

# Anatomie der Griffelbeine und ihrer Umgebung unter besonderer Berücksichtigung der Faszien

M. Jackson<sup>1</sup>, H. Geyer<sup>2</sup>, A. Fürst<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pferdeklinik und <sup>2</sup>Institut für Veterinäranatomie der Universität Zürich

## Zusammenfassung

Diese Arbeit untersucht die *Ossa metacarpalia/Ossa metatarsalia II und IV* beim Pferd und im Besonderen die Weichteilgewebe um die Griffelbeine. Dabei wurden die *Fascia metacarpi palmaris/Fascia metatarsi plantaris*, die *Ligamenta metacarpea/metatarsae interossea* und die Faserbündel, welche distal vom Griffelbeinknöpfchen entspringen, anatomisch genau beschrieben. Die Gliedmassen von 5 geschlachteten oder euthanasierten Pferden wurden gesammelt und sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch untersucht. Die *Fascia metacarpi palmaris/Fascia metatarsi plantaris* stellte sich als eine sehr stabile Struktur dar, welche die Griffelbeine fest mit der Umgebung verbindet. Die *Ligamenta metacarpea/metatarsae interossea*, welche die Verbindung zwischen Griffelbeinen und Röhrein darstellen, zeigen erhebliche Unterschiede von Pferd zu Pferd. Makroskopische Untersuchungen des Weichteilgewebes distal an den Griffelbeinen zeigt eine Bandstruktur, die am Griffelbeinknöpfchen entspringt und in dorso-distaler Richtung verläuft.

Schlüsselwörter: Pferd, Griffelbeine, Anatomie, Histologie, Weichteile

## Anatomy of the splint bones and their surrounding area particularly in consideration of fascial attachments

This study concerns the vestigial metacarpal and metatarsal bones, so called splint bones. The soft tissues, which stabilize the splint bones were carefully examined. The *palmar metacarpal/plantar metatarsal fascia*, the *metacarpal/metatarsal interosseous ligaments* and the fibres, which exit distally from the splint bone, were examined in depth. Cadaveric distal limbs were collected from 5 slaughtered or euthanized horses. The legs were examined both, microscopically and macroscopically. The *palmar metacarpal/plantar metatarsal fascia* is a very stable structure, which connects the splint bone with its environment. The connection between splint and McIII/MtIII, established through the *metacarpal/metatarsal interosseous ligaments*, showed impressive differences between specimens examined. Macroscopic examination of the soft tissue in the distal region showed a band structure, which originates from the distal end of the splint bone and extends in dorsal and distal direction towards the proximal sesamoid bone.

Keywords: horse, splint bones, anatomy, histology, soft tissue

## Einleitung

Griffelbeinfrakturen zählen mit zu den häufigsten Frakturen, die an der Pferdeklinik der Universität Zürich diagnostiziert werden. In den letzten 10 Jahren (1995–2004) wurden im Tierspital Zürich 853 Pferde mit Frakturen vorgestellt; 124 davon waren Griffelbeinfrakturen. Frakturen können an den proximalen, mittleren oder distalen Anteilen des Griffelbeins vorkommen und deren Therapie kann je nach Fraktur konservativ oder chirurgisch erfolgen. Bei distalen oder mittleren Frakturen wird meistens der distale Anteil des Griffelbeins und bei proximalen Frakturen nur selten das gesamte Griffelbein entfernt.

Bezüglich Therapie von Griffelbeinfrakturen können keine allgemein gültigen Regeln erstellt werden (Jackson, 2004).

Beim Studieren der Literatur über Griffelbeinfrakturen fiel auf, wie ungenau das Weichteilgewebe, welches die Griffelbeine umhüllt, beschrieben ist. Jeder Autor hat verschiedene chirurgische Eingriffe beschrieben, zum Beispiel betreffend der Entfernung des distalen Teils der Griffelbeine, und meistens wird von einer «Trennung der Knochen von dem umliegenden Weichteilgewebe» gesprochen. Da man in den gängigen Lehrbüchern keine detaillierten An-

gaben über das häufig zitierte «umliegende Weichteilgewebe» und zur Anatomie der Griffelbeine findet, ist es Ziel dieser Arbeit, die Faszien und Bänder, welche die Griffelbeine fixieren, genau zu beschreiben. Dabei sollen die *Fascia metacarpi palmaris*/*Fascia metatarsi plantaris*, die *Ligamenta metacarpea/metatarssea interossea* und die Faserbündel, die distal vom Griffelbeinknöpfchen entspringen, besonders beachtet werden.

## Bisherige Kenntnisse aus der Literatur

Im Folgenden wird nur auf diejenigen Faszien eingegangen, die ein Teil der Befestigung der Griffelbeine sind und über deren Funktion nur wenig bekannt ist. Weitere Literaturangaben zu Knochen, Bändern und Sehnen sind an anderer Stelle angegeben (Jackson, 2004). Die hier zusammengetragenen Kenntnisse zur makroskopischen Anatomie der Faszien des Mittelfusses und seiner Umgebung vom Pferd berücksichtigen vor allem die Ausführungen von Frewein (1967), Wissdorf et al. (2002) und Nickel et al. (2003).

## Faszien des Vordermittelfussbereiches (Regio metacarpi)

Die *Fascia superficialis* ist im Metakarpalbereich nicht von der *Fascia profunda* zu trennen, da die Faszien, mit Ausnahme der Durchtrittsstellen der Nerven und Gefässe, miteinander verwachsen sind. Dorsal findet man im Bereich des Karpus die *Fascia carpi dorsalis*, welche sehr stark ist und vom *Lig. collaterale mediale* zum *Lig. collaterale laterale* des Karpalgelenkes reicht. Sie ist in fester Verbindung sowohl mit den Sehnenscheiden als auch mit der *Membrana fibrosa* der Gelenkkapsel. Die Bindegewebsfasern verlaufen nicht genau quer, sondern steigen mediodistal geringgradig ab.

Die *Fascia metacarpi dorsalis* bedeckt die Sehne des *M. extensor digitalis communis* und des *M. extensor digitalis lateralis*. Sie verbindet sich medial der Sehne des *M. extensor digitalis communis* mit dem Periost des *Os metacarpale III* und lateral von der Sehne des *M. extensor digitalis lateralis* im proximalen Drittel mit dem Periost des *Os metacarpale IV*, in den distalen zwei Dritteln mit dem des *Os metacarpale III*. Zwischen der *Fascia metacarpi dorsalis* und den Sehnen ist lockeres Verschiebepgewebe ausgebildet.

Über der Sehne des *M. extensor digitalis communis* und medial von dieser verlaufen die Bindegewebsfasern laterodistal und mediodistal und kreuzen sich bis zum Übergang des mittleren in das distale Drittel des Mittelfusses in einem annähernd rechten Winkel. Im distalen Drittel des Mittelfusses wird der von ihnen

eingeschlossene Winkel immer grösser bis dorsal am Fesselgelenk die Bindegewebsfasern parallel zueinander und quer angeordnet sind. Am dorsalen Rand der Sehne des *M. extensor digitalis communis* biegen alle Fasern palmar um und ziehen als horizontal verlaufende Fasern über diese Sehne hinweg.

Die *Fascia carpi palmaris* ist sehr stark und einheitlich. Sie entspringt medial am *Os carpi radiale*, *Os carpale II* und *Os metacarpale II* und endet lateral am *Os carpi accessorium*, *Os carpale IV* und *Os metacarpale IV*. Neben mediodistal und laterodistal verlaufenden Fasern sind sehr wenige quer verlaufende Fasern ausgebildet.

Die *Fascia metacarpi palmaris* reicht vom medialen Griffelbein zum lateralen und distal von diesen vom medialen zum lateralen Rand des Hauptmittelfussknochens. Zwischen der tiefen Beugesehne und dem *M. interosseus medius* geht ein schwaches Faszienseptum von einer Seite auf die andere und trennt so zwei Faszienlogen voneinander. Im proximalen Drittel des Metakarpus vereinigt sich diese Faszienabspaltung mit dem *Lig. accessorium* des *M. flexor digitalis profundus* und dem *M. flexor digitalis superficialis* sowie den beiden *Mm. lumbricales* und den Komponenten der Medianusstrasse. In der tiefen Loge sind neben dem *M. interosseus medius* auch die *Mm. interossei mediales* und *laterales* eingeschlossen. Ein Teil der Fasern verläuft in der *Fascia metacarpi palmaris* bis zum Übergang des dritten in das distale Viertel des Metakarpus mediodistal, der andere laterodistal, wobei sie sich in einem annähernd rechten Winkel kreuzen. Im distalen Viertel wird der von ihnen eingeschlossene Winkel immer stumpfer, bis die Fasern palmar am Fesselgelenk parallel zueinander und transversal verlaufen (Frewein, 1967).

## Faszien des Hintermittelfussbereiches (Regio metatarsi)

Die *Fascia dorsalis pedis* und die *Fascia plantaris pedis* bilden die Fortsetzung der *Fascia cruris*, ohne dass jedoch ihre beiden Blätter scharf zu trennen wären. Während sie im Gebiet des Sprunggelenkes noch ziemlich dick sind, werden sie am Metatarsus zusehends dünner. In der Sprunggelenksbeuge wird die *Fascia dorsalis pedis* durch verschiedene Querfaserzüge zu Haltebändern der Strecksehnen verstärkt. An den Seitenflächen des Sprunggelenkes verschmilzt sie grösstenteils mit dessen Bändern und heftet sich beim Pferd auch an den Griffelbeinen fest. Besonders stark ist die *Fascia plantaris* an den Stellen, wo sie zwischen Tibia und Fersenbein sich auch mit dem *Tendo accessorius* verbindet und die Anteile des tiefen Zehenbeugers als *Retinaculum flexorum* überbrückt. Aber

nicht nur die gemeinsame Faszie, sondern auch die besonderen Muskelbinden des Unterschenkels finden am Sprunggelenk ihre Fortsetzung. Diese verschmelzen hier jedoch mit dem Periost oder den Bändern und bilden bindegewebige Kanäle zur Aufnahme der über den Tarsus hinwegziehenden Sehnen und Sehnencheiden. Im Gebiet des Hintermittelfusses und der Zehen verhält sich die tiefe Faszie im Prinzip wie an der Schultergliedmasse (Nickel et al., 2003).

## Tiere, Material und Methoden

Die Gliedmassen von 5 geschlachteten oder euthanasierten Pferden im Alter zwischen 10 und 18 Jahren wurden gesammelt und sowohl die lateralen wie auch die medialen Griffelbeine der linken Vorder- und Hintergliedmasse untersucht.

Pferd 1: Inländer, Hengst, Braun, 12-jährig. Pferd 2: Hannoveraner, Wallach, Braun, 11-jährig. Pferd 3: Inländer, Fuchs, 10-jährig. Pferd 4: Oldenburger, Braun, 18-jährig. Pferd 5: Inländer, Fuchs, 10-jährig. In einem ersten Schritt wurden die Beine von zwei Pferden (Pferd 1–2) makroskopisch untersucht, um die wichtigsten Strukturen darzustellen (Abb. 1–5). In einem zweiten Schritt wurden die Beine von drei weiteren Pferden (Pferd 3–5) zuerst gefroren und dann quer geschnitten, um die Strukturen im Querschnitt beurteilen zu können. Die Schnitte wurden im Abstand von 3 cm vom distalen zum proximalen Teil des Griffelbeins, durchgeführt.

Nach der makroskopischen Beurteilung wurden histologische Querschnittpräparate der Beine des fünften Pferdes hergestellt, um das Weichteilgewebe noch näher zu differenzieren. Die Querschnitte wurden am Vorderfuss distal am Griffelbein (ca. 3 cm über dem Griffelbeinknöpfchen) angelegt. Am Hinterfuss befanden sich die Querschnitte proximal ca. 3 cm unter der Gelenkfläche und weiter distal in der Mitte der Griffelbeine.

Die zur Histologie entnommenen Querschnittpräparate wurden vorerst in 2.5% Glutaraldehyd und 1.3% Formaldehyd während einer Woche fixiert, dann gewässert und während einer Woche mit Alkohol und Xylol dehydratisiert. Danach wurden die grossen Querschnittpräparate während zwei Wochen mit Methylmetacrylat infiltriert und zuletzt in Methylmetacrylat eingebettet. Mit einer Bandsäge mit diamantbeschichtetem Sägeblatt (Exakt, Firma Haslab, Ostermündigen) wurden aus den Blöcken Gewebeblättchen von 1.5 mm Dicke hergestellt. Diese Gewebeblättchen wurden danach mit einer Mikrotomfräse (Leica SP2600, Firma Leica, Glattbrugg) auf eine Stärke von 300 µm gefräst und nach

Giemsa oder mit Hämalaun-Eosin gefärbt (Engelhardt et al., 2003). Die Färbung nach Giemsa ergab eine sehr gute Differenzierung von Sehnenfasern, Muskulatur, Knochen und Knorpel.

## Ergebnisse

### Makroskopische Befunde

#### Fotos und schematische Darstellungen

An beiden Griffelbeinen setzt die *Fascia metacarpi palmaris*/*Fascia metatarsi plantaris* an, welche von der Karpal- bzw. Tarsalfaszie entspringt und distal immer dünner wird. Die Faszie stellt eine einzelne Einheit dar, oberflächliche und tiefe Faszie sind miteinander fest verwachsen. Die Fasern verlaufen von medial am Karpus bzw. Tarsus schräg zum lateralen Griffelbein und vom lateralen Karpus bzw. Tarsus zum medialen Griffelbein (Abb. 1–4). Die Fasern kreuzen sich in der Medianen in einem Winkel von weniger als 90° (Abb. 2). Distal davon wird die Faszie deutlich dünner und wenige Fasern verlaufen gegen distal bis zum Fes-

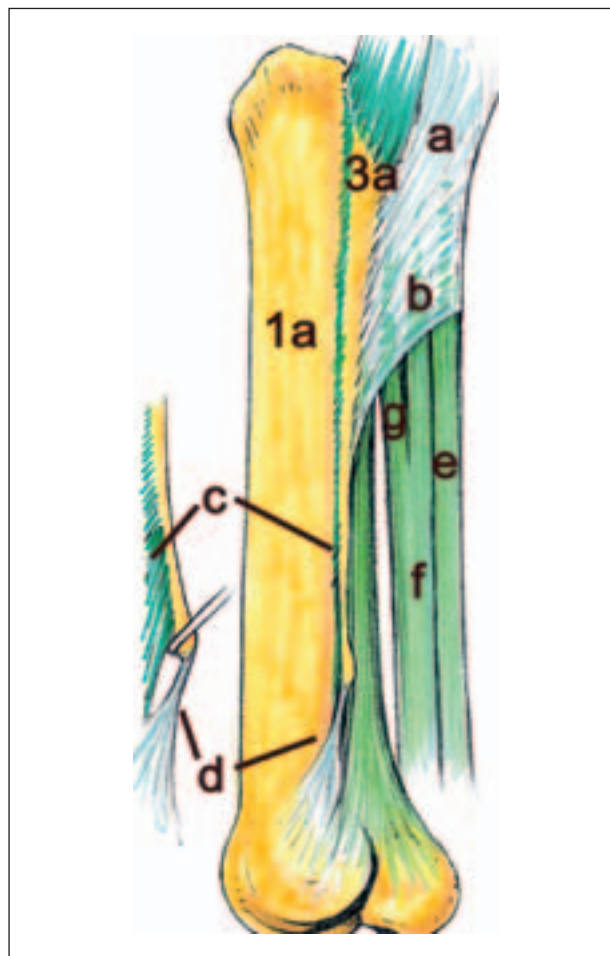


Abbildung 1: Karpal- und Metakarpalbereich einer linken Gliedmasse. Ansicht von lateral. Schematisierte Darstellung der Faszien und Bänder. 1a McIII, 3a McIV, a Fascia carpi palmaris, b Fascia metacarpi palmaris, c Lig. intermetacarpale, d Faserbündel, die distal vom Griffelbeinknöpfchen entspringen, e Oberflächliche Beugesehne, f Tiefe Beugesehne, g Unterstützungsband der tiefen Beugesehne.



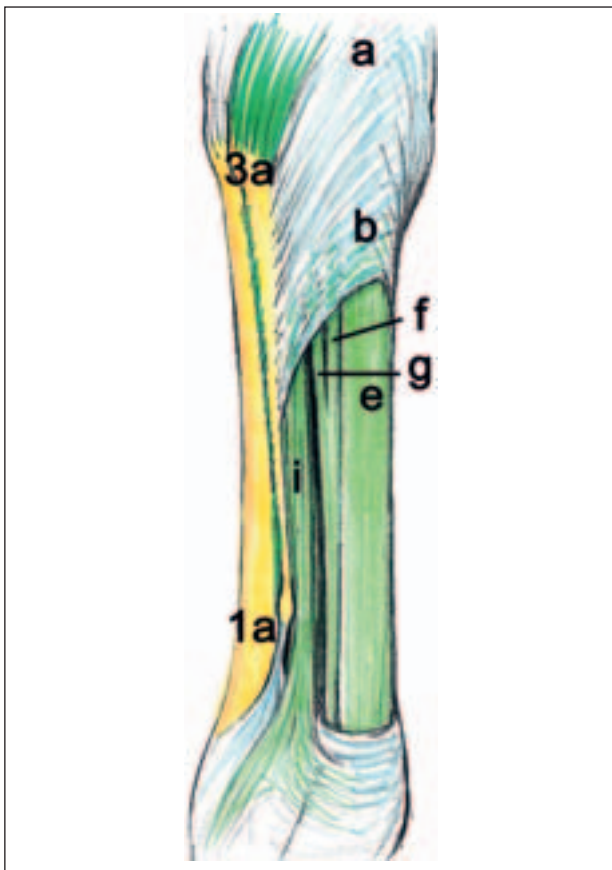


Abbildung 2: Karpal- und Metakarpalbereich einer linken Gliedmasse. Ansicht von lateropalmar. 1a McIII, 3a McIV, a Fascia carpi palmaris, b Fascia metacarpi palmaris, e Oberflächliche Beugesehne, f Tiefe Beugesehne, g Unterstützungsband der tiefen Beugesehne, i M. interosseus medius.

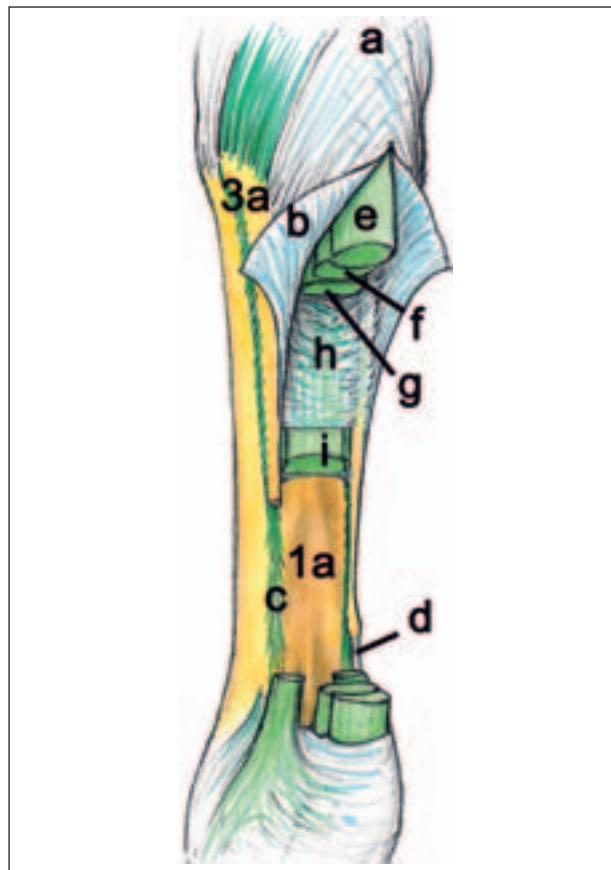


Abbildung 3: Karpal- und Metakarpalbereich einer linken Gliedmasse. Ansicht von lateropalmar. Einsicht in die tieferen Strukturen am Metakarpus mit Darstellung des Septums zwischen der tiefen Beugesehne bzw. ihres Unterstützungsbandes und M. interosseus medius. 1a McIII, 3a McIV, a Fascia carpi palmaris, b Fascia metacarpi palmaris, c Lig. intermetacarpale, d Faserbündel, die distal vom Griffelbeinknöpfcchen entspringen, e Oberflächliche Beugesehne, f Tiefe Beugesehne, g Unterstützungsband der tiefen Beugesehne, h Septum zwischen dem Unterstützungsband der tiefen Beugesehne und M. interosseus medius, i M. interosseus medius.

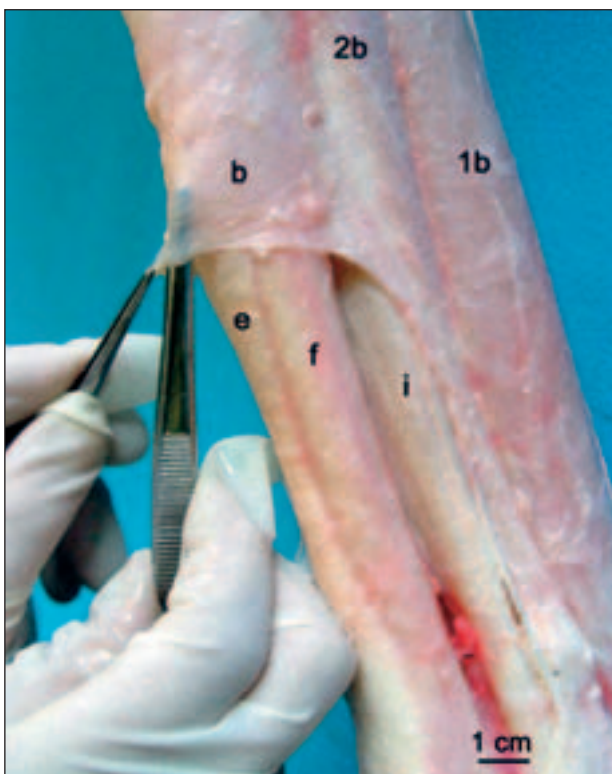


Abbildung 4: Metatarsalbereich einer linken Gliedmasse. Ansicht von medial. Pinzette unter der Metatarsalfaszie. 1b MtIII, 2b MtII, b Fascia metatarsi plantaris, e Oberflächliche Beugesehne, f Tiefe Beugesehne, i M. interosseus medius.

sel. Diese Faszie besitzt ein Septum, welches zwischen der tiefen Beugesehne bzw. ihrem Unterstützungsband und dem M. interosseus liegt (Abb. 3, h). Im Septum verlaufen Nerven und Gefäße und die Fasern eher horizontal.

Die Verbindung zwischen Griffelbein und Röhrlbein, die *Ligamenta metacarpea/metatarsea interossea*, (Abb. 1, c; 3, c) ist sehr fest, vor allem proximal. Im Bereich des distalen Teils des Griffelbeins wird die Bandverbindung etwas lockerer; schräg gegen distal verlaufende Fasern verbinden das Griffelbein mit dem Röhrlbein (Abb. 5, c).

Distal sind die Griffelbeine von viel Bindegewebe umgeben, welches straff und dick ist und eine feste Verankerung mit dem umgebenden Gewebe gewährleistet. Dabei sind regelmässig straffe Faserbündel ausgebildet, die vom Griffelbeinknöpfcchen gegen distal und dorsal in die Fesselgegend einstrahlen (Abb. 1, d;

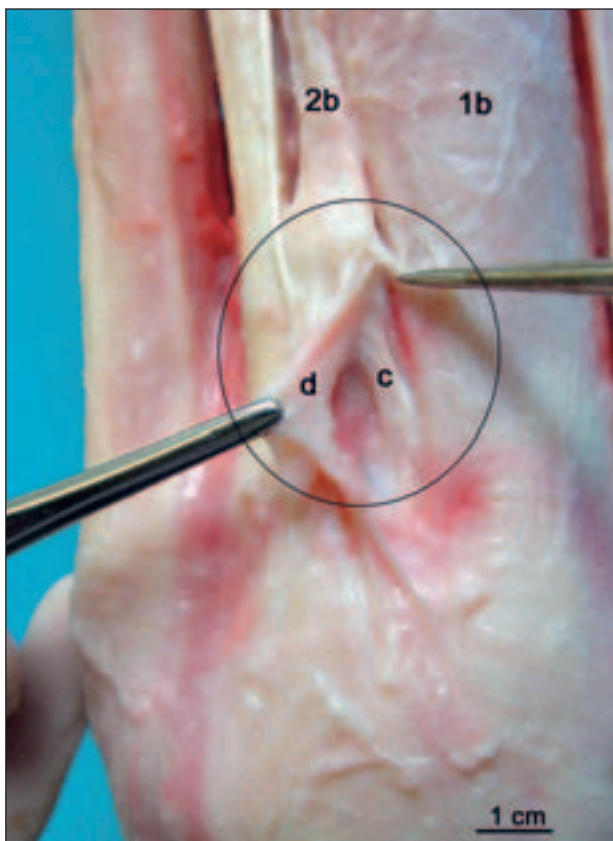


Abbildung 5: Distaler Metatarsalbereich einer linken Gliedmasse. Ansicht von medial. Darstellung der Verbindung zwischen dem medialen Griffelbeinknöpfchen und dem Röhrlbein. 1b MtIII, 2b MtII, c Ligg. intermetatarsalia, d Faserbündel, die distal vom Griffelbeinknöpfchen entspringen.

3, d; 5, d). Die Griffelbeine sind nicht immer gleich in Form und Grösse. An den Hinterbeinen ist das laterale Griffelbein nicht immer stärker und länger als das mediale. Manchmal sind sie gleich lang, oder das mediale Griffelbein kann sogar länger sein als das laterale.

### Querschnitte

Als Vergleich werden je ein Querschnitt durch den linken Metakarpus und Metatarsus auf Höhe des proximalen Teils des Griffelbeins (Abb. 6–7) eines 10-jährigen Warmblutpferdes (Pferd 5) gezeigt. Die *Fascia metacarpi palmaris*/*Fascia metatarsi plantaris* ist im proximalen Drittel des Röhrlbeines gut sichtbar, sehr dick und das Septum, welches zwischen der tiefen Beugesehne bzw. ihrem Unterstützungsband und dem *M. interosseus medius* liegt, ist sichtbar (Abb. 6, h; 7, h). An den Vorderbeinen ist die Faszie dicker als an den Hinterbeinen (ca. 1 mm vs. ca. 0,5 mm, s. Abb. 6, b; 7, b). Die *Ligamenta metacarpea/metatarsa interossea* bilden eine variable Verbindung zwischen Griffelbein und Röhrlbein. Ossifikationen sind in den Querschnitten sehr gut sichtbar und kommen in ganz unterschiedlicher Masse vor, nicht immer symmetrisch und manchmal nur einseitig. Vor allem die proximalen und

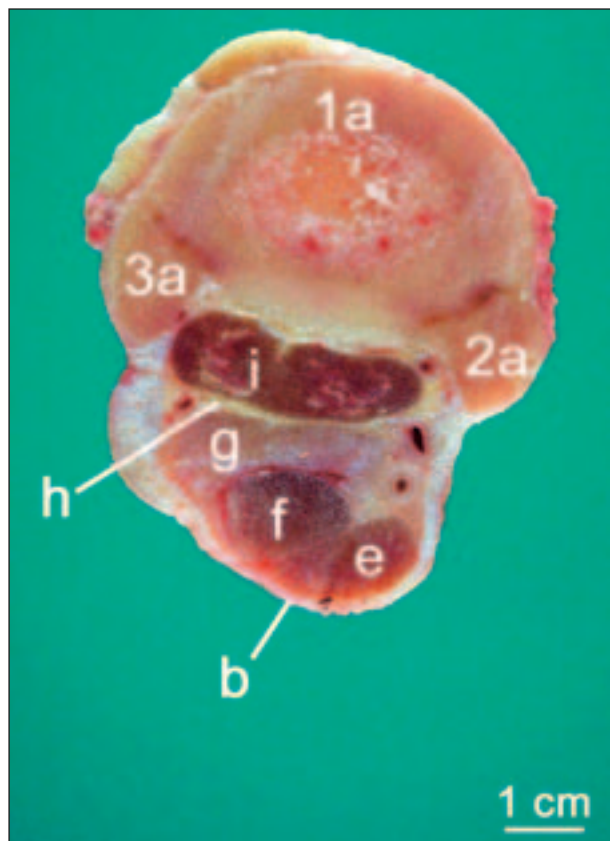


Abbildung 6: Querschnitt durch den linken Metakarpus auf Höhe der Griffelbeinköpfchen. Ansicht von proximal. 1a McIII, 2a McII, 3a McIV, b Fascia metacarpi palmaris, e Oberflächliche Beugesehne, f Tiefe Beugesehne, g Unterstützungsband der tiefen Beugesehne, h Septum zwischen dem Lig. accessorium der tiefen Beugesehne und *M. interosseus medius*, i *M. interosseus medius*.

mittleren Teile des Griffelbeins sind häufig fest mit dem Röhrlbein verbunden und ein Periost ist nicht immer sichtbar (Abb. 6 und 7).

### Histologie

#### Querschnitt durch den linken distalen Metakarpus

Distal sind beide Griffelbeine von straffem Bindegewebe umgeben und deren Verbindung mit dem Röhrlbein (*Ligamenta metacarpea interossea*) ist viel lockerer (Abb. 8 und 8, a). Der Abstand zwischen dem medialen Griffelbein und dem Röhrlbein misst zwischen 0,4 mm und 1,7 mm. Die Fasern sind meistens quer getroffen. Die Metakarpalfaszie ist nicht mehr sichtbar.

#### Querschnitt durch den linken proximalen Metatarsus

Proximal ist das mediale Griffelbein mit dem Röhrlbein verknöchert (Abb. 9). Das laterale Griffelbein ist dagegen mit einem straffen zellarmen Bindegewebe mit dem Röhrlbein verbunden. Der Abstand zwischen den 2 Knochen misst an der engsten Stelle 1,2 mm (Abb. 9, a). Rund um beide Griffelbeine ist viel straf-



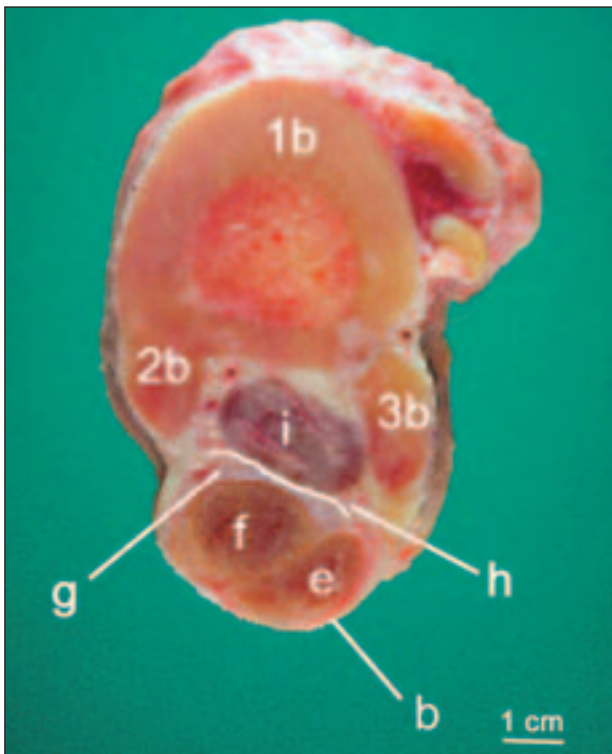


Abbildung 7: Querschnitt durch den linken Metatarsus auf Höhe der Griffelbeinköpfchen. Ansicht von distal. 1b MtIII, 2b MtII, 3b MtIV, b Fascia metatarsi plantaris, e Oberflächliche Beugesehne, f Tiefe Beugesehne, g Unterstützungsband der tiefen Beugesehne, h Septum zwischen dem Lig. accessorium der tiefen Beugesehne und M. interosseus medius, nachgezeichnet, i M. interosseus medius.

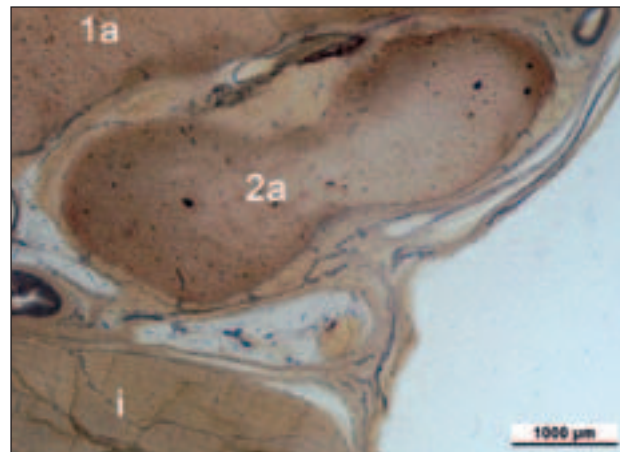


Abbildung 8a: Ausschnitt von Abbildung 8. Mediales Griffelbeinköpfchen umgeben von straffem Bindegewebe. 1a McIII, 2a McII, i M. interosseus medius.

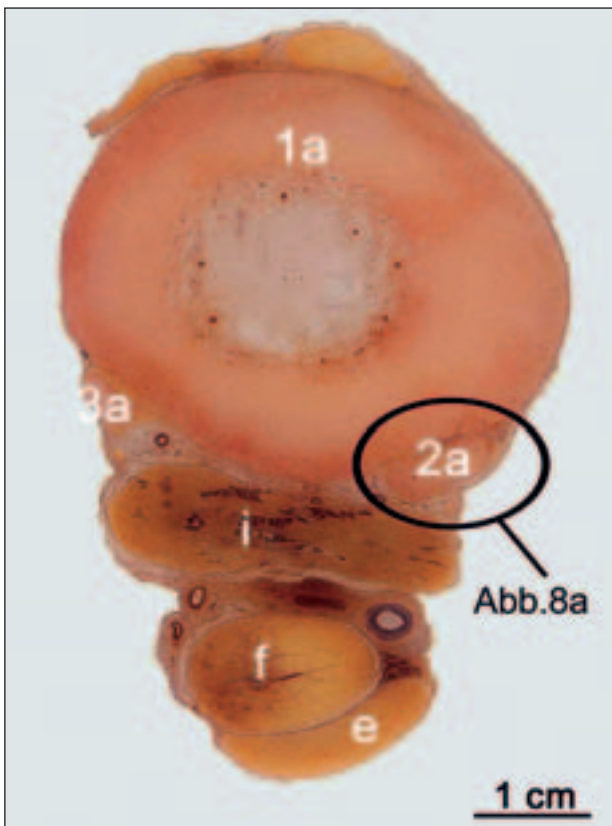


Abbildung 8: Querschnitt durch den linken Metakarpus auf Höhe des distalen Teils des Griffelbeins. Ansicht von proximal. 1a McIII, 2a McII, 3a McIV, e Oberflächliche Beugesehne, f Tiefe Beugesehne, i M. interosseus medius.

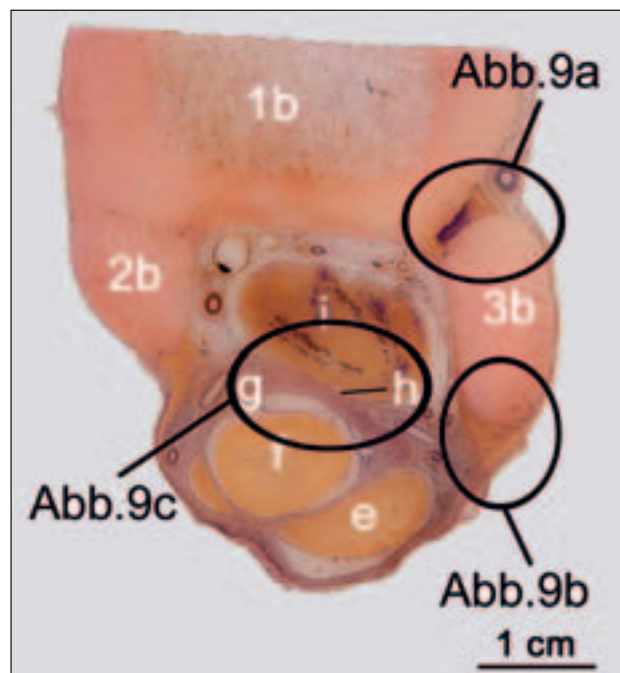


Abbildung 9: Querschnitt durch den linken Metatarsus auf Höhe des proximalen Teils des Griffelbeins. Ansicht von distal. 1b MtIII, 2b MtII, 3b MtIV, e Oberflächliche Beugesehne, f Tiefe Beugesehne, g Unterstützungsband der tiefen Beugesehne = Lig. accessorium, h Septum zwischen dem Lig. accessorium der tiefen Beugesehne und M. interosseus medius, i M. interosseus medius.

fes, faserreiches Gewebe sichtbar, welches sehr ähnlich dem benachbarten Sehngewebe ist (Abb. 9b, b). In diesem Bereich entspringt die Metatarsalfaszie, welche gegen plantar dünner wird (von fast 2 mm bis weniger als 0.5 mm). Das dünne Septum ist eng mit dem Lig. accessorium verbunden und misst zwischen 0.1 und 0.2 mm (Abb. 9, c). Histologisch sehen Faszie und umliegendes Gewebe ähnlich aus wie straffes, derbes Bindegewebe mit wenigen Zellen.

Am Metatarsus bestand weiter distal, in Mitte der Griffelbeine, die Verbindung zwischen medialem Griffelbein und Röhrlbein nur noch in der medialen

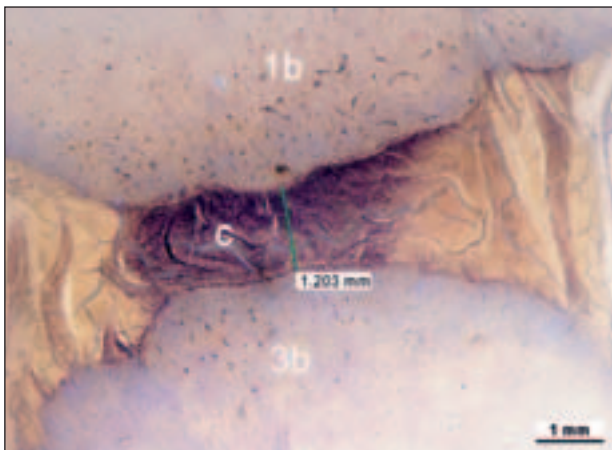


Abbildung 9a: Ausschnitt von Abbildung 9. Verbindung zwischen lateralem Griffelbein und Röhrlbein durch straffes Bindegewebe. 1b MtIII, 3b MtIV, c Lig. intermetatarsale.

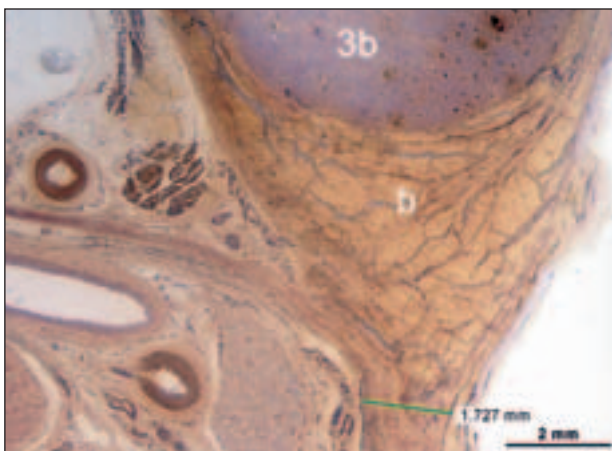


Abbildung 9b: Ausschnitt von Abbildung 9. Metatarsalfaszie, Insertion am lateralem Griffelbein, sehr straffes Bindegewebe. 3b MtIV, b Fascia metatarsi plantaris.

Hälfte aus Knochen. Gegen lateral war hier straffes Bindegewebe vorhanden. Das laterale Griffelbein war in diesem Bereich, ähnlich wie proximal, nur durch straffes Bindegewebe mit dem Röhrlbein verbunden. Die Metatarsalfaszie ist in diesem Bereich deutlich dünner als proximal und misst plantar vom lateralen Griffelbein 0.75 mm und plantar der oberflächlichen Beugesehne nur noch 0.25 mm.

## Diskussion

Die Metakarpal-/ Metatarsalfaszie ist sehr kräftig ausgebildet, setzt sehr fest an den Griffelbeinen an und gibt einen starken Halt für Beugesehnen, *M. interosseus medius* und Griffelbeine. Wie schon Frewein (1967) beobachtet hat, sind die *Fascia superficialis* und die *Fascia profunda* miteinander verwachsen, stark und einheitlich, wo die Fasern meistens laterodistal und mediodistal und nur selten quer verlaufen. Die Dicke der Faszie ist proportional zu den Kräften, die in diesem Bereich wirken: Am Vorderbein ist die Faszie kräftiger ausgebildet als am Hinterbein, vor allem im

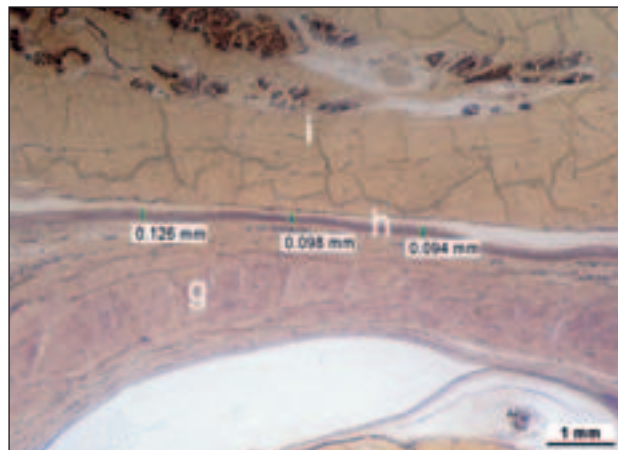


Abbildung 9c: Ausschnitt von Abbildung 9. Septum zwischen Lig. accessorium der tiefen Beugesehne und *M. interosseus medius*, straffes Bindegewebe, g Unterstützungsband der tiefen Beugesehne = Lig. accessorium, h Septum zwischen dem Lig. accessorium der tiefen Beugesehne und *M. interosseus medius*, i *M. interosseus medius*.

proximalen Teil. Gegen distal wird die Faszie dünner, bis palmar am Fesselgelenk, wo sie parallel zueinander und transversal verlaufen.

Die Faszie umhüllt die oberflächliche und tiefe Beugesehne und besitzt ein Septum, welches die tiefe Beugesehne und den *M. interosseus medius* voneinander trennt. Dieses Septum befindet sich dorsal vom Lig. accessorium und ist eng mit diesem verbunden. Das Lig. accessorium oder Unterstützungsband der tiefen Beugesehne wird am Hinterfuss von Barone auch als «bride tarsienne» bezeichnet. Dieses Lig. accessorium ist am Hinterfuss in der Regel dünner als am Vorderfuss (Barone, 1980).

Schon andere Autoren haben diese Faszie in Zusammenhang mit Griffelbeinfrakturen gebracht. Frakturen im distalen Bereich des Griffelbeins können durch ein äusseres Trauma entstehen; häufige Ursache hierfür ist aber ein inneres Trauma (Ermüdungsfrakturen im Zusammenhang mit chronischen Fesselträgerläsionen oder exzessivem Zug der Metakarpal- oder Metatarsalfaszie; Jackson, 2004). Die Hypothese, die Faszie sei eine mögliche Ursache für distale Griffelbeinfrakturen, wurde von Rooney beschrieben: Er meinte, dass durch die Extension des Karpus eine Spannung in der Faszie entsteht, welche eine Zugkraft an den distalen Teilen der Griffelbeine verursacht, die eventuell zu Frakturen führen könnte (Rooney, 1969). Verschooten et al. (1984) hat in einer in vitro Studie über eine mögliche Ätiologie von distalen Griffelbeinfrakturen die Rolle der Faszie genau untersucht und gefunden, dass die tiefe und oberflächliche Faszie keinen Einfluss auf Frakturen des distalen Griffelbeinteiles hatten.

Unsere Untersuchungen zeigten, dass die Faszie vor allem proximal an den Griffelbeinen fest verankert ist,

gegen distal immer dünner wird und am distalen Drittel fast nicht mehr sichtbar ist. Die Zugkräfte, die über die dünne Faszie an den distalen Griffelbeinen wirken können, sind deshalb nicht gross genug, um eine Fraktur verursachen zu können. Dazu sollten aber eine grössere Anzahl von Pferden untersucht und die Kräfte, die in diesem Bereich wirken, gemessen werden.

Die *Ligg. metacarpea/metatarsea interossea* stellen eine feste Verbindung zwischen den Griffelbeinen und dem Röhrbein dar. Proximal werden häufig Verknochungen gesehen, die gegen distal verschwinden. Eine Fusion zwischen den Griffelbeinen und dem Röhrbein am Vorderfuss ist häufiger bei Pferden, die älter als 2 Jahre sind und bei Sportpferden treten sie früher als bei Freizeitpferden auf. Die Ossifikationen an den Vordergliedmassen sind häufiger zwischen McII und McIII als zwischen McIII und McIV und meistens bilateral (Les et al., 1995). Ossifikationen (Synostosen) können einerseits die Folge einer lokalen Entzündung oder nach einem Trauma entstanden sein, welches zu einer Kallusbildung führte. Es wird angenommen, dass die Fusion eine funktionelle Anpassung vom Metacarpus an äusseren Beanspruchungen sein kann (Les et al., 1995). Auch wurde gezeigt, dass bei fusionierten Griffelbeinen eine erhöhte Lastübertragung (ca. 10–15% höhere Biegesteifigkeit in

der kranio-kaudalen Achse) erreicht wird (Pietrowski et al., 1983; Nunamaker, 2001). Die Erklärung dafür ist, dass die kortikale Dicke, welche kaudal durch die fusionierten Griffelbeinen erhöht wird, zu einer zunehmenden Resistenz gegen schädliche Beanspruchungen führt (Skedros et al., 2003).

Makroskopische Untersuchungen vom distalen Teils des Griffelbeins zeigten Faserbündel, die an den Griffelbeinknöpfchen entspringen und die Struktur von einem Band besitzen. In der Literatur, welche die chirurgischen Eingriffe von Griffelbeinen beschreibt, wird aber kein Band erwähnt, oder nur in einer unklaren Weise: «... das Griffelbeinknöpfchen wird dann sowohl scharf als auch stumpf vom umgebenden Weichteilgewebe getrennt...» (Stashak, 2002). Es handelt sich dabei um sehr straffes Bindegewebe, wie es auch in anderen Bändern zu finden ist (Liebich, 2003). Bevor von einem Band gesprochen werden kann, müsste jedoch eine grössere Anzahl von Pferden untersucht werden. Es ist durchaus vorstellbar, dass durch eine Hyperextension des Fesselgelenks eine Spannung in diesen straffen, distalen bandähnlichen Bindegewebszügen entsteht, die als Zugkraft auf die kleinen Griffelbeinknöpfchen wirken und zusammen mit einer schon bestehenden Interosseusläsion zu Frakturen im distalen Drittel des Griffelbeins führen könnte.

### Anatomie des stylets et de leur environnement en tenant particulièrement compte des fascia

Ce travail étudie les stylets (*Ossa metacarpalia/ossa metatarsalia II et IV*) du cheval et particulièrement les tissus mous qui les entourent. On décrit avec exactitude l'anatomie des *fascia metacarpi palmaris/fascia metatarsi palmaris/ligamenta metacarpea/metatarsea interossea* et des faisceaux de fibres issus du bouton dista du stylet. Les membres de 5 chevaux abattus ou euthanasiés ont été collectés et examinés aussi bien macroscopiquement que microscopiquement. Le *fascia metacarpi palmaris/fascia metatarsi plantaris* se présentait comme une structure très stable qui relie fermement les stylets à leur environnement. Les *ligamenta metacarpea/metatarsea interossea*, qui représentent le lien entre le stylet et les canons, présentent des variations importantes d'un cheval à l'autre. Les examens macroscopiques des tissus mous situés distalement du stylet montrent une structure de type ligamentaire prenant son origine sur le bouton distal du stylet et se prolongeant en direction dorso-distale.

### Anatomia dello sperone e del suo ambiente circostante considerando in particolare le fasce muscolari

Questo studio esamina le *ossa metacarpalia* e le *ossa metatarsalia II e IV* del cavallo e in particolare le parti dei tessuti molli intorno allo sperone. Oltre a ciò sono stati descritti con precisione anatomica la *fascia metacarpi palmaris*, la *fascia metatarsi e plantaris*, i *ligamenta metacarpea e metatarsea interossea* e il fascio di fibre, che derivano distali dalla testa dello sperone. Su 5 cavalli macellati e eutanasiati sono stati raccolti e analizzati macroscopicamente e microscopicamente gli arti. La *fascia metacarpi palmaris* e la *fascia metatarsi plantaris* vengono descritte come formate da una struttura stabile che unisce solidamente lo sperone all'ambiente circostante. I *ligamenta metacarpea e metatarsea interossea* che formano il legame tra sperone e stinco mostrano evidenti differenze da cavallo a cavallo. Esami macroscopici dei tessuti molli distali allo sperone evidenziano una struttura di legamenti che trae origine dalla parte terminale dello sperone e si sviluppa in direzione dorso distale.



## Literatur

*Barone R.*: Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome 2, Vigot, Paris, 1980, 921.

*Frewein J.*: Die Faszien an den Schultergliedmassen von Schwein, Rind und Pferd. «Acta Anatomica», 1967, 67: Suppl. 53.

*Les C. M., Stover S. M., Willits N. H.*: Necropsy survey of metacarpal fusion in the horse. Am.J.Vet.Res. 1995, 56: 1421-1432.

*Liebich H.*: Funktionelle Histologie der Haussäugetiere. Schattauer Verlag, Stuttgart, 2003, 82-84.

*Jackson M.*: Splint bone fracture in the horse: a retrospective study. Dissertation, Universität Zürich, 2004.

*Malone E. D., Les C. M., Turner T. A.*: Severe Carpometacarpal Osteoarthritis in Older Arabian Horses. Vet.Surg., 2003, 32: 191-195.

*Nickel R., Schummer A., Seiferle E.*: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band I, Bewegungsapparat. Parey Buchverlag, Berlin, 2003.

*Nunamaker D.*: Bucked shins in horses. In Muskuloskeletal Fatigue and Stress Fractures (ed. D. B. Burr and C. Milgrom), Boca Raton: CRC Press, 2001, 203-219.

*Piotrowski G., Sullivan M., Colahan P.T.*: Geometric properties of equine metacarpi. J. Biomech., 1983, 16: 129-139.

*Rooney J.*: Biomechanics of Lameness in Horses. Williams & Wilkins, Baltimore, 1969.

*Skedros J. G., Dayton M. R., Sybrowsky C. L., Bloebaum R. D., Bachus K. N.*: Are uniform regional safety factors an objective of adaptive modelling/remodelling in cortical bone? J. Exp. Biol. 2003, 206: 2431-2439.

*Stashak T. S.*: Lameness. In: Adams' Lameness in Horse. Eds. Williams & Wilkins, Philadelphia, 2002, 821-826.

*Verschooten F., Gasthuys F., De Moor A.*: Distal splint bone fractures in the horse: An experimental and clinical study. Equine vet. J., 1984, 16: 532-536.

*Wissdorf H., Gerhards H., Huskamp B., Deegen E.*: Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes. M.& H. Schaper Alfeld, Hannover, 2002, 425-461, 522-551.

---

## Korrespondenzadresse

Michelle Jackson, Pferdeklinik der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich, Winterthurerstrasse 260, CH-8057 Zürich, E-Mail: [mjackson@vetclinics.unizh.ch](mailto:mjackson@vetclinics.unizh.ch), Tel: +41 1 635 84 78, Fax: +41 1 635 89 05

Manuskripteingang: 24. Januar 2005

Angenommen: 15. Juli 2005