

5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde an 42 distalen Vordergliedmaßenpräparaten von Pferden anatomische Studien und drei Operationsmethoden zur Eröffnung des Hufgelenkes über die Fesselbeugesehnenscheide durchgeführt.

5.1 Anatomische Studien

Die durchgeführten anatomischen Studien und Präparationen dienten zur Wahl der möglichen Zugänge, der Erkenntnis über anatomische Gegebenheiten, der Platz- und Größenverhältnisse sowie der benötigten Instrumente und deren Länge.

An den Sagittalschnitten der tiefgefrorenen Gliedmaßenpräparate, die in Flexions- und Extensionsstellungen fixiert wurden, konnte man sehr gut die elastische Trennungsfunktion der bindegewebigen Membran zwischen den zwei synovialen Räumen von Hufgelenk und FBSS erkennen. KÖNIG et al. (1995) bezeichnete diese Membran als breite, aus lockerem und elastischem Bindegewebe bestehende Verbindung. Wie bisher in der Literatur noch nicht anatomisch beschrieben, besteht diese Membran aus zwei Wandschichten: jeweils aus einem Teil der Hufgelenkscapsel und einem Teil der Sehnenscheide. Innerhalb der Membran verlaufen kleine Gefäße.

ROSSIGNOL und PERRIN (2003) bezeichnen sie als separate Membran, bestehend aus 3 Schichten: synoviale Schicht der Sehnenscheide, Bindegewebe, synoviale Schicht der Hufgelenkaussackung.

Die Verschieblichkeit der zwei Wandschichten und die Elastizität ermöglichen so beiden synovialen Einrichtungen einen Ausdehnungsfreiraum bei unterschiedlichen Synoviamengen.

Zu einem gleichen Ergebnis kamen auch PONT et al. (2004) und bezeichnen den „Kronbeinschenkel des tiefen Zehenbeugers“ als elastische Bindegewebsbrücke. Die Funktion soll nach PONT et al. (2004) auf Grund seiner elastischen Verformbarkeit und Dehnbarkeit eine Ausweichmöglichkeit der Synovia im Hufgelenk sein. Ungeklärt bleibt dann aber, wieso es nicht bei einer Hufgelenkentzündung mit einer intraartikulären Druckerhöhung zu einem Druckausgleich in Form dieser beschriebenen Ausweichräume kommt.

Durch die Distension mit der Methylenblaulösung von dem Hufgelenk und der FBSS können die Größenverhältnisse sehr gut dargestellt und die Platzverhältnisse für einen operativen Eingriff simuliert werden.

An den Sagittalschnitten konnten die in der Literatur beschriebenen Zugänge von NIXON (1990), JAHN und SILL (2000) und ROSSIGNOL und PERRIN (2003) über die FBSS in das Hufgelenk dargestellt werden und hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit bewertet werden. Weiterhin konnten so auch mögliche Auswirkungen auf die Innenauskleidung (Membrana synovialis) der FBSS studiert und ein optimales operatives Vorgehen erprobt werden.

In den anatomischen Studien wurden zwei Möglichkeiten untersucht und präparatorisch dargestellt, die als Operationszugang in die FBSS dienen könnten:

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

Nach der Methode von NIXON (1990), der einen proximalen Zugang für die Optik und einen zweiten distalen als Arbeitszugang wählte, ist zwar die optische Darstellung des distalen unpaarigen Endblindsackes und der palmarproximalen Hufgelenkaussackung möglich, aber kein chirurgischer Eingriff durchführbar. Auf der von NIXON (1990) skizzierten Operationsübersicht wird der zweite distale Instrumentenzugang dargestellt aber nicht weiter anatomisch beschrieben. Diese Zugangsmöglichkeit nutzten JAHN und SILL (2000) für ihre Studie zur arthroskopischen Untersuchung des palmaren Hufgelenkes und ROSSIGNOL und PERRIN (2003) für die Endoskopie der Bursa podotrochlearis.

WRIGHT et al. (1999) beschrieben einen Zugang proximal des Hufknorpels und abaxial der tiefen Beugesehne, über den sie eine Endoskopie der Bursa podotrochlearis, des Hufgelenkes und der FBSS durchführen konnten. Diese liegt etwas distaler als der von uns verwendete Zugang.

Die von NIXON (1990) beschriebene und als endoskopischen Zugang verwendete proximale Seitenaussackung, stellte sich bei den Präparationen für unsere experimentellen Studien als nicht praktikabel dar. Zwar konnten die Instrumente komplikationslos eingeführt werden, aber auf Grund der Länge des Arthroskopes und des Fesselkopfes können sie nicht parallel zur TBS in der FBSS distal vorgeschoben werden. Über diesen Zugang beschrieb NIXON (1990) auch nur die tendovaginoskopische Adspektion des distalen Bereiches der FBSS zu diagnostischen Zwecken. Die so erhaltenen endoskopischen Bilder lassen die distalen Strukturen der FBSS nur erahnen.

Die anatomischen Studien zeigen, dass ein weiteres Vorschieben der Instrumente über den von NIXON (1990) beschriebenen Zugang bis zum Eröffnen des Hufgelenkes eine zu große Manipulation notwendig macht.

Ein weiteres Problem des proximalen Sehnenscheidenzuganges können die Vincula tendini und die weiteren paarigen, distalen Seitenaussackungen darstellen. Durch die Positionierung der Instrumente kam es zu leichten Traumatisierungen. Auf Grund der zahlreichen anatomischen Variationen der Vincula tendini (NEUMEIER 2003) kann auch kein systematisches einheitliches Vorgehen Abhilfe bringen.

Die neurovaskulären Strukturen sind palpatorisch gut zu lokalisieren und stellen bei den Zugangsmanipulationsversuchen kein Problem dar.

In den anatomischen Studien an 12 Präparaten sind die von BREIT (1995) beschriebenen palmaren Hufgelenkaussackungen darzustellen. Dafür sind die Ausgusspräparate vom Hufgelenk sehr hilfreich. Anhand dieser sind Form, Größe und Lage der palmaren Aussackung untersucht worden. Weiterhin sind ebenfalls die Position und Größe der Eröffnung des Hufgelenkes festgelegt worden. Aufgrund dessen kann nur der längliche, mittlere (axiale) Anteil der palmarproximalen Aussackung durch einen Schnitt eröffnet werden, da der mediale und laterale Anteil direkt den Digitalgefäßen anliegen. Zu den gleichen Ergebnissen kamen auch VACEK et al. (1992) bei seinen Untersuchungen an den palmarproximalen Hufgelenkaussackungen mit Hilfe von Ausgusspräparaten.

Die nach SEIFERLE und FREWEIN (1992) und KÖNIG et al. (1995) beschriebenen medialen und lateralen Seitenaussackungen, die distalen und proximalen Endblindsäcke und der palmare unpaarige Blindsack der FBSS können bestätigt werden. Der Verlauf und die Anzahl der Vincula tendini entsprechen den Untersuchungen von DENOIX (2000) und NEUMEIER (2003).

In den anatomischen Studien erwies sich die Möglichkeit, die Zehengelenke in Flexions- und Extensionsstellung zu bringen als außerordentlich wichtig. Durch eine Flexion des Hufgelenkes wird die dominante Kronbeinlehne nach dorsal verschoben und ermöglicht ein Verschieben der Instrumente in den sehr engen Spalt zwischen tiefer Beugesehne und dorsaler Sehnenscheidenwand. Dies stimmt mit den Erkenntnissen von ROSSINGNOL und PERRIN (2003) überein. Zusätzlich wird dadurch die tiefe Beugesehne entspannt und der Raum im distalen Endblindsack der FBSS wird erweitert. Dadurch wird auch die Gefahr einer Verletzung der Bursa podotrochlearis und des proximalen Strahlbeinrandes deutlich vermindert. Diese anatomische Situation im Hinblick auf einen operativen Eingriff wurde so noch nicht beschrieben.

Auf Grund dieser Ergebnisse der anatomischen Studie wurde bei den Operationsmethoden nur der untere Zugang, also unterhalb der distalen Ausläufer der vierzipfligen Fesselplatte, proximal der Sohlenbinde von lateral oder medial, dorsal der TBS und palmar der neurovaskulären Strukturen, verwendet.

5.2 Allgemeine Vorbereitungen zu den Operationsmethoden

Die Erkenntnisse aus den Vorbereitungen waren vor allem wichtig für die Lagerung und Fixation während der Operation. Die flexible und freie Lagerung der distalen Zehe in Seitenlage ohne jegliche Fixation erfordert zwar häufig eine Assistenz, ist aber für die Lokalisation und Positionierung der Instrumente in den sehr engen distalen Anteilen der FBSS von großer Bedeutung. Kann nämlich die Zehe bzw. das Hufgelenk nicht gebeugt werden, besteht die Gefahr der Traumatisierung der dorsalen Gleitfläche der tiefen Beugesehne auf der Höhe der Kronbeinlehne und der Penetration der Bursa podotrochlearis. Bei ROSSIGNOL und PERRIN (2003) wurden die Pferde in Rückenlage gelagert und die Zehe mit Hilfe einer Streckvorrichtung in Extensionsstellung gebracht. Sie begründeten diese ungewöhnliche Lagerung für diese Art von operativen Eingriffen mit der besseren Orientierung und Positionierung des Arthroskopes.

Ein Esmarchschauch 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.

Durch das Scheren der Gliedmaße wird die adspektorische und palpatorische Untersuchung der Aussackungen der FBSS vereinfacht und die Haare werden auf eine ausreichende Länge gekürzt.

Sinnvoll erscheint auf jeden Fall die Abdeckung durch Inzisionsfolien bei allen Operationsmethoden. Beim Einsatz von Spülflüssigkeiten, die durch die Zugangsöffnung aus der FBSS austreten, ist eine Abdeckung mit sterilen Folien sinnvoll. Bei ROSSIGNOL und PERRIN (2003) wurden die Hufe vorher extra ausgeschnitten und einbandagiert. Sie verwendeten eine sterile, wasserdichte Klebefolie zur Abdeckung des Hufes und der Fesselbeuge. In den Untersuchungen von ROSSIGNOL und PERRIN (2003) beschrieben sie die Gefahr der bakteriellen Kontamination auf Grund der Nähe des Hufes und betonten die sorgfältige präoperativen Reinigung, Desinfektion und Abdeckung. Wegen der Gefahr einer Sepsis, durch die Manipulationen über den Zugang der FBSS empfehlen sie eine Lavage am Ende der Operation.

Neben der Lagerung und Fixierung ist die Distension von Hufgelenk und Sehnenscheide ein wichtiger Bestandteil der operativen Vorbereitungen.

Durch die Distension der FBSS wird die distale Palmaraussackung adspektorisch und palpatorisch deutlich. Der Zugang mit den Instrumenten ist wesentlich einfacher und gefahrloser. Man gelangt so zwischen die tiefe Beugesehne und die dorsale Sehnenscheidenwand. Weiterhin wird der sehr schmale synoviale Raum erweitert und die Instrumente können weniger komplikationsreich vorgeschoben werden. Selbst bei Versuchen ohne Arthroskopiepumpe bzw. Endomaten befindet sich noch genügend

Flüssigkeitsvolumen in der FBSS. Die Flüssigkeitsmenge variierte zwischen 60 ml und 100 ml und ist von den Gliedmaßengrößen abhängig.

Der Vorteil der Hufgelenkdistension ist die erhöhte Spannung auf der palmaro-proximalen Aussackung, die sich so in die FBSS regelrecht vorwölbt, welches bei den endoskopischen Versuchen eindrucksvoll sichtbar wird. Durch diese Spannung lässt sich die elastische und bindegewebige Membran wesentlich einfacher auffinden und einschneiden. Zu den gleichen Erkenntnissen kamen JAHN und SILL (2000). Bei Versuchen ohne Hufgelenkfüllung ist die Membran schwer aufzufinden und man benötigte mehrere Versuche sie durch eine Inzision zu eröffnen. Der Nachteil ist eine eingeschränkte Flexion des Hufgelenkes.

Zur Distension von Hufgelenk und Sehnenscheide stehen Gas oder Flüssigkeit zur Verfügung. Beide haben Vor- und Nachteile.

Bei der Hufgelenkarthroskopie ist Flüssigkeit der Verwendung von CO₂ als Füllmedium vorzuziehen. Durch die ausgesprochen straffe Gelenkkapsel des Hufgelenkes, stellt die Extravasation durch Flüssigkeit kein Problem dar. Trotzdem sollte eine Menge von 10-12 ml nicht überschritten werden. Bei Verwendung von Gas durch Insufflation kann die Sicht durch das Auftreten von Luftblasen behindert werden (BOENING 1998). Die Distension mit Gas oder Flüssigkeit braucht hier nicht weiter diskutiert zu werden, da man den Abfluss aus dem Hufgelenk in die FBSS erreichen will und mit einer Flüssigkeit eindeutig kontrollieren und darstellen kann.

Bei der Anwendung von der Hochfrequenz-Chirurgie kamen weder Ringer- noch Kochsalz-Lösungen zur Anwendung. Stattdessen wurden schlecht leitende Lösungen wie z.B. Purisol® verwendet, um effektiver schneiden zu können und Stromschäden zu vermeiden.

5.3 Operationsmethoden (A-D)

Methode A

Die Operationsmethode **(A)** mit einem Arthroskop als transendoskopische Methode wurde an 5 Präparaten untersucht.

Die Arthroskopie bzw. Tendovaginoskopie erfolgte in unseren Studien über ein Arthroskop mit einem Durchmesser von 4 mm und mit einer 30°-Optik (Fa. STORZ) unter Verwendung des Endomaten zur Dilatation der FBSS. Mit dieser Größe und Optik war der distale Endblindsack der FBSS vollständig darzustellen. Dazu kann ein zweites Instrument über einen kontralateralen Zugang in die FBSS eingesetzt werden.

In den Untersuchungen von NIXON (1990), VACEK (1992), REDDING (1994), WRIGHT et al. (1999), JAHN und SILL (2000) und ROSSINGNOL und PERRIN (2003) wurden

verschiedene endoskopische Methoden der FBSS, Hufgelenk und Bursa podotrochlearis mit unterschiedlichsten Indikationen beschrieben und die Durchführbarkeit bewiesen.

In den Untersuchungen von JAHN und SILL (2000) wurden identische Größendurchmesser und Optiken (4 mm, 30°-Optik) verwendet, ohne näher auf die Wahl der Größe, die Durchführbarkeit und die Komplikationen einzugehen. NIXON (1990) setzte ein 4,0/5,0 mm starkes Arthroskop mit 25°- und 70°-Optik ein. Der Einsatz der 70°-Optik war in den engeren proximalen Abschnitten der FBSS zufrieden stellender und bot eine bessere Sicht als bei der 25° Optik.

ROSSIGNOL und PERRIN (2003) endoskopierte die Bursa podotrochlearis über einen Zugang in die FBSS mit einem 4 mm und 2,7 mm Arthroskop und einer 30°-Optik. Mit dem 2,7 mm starken Arthroskop wäre die Prozedur zwar wesentlich einfacher, aber nicht stabil genug, um in die Bursa zu gelangen. Sie beschrieben die Endoskopie mit Standard-Arthroskopen als möglich. Sie sind aber der Auffassung, dass gebogene, spezielle Arthroskope mit flexiblen Optiken wesentlich besser einsetzbar seien. Nur in dieser Veröffentlichung wird die Interferenz des proximalen Arthroskopendes mit dem palmaren Anteilen des Fesselkopfes beschrieben.

Vorraussetzungen für eine erfolgreiche Tendovaginoskopie der distalen Bereiche der FBSS mit dem von uns eingesetzten Arthroskop, sind eine ausreichende Distension der FBSS, eine seitliche Lagerung, eine flexible Zehengliedmaße und ein möglichst distaler Zugang über die FBSS. Trotz dieser Bedingungen ist das Bewegen des Arthroskopes und der Instrumente nur gegen einen gewissen straffen Widerstand möglich und ist nicht mit den Verhältnissen einer Arthroskopie eines Gelenkes vergleichbar. Dem widersprechen ROSSIGNOL und PERRIN (2003) teilweise, indem sie eine Distension der FBSS für nicht erforderlich halten und die Pferde in dorsale Lagerung verbrachten.

Ein transendoskopischer Zugang zur FBSS dient der visuellen Inspektion und ist kosmetisch vorteilhaft. Wird nun ein weiteres Instrument in die Sehnenscheide eingeführt, sind die Bewegungsmöglichkeiten extrem eingeschränkt und es bedarf großer Geschicklichkeit und langer Übung unter diesen Platzverhältnisse operieren zu können.

Zusammenfassend ist für diese bimanuelle Methode festzuhalten, dass die Gefahr einer Traumatisierung der anatomischen Strukturen durch zwei Zugänge und zwei Instrumente in den engen anatomischen Räumlichkeiten der FBSS besteht (ROSSIGNOL u. PERRIN 2003). Von Vorteil sind die visuelle Kontrolle der Eröffnung des Hufgelenkes und der Abfluss der Synovia in die FBSS.

Diese Technik erlaubt eine gute Ansicht der anatomischen Strukturen und kann nützliche diagnostische und prognostische Elemente in diesem Gebiet bringen.

Der Einsatz von Standard-Arthroskopen ist möglich, aber es sind bei der bimanuellen Methode spezielle Instrumente für die Eröffnung erforderlich.

Methode B

Bei der Operationsmethode **B** wurde die Durchführbarkeit unter Durchleuchtungskontrolle mit dem C-Bogen unter Verwendung von Kontrastmittel getestet. Hierzu wurden 8 Präparate verwendet. Für diese Methode ist nur ein Zugang über die FBSS erforderlich.

Die Eröffnung der FBSS und des Hufgelenkes wurde wie bei der Operationsmethode A jeweils mit dem Desmotom und mit einem HF-Messer- bzw. einer Nadelelektrode getestet (s. D).

Bei der Methode mit Kontrastmittel unter Durchleuchtungskontrolle kann die Positionierung, Inzision und Schnitfführung auf dem Monitor kontrolliert werden. Zusätzlich lässt sich der Abfluss von Synovia mit dem Kontrastmittel nach dem Einschnitt in die Aussackung aus dem Hufgelenk in die FBSS kontrollieren und dokumentieren.

Das Einrichten des C-Bogens beansprucht sehr viel Zeit und Platz in der Vorbereitungsphase. Zusätzlich ist der Einsatz von Kontrastmittel zur Lokalisation und Kontrolle des Abflusses von Synovia in die FBSS essentiell.

Von großem Vorteil ist auf Grund der engen Platzverhältnisse in der FBSS der Einsatz nur eines Instrumentes. Nachteilig ist der zeitliche und technische Aufwand für die optische Durchführung der Methode.

Methode C

Bei der Methode **C** wurde an 13 Präparaten eine Eröffnung der Verbindung zum Hufgelenk mit einem Instrument ohne optische Kontrolle erprobt. Diese Methode wurde nur mit dem Desmotom durchgeführt, da der Einsatz von HF-Instrumenten ohne optische Kontrolle zu riskant erscheint.

Nach den gleichen Vorbereitungen wie in den zuvor durchgeführten Untersuchungen wird das Instrument, ein spitzes, leicht gebogenes Desmotom, in die FBSS eingeführt.

Der einseitige Zugang lässt sich auch bei diesen Versuchen komplikationslos durchführen. Bei guter Distension der FBSS lässt sich das scharfe Instrument ohne Schwierigkeiten in die distale Palmaraussackung einstecken. Dann wird das Instrument flach distal vorgeschoben. Bei leichter Flexionshaltung der distalen Zehengelenke erreicht man bei nur geringem Widerstand die palmare Hufgelenkaussackung. Eine optische Kontrolle gibt es dafür in diesem Falle nicht. Aber die anatomischen Studien haben gezeigt, dass das Instrument bei diesen Vorbereitungen ohne Probleme vorgeschoben werden kann.

Denn die Gefahr in eine Blindaussackung zu gelangen oder die Vincula tendini der FBSS zu verletzen, ist bei diesem Zugang nicht gegeben.

Im Vergleich zu den Methoden A und B ist bei dieser Methode der technische Aufwand deutlich geringer. Aber dafür verlangt sie eine größere anatomische Kenntnis und praktische Erfahrung des Operateurs. Da neben der Durchführbarkeit auch die Operationszeit von Bedeutung ist, ist diese Methode wesentlich effektiver.

Methode D

Es wurden zwei Methoden untersucht, bei der die Verbindung zwischen FBSS und Hufgelenk durchtrennt wurde. Insgesamt standen 29 Präparate zur Verfügung. An 20 Präparaten wurde das Hufgelenk mit dem Desmotom und an 9 Präparaten mit der HF-Technik eröffnet. Mit den Instrumenten wurde am distalen Endblindsack der Sehnenscheide ein interner Zugang zum Recessus palmaris proximalis des Hufgelenkes mit (Methode A und B) oder ohne Sichtkontrolle (Methode C) geschaffen.

In der Veröffentlichung von JAHN und SILL (2000) wird ein Elektroden-Haken eines Hochfrequenz-Chirurgiegerätes unter endoskopischer Sichtkontrolle zum Eröffnen des Hufgelenkes zu diagnostischen Zwecken verwendet. Vorgehensweise und etwaige Komplikationen wurden nicht näher beschrieben. Ebenso fehlt eine genaue Beschreibung der Instrumente.

Unsere Untersuchungen wurden mit einem scharfen, leicht gebogenem Desmotom, einer monopolaren Nadel- und Messerelektrode (Fa. ERBE Elektromedizin, Tübingen) durchgeführt.

Diese Untersuchungen und die anatomischen Studien zeigen, dass eine Operation mit dem HF-Instrument ohne endoskopische Kontrolle nicht möglich ist, da das Risiko schon beim Vorführen der spitzen Elektrodennadel gefährlicher ist als mit dem Desmotom. Das Eröffnen der Verbindung zwischen FBSS und HG sollte visuell durchgeführt werden, da die Einschnitttiefe und -länge mit der Elektrodennadel nicht abgeschätzt werden kann.

Das Schneiden mit HF-Instrumenten ist mit dem Schneiden der Klinge des Desmotoms nicht zu vergleichen. Es kann auch zu Koagulationsschäden kommen, wenn die Oberfläche der TBS oder dorsale Sehnenscheidenwand berührt werden sollte.

Als nachteilig erweist sich bei der endoskopischen bimanuellen Methode, unabhängig welches Instrument verwendet wird, dass eine zweite Person die Gliedmaße in die richtige Position bringen muss. Von großem Vorteil ist, dass die Schnittlänge genau nachvollzogen und eventuell korrigiert werden kann. Dies ist vor allem beim Einsatz der Nadelelektrode notwendig, bei der nicht immer der erste Schnitt ausreichend ist. Die Reaktionen an den Schnittträgern können bei den Nachuntersuchungen bestätigt werden.

Dies wirft die Frage auf, ob diese Gewebeveränderungen ein Zusammenwachsen verhindern oder verzögern könnten. Damit wäre dann die Methode der Hochfrequenz-Chirurgie wesentlich effektiver und sinnvoller. In den Untersuchungen von JAHN und SILL (2000) wurden die Reaktionen an den Wundrändern nicht erwähnt.

Der Unterschied von Nadel- oder Messerelektrode ist bei diesem Einsatz relativ gering. Von viel größerer Bedeutung ist die gesamte Form und Länge eines HF- Instrumentes. Als günstigste Form erwies sich eine Winkelung des Schaftes und somit eine maximale Eindringtiefe von 6,0 cm. Zum Teil ist der Schaft aber so flexibel, dass er dem Einsatz angepasst werden kann. Um die Verletzungsgefahr durch die scharfe Nadelelektroden spitze oder die Klinge des Messers beim Vorschieben in der FBSS zu verhindern, könnte eine zurückziehbar Schutzülle verwendet werden. Ebenfalls könnte wie bei der Endoskopie das Instrument über einen Arbeitskanal eingesetzt werden.

Eine alternative Methode zur Hochfrequenz-Chirurgie wäre die minimal-invasive Laser-Methode zur Eröffnung des Hufgelenkes (RÖCKEN 2000).

Tabelle 2:

Methode	Anzahl der Zugänge	Technik	Instrumente	Eröffnungs- und Abflusskontrolle
A	2	Arthroskopie	1. Desmotom 2. HF-Messer 3. HF-Nadel	Arthroskopisch sichtbar
B	1	C-Bogen-Bildverstärker	1. Desmotom 2. HF-Messer 3. HF-Nadel	Kontrastmittel-Darstellung
C	1	manuell	1. Desmotom	Ohne optische Kontrolle

5.4 In vitro Studie

An 3 Gliedmaßenpräparaten wurde der Abfluss von Synovia aus dem HG in die FBSS nach dem Durchtrennen der Verbindung unter Druckbelastung auf die Zehengliedmaße kontrolliert. Die Durchführung und der Erfolg wurden röntgenologisch mit Hilfe eines

Kontrastmittels dokumentiert. Mit dieser Studie sollte kontrolliert werden, ob ein Abfluss nach der Eröffnung des Hufgelenkes auch unter Belastung der Zehengliedmaße und bei physiologischen Druckverhältnissen im Bereich der palmaren Hufgelenkaussackung und der FBSS stattfindet. Die Operationsmethoden könnten so eine dauerhafte interne Druckreduktion des Hufgelenkes in die FBSS bewirken.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein Abfluss und damit eine gleichzeitige Reduktion des Hufgelenkinnendruckes unter physiologischen Belastungsverhältnissen an den distalen Gliedmaßen möglich sind. Es kommt zu keinem sofortigen Verschluss der bindegewebigen Verbindung zwischen dem Recessus palmaris proximalis und dem distalen Sehnenscheidenblindsack unter Belastung. Auch bei weiteren Druckerhöhungen auf die Zehe konnte zusätzlich injizierte Flüssigkeit aus dem HG über die Inzisionsstelle in die FBSS ablaufen. Das bedeutet zunächst, dass die Öffnung durch den Druck der TBS auf die FBSS und die Hufgelenkaussackung nicht komprimiert und damit verschlossen wird. Weiterhin konnte auch gezeigt werden, dass die Synovia aus dem Hufgelenk in die Sehnenscheide fließen konnte, obwohl auch dort ein erhöhter Füllungszustand herrschte und nicht umgekehrt. Auf Grund der Kompartiment-Verhältnisse im Bereich des Hufes herrscht ein ständiger Druck im Hufgelenk und damit eine Abflußrichtung in die FBSS. Durch die elastischen Dehnungszustände einer Sehnenscheidenwand ist die FBSS in der Lage die geringen Flüssigkeitsmengen ohne makroskopisch sichtbare Veränderungen auf zu nehmen. Um diese Erkenntnisse in Vivo-Bedingungen übertragen zu können, müssen die unterschiedlichen Belastungsphasen im Bewegungsablauf des Hufgelenkes und der FBSS berücksichtigt werden. Ob es zu einem Rückfluss oder einem synovialen Austausch während der Stützbein- und Hangbeinphase aus der FBSS in das Hufgelenk kommt ist in einer invivo-Studie zu untersuchen.

5.5 Nachuntersuchungen

Im Gegensatz zu den komplikationslosen Operationsbeschreibungen aus früheren Veröffentlichungen (JAHN u. SILL 2000), können postoperative makroskopisch sichtbare Traumatisierungen beim Einführen der Instrumente bis zur distalen unpaarigen Aussackung der FBSS festgestellt werden. Dabei handelt es sich um geringgradige Läsionen an der Innenauskleidung (Membrana synovialis) der Sehnenscheide, an der dorsalen Fläche der TBS und dem Scutum distale.

NIXON (1990) beschrieb bei seinen Untersuchungen an Pferden als größtes Risiko die Beschädigung der neurovaskulären Strukturen. Durch den distalen Zugang in die FBSS kommt es zu keinen Beschädigungen an der OBS und den Vincula tendini.

Ein weiterer großer Vorteil des distalen Zuganges ist, dass laut den Untersuchungen von KÖNIG et al. (1995) in diesem Bereich der Membrana synovialis eine geringe Aktivität von Produktion und Resorption von Synovialflüssigkeit stattfindet.

Verletzungen der neurovaskulären Strukturen der Spornsehne, des Hufknorpels, der Kronbeinschenkel der OBS, der Sohlenbinde, der Strahlbeinbänder und der TBS sind bei sehr guten anatomischen Kenntnissen, praktischer Erfahrung und fachgerechtem Vorgehen durchaus vermeidbar.

Eine Penetration der Bursa podotrochlearis ist ein beschriebener Risikofaktor, wird aber in dieser Studie nicht beobachtet. Ein Grund dafür ist die leichte Flexionsstellung des Hufgelenkes in Seitenlage und die weiter nach proximal reichende Ausdehnung des Recessus palmaris proximalis des Hufgelenkes als die Bursa podotrochlearis.

Da die entscheidenden Strukturen sehr eng beieinander liegen, ist eine genaue Kenntnis der anatomischen Verhältnisse wichtig.

Trotz der minimal-invasiven Methoden können durch iatrogen verursachte Traumatisierungen postoperative Komplikationen in Form von villondulärer Tenosynovitis (NIXON 1990), Synovialitis, Hygrom der Sehnenscheide, und Haemarthrosis des Hufgelenkes (SEIFERLE u. FREHWEIN 1992) auftreten.

ROSSIGNOL und PERRIN (2003) stellten sich die Frage, wie sich eine Vergrößerung des Zuganges zur Bursa podotrochlearis durch die synovialen Strukturen zur besseren Endoskopie auf den postoperativen Heilungsverlauf auswirken könnte. Gleiches ist in unserem Fall zu überlegen und in einer weiteren Studie zu kontrollieren.

Ein chirurgischer Verschluss der Hufgelenkaussackung bzw. des Palmarblindsackes der FBSS nach der Tendovaginoskopie ist nie beschrieben worden (JAHN u. SILL 2000). Bei den Untersuchungen von ROSSIGNOL und PERRIN (2003) wurde auch kein Verschluss der synovialen Strukturen nach Endoskopie der Bursa podotrochlearis über die FBSS durchgeführt.

VACEK et al. (1992), der die palmaren Hufgelenkbereiche arthroskopierte ohne die FBSS zu eröffnen, beschrieb ebenfalls außer einer Hautnaht keinen postoperativen Verschluss der Gelenkscapsel. Wie lange die Eröffnung des Hufgelenkes und der Abfluss der Synovia anhalten, lässt sich bei diesen Untersuchungen nicht feststellen.