

Passive Haltestrukturen am Hufgelenk des Pferdes

Alexander Schoenberg¹, Alexander Probst¹, Rudolf Macher¹, Eva Polsterer¹, Klaus-Dieter Budras³, Peter Böck² und Horst Erich König¹

Institut für Anatomie¹, Institut für Histologie und Embryologie² der Veterinärmedizinischen Universität Wien und Institut für Veterinär-Anatomie der Freien Universität Berlin³

Zusammenfassung

Insgesamt wurden 17 Pferdezehen von Vordergliedmaßen verwendet, die bei der Adspektion keine pathologischen Veränderungen zeigten. Vier Pferdezehen wurden in sagittaler Richtung in 2,5 mm dicke Schnitte zerlegt und nach der E 12 Methode plastiniert, von weiteren 4 Zehen wurde Material für histologische Untersuchungen entnommen. Zum Zwecke von wissenschaftlichen Zeichnungen wurden von weiteren 8 Zehen makroskopisch-anatomische Präparate angefertigt. An einer Pferdezehe wurde eine Belastungsprobe vorgenommen. Die histologischen Schnitte wurden nach Routinemethoden angefärbt. Der Ansatz des Lig. sesamoideum collaterale am proximalen Rand des Strahlbeins ist auf seiner palmaren Seite von Faserknorpel bedeckt. Am distalen Strahlbeinrand entspringt das Lig. sesamoideum distale impar. Sein osteodesmaler Übergang ist hier durch eine schmale faserknorpelige Zone gekennzeichnet. Das Lig. sesamoideum collaterale in Verbindung mit dem Lig. sesamoideum distale impar wirken wie eine Hängematte, welche die Hufrolle trägt und zusätzlich die Hufbeinaufhängung vervollständigt.

Schlüsselwörter: Pferd, Hufgelenk, Ligamentum sesamoideum collaterale, Ligamentum sesamoideum distale impar, passive Haltestruktur.

Passiv mechanisms for stabilisation of the coffin joint in horses

Specimens of 17 equine front toes, showing no pathologies at all, were examined. Four of these were cut into 2.5 mm thick, sagittal slices and plastinated with the E 12 method. From additional four specimens probes for microscopical examination were sampled. For the purpose of scientific illustrations from eight toes macroscopic-anatomic specimens were prepared. In one specimen a load test was undertaken. The histological slices were colored for routine checkup. The insertion of the collateral sesamoid ligament along the proximal margin of the navicular bone palmar was covered with fibrocartilage. The sesamoid distal impar ligament originated along the distal margin of the navicular bone. Its osteodesmal transition contains an area of fibrocartilage. The collateral sesamoid ligament in connection with the sesamoid distal impar ligament has the function of a hammock, which supports the podotrochlear apparatus and completes the suspensory apparatus of the coffin bone.

Keywords: horse, coffin joint, ligamentum sesamoideum collaterale, ligamentum sesamoideum distale impar, passive mechanism for stabilisation.

Einleitung

Als Zehenspitzenwandler stützt sich das Pferd ausschließlich auf die dritte Zehe und fast nur auf den Tragrund des Hufes, der dem freien Rand des Finger- bzw. Zehennagels beim Menschen entspricht. Dabei tragen die Vordergliedmaßen im Stand 55% des Körpergewichts (Maierl et al. 2001, Frewein et al. 1992). Diese Belastung potenziert sich jedoch beispielsweise beim Landen nach Überwindung eines Hindernisses derart, dass jede Zehenspitze mit einem enormen Gewicht von bis zu ca. 1000 kg belastet werden kann (Buchner 2004).

Bis heute gelten als Tragestrukturen dieser Lasten vor allem Sehnen und Bänder am Fesselgelenk (M. interosseus medius und distale Sesambeinbänder), die gleichzeitig auch das Krongelenk stützen, sowie der Hufbeinträger und die Sehne des tiefen Zehenbeugers. Durch den Hufbeinträger wird das Hufbein aufgehängt und so ohne Belastung der Sohlenfläche in einer Schwebeposition gehalten, die dabei durch die gemeinsame Strecksehne und die tiefe Beugesehne ausbalanciert wird. Der M. flexor digitorum profundus gilt dabei als

aktive Struktur, die vom Lig. accessorium passiv ergänzt wird. Im Hufgelenk müssen allerdings noch zusätzliche Strukturen vorhanden sein, die im Stand und vor allem aber während der Belastung das schwebende Hufgelenk stützen und hängemattenartig den Hufbeinträger unterstützen. Aufgrund ihrer Lage dürfte dafür das Lig. sesamoideum collaterale und das Lig. sesamoideum distale impar zuständig sein. Das Lig. sesamoideum collaterale überträgt bei Zwischenschaltung am Strahlbein die Kraft auf das Lig. sesamoideum distale impar, welches am gesamten Distalrand des Strahlbeins ansetzt. Um seine Wirkung optimal zu entfalten, muss das Seitenband demzufolge am gesamten Proximalrand des Strahlbeins inserieren.

Ziel dieser Arbeit ist, die histologische Zusammensetzung des Lig. sesamoideum collaterale im Hinblick auf die passive Stehvorrichtung sowie den Knorpelbelag auf dessen Palmarseite, der das Scutum distale proximal erweitert, näher zu untersuchen. Dabei ist zu klären ob der Bereich des Hufgelenkscheitels hängemattenartig getragen wird und dadurch die Hufrolle und der Hufbeinträger unterstützt werden.

Material und Methodik

Zur Untersuchung gelangten 17 Pferdezehen von Vordergliedmaßen, die vom Schlachthof Linz an das Institut für Anatomie der Veterinärmedizinischen Universität Wien gebracht wurden. Rasse, Alter, Gewicht und Geschlecht der Tiere sind bekannt, sie wurden aus Platzgründen hier nicht aufgeführt. Es wurden nur Zehen verwendet, die bei der Adspektion keine pathologischen Veränderungen erkennen ließen. Von zwei Vorderzehen wurden 2,5 mm dicke, sagittale E 12 Schnitte angefertigt (Hagens 1985). Von zwei weiteren Vorderzehen wurden nach vorheriger Injektion der Blutgefäße mit rotem Biodur S 49® (Biodur, Heidelberg, Deutschland) ebensolche Schnitte hergestellt. An vier Zehen wurde die Hauptmittelfußarterie, ca. 10 Minuten nach dem Tode der Tiere freigelegt und das Blutgefäßsystem mit 4%iger Formalinlösung infundiert. Diese Gliedmaßenenden wurden anschließend mit einer Bandsäge in der Zehennachse halbiert und in 4%iger Formalinlösung aufbewahrt.

Zur histologischen Untersuchung wurden von diesen Präparaten etwa 5 mm dicke Sagittalscheiben geschnitten und in wiederholt gewechselter neutraler EDTA-Lösung 8 bis 10 Wochen lang entkalkt. Die so gewonnenen Scheiben wurden routinemäßig entwässert, in Paraplast® (Z Corporation, Köln, Deutschland) eingebettet, 5 µm dick geschnitten und für folgende Standardfärbungen verwendet: Übersichtsfärbung mit Haematoxylin und Eosin, Bindegewebsfärbung nach van Gieson, Elastikafärbung mit Resorzin-fuchsin, Darstellung der Knorpelgrundsubstanz mit Safranin O und Analyse der sauren Glykosaminoglykane mit Alzianblau bei pH 2,5 oder 4,0, jeweils ohne und mit vorausgehender Verdauung der Knorpelgrundsubstanz mit Hyaluronidase (Sigma, München, Deutschland, Hyaluronidase Type III vom Schafhoden, Arbeitslösung: 147 U Hyaluronidase pro 1 ml PBS, pH=6,7 für 4 h bei 37°C). Alle Färbungen wurden nach den Angaben in Romeis (1989) ausgeführt.

An acht weiteren Zehen wurde das Lig. sesamoideum collaterale präpariert, mit einer Leica R6 Fotos angefertigt und diese als Vorlage zur Anfertigung wissenschaftlicher Zeichnungen verwendet.

Bei einem weiteren Präparat wurden die Sehnen des oberflächlichen und des tiefen Zehenbeugers entfernt, so dass nur die Bänder des Fessel-, Kron- und Hufgelenks belassen wurden. Dann wurde die Zehe mit größtmöglicher Handkraft belastet. Während der dabei auftretenden Überstreckung wurde beidseits das Lig. sesamoideum collaterale getastet, um dessen Zugspannung zu beurteilen.

Ergebnisse

Das Ligamentum sesamoideum collaterale entspringt distal am Fesselbein, zieht bei Zwischeninsertionen am Kronbein und danach am Strahlbein anschließend zum Hufbeinast. Das Band liegt anfangs parallel und dorsal des Lig. collaterale laterale der Articulatio interphalangea proximalis. Ab der Mitte des Kronbeins ist das Lig. sesamoideum collaterale vom Hufknorpel bedeckt. Die Zwischeninsertion erfolgt mit schwachen Anteilen an den seitlichen Enden des Strahlbeins und mit stärkeren Anteilen am Proximalrand des Strahlbeins

(Abb. 1). Hier inserieren die Bandmassen mit Hilfe von Sharpey-Fasern sukzessive ipsilateral und überwiegend kontralateral (nach Überquerung der medianen Zehennachse) unter Kreuzung mit dem der gegenüberliegenden Seite. Die über dem proximalen Strahlbeinrand verlaufenden Bandfasern werden vor ihrer Insertion durch Faserknorpel verstärkt. Dieser Knorpel ist als proximale Fortsetzung der faserknorpeligen



Abb 1 Ausgewählte Strukturen mit Haltefunktion an der Vorderzehe des Pferdes, A Lateralsicht, B Kaudopalmaransicht, C Palmaransicht. 1 Lig. sesamoideum collaterale, 2 Unterstützungstast der M. interosseus medius, 3 Sehne des M. extensor digitorum communis, 4 Strahlbein, 5 Lig. sesamoideum distale impar, 6 distale Gleichbeinbänder.

Selective structures with suspensory function on the forelimb digit of the horse, A lateral view, B caudopalmar view, C palmar view.

1 collateral sesamoid ligament, 2 dorsal tendon of the interosseous muscle, 3 tendon of the extensor digitorum communis muscle, 4 navicular bone, 5 distal sesamoid impar ligament, 6 distal ligaments of the proximal sesamoid bones.

gen Schicht zu betrachten, die das Strahlbein auf dessen palmarer Fläche (Facies flexoria) bedeckt und die Vorderwand der Bursa podotrochlearis bildet. Dieser Faserknorpel und der am Proximalrand des Strahlbeins ansetzende Anteil des Lig. sesamoideum collaterale mit seinen faserknorpeligen Einlagerungen bilden gemeinsam einen überstehenden Saum, der in der medianen Zehennachse am niedrigsten und medial und lateral davon höher ausgebildet ist (Abb. 2 B, D). Dieser Saum ist mit der elastischen Kronbeinbrücke (König et al. 2003) bindegewebig verbunden und trennt das Hufgelenk von der Bursa podotrochlearis samt Fesselbeugesehnen-scheide. In der Nähe dieses Saumes anastomosieren mehrere nervenbegleitete arterielle und venöse Äste des R. palmaris phalangis mediae, die aus der A. digitalis palmaris entspringen.

In den sagittal geschnittenen histologischen Präparaten ist der makroskopisch beschriebene faserknorpelige Saum palmar am proximalen Rand des Strahlbeins sofort zu identifizieren, speziell bei selektiver Färbung der sauren Knorpelgrundsubstanz mit Safranin O (Abb. 2 D). Der faserknorpelige Saum geht distal kontinuierlich in den faserknorpeligen Belag der Facies flexoria des Strahlbeins über. Proximal endet die Knorpelgrundsubstanz zwischen den Kollagenbündeln des Lig. sesamoideum collaterale. Proximal kann der Faserknorpel bis zu 50% des oberen Strahlbeinrandes bedecken. Das faserknorpelige Gewebe überragt 2-4 mm die knöcherne proximale Kante des Strahlbeins. Dadurch erweitert es proximal die Gleifläche der Facies flexoria und

glättet den knöchernen proximalen Rand an der Palmarseite des Strahlbeins.

Mikroskopisch zeigt das beschriebene Areal den klassischen Aufbau von Faserknorpel mit groben Bündeln kollagener Fasern, die in saure (basophile) Grundsubstanz eingebettet sind und von in Reihe angeordneten relativ kleinen, solitären Chondrozyten umgeben sind. Die Faserbündel färben sich

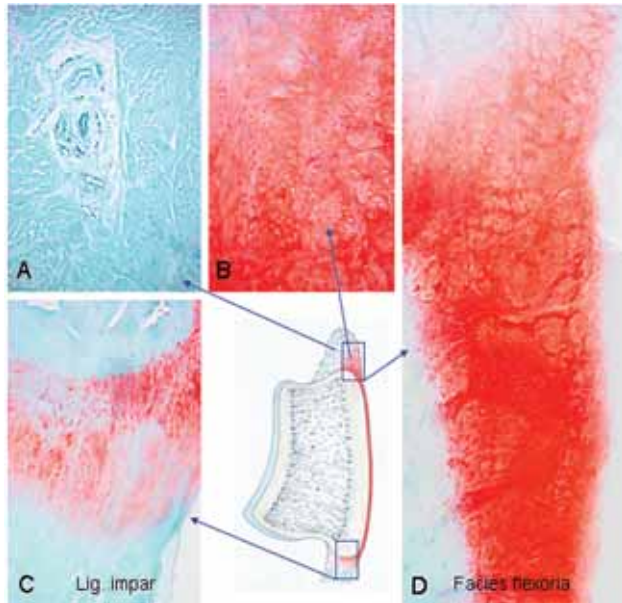


Abb 2A-D Mikroskopische Anatomie des proximalen und distalen Strahlbeinbandes. A Lig. sesamoideum collaterale, B und D Faserknorpel, C Lig. sesamoideum distale impar.

Microscopic anatomy of the proximal and distal ligaments of the navicular bone. A collateral sesamoid ligament, B and D fibrocartilage, C distal sesamoid impar ligament.

intensiv mit Säurefuchsin. Sie sind durchwegs quer geschnitten und entsprechen den gegenläufig ausgerichteten und sich in der Zehenachse kreuzenden Bündeln, die am proximalen Rand des Strahlbeins inserieren. Die Grundsubstanz färbt sich mit Safranin O (Abb. 2 B, D) und ist alcianophil, bei pH=4,0 etwas stärker als bei pH=2,5. Vorbehandlung der Schnitte mit Hyaluronidase mindert die Alcianophilie bei pH=4,0 geringgradig, kaum dagegen bei pH=2,5. Ein Periosteum als Abgrenzung zum Knochengewebe fehlt im Bereich der faserknorpeligen Auflagerungen. Im Faserknorpel selbst sind keine Gefäß-Nerven-Straßen zu beobachten. Solche sind etwas weiter proximal, innerhalb der elastischen Kronbeinbrücke quer angeschnitten (Abb. 2 A). Der faserknorpelige Saum an der proximalen Kante des Strahlbeins ist auch jener Bereich, wo das Stratum synoviale der Bursa podotrochlearis endet, sodass diesem faserknorpeligen Saum und der anschließenden Facies flexoria eine synoviale Deckschicht fehlt. Ein gleichartiger Übergang findet sich am Ursprung des Lig. sesamoideum distale impar, wo die synoviale Deckschicht wieder beginnt. Im Ursprungsbereich des Lig. sesamoideum distale impar ist der osteodesmale Übergang durch eine eingelagerte faserknorpelige, schmale Zone gekennzeichnet, die dem chondroapophysären Insertionstyp entspricht (Abb. 2C). Der faserknorpelige Überzug der Facies flexoria war in vorliegendem Untersuchungsmaterial vielfach degenerativ verändert oder fehlte sogar in umschriebenen Arealen. Derartige pathologische Veränderungen setzten sich aber in keinem Präparat in den Bereich des faserknorpeligen Saumes an der proximalen Kante des Strahlbeins fort.

Diskussion

Im Zehenbereich des Pferdes wirken viele Strukturen als Fixierungsvorrichtungen der Gelenke. Nicht nur Bänder und Sehnen sondern auch die Faszien tragen ihren Teil zur Stabilisierung der Gelenke bei. Dabei sind die Sehne des Sporns und die Abschnitte der Zehenfaszie bestehend aus dem Fessel-



Abb 3 Sporn und Bestandteile der Zehenfaszie. Lateropalmar Ansicht. 1 Fesselringband, 2 Vierzipfelige Fesselplatte, 3 Sohlenbinde, 4 Sporn, 5 Sehne des Sporns.

Ergot and parts of the digital fascia. Lateropalmar view. 1 palmar annular ligament of fetlock, 2 proximal digital annular ligament, 3 distal digital annular ligament, 4 ergot, 5 ergot ligament.

ringband, der vierzipfeligen Fesselplatte und die Sohlenbinde zu erwähnen. Die Zehenfaszie trägt zudem zur Lagestabilität der Sehnen bei (Abb. 3).

Beim Pferd wird im Gegensatz zum Rind die Sohle während des Fußens je nach Bodenbeschaffenheit kaum oder gar nicht belastet. Der Strahl und der Ballen kommen beim Pferd während der Bodenkontaktaufnahme nur geringfügig mit diesem in Kontakt. Beim Rind, bei dem ebenfalls ein Klauenbeinträger beschrieben wird (Westerfeld 2003) werden außer der Sohle auch das Ballen- und Kronsegment bei der Belastung stark beansprucht.

Das Lig. sesamoideum collaterale des Pferdes, auch Fesselbein – Strahlbein – Hufbeinband genannt, gilt als Aufhängband des Strahlbeins. Es wurde bis heute in Publikationen des deutschen Sprachraumes nicht zu den Haltestrukturen des Hufbeins gezählt, die einer Überstreckung der Art. interphalangea distalis entgegenwirken. Zu diesen wurden bislang lediglich die tiefe und die oberflächliche Beugesehne zugeordnet (Budras et al. 1997, Pellmann 1995). Diese beiden Sehnen sind für das Aufrechterhalten der Schwebeposition des Hufbeins zuständig. Störungen im Bereich des Hufbeinträgers oder der Hufrolle manifestieren sich beispielsweise als Hufrehe bzw. als Podotrochlose. Beide Erkrankungen führen zu Separationen im Hufbeinträger bzw. zu Zerreißungen der tiefen Beugesehne und gehen mit starken Schmerzen einher. Zumindest der tiefe Zehenbeuger, dessen größter Teil als aktiver, energieverbrauchender Muskel

agiert, muss durch passive Strukturen entlastet werden. Eine solche stellt das Lig. accessorium dar, welches sich distal des Karpus mit der tiefen Beugesehne vereinigt und diese verstärkt. Im Zehenbereich wurde bis vor kurzer Zeit auch ein Kronbeinschenkel des tiefen Zehenbeugers für Haltefunktionen verantwortlich gemacht (Budras und Röck 2000, Maierl et al. 2001, Wissdorf et al. 2002). Heute jedoch ist erwiesen, dass dieser Schenkel vorwiegend aus elastischen Fasern besteht, die synoviale Strukturen auf der palmaren Fläche des Kronbeins voneinander trennen und sich mit dem Lig. sesamoideum collaterale proximal des Strahlbeins verbinden (König et al. 2003, Pont et al. 2004). Bei der Betrachtung der Strukturen, die im Hufgelenk Haltefunktionen ausüben, fällt vor allem das kräftig ausgebildete Lig. sesamoideum distale impar auf, welches auf transparenten und nativen Sagittalschnitten bei einem mittelgroßen Pferd ca. 4 mm



Abb 4 Proximales und distales Strahlbeinband (E 12 Scheibenplastinat). 1 Ligamentum sesamoideum collaterale, 2 Ligamentum sesamoideum distale impar, 3 tiefe Beugesehne, 4 Strahlbein, 5 Hufbein, 6 Kronbein.

Proximal and distal ligaments of the navicular bone (E 12 plastic-embedded section). 1 collateral sesamoid ligament, 2 distal sesamoid impar ligament, 3 deep flexor tendon, 4 navicular bone, 5 coffin bone, 6 pastern bone.

dick ist (Abb. 4). Im Vergleich dazu ist die tiefe Beugesehne ca. 5 mm, also nur unwesentlich dicker. Um seiner Funktion als Befestigung des Strahlbeins am Hufbein und als Trennwand zwischen Hufgelenk und Bursa podotrochlearis gerecht zu werden wäre solch eine Stärke dieses Bandes nicht nötig.

Aus diesem Grund wird für das Hufgelenk eine mechanische Haltefunktion dieses Bandes nach dem Hängemattenprinzip ähnlich wie im Fesselgelenk vermutet. Diese Aufhängung unterstützt den Gelenkscheitel des Hufgelenks und ist deshalb eine Komponente der passiven Stehkomponente. Schmaltz (1928) war der Meinung, dass eine tiefe Portion der Sehne des tiefen Zehenbeugers am Strahlbein ansetzt und sich damit über das Lig. sesamoideum distale impar am Hufbein befestigt. Dieser Autor bezeichnet, ähnlich wie Kadletz (1932) und Goody (2004), das Lig. sesamoideum collaterale als Aufhängeband für das Strahlbein. Schmaltz (1924) stellt zumindest graphisch den Ansatz dieses Bandes am proximalen Strahlbeinrand dar, wo sich die Fasern die-

ses Bandes überkreuzen. Durch die hier vorliegenden Untersuchungen wird deutlich, dass das Lig. sesamoideum collaterale durch seinen breiten Ansatz am gesamten Proximalrand des Strahlbeins, Kräfteinwirkungen auf das Hufbein überträgt. Zu diesem Zweck ist das Strahlbein, wie andere Sesambeine auch, zwischen zwei Bändern, in diesem Fall zwischen Lig. sesamoideum collaterale und Lig. sesamoideum distale impar eingelagert (Abb. 5). Das Lig. sesamoideum collaterale wirkt damit der Überstreckung im Hufgelenk entgegen und unterstützt passiv, ohne Energieverbrauch den tiefen Zehenbeuger. Das Hufbein wäre demnach zwischen zwei passiven Strukturen wie in einer Hängematte aufgehängt. Die eine Struktur besteht aus dem Unterstützungsaast des M. interosseus medius in Verbindung mit der dorsal gelegenen Sehne des gemeinsamen Zehenstreckers, die andere, palmar gelegene, besteht aus dem Lig. sesamoi-

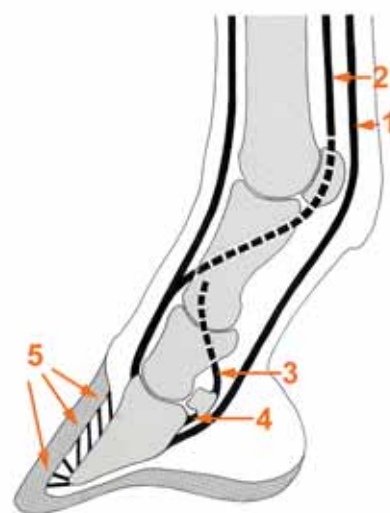


Abb 5 Schematische Darstellung der Haltestrukturen an der Vorderzehe des Pferdes in Verbindung mit dem Hufbeinträger. 1 tiefe Beugesehne, 2 M. interosseus medius, 3 Lig. sesamoideum collaterale, 4 Lig. sesamoideum distale impar, 5 Hufbeinträger.

Illustration of the structures with suspensory function on the forelimb digit of the horse in connection with the suspensory apparatus of the coffin bone. 1 deep flexor tendon, 2 interosseous muscle, 3 collateral sesamoid ligament, 4 distal sesamoid impar ligament, 5 suspensory apparatus of the coffin bone.

deum collaterale in Verbindung mit dem Lig. sesamoideum distale impar. Dabei verlängert das Strahlbein die Gelenkfläche des Hufbeins kaudal, so dass sich die Last, die vom Kronbein übertragen wird, auf Strahl- und Hufbein verteilt. Das Hufbein wird bei Überstreckung und Belastung proximal gezogen und damit an den Dorsalteil der Hufplatte gepresst.

Der überstehende Saum am proximalen Rand des Strahlbeins ist als Summe jener faserknorpeligen Abschnitte der breitflächigen Insertion des Lig. sesamoideum collaterale aufzufassen, die besonders kräftig sind, da von außen (lateral) und innen (medial) kommende Bandmassen einander durchflechten. Die palmar des quer verlaufenden Bandes entstehende kontinuierliche Fortsetzung der faserknorpeligen Auflagerung besitzt an der proximalen Knochenkante des Strahlbeins besondere Bedeutung, da sie die Gleitfläche für die tiefe Beugesehne vergrößert und glättet. Die tiefe Beugesehne übt einen Druck auf diesen Faserknorpel aus, so dass dieser nach dem Funktionsprinzip der kausalen Histogenese (Pauwels 1960) entstanden sein dürfte.

Die Zwischeninsertionen des Fesselbein-Strahlbein-Hufbeinbandes übertragen bei der Belastung enorme Kräfte auf das Strahlbein und sollten deshalb auf Veränderungen im Sinne der Insertionsdesmopathie überprüft werden.

Literatur

- Buchner H. H. F. (2004): Die Biomechanik der Zehe beim Pferd: Prinzipien der Biomechanik bei der orthopädischen Therapie von Hufrehe und Podotrochlose. Proceedings 4. ÖGT – Pferdetage, 7.-9. Mai, Bad Ischl, Österreich
- Budras K.-D. und S. Röck (2000): Atlas der Anatomie des Pferdes, 4. Aufl., Schlütersche, Hannover, 2-12
- Budras K.-D., H. Bragulla, R. Pellmann und S. Reese (1997): Das Hufbein mit Periost und Insertionszone des Hufbeinträgers. Wien. Tierärztl. Mschr. 84, 241-247
- Goody P. C. (2004): Anatomie des Pferdes, Ulmer, Stuttgart, S. 9, 51-52
- Hagens G. v. (1985): Heidelberger Plastinationshefter. Sammlung aller Merkblätter zur Plastination. Anatom. Inst. I, Univ. Heidelberg
- Kadletz M. (1932): Anatomischer Atlas der Extremitätengelenke von Pferd und Hund. Urban & Schwarzenberg, Berlin, 6-30
- König H. E., R. Macher, E. Polsterer-Heindl und C. Hinterhofer (2003): Der tiefe Zehenbeuger des Pferdes im Bereich des Acropodium. Pferdeheilkunde 19, 476-480
- Maierl J., H. E. König und H.-G. Liebich (2001): Statik und Dynamik. In: König, H.E. und H.-G. Liebich (Hrsg.) Anatomie der Haussäugetiere, Bd. 1, 2. Aufl., Schattauer, Stuttgart, 265-272
- Frewein J., K.-H. Wille und H. Wilkens (1992): In: Nickel R., Schummer A. und Seiferle E. (Hrsg.) Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bewegungsapparat, Bd. 1, 6. Aufl., Parey, Berlin, 555-566

- Pauwels F. (1960): Eine neue Theorie über den Einfluß mechanischer Reize auf die Differenzierung der Stützgewebe. X. Beitrag zur funktionellen Anatomie und kausalen Morphologie des Stützapparates. Z. Anat. Entwickl. Gesch. 121, 478-515
- Pellmann R. (1995): Struktur und Funktion des Hufbeinträgers beim Pferd. Diss. Med. Vet. Berlin
- Pont M., A. Probst, P. Böck, C. Hinterhofer, M.-C. Sora und H. E. König (2004): Schnittanatomie an der Zehe des Pferdes – insbesondere zur Feinstruktur der elastischen Bindegewebsbrücke zwischen tiefer Beugesehne und Kronbein. Pferdeheilkunde 20, 415-422
- Romeis B. (1989): Mikroskopische Technik, 17. Aufl., Urban & Schwarzenberg, München-Wien
- Schmaltz R. (1924): Atlas der Anatomie des Pferdes – Das Skelett des Rumpfes und der Gliedmaßen, 5. Aufl., Schoetz, Berlin, Tafel 5b
- Schmaltz R. (1928): Anatomie des Pferdes – In den Grenzen der Vorlesung dargestellt, Schoetz, Berlin, 166-173
- Westerfeld I. (2003): Struktur und Funktion des bovinen Klauenbeinträgers, Diss. Med. Vet. Berlin
- Wissdorf H., B. Otto, B. Hertsch und H. Keller (2002): In: Wissdorf H., H. Gerhards, B. Huskamp und E. Deegen (Hrsg.) Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes, 2. Aufl., Schaper, Hannover, 374-389

Prof. Dr. Dr. h.c. Horst Erich König
Institut für Anatomie
Veterinärmedizinischen Universität Wien
Veterinärplatz 1
A-1210 Wien
horst.koenig@vu-wien.ac.at

Pferdeheilkunde Curriculum Berlin

Akupunktur

Ina Gösmeier, Yanqing Li und Claudia Spadavecchia

7.-8. Mai 2005, Humboldt-Universität Berlin

Chinesische Philosophie als Grundlage der Traditionellen Chinesischen Medizin, Geschichte und Gegenwart der Traditionellen Chinesischen Veterinärmedizin, Grundlagen der Akupunkturpraxis beim Pferd
Pathophysiologie des Schmerzes, Schmerz aus der Sicht der TCM
Bi-Syndrom, Meridiane und diagnostische Punkte, Shu-Punkte
Fünf Wandlungsphasen, Grundlagen der Akupunkturanalgesie
Akupunktur zur Schmerztherapie in der Humanmedizin
TCVM-Diagnose und Therapieplan
Akupunktur in Kombination mit anderen Heilverfahren
Elektroakupunktur, Begleitung der Pferde im Sport

www.pferdeheilkunde.de