

# Vergleich sonographischer und endoskopischer Befunde bei aseptischen Erkrankungen der gemeinsamen Fesselbeugesehne von Pferden unter besonderer Berücksichtigung von Schäden der tiefen Beugesehne und der proximalen Manica flexoria der oberflächlichen Beugesehne

Johanna Köhlbrandt<sup>1</sup>, Julie Pokar<sup>1</sup>, Volker Sill<sup>1</sup>, Florian Geburek<sup>2</sup> und Kerstin Gerlach<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pferdeklinik Bargteheide, Bargteheide

<sup>2</sup> Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Klinik für Pferde, Hannover

<sup>3</sup> Klinik für Pferde, Universität Leipzig, Leipzig

**Zusammenfassung:** Aseptische Entzündungen der gemeinsamen Fesselbeugesehne (GFBSS) treten bei Pferden häufig auf und können durch Erkrankungen der tiefen Beugesehne (TBS) oder der proximalen Manica flexoria (MF) der oberflächlichen Beugesehne ausgelöst werden. Die einfachste und schnellste bildgebende diagnostische Maßnahme ist eine ultrasonographische Untersuchung des Verdachtsbereiches. In den letzten Jahren wurden mehrere Studien zur Verbesserung der ultrasonographischen Diagnostik publiziert. Ziel der vorliegenden Studie war die Verifizierung der diagnostischen Aussagekraft von ultrasonographischen Untersuchungen im Bereich der MF und der Randbereiche der TBS innerhalb der GFBSS. Zusätzlich sollte der diagnostische Wert der Ultrasonographie hinsichtlich unterschiedlicher Anschallpositionen, Lokalisationen und Gliedmaßenpositionen im Vergleich zur Tendovaginoskopie geprüft werden. Anhand der klinischen Verdachtsdiagnose „aseptische Tendovaginitis“ erfolgte eine retrospektive Auswertung von Patientendaten. Dabei wurden Pferde in die Studie einbezogen, deren Lahmheitsursache im Bereich der GFBSS lokalisiert wurde, bei denen ultrasonographisch Hinweise auf Randläsionen der TBS, Schäden der MF oder keine Schäden/Veränderungen dieser Strukturen festgestellt wurden und die daraufhin einer Tendovaginoskopie der GFBSS unterzogen wurden. Das Bildmaterial wurde retrospektiv nach einem Scoring-System einheitlich und verblindet durch zwei Tierärztinnen und einen Tierarzt bewertet. Als Vergleich für die Validierung der ultrasonographischen Befunde diente die Tendovaginoskopie. Die Einteilung erfolgte in 4 Bereiche, wobei Lokalisation 1 proximal des Fesselkopfes die Untersuchung der MF und der TBS beinhaltet. Diese Lokalisation wurde für die Untersuchung der MF zusätzlich an der aufgehobenen Gliedmaße beurteilt. Die TBS wurde zudem auf Höhe der proximalen Gleichbeine (Lokalisation 2), direkt unterhalb der Gleichbeine (Lokalisation 3) und in der Fesselbeuge (Lokalisation 4) untersucht. Zusätzlich wurden alle Lokalisationen mit nach distal gekipptem Sondengriff, also nicht-orthogonal zur Sehne ausgerichtetem Schallwellenbündel (n-og) und mit seitlicher, d.h. medialer und lateraler Positionierung B des Schallkopfes, evaluiert. Pro Lokalisation wurde für jede Schallkopfposition eine Vierfeldertafel erstellt und mittels Fischer-Yates-Test überprüft ( $p < 0,05$ ). 146 Pferde erfüllten die Einschlusskriterien mit einem Durchschnittsalter von  $11 \pm 4$  Jahren. Schäden der TBS ( $n = 78$ ) wurden am häufigsten bei Springpferden (26%) festgestellt, während Schäden der MF ( $n = 47$ ) vor allem bei Freizeitpferden (26%) und bei schweren Rassen (23%) auftraten. Insbesondere an der Hintergliedmaße wurden deutlich mehr Erkrankungen der MF (91%) diagnostiziert. Randläsionen der TBS wurden häufiger an den Vordergliedmaßen festgestellt (77%). TBS-Schäden traten mit 91% (71/78) vorwiegend am lateralen Rand auf. MF-Schäden bestanden bei 68% (32/47) der Fälle in einer vollständigen Ruptur der MF, diese wiederum trat mit 94% (30/32) fast immer medial auf. Die restlichen 32% stellten unvollständige Rupturen der MF dar, von denen 67% (10/15) medial und 33% (5/15) lateral lokalisiert waren. Die Pferde zeigten eher schwach ausgeprägte Lahmheiten (Grad 0–3/5), Beugeproben der Zehe waren bei MF-Schäden häufiger positiv (96%) als bei TBS-Randläsionen (74%), was durch eine erhöhte Irritation innerhalb der GFBSS durch das geschädigte Gewebe der MF erklärt werden könnte. Die Anästhesie der GFBSS war bei 98% der in diesem Bereich anästhesierten Pferde ( $n = 40$ ) positiv. Beim Vergleich der ultrasonographischen mit den endoskopischen Befunden lag die Übereinstimmung beider Modalitäten bei einer vollständigen Ruptur der MF bei 91%, bei einer unvollständigen Ruptur bei 50% (medial) bis 80% (lateral) und bei Randläsionen der TBS bei 83%. Durch das Anheben der Gliedmaße wurde im Hinblick auf die Beurteilung der MF im Ultraschallbild für alle Schallkopfpositionen (palmar orthogonal, A; seitlich orthogonal, B; nicht-orthogonal, n-og) eine deutliche Verbesserung der Sensitivität erreicht. Dies bezieht sich sowohl auf die palmar orthogonale Ausrichtung A (von 32% auf 76%), als auch auf die seitliche orthogonale Anschallposition B (von 14% auf 93%) und die nicht-orthogonale Anschallposition n-og (von 49% auf 77%). Bei der Darstellung von Randläsionen der TBS wurde durch seitliches Verschieben B oder Anwinkeln des Schallkopfes n-og in Lokalisation 1 keine Verbesserung des Ergebnisses erzielt. In den distalen Lokalisationen 2 und 3 wurden leichte Verbesserungen durch die seitlichen Anschallpositionen erreicht (von 48% auf 69% sowie von 69% auf 82%). In Lokalisation 4 wurde durch dieses Vorgehen keine Verbesserung erzielt. Unabhängig von der Läsion wurde mit der nicht-orthogonalen Anschallposition an allen Lokalisationen die höchste Spezifität erreicht. Schlussfolgernd sollte für die optimale ultrasonographische Beurteilung der MF die Untersuchung an der aufgehobenen Gliedmaße stets sowohl mit nach distal gekipptem als auch seitlich verschobenem Schallkopf durchgeführt werden. Bei der ultrasonographischen Untersuchung der Randläsionen der TBS verbessert diese Technik das Ergebnis nur marginal. Im Bereich der proximalen Gleichbeine und direkt distal davon können mit Hilfe dieser Technik jedoch weitere Läsionen präziser detektiert werden. Ferner handelt es sich bei der nicht-orthogonalen Schallkopfposition, um die sicherste Methode die Spezifität zu bestimmen.

**Schlüsselwörter:** Fesselbeugesehne, tiefe Beugesehne, oberflächliche Beugesehne, Manica flexoria, Sehnen Schaden, Ultrasonographie, Tendovaginoskopie, Endoskopie

## Detection of lesions of the DDFT and the proximal Manica flexoria of the SDFT – Comparison of ultrasonographic and tenoscopic findings in equine aseptic tenosynovitis of the common digital flexor tendon sheath

Aseptic tenosynovitis of the digital flexor tendon sheath (DFTS) is common in horses and often caused by defects to the deep digital flexor tendon (DDFT) or the proximal Manica flexoria (MF) of the superficial digital flexor tendon. Ultrasonography is considered the easiest and fastest diagnostic modality in that anatomic region. In recent years, various studies have contributed to an improved ultrasonographic accuracy. The purpose of the present study was to verify the value of ultrasonography during detection of MF lesions and marginal DDFT tears within the DFTS. Additionally, the diagnostic value of different probe positions, locations and limb positions during ultrasonography was evaluated and results were compared to tenoscopic findings. Horses included in the study showed ultrasonographic signs of marginal lesions of the DDFT or lesions of the MF. Horses that underwent tenoscopy of the DFTS without ultrasonographic lesions/alterations of these structures, but with a lameness originating from the DFTS, were also included in the study. All images were scored and evaluated by three blinded clinicians. Four anatomic regions were examined. The level proximal to the proximal sesamoid bones was used to assess the MF and the DDFT (location 1) while the horse was weight bearing and with the limb elevated. The DDFT was examined at the level of the proximal sesamoid bones (location 2), just below the proximal sesamoid bones (location 3), and at the palmar/plantar aspect of the pastern (location 4). All locations were also evaluated off-incident with the probe tilted distally, i.e. non-orthogonally (n-og), and by moving the probe medially and laterally (B). Ultrasonographic findings were compared to tenoscopy, which was chosen as gold standard. For each localization and probe position a fourfold table was created and validated using Fischer-Yates-Test ( $p < 0.05$ ). One hundred and forty-six (146) horses met the inclusion criteria, with a mean age of  $11 \pm 4$  years. Show jumpers frequently showed DDFT lesions (26%), while leisure horses and heavy breeds were presented more frequently with MF lesions (26% and 23%). Noticeably more MF lesions were diagnosed in the hindlimbs. Marginal lesions of DDFT were found more frequently in the forelimbs. Lesions of the DDFT were found predominantly at its lateral margin in 91% ( $n = 78$ ) of the horses. Ruptures of the MF were complete in 68% ( $n = 47$ ) of the cases and these were located medially in 94% ( $n = 32$ ) of the cases. The remaining 32% represented incomplete ruptures of the MF, of which 67% ( $n = 15$ ) were located medially and 33% ( $n = 15$ ) laterally. Clinically, all horses ( $n = 146$ ) were presented with lower degrees of lameness (grade 0–3/5). Flexion tests of the distal limb were more frequently positive in horses with MF lesions (96%) than in horses with marginal lesions of the DDFT (74%). This could be explained by the torn tissue of the MF which irritates the DFTS. Intrasynovial anaesthesia of the DFTS was positive in 98% of anaesthetized horses ( $n = 40$ ). Comparing ultrasonographic and tenoscopic findings, both modalities successfully identified 91% of complete ruptures of the MF, 50% of incomplete medial MF ruptures and 80% of incomplete lateral MF ruptures. Eightythree percent of marginal DDFT lesions were identified by both techniques. With respect to the ultrasonographic assessment of the MF, the sensitivity of all probe position (palmar orthogonal, A; lateral/medial orthogonal, B; non-orthogonal, n-og) was notably improved by elevating the limb. This refers to the palmar orthogonal position A (improvement from 32% to 76%), as well as to the lateral/medial orthogonal position B (improvement from 14% to 93%) and the non-orthogonal position n-og (improvement from 49% to 77%). Imaging marginal DDFT lesions in location 1, the lateral and/or medial position B or tilting the probe (n-og), did not improve results. In the distal locations 2 and 3, slight improvements were achieved by moving the probe laterally or medially (from 48% to 69% and from 69% to 82%, respectively). In location 4, no improvement could be seen. Furthermore, the highest specificity was achieved with the non-orthogonal probe position in all locations, regardless of the lesion. In conclusion for ultrasonographic evaluation of the MF, an examination with the limb elevated and the probe tilted distally and moved laterally and medially is recommended. For ultrasonographic examination of marginal lesions of the DDFT, this technique only leads to a slight improvement of the results. However, it should still be used as it allows for better detection of additional lesions. In addition, the non-orthogonal probe position provided the highest specificity.

**Keywords:** digital flexor tendon sheath, deep digital flexor tendon, superficial digital flexor tendon, manica flexoria, tendon lesion, ultrasound, tenoscopy, endoscopy

**Zitation:** Köhlbrandt J., Pokar J., Sill V., Geburek F., Gerlach K. (2022) Vergleich sonographischer und endoskopischer Befunde bei aseptischen Erkrankungen der gemeinsamen Fesselbeugeschnenscheide von Pferden unter besonderer Berücksichtigung von Schäden der tiefen Beugesehne und der proximalen Manica flexoria der oberflächlichen Beugesehne. *Pferdeheilkunde* 38, 142–153; DOI 10.21836/PEM20220206

**Korrespondenz:** Johanna Köhlbrandt, Pferdeklinik Bargteheide, Alte Landstraße 104, 22941 Bargteheide; johanna.post@gmx.net

**Eingereicht:** 6. Dezember 2021 | **Angenommen:** 11. Januar 2022

### Einleitung

Die gemeinsame Fesselbeugeschnenscheide (GFBSS) reicht von der palmaren/plantaren Aussackung des Hufgelenks bis zum distalen Drittel des Metakarpus/Metatarsus. In ihr verlaufen die tiefe Beugesehne (TBS) und die oberflächliche Beugesehne (OBS) mit ihrer proximalen Manica flexoria (MF). Die MF wird von der OBS proximal der proximalen Gleichbeine gebildet. Sie umschließt die TBS als bindegewebige Manschette von der lateralen und medialen Kante der OBS ausgehend und hält sie während ihres Verlaufes über das Fesselgelenk in ihrer Position (Denoix 1994). Die MF weist dabei anatomische Variationen auf. So ist ihr sehniger Anteil an der Vorderglied-

maße länger als an der Hintergliedmaße und ihr Anteil an lockerem Bindegewebe an der Hintergliedmaße größer als in der Vordergliedmaße (Findley et al. 2017).

Eine aseptische Entzündung der GFBSS tritt bei Pferden häufig auf und kann durch eine primäre Entzündung der Sehnenscheideninnenauskleidung selbst (Gerring und Webbon 1984), häufiger allerdings durch Degeneration oder einmalige Traumatisierung der in ihr verlaufenden Strukturen, entstehen. Dazu gehören Tendopathien der OBS (Barr et al. 1995), der MF (Wright und McMahan 1999, Smith und Wright 2010) sowie der TBS, die Desmitis des Fesselringbandes (Lig. anulare palmare/plantare) (Dik et al. 1995) sowie die Desmopathie

des Lig. palmare des Fesselgelenks (Denoix et al. 1991). Am häufigsten treten Erkrankungen am lateralen Rand der TBS und an der MF auf (Wright und McMahon 1999, Smith und Wright 2010, Arensburg et al. 2011, Fiske-Jackson et al. 2013), wobei sie bei der MF vorwiegend (91%) an der Hintergliedmaße zu finden sind (Smith und Wright 2010, Findley et al. 2012, Fiske-Jackson et al. 2013, Diekstatt et al. 2019, Kent et al. 2019).

Im Rahmen der Diagnostik erfolgt üblicherweise zunächst eine klinische orthopädische Untersuchung, in deren Anschluss die Lokalisation der Lahmheitsursache mit diagnostischen Anästhesien empfohlen wird. Die Anästhesie der GFBSS stellt die sicherste Methode dar, um lahmsheitsverursachende Strukturen innerhalb der GFBSS zu identifizieren (Fortier 2005, Fiske-Jackson et al. 2013). Daneben ist die am häufigsten angewandte, nicht invasive Methode die ultrasonographische Untersuchung (Reef 1998), für die bei der Diagnostik von MF-Schäden von einigen Autoren eine geringe Aussagekraft postuliert wird (Smith und Wright 2010, Arensburg et al. 2011). So wurden nur 23–27% (Findley et al. 2012, Diekstatt et al. 2019) der MF-Schäden präoperativ mittels Ultrasonographie diagnostiziert. In einer retrospektiven Studie mit 76 Fällen lag die Sensitivität der Diagnose eines MF-Schadens mittels Ultrasonographie mit 38% deutlich unter der für die Diagnose eines TBS-Schadens (71%) (Smith und Wright 2010). Allerdings wurden hier nur Untersuchungen an der stehenden, belasteten Gliedmaße durchgeführt. Die ultrasonographische Untersuchung der MF an der gebeugten und gestreckten unbelasteten Gliedmaße wurde in einer kleinen Fallserie (n = 7) bereits beschrieben (Garcia da Fonseca et al. 2019). Zur präziseren Untersuchung der TBS wird empfohlen, den Ultraschallkopf nach lateral und medial zu verschieben, um Fehldiagnosen vorzubeugen, die z. B. durch Kantenartefakte verursacht werden können (Dyson und Denoix 1995, Edinger et al. 2005, Seignour et al. 2011). Eine weitere bedeutsame präoperative Diagnostikmethode ist die Kontrastmittelradiographie (Redding 1994, Fiske-Jackson et al. 2013, Kent et al. 2019). Damit wird für die Detektion von MF-Schäden eine Sensitivität von 92–96%, eine Spezifität von 56–80% und für die der TBS eine Sensitivität von 54–57% und eine Spezifität von 73–84% erzielt (Fiske-Jackson et al. 2013, Kent et al. 2019). Die Magnetresonanztomographie (MRT) stellt die aufwendigste und kostenintensivste der beschriebenen Methoden dar, bietet aber die detailreichste Übersicht über das Weichteilgewebe. Sie wird bei Erkrankungen der Beugesehnen nicht routinemäßig angewendet (Smith et al. 2008, Gonzalez et al. 2010). So wurden in einer Studie an 232 Pferden nur 5 Pferde mit MF-Schäden und 6 Pferde mit TBS-Schäden beschrieben, da bei dem Großteil der Pferde mit Erkrankungen der TBS und der MF die Diagnose bereits vor der MRT-Untersuchung durch die ultrasonographische Untersuchung gestellt worden war, so dass auf eine Diagnosesicherung durch eine MRT-Untersuchung verzichtet wurde (King et al. 2013). Eine Tendovaginoskopie wird nach entsprechender Lokalisation der Lahmheitsursache als indiziert angesehen, wenn in der Ultrasonographie Hinweise auf eine Tendopathie, auf Verklebungen/Verwachsungen oder Gewebezubildungen vorliegen oder keine ultrasonographischen Veränderungen erkennbar sind und die Tendovaginitis nicht auf eine konservative Behandlung anspricht (Fortier 2005).

Ziel der vorliegenden Studie war die Validierung unterschiedlicher Anschallpositionen und Lokalisationen bei der ultrasonographischen Untersuchung der MF und der Ränder der TBS innerhalb der GFBSS sowie des Einflusses auf die Untersuchung der MF bei entlasteter Gliedmaße im Vergleich zur Tendovaginoskopie.

## Material und Methoden

In die Studie wurden Pferde einbezogen, bei denen zwischen 2008 und 2019 in der Pferdeklinik Bargtheide sowohl ultrasonographisch eine Randläsion der TBS oder eine Läsion der MF innerhalb der GFBSS diagnostiziert als auch eine Tendovaginoskopie durchgeführt worden war. Als Randläsion wurde ein Schaden am lateralen und/oder medialen Rand der TBS definiert.

Es handelt sich um eine sekundär deskriptive Auswertung des Patientengutes. Die Befunde der entsprechenden Pferde wurden aus dem Patientenverwaltungssystem ausgewählt, neu strukturiert und nach einem Scoring-System einheitlich und verblindet durch zwei Tierärztinnen und einen Tierarzt beurteilt (JP, JK und VS).

Bei allen Pferden erfolgte nach der Anamnese eine klinische Untersuchung des Bewegungsapparates mit Adspektion, Palpation (GFBSS vermehrt gefüllt: ja/nein), Untersuchung in der Bewegung auf gerader und gebogener Linie, auf hartem und auf weichem Boden, Beugeproben (positiv/negativ) und die vollständige ultrasonographische Untersuchung der GFBSS-Region. Pferde mit Lahmheitsgraden von 0 bis 5 auf hartem und ebenem Boden wurden einbezogen, wobei diese wie folgt eingeteilt wurden: 0 = lahmfrei, 1 = Lahmheit im Trab angedeutet, nur hörbar, 2 = geringgradige Lahmheit, unter allen Umständen sichtbar: geringe unsymmetrische Kopf- oder Beckenbewegung, 3 = Lahmheit mittelgradig, sehr deutliche Asymmetrie der Kopf- oder Beckenbewegung, 4 = Lahmheit hochgradig, extreme Asymmetrie, aber Pferd kann noch traben, 5 = Gliedmaße wird kaum/nicht belastet, kein Traben möglich (Ross und Dyson 2011). Diagnostische Leitungs- und intrasynoviale Anästhesien wurden erfasst, soweit sie durchgeführt worden waren.

Ausschlusskriterien stellten septische Erkrankungen, Erkrankungen anderer Strukturen innerhalb der GFBSS als der MF und der TBS und zentrale Läsionen, dorsale Läsionen sowie Längsaufpleißungen der TBS dar, sofern diese nicht am Sehnenrand lokalisiert waren.

Als Goldstandard für die Validierung der ultrasonographischen Befunde dienten die Befunde der tendovaginoskopischen Untersuchung.

### Ultrasonographie

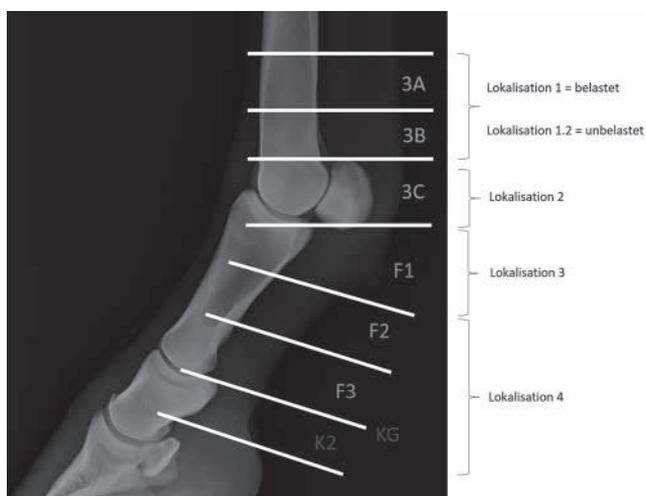
Die ultrasonographische Untersuchung erfolgte mit Ultraschallgeräten des Modells TUS-A400 (Fa. Toshiba, Minato, Japan) und einem 10 MHz Linearschallkopf sowie mit dem Modell HD 11 (Fa. Philips, Amsterdam, Niederlande) mit einem 7 MHz Linearschallkopf und einer Vorlaufstrecke.

Es wurden insgesamt vier anatomische Lokalisationen ultrasonographisch beurteilt, welche auf Grundlage der Literatur definiert wurden (Abb. 1). Lokalisation 1 umfasste an der Vordergliedmaße die Ultraschallzonen 3 A und B und an der Hintergliedmaße die Zonen 4 A und B, die Lokalisation 2 beinhaltet an der Vordergliedmaße die Zone 3 C und an der Hintergliedmaße die Zone 4 C (Genovese et al. 1986). Als Lokalisation 3 wurde Zone F1 und als Lokalisation 4 die Zonen F2–3, KG und K2 festgelegt (Scharner 1998).

Die MF wurde dabei in Lokalisation 1 an der belasteten und zusätzlich an der unbelasteten Gliedmaße (Lokalisation 1.2) beurteilt (Abb. 4).

Die TBS wurde in allen Lokalisationen nur an der belasteten Gliedmaße untersucht.

Neben der üblichen transversalen palmaren/plantaren orthogonalen Schallkopfposition (Schallkopfposition A, Abb. 2) wurden für jede der 4 Lokalisationen zusätzlich seitliche



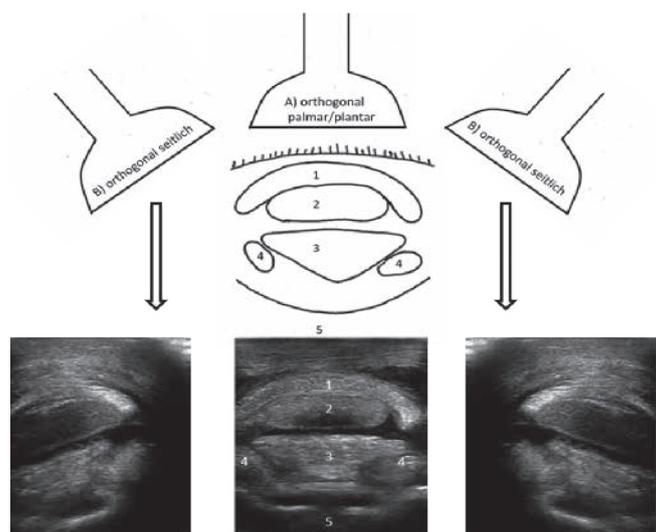
**Abb. 1** Ultrasonographisch untersuchte Lokalisationen an der Vordergliedmaße, im Bereich des Röhrlbeins nach Genovese et al. (1986), in der Fesselbeuge nach Scharner (1998), reduziert auf den anatomischen Bereich der GFBSS; Lokalisation 1 = Bereich proximal der Gleichbeine, Lokalisation 2 = Höhe der Gleichbeine, Lokalisation 3 = distal der Gleichbeine und Lokalisation 4 = Fesselbeuge; 3A = beginnt beim Warmblutpferd etwa 16 cm distal der Basis des Os carpi accessorium und reicht vier cm nach distal, 3B = beginnt unter 3A und reicht ca. vier cm nach distal, 3C = beginnt unter 3B und reicht bis zur Mitte des Fesselgelenks, auf Grund des längeren Metatarsus gibt es eine zusätzliche Zone an der Beckengliedmaße: wobei Zone 4A, B, C anatomisch der Zone 3A, B, C der Vordergliedmaße entspricht. F1 = proximales Fesselbein, F2 = mittleres Fesselbein, F3 = distales Fesselbein, KG = Kron gelenk, K2 = mittleres Kronbein. | *Ultrasound zones in the metacarpal region according to Genovese et al. (1986) and in the digital region according to Scharner (1998) reduced to the anatomical region of the digital flexor tendon sheath; level 1 = proximal to proximal sesamoid bones, level 2 = level of proximal sesamoid bones, level 3 = distal to sesamoid bones, level 4 = pastern; 3A = starts 16 cm distal to the base of the accessory carpal bone and extends to 4 cm distally, 3B = starts below 3A and extends approximately 4 cm distally, 3C = starts below 3B and extends distally to the middle of the metacarpophalangeal joint. Due to the relatively longer metatarsus, an additional zone is allocated to the hindlimb, zone 4A, B, C is equal to the anatomic structures of zone 3A, B, C at the forelimb. F1 = proximal of P1, F2 = middle of P1, F3 = distal of P1, KG = proximal interphalangeal joint, K2 = middle of P2.*

Schallkopfpositionen gewählt, die sich lateral und medial von Schallkopfposition A befanden und als Schallkopfposition B zusammengefasst wurden (Abb. 2).

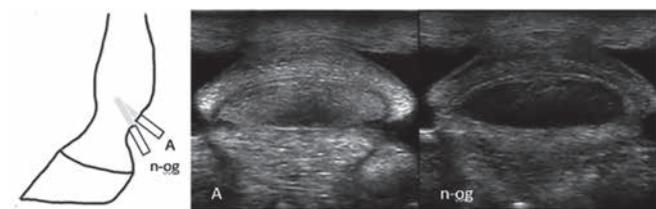
Eine weitere Variation für jede Lokalisation bestand in der Änderung des Anschallwinkels in Form einer nicht-orthogonalen Untersuchung (Schallkopfposition n-og, Abb. 3).

Daraus ergaben sich für die MF an der belasteten und entlasteten Gliedmaße, also in zwei Lokalisationen, die jeweils mit drei Schallkopfpositionen untersucht wurden, sechs Bilder. Die TBS wurde an der belasteten Gliedmaße in vier Lokalisationen mit je drei Schallkopfpositionen untersucht (12 Bilder).

Die Gradeinteilung/Graduierung der Schäden erfolgte nach einem selbst entwickelten Schema (siehe Tab. 1). Zur Einteilung der TBS-Schäden wurde die Querschnittsfläche der gesamten TBS sowie ebenfalls im Bereich des Schadens durch Umfahren



**Abb. 2** Transversales Ultraschallbild mit Darstellung der Schallkopfpositionen an Lokalisation 3 (Zone F1 nach Scharner 1998): A = orthogonal palmar/plantar transversal und B = orthogonal seitlich (lateral und medial) transversal. 1 = oberflächliche Beugesehne, 2 = tiefe Beugesehne, 3 = gerades Gleichbeinband, 4 = schräge Gleichbeinbänder, 5 = Fesselbein. | *Positions of the ultrasonographic probe at level 3 (zone F1, Scharner 1998): position A = orthogonal palmar/plantar transversal and B = orthogonal sideways (lateral and medial) transversal. 1 = superficial digital flexor tendon, 2 = deep digital flexor tendon, 3 = straight sesamoidean ligament, 4 = oblique sesamoidean ligament, 5 = proximal phalanx.*



**Abb. 3** Schematische Darstellung der Schallkopfposition A und n-og, Winkeländerung des Schallkopfes bei Position n-og am Beispiel der Lokalisation 3 (Zone F1, Scharner 1998), A = Ultraschallbild der Schallkopfposition A orthogonal transversal, n-og = Ultraschallbild der Schallkopfposition n-og gekippt. | *Position A and n-og, changing the angle of the ultrasonographic probe in position n-og at level 3 (zone F1, Scharner 1998) A = orthogonal transversal probe, n-og = off incidence probe position.*

mit Hilfe der Bildverarbeitungssoftware easyIMAGE (Fa. VetZ, Isernhagen, Deutschland) vermessen. Anschließend wurde der prozentuale Anteil des Schadens an der Gesamtquerschnittsfläche berechnet. Ferner wurde die Anzahl der Lokalisationen, in denen ein Schaden diagnostiziert werden konnte, addiert, um die Länge des Schadens zu bestimmen. Schäden der MF wurden in nicht-vollständige und vollständige Rupturen, jeweils medial bzw. lateral eingeteilt. Dadurch wurde vor allem bei Pferden, bei denen sowohl ein TBS- als auch ein MF-Schaden diagnostiziert wurde, differenziert, welcher der beiden Schäden gravierender war und somit in die Studie einbezogen wurde.

*Tendovaginoskopie*

Die Auswertung der Tendovaginoskopie erfolgte anhand der Operationsberichte sowie der Videodokumentation. Die Tendovaginoskopie wurde mit einem Standard Arthroskop, Durchmesser 4 mm, 30° Optik (Olympus, Hamburg, Deutschland), wie durch Nixon (1990) beschrieben, durchgeführt. Alle Pferde wurden in Seitenlage gelagert. Bei einer ultrasonographisch verdächtigten Randläsion der TBS wurde die betroffene Gliedmaße so gelagert, dass die Läsion oben war. Bei einer verdächtigten Ruptur der MF wurde die Gliedmaße so gelagert, dass die rupturierte Seite unten lag. Der Standardzugang wurde unmittelbar distal der Gleichbeinbasis 3–6 mm palmar/plantar des Gefäßnervenbündels (proximaler Seitenblindsack) und der Instrumentenzugang wurde in der proximalen Aussackung der GFBS, unmittelbar proximal des Fesselringbandes (proximaler Endblindsack) jeweils am oberliegenden Aspekt der Gliedmaße

angelegt (Nixon 1990). Bei einer Randläsion der TBS erfolgte dies auf der Seite der Läsion und bei einer Ruptur der MF auf der nicht rupturierten Seite. Gegebenenfalls mussten weitere Zugänge ergänzt werden. Diese wurden je nach Lage und Ausmaß des Schadens geringgradig dorsal, palmar/plantar, distal oder proximal des ursprünglichen Instrumentenzugangs angelegt. In einigen Fällen konnte bei einer nicht vollständigen Ruptur der MF das Instrument von der oberliegenden Seite nicht parallel zur OBS ausgerichtet werden, um die verbleibenden Anheftungen der MF von der OBS zu trennen. In diesen Fällen wurde ein weiterer Zugang auf der Seite der MF-Teilruptur gelegt.

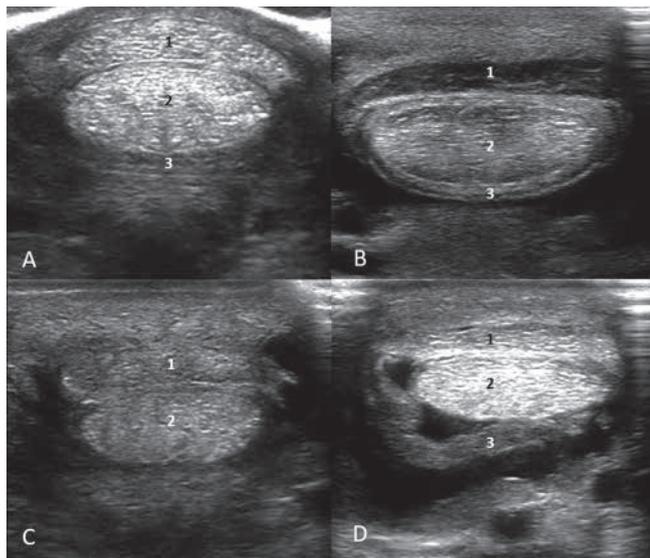
Die im Rahmen der Auswertung aus dem vorhandenen Bildmaterial gewählten Lokalisationen entsprachen den Ebenen bzw. Zonen der Ultrasonographie (Abb. 1). Dies ermöglichte es, die durch Ultrasonographie diagnostizierten Schäden mit den endoskopischen Befunden an den entsprechenden Lokalisationen zu vergleichen.

Zur Erfassung der Schäden wurde eine Einteilung in „Randdefekt lateral/medial“, „vollständige Ruptur der MF lateral/medial“, „nicht vollständige Ruptur der MF lateral/medial“ und Untersuchungen „ohne Besonderheit“ an diesen Strukturen vorgenommen.

Für die Bestimmung der Sensitivität und Spezifität wurden die Befunde auf folgende Kategorien reduziert: „Randdefekt der TBS“, „Schaden der MF“ und „kein Defekt dieser Strukturen“.

*Statistik*

Die erhobenen Daten wurden mit Hilfe von Microsoft Excel® (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) erfasst und deskriptiv ausgewertet. Pro Lokalisation wurde für jede Schallkopfposition eine Vierfeldertafel erstellt und mit Hilfe der



**Abb. 4** Transversale Ultraschallbilder der Lokalisation 1 mit Schallkopfposition A; (A) intakte proximale Manica flexoria (MF) an der stehenden Gliedmaße; (B) intakte MF an der aufgehobenen Gliedmaße; (C) vollständige Ruptur der MF an der stehenden Gliedmaße – hier ist die MF nicht darstellbar; (D) vollständige Ruptur der MF an der aufgehobenen Gliedmaße – medial vollständige Ruptur mit aufgerolltem MF-Gewebe lateral gut darstellbar. 1 = oberflächliche Beugesehne, 2 = tiefe Beugesehne, 3 = proximale Manica flexoria. | *Normal ultrasonographic appearance of the proximal Manica flexoria (MF) in the weight bearing (A) and non-weight bearing limb (B) complete tear of the MF in the weight bearing (MF not depictable) (C) and non-weight bearing limb – complete tear of the MF medial, ruptured tissue is coiled (D). 1 = superficial digital flexor tendon, 2 = deep digital flexor tendon, 3 = proximal MF.*

**Tab. 1** Gradeinteilung von Schäden der Tiefen Beugesehne im Bereich der Fesselbeugesehnenscheide | *Scale of lesions to the deep digital flexor tendon*

Grad	Tiefe Beugesehne (TBS)	
	Ultrasonographie	Endoskopie
0	Ohne besonderen Befund	Ohne besonderen Befund
1	≤ 2 Lokalisationen und ≤ 5 % des Querschnitts der TBS	≤ 2 Lokalisationen und oberflächlich
2	≤ 2 Lokalisationen und ≤ 10 % des Querschnitts der TBS	≤ 2 Lokalisationen und oberflächlich bis tief
3	> 2 Lokalisationen und > 10 % des Querschnitts der TBS	> 2 Lokalisationen und tief

Lokalisationen: Lokalisation 1 = Bereich proximal der Gleichbeine, Lokalisation 2 = Höhe der Gleichbeine, Lokalisation 3 = distal der Gleichbeine und Lokalisation 4 = Fesselbeuge  
 Oberflächlich: Peritendineum und Sehngewebe sind oberflächlich beschädigt, der Schaden kann nicht mittels Tasthaken bis in die Tiefe des Sehngewebes erfasst werden  
 Tief: Der Schaden kann bis in die Tiefe des Sehngewebes mittels Tasthaken erfasst werden  
*level 1 = proximal to proximal sesamoid bones, level 2 = level of proximal sesamoid bones, level 3 = distal to sesamoid bones, level 4 = pastern*  
*Superficial: the tendon lesion is superficial and it is not possible to explore the lesion with the probe*  
*Deep: Probe can be easily moved forward deep into the lesion*

Statistiksoftware GraphPad Prism 9 (Fa. GraphPad Software, Inc., California, USA) ausgewertet und durch den Fischer-Yates-Test etabliert. Ein Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  wurde angewandt. Mit Hilfe der endoskopischen Untersuchung als Kontrolle der Ultrasonographie wurde die Sensitivität und die Spezifität für die einzelnen Kombinationen aus Lokalisation und Schallkopfposition ermittelt. Die Sensitivität zeigt die Fähigkeit eines diagnostischen Tests den Anteil an tatsächlichen Erkrankten im Untersuchungspool zu erkennen. Sie definiert sich als der Quotient aus der Anzahl Erkrankter mit einem positiven Test und der Gesamtzahl der Kranken. Die Spezifität zeigt die Fähigkeit eines diagnostischen Tests den Anteil an tatsächlich Gesunden im Untersuchungspool zu erkennen. Sie definiert sich als der Quotient aus der Anzahl der richtig negativ Getesteten und der Gesamtzahl der Gesunden (Pschyrembel 2020). Darüber hinaus wurden Konfidenzintervalle mit dem Konfidenzniveau von 95% bestimmt.

Bei Pferden, die sowohl einen TBS- als auch einen MF-Schaden aufwiesen, wurde nur der Schaden mit dem höheren Score-Wert (Tab. 1) in die Studie einbezogen. Die Gradeinteilung/Graduierung wurde eigens für diese Studie entwickelt.

### Ergebnisse

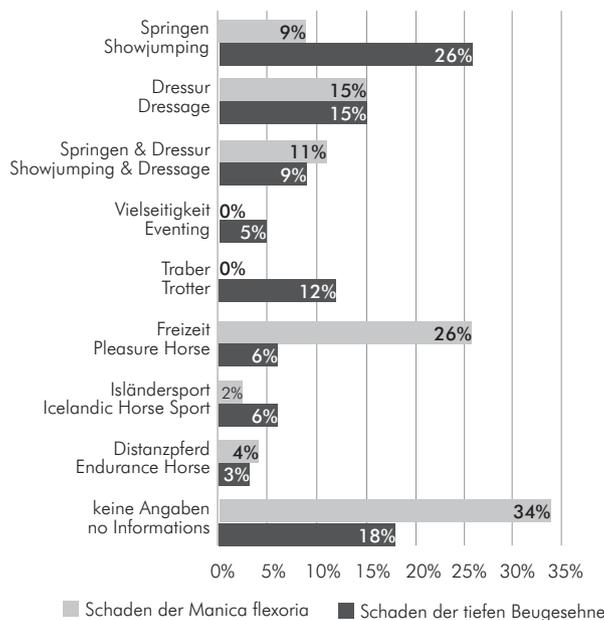
Den Einschlusskriterien entsprachen 146 Pferde verschiedener Rassen (Tab 4). Einbezogen wurden 62 Stuten (43%), 72 Wallache (49%) und 12 Hengste (8%) in der Altersverteilung von 2 bis 23 Jahren (Durchschnittsalter  $11 \pm 4$  Jahre). Mit einem prozentualen Anteil von 76% war der Großteil der Pferde mit TBS-Schaden zwischen 6 und 15 Jahren alt. Unter 6 Jahren waren 13%, über 15 Jahren 12% der Pferde mit dieser Sehnenläsion. Pferde mit einem Schaden der MF waren zu 32% 6 bis 10 Jahre alt, 51% der Pferde waren zwischen 11

und 15 Jahre alt und 17% waren über 15 Jahre alt. Keines der Pferde mit MF-Schaden war jünger als 6 Jahre.

Die Häufigkeit von TBS- und MF-Schäden variierte in Abhängigkeit von der Rassezugehörigkeit der Pferde (Tab. 4).

Abb. 5 zeigt die Korrelation von Schäden der TBS und der MF mit der Nutzung der Pferde.

Aus den Befunden der Tendovagoskopie geht hervor, dass 72 Vordergliedmaßen und 74 Hintergliedmaßen betroffen



**Abb. 5** Korrelation von Schäden der tiefen Beugesehne und der Manica flexoria mit der Nutzung. | Correlation of lesions of the deep digital flexor tendon and the Manica flexoria with the use.

**Tab. 2** Darstellung der Häufigkeit erhobener ultrasonographischer und tendovagoskopischer Befunde und deren Übereinstimmung bezogen auf Schäden der Manica flexoria (MF), der Tiefen Beugesehne (TBS) und Pferde ohne besonderen Befund der MF und TBS ( $n_{\text{gesamt}} = 146$ ) | *Accordance between ultrasound and endoscopy with declaration of frequencies in percent and absolute numbers for manica flexoria (MF) and deep digital flexor tendon (DDFT) lesions or horses without a lesion of the MF and DDFT*

Lokalisation eines Defektes	Häufigkeit Befund aus Endoskopie Absolute Zahlen	Häufigkeit Befund aus Endoskopie in %	Übereinstimmung von Sonographie und Endoskopie % ( $n_{\text{Sonographie}}/n_{\text{Endoskopie}}$ )
1. Tiefe Beugesehne (TBS)	78/146	53%	83% (65/78)
1.1 Randdefekt lateral TBS	71/78	91%	83% (59/71)
1.2 Randdefekt medial TBS	6/78	8%	83% (5/6)
1.3 Randdefekt beidseits	1/78	1%	100% (1/1)
2. Manica Flexoria (MF)	47/146	32%	81% (38/47)
2.1 Vollständige Ruptur der MF	32/47	68%	91% (29/32)
2.1.1 Vollständige Ruptur der MF medial	30/32	94%	90% (27/30)
2.1.2 Vollständige Ruptur der MF lateral	2/32	6%	100% (2/2)
2.2 Nicht vollständige Ruptur der MF	15/47	32%	60% (9/15)
2.2.1 Nicht vollständige Ruptur der MF medial	10/15	67%	50% (5/10)
2.2.2 Nicht vollständige Ruptur der MF lateral	5/15	33%	80% (4/5)
3. Ohne besonderen Befund der TBS/MF	21/146	13%	86% (18/21)

waren, wobei Schäden der MF zu 91 % (43/47) an der Beckengliedmaße und zu 9 % (4/47) an der Schultergliedmaße auftraten. Schäden der TBS wurden zu 77 % (60/78) am Vorderbein und zu 23 % (18/78) am Hinterbein ermittelt. Schäden der TBS befanden sich zu 16 % im Bereich der Lokalisation 1, zu 29 % im Bereich der Lokalisation 2, zu 32 % im Bereich der Lokalisation 3 und zu 24 % im Bereich der Lokalisation 4.

Bei 23 % der untersuchten Pferde wurde keine Lahmheit festgestellt, bei 33 % eine Lahmheit Grad 1, bei 35 % eine Lahmheit Grad 2, bei 10 % eine Lahmheit Grad 3 und bei keinem der Pferde eine Lahmheit Grad 4 oder 5.

Lahmfreie Pferde wiesen zu 73 % einen TBS-, zu 18 % einen MF- und zu 9 % keinen Schaden auf. Eine vermehrte Füllung der GFBS trat bei 97 % der lahmfreien Pferde auf. Pferde mit Lahmheitsgrad 1 hatten zu 54 % TBS-Schäden, zu 31 %

MF-Schäden und zu 15 % keinen besonderen Befund an diesen Strukturen. Bei Vorliegen eines Lahmheitsgrades 2 wurde zu 45 % ein TBS-Schaden, zu 35 % ein MF-Schaden und zu 20 % kein Schaden nachgewiesen. Bei 36 % der Pferde mit Lahmheitsgrad 3 wurde ein TBS-Schaden, bei 57 % ein MF-Schaden und bei 7 % kein besonderer Befund an der MF oder der TBS diagnostiziert. Bei Pferden mit einem MF-Schaden trat häufiger eine Lahmheit (87 %) auf, als bei denen mit einem TBS-Schaden (69 %).

Pferde mit einer vollständigen Ruptur der MF (Grad 2) zeigten zu 47 % Lahmheitsgrad 1 und zu 31 % Lahmheitsgrad 2, 16 % dieser Pferde waren lahmfrei und 6 % zeigten Lahmheitsgrad 3.

Eine Schwellung bzw. eine vermehrte Füllung der GFBS trat bei 97 % der Pferde auf. Die verbliebenen 3 % wurden auf Grund des Vorberichts und des Verlaufs der Lahmheitsdiag-

**Tab. 3** Sensitivität und Spezifität der Befunde an den jeweiligen Lokalisationen mit den verschiedenen Schallkopfpositionen für Schäden der tiefen Beugesehne und der proximalen Manica flexoria | *Sensitivity and specificity of the lesions at the position of the probe for the deep digital flexor tendon and the proximal manica flexoria*

Lokalisation – Schallkopfposition	Befunde									
	Tiefe Beugesehne					Manica flexoria				
	Sensitivität (%)	95 % KI	Spezifität (%)	95 % KI	p <	Sensitivität (%)	95 % KI	Spezifität (%)	95 % KI	p <
Bereich proximal der Gleichbeine – A	52	35–68	98	91–100	0,0001	32	20–46	98	91–100	0,0001
Bereich proximal der Gleichbeine – B	40	23–59	98	87–100	0,0002	14	6–31	98	87–100	0,1511**
Bereich proximal der Gleichbeine – n–og	25	12–45	100	91–100	0,0016	49	35–63	100	91–100	0,0001
Bereich proximal der Gleichbeine, aufgehobene Gliedmaße – A	–	–	–	–	–	76	61–86	97	85–100	0,0001
Bereich proximal der Gleichbeine, aufgehobene Gliedmaße – B	–	–	–	–	–	93	81–98	91	72–98	0,0001
Bereich proximal der Gleichbeine, aufgehobene Gliedmaße – n–og	–	–	–	–	–	77	57–90*	100	65–100*	0,0005
Höhe der Gleichbeine – A	48	35–61	97	90–99	0,0001	–	–	–	–	–
Höhe der Gleichbeine – B	69	55–80	98	90–100	0,0001	–	–	–	–	–
Höhe der Gleichbeine – n–og	41	23–61	100	89–100	0,0002	–	–	–	–	–
Bereich distal der Gleichbeine – A	67	53–80	93	78–99	0,0001	–	–	–	–	–
Bereich distal der Gleichbeine – B	82	70–89	90	79–96	0,0001	–	–	–	–	–
Bereich distal der Gleichbeine – n–og	42	24–61	100	74–100	0,0146	–	–	–	–	–
Fesselbeuge – A	88	75–94	81	70–89	0,0001	–	–	–	–	–
Fesselbeuge – B	79	57–91	78	55–91	0,0009	–	–	–	–	–
Fesselbeuge – n–og	58	32–81*	89	57–99*	0,0669**	–	–	–	–	–

KI = Konfidenzintervall; p = Signifikanzniveau; \*Zellenbesetzung gering; \*\*keine signifikanten Ergebnisse; – = keine Bestimmung der Sensitivität und Spezifität in diesem Bereich | *KI = confidence interval; p = significance level; \*cell occupation small; \*\*no significant results; – = no determination of sensitivity and specificity in this localization*

nostischen Untersuchung im Bereich der GFBSS untersucht. Die Beugeprobe der Zehe fiel bei 83% der Pferde positiv aus. Dabei war die Beugeprobe bei 96% der Pferde mit einem MF-Schaden, bei 74% der Pferde mit TBS-Schaden und bei 86% der Pferde ohne besonderen Befund positiv. Ein Beugeschmerz trat bei 19% der untersuchten Pferde auf, wovon bei 32% der Pferde ein MF-Schaden diagnostiziert wurde. Insgesamt wurden bei 8% (n = 11) der Pferde Leitungsanästhesien durchgeführt. Bei 4% der Pferde wurde eine Anästhesie der Palmar- bzw. Plantarnerven auf Höhe des Fesselkopfes (mittlere Palmar/Plantarnerven-anästhesie, MPA) durchgeführt, die bei einem Drittel der Pferde positiv war. Bei 5% aller untersuchten Pferde war dies eine tiefe 4-Punkt-Anästhesie, die bei 88% der Pferde positiv ausfiel. Bei 3% wurde eine hohe 4-Punkt-Anästhesie durchgeführt, wobei diese immer positiv ausfiel. Die Fesselbeugesehnnenscheide wurde bei 27% aller Patienten (40/146) anästhesiert. Diese war bei 98% der Pferde positiv. Eine Fesselgelenksanästhesie wurde bei 4% aller Patienten durchgeführt und war bei allen Patienten negativ. Bei 6% (n = 9) aller Pferde wurde die intrasynoviale Anästhesie an die Leitungsanästhesie angeschlossen nachdem die Wirkung des Lokalanästhetikums abgeklungen war.

#### Ultrasonographische Beurteilung der proximalen Manica flexoria

Zur Bestimmung der Sensitivität und der Spezifität wurden vollständige und unvollständige Rupturen der MF zusammengefasst. Bei der ultrasonographischen Untersuchung der MF wurden Unterschiede zwischen den Untersuchungen an der aufgehobenen Gliedmaße und jenen an der stehenden Gliedmaße festgestellt (Tab. 3).

Es wurde eine deutliche Verbesserung der Sensitivität aller drei Positionen bei der Beurteilung der MF im Ultraschallbild durch das Anheben der Gliedmaße erreicht. Dies bezieht sich sowohl auf die orthogonal palmare/plantare Ausrichtung A (Verbesserung von 32% auf 76%), als auch auf die orthogonal seitliche

Anschallposition B (Verbesserung von 14% auf 93%) und das Kippen des Schallkopfes n-og (von 49% auf 77%). Die Spezifität war für alle Positionen hoch und variierte leicht.

#### Ultrasonographische Beurteilung der tiefen Beugesehne

Die seitliche Positionierung B oder das Anwinkeln des Schallkopfes n-og erzielten in Lokalisation 1 bei der Beurteilung von Randläsionen keine Verbesserung des Ergebnisses. In Lokalisationen 2 und 3 wurden geringe Verbesserungen durch die seitliche Anschallposition erreicht (von 48% auf 69% sowie von 67% auf 82%). In Lokalisation 4 wurde keine Verbesserung festgestellt.

#### Tendovaginoskopie

In dem untersuchten Patientenpool von 146 Pferden wurde tendovaginoskopisch bei 32% ein Schaden der MF, bei 53% eine Randläsion der TBS und bei 15% der Pferde kein besonderer Befund nach den o.g. Kriterien diagnostiziert (Tab. 2).

Bei 5% der 146 Pferde wurde sowohl ein Schaden der MF als auch der TBS in der Tendovaginoskopie festgestellt. Die Schäden der TBS traten zu 91% an deren lateralen Rand und zu 8% an deren medialen Rand auf. Bei einem Prozent der Patienten zeigten sich laterale und mediale Schäden. Von den Schäden der MF konnten 68% einer vollständigen Ruptur zugeordnet werden, wovon wiederum 94% medial und 6% lateral rupturiert waren. Die restlichen 32% stellten nicht vollständige Rupturen der MF dar, von denen 67% medial und 33% lateral auftraten (Tab. 2).

#### Diskussion

Für die ultrasonographische Feststellung von MF-Schäden wurde in dieser Studie durch die Ultrasonographie an der

**Tab. 4** Rasseverteilung der untersuchten Pferde, sowie Auftreten von Schäden der tiefen Beugesehne, der Manica flexoria und keinem besonderen Befund in Rasseabhängigkeit | *Breed distribution and lesions of the deep digital flexor tendon, the Manica flexoria and no lesions depending on the breed*

Rasse	Verteilung	Schäden der tiefen Beugesehne (n)	Schäden der Manica flexoria (n)	Ohne besonderen Befund (n)
Warmblut	50% (n = 73)	46	16	11
Islandpferd	13% (n = 19)	8	7	4
Pony	16% (n = 23)	7	11	5
Vollblut	4% (n = 6)	4	2	0
Haflinger	2% (n = 3)	0	3	0
Traber	7% (n = 10)	9	0	1
P.R.E.	4% (n = 6)	2	4	0
Andalusier	1% (n = 1)	0	1	0
Freiberger	1% (n = 1)	0	1	0
Norweger	1% (n = 1)	1	0	0
Tennessee Walker	1% (n = 1)	1	0	0
Tinker	1% (n = 2)	0	2	0

aufgehobenen Gliedmaße eine deutliche Verbesserung der Sensitivitäten und Spezifitäten im Vergleich zu bisherigen Literaturangaben festgestellt.

Darüber hinaus wurde durch die differenzierte Betrachtung verschiedener Schallkopfpositionen erarbeitet, in welchem Bereich der GFBS mit welcher Schallkopfposition die höchste Sensitivität und Spezifität für eine Randläsion der TBS erreicht werden kann.

Im Bereich direkt proximal der Gleichbeine (Lokalisation 1) stellte an der stehenden Gliedmaße die Schallkopfposition n-og die sicherste Methode zur Erkennung von Schäden der MF dar. Dabei wurde ein Schaden der MF zu 49% (Sensitivität) und eine intakte MF zu 100% (Spezifität) korrekt erkannt. Die Schallkopfposition n-og wird in der Literatur als „off-beam“ (Werpy et al. 2013) oder „angel-contrast ultrasound technique, ACUST“ („Winkel-Kontrast-Ultraschall-Technik“) beschrieben (Denoix und Bertoni 2015). Der Ultraschallkopf wird dabei weniger als 5 mm von der ursprünglichen Position nach distal geschoben und dann leicht nach distal angewinkelt. Die Anwendung dieser Technik im equinen Sehnenbereich wurde für die Untersuchung des Fesselträgers beschrieben (Werpy et al. 2013, Denoix und Bertoni 2015). Sie stellt eigentlich einen Artefakt in der Ultraschalldiagnostik dar (off-incidence-artifact) (Palgrave und Kidd 2014), welcher diagnostisch genutzt werden kann. Bisher wurde die Diagnostik von MF-Schäden mittels Ultrasonographie mit einer geringen Erfolgsquote belegt (Smith und Wright 2010, Findley et al. 2012, Diekstatt et al. 2019). So wurde bei der Diagnose eines MF-Schadens nur eine Sensitivität von 38%, jedoch eine mit den o.g. Ergebnissen vergleichbare Spezifität von 92% verzeichnet. In einer aktuelleren Studie wurde mit 64,5% eine höhere Sensitivität ermittelt. Allerdings erfolgte in dieser Studie keine erneute verblindete Beurteilung der Bilder. Die Spezifität für einen MF-Schaden war auch hier mit 94% hoch (Thünker et al. 2019).

Um die Untersuchung der MF an der stehenden Gliedmaße zu optimieren, zeigt die vorliegende Studie, dass die nicht-orthogonale Anschallposition einen deutlichen Mehrwert besitzt. So wurde damit eine Sensitivität im bereits beschriebenen Bereich und für die Spezifität sogar darüber liegende Werte erreicht. Daher wird empfohlen, diese Technik auch für den Bereich der GFBS standardmäßig anzuwenden.

An der aufgehobenen Gliedmaße wurde durch die Schallkopfposition n-og zu 100% eine intakte MF als solche erkannt (Spezifität). Die seitlich orthogonale Schallkopfposition stellte an der aufgehobenen Gliedmaße mit einer Sensitivität von 93% die sicherste Methode dar, einen MF-Schaden als solchen zu diagnostizieren und war mit einer Sensitivität von 49% weitaus zuverlässiger, als die an der stehenden Gliedmaße durchgeführte Technik. Allerdings erreichten auch die orthogonale Anschallposition A (76%) und die nicht-orthogonale Anschallposition (77%) hohe Werte für die Sensitivität bei der Detektion eines MF-Schadens. Die Methode der dynamischen, ultronographischen Untersuchung an der aufgehobenen Gliedmaße (DiGiovanni et al. 2016), mit einem Hauptaugenmerk auf der Diagnostik der MF, wurde durch Garcia da Fonseca et al. (2019) anhand einer retrospektiven Studie mit sieben Pferden beschrieben. Durch diese Methode sollen die Ränder der MF, Asymmetrien der MF, abnormale

Verschiebungen der OBS und Hypoechogenitäten des rupturierten Anteils der MF sowie Flüssigkeitsansammlungen zwischen MF und TBS einfacher darstellbar sein und eine sichere Diagnostik gewährleistet werden. Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen bestätigen, dass die bisher beschriebene niedrige Sensitivität der Sonographie durch die lediglich an der stehenden Gliedmaße durchgeführten Untersuchungen der MF in vorangegangenen Arbeiten verursacht wurde. Somit sollte in Zukunft die Untersuchung an der aufgehobenen Gliedmaße bei der ultronographischen Untersuchung der GFBS stets ergänzt werden, um eine möglichst hohe Sensitivität für die Feststellung von MF-Schäden zu erreichen.

Die Spezifität hingegen hängt nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung nicht maßgeblich davon ab, ob die Gliedmaße stehend oder aufgehoben untersucht wurde, sondern stärker von der Positionierung des Ultraschallkopfes. So ist davon auszugehen, dass durch die Ergänzung der Schallkopfposition n-og bei der ultronographischen Untersuchung der MF die nicht erkrankten Sehnenstrukturen am sichersten als solche identifiziert werden können.

Die Diagnostik durch Kontrastmittelröntgen der GFBS wurde nicht angewendet, da die meisten Pferde dieser Studie nicht mithilfe intrasynovialer Anästhesien untersucht wurden und die Technik zum Zeitpunkt der Untersuchungen noch nicht als Routinediagnostikum etabliert war. Durch die Kontrastmittelradiographie kann vor allem die Diagnostik der MF-Schäden verbessert werden, eine Ultraschalluntersuchung sollte dennoch ergänzend durchgeführt werden (Fiske-Jackson et al. 2013, Kent et al. 2019).

Die vorliegende Studie belegt, dass vor allem eine intakte MF durch die ultronographische Untersuchung als solche diagnostiziert werden kann und damit eine wertvolle Erstuntersuchungsmaßnahme vor der invasiveren Kontrastmitteluntersuchung darstellt.

Randläsionen der TBS wurden in dieser Studie am häufigsten (32%) direkt distal des Sporns und auf Höhe der Gleichbeine (29%) diagnostiziert. Da in der bisherigen Literatur keine Unterteilung des gesamten Bereiches der GFBS vorgenommen wurde bzw. die Fesselbeuge lediglich in 4 Ebenen gegliedert wurde (Coudry und Denoix 2013), kann geschlossen werden, dass ein Großteil der Randläsionen der TBS im genannten Bereich auftreten und dieser somit besonders eingehend untersucht werden sollte.

Durch die Evaluation verschiedener Anschallpositionen wurde in dieser Studie gezeigt, dass im Bereich der Gleichbeine und direkt distal von ihnen durch die seitliche Verschiebung des Schallkopfes nach medial und lateral ein TBS-Schaden deutlich sicherer als ein solcher diagnostiziert wird, als allein durch die orthogonale, palmare Schallkopfposition. Vorangegangene Studien haben bereits gezeigt, dass zur genaueren Untersuchung der TBS der Ultraschallkopf nach lateral und medial verschoben werden sollte (Dyson und Denoix 1995). Auf diese Weise soll eine vollständige und separate Untersuchung der Ränder der TBS im Bereich der Fesselbeuge ermöglicht und Fehldiagnosen vorgebeugt werden, die zum Beispiel durch Kantenartefakte verursacht werden können (Dyson und Denoix 1995, Edinger et al. 2005, Seignour et al. 2011).

Aufgrund des festgestellten Verteilungsmusters der RandleSIONen innerhalb der GFBSS ergibt sich die Empfehlung, den gesamten Bereich der GFBSS eingehend zu untersuchen, um eine möglichst hohe Sensitivität bei der ultrasonographischen Untersuchung von TBS-Schäden zu erzielen. Dabei ist die zusätzliche Integration der orthogonalen und der seitlich orthogonalen Schallkopfposition im Bereich der proximalen und distalen Gleichbeine von herausragender Bedeutung.

In der aktuellen Studie lag die Sensitivität für die Detektion eines Schadens der TBS innerhalb der GFBSS zwischen 25 und 88%. Dabei schwankten die Werte sowohl abhängig von der Lokalisation als auch von der Schallkopfposition.

In der Literatur wurden für den Nachweis von Schäden der TBS mittels Ultrasonographie Sensitivitäten von 63 bis 90,5% angegeben (Edinger et al. 2005, Smith und Wright 2010, Arensburg et al. 2011, Thünker et al. 2019). In diesen Studien wurden die Werte jedoch weder durch Lokalisationen noch durch Schallkopfpositionen weiter differenziert. Somit zeigt die vorliegende Studie, dass durch die Kombination der orthogonalen und seitlich orthogonalen Schallkopfposition in der entsprechenden Lokalisation Sensitivitäten im bereits beschriebenen Bereich erreicht wurden, die Schallkopfposition n-og allerdings keine Verbesserung der Sensitivität brachte.

Zur Bestimmung der Spezifität stellte die Schallkopfposition n-og an allen Lokalisationen die sicherste Methode dar, wobei 100% Spezifität in Lokalisation 1, 2 und 3 erreicht wurde und 89% lediglich in der distalsten Position 4. Bisher wurden Werte für die Spezifität von ultrasonographisch diagnostizierten Schäden der TBS mit 53,8 bis 82,4% beschrieben (Edinger et al. 2005, Smith und Wright 2010, Arensburg et al. 2011, Thünker et al. 2019). Somit lagen die Werte der Spezifität in der vorliegenden Studie deutlich über den bisher erfassten Ergebnissen in diesem Zusammenhang. Daraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Schallkopfposition n-og ähnlich wie bei der Untersuchung der MF, auch bei der ultrasonographischen Diagnostik der TBS dafür geeignet ist, die Spezifität zu optimieren.

Bei acht Pferden aus dem untersuchten Patientengut wurde sowohl eine RandleSION der TBS, als auch eine Ruptur der MF diagnostiziert. Bei allen Pferden wurde eine nicht validierte Gradeinteilung (Tab. 1) angewendet, die für diese Studie entwickelt wurde. Bei dieser Einteilung wurde ein in der Tendovaginoskopie aufgrund seiner Ausdehnung – und zwar unabhängig von der betroffenen Struktur – als schwerwiegend eingestuft Befund mit in die Auswertung einbezogen. Mit Hilfe dieser visuellen Graduierung kann jedoch nicht sicher festgestellt werden, welcher Befund tatsächlich die klinischen bzw. die schwerwiegenden Symptome herbeigeführt hat.

Eine Einschränkung des Vergleiches der Ultrasonographie mit der Tendovaginoskopie bestand darin, dass bei der verwendeten Vorgehensweise der Anteil der Sehnenscheide auf der dem Tendovaginoskopiezugang gegenüberliegenden Seite nicht im gleichen Maße einsehbar war, wie der Bereich auf der Seite des Zugangs. Dadurch können eventuell Befunde übersehen worden sein. Eine Visualisierung durch einen lateralen und medialen Zugang lässt sich technisch leichter in Rückenlage umsetzen, wobei diese Lagerung andere Heraus-

forderungen, wie z.B. eine eingeschränkte Möglichkeit die Zehe zu strecken, mit sich bringen kann.

In der vorliegenden Studie zeigten alle untersuchten Pferde eine Lahmheit des Grades 0–3 von 5 (Ross und Dyson 2011) sowie überwiegend eine positive Zehenbeugeprobe. Dies stimmt mit den Ergebnissen von bisher publizierten Fallserien überein (Fortier 2005, Findley et al. 2012, Diekstatt et al. 2019), wobei in der vorliegenden Studie erstmals differenziert herausgearbeitet wurde, dass Pferde mit einem MF-Schaden häufiger eine positive Zehenbeugeprobe (96%) zeigen, als die mit einem TBS-Schaden (74%). Potentiell könnte dies mit einer stärkeren Füllung oder mechanischen Irritation der GFBSS während der Hyperflexion der Zehe bei Pferden mit MF-Rupturen in Zusammenhang stehen.

Mit 23% war der Anteil lahmfreier Pferde relativ hoch. Diese Pferde wurden entweder aufgrund der vermehrten Füllung der GFBSS, die nicht zwangsläufig mit einer Lahmheit einhergehen muss (Dik et al. 1995) oder aufgrund des Vorberichtes untersucht. Die Pferde hatten z.B. im Vorfeld eine geringgradig undeutliche Lahmheit gezeigt, die nach einer Ruhephase zum Zeitpunkt der Untersuchung in der Klinik nicht mehr beurteilbar war. Diese Pferde wurden daraufhin aus diagnostischen Gründen und um der Entwicklung klinisch relevanter Befunde vorzubeugen, tendovaginoskopiert.

Die hohe 4-Punkt-Anästhesie war in dieser Studie in allen Fällen positiv, in denen sie durchgeführt wurde, dies waren allerdings nur 3% der Pferde. Häufiger, nämlich in 27% der Fälle, wurde die Anästhesie der GFBSS angewandt, welche wiederum nahezu immer (98%) positiv war. Dies unterstützt die bisherige Annahme, dass die Anästhesie der GFBSS die Anästhesie mit der höheren Spezifität für Erkrankungen der Strukturen innerhalb der GFBSS ist (Fortier 2005, Fiske-Jackson et al. 2013).

In der vorliegenden Studie traten MF-Schäden mit 91% vor allem an der Hintergliedmaße und TBS-Schäden mit 77% an der Vordergliedmaße auf. Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen vorangegangener Studien (Smith und Wright 2010, Arensburg et al. 2011, Findley et al. 2012, Fiske-Jackson et al. 2013, Diekstatt et al. 2019, Kent et al. 2019) und untermauern somit auch in einer größeren Stichprobenmenge die bisher beschriebene Verteilung der Läsionen.

Auch wenn in der vorliegenden Studie Warmblüter mit einem prozentualen Anteil von 34% am häufigsten von einem MF-Schaden betroffen waren, so zeigten diesen Schaden immerhin 23% der untersuchten Ponies, die somit auch in der vorliegenden Arbeit verhältnismäßig häufig betroffen waren. Außerdem wiesen Pferde schwerer Rassen häufiger einen Schaden der MF (23%) als einen Schaden der TBS (4%) auf. Dies entspricht den Erkenntnissen vorheriger Studien (Diekstatt et al. 2019, Wright und McMahon 1999, Fiske-Jackson et al. 2013). Findley et al. (2017) zeigten, dass sich die Länge des Gewebes der MF von Cobs und Ponyrassen nicht von anderen Rassen unterscheidet, sie allerdings signifikant dünner ist. Dies könnte erklären, warum bei diesen Rassen häufiger eine Ruptur der MF auftritt.

Die vorliegenden Untersuchungen ergaben, dass die Rupturen der MF zu 85% medial und lediglich zu 15% lateral vor-

lagen. In der Literatur wird die Ruptur der MF mit 40 bis 52% medial und mit 17% bis 100% lateral beschrieben (Wright und McMahon 1999, Arensburg et al. 2011, Findley et al. 2012, Diekstatt et al. 2019, Garcia da Fonseca et al. 2019). In einer großangelegten Fallserie von Findley et al. (2012) traten 43% (28/65) der MF-Rupturen medial und 17% (11/65) lateral auf. Bei den restlichen 35% (23/65) konnte der Ursprung der Ruptur nicht dargestellt werden. Somit könnte im Zusammenhang mit der vorliegenden Studie angenommen werden, dass mit zunehmender Fallzahl der Anteil medialer MF-Rupturen steigt.

In der vorliegenden Studie wurden bei 91% der untersuchten Pferde mit TBS-Schaden insbesondere laterale Randläsionen diagnostiziert. Dies bestätigt die in der Literatur beschriebene Aussage, dass Erkrankungen der TBS häufiger am lateralen Rand auftreten (Wright und McMahon 1999, Arensburg et al. 2011). Sowohl Edinger et al. (2005) als auch Coudry und Denoix (2013) kamen zu dem Schluss, dass ultrasonographisch relevante Veränderungen innerhalb des Querschnittes der TBS bei der Tendovaginoskopie nicht sichtbar sind, wenn das Peritendineum nicht beschädigt ist. Dorsale und zentrale Läsionen wurden jedoch beim untersuchten Patientengut weder sonographisch noch tendovaginoskopisch festgestellt, so dass ausschließlich laterale und mediale, longitudinal verlaufende Randläsionen berücksichtigt wurden.

Zusammenfassend zeigt diese Studie, dass die ultrasonographische Untersuchung der proximalen MF an der aufgenommenen Gliedmaße zur sicheren Diagnostik der MF immer durchgeführt werden sollte. Es wird empfohlen, die ultrasonographische Routineuntersuchung durch eine seitliche Schallkopfposition zu ergänzen, um erkrankte Strukturen sicher erfassen zu können. Ferner sollte bei der ultrasonographischen Untersuchung von Randläsionen der TBS vor allem auf Höhe der proximalen Gleichbeine und direkt distal der Gleichbeine die seitlich orthogonale Schallkopfposition für eine verbesserte Diagnostik hinzugezogen werden. Unabhängig von der Lokalisation ist die nicht-orthogonale Schallkopfposition die sicherste Methode, um eine intakte MF und TBS als solche zu erkennen. Diese Schallkopfposition sollte somit ebenfalls standardmäßig mit in die ultrasonographische Untersuchung der GFBSS aufgenommen werden.

## Literatur

- Arensburg L., Wilderjans H., Simon O., Dewulf J., Boussauw B. (2011) Nonseptic tenosynovitis of the digital flexor tendon sheath caused by longitudinal tears in the digital flexor tendons: A retrospective study of 135 tenoscopic procedures: Tenosynovitis caused by longitudinal tears in the digital flexor tendons. *Equine Vet. J.* 43, 660–668; DOI 10.1111/j.2042-3306.2010.00341.x
- Barr A. R. S., Dyson S. J., Barr F. J., O'Brien J. K. (1995) Tendonitis of the deep digital flexor tendon in the distal metacarpal/metatarsal region associated with tenosynovitis of the digital sheath in the horse. *Equine Vet. J.* 27, 348–355; DOI 10.1111/j.2042-3306.1995.tb04069.x
- Coudry V., Denoix J.-M. (2013) Ultrasonographic examination of the palmar aspect of the pastern of the horse: Digital flexor tendons and digital sheath: Ultrasonographic examination: digital flexor tendons and digital sheath. *Equine Vet. Educ.* 25, 196–203; DOI 10.1111/j.2042-3292.2012.00382.x
- Denoix J. M., Crevier N., Azevedo C. (1991) Ultrasound examination of the pastern in horses. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP* 1991, 363–380
- Denoix J. M. (1994) Functional Anatomy of Tendons and Ligaments in the Distal Limbs (Manus and Pes). *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 10, 273–322; DOI 10.1016/S0749-0739(17)30358-9
- Denoix J. M., Bertoni L. (2015) The angle contrast ultrasound technique in the flexed limb improves assessment of proximal suspensory ligament injuries in the equine pelvic limb: ACUST helps assessment of hind proximal suspensory ligament injuries. *Equine Vet. Educ.* 27, 209–217; DOI 10.1111/eve.12303
- Diekstatt M., Rijkenhuizen A. B. M., Gudehus T. (2019) Tenoscopic resection of the manica flexoria in 21 horses using a two portal unilateral technique. *Equine Vet. Educ.* 32; DOI 10.1111/eve.13164
- DiGiovanni D. L., Rademacher N., Riggs L. M., Baumruck R. A., Gaschen L. (2016) Dynamic sonography of the equine metatarso/phalangeal digital flexor tendon sheath: Dynamic Sonography of the Flexor Tendon Sheath. *Vet. Radiol. Ultras.* 57, 621–629; DOI 10.1111/vru.12405
- Dik K. J., Dyson S. J., Vail T. B. (1995) Aseptic Tenosynovitis of the Digital Flexor Tendon Sheath, Fetlock and Pastern Annular Ligament Constriction. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 11, 151–162; DOI 10.1016/S0749-0739(17)30317-6
- Dyson S. J., Denoix J.-M. (1995) Tendon, Tendon Sheath, and Ligament Injuries in the Pastern. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 11, 217–233; DOI 10.1016/S0749-0739(17)30320-6
- Edinger J., Möbius G., Ferguson J. (2005) Comparison of tenoscopic and ultrasonographic methods of examination of the digital flexor tendon sheath in horses. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 18, 209–214; DOI 10.1055/s-0038-1632957
- Findley J. A., De Oliveira F., Bladon B. (2012) Tenoscopic Surgical Treatment of Tears of the Manica Flexoria in 53 Horses: Manica Flexoria Tears in Horses. *Vet. Surg.* 41, 924–930; DOI 10.1111/j.1532-950X.2012.01044.x
- Findley J., Ricci E., Singer E. (2017) An anatomical and histological study of the equine proximal manica flexoria. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 30, 91–98; DOI 10.3415/VCOT-16-01-0016
- Fiske-Jackson A. R., Barker W. H. J., Eliashar E., Foy K., Smith R. K. W. (2013) The use of intrathecal analgesia and contrast radiography as preoperative diagnostic methods for digital flexor tendon sheath pathology: Preoperative diagnostic methods for digital flexor tendon sheath pathology. *Equine Vet. J.* 45, 36–40; DOI 10.1111/j.2042-3306.2012.00573.x
- Fortier L. A. (2005) Indications and techniques for tenoscopic surgery of the digital flexor tendon sheath. *Equine Vet. Educ.* 17, 218–224; DOI 10.1111/j.2042-3292.2005.tb00376.x
- Garcia da Fonseca R. M., Evrard L., Rabba S., Salciccia A., Busoni V. (2019) Dynamic flexion/extension and non-weight bearing ultrasonography is helpful for identifying manica flexoria tears in horses. *Vet. Radiol. Ultras.* 60, 65–74; DOI 10.1111/vru.12675
- Genovese R. L., Rantanen N. W., Hauser M. L., Simpson B. S. (1986) Diagnostic Ultrasonography of Equine Limbs. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 2, 145–226; DOI 10.1016/S0749-0739(17)30738-1
- Gerring E. L., Webbon P. M. (1984) Fetlock annular ligament desmotomy: A report of 24 cases. *Equine Vet. J.* 16, 113–116; DOI 10.1111/j.2042-3306.1984.tb01874.x
- Gonzalez L. M., Schramme M. C., Robertson I. D., Thrall D. E., Redding R. W. (2010) MRI features of metacarpo (tarsophalangeal region lameness in 40 horses: MRI features of MP region lameness in 40 horses. *Vet. Radiol. Ultras.* 51, 404–414; DOI 10.1111/j.1740-8261.2010.01676.x
- Kent A. V., Chesworth M. J., Wells G., Gerdes C., Bladon B. M., Smith R. K. W., Fiske-Jackson A. R. (2019) Improved diagnostic criteria for digital flexor tendon sheath pathology using contrast tenography. *Equine Vet. J.* 52, 205–212; DOI 10.1111/ej.13166

- King J. N., Zubrod C. J., Schneider R. K., Sampson S. N., Roberts G. (2013) MRI findings in 232 horses with lameness localized to the metacarpo (tarso)phalangeal region and without a radiographic diagnosis: MRI Findings in Horses with MCP/MTP Lameness. *Vet. Radiol. Ultras.* 54, 36–47; DOI 10.1111/j.1740-8261.2012.01983.x
- Nixon A. J. (1990) Endoscopy of the digital flexor tendon sheath in horses. *Vet. Surg.* 19, 266–271
- Palgrave K., Kidd J. A. (2014) *Atlas of Equine Ultrasonography*. Wiley Blackwell, Chichester, UK. 1–22
- Pschyrembel (2020) *Pschyrembel Klinisches Wörterbuch*. 268te Auflage. Walter de Gruyter GmbH, 1408–1409
- Redding W. R. (1994) Evaluation of the equine digital flexor tendon sheath using diagnostic ultrasound and contrast radiography. *Vet. Radiol. Ultras.* 35, 42–48; DOI 10.1111/j.1740-8261.1994.tb00176.x
- Reef V. (1998) Musculoskeletal Ultrasonography. In *Equine diagnostic ultrasound*. Saunders, Philadelphia. 39
- Ross M. W. (2011) Movement. In: Ross, M. W., Dyson, S. (Hrsg.) *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2te Auflage. Saunders Elsevier, St. Louis, 71–72
- Scharner D. (1998) Sonographie der palmaren (plantaren) Weichteilgewebe im Bereich der Fesselbeuge des Pferdes 1. Sonoanatomie. *Pferdeheilkunde* 14, 209–218; DOI 10.21836/PEM19980303
- Seignour M., Pasquet H., Coudry V., Denoix J.-M. (2011) Ultrasonographic diagnosis of injuries to the deep digital flexor tendon and associated structures in the equine foot (suprasedamoidean area): Ultrasonographic diagnosis of DDDT. *Equine Vet. Educ.* 23, 369–376; DOI 10.1111/j.2042-3292.2010.00220.x
- Smith M. R. W., Wright I. M. (2010) Noninfected tenosynovitis of the digital flexor tendon sheath: A retrospective analysis of 76 cases. *Equine Vet. J.* 38, 134–141; DOI 10.2746/042516406776563350
- Smith S., Dyson S. J., Murray R. C. (2008) Magnetic resonance imaging of distal sesamoidean ligament injury: Distal Sesamoidean Ligaments. *Vet. Radiol. Ultras.* 49, 516–528; DOI 10.1111/j.1740-8261.2008.00433.x
- Thünker F., Oosterlinck M., Vanderperren K., Marten A. (2019) Long-term results of tenoscopic treatment of lesions in the digital flexor tendon sheath: A retrospective study of fifty horses. *Vlaams Diergeneesk. Tijdschr.* 88, 9–18; Web of Science 000460296900002
- Werpy N. M., Denoix J. M., McIlwraith C. W., Frisbie D. D. (2013) Comparison between standard ultrasonography, angle contrast ultrasonography, and magnetic resonance imaging characteristics of the normal equine proximal suspensory ligament: Angle Contrast Ultrasound of Suspensory Ligament. *Vet. Radiol. Ultras.* 54, 536–547; DOI 10.1111/vru.12051
- Wright I. M., McMahon P. J. (1999) Tenosynovitis associated with longitudinal tears of the digital flexor tendons in horses: A report of 20 cases. *Equine Vet. J.* 31, 12–18; DOI 10.1111/j.2042-3306.1999.tb03785.x