

# Experimentelle Untersuchungen über die Injektion von Ringerlösung in die Bursa podotrochlearis zur Diagnostik des Podotrochlose-Syndroms beim Pferd

Bodo Hertsch und Rudi U. R. Samapati

Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin

## Zusammenfassung

Die notwendige Eindringtiefe der Kanüle bei der Injektion in die Bursa podotrochlearis wurde im Versuch an Gliedmaßenpräparaten mit verschiedensten Hufgrößen und Hufformen jeweils aufgezeichnet (zwischen 4,6 bis 5,5 cm). Die Ergebnisse können als Grundlage für die zukünftige Forschung am lebenden Pferd dienen. Diese Injektionstechnik ermöglicht durch die Kenntnis der notwendigen Kanülengröße und richtige Einschätzung der Eindringtiefe der Kanüle eine hohe Sicherheit in der zuverlässigen Punktion der Bursa podotrochlearis. Aufgrund von Rasse, Alter oder Gewicht des Pferdes unterscheiden sich Hufform und Hufgröße zum Teil erheblich. Die Injektionsmethode, die in dieser Studie beschrieben wird, ist sehr genau und kann bei allen Hufformen (spitz, regelmäßig, stumpf) und allen Hufgrößen (klein, mittelgroß, groß) angewendet werden. Eine Aspiration von Synovia aus der Bursa podotrochlearis ist in der Regel nicht möglich.

**Schlüsselwörter:** Podotrochlose-Syndrom, Strahlbein-Erkrankung, Bursa podotrochlearis, Bursa-Injektion, Diagnostik-Technik, Orthopädie

## Injection of Ringer solution into the navicular bursa for the diagnosis of the navicular syndrome in horses: An experimental study

On different hoof sizes of legs from slaughtered horses, the necessary penetration depth for injections into the navicular bursa has been determined (between 4.6 to 5.5 cm). This injection-technique, with its determination of the appropriate cannula size and depth of penetration, allows a high reliability in the punctuation of the navicular bursa. The results of this study can be used as a basis for further research conducted on living horses. Depending on breed, age and weight of the horses, the sizes and shapes of the hooves differ significantly. The injection-method described in this study has proved to be very reliable and applicable to all hoof shapes (pointed, regular, edgeless) and sizes (small, medium, large). Another finding of this study is the fact that aspiration of synovia from the navicular bursa is not possible.

**Keywords:** podotrochlear syndrome, navicular disease, navicular bursa, bursa injection, diagnostic techniques, orthopedics

## Einleitung

Die häufigste und bedeutendste Krankheit, die zur Lahmheit führt, ist der Komplex der Podotrochlose; Podotrochlose-Syndrom, Navicular-Syndrom, Palmar foot-Syndrom (Colles 1982, Turner 1986, McGregor 1989, Rijkenhuizen 2006). Bei jeder zweiten Vorderbeinlahmheit ( $n = 6.904$ ) kommt differentialdiagnostisch das Podotrochlose-Syndrom in Betracht (Hertsch 1993). Die Erforschung der Ursachen und des Verlaufs dieser Krankheit sowie einer Therapie hat trotz vielfältiger Anstrengungen noch nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt und wird bis heute diskutiert.

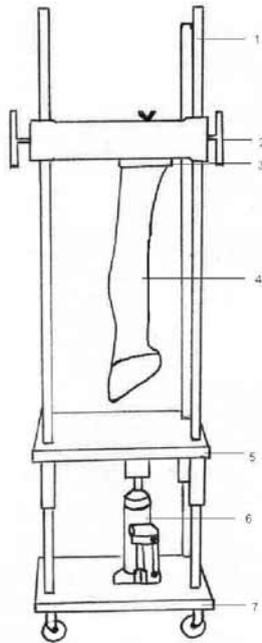
Klinische Untersuchungen, diagnostische Anästhesien (Leitungs-, Gelenk-, Bursa-Anästhesie) und Röntgenuntersuchung sind Routineuntersuchungen bei der Lahmheit von Pferden, die vor jeder Diagnosestellung durchgeführt werden. Die klinische Untersuchung mit Adspektion, Palpation und Provokationsproben ergibt keine charakteristische Symptomatik für die Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms (Hertsch und Höppner 1999), sie sind aber für die Differentialdiagnostik unverzichtbar. Die Differentialdiagnostik kann mit Hilfe der zur Verfügung stehenden bildgebenden Verfahren vorgenommen werden.

Alle Bemühungen zur Differenzierung mit Hilfe von diagnostischen Anästhesien haben sich zwar als hilfreich, jedoch leider nicht eindeutig erwiesen (Zuther und Hertsch 2004). Der Zusammenhang der intraartikulären Druckverhältnisse im Hufgelenk mit dem Podotrochlose-Syndrom wurde von Schott (1989), Nowak et al. (1992), Rupp (1993) und Höppner (1993) untersucht. Die Ergebnisse ihrer Forschung werden bei klinischen Untersuchungen des Podotrochlose-Syndroms häufig angewendet, insbesondere bei der differenzierten klinischen Diagnostik.

In der Praxis gibt es häufig keine Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Röntgenbilderdiagnostik der „harten Organe“, der Messung des Drucks im Hufgelenk und den Ergebnissen der diagnostischen Anästhesien (TPA, RPA) des Patienten. Daher kann eine Untersuchung der „weichen Organe“ wie der Bursa podotrochlearis von großer Bedeutung sein, um festzustellen, ob die Krankheit oder Veränderung, welche die Lahmheit verursacht, von der Bursa selbst ausgeht (Bursitis podotrochlearis) oder nicht.

Zuther und Hertsch (2004) haben eine Methode zur Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms mit Hilfe von diagnosti-

schen Anästhesien und der Druckmessung in Hufgelenk und Bursa podotrochlearis entwickelt. Die Ergebnisse ihrer Arbeit haben sich als hilfreich erwiesen. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Punktion der Bursa podotrochlearis am Gliedmaßenpräparat von Pferden im Hinblick auf das Podotrochlose-Syndrom. Diese Untersuchungen werden durchgeführt, um zusätzliche Informationen zur Sicherstellung der Punktion der Bursa podotrochlearis zu gewinnen. Es stellt sich dabei die Frage, wie sich die Flüssigkeit in der Bursa podotrochlearis unter steigender Belastung verhält. Wird die Flüssigkeit in die Spritze zurückfließen? Welche Hinweise ergeben sich daraus auf die Belastung der Bursa durch Druck und Zug auf Strahlbein und tiefer Beugesehne?



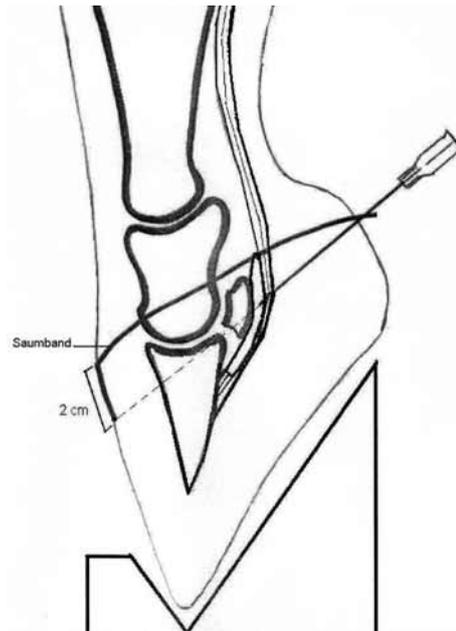
**Abb 1** Belastungsgerät. Führungsgestänge (1), Rahmen (2), Befestigungsvorrichtung (3), Gliedmaßenpräparat (4), Messtisch (5), Hydraulischer Wagenheber (6), Grundplatte (7)  
Hydraulic press

## Material und Methode

Für die Untersuchungen wurden 87 im Mediokarpalgelenk (Articulatio carpometacarpea) bzw. im Tarsometatarsalgelenk

(Articulatio tarsometatarsa) abgesetzte Vorder- (67) und Hintergliedmaßen (20) verwendet. Bei keinem der Pferde war ein Vorbericht zu erheben. Alter, Rasse, Geschlecht, Verwendungszweck, klinischer Befund und Grund der Schlachtung der Pferde waren unbekannt und wurden nicht berücksichtigt. Zwischen der Schlachtung der Pferde und dem Beginn der Untersuchung der Gliedmaßen vergingen durchschnittlich sieben Stunden.

Zur Belastung der Gliedmaßenpräparate wurde eine mechanische Presse in Anlehnung an das von Schött (1989), Neuberth (1990) und Appelbaum (2001) verwendete Belastungsgerät benutzt (Abb. 1)



**Abb 2** Punktion der Bursa podotrochlearis - Technik, Röntgen-skizze.  
Puncture technique of the navicular bursa.

### Eigene Punktionstechnik

Die Punktion der Bursa erfolgt von palmar bzw. plantar. Die Einstichstelle liegt an der Basis der Ballengrube, oberhalb der seitlichen Strahlfurche unmittelbar an der Haargrenze. Hier wird eine 0,90 x 70 mm große Kanüle eingestochen, und

**Tab 1** Literaturübersicht der Methoden zur Punktion der Bursa podotrochlearis.

Autor	Punktionstechnik und Einstichstelle
Byars et al. (1982)	Caudo-cranialer Richtung zwischen den Hufballen eingestochen und etwa bis auf Höhe des Kronsaums, bis sie auf trifft, vorgeschoben.
Hertsch et al. (1982)	Zentral in der Ballengrube, am Übergang Fesselbeuge zum Ballen, die Kanüle auf die Zehenspitze gerichtet.
Stashak (1989)	Zwischen den Ballen an der Basis der Ballengrube, parallel zum Kronsaum bis man auf die Knochen trifft.
Gibson et al. (1990)	In dorsaler Richtung zwischen den Hufballen, durch die Haut ca. 1 cm über den Huf vorschieben bis man Knochen sp
Verschooten et al. (1990)	Von palmar oder schräg lateral zwischen tiefer Beugesehne und Strahlbein.
Wissdorf et al. (1998)	Palmar in der Medianen, am Übergang des mittleren zum palmaren Drittel der Ballengrube, parallel zur Hufsohle.
Colahan et al. (1999)	Direkt oberhalb der Haarlinie zwischen den Hufballen.
Schramme et al. (2000)	Zwischen den Hufballen, proximal des Kronsaums, die Kanüle auf die „Navicular Position“ gerichtet.
Würfel (2002)	Am Übergang des mittleren Drittels zum palmaren Drittel der Ballengrube einstechen und die Kanüle in dorsaler vorschieben, so dass die gedachte Verlängerung der Kanüle die Hufvorderwand etwas proximal der Hufspitze schneid
Schumacher et al. (2003)	Proximal des Kronsaums, mit Stichrichtung auf die Längsachse des Strahlbeines, welche von außen ca. 1 cm c Kronsaums auf der Hälfte der lateralen Hufwand zu schätzen ist.

zwar in einer gedachten Verlängerung der Kanüle bis zur Hufvorderwand, 2 cm distal des Kronrandes (Orientierungspunkt). Die Kanüle wird dann in dorsaler Richtung vorgeschoben, bis sie auf festen Widerstand stößt und anschließend wird sie leicht zurückgezogen.

#### Volumenmessung der gefüllten Bursa podotrochlearis unter Belastung

Das Gliedmaßenpräparat wird zuerst in hängendem Zustand an dem Belastungsgerät fixiert. Eine Spritze wird mit 12 ml Ringerlösung gefüllt. Die Flüssigkeit wird in die Bursa injiziert,



**Abb 3** Einstichstellen der Punktionskanüle (Varianten), palmare / plantare Ansicht.  
*Positions of the point of insertion for the puncture cannulae, palmar/plantar view.*

bis das maximale Fassungsvermögen erreicht ist. Hierbei wird angenommen, dass das maximale Fassungsvermögen erreicht ist, wenn in der Spritze ein Widerstand spürbar ist. Das maximale Fassungsvermögen der Bursa podotrochlearis variiert von 1 bis 10 ml (Anfangsvolumen). Daraufhin wird die Injektion eingestellt und gegebenenfalls abgewartet, bis überschüssige Flüssigkeit wieder in die Spritze zurückgeflossen ist. Es wird aufgezeichnet, wieviel Flüssigkeit in der Spritze verblieben ist.

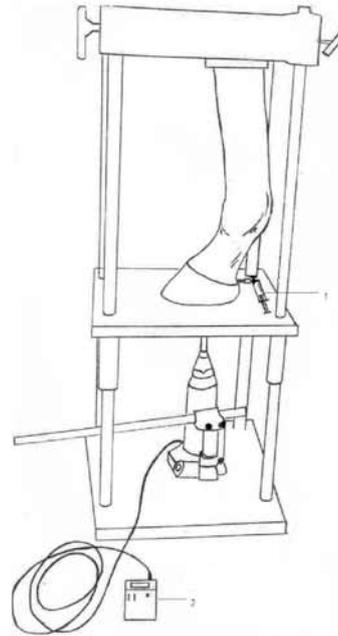
Die Spritze und die Kanüle werden in ihrer Position belassen. Anschließend wird die Gliedmaße mit Hilfe eines Wagenhebers, der unterhalb der Gliedmaße angebracht ist, zunächst mit 1 kN, dann mit 2kN, 3kN und 4kN belastet. An dem Wagenheber ist ein Messgerät angebracht, das die jeweilige Belastung anzeigt. Unter Belastung wird Flüssigkeit in die Spritze zurückgedrückt. Die jeweiligen Werte bei 1 kN, 2kN, 3kN und 4kN werden aufgezeichnet. Zuletzt wird die Gliedmaße im seitlichen Strahlengang (90°) geröntgt, um die richtige Position der Kanülenspitze in der Bursa unter Beweis zu stellen.

**Tab 2** Literaturübersicht zur Menge injizierbarer Flüssigkeit in die Bursa podotrochlearis.

Autor	Flüssigkeit (ml)	Anzahl der injizierten Bursae
Hertsch et al. (1982)	8	12
Dyson u. Kidd (1993)	3 - 4	unbekannt
Nowak (1994)	2	unbekannt
Breit (1995)	6 - 8	10
Bowker et al. (1996)	3	25
Würfel (2002)	1,5 - 2,5	109
Schumacher et al. (2003)	3,5	unbekannt
Dabareiner et al. (2003)	2,5	unbekannt

#### Messungen der Gliedmaßen und der Eindringtiefe der Kanüle in die Bursa podotrochlearis

Mittels eines Bandmaßes werden der Umfang des Kronrandes, der Umfang des Sohlenrandes, die Länge der Mittellinie der Hornkapsel sowie die Länge der Mittellinie zwischen Tragerand und Saumband ausgemessen (Abb. 5). Die Länge des nicht in die Gliedmaße eingeführten Teils der 70 mm langen Injektionskanüle wird mit Hilfe eines auf 0,05 cm genauen Lineals gemessen. Für die Messungen werden sowohl regelmäßig als auch unregelmäßig geformte Gliedmaßen verwendet. Für die Auswahl der Gliedmaßen werden bezüglich ihrer Größe keine Einschränkungen vorgenommen.



**Abb 4** Volumenmessung der gefüllten Bursa unter Belastung. Volumen Messung (1), Messung der Belastung (2)  
*Measurement of the volume of the filled Bursa under load.*

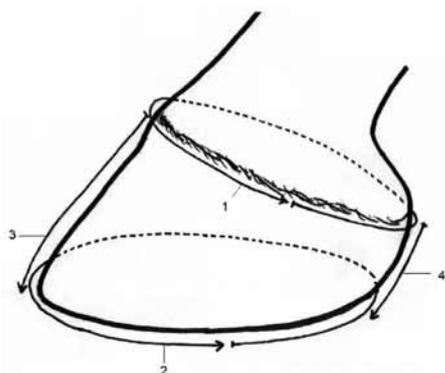
Die Auswertung der gewonnenen Messergebnisse erfolgte mit dem statistischen Auswertungsprogramm SPSS 12.0. Als grafische Darstellungen wurden Balkendiagramme, sowie Boxplots gewählt. Tabellarisch dargestellt wurden Häufigkeiten und Prozente sowie Minimum, Maximum und Quartile. Auf die Durchführung statistischer Tests zur Verallgemeinerung der Ergebnisse auf eine Grundgesamtheit wurde verzichtet, da es sich bei den verwendeten Gliedmaßen nicht um eine repräsentative Stichprobe einer Grundgesamtheit handelt.

## Ergebnisse

### Volumenmessung der gefüllten Bursa podotrochlearis unter Belastung (n=17)

Eine erste Betrachtung, ob überhaupt bei den einzelnen Belastungen Flüssigkeit in die Spritze zurückfloss, ergab, dass pro Belastung in etwa der Hälfte der Fälle ein Rückfluss stattfand (Tab. 3). Es stellte sich außerdem ein sehr heterogenes Bild dar, wenn man die einzelnen Gliedmaßen betrachtete. Abb. 6 zeigt die absolute Menge an zurückgeflossener Flüssigkeit für jede Gliedmaße und jede Belastung. Es scheint bei jedem Anfangsvolumen Fälle zu geben, bei denen wenig oder gar nichts passiert, ebenso wie Fälle, bei denen mehr passiert. Eine direkte Abhängigkeit von der Stärke der Belastung ist nicht ersichtlich.

Bei den 17 untersuchten Gliedmaßen ist eine eindeutige Wirkung der Belastung auf die in der Bursa podotrochlearis befindlichen Flüssigkeit nicht offensichtlich. Bei hoher Belastung mit 4 kN floss im Mittel mehr Flüssigkeit aus der Bursa zurück als bei allen anderen Belastungen (Abb. 7). Bezieht



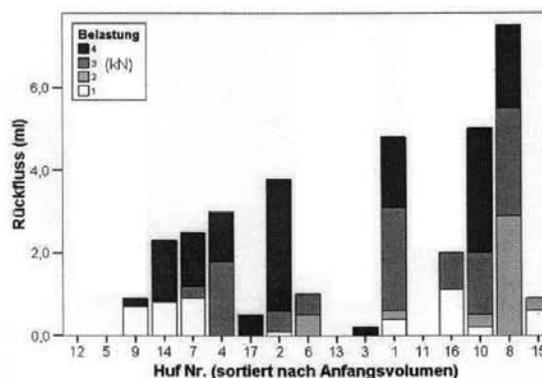
**Abb 5** Vermessungen des Hufes, Schemazeichnung. Umfang des Kronrandes (1), Umfang des Sohlenrandes (2), Länge der Mittellinie der Hornkapsel (dorsal) (3), Länge der Mittellinie zwischen Tragerand und Saumband (palmar / plantar) (4).  
*Measurement of the hoof, illustration.*

man die Streuung der Werte in die Betrachtung ein, muss der Schluss gezogen werden, dass der vermutete Zusammenhang von Belastung und Rückfluss in dieser Stichprobe nicht vorhanden zu sein scheint. Da bei dieser Betrachtungsweise der Verlauf der einzelnen Gliedmaße keine Berücksichtigung

mehr findet und um das auch bei der prozentualen Darstellung heterogene Bild der Stichprobe zu vermitteln, werden die Veränderungen anhand der Einzelfälle noch einmal erläutert: Besonders zu erwähnen sind die Präparate 5,11,12 und 13, bei denen überhaupt kein Rückfluss stattfand. Die Präparate 3 und 17 reagierten erst bei einer Belastung von 4 kN, während die Präparate 15 und 16 bereits bei einer Belastung von 1 und 2 kN reagierten, bei einer Belastung von 3 bzw. 4 kN allerdings keine Reaktion mehr zeigten. Die exakte Position der Kanüle für alle 17 Gliedmaßen wurde jeweils mittels Röntgenaufnahme überprüft.

### Messungen der Gliedmaßen und der Eindringtiefe der Kanüle in der Bursa podotrochlearis (n=70)

Die notwendige Eindringtiefe für die Injektionskanüle zum Punktieren der Bursa wird ermittelt, indem die Länge des noch außen befindlichen Teils der Kanüle nach der Injektion gemessen und von der Gesamtlänge der Kanüle abge-



**Abb 6** Rückfluss (ml) aus der Bursa podotrochlearis für die einzelnen Gliedmaßen in Abhängigkeit von Belastung.  
*Load-dependent back flow (ml) from the navicular bursa.*

zogen wird. Diese Differenz gibt die tatsächliche Eindringtiefe an. Die exakte Position der Kanüle wird jeweils mittels Röntgenaufnahme überprüft. Auch nach den durchgeführten Messungen blieb die Kanüle in der Bursa lagekonstant und ein unbeabsichtigtes Verschieben der Kanüle konnte nicht beobachtet werden. Für alle 70 Gliedmaßen wurden Kanülen derselben Größe von 0,90 x 70 mm verwendet.

**Tab 3** Vorkommen von Rückfluss der Flüssigkeit aus der Bursa podotrochlearis bei den verschiedenen Belastungen.

Belastung (kN)	Rückfluss (0=nein, 1=ja)	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulierte Prozent
1	Gültig	0	9	52,9	52,9
		1	8	47,1	47,1
		Gesamt	17	100,0	100,0
2	Gültig	0	12	70,6	70,6
		1	5	29,4	29,4
		Gesamt	17	100,0	100,0
3	Gültig	0	9	52,9	52,9
		1	8	47,1	47,1
		Gesamt	17	100,0	100,0
4	Gültig	0	7	41,2	41,2
		1	10	58,8	58,8
		Gesamt	17	100,0	100,0

**Tab 4** Statistische Kennzahlen des Kronsaumumfangs.

N	Gültig		70
	Fehlend		
Minimum			23,70 cm
Maximum			43,00 cm
Perzentile	33	37,13 cm	
	67	38,80 cm	

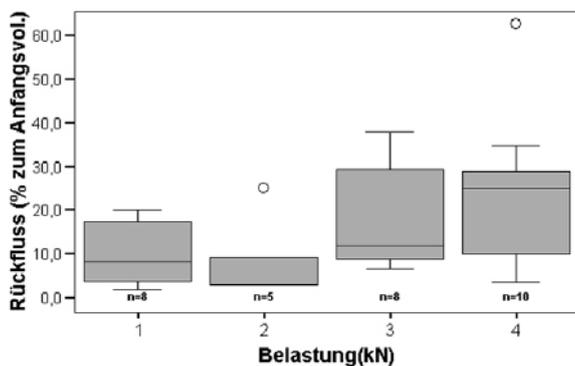
Eine Aspiration der Synovia aus der Bursa podotrochlearis bei diesen 70 Gliedmaßen ist nicht möglich (0 ml). Die statistische Untersuchung der Daten (Korrelation nach Pearson) von fünf Variablen – der Umfang des Kronrandes, der Umfang des Sohlenrandes, die Länge der Mittellinie der Hornkapsel, die Länge der Mittellinie zwischen Tragerand und Saumband und Eindringtiefe der Kanüle - zeigten eine signifikante Korrelation zwischen Kronsaumumfang und Eindringtiefe der Kanüle ( $p < 0,05$ ), mit einem Korrelations-

**Tab 6** Statistische Kennzahlen der Flüssigkeitsmenge, die in die Bursa podotrochlearis injiziert werden kann.

N	Gültig		70
	Fehlend		
Minimum			1,00 ml
Maximum			10,00 ml
Perzentile	25	4,00 ml	
	50	7,00 ml	
	75	10,00 ml	

Mittelgroße Hufe: U. Kronsaum 37 - 39 cm, Große Hufe:  $\geq 39$  U. Kronsaum. Anhand dieser Klassifizierung wurden für die Eindringtiefe der Kanüle in die Bursa podotrochlearis folgende statistische Kennzahlen ermittelt.

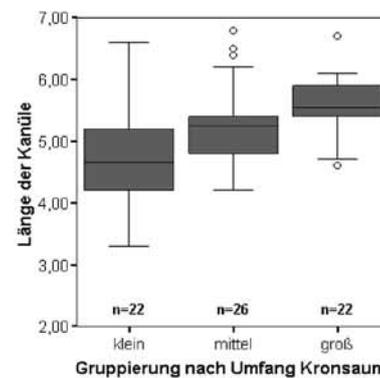
Die Höhe des Medians unterscheidet sich zwischen den drei genannten Hufgruppen erheblich. Bei den mittelgroßen



**Abb 7** Verteilung des prozentualen Rückflusses bei den einzelnen Belastungen nur für Gliedmaßen mit vorhandenem Rückfluss bei der jeweiligen Belastung.  
*Distribution of the back flow percentage under the same load condition.*

koefizienten 0,537. Dies ist ein Anhaltspunkt für eine mögliche Beziehung zwischen Kronsaumumfang und Eindringtiefe der Kanüle. Mit wachsendem Kronsaumumfang scheint die zur Punktion der Bursa notwendige Kanülenlänge ebenfalls größer zu sein.

Die Länge des Kronsaumrandes (Umfang Kronsaum) variiert zwischen 23.70 cm und 43.00 cm. Es wurde für die weitere Darstellung der Daten eine Klassifizierung in drei Gruppen vorgenommen. Dabei war ausschlaggebend, dass die sich ergebenden Gruppen jeweils ungefähr gleich viele Gliedmaßen enthalten sollten, weshalb als Grenzen die in Tabelle 4 angegebenen 33 % und 67 % Perzentile, gerundet auf ganze Zahlen, gewählt wurden. Kleine Hufe: U. Kronsaum  $\leq 37$  cm,



**Abb 8** Darstellung der Beziehungen zwischen Kronsaumumfang und Länge der Kanüle.  
*Correlation between the coronary band circumference and the length of the cannulae.*

Hufen liegt der Median nahe des 3. Quartils. Bei den großen Hufen liegt der Median eher in der Nähe des 1. Quartils. Fünf Daten von insgesamt 70 stellen Ausreißer dar.

Mit derselben Methode wird eine statistische Analyse durchgeführt, um das Fassungsvermögen für Flüssigkeit der Bursa podotrochlearis anhand des Kronsaumumfangs zu ermitteln. Die Flüssigkeitsmenge, die in die Bursa podotrochlearis injiziert werden kann, variiert zwischen 1 und 10 ml, bei einem Median von 7 ml (Tab. 6). Eine Klassifizierung des Fassungsvermögens der Bursa nach der Hufgröße (klein, mittelgroß, groß), gemessen am Kronsaumumfang, ist nicht möglich, da sich zwischen den beiden Parametern keine Korrelation zeigte.

**Tab 5** Statistische Kennzahlen der Eindringtiefe der Kanüle in die Bursa podotrochlearis getrennt nach der Kronsaumumfang – Gruppierung

Gruppe	N		Minimum (cm)	Maximum (cm)	Perzentile		
	Gültig	Fehlend			25	50	75
Klein	22	0	3,30	6,60	4,175	4,650	5,225
Mittel	26	0	4,20	6,80	4,775	5,250	5,400
Groß	22	0	4,60	6,70	5,350	5,550	5,900

## Diskussion

### *Technik der Punktion der Bursa podotrochlearis*

Theoretisch kann die Bursa podotrochlearis unter röntgenologischer Kontrolle sowohl von lateral als auch von palmar bzw. plantar punktiert werden. Die Punktion sollte schnell, einfach und sicher für diagnostische und/oder therapeutische Zwecke ohne röntgenologische Kontrolle durchzuführen sein, d.h. die Injektion sollte Zeit- und Kosten sparend durchgeführt werden können. Ob die Punktionskanüle exakt die Bursa erreicht, hängt vor allem von der Einstichstelle und der Stichrichtung ab. Nach Würfel (2002) variiert die Stichrichtung der Kanüle von einer parallel zur Sohle gerichteten bis zu einer direkt auf die Hufspitze gezielten. Die Einstichstelle der Punktionskanüle bei dieser Studie liegt dabei an der Basis der Ballengrube (an der Haarlinie) oberhalb der seitlichen Strahlfurche. Stashak (1989) und Turner (1989) beschrieben dieselbe Einstichstelle (Ballengrube). Die Einstichhöhe wird allerdings unterschiedlich angegeben (vgl. Tabelle 1). Auch die Injektionsrichtung variiert bei verschiedenen Autoren. So injiziert Stashak (1989), Turner (1989) beispielsweise parallel zum Kronsaum. Eine Injektion in dieser Richtung ist durchführbar, hat allerdings einen Nachteil. Die Einstichstelle muss im distalen Bereich der mittleren Strahlfurche liegen. Eine vollständige Desinfektion dieses Bereichs vor der Injektion ist schwierig. Van Kruiningen (1963), Wissdorf et al. (1998), Dyson und Kidd (1993) wiederum führen die Injektion parallel zur Hufsohle durch. Der Nachteil bei dieser Injektionsrichtung besteht darin, dass bei unregelmäßiger Form des Hufs die Punktionskanüle nicht immer die Bursa erreicht. Schumacher et al. (2003) stechen proximal des Kronsaums, mit Stichrichtung auf die Längsachse des Strahlbeins, welche von außen ca. 1 cm distal des Kronsaums auf der Hälfte der lateralen Hufwand zu schätzen ist. Allerdings wird die Einstichstelle nicht erwähnt, obwohl diese für die exakte Einführung der Punktionsnadel in die Bursa von größter Bedeutung ist. Methoden anderer Autoren – wie die oben erwähnten – können nur von Klinikern angewendet werden, die große Erfahrungen mit verschiedenen Hufformen und Hufgrößen haben. Sie sind außerdem von der Kontrolle mittels eines Röntgenapparates abhängig.

Ein Vorteil dieser Methode ist, dass mit genauer Kenntnis der notwendigen Richtung und Position der Injektionsnadel die Bursa mit Sicherheit bei dem ersten Punktionsversuch getroffen wird. Unnötige zusätzliche Verletzungen anderer Strukturen (Strahlbein und tiefe Beugesehne) durch wiederholte Injektionsversuche der Bursa werden somit vermieden. Es lässt sich allerdings nicht vermeiden, dass die tiefe Beugesehne und der Knorpel des Strahlbeins auch bei korrekter Durchführung der Injektionstechnik geringgradig durch die Kanülenspitze in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Unterschiede aufgrund von Rasse, Alter oder Gewicht des Pferdes wirken sich erheblich auf die Hufform und die Hufgröße aus. Die Injektionsmethode dieser Studie ist sehr zuverlässig und kann bei allen Hufformen (spitz, regelmäßig, stumpf) und Hufgrößen (klein, mittelgroß, groß) angewendet werden.

### *Volumenmessung der gefüllten Bursa podotrochlearis unter Belastung*

Mithilfe eines Belastungsgeräts konnte in dieser Studie die natürliche Belastungssituation des lebenden Pferdes, bei-

spielsweise im schnellen Galopp oder nach der Landung beim Überspringen eines Hindernisses, nachgeahmt werden.

Da die Bursa podotrochlearis zwischen der tiefen Beugesehne und dem Strahlbein liegt, wird durch die Zug- und Druckspannung der tiefen Beugesehne Druck auf die Bursa ausgeübt (Wintzer 1964, Winzer und Dämmrich 1971, Adams 1974, Keiner 1989, Leach 1993, Denoix 1996, 1999). Davon ausgehend, dass die Bursa ein geschlossenes Organ ist, wird angenommen, dass durch Einfluss von Belastung das Volumen der Bursa unverändert bleibt, jedoch der Druck innerhalb der Bursa steigt, sodass die injizierte Flüssigkeit sich bewegt oder in benachbarte Regionen mit niedrigerem Druck abfließt.

Zur Durchführung dieser Studie bleiben weitere Problematiken zu beachten: Erstens ist das Körpergewicht des untersuchten Pferdes unbekannt. Infolgedessen ist die geschätzte beim Gliedmaßenpräparat angewandte Belastung in Kilo Newton (kN) eventuell nicht akkurat, sodass eine Gliedmaße zu stark oder zu schwach belastet wird. Dies erklärt möglicherweise, warum die Menge der Flüssigkeit, die in die Spritze zurückfließt, bei einer bestimmten Belastung von Gliedmaße zu Gliedmaße variiert. Zweitens muss der auftretende Zug der tiefen Beugesehne in einer weiterführenden Untersuchung während der Propulsion/Extension (zu Beginn der Hangbeinphase) erforscht werden. In der Phase der Propulsion wird die Zehe vertikal gehalten und verursacht dadurch die passive Anspannung der tiefen Beugesehne. Auf diese Weise steigt der Druck auf die Facies flexoria des Strahlbeins (Denoix 1996). Bezieht man die Streuung der Werte in die Betrachtung ein, muss der Schluss gezogen werden, dass der vermutete Zusammenhang von Belastung (Stützbeinphase) und Rückfluss in dieser Studie nicht vorhanden ist.

Durch die Hyperflexion des Fesselgelenks wird die tiefe Beugesehne maximal angespannt, aber die Zug- und Druckspannung durch die tiefe Beugesehne am Strahlbein wird vermutlich niedriger.

### *Messungen der Gliedmaßen und der Eindringtiefe der Kanüle in die Bursa podotrochlearis*

#### Fassungsvermögen der Bursa podotrochlearis

Die vorliegende Studie bestätigt die Ergebnisse der Studie von Würfel (2002), dass die Menge an Flüssigkeit, die in die Bursa injiziert werden kann, von Gliedmaße zu Gliedmaße zwischen 1 und 10 ml variiert. Eine Abhängigkeit zwischen Schweregrad der Veränderungen an der Bursa und dem Fassungsvermögen der Bursa, d.h. der injizierbaren Menge an Ringerlösung kann nicht beobachtet werden. Daher ist die Menge der aufgenommenen Flüssigkeit keine akkurate Größe, aufgrund derer Schlussfolgerungen darüber gezogen werden können, ob die Schmerzen beim Podotrochlose-Syndrom aus der Bursa kommen oder nicht.

Eine Klassifizierung des Fassungsvermögens der Bursa nach der Hufgröße (klein, mittelgroß, groß), gemessen am Kron-

saumumfang, ist nicht möglich, da sich zwischen den beiden Parametern keine Korrelation zeigte. Weitere Untersuchungen zur Bestimmung des Fassungsvermögens der Bursa sollten noch folgen. Diese Daten sind von großer Bedeutung für die zukünftige Bestimmung der notwendigen Menge von Anästhetikum oder anderer Medikamente, die in die Bursa injiziert werden sollen. Die Injektion einer Flüssigkeitsmenge, die das maximale Fassungsvermögen der Bursa übersteigt, kann zu einem erhöhten Druck in der Bursa führen und so Schmerzen verursachen (Hertsch 2002).

#### Eindringtiefe der Kanüle

In dieser Studie wurde sich für die Injektion von palmar bzw. plantar entschieden, da bei dieser Stichrichtung erkannt werden kann, wann die Kanülenspitze die Facies flexoria des Strahlbeins erreicht hat. Dies ist ein Zeichen, dass die Kanüle die Bursa podotrochlearis getroffen hat. Die notwendige Injektionstiefe bei der Punktion der Bursa wurde im Versuch mit Gliedmaßen jeweils gemessen und liegt zwischen 4,6 und 5,5 cm (Tab. 5). Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die zukünftige Forschung am lebenden Pferd. Um miteinander vergleichbare Messergebnisse zu erhalten, wurde die Kanülengröße nicht variiert. Die Kenntnis der notwendigen Kanülengröße und die richtige Einschätzung der notwendigen Eindringtiefe der Kanüle zum Erreichen der Bursa sind erforderlich, um diese Technik akkurat durchzuführen und unnötige Verletzungen des Knochens zu vermeiden.

#### Synoviagewinnung aus der Bursa podotrochlearis

Dyson (1993) berichtet, dass aus der Bursa podotrochlearis von 59 Pferden nur ein einziges Mal Synovia gewonnen wurde. In der Regel stehen ein oder zwei Tropfen Synovia im Konus der Kanüle (Byars et al. 1982, Nowak 1994). Viitanen et al. (2000) haben in ihren Untersuchungen zwischen 0,1 bis 0,8 ml Synovia aus der Bursa gewonnen. Eine versehentliche Punktion des Hufgelenkes anstelle des Schleimbeutels tritt ohne Kontrolle häufig auf. Es fließt dann viel Synovia aus dem Hufgelenk ab (Dabareiner et al. 2003), was ohne Röntgenkontrolle fälschlicherweise als Ausdruck einer Entzündung der Bursa interpretiert werden kann (Nowak 1994).

Eine Aspiration von Synovia aus der Bursa podotrochlearis bei dieser Studie ist nicht möglich. Grund dafür ist einerseits die geringe Menge an Synovia in der Bursa. Andererseits kann die Position der Punktionsnadel zwischen dem Recessus proximalis und Recessus distalis eine Aspiration verhindern, falls sich die Synovia nur im Recessus distalis befindet, der unterhalb der Punktionsnadel gelegen ist. Da es sich in dieser Arbeit um Gliedmaßenpräparate handelt, könnte das Fehlen von Körpertemperatur eine Rolle gespielt haben. Forschungsergebnisse der Arbeit von Dyson (1993) sowie Dabareiner et al. (2003), bestätigen, dass Synovia aus der Bursa podotrochlearis bei einer korrekten Platzierung der Kanüle nicht zu gewinnen ist.

#### Literatur

- Adams O. R. (1974): Lameness in Horses. 3rd ed. Verlag Lea and Febinger, Philadelphia, 499-513
- Appelbaum F. (2001): Untersuchungen zum Hufmechanismus. Vet Med. Diss. Berlin
- Bowker R. M., Linder K., van Wulfen K. K., Perry R. L. und Ocello P. J. (1996): Distributions of local anesthetics injected into the distal interphalangeal joint and podotrochlear bursa: an experimental study. *Pferdeheilkunde* 12, 609-612
- Breit S. (1995): Zur Anatomie von Hufgelenk und Bursa podotrochlearis beim Pferd im Hinblick auf ihre klinische Relevanz. *Pferdeheilkunde* 11, 125-138
- Byars T. D., Brown C. und Beisel D. (1982): Equine arthrocentesis. *Equine Practice* 4, 28-33
- Colahan P. T., Mayhew I. G., Merrit A. M. und Moore J. M. (1999): *Equine medicine and surgery*, 5th edition. Verlag Mosby Inc., 1297-1298
- Colles C. M. (1982): A preliminary report on the use of warfarin in the treatment of navicular disease. *Equine Vet. J.* 11, 187-190
- Dabareiner R. M., Carter G. K. und Honnas C. M. (2003): Injection of corticosteroids, hyaluronate, and amikacin into the navicular bursa in horse with signs of navicular area pain unresponsive to other treatments: 25 cases (1999-2002). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 223, 1469-1474
- Denoix J. M. (1996): Functional anatomy of tendons and ligaments in the distal limbs (manus and pes). Chapter 2 in: *The equine athlete: Tendon, ligament and soft tissue injuries*. Neyenesch Printers Inc., Dubai international equine symposium, March 27th-30th. 1996, 23-53
- Denoix J. M. (1999): Les origines du syndrome podotrochléaire en relation avec la biomécanique. 6 th Geneva Congress of Equine Med. and Surgery, December 12th-14 th 1999, 107-113
- Dyson S. J. (1993): A comparison of responses to analgesia of the navicular bursa and intra-articular analgesia of the distal interphalangeal joint in 102 horses. *International Symposium Strahlbeinlahmheiten*, Dortmund 1993, FN-Verlag, Warendorf 1994, 152-170
- Dyson S. J. and Kidd L. (1993): A comparison of responses to analgesia of the navicular bursa and intra-articular analgesia of the distal interphalangeal joint in 59 horses. *Equine Vet. J.* 25, 93-98
- Gibson K. T., McIlwraith C. W. und Park R. D. (1990): A radiographic study of the distal interphalangeal joint and navicular bursa of the horse. *Vet. Radiol. Ultras* 31, 22-25
- Hertsch B., Wissdorf H. und Zeller R. (1982): Die „sogennanten“ Gefäßlöcher des Strahlbeines und Ihre Beziehung zum Hufgelenk Ein Beitrag zur Pathogenese der Hufrollenerkrankung. *Tierärztl. Prax.* 10, 365-379
- Hertsch B. (1993): Differentialdiagnosen beim Podotrochlose-Syndrom. *International Symposium Strahlbeinlahmheiten*, Dortmund 1993, FN-Verlag, Warendorf 1994, 257-262
- Hertsch B. und Höppner S. (1999): Zur Diagnostik des Podotrochlose-Syndroms in der Praxis. *Pferdeheilkunde* 15, 294-308
- Hertsch B. (2002): Persönliche Mitteilung.
- Höppner S. (1993): Vergleichende Studie über die Hufgelenkanästhesie und die direkte Druckmessung im Hufgelenk als diagnostische Kriterien bei der Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms beim Pferd. *Vet. Med. Diss. Hannover*
- Keiner R. A. (1989): Clinical anatomy of the equine foot. *Vet. Clin. North Am-Equine Pract.* 5, 1-27
- Leach D. H. (1993): Treatment and pathogenesis of navicular disease (syndrome) in horses. *Equine Vet. J.* 25, 477-481
- McGregor C. M. (1989): Navicular disease – in search of definition. *Equine Vet. J.* 21, 389-391
- Neuberth M. (1990): Experimentell funktionelle Untersuchungen des distalen Bandapparates der Gleichbeine im Hinblick auf Dislokation nach Ruptur. *Vet. Med. Diss. Hannover*

- Nowak M., Huskamp B., Stadtbäumer G. und Tietje S. (1992): Kritische Anmerkungen zu einigen diagnostischen und therapeutischen Verfahren bei der Podotrochlose. In: 12. Arbeitstagung der Fachgruppe "Pferdekrankheiten" der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft. Wiesbaden, 1992, Kongressband, 219-230
- Nowak M. (1994): Diagnostische Anästhesien der synovialen Räume im Hufrollenbereich beim Pferd. Ergebnisse und Schlussfolgerungen In: 13. Arbeitstagung der Fachgruppe "Pferdekrankheiten" der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft. Wiesbaden, 24-25.3.1994, Kongressband, 248-256
- Rijkenhuizen A. B. M. (2006): Recent developments in Equine palmar foot syndrome: What has changed for the clinician? *Pferdeheilkunde* 22, 569-586
- Rupp A. (1993): Erfolgskontrolle der intraartikulären Natriumhyaluronatbehandlung bei Pferden mit positiver tiefer Palmarnerven-anästhesie anhand der Hufgelenksdruckmessung mit dem Stryker-Intra-Compartmental-Pressure-Monitor-System. *Vet. Med. Diss. Hannover*
- Schött E. (1989): Direkte Druckmessung im Hufgelenk beim Pferd – Ein Beitrag zur Pathogenese und Therapie von Strahlbein- und Hufgelenkserkrankungen beim Pferd. *Vet. Med. Diss. Hannover*
- Schramme M. C. Boswell J. C. Hamhousias K., Toulson K. und Viitanen M. (2000): An in vitro study to compare 5 different techniques for injektion of the navicular bursa in the horse. *Equine Vet. J.* 32, 263-267
- Schumacher J., Schumacher R., Gillette R., De Graves F., Schramme M., Smith R., Perkins J. und Cooker M. (2003): The effects of local anaesthetic solution in the navicular bursa of horses with lameness caused by distal interphalangeal joint pain. *Equine Vet. J.* 35, 502-505
- Stashak T. S. (1989): Adams` Lahmheit bei Pferden. 4. Auflage, Verlag Schaper, Hannover
- Turner T. A. (1986): Management of navicular disease in horses: an update. *Mod. Vet. Pract.* 1, 24-27
- Turner T. A. (1989): Diagnosis and Treatment of the Navicular Syndrome in Horses. *Equine Pract.* 5, 131-143
- Van Kruiningen H. J. (1963): Practical techniques for making injections into joints and bursae of the horse. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 143, 1079-1083
- Verschooten F., Desmet P., Peremans K. und Picavet T. (1990): Navicular disease in the horse: the effect of controlled intrabursal corticoid injektion. *Equine Vet. Sci.*, 316-320
- Viitanen M., Bird J., Maisi P., Smith R., Tulamo R.-M. und May S. (2000): Differences in the concentration of various synovial fluid constituents between the distal interphalangeal joint, the metacarpophalangeal joint and the navicular bursa in normal horses. *Res. Vet. Sci.* 69, 63-67
- Wintzer H.-J. (1964): Zur Podotrochlitits chronica aseptica des Pferdes. Verlag Schotanus und Jens, Utrecht
- Wintzer H.-J. und Dämmrich K. (1971): Untersuchungen zur Pathogenese der sog. Strahlbeinlahmheit des Pferdes. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 84, 221-240
- Wissdorf H., Gerhards H. und Huskamp B. (1998): Praxisorientierte Anatomie des Pferdes. Alfeld Schaper, Hannover 385-386
- Würfel C. (2002): Untersuchung zum diagnostischen Wert der Kontrastmittelradiographie der Bursa podotrochlearis. *Vet. Med. Diss. Berlin*
- Zuther M. und Hertsch B. (2004): Zur Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms mit Hilfe von diagnostischen Anästhesien und der Druckmessung in Hufgelenk und Bursa podotrochlearis. *Pferdeheilkunde* 15, 525-532

Rudi U. R. Samapati  
 Klinik für Pferde, Freie Universität Berlin  
 Oertzenweg 19 b  
 14165 Berlin  
 r\_samapaty@hotmail.com