

## **3 Eigene Untersuchungen**

### **3.1 Material**

#### **3.1.1 Präparate**

Die Versuche erfolgten an 41 Vordergliedmaßen von Pferden, die in der Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin entweder aus zwingendem Grund euthanasiert oder als Frischpräparate von einem Schlachthof zur Verfügung gestellt wurden.

Die Präparate stammten von Pferden aller Rassen (ausgenommen Ponys), Geschlechter, Altersklassen und ohne Körpergewichtbegrenzungen. Als Grundlage dieser Studie dienten im Karpalgelenk abgesetzte Vordergliedmaßen. Alle Präparate wurden kühl gelagert (4°C) und waren bei den Versuchen nicht älter als 24 Stunden.

Die Präparate wurden auf mögliche Narben, Verletzungen oder andere Abnormalitäten des Bewegungsapparates wie z.B. vermehrte Sehnenscheidenfüllung voruntersucht. Erkrankte oder morphologisch veränderte Gliedmaßen wurden von den weiteren Untersuchungen ausgeschlossen.

Die Hufe der Präparate wurden gereinigt und mittels eines Einmalhandschuhs abgedeckt, um Artefakte durch Verunreinigungen bei den röntgenologischen Untersuchungen zu vermeiden.

In der folgenden Tabelle sind die durchgeführten Versuche sowie die Anzahl der jeweils verwendeten Gliedmaßenpräparate aufgelistet:

Tabelle 1:

<b>Versuchsaufbau</b>	<b>Methode</b>	<b>Anzahl der Gliedmaßen (gesamt: 41)</b>
<b>Anatomische Studien</b>	Darstellen der anatomischen Gegebenheiten	12
<b>Operationsmethode A</b>	Arthroskopie/ Tendovaginoskopie	5
<b>Operationsmethode B</b>	Durchleuchtungskontrolle mit C-Bogen-Technik	8
<b>Operationsmethode C</b>	Manuelle Methode ohne optische Kontrolle	13
<b>Methoden der Hufgelenkeröffnung D</b>	a) Desmotom	20
	b) HF-Technik	9
<b>Kontrollstudie E</b>	In vitro röntgenologische Kontrolle der Eröffnung unter Druckbelastung der Gliedmaße	3

Für die Operationsmethoden A bis D wurden die Punktionsstellen von den Hufgelenken und den Fesselbeugesehnenscheiden geschoren und gereinigt. Das ausgewählte Operationsfeld befindet sich im distalen Bereich der Fesselbeuge. Dazu wurden die Bereiche: Ballen, Ballengrube und Fesselbeuge ebenfalls geschoren und gereinigt. Die Präparate, die den anatomischen Studien dienten, wurden komplett geschoren.

### 3.1.2 Instrumente

Für die Operationsmethoden A und B wurde jeweils das gleiche Instrumenten-Set verwendet. Es entspricht den sterilen Bedingungen einer Operation intra vitam.

Die Instrumente sind im Einzelnen:

- Tuchklemmen
- chirurgische Pinzetten
- anatomische Pinzette
- Skalpellhalter mit Klinge
- Wundspreizer
- gebogene Klemme
- Knopfsonden
- Punktionskanülen
- Präparierschere
- Desmotom, gebogen, stumpf, spitz
- Nadelhalter

### 3.1.3 Materialien

- |  |                      |
|--|----------------------|
| • Nahtmaterial                         | Ethicon, Norderstedt |
| • Kanülen (18 G)                       | Braun, Melsungen     |
| • Venenverweilkanülen (14 G)           | Braun                |
| • Einwegspritzen (10 ml, 20 ml, 60 ml) | Braun                |
| • Verschluss-Stück                     | Braun                |
| • Dreiwegehahn                         | Braun                |
| • Infusionsgerät                       | Braun                |
| • Heidelberger Verlängerung (70 cm)    | Braun                |
| • Ringerlösung                         | Braun                |
| • Microplaque (Bariumsulfat)           | Guerbet              |

- |  |                   |
|--|-------------------|
| • Operationsabdecktücher (Inzisionsfolien) | Lohmann-Rauscher  |
| • Sterile Operations-Handschuhe            | Lohmann-Rauscher  |
| • Technovit (Grundsubstanz und Härter)     | Heraeus, Wehrheim |
| • Purisol® SM (Infusionslösung)            | Fresenius         |
| • Röntgenschutzschürzen                    | Mavig             |
| • Röntgenkassetten                         | Mavig             |
| • Röntgenfilm                              | Kodak             |

### 3.1.4 Technische Geräte

#### 3.1.4.1 Arthroskop

Die Arthroskopie bzw. Tendovaginoskopie erfolgte über ein  $\varnothing$  4mm starkes Arthroskop mit 30°-Optik der Firma Storz unter Verwendung des Endomaten zur Dilatation der FBSS. Die Dokumentation erfolgte über eine Kamera (R. WOLF, Endocam, STORZ, Flexilux 180 Xenon).

In dieser Studie wurde sowohl die Distension des Hufgelenkes als auch die der FBSS ausschließlich mit isotoner Ringerlösung durchgeführt.

#### 3.1.4.2 C-Bogen-Bildverstärker

Der C-Bogen-Bildverstärker (Firma PHILIPPS) ist ein Röntgengerät mit Betrachtungsmonitor. Die Röntgenröhre ist über einen C-förmigen Bogen mit dem Bildaufnehmer verbunden. Der Bewegungsradius des C-Bogens beträgt in horizontaler wie auch in vertikaler Position 360°. Der Operateur hat mit einer durch den C-Bogen mit einem digitalen Bildaufnehmer verbundener Röntgenröhre die Möglichkeit, während der Operation den Gliedmaßenabschnitt in verschiedenen Projektionen zu durchleuchten. Die Bilder werden sofort auf einem Monitor dargestellt, so dass eine optimale Lokalisation des chirurgischen Zuganges und eine sichtbare Kontrolle und Korrektur einzelner Operationsschritte möglich ist. Zur Dokumentation diente ein Drucker der Firma SONY (Video Graphic Printer UP-980 CE).

#### 3.1.4.3 HF-Technik

Für die Methode zur transendoskopischen Eröffnung der Verbindung zwischen der Hufgelenkaussackung und der FBSS wurde ein Instrument mit HF-Technik getestet. Zur

Anwendung kam das Hochfrequenz-Chirurgie Gerät „Erbotom“ von der Firma ERBE (Elektromedizin, Tübingen).

Die dazu verwendeten HF-Instrumente waren eine monopolare Nadelelektrode mit isoliertem Schaft ( $\varnothing$  0,2 mm, Länge: 40 mm, gebogen) und eine monopolare Messerelektrode mit isoliertem Schaft ( $\varnothing$  0,4 mm, Länge: 10 mm, gebogen).

Bei diesen Studien mussten die Präparate zusätzlich mit einer Neutralelektrode (Erbe) in Kontakt gebracht werden.

### **3.1.4.4 Weitere Geräte**

- Gefrierschrank (-24°C)
- Schermaschine
- Bandsäge
- Digitale Kamera (NIKON)
- Röntgengerät

## **3.2 Methode**

### **3.2.1 Anatomische Studien**

Die zunächst durchgeführten anatomischen Studien und Präparationen dienten der Erkenntnis über anatomische Gegebenheiten, sowie Platz- und Größenverhältnisse im Bereich der distalen palmaren Vordergliedmaße des Pferdes. Ferner sollten verschiedene Zugangsmöglichkeiten und die dafür benötigten Instrumente und deren Länge an den Präparaten dargestellt werden.

In diesen Studien wurde an 15 Präparaten die anatomischen Gegebenheiten und die Verbindung zwischen der FBSS und der palmaren Hufgelenkaussackung untersucht und optisch dargestellt. Dazu wurden in den ersten Versuchen an 5 Präparaten die Sehnenscheiden und die Hufgelenke mit Methylenblaulösung aufgefüllt. Um die anatomischen Trennungen zwischen Sehnenscheide, Beugesehnen und Hufgelenkaussackungen zu verdeutlichen, wurden extrem große Flüssigkeitsmengen (HG:15 ml, FBSS: 60 ml) injiziert. Danach wurden die Präparate sowohl in Flexions- als auch in Extensionsstellung für 24 Stunden tief gefroren (-24°C). Im Anschluss daran wurden die Präparate im tiefgefrorenen Zustand mit einer Knochensäge (Bandsäge) sagittal median und paramedian durchgesägt.

Bei der folgenden präparativen Untersuchung der halbierten distalen Gliedmaßen beurteilte man folgende Punkte: Form, Größe und Ausdehnung der palmaren Hufgelenkaussackung, anatomische Strukturen zwischen dem distalen Endblindsack der FBSS und der Hufgelenksaussackung, Anzahl und Verlauf der Vincula tendinum in der Sehnenscheide, Verlauf und Ansatz der OBS und TBS, Kronbeinlehne, Verlauf der geraden und schrägen Gleichbeinbänder, Zugangsmöglichkeiten in die Sehnenscheide, erforderliche Länge und Form der Instrumente und deren mögliche Lage und Zugangs- und Bewegungsvarianten. Weiterhin wurden die Platzverhältnisse in der FBSS bei verschiedenen Flexions- und Extensionsbewegungen der Zehengelenke beachtet. Die Präparate wurden mit Hilfe einer digitalen Kamera dokumentiert.

An 5 weiteren Präparaten erfolgte nach dem Entfernen von Haut und Unterhaut im Bereich der Fesselbeuge bis distal zum Hufknorpel und nach dem Eröffnen der FBSS mit der axialen Durchtrennung von beiden Beugesehnen auf Höhe des Kronbeines eine Inspektion des distalen Blindsackes. Dazu konnte die durchtrennte tiefe Beugesehne nach palmar geklappt werden. Somit war eine adspektorische Untersuchung mit distaler Blickrichtung auf die Innenauskleidung der FBSS mit ihren Vincula tendinum und dem distalen unpaaren Blindsack möglich. Der distale Blindsack der FBSS spannte sich aus einer bindegewebigen Membran zeltkuppelartig auf. Mit Hilfe eines Skalpells wurde diese Verbindung zum Hufgelenk durch eine ca. 15 mm lange Inzision parallel zur dorsalen Begrenzung der FBSS und zum Kronbein durchtrennt. Daraufhin konnte ein Abfluss von Synovia aus dem Hufgelenk in die FBSS beobachtet werden. Durch diese Inzision war in den palmaren Hufgelenkbereich einzusehen.

Bei weiteren Vorversuchen wurden zwei Ausgusspräparate von Hufgelenk und FBSS hergestellt. Als Füllmaterial wurde Technovit® 6091, Firma HERAEUS (Wehrheim), ein Zwei-Komponentenkleber, bestehend aus Grundsubstanz und Härter im Verhältnis 2:1 verwendet. Zum Füllen des Hufgelenkes wurden je nach Größe zwischen 15 ml und 20 ml verwendet.

Zur Injektion des Hufgelenkes wurden großvolumige Braunülen oder Kanülen (14-18 G, Ø 2,0- 2,2 mm) verwendet. Zur Durchführung wurden zwei Kanülen benötigt. Über die erste wurde zum Druckausgleich Gelenkflüssigkeit aspiriert, um ein Zerreißen der Gelenkkapsel zu vermeiden. Eine zweite Kanüle diente zur anschließenden Injektion des Technovit® in das Hufgelenk. Der Zugang erfolgte ca. 2 cm proximal des Kronrandes und 1 cm lateral und medial der Medianen. Die Kanüle wurde dabei schräg distal zur Medianen hin vorgeschoben. Die Aushärtungszeit betrug je nach Mischungsverhältnis und Temperatur 6-16 Minuten. Nach der Aushärtungszeit und dem Freipräparieren der palmaren Hufgelenkaussackungen und dem distalen Ende der FBSS, konnte die Form, Breite, Länge und Dicke der bindegewebigen Verbindung dargestellt und vermessen werden. Dazu wurden anatomische Variationen und Verbindungen untersucht.

### **3.2.2 Allgemeine Vorbereitungen zu den Operationsmethoden**

Das Vorgehen bei den beschriebenen Operationsmethoden entsprach grundsätzlich dem einer Operation *intra vitam*.

#### **3.2.2.1 Lagerung und Fixation**

Die Gliedmaßenpräparate wurden in seitlicher Stellung so fixiert, dass die Zehengelenke frei beweglich blieben. Dies ermöglichte ein Operationsfeld mit großer Bewegungsfreiheit der erforderlichen Instrumente und flexibler Beugung und Streckung der Zehengelenke. Als Halterung wurde eine Metallvorrichtung verwendet, die das Röhrlbein distal des Karpalgelenkes fixierte und somit der Bereich der Zehengelenke von allen Seiten frei zugänglich war.

Ein Esmarchschlauch zur Gefäßkompression wird nicht benötigt, da man verursachte Blutungen sofort erkennen und wenn notwendig durch eine Gefäßligatur beheben will, um so postoperative Blutungen zu vermeiden. Das Operationsfeld wurde mit einer sterilen Inzisionsfolie abgedeckt.

#### **3.2.2.2 Punktion des Hufgelenkes**

Um eine vermehrte Hufgelenkfüllung zu simulieren und einen positiven Effekt und Kontrolle beim Eröffnen der Verbindung zwischen palmarer Hufgelenkaussackung und distaler FBSS zu erhalten, wurde das Hufgelenk je nach Versuchsmethode mit unterschiedlichen Flüssigkeiten gefüllt. Zusätzlich bewirkt die Distension des Hufgelenkes eine gespannte Aufwölbung der palmaren Aussackung in die FBSS und ermöglicht ein einfaches Lokalisieren und eine leichtere Inzision bei den folgenden Operationsversuchen.

Die Punktionsstellen des dorsalen Recessus des Hufgelenkes und der FBSS wurden durch Scheren, Reinigung und Desinfektion für die Arthrozentese bzw. Vaginozentese vorbereitet. Die Punktion wurde mit  $\varnothing$  0,8 -1,2 mm und 4-5 cm langen Kanülen (Firma BRAUN) durchgeführt. Zur Punktion des Hufgelenkes wurde der dorsale Zugang über den Recessus dorsalis proximalis, etwa 15 mm proximal der Krone und 1,5 –2 cm lateral oder medial der Medianen in distomedianer Stichrichtung durch die Strecksehne, gewählt. Da in den meisten Fällen in Seitenlage und bei entlasteter Haltung der Gliedmaßenpräparate spontan keine Synovia über die Kanüle austrat, wurde zur Kontrolle der korrekten Kanülenposition entweder Synovia mit einer sterilen Einwegspritze aspiriert oder eine sterile Spülflüssigkeit in das Gelenk injiziert.

Je nach Art der Präparationsstudie wurden nun ca. 12-15 ml einer 5 % Methylenblaulösung in das Hufgelenk appliziert.

Dabei konnte man deutlich die Füllung und das Hervortreten der lateralen bzw. medialen Anteile der palmaro-proximalen Hufgelenkaussackungen in der Ballengrube erkennen und palpieren.

Die Kanüle konnte nach dem Verschließen mittels eines IN-Stopfen während den Präparationsstudien und den Operationsversuchen im Gelenk belassen werden. Somit konnte der Erfolg des Eröffnens kontrolliert werden und das Abfließen weiterer applizierter Flüssigkeiten beobachtet werden.

### **3.2.2.3 Punktion der Fesselbeugesehnenscheide**

Die Punktion der FBSS erfolgte etwa 5 cm proximal der Gleichbeine von lateral in der fühlbaren Rinne zwischen den tiefen Beugesehne und dem Fesselträger (M. interosseus medius) bei horizontalem Einstich. Zur Anwendung kam ein möglichst großvolumiger Venenverweilkatheter (Braunüle, Ø1,2-1,5 mm, BRAUN). Die Braunüle wurde mittels eines Hautheftes fixiert, um ein Herausrutschen während der Lavage und den Manipulationen an der Gliedmaße zu vermeiden.

Die FBSS wird mit einer sterilen, isotonen Flüssigkeit (Ringer, BRAUN) gefüllt, um den Operationszugang lokalisieren und palpieren zu können. Weiterhin ist die visuelle Inspektion durch die Flüssigkeitsfüllung bei der arthroskopischen Untersuchungsmethode verbessert und man erhält mehr Raum zwischen den Beugesehnen und der dorsalen Sehnnenscheidenwand. Somit können die Instrumente ohne die Beugesehnen und die innere Auskleidung der FBSS zu beschädigen, eingeführt, platziert und relativ flexibel bewegt werden. Nach der Applikation der Flüssigkeit in die FBSS traten alle paarigen und unpaarigen Aussackungen adspektorisch und palpatorisch hervor.

Um während der Operation einen ständigen und konstanten Innendruck zu erhalten wurde eine Arthroskopiepumpe (Firma R. WOLF, Athropumpe 2159) verwendet.

Bei der Anwendung von Hochfrequenz-Chirurgie kamen keine Ringer- oder Kochsalz-Lösungen, sondern schlecht leitende Lösungen wie z.B. Purisol® (Firma FRESENIUS) zur Anwendung, um effektiv schneiden zu können und Stromschäden zu vermeiden.

### **3.2.2.4 Kontrastmittelinjektion**

Bei den Versuchen mit Kontrastmittelinjektionen in das Hufgelenk konnten die Ausmaße und die Größe der palmaren Aussackungen unter Durchleuchtung mittels der C-Bogen-Technik dargestellt werden. Dazu wurden ca. 8-10 ml einer Kontrastmittellösung (Microplaque®, Fa. GUERBET, Sulzbach) in das Hufgelenk appliziert. Die Vorgehensweise war identisch wie bei den Hufgelenkinjektionen (3.2.2.2.).



In gleicher Weise wurde die FBSS mit dem Kontrastmittel gefüllt (ca. 40-60 ml) und röntgenologisch dargestellt. Dazu wurden mit dem C-Bogen sowohl dorso-palmare, latero-mediale als auch Schrägaufnahmen von der distalen Gliedmaße angefertigt.

Bei diesen Versuchen wurde die Größe der Kontaktflächen von der palmaro-proximalen Hufgelenkaussackung und dem distalen Endblindsack der FBSS betrachtet.

### **3.2.2.5 Zugangsmöglichkeiten über die Fesselbeugesehnscheide**

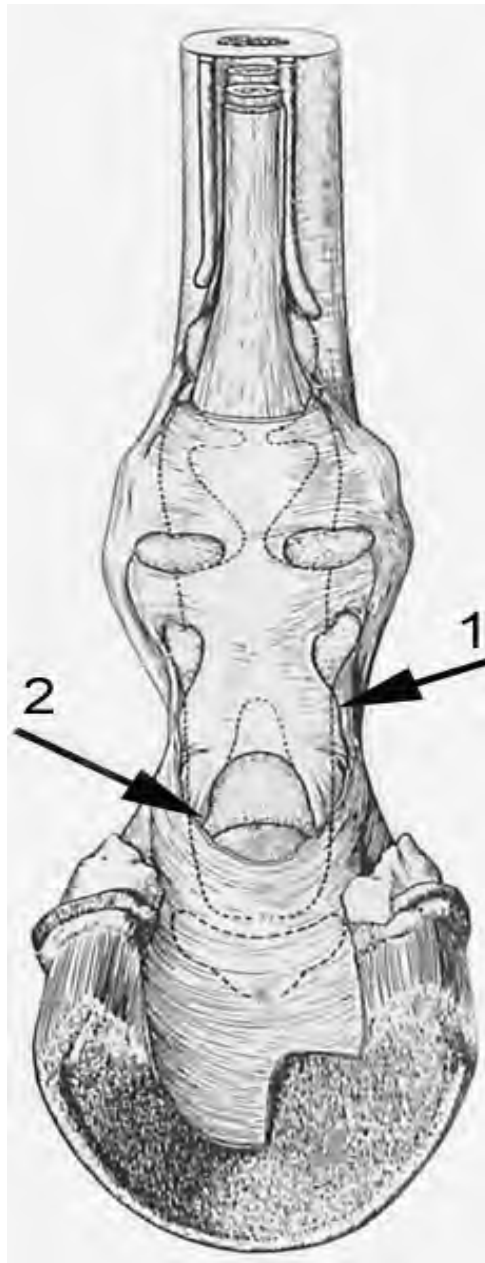
Der Zugang sollte so gewählt werden, dass man mit den herkömmlichen Instrumenten den distalen Blindsack der FBSS erreichen konnte und gleichzeitig ein ausreichender Bewegungsfreiraum im Bereich der Fesselbeuge gewährleistet war.

Folgende Auswahlkriterien waren zu erfüllen: kurzer Arbeitsweg, Zugang über eine der Seiten- oder Endaussackungen und die Möglichkeit eines zweiten kontralateralen Zuganges. Um einen möglichst kurzen Arbeitsweg zwischen dem Sehnscheidenzugang und dem distalen Endblindsack zu erhalten und den Vorteil einer Sehnscheidenaussackung als Zugang nutzen zu können, wurden als Instrumentenzugang zwei Möglichkeiten im distalen Fesselbeugebereich getestet (Abb. 3):

- 1) distale paarige Seitenaussackung zwischen dem proximalen und distalen Ansatzschenkel der vierzipfligen Fesselplatte
- 2) distaler unpaariger Palmarblindsack zwischen den distalen Ansatzschenkel der vierzipfligen Fesselplatte und den seitlichen Ausläufern der Sohlenbinde

Nachdem die FBSS ausreichend mit Flüssigkeit gefüllt wurde, konnten die distalen paarigen Seitenaussackungen jeweils seitlich der tiefen Beugesehne und dem distalen unpaarigen Palmarblindsack palpirt werden. Dazu waren Mengen von ca. 60-80 ml Ringerlösung notwendig.

Auf Grund der Ergebnisse aus den anatomischen Studien wurden die Operationsmethoden nur über den distalen Zugang (2) durchgeführt.



**Abb. 3: Palmare Wand der Fesselbeugesehnenscheide des Pferdes, Palmaransicht, modifiziert nach SEIFERLE und FREWEIN (1992).**

- 1) distale paarige Seitenaussackung zwischen dem proximalen und distalen Ansatzschenkel der vierzipfligen Fesselplatte.
- 2) distaler unpaariger Palmarblindsack zwischen den distalen Ansatzschenkel der vierzipfligen Fesselplatte und den seitlichen Ausläufern der Sohlenbinde.

### **3.2.3 Methode mit dem Arthroskop (A)**

Für diese Methode wurde ein Arthroskop mit einem Durchmesser von 4 mm und einer 30°-Optik (Firma STORZ) verwendet. Der Zugang wurde mit einem Hautschnitt mittels Skalpellklinge festgelegt. Die Arthroskophöhle und ein stumpfer Obturator konnten in die Inzisionsstelle direkt auf die prallgefüllte Aussackung der FBSS in horizontaler Lage, in lateromedialer Richtung und dorsal der TBS in die FBSS eingeführt werden. Nach dem Einführen der Arthroskophöhle und des stumpfen Obturators wurde dieser gegen die Optik ausgetauscht, so dass der distale Teil der FBSS endoskopiert werden konnte. Ein Infusionsschlauch und das Lichtkabel wurden angeschlossen. Die Optik wurde dorsal der tiefen Beugesehne nach mediodistal innerhalb der Sehnenscheide bei leichter Flexionsstellung der Zehengelenke weiter vorgeschoben. Über eine weitere Hautinzision, exakt an der kontralateralen Seite des Optikzuganges, wurde ein zweiter Zugang gelegt und ein Instrument zur Eröffnung der palmaren Hufgelenkkapsel stumpf eingeführt. Die Optik wurde ca. 3 cm distal vorgeschoben, um in den distalen Endblindsack einsehen zu können. Das Instrument zur Eröffnung der Hufgelenkkapsel wurde parallel zur Optik vorgeschoben, bis es unter optischer Kontrolle positioniert werden konnte. Beim Vorführen und Positionieren war es wichtig die kleinen gefäßführenden Vincula nicht zu beschädigen, um schnell auftretende Blutungen zu vermeiden. Des Weiteren musste beim Vorführen der Instrumente auf die palmar vorragende Kronbeinlehne und die als Gleitfläche dienenden schrägen und geraden Gleichbeinbänder (Scutum medium) geachtet werden. Das Vorschieben war nur gegen einen deutlich fühlbaren Widerstand möglich.

Während des gesamten Arbeitsganges wurde die FBSS mit isotonischer Ringerlösung gespült, um die Sehnenscheide zu erweitern und eine freie Sicht zu erhalten.

### **3.2.4 Methode mit dem C-Bogen-Bildverstärker (B)**

Der C-Bogen-Bildverstärker ist ein Röntgengerät mit Betrachtungsmonitor. Der Operateur hat mit einer durch den C-Bogen mit einem digitalen Bildaufnehmer verbundener Röntgenröhre die Möglichkeit, während der Operation den Gliedmaßenabschnitt in verschiedenen Projektionen zu durchleuchten. Die Bilder werden sofort auf einem Monitor dargestellt, so dass eine optimale Lokalisation des chirurgischen Zuganges und eine sichtbare Kontrolle und Korrektur einzelner Operationsschritte möglich ist. Bei diesen Untersuchungen wurde unter Berücksichtigung der Röntgenverordnung (2003) gearbeitet.

Für die Methode mit dem C-Bogen musste die distale Gliedmaße frei schweben, so dass die Röntgenröhre in Form des C-Bogens um die Gliedmaße positioniert und geschwenkt werden konnte.

Wie in den vorherigen Methoden wurde die Sehnenscheide gefüllt und der Zugang freipräpariert. Eine Punktionskanüle mit einem stumpfen Trokar wurde in den distalen Palmarblindsack der FBSS eingeführt. Nun wurde beim Vorschieben in distaler Richtung mit Hilfe der C-Bogen-Durchleuchtung die Position der Punktionskanüle aus lateromedialer (90°) und dorsopalmarer (0°) Richtung kontrolliert.

Über die dorsale Hufgelenkaussackung wurde ca. 10 ml des Kontrastmittels (Microplaque®, Fa. GUERBET, Sulzbach) in das Hufgelenk injiziert. Auf dem Monitor konnte man die gesamte Größe und Lage der palmarproximalen Hufgelenkaussackung erkennen. Je nach Eröffnungsmethode und Instrument war ein elastischer Widerstand beim Vorschieben in den distalen Blindsack der Sehnenscheide zu spüren. Zum Eröffnen des Hufgelenkes konnte der C-Bogen in dorsopalmare und lateromediale Richtung gestellt werden, damit die Schnittlänge und Einstichtiefe, sowie der erzielte Abfluss des Kontrastmittels zu kontrollieren war.

### **3.2.5 Manuelle Methode ohne optische Kontrolle (C)**

An 13 Präparaten wurden Untersuchungen durchgeführt, bei denen die Verbindung zwischen palmarer Hufgelenksaussackung und FBSS ohne optische Kontrolle durchtrennt wurden.

Die präoperativen Vorbereitungen und Lagerungen waren identisch mit den vorigen Methoden. Auch für diese Methode wurde der untere Zugang in die Fesselbeuge, 2 cm oberhalb des Hufknorpels, verwendet. Nach der Distension der FBSS wurde die palmare, unpaarige und distale Aussackung palpatorisch aufgesucht. Nach der Hautinzision und der stumpfen Präparation wurde mit einer Punktionskanüle die Sehnenscheidenwand zunächst penetriert. Dann ersetzte man die Punktionskanüle durch ein Instrument, mit dem die Verbindung zum Hufgelenk eröffnet werden konnte. Diese Methode wurde nur mit dem spitzgebogenen Desmotom erprobt.

### 3.2.6 Methoden der Hufgelenkeröffnung (D)

Um die bindegewebige Verbindung zwischen Hufgelenk und FBSS zu durchtrennen, wurden zwei Methoden untersucht. Es wurden zwei verschiedene Techniken mit drei unterschiedlichen Instrumenten getestet. Bei den Instrumenten handelte es sich um:

- ein leicht gebogenes spitzes oder stumpfes Desmotom oder
- ein Elektroden-Instrument eines Hochfrequenz-Chirurgiegerätes mit dem Schneiden und gleichzeitiges Koagulieren möglich ist; das HF-Instrument kann entweder eine monopolare Nadelelektrode (Abb. 4) mit isoliertem Schaft ( $\varnothing$  0,2 mm, Länge: 40 mm, gebogen) oder eine monopolare Messerelektrode (Abb. 5) mit isoliertem Schaft ( $\varnothing$  0,4 mm, Länge: 10 mm) sein.



**Abb. 4: Monopolare Nadelelektrode mit isoliertem Schaft ( $\varnothing$  0,2 mm, Länge: 40 mm, gebogen).**



**Abb. 5: Monopolare Messerelektrode mit isoliertem Schaft ( $\varnothing$  0,4 mm, Länge: 10 mm).**

Die Instrumente wurden dazu verwendet, um am distalen Endblindsack der Sehnenscheide einen internen Zugang zum Recessus palmaris proximalis des Hufgelenkes mit (Methode A und B) oder ohne Sichtkontrolle (Methode C) zu legen.

Insgesamt standen 29 Präparate zur Verfügung. An 20 Präparaten wurde das Hufgelenk mit dem Desmotom und an 9 Präparaten mit der HF-Technik eröffnet.

### **3.2.7 In vitro Studie unter Druckbelastung auf die Zehe (E)**

In dieser Versuchsreihe ging es darum, ob ein Abfluss von Synovia aus dem Hufgelenk in die Sehnenscheide unter möglichst realen und vitalen Druckbedingungen, also bei Belastung der Gliedmaße, möglich ist.

Die Präparate wurden in einer dafür eigens konstruierte Halterung fixiert und über eine Hydraulikpresse in axialer Richtung eingespannt. Dabei wurden die Beugesehnen und der Fesselträger ebenfalls fixiert um eine möglichst reelle Spannung auf die Gliedmaße zu erhalten. Der Druck auf die Gliedmaße konnte manuell gesteuert und auf einer Manometeranzeige in mbar gemessen werden.

Nun wurde das Hufgelenk punktiert und je nach intraartikulärem Druck ca. 10 ml Kontrastmittel (Microplaque®, Fa. GUERBET, Sulzbach) injiziert (s. 3.2.4.). Der Zugang in die Sehnenscheide erfolgte nach der beschriebenen Methode (s. 3.2.2.5.). Zunächst wurde eine Punktionskanüle mit stumpfen Trokar ( $\varnothing$  3 mm) eingeführt und bis zur Hufgelenkaussackung vorgeschoben.

Um den Moment der Hufgelenkeröffnung und das Ausströmen der Synovia mit dem Kontrastmittel in die Sehnenscheide dokumentieren zu können wurde eine Röntgenkassette (30 x 40 cm) und die Röntgenröhre (PHILIPPS) so ausgerichtet, dass man eine latero-mediale (90°) Aufnahme erhielt. Auf einer ersten Röntgenaufnahme wurde die Position des Instrumentes kontrolliert und die durch das Kontrastmittel dargestellten Hufgelenkaussackungen lokalisiert. Die zweite Röntgenaufnahme wurde kurz nach dem Verschieben bzw. Schneiden und Eröffnen des Hufgelenkes angefertigt. Auf dieser Aufnahme waren das Instrument in der Hufgelenkaussackung und das Ausströmen des Kontrastmittel-Synovia-Gemisches in die Sehnenscheide sichtbar.

### **3.2.8 Nachuntersuchungen**

Alle Gliedmaßenpräparate wurden nach den Versuchen (A-E) vollständig seziiert. Dabei wurde entsprechend den anatomischen Studien vorgegangen.

Untersucht wurde der Bereich des Operationszuganges über die medialen und lateralen distalen Seitenaussackungen der FBSS und die angrenzenden Strukturen. Nach dem Eröffnen der FBSS und dem Durchtrennen der Beugesehnen wurden die Innenstrukturen der Sehnenscheide auf mögliche Beschädigungen durch die Manipulationen mit den Instrumenten kontrolliert und dokumentiert.

Nachdem die TBS vollständig bis distal zum Strahlbein frei präpariert war, konnte die Inzisionsstelle in dem distalen Endblindsack der FBSS auf ihre Größe und Durchgängigkeit zum palmaren Hufgelenkanteil beurteilt werden. Weitere zu untersuchende anatomische Strukturen waren die TBS, die Bursa podotrochlearis, das Strahlbein, die Strahlbeinbänder und die gelenkbildenden Knorpelflächen des palmaren Hufgelenkbereiches.