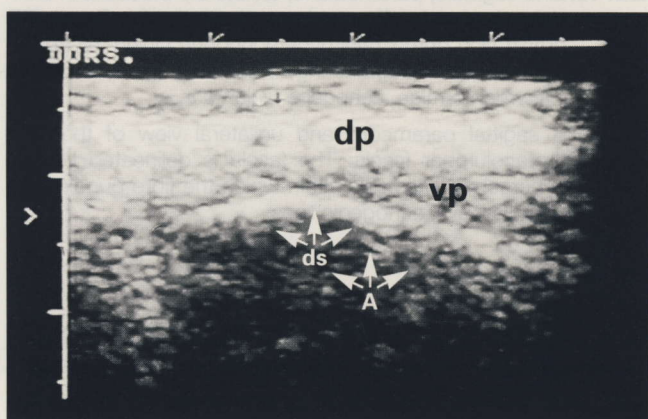


Abb. 10: Eine sagittale Ultraschall-Darstellung des Lig. supraspinale und der Dornfortsatzspitze auf Höhe des 18. Thorakal-Segmentes: Die dorsale Knochengrenzfläche (ds) des Dornfortsatzes stellt sich als hyperechogene Linie dar. Unterhalb dieser Grenzfläche kommt es bei dieser Darstellung zur Ausbildung von Wiederholungsartefakten (A). Oberhalb dieser Linie ist das Lig. supraspinale dargestellt. Der dorsale Anteil des Bandes (dp) stellt sich gegenüber dem ventralen Anteil (vp) vermehrt echogen dar.

Sagittal ultrasound section of the supraspinous ligament and the tip of the spinous process at the 18th thoracic vertebra. The dorsal surface (ds) of the process appears as an hyperechoic line. Below this line reverberation artifacts (A) are seen, due to internal bone reflection. The supraspinous ligament is located above this line. The dorsal part (dp) of the ligament is considerably denser than the ventral part (vp).

Zwischendornenbänder (Ligg. interspinalia)

Durch die segmental und individuell unterschiedlich ausgeprägte Enge der Interspinalräume wird die sonographische Darstellung der Interspinalbänder erschwert. Während der

distale Anteil im Bereich des Widerristes noch darstellbar ist (Abb. 13), kann die Abbildung der distalen Interspinalbänder im Bereich der Sattellage grössere Schwierigkeiten bereiten (Abb. 14). Desweiteren wird die Zugänglichkeit der

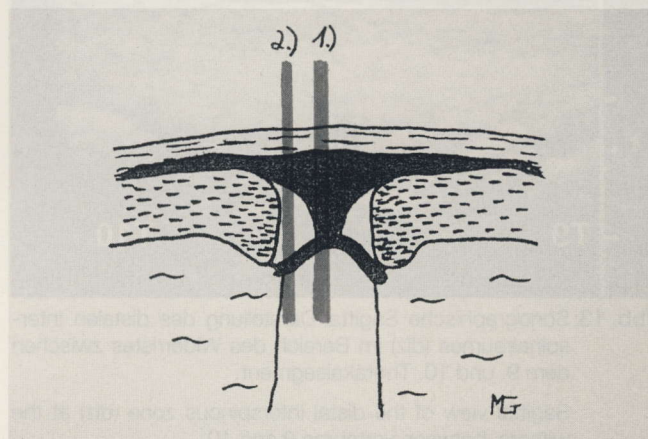


Abb. 11: Diese schematisierte Darstellung veranschaulicht die Gefahren der sonographischen Sagittal-Abbildung anhand eines Transversalschnittes (vgl. Abb. 8) des Lig. supraspinale in zwei verschiedenen Schnittebenen, wobei das Band in der Ebene 1 vollständig abbildbar ist, während in Schnittebene 2 nur der dorsale Anteil darstellbar ist (vgl. Abb. 12).

This schematic drawing depicts the errors that can occur when a sagittal section is based on several transverse views (see Fig. 8) of the supraspinous ligament. In section 1, the complete can be seen, while in section 2 only the dorsal portion is imaged (see Fig. 12).

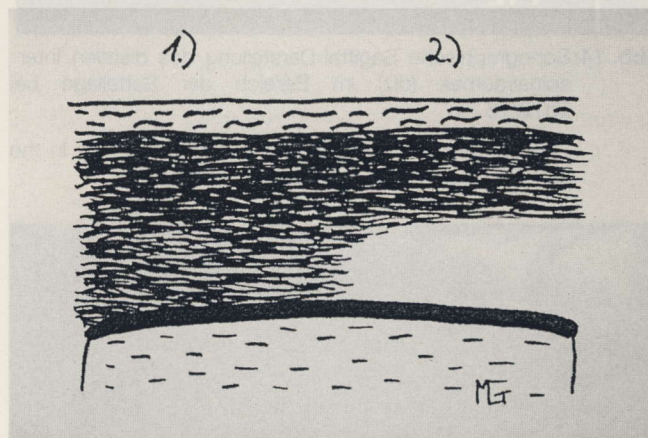


Abb. 12: Diese schematisierte Darstellung erklärt die Konsequenzen der beiden Schnittebenen der Transversal-Abbildung (Abb. 11) im Sagittal-Schnitt: In der Ebene 1 werden die Faserbündel des Lig. supraspinale umfassend abgebildet, während in Ebene 2 nur der dorsale Anteil des Bandes dargestellt wird. Dies birgt die Gefahr der Fehlinterpretation der hypo- bis anechogenen ventralen Zone als vollständigen Verlust der ligamentösen Verbindung.

This schematic drawing depicts the results of the two types of sonographic section shown in the transverse image of Fig. 11 in a sagittal plane. Section 1 shows the fibers in their entirety, while section 2 shows only the dorsal aspect of the ligament. This demonstrates the danger of hypo- or anechoic regions being misinterpreted as areas devoid of ligamentous fibres.

Interspinalräume von dorsal durch den altersabhängigen Formwandel und speziell durch die individuell unterschied-



Abb. 13: Sonographische Sagittal-Darstellung des distalen Interspinalraumes (diz) im Bereich des Widerristes zwischen dem 9. und 10. Thorakalsegment.

Sagittal view of the distal interspinous zone (diz) at the withers, between vertebrae 9 and 10.

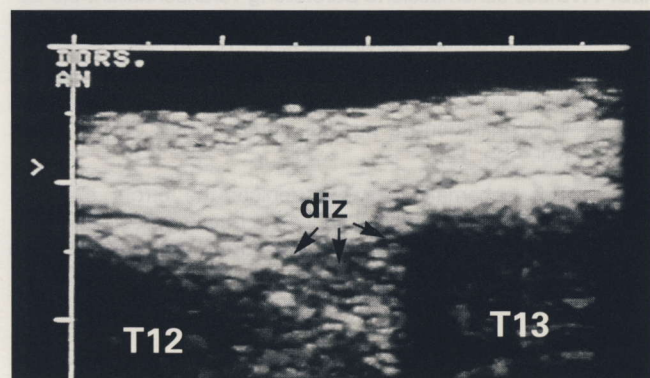


Abb. 14: Sonographische Sagittal-Darstellung des distalen Interspinalraumes (diz) im Bereich der Sattellage bei Th12/13.

Sagittal view of the distal interspinous zone (diz) in the saddle region, between vertebrae 12 and 13.



Abb. 15: Diese kernspintomographische Abbildung einiger Segmente der mittleren Sattellage zeigt anhand eines Rücken-Präparates das Ausmass der Darstellbarkeit der Interspinalbänder.

This magnetic resonance image of several thoracolumbar segments of a dissected back demonstrates the potential of imaging the interspinous ligaments.

lich ausgeprägte Bildung kranialer „schnabelförmiger“ Fortsätze (Abb. 6) erschwert, welche eine sonographische Beurteilung dieses Gebietes unmöglich machen.

Die im Vergleich zur Sonographie angefertigten anatomischen und kernspintomographischen Untersuchungen (Abb. 15) zeigen das Ausmass der Darstellbarkeit der Interspinalbänder und verdeutlichen so die ungenügende Zugänglichkeit der Interspinalräume mittels Ultraschall.

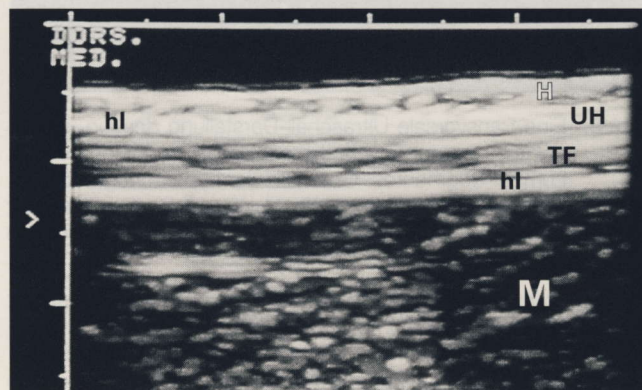


Abb. 16: Eine sagittale, paramediane, unilaterale Ultraschall-Abbildung der rechten Fascia thoracolumbalis: Die Faszie (TF) grenzt sich durch zwei hyperechogene Linien (hl) ab. Innerhalb dieser Begrenzung stellen sich die Faserbündel als wellenförmige, echogene Linien dar.

A sagittal paramedial and unilateral view of the right thoracolumbar fascia: The fascia is delineated by two hyperechoic lines (hl), within which the fibre bundles appear as wavy, echogenic lines.

Fascia thoracolumbalis

Zur sonographischen Darstellung der Fascia thoracolumbalis werden eine transversal-median-bilaterale und eine transversal-paramedian-unilaterale sowie eine sagittal-paramedian-unilaterale Schallkopfpositionierung verwendet. Dabei wird ebenfalls eine Vorlaufstrecke eingesetzt.

Die transversal-median-bilaterale Darstellung stellt die sehr echogene Faszie rechts und links des Lig. supraspinale dar (Abb. 8). Zur Verfolgung des Ausmasses nach lateral geht man danach jeweils in eine transversal-paramedian-unilaterale Ansicht über. Dabei ist die Begrenzung deutlich echogen, und innerhalb dieser Grenzen stellt sich die Faszie als gepunktetes Muster dar, welches die quer getroffenen Faserbündel repräsentiert.

Bei der sagittal-paramedian-unilateralen Darstellung stellt sich die thorakolumbale Faszie der jeweiligen Seite in Form von leicht wellenförmigen echogenen Linien innerhalb zweier vermehrt echogener Begrenzungslinien dar (Abb. 16). Diese repräsentieren die longitudinal verlaufenden Faserbündel.

Muskulatur

Die Ultraschall-Untersuchung der Rückenmuskulatur erfolgt paramedian-unilateral, mittels eines Sektorschallkopfes, in transversaler und sagittaler Abbildungsrichtung. Auf die Verwendung einer Vorlaufstrecke wurde bei dieser Struktur verzichtet.

Die Muskulatur selbst stellt sich hypoechogen dar, während die umhüllenden fibroadipösen Septen und Faszien echogen sind. Die Echogenität unterliegt selbst während geringer Bewegungen des Pferdes im Untersuchungsstand und der damit verbundenen Kontraktionen der Muskulatur Schwankungen. Laut Angaben aus der Humanmedizin nimmt die Echogenität bei isometrischen Kontraktionen wegen der Umfangsvermehrung der Muskelbündel ab, während bei starkem Auflagedruck des Transducers vermehrt echogene Bilder entstehen (Fleckenstein et al. 1996). Im Vergleich mit der anatomischen (Abb. 5) und kernspintomographischen Untersuchung ist die Rückenmuskulatur des Pferdes sonographisch durchaus gut zugänglich und darstellbar (Abb. 17).

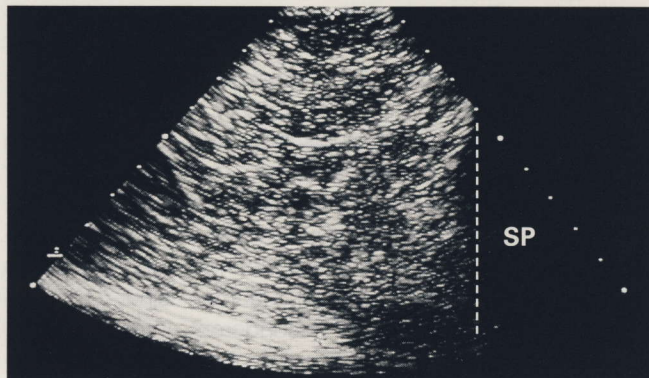


Abb. 17: Eine transversale, paramediane, unilaterale Ultraschall-Darstellung des linken M. longissimus im Bereich des 18. Thorakal-Segmentes: Die dorsale Begrenzung erfolgt durch die Fascia thoracolumbalis, die ventrale Begrenzung durch die Rippe, deren Knochengrenzfläche sich als hyperechogene Linie am unteren Bildrand darstellt. Der anechogene Schatten im unteren Randbereich wird durch den Dornfortsatz (SP) verursacht.

A transverse paramedial and unilateral view of the left longissimus muscle at the 18th vertebra. The dorsal limit is the thoracolumbar fascia, while the ventral limit is the rib. The anechoic shadow is caused by the spinous process (SP).

Als Nebeneffekt gelingt es durch ein latero-ventrales Abkippen des Schallkopfes, sowohl bei longitudinaler als auch bei transversaler Ausrichtung, die Processus articulares bzw. mamillo-articulares darzustellen (Abb. 18). Eine Beurteilung der sogenannten „kleinen Wirbelgelenke“ war mittels der Sonographie jedoch nicht möglich.

Dornfortsätze (Processus spinosi)

Sonographisch stellen sich die Dornfortsätze sowohl sagittal als auch transversal als echogene, glatte, lineare und ununterbrochene Konturen dar. Unterhalb der echogenen Linie kommt es aufgrund der Undurchdringbarkeit der Knochenstruktur durch die Schallwellen zur Ausbildung eines Schallschattens. Diese Schallauslöschung bedingt, dass lediglich die Dorsalfäche des Dornfortsatzes und somit nur die „Spitze des Eisberges“ sonographisch darstellbar ist (Abb. 10). Häufig kommt es jedoch unterhalb der Grenz-

fläche des Dornfortsatzes zur Ausbildung von Wiederholungsartefakten in Form von Mehrfachreflexionen, welche durch die knöcherne Grenzfläche des Dornfortsatzes ausgelöst werden. Weiterhin kann aufgrund der Ausbildung der bereits genannten „schnabelförmigen“ Fortsätze am Kranialrand der Dornfortsätze keine sichere Aussage über die Zwischenräume der Dornfortsätze gemacht werden, weil verengte Interspinalräume vorgetäuscht werden können.

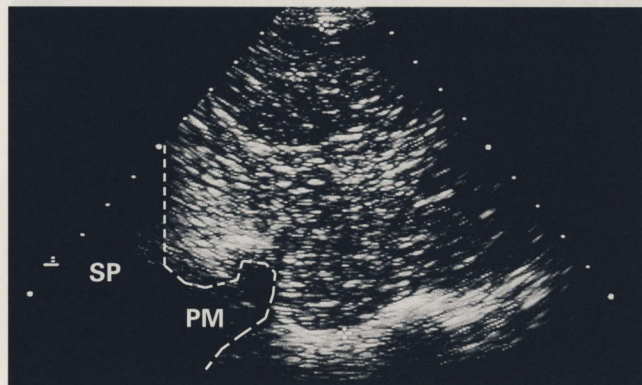


Abb. 18: Eine transversale, paramediane, unilaterale Ultraschall-Darstellung des rechten M. longissimus im Bereich des 18. Thorakal-Segmentes: Bei leichter medio-ventraler Ausrichtung des Schallkopfes ist der Processus mamillo-articularis (PM) anhand seiner knöchernen Oberfläche an der Basis des Dornfortsatzes (SP) darstellbar.

A transverse paramedial and unilateral view of the right longissimus muscle at the 18th vertebra. A slight ventromedial probe orientation shows the surface of the mamillo-articular process (PM) at the base of the process (SP).

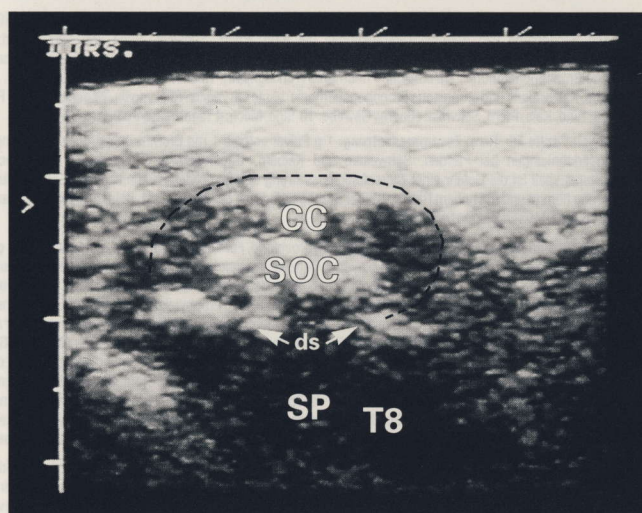


Abb. 19: Eine sagittale, mediane Ultraschall-Abbildung des distalen Dornfortsatzes im Widerristbereich bei Th8: Das separate Ossifikationszentrum (SOC) stellt sich hyperechogen innerhalb der hypo- bis anechogen dargestellten Knorpelkappe (CC) dar.

A sagittal median view of the distal spinous process at the withers at the 8th vertebra. The separate ossification centre (SOC) is hyperechoic within the hypo- or anechoic cartilage cap (CC).

Abweichend findet man im Bereich des Widerristes etwa bis zum 8. Brustwirbelsegment keine glatte Knochenkontur vor, sondern die bereits erwähnten hyperechogenen sepa-

raten Ossifikationszentren innerhalb der hypo- bis anechogenen Knorpelkappen, welche eine „mottenfrass“-ähnlich unregelmässige Struktur aufweisen (Abb. 19 und 20).

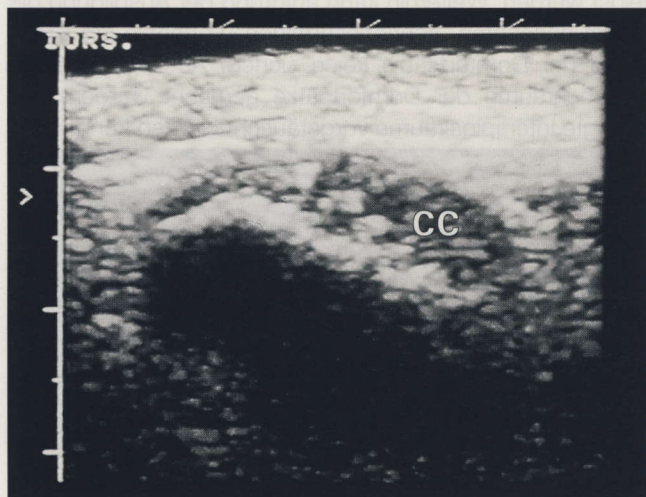


Abb. 20: Eine sagittale, mediane Ultraschall-Abbildung des distalen Dornfortsatzes im Widerristbereich bei Th9: Die hyperechogen dargestellte Knochengrenze des Dornfortsatzes und die separaten Ossifikationszentren ergeben eine mottenfrass-ähnliche Kontur innerhalb der hypo- bis anechogen dargestellten Knorpelkappe (CC).

A sagittal medial view of the distal part of the spinous process at the withers (9th vertebra). The hyperechogenic border of the bone and the separate ossification centres show a mottled opacity within the hypo- to anechoic cartilage cap (CC).

Diskussion

Rückenband (Lig. supraspinale)

Die sonographische Darstellbarkeit des supraspinalen Bandes ist sehr zufriedenstellend und zu diesem Zeitpunkt sicherlich die einzige Möglichkeit zur Beurteilung dieser Weichteilstruktur. Nach eigenen Erfahrungen ist jedoch eine gute anatomische Orientierung notwendig: Einerseits kann das Supraspinalband anfänglich sehr leicht mit der sich sehr prominent und echogen darstellenden Fascia thoracolumbalis verwechselt werden; andererseits sind die beschriebenen individuell unterschiedlich ausgebildeten Fetteinlagerungen zwischen Lig. supraspinale und Fascia thoracolumbalis zu beachten, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Zwischendornenbänder (Lig. interspinalia)

Die beschriebenen physiologischen und pathologischen Verengungen der Interspinalräume, die Ausbildung der „schnabelförmigen“ Fortsätze und die an der Knochengrenze entstehende Schallauslöschung verhindern die sonographische Abbildung der Interspinalbänder genau in den Lokalisationen, welche z.B. im Rahmen einer „Kissing-Spines“-Symptomatik von besonderem Interesse sind. Vergleicht man weiterhin die Sonographie der Zwischendornenbänder mit deren kernspintomographischer Abbildung, so muss man die Darstellbarkeit mittels des Ultraschalls als ungenügend bewerten.

Bisolvomycin® Für Tiere: **Zusammensetzung:** 1 ml Injektionslösung enthält: 3 mg Bromhexinhydrochlorid, 50 mg Oxytetracyclinhydrochlorid, 20 mg Lidocain. **Anwendungsgebiete:** Zur kombinierten antibakteriellen und sekretolytischen Behandlung von Atemwegserkrankungen bei Rind, Pferd, Schwein, Hund und Katze. Rind: akute und chronische Bronchitis, akute Bronchopneumonie, Viruspneumonie (Kalberrgrippe, Händlergrippe), Sekundärerkrankungen nach Lungenwurmbefall, pneumonische Erscheinungen nach Fruchtwasserrespiration bei Kälbern. Pferd: akute und chronische Bronchitis, Pneumonie, Bronchopneumonie, Drüse. Schwein: akute und chronische Bronchopneumonie, enzootische Pneumonie (Ferkelgrippe), Rhinitis. Hund: Rhinitis, Bronchitis, akute und chronische Bronchopneumonie, eitrige Konjunktivitis im Verlauf der Staupe, Tonsillitis, akute Laryngitis, Pharyngitis. Katze: akute und chronische Bronchopneumonie, akute Laryngitis, Pharyngitis. **Gegenanzeigen:** Resistenz gegenüber Tetracyclinen, schwere Leber- und Nierenfunktionsstörungen. **Nebenwirkungen:** Keine bekannt.

Wartezeit: Rind, Kalb, Pferd, Schwein: eßbares Gewebe: 10 Tage, Milch: 4 Tage. **Verschreibungspflichtig.**

Bisolvomycin® sulfa Für Tiere: **Zusammensetzung:** 1 g Pulver enthält: 1 mg Bromhexinhydrochlorid, 20 mg Oxytetracyclinhydrochlorid, 30 mg Sulfadiazin sowie: Lactose. **Anwendungsgebiete:** Zur Behandlung infektiöser Atemwegserkrankungen bei Pferden, Schweinen und Kälbern. **Gegenanzeigen:** Infektionen mit tetracyclin-resistenten Erregern; schwere Leber- und Nierenfunktionsstörungen. **Nebenwirkungen:** Bei gestörtem Flüssigkeitshaushalt ist die Gefahr einer Nierenfunktionsstörung erhöht. Oxytetracyclin kann zur Leberschädigung führen. Die Anwendung im Wachstumsalter erfordert eine strenge Indikationsstellung, da Oxytetracyclin die Kalkifizierung hemmt und mit hohem Risiko zu einer Braungelbfärbung der Zähne führt. Beim Pferd kann es nach Verabreichung von Tetracyclinen zu schweren Durchfällen kommen. **Wartezeit:** Pferd, Schwein und Kalb: Eßbares Gewebe: 16 Tage. **Verschreibungspflichtig.**

Ventipulmin® Granulat und Gel, Wirkstoff: Clenbuterolhydrochlorid. Für Tiere: **Zusammensetzung:** 1 g Granulat enthält: 0,016 mg Clenbuterolhydrochlorid; 1 ml Gel enthält: 0,025 mg Clenbuterolhydrochlorid, sowie 1,8 mg Methyl-4-hydroxybenzoat, 0,2 mg Propyl-4-hydroxybenzoat. **Anwendungsgebiete:** Atemwegserkrankungen, denen Bronchospasmen zugrunde liegen können oder die durch Bronchospasmen therapeutisch beeinflussbar sind, wie: Husten und Atemnot (Dyspnoe), subakute und chronische Bronchitis und Bronchiolitis, "chronic obstructive pulmonary disease" (COPD). Bei akuten Fällen von Bronchitis und Bronchopneumonie in Verbindung mit Antibiotika und/oder Sulfonamiden sowie möglicherweise Sekretolytika. Prophylaktisch bei Pferden, deren Überempfindlichkeit gegen bestimmte Allergene bekannt ist, vor der entsprechenden Beizwirkung (Stallstaub, Fütterung mit älterem Heu usw.). **Hinweis:** Das Tierarzneimittel ist nur bei Atemwegserkrankungen bei Equiden und unter Aufsicht eines Tierarztes anzuwenden. Für jede Behandlung ist ein gesonderter Nachweis gemäß § 1 Abs. 1 Satz 4 der Verordnung über tierärztliche Hausapotheken (TÄHAV) zu führen. Eine Umwidmung nach § 56a Abs. 2 AMG ist nicht zulässig. **Gegenanzeigen:** Bei tragenden Stuten sollte die Behandlung mit Ventipulmin 1 - 2 Tage vor dem errechneten Geburtstermin abgesetzt werden, da der Wirkstoff wegen seiner wehenhemmenden Eigenschaft den Geburtsverlauf beeinflussen könnte. Bei laktierenden Stuten sollte ebenfalls von einer Ventipulmin-Verabreichung abgesehen werden, da ein möglicher Einfluß des mit der Milch in erheblichem Umfang ausgeschiedenen Wirkstoffs auf das säugende Fohlen bis dahin nicht hinlänglich abgeklärt ist. Nicht bei Masttieren anwenden. **Nebenwirkungen:** Nach peroraler Verabreichung von Ventipulmin wurden im Verlaufe der klinischen Prüfung keine in Kausalzusammenhang mit dem Präparat stehenden Nebenwirkungen beobachtet. Dennoch besteht die Möglichkeit einer Zunahme der Herz- bzw. Pulsfrequenz, deren Dauer individuell unterschiedlich wenige Minuten bis mehrere Stunden betragen kann. Dabei ist auch eine geringgradige Senkung des diastolischen und systolischen Blutdrucks möglich. Desgleichen kann eine Beeinflussung der Atmung erfolgen. Ein Einfluß auf Appetit, Darmbewegungen und -geräusche war nicht festzustellen. **Wartezeit:** 28 Tage. **Verschreibungspflichtig.**

Venti Plus® Für Tiere: **Zusammensetzung:** 1 g Granulat enthält: 0,016 mg Clenbuterolhydrochlorid (entsprechend 0,01414 mg Clenbuterol), 6,0 mg Dembreninhydrochlorid (entsprechend 5,246 mg Dembrenin). **Anwendungsgebiete:** Die Kombination einer bronchodilatatorisch und einer sekretolytisch wirksamen Substanz ist indiziert bei Atemwegserkrankungen von Pferden, denen Bronchospasmen verbunden mit Sekretionsstörungen zugrunde liegen, wie Bronchopneumonie, akute, subakute und chronische Bronchitis und chronisch obstruktive Lungenerkrankungen allgemein (COPD). Darüber hinaus stimuliert Venti Plus den Sekrettransport in den tiefen und oberen Luftwegen. Bei akuten Fällen von Bronchitis und Bronchopneumonie ist die Verabreichung in Verbindung mit Antibiotika und/oder Sulfonamiden angezeigt. **Hinweis:** Das Tierarzneimittel ist nur bei Atemwegserkrankungen bei Equiden und unter Aufsicht eines Tierarztes anzuwenden. Für jede Behandlung ist ein gesonderter Nachweis gemäß § 13 Abs. 1 Satz 4 der Verordnung über tierärztliche Hausapotheken (TÄHAV) zu führen. Eine Umwidmung nach § 56a Abs. 2 AMG ist nicht zulässig. **Gegenanzeigen:** Bei tragenden Stuten sollte die Behandlung mit Venti Plus bei Anzeichen der nahenden Geburt abgesetzt werden, da der Wirkstoff Clenbuterol wegen seiner wehenhemmenden Eigenschaft den Geburtsverlauf beeinflussen könnte. Bei laktierenden Stuten sollte ebenfalls von einer Venti Plus-Verabreichung abgesehen werden, da ein möglicher Einfluß der mit der Milch ausgeschiedenen Wirkstoffe auf das säugende Fohlen nicht hinlänglich abgeklärt ist. Pferde mit beginnendem Lungenödem oder Nieren- bzw. Leberfunktionsstörungen sollten nicht mit Venti Plus behandelt werden. Nicht anwenden bei Pferden, die für die Gewinnung von Fleisch gehalten werden. Stuten, von denen Milch als Lebensmittel gewonnen werden soll, sind von der Behandlung auszuschließen. **Nebenwirkungen:** Nach Verabreichung einer therapeutischen Dosis von Venti Plus treten Nebenwirkungen sehr selten auf und äußern sich dann wie im Falle einer Überdosierung durch Schwitzen, Tachykardie und Muskelzittern. Bei einigen Pferden wurden im Rahmen der klinischen Prüfung intermittierende, erhöhte CPK-Werte im Serum gemessen, die jedoch ohne pathologische Relevanz waren. In einigen Fällen wurde nach Verabreichung eine leichte Müdigkeit der Pferde beobachtet. **Wartezeit:** Pferd: Eßbare Gewebe: 28 Tage. **Verschreibungspflichtig.**

Voren®-Suspension / Voren®-Lösung, Zusammensetzung: 1 ml wässrige Suspension enthält: 1 mg Dexamethason-21-isonicotinat; 1,8 mg p-Hydroxybenzoesäuremethylester (Konservierungsmittel); 0,2 mg p-Hydroxybenzoesäurepropylester (Konservierungsmittel). 1 ml wässrige Injektionslösung enthält: 1 mg Dexamethason-21-isonicotinat; 2 mg Chlorocresol (Konservierungsmittel). **Anwendungsgebiete:** Rinder: Azetonämie, Festliegen, Gebärfähigkeit, Tetanie, Arthritis, Tendovaginitis, Bursitis, Sonnenbrand u.a.; Geburtseinleitung. Pferde: Arthritis, Tendovaginitis, Lumbago, Rehe u.a. Schweine, Ferkel: Agalaktie, Arthritis, Eklampsie, Intoxikationen, Ödemkrankheit, präoperative Schockprophylaxe u.a. Hunde, Katzen: Ekzeme, Otiden, Arthritiden, Allergien, beginnende Dackellähme u.a. Bei allen Tierarten als Antiphlogistikum, Antiallergikum und zur Steigerung der allgemeinen Toxintoleranz bei Infektionen wie z.B. Mastitis, Jungtierinfektionen, Puerperalsepsis, Peritonitis, Virusinfektionen bei gleichzeitiger hoher Antibiotikadosis. **Gegenanzeigen:** Osteoporotische Prozesse, Diabetes mellitus. **Hinweise:** Da nicht sicher ist, ob Voren in therapeutischer Dosis (10 mg) die Geburt bei Wiederkäuern auslöst, empfehlen wir, das Präparat im letzten Drittel der Trächtigkeit nicht einzusetzen. Bei Vorliegen bakterieller, allgemeiner oder lokaler Infektionen ist zusätzlich eine entsprechende Behandlung erforderlich. **Wartezeit:** Eßbares Gewebe: Rind, Pferd: 8 Tage; eßbares Gewebe: Schwein: 6 Tage; Milch: 1 Tag. Packungsgrößen: 50 ml Flasche Suspension, 50 ml Flasche Injektionslösung. **Verschreibungspflichtig.**

Voren®-Depot, Zusammensetzung: 1 ml Kristall-Suspension enthält: 3 mg Dexamethason-21-isonicotinat; 1,35 mg p-Hydroxybenzoesäuremethylester als Konservierungsmittel; 0,15 mg p-Hydroxybenzoesäurepropylester als Konservierungsmittel. **Anwendungsgebiete:** Corticoidbedürftige Erkrankungen des Respirationstraktes bei Pferden: z.B. chronische Bronchitis, beginnendes alveoläres Lungenemphysem; bei Kleintieren: z.B. chronische Bronchitis, Asthma bronchiale; des Bewegungsapparates bei Pferden: z.B. Arthritiden, Arthrosen, Podotrochlose; bei Kleintieren: z.B. Arthrosen, Distorsionen und der Haut; bei Pferden: z.B. Ekzeme, Sommerläuse; bei Kleintieren: z.B. Ekzeme, Pruritus sine materia. **Gegenanzeigen:** Osteoporotische Prozesse, Diabetes mellitus. **Hinweise:** Bei Vorliegen bakterieller, allgemeiner und lokaler Infektionen ist zusätzlich eine entsprechende Behandlung erforderlich. Während der Trächtigkeit sollte das Präparat nur bei strenger Indikationsstellung eingesetzt werden. **Wartezeit:** Pferd: 8 Tage. Packungsgrößen: 50 ml Flasche. **Verschreibungspflichtig.**

Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, 55216 Ingelheim / Rhein.

Fascia thoracolumbalis

Die thorakolumbale Faszie ist sonographisch in sehr guter Qualität darstellbar, wobei die Faserbündel insbesondere in der sagittalen Ebene sehr deutlich gezeichnet werden. Es bleibt dabei die laterale Ausdehnung zu berücksichtigen, die durch die Fläche der Rasur nach lateral begrenzt ist. Auf den vergleichend angefertigten kernspintomographischen Querschnitts-Abbildungen kann die totale Ausdehnung dargestellt werden. Die Abbildung der kompletten lateralen Ausdehnung der Faszie scheint aber in der Regel unnötig zu sein.

Muskulatur

Die sonographische Darstellung der Rückenmuskulatur des Pferdes ist in zufriedenstellender Qualität möglich, wobei die Variationen der Echogenität bei Bewegungen und unterschiedlichem Auflagedruck des Transducers zu berücksichtigen sind. Die Möglichkeit zur vollständigen sonographischen Abbildung der Rückenmuskulatur ist nach lateral durch das Ausmass der Fläche der Rasur limitiert.

Dornfortsätze (Processus spinosi)

Zur Beurteilung der Dornfortsätze und ihrer Zwischenräume ist die Sonographie deutlich der radiologischen Diagnostik unterlegen, da lediglich die Dornfortsatzspitzen abbildbar sind. Desweiteren ist die Aussage über die Weite der Inter-spinalräume, aufgrund des individuell unterschiedlichen altersabhängigen Formwandels der Dornfortsätze, unsicher.

Allgemeine Bemerkung

Zur Darstellung der Weichteilstrukturen am Rücken des lebenden Pferdes ist die sonographische Untersuchung zur Zeit die einzig praktikable Möglichkeit. Sie ist nicht invasiv und verursacht keine Strahlenbelastung. Ein vom Patientenbesitzer empfundener Nachteil könnte in der Rasur einer beträchtlichen Fläche des Haarkleides des Rückens liegen.

Schlussfolgerung

Die Sonographie ist bei der weiterführenden Untersuchung der Rückenproblematik des Pferdes sicherlich nicht das bildgebende Verfahren der Wahl, da die Veränderungen knöcherner Strukturen durch die Röntgenologie und die Szintigraphie besser und umfassender erfasst werden können. Dennoch stellt die Sonographie derzeit die einzig praktikable Methode zur Abbildung der Weichteile am lebenden Pferd dar und liefert so wertvolle Zusatzinformationen im Weichteilbereich und speziell über den Zustand des Ligamentum supraspinale. Deshalb kann die Sonographie als weiterführende Untersuchung eine wichtige Ergänzung bei der Abklärung der Rückenproblematik des Pferdes sein.

Literatur:

- Barone, R. (1986): Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome 1: Ostéologie. 3. Ed., Verlag Vigot, Paris
- Denoix, J. M. (1996): Ligament injuries of the axial skeleton in the horse: supraspinal and sacroiliac desmopathies, Abstract: International Equine Symposium in Dubai: The equine Athlete: Tendon and Soft Tissue Injuries, March 27–30; edited by N.W. Rantanen and M.L. Hauser
- Dyce, K. M., Sack, W. O. and Wensing, C. J. G. (1987): Textbook of Veterinary Anatomy Verlag W.B. Saunders, Philadelphia
- Ellenberger, W. und Baum, H. (1977): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere 18. Aufl. 1943, Verlag Springer, Berlin, Heidelberg
- Fleckenstein, J. L., Crues, J. V. and Reimers, C. D. (1996): Muscle Ultrasound. In: Muscle Imaging in Health and Disease, Springer Verlag Berlin, 13–20
- Gundel, M., Schmucker, N., Meier, H. P. und Schatzmann, U. (1996): Möglichkeiten und Grenzen der sonographischen Darstellung ausgewählter Strukturen am Rücken des Pferdes, Vortrag beim 20. Dreiländertreffen Ultraschall, Linz 1996
- Kadau, K. (1991): Die Brust- und Lendenwirbelsäule des Pferdes unter besonderer Betrachtung ihrer Gelenke und Bänder, Diss FU Berlin
- Martin, P. (1914): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. 2, 1. Hälfte: Anatomie des Bewegungsapparates des Pferdes, 2. Aufl., Verlag von Richart und Ebner, Stuttgart
- Nickel, R., Schummer, A. und Seiferle, E. (1992): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band I. : Bewegungsapparat, 6. Aufl., Hsg.: Frewein, J., Wille, K. H., Wilkens, H., Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- Schmaltz, R. (1919): Anatomie des Pferdes in den Grenzen der Vorlesung, Verlagsbuchhandlung von Richard Schoetz, Berlin
- Schmaltz, R. (1928): Anatomie des Pferdes, 2. Aufl., Verlagsbuchhandlung von Richard Schoetz, Berlin

Danksagung:

Für die photographische Arbeit und die Dokumentation der anatomischen Präparate sei Herrn König und für die Abbildung der kernspintomographischen Darstellungen Herrn Patthey an dieser Stelle gedankt. Den Herren Prof. Dr.Dr. Ch. Bösch und Dr. Ch. Stoupis, sowie Frau K. Brügger vom MRI-Zentrum des Inselspitals Bern danken wir sehr herzlich für die Durchführung und Interpretation der kernspintomographischen Untersuchungen.

Dr. med.vet. Martin Gundel

Rathelbeckstr. 292
D-40627 Düsseldorf

Tel.: 0211-202 052
Fax: 0211-202 052
e-mail: Gundel@online-club.de

Dr. med.vet. Alois von Rotz

Institut für Tieranatomie
Universität Bern
Länggass-Str. 120
CH-3012 Bern

Dr. med.vet. Nicola Schmucker
Dr. med.vet. Kathrin Budde
Dr. med. vet. Hans-Peter Meier
Prof. Dr. med. vet. Urs Schatzmann

Pferdeklinik
Klinik für Nutztiere und Pferde
Universität Bern
Länggass-Str. 124
CH-3012 Bern