

Das Karpaltunnelsyndrom beim Pferd – Teil 1: Anatomie, klinische und sonographische Diagnostik

K. Pauritsch, Carola Ballat und P. Stadler

Klinik für Pferde, Tierärztliche Hochschule Hannover

Zusammenfassung

Der Begriff "Karpaltunnelsyndrom" stammt aus der Humanmedizin und beschreibt eine Atrophie der Daumenmuskulatur, verursacht durch eine Kompression des N. medianus, der durch den Karpaltunnel verläuft. Beim Pferd versteht man darunter allgemein eine Entzündung im Bereich der proximalen Beugesehnenscheide. Klinisch läßt sich häufig nur eine Verdachtsdiagnose stellen. Mittels diagnostischer Anästhesien kann der schmerzhafteste Bereich lokalisiert werden.

Es wird die Diagnostik des Karpaltunnelsyndroms beim Pferd, die Anatomie und die ultrasonographische Darstellung des Karpaltunnels vorgestellt. Mit der Sonographie können Art und Ausmaß der Weichteilschäden, wie eine vermehrte Füllung der proximalen Beugesehnenscheide, Veränderungen im Bereich der oberflächlichen und tiefen Beugesehne, am Unterstützungsband der oberflächlichen Beugesehne und am Retinaculum flexorum näher bestimmt werden.

Schlüsselwörter: Pferd, Karpaltunnelsyndrom, intermittierende Lahmheit, Ultraschall, Anatomie

Carpaltunnel-syndrom in the horse. Part 1: anatomy, clinical and sonographic diagnosis

The term „carpaltunnel-syndrom“ comes from the human medicine and describes an atrophy of the thumb muscles caused by compression of the median nerve which runs through the carpal canal. In the horse the carpaltunnel-syndrom is understood as an inflammation in the area of the proximal flexor tendon sheath. Often a definite clinical diagnosis cannot be made without further diagnostics. The site of pain can be identified only by local anaesthesia. In this study the diagnostic procedures of the carpaltunnel-syndrom are presented. For this the ultrasonographic imaging in connection with the anatomy of the carpal canal is worked up. Sonography makes statements about the kind and extent of the lesions of the soft tissue structures possible. Distension of the proximal flexor tendon sheath as well as changes within the superficial and deep flexor tendon, the accessory (radial check) ligament of the superficial digital flexor tendon and the flexor retinaculum can be localised.

Keywords: horse, carpaltunnel-syndrom, intermittend lameness, ultrasound, anatomy

Einleitung

Das Karpaltunnelsyndrom ist eine beim Pferd selten beschriebene Erkrankung. Der Begriff stammt aus der Humanmedizin. Beim Pferd versteht man darunter eine Entzündung im Bereich der proximalen Beugesehnenscheide, die durch ein Trauma oder durch raumfordernde Prozesse verursacht wird (MacKay-Smith et al. 1972; Easley et al. 1981; Radue 1981; Stashak 1989; Dyson und Dik 1995).

Anatomie

Die proximale Beugesehnenscheide oder Karpalbeugesehnenscheide umhüllt die oberflächliche und die tiefe Beugesehne im Bereich des Karpalgelenkes. Sie reicht von 4–10 cm proximal des Os carpi accessoriums bis 0,5–1,5 cm proximal der Vereinigung der tiefen Beugesehne mit ihrem Unterstützungsband (Leach et al. 1981; Nickel et al. 1984; Denoix 1994; Craychee 1995; Dyson und Dik 1995; Cauvin et al. 1997; Wissdorf et al. 1998).

Proximal bildet die Beugesehnenscheide einen Rezessus, der vom Radius, dem Unterstützungsband der oberflächlichen Beugesehne und dem M. flexor digitalis profundus begrenzt wird

(Abb. 1a,b) (Leach et al. 1981; Cauvin et al. 1997; Wissdorf et al. 1998). Der ulnare, der humerale und der radiale Kopf des tiefen Zehenbeugers sind erst etwa 2–3 cm proximal des Os carpi accessoriums vollständig miteinander vereint. In diesem Bereich tritt auch das Unterstützungsband der oberflächlichen Beugesehne in diese ein. Die Muskelbündel der beiden Zehenbeuger bzw. der aus ihnen hervorgehenden Beugesehnen gehen erst knapp oberhalb des Os carpi accessorium in eine tendinöse Struktur über und sind auch sonographisch insbesondere in der oberflächlichen Beugesehne nachweisbar (Cauvin et al. 1997).

Im Bereich der Karpalbeuge dehnt sich die Sehnenscheide zunehmend nach lateral und medial aus (Abb. 2a,b). Die Rezessus umhüllen beide Beugesehnen etwa 1–2 cm proximal des Os carpi accessoriums nahezu vollständig und reichen nach distal bis auf die Höhe des Karpometakarpalgelenkes (Leach et al. 1981; Cauvin et al. 1997; Wissdorf et al. 1998). Von etwa 1,5–2 cm proximal des Erbsbeines bis 1–2 cm distal des Karpaltunnels schiebt sich ein „intertendinöser Rezessus“ zwischen oberflächliche und tiefe Beugesehne, der vor allem eine proximodistale Bewegung der beiden Beugesehnen zueinander ermöglicht (Leach et al. 1981; Cauvin et al. 1997). Eine schmale

Verbindung zwischen der palmaren Wand der Sehnenscheide und dem medialen Rand der oberflächlichen und der tiefen Beugesehne bleibt als Mesotenon bestehen und enthält die A. mediana und den N. palmaris medialis. Der N. palmaris lateralis sowie die A. und V. radialis liegen außerhalb der Sehnenscheide (Abb. 3a). Auch der R. palmaris der A. und V. mediana verläuft außerhalb der Sehnenscheide, aber innerhalb des Retinaculum flexorum. Das Retinaculum flexorum ist eine Verstärkung der tiefen Faszie. Es heftet sich einerseits am Os carpi accessorium und andererseits medial an den Knochen von Antebrachium, Karpus und Metakarpus an und fixiert dadurch die Beugesehnen (Nickel et al. 1984; Denoix 1994; Dyson und Dik 1995; Cauvin et al. 1997 b; Wissdorf et al. 1998).

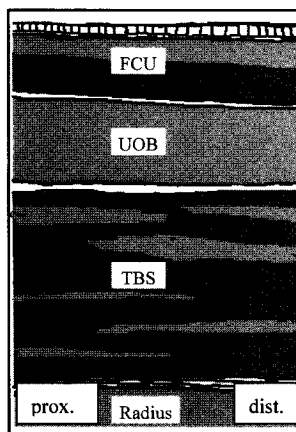
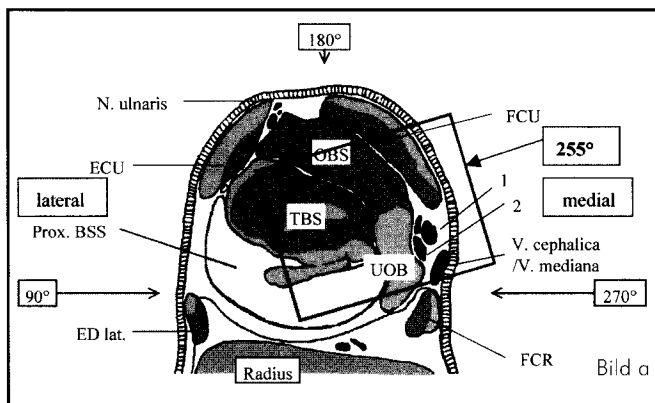


Bild c

Bild d

accessorium bezeichnet, der von den Karpalknochen und dem Retinaculum flexorum begrenzt wird (Abb. 3a) (Denoix 1994; Cauvin et al. 1997; Wissdorf et al. 1998).

Klinische Diagnostik

Als Ursachen für das Karpaltunnelsyndrom werden die Tendinitis der oberflächlichen und/oder der tiefen Beugesehne auf Höhe der proximalen Beugesehnscheide, die Desmitis des Unterstütsbandes der oberflächlichen Beugesehne, die unvollständige Ruptur des kranialen Kopfes der tiefen Beugesehne, die Fraktur des Os carpi accessorium, ein

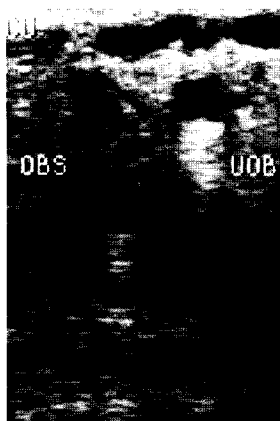


Abb. 1a,b: Querschnitt 5 cm proximal des Os carpi accessorium und entsprechendes Ultraschallbild von mediopalmal (255°)

Cross-section 5 cm proximal to the accessory carpal bone and ultrasonogram at the same height; mediopalmal view (255°)

Abb. 1c,d: Schematischer und ultraschallgraphischer Längsschnitt 3–7 cm proximal des Os carpi accessorium zur Darstellung des Unterstütsbandes der oberflächlichen Beugesehne; mediopalmal (245°)

Longitudinal section and ultrasonogram 3–7 cm proximal to the accessory carpal bone, showing the accessory ligament of the superficial flexor tendon; mediopalmal view (245°)

- FCU: Musculus flexor carpi ulnaris;
- FCR: Musculus flexor carpi radialis
- ECU: Musculus extensor carpi ulnaris;
- ED lat.: Sehne des Musculus extensor digitalis lateralis
- TBS: Muskel der tiefen Beugesehne;
- OBS: Muskel der oberflächlichen Beugesehne
- UOB: Unterstütsband der oberflächlichen Beugesehne
- prox. BSS: proximale Beugesehnscheide
- 1: A. mediana; 2: N. medianus
- A.: Arteria; V.: Vena; N.: Nervus

Am kaudalen Aspekt des distalen Radius ragt eine schmale knöchernen Erhebung in die Sehnenscheide, die in diesem Bereich bei erwachsenen Tieren von Villi bedeckt ist, während sie beim Jungtier glatt erscheint (Cauvin et al. 1997). Distal dieser Eminenz hat das dicke palmare Karpalband (Lig. carpi palmare profundum) seinen Ursprung, das als mächtige Bandplatte die gesamte Palmarfläche des Karpus überzieht und damit die dorsale Auskleidung des Karpaltunnels bildet (Abb. 3a,b,c,d) (Nickel et al. 1984; Stashak 1989; Dyce et al. 1991; Denoix 1994; Wissdorf et al. 1998). Distal des Karpus geht aus dem Lig. carpi palmare profundum das Unterstütsband der tiefen Beugesehne hervor (Abb. 4a,b,c,d) (Nickel et al. 1984; Denoix 1994; Wissdorf et al. 1998).

Als Karpaltunnel (Canalis carpi) wird beim Pferd nur der Bereich zwischen proximalem und distalem Rand des Os carpi

Osteochondrom im disto-caudalen Radiusbereich oder eine Infektion beschrieben (MacKay-Smith et al. 1972; Easley et al. 1981; Radue 1981; Turner 1984; Stashak 1989; Turner 1989; Nixon 1990; Auer 1992; Dyson und Dik 1995). Traumatische Veränderungen führen durch eine vermehrte Füllung des Karpaltunnels zu einer Kompression der Sehnen, Gefäße und Nervenäste innerhalb der relativ straff begrenzten Sehnenscheide vor allem an den Austrittsstellen aus dem Tunnel. Als eine mögliche Ursache für eine Reizung des Karpaltunnels nennt Brokken (1988) vor allem eine Hyperextension im Karpus. Selten kann die primäre Ursache auch in einer Erkrankung des Retinaculum flexorum liegen (MacKay-Smith et al. 1972; Easley et al. 1981; Radue 1981; Turner 1984; Turner 1989; Stashak; Nixon 1990; Auer 1992; Dyson und Dik 1995).

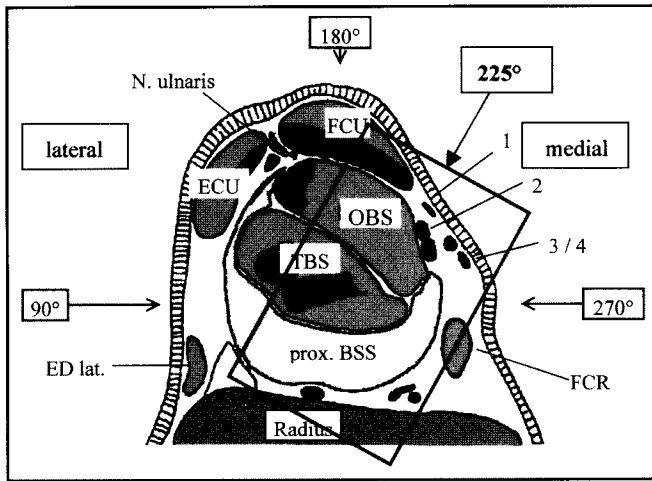


Bild a

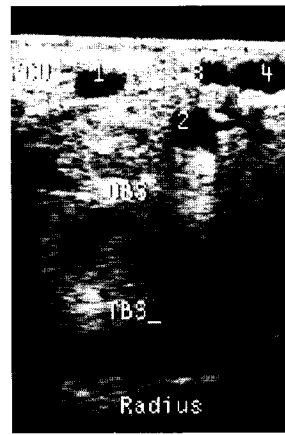


Bild b

Abb. 2a,b: Querschnitt 3 cm proximal des Os carpi accessorium und entsprechendes Ultraschallbild von mediopalmar (225°)

Cross-section 3 cm proximal to the accessory carpal bone and ultrasonogram at the same height; mediopalmar view (225°)

FCU: Musculus flexor carpi ulnaris;
FCR: Musculus flexor carpi radialis
ECU: Musculus extensor carpi ulnaris
TBS: Muskel der tiefen Beugesehne;
OBS: Muskel der oberflächlichen Beugesehne (Muskulatur orange-rot; Sehnenanteil orange)
prox. BSS: proximale Beugesehnen-scheide

1: V. palmaris lateralis; 2: A. mediana / N. medianus; 3: A. radialis; 4: V. radialis; A.: Arteria; V.: Vena; N.: Nervus
ED lat.: Sehne des Musculus extensor digitalis lateralis

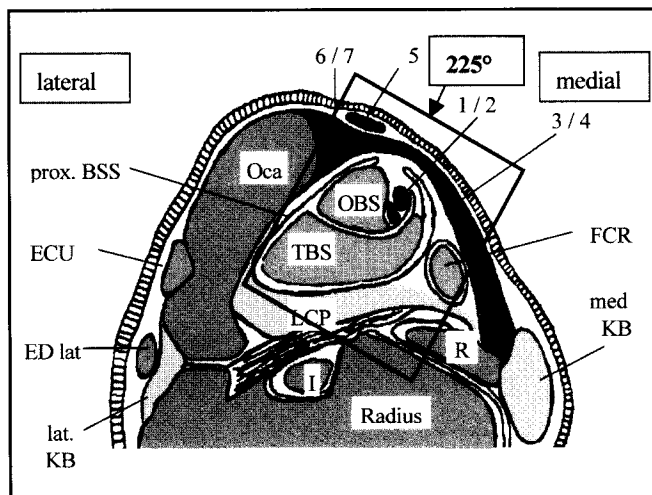


Bild a

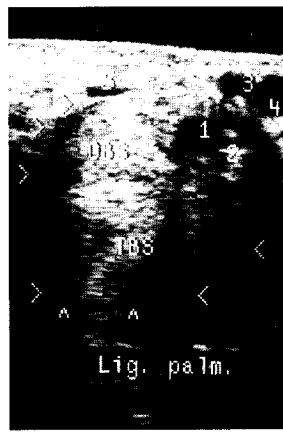


Bild b

Abb. 3a,b: Querschnitt auf Höhe des Os carpi accessorium und entsprechendes Ultraschallbild von mediopalmar (225°)

Cross-section on the level of to the accessory carpal bone and ultrasonogram at the same height; mediopalmar view (225°)

Abb. 3c,d: Schematischer und ultrasonographischer Längsschnitt des Karpaltunnels auf Höhe des Os carpi accessorium; mediopalmar (225°)

Longitudinal scan and ultrasonogram of the carpal tunnel at the height of the accessory carpal bone; mediopalmar view (245°)

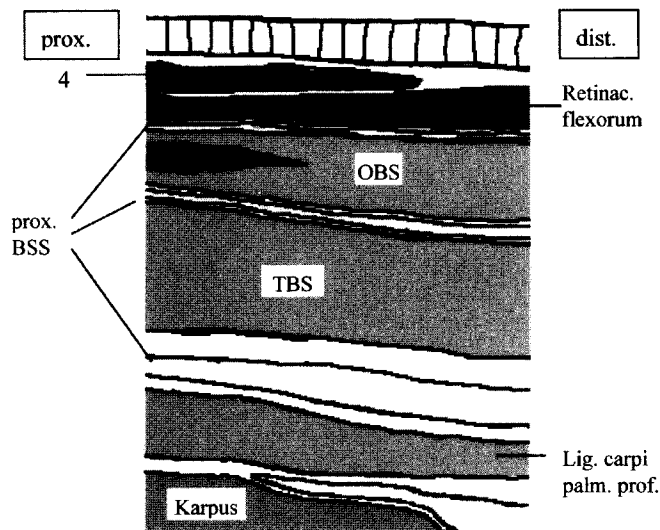


Bild c

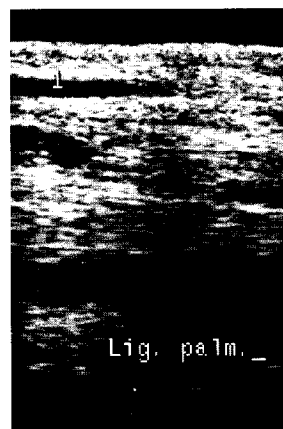


Bild d

in Abb. 3a violett eingezeichnet; in 3b Pfeile: Retinaculum flexorum; FCR: Musculus flexor carpi radialis; TBS: Tiefe Beugesehne; OBS: Oberflächliche Beugesehne; Oca: Os carpi accessorium; LCP/Lig. palm.: Ligamentum carpi palmare profundum; prox. BSS: proximale Beugesehnen-scheide; I: Os carpi intermedium; R: Os carpi radiale
1: A. mediana; 2: N. medianus;
3: A. radialis; 4: V. radialis;
5: V. palmaris lateralis;
6: Ramus palmaris der A. mediana;
7: N. palmaris lateralis;
A.: Arteria; V.: Vena; N.: Nervus
lat. KB: laterales Kollateralband;
med. KB: mediales Kollateralband;
ECU: Musculus extensor carpi ulnaris;
ED lat.: Sehne des Musculus exten-sor digitalis lateralis

Das klinische Erscheinungsbild wird von einer meist geringgradigen, chronischen Stützbein- oder gemischten Lahmheit, die auch intermittierend auftreten kann, geprägt. Dagegen zeigen Pferde mit einer Fraktur des Os carpi accessoriums meistens eine hochgradige Lahmheit (Brokken 1988).

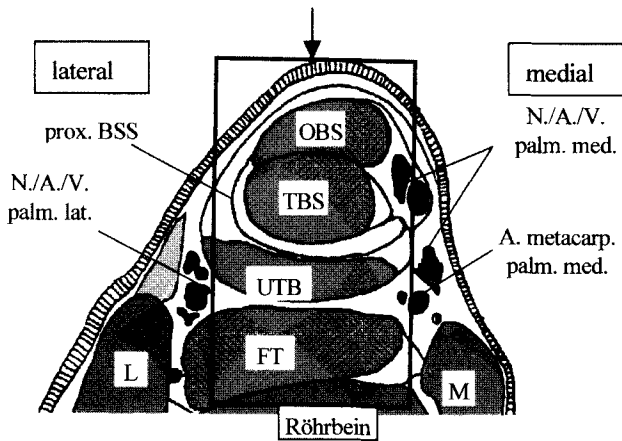


Bild a

eine Verringerung der Pulsation der Zehenarterien zu fühlen (Radue 1981; Dyson und Dik 1995).

Aufgrund der klinischen Befunde kann häufig nur eine Verdachtsdiagnose gestellt werden. Mittels Leitungsanästhesien wird eine vollständige Schmerzfreiheit der proximalen Beugesehnnenschei-

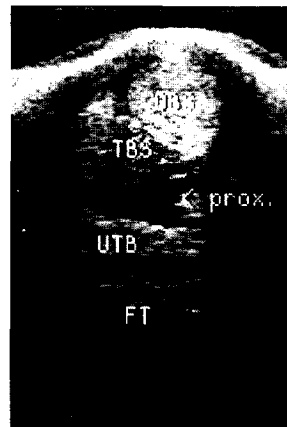


Bild b

Abb. 4a,b: Schematischer und ultrasonographischer Querschnitt 4 cm distal des Os carpi accessoriums; palmar (180°)

Cross-section and ultrasonogram 4 cm distal to the accessory carpal bone; palmar view (180°)

Abb. 4c,d: Schematischer und ultrasonographischer Längsschnitt 1–4 cm distal des Os carpi accessoriums; palmar (180°)

Longitudinal scan and ultrasonogram 1–4 cm distal to the accessory carpal bone; palmar view (180°)

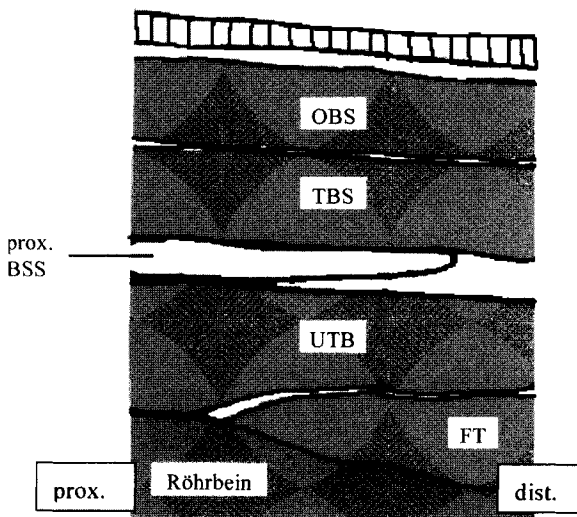


Bild c



Bild d

- OBS: Oberflächliche Beugesehne;
- TBS: Tiefe Beugesehne;
- UTB: Unterstützungs-band der tiefen Beugesehne;
- FT: Fesselträger; prox.
- BSS: proximale Beugesehnnenscheide; (in Abb. 4b: Pfeil)
- L: laterales Griffelbein;
- M: mediales Griffelbein;
- lat. KB: laterales Kollaterallband
- A.: Arteria; V.: Vena; N.: Nervus;
- palm.: palmaris; lat.: lateralis;
- med.: medialis;
- metacarp.: metacarpei
- ED com.: Sehne des Musculus extensor digitalis communis;
- ED lat.: Sehne des Musculus extensor digitalis lateralis

Adspektorisch ist eine vermehrte Füllung des Karpaltunnels erkennbar. Diese kann entweder kaudomedial im distalen Radiusbereich zwischen den Sehnen des Musculus flexor carpi radialis und des Musculus flexor carpi ulnaris kaudal der V. saphena, oder bei stärkerer Füllung auch kaudolateral zwischen dem Musculus extensor carpi ulnaris und der Sehne des Musculus extensor digitalis lateralis proximal der Karpalgelenke beobachtet werden. Auch palpatorisch ist eine unterschiedliche Füllung des Karpaltunnels feststellbar. Eine verminderte Einbeugbarkeit des Karpalgelenkes kann bei einer Tendinitis der oberflächlichen und/oder tiefen Beugesehne auch mit einer deutlichen Schmerz- und Abwehrreaktion des Pferdes verbunden sein (Turner 1989; Stashak 1989).

Bei einer Fraktur des Os carpi accessorium ist zusätzlich zu oben angeführten Befunden Krepitation vorhanden. Große Osteochondrome sind unter Beugung des Karpus ebenfalls palpierbar. Nach der Druckpalpation kann bei folgendem Vortraben eine Verstärkung der Lahmheit beobachtet werden. Selten ist

de erreicht, wenn der N. medianus, der N. ulnaris und der N. cutaneus antebrachii gleichzeitig anästhesiert werden.

Stashak (1989) und Nixon (1990) diagnostizieren das Karpaltunnelsyndrom durch die intrasynoviale Injektion von 5 ml eines Lokalanästhetikums in die proximale Beugesehnnenscheide. Dyson und Dik (1995) beschreiben eine Besserung der Lahmheit nach intrasynovialer Anästhesie, jedoch ohne Mengenangabe des Anästhetikums.

Im Rahmen der bildgebenden Diagnostik kommen die Sonographie, sowie die Röntgenuntersuchung und die Computertomographie zum Einsatz.

Die Sonographie vermag vor allem Veränderungen im Bereich der Weichteilgewebe, wie Defekte der oberflächlichen und/oder tiefen Beugesehne, einen Sehnenriß, einen partiellen Muskelriß des kranialen Kopfes des M. flex. dig. prof., eine Desmopathie des Lig. accessorium der oberflächlichen Beugesehne, ein verdicktes Retinaculum flexorum, eine vermehrte Flüssigkeitsansammlung innerhalb der Beugesehnnenscheide, fibröse Stränge

innerhalb der Sehnenscheide oder Adhäsionen darzustellen (Brokken 1988; Dyson und Dik 1995; Denoix et al. 1996; Denoix und Yousfi 1996; Dik 1998).

Die Röntgenuntersuchung zeigt knöcherne Veränderungen. Sie dient sowohl zur Darstellung von Exostosen und Osteochondromen im disto-caudalen Radiusbereich, aber auch zum Erkennen von Frakturen des Os carpi accessorium. Mittels Kontrastradiographie können auch Hernien der Sehnenscheide nachgewiesen werden (Brokken 1988; Stashak 1989).

Die Computertomographie ermöglicht zusätzlich die genaue Lokalisation von multiplen Exostosen und gibt evtl. Aufschluß über das weitere Vorgehen zur chirurgischen Entfernung derselben.

son und Dik 1995; Cauvin et al. 1997; Reef 1998), die besonders zwischen tiefer Beugesehne und ihrem Unterstützungsband als anechogener Bereich erkennbar ist (Abb. 4b und 4c), während bei vermehrter Füllung die Flüssigkeit auch weiter proximal darstellbar ist (Abb. 5). In seltenen Fällen kann auch echogebendes Material in der Sehnenscheide dargestellt werden, das Hinweise auf Fibrin oder auch Verwachsungen geben kann. Zur Darstellung der Sehnen empfiehlt sich die Untersuchung aus unterschiedlichen Winkeln. Während distal des Os carpi accessorium das beste sonographische Bild von palmar zu erhalten ist (Abb. 4b und 4c), können im Karpaltunnel die oberflächliche und tiefe Beugesehne sowie das Lig. carpi palmare

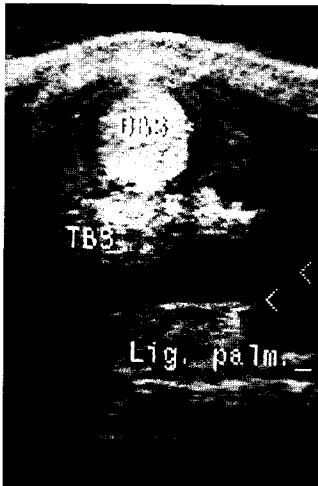


Abb. 5: Pathologisch vermehrte Füllung der proximalen Beugesehnenscheide

Pathological filling of the proximal tendon sheath

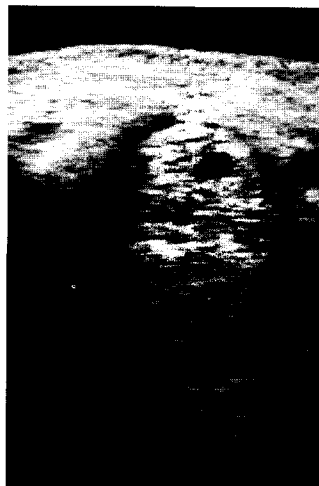


Abb. 6: Normaler Übergang zwischen Muskel- und Sehngewebe knapp oberhalb des Os carpi accessorium in OBS

Normal change between muscle- and tendonfibres proximal of the accessory carpal bone



Abb. 7: Pathologischer randständiger hypoechogener Bezirk distal des Os carpi accessorium in OBS

Pathological hypoechogenic area distal of the accessory carpal bone

Sonographische Untersuchung

Die sonographischen Abbildungen in der vorliegenden Arbeit wurden mit einem Ultraschallgerät „Scanner 100 Vet“ der Firma Pie Medical und einem Linearschallkopf (7,5 MHz) erstellt. Für die Ultraschalluntersuchung der proximalen Beugesehnenscheide wird die Gliedmaße palmar, medial und lateral von etwa 15 cm proximal des Os carpi accessorium bis zur Mitte des Röhrlbeines geschoren, die Haut entfettet und anschließend das Kontaktgel aufgetragen. Es werden stets Transversal- und Longitudinalschnitte angefertigt. Dabei lassen sich oberflächliche Strukturen am besten mit einer Vorlaufstrecke darstellen. Die Identifikation der einzelnen Strukturen wird erleichtert, wenn die Untersuchung von distal nach proximal durchgeführt wird, da sich die Strukturen leichter von den Sehnen zu „ihren“ Muskeln „zurück“ verfolgen lassen als umgekehrt. Es werden die Menge und Art der Flüssigkeit, die Struktur der Sehnen bzw. Muskeln und die Knochenkontur beurteilt (Denoix und Audigié 1993; Cauvin et al. 1997; Reef 1998).

Bei gesunden Pferden findet man eine geringe bilateral symmetrisch nachweisbare Flüssigkeitsmenge in der Karpalbeugesehnenscheide (Denoix und Audigié 1993; Craychee 1995; Dy-

profundum nur von palmaromedial dargestellt werden, da das Erbsbein durch seine gebogene Form den lateralen Anteil der Beugesehnen überlagert (Abb. 3b und 3c). Durch die geringe Flüssigkeitsmenge beim gesunden Pferd können die ovale oberflächliche und die konkave tiefe Beugesehne häufig nicht abgegrenzt werden (Dyson und Dik 1995; Cauvin et al. 1997). Das Mesotenon ist im Gegensatz zu der darin verlaufenden A. mediana und dem N. palmaris medialis im allgemeinen schwer darzustellen (Cauvin et al. 1997).

Proximal des Karpaltunnels läßt sich die oberflächliche Beugesehne bzw. ihr Muskel am besten von kaudomedial, die tiefe Beugesehne bzw. ihre Muskelköpfe dagegen von kaudal abbilden. Proximal des Os carpi accessorium erfolgt ein allmählicher Übergang zwischen Muskel- und Sehngewebe, so daß im Ultraschallbild hypoechogene Bezirke innerhalb der Sehnen bis knapp oberhalb des Os carpi accessorium zu sehen sind, die bei einigen Pferden auch noch in den proximalen Teil des Karpaltunnels hineinziehen können. Diese sind in Abb. 6 als zentraler hypoechogener Bereich innerhalb der oberflächlichen Beugesehne dargestellt. Randständige (Abb. 7) und nach distal des Os carpi accessorium reichende hypoechogene Bereiche sind als pathologisch einzustufen.

Das Unterstützungsband der oberflächlichen Beugesehne ist von kaudal nur schwer zu erkennen. Seine Abbildung gelingt am besten von kaudomedial bzw. von medial zusammen mit dem M. flexor carpi radialis. Das Unterstützungsband stellt sich als echogene, im Querschnitt ovale bis dreieckige Struktur dar, die im Längsschnitt die für Sehnen typische lineare Strukturierung aufweist (Abb. 1b,d). Proximal des Karpaltunnels läßt sich der M. flexor carpi ulnaris von kaudal bzw. von kaudomedial, der M. extensor carpi ulnaris von kaudolateral und der dazwischen verlaufende N. ulnaris von caudal darstellen. Kaudomedial sind die in den Abb. 1a,b und 2a,b dargestellten Gefäße und Nerven zu sehen. Reaktive Prozesse am kaudodistalen Radius oder ein Osteochondrom fallen durch eine veränderte Knochenkontur auf.

In Teil 2 werden medikamentöse und chirurgische Therapieverfahren bei 10 Pferden mit Karpaltunnelsyndrom vorgestellt. Außerdem werden die Ergebnisse unterschiedlicher Therapieverfahren dargelegt und endoskopische Zugänge zum Karpaltunnel erläutert.

Literaturverzeichnis

- Auer, J. (1992): Carpal tunnel syndrome. In: Auer, J. (Hrsg.): Equine surgery. W.B. Saunders Company Philadelphia, London, 1033–1035
- Brokken, T.D. (1988): Acute carpal canal injury in the Thoroughbred. Proc. Am. Assoc. Equine Pract. 34, 389–394
- Cauvin, E.R., G.A. Munroe, J. Boswell und J.S. Boyd (1997): Gross and ultrasonographic anatomy of the carpal flexor tendon sheath in horses. Vet. Rec. 141, 489–495
- Craychee, T.J. (1995): Ultrasonographic Evaluation of Equine Musculoskeletal Injury. In: Nyland, T.G. und J.S. Mattoon (Hrsg.): Veterinary Diagnostic Ultrasound. W.B. Saunders Company Philadelphia, London, 265–304
- Denoix, J.M. und F. Audigie (1993): Examen échographique du carpe du cheval: Lésions identifiées sur 45 cas cliniques. (Ultrasonographic examination of the carpus in the horse: Abnormal findings in 45 clinical cases.) Pratique Vet. Equine 25, 193–203
- Denoix, J.M. (1994): Functional anatomy of tendons and ligaments in the distal limbs (Manus and Pes). Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 10, 290ff.
- Denoix, J.M., I. Guizien und P. Perrot (1996): Injuries of the accessory ligament of the superficial digital flexor tendon (proximal check ligament) in sport and race horses. Pferdeheilkunde, 12; 613–616
- Denoix, J.M. und S. Yousfi (1996): Spontaneous injury of the accessory ligament of the superficial digital flexor tendon (proximal check ligament): a new ultrasonographic diagnosis. J. equine vet. Sci. 16, 191–194
- Dik, K.J. (1998): Vergleichende Ultraschall-Bildagnostik bei Lahmheiten des Pferdes. Schlütersche Verlag GmbH, Hannover
- Dyce, K. M., W. O. Sack und C. J. Wensing (1991): Die Schultergliedmaße des Pferdes. In: Anatomie der Haustiere. Enke Verlag Stuttgart, 600–602
- Dyson, S. und K. Dik (1995): Miscellaneous conditions of tendons, tendon sheaths, and ligaments. Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 11, 315–337
- Easley, K.J. und J.E. Schneider (1981): Evaluation of a surgical technique for repair of equine accessory carpal bone fracture. J. Am. vet. Med. Assoc. 178, 219–224
- Leach, D., R. Harland und B. Burko (1981): The anatomy of the carpal tendon sheath of the horse. J. Anat. 133, 301–307
- MacKay-Smith, M.P., L.S. Chushing und J.A. Leslie (1972): Carpal canal syndrome in horses. J. Am. Vet. Med. Assoc. 160, 993–997
- Nickel, R., A. Schummer und E. Seiferle (1984): Bandapparat des Karpus; Eigenmuskulatur der Schultergliedmaße des Pferdes. In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 1: Bewegungsapparat. Verlag Paul Parey, 5. Aufl., 199–202, 409–423
- Nixon, A.J. (1990): Carpal canal syndrome. In: White, N.A. und J.N. Moore (Hrsg.): Current practice of equine surgery. Philadelphia, J.B. Lippincott, 461–464
- Radue, P. (1981): Carpal tunnel syndrome due to fracture of the accessory carpal bone. Equine pract. 3; 8–13
- Reef, V.B. (1998): Musculoskeletal ultrasonography. In: Equine Diagnostic Ultrasound. W.B. Saunders Company Philadelphia, London, 39–186
- Stashak, T. (1989): Regio carpi. In: Adam's Lahmheit bei Pferden. Verlag M. & H. Schaper, 21–24
- Turner, A.S. (1984): Large animal orthopedic surgery. In: Jennings, P. (Hrsg.): Textbook of large animal surgery. W.B. Saunders Company Philadelphia, London, 934–937
- Turner, A.S. (1989): Surgical relief of carpal canal syndrome. In: Turner, A.S. und C.W. McIlwraith (Hrsg.): Equine surgery advanced techniques. Lea & Febiger, Philadelphia, S. 176–178
- Wissdorf, H., B. Otto, B. Hertsch und B. Huskamp (1998): Regio Carpi. In: Wissdorf, H., H. Gerhards und B. Huskamp (Hrsg.): Praxisorientierte Anatomie des Pferdes. Verlag Schaper- Hannover, 337–354

Dr. Karl Pauritsch

Klinik für Pferde
Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover

Tel.: (05 11)/85 67 233

Fax: (05 11)/85 67 688

e-mail: kpaurit@pfdkli.tiho-hannover.de