

Aus der Klinik für Pferde
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Untersuchung zur Auswirkung
unterschiedlicher Venenverweilkatheter auf die
Jugularvenen beim Pferd**

Inaugural Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von Carolin Müller
Tierärztin
aus Hamilton/Kanada

Berlin 2016
Journal-Nr.: 3930

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek

Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Heidrun Gehlen

Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg

Dritter Gutachter: Prof. Dr. Karl Heinz Lahrmann

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus): horses; veins; veterinary practice; catheterization;
phlebitis; thrombophlebitis (MeSH); catheters, indwelling (MeSH); ultrasonography,
blood coagulation, anticoagulants, microbiology, germany, austria

Tag der Promotion: 28.10.2016

Meiner Familie

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG	1
II. VORUNTERSUCHUNG	2
1. Abstract zum Vortrag auf dem 7. Leipziger Tierärztekongress	2
1.1. Auswirkung unterschiedlicher Kathetersysteme und Kathetermanagements auf die Entstehung von Jugularvenenerkrankungen.....	2
1.2. Zusammenfassung	10
III. PUBLIKATIONEN	12
1. Publikation I	12
1.1. Anwendung von Kurz- und Langzeitvenenverweilkathetern beim Pferd in der Praxis	12
1.2. Zusammenfassung	19
2. Publikation II	20
2.1. Katheterassoziierte Venenerkrankungen beim Pferd – Diagnose und Therapie in der Praxis	20
2.2. Zusammenfassung	29
3. Publikation III	30
3.1. Influence of different types of catheters on the development of diseases of the jugular vein in 45 horses.....	30
3.2. Abstract.....	40
IV. DISKUSSION	42
1. Diskussion der Voruntersuchung - Auswirkung unterschiedlicher Kathetersysteme und Kathetermanagements auf die Entstehung von Jugularvenenerkrankungen	42
2. Diskussion der Publikation 1 - Anwendung von Kurz- und Langzeitvenenverweilkathetern beim Pferd in der Praxis	45
3. Diskussion der Publikation 2 - Katheterassoziierte Venenerkrankungen beim Pferd – Diagnose und Therapie in der Praxis	46
4. Diskussion der Hauptstudie - Influence of different types of catheters on the development of diseases of the jugular vein in horses in 45 horses	47
4.1. Diskussion von Material, Methode und Ergebnissen	47

4.1.1. Pferde.....	47
4.1.2. Vorbereitung, Kathetermanagement.....	48
4.1.3. Untersuchung.....	48
4.1.3.1. Venenerkrankungen.....	48
4.1.3.2. Blutuntersuchung.....	49
4.1.3.3. Ultraschalluntersuchung.....	50
4.1.3.4. Mikrobiologische Untersuchung.....	50
5. Zusammenfassung der Diskussion und klinische Relevanz	52
V. ZUSAMMENFASSUNG	53
VI. SUMMARY	55
VII. LITERATURVERZEICHNIS.....	57
VIII. ANHANG.....	62
1. Publikationsliste.....	62
2. Danksagung.....	64
3. Selbstständigkeitserklärung	66

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

aPTT	activated Partial Thromboplastin Time
bzw.	beziehungsweise
BW	Body Weight
d	day
ESBL	Extended Spectrum β -Lactamases
et al.	und andere
G	Gauge
i.v.	intravenöse Injektion
KM	Körpermasse in kg
KZK	Kurzzeitkatheter
LZK	Langzeitkatheter
MRSA	Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus
ml	Milliliter
NSAID	Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drug
p	Probability
PCV	Packed Cell Volume
p.o.	per os
PT	Prothrombin Time
PTFE	Polytetrafluorethylen = Teflon
PU	Polyurethan
SD	Standard Deviation
z.B.	zum Beispiel

I. EINLEITUNG

Periphere Venenkatheter, auch als Venenverweilkatheter oder Venenverweilkanülen bezeichnet, finden in der Pferdemedizin häufig Anwendung. Insbesondere für Infusionstherapien, zur Applikation von Medikamenten und zur Abnahme größerer Blutvolumina ist es sinnvoll, eine Venenverweilkanüle einzusetzen (Feige 2003, Gehlen und Stadler 2010). Hiermit wird eine wiederholte Punktion der Vene und damit verbundene Komplikationen vermieden, doch kann durch eine längere Verweildauer des Katheters das Risiko für die Entstehung einer Venenerkrankung steigen (Askoy et al., 2008; Barakzai und Chandler, 2003; Dolente et al., 2005; Gerhards, 1992; Hardy, 2009; Hardy 2010). Katheter assoziierte Venenerkrankungen stellen eine häufige Komplikation mit multifaktorieller Ätiologie in der Pferdemedizin dar und haben meist einen verlängerten Klinikaufenthalt der Patienten zur Folge (Geraghty et al., 2009a; Spurlock et al., 1990). Neben der individuellen Konstitution des Patienten und der Grunderkrankung (z. B. erhöhte Thromboseneigung bei Kolikpatienten) spielen insbesondere die verwendeten Kathetermaterialien und -systeme, die Sorgfalt beim Einbringen des Katheters und das weitere Kathetermanagement eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von katheterassoziierten Komplikationen (Hopster et al., 2011). Die vorliegende Arbeit sollte zum einen eine Übersichtsarbeit über Venenerkrankungen, ihre Diagnose und therapeutische Maßnahmen darstellen. Zum anderen sollten dem Leser verschiedene Kathetersysteme und deren Handhabung, sowie ein dem wissenschaftlichem Standard entsprechendes Kathetermanagement vorgestellt werden. Hierfür wurde zunächst das derzeitige Kathetermanagement an deutschen und österreichischen Pferdekliniken über einen Fragebogen erfasst. Da für die potenziell venenreizenden Eigenschaften eines Katheters insbesondere die verwendeten Materialien ausschlaggebend sind, wurden in der Hauptstudie die Kathetermaterialien Polyurethan (PU) und Polytetrafluorethylen (PTFE), sowie unterschiedliche Kathetergrößen vergleichend untersucht. Des Weiteren sollte mit der Entwicklung eines Scoringystems dem Praktiker die objektive Kategorisierung der verschiedenen pathologischen Venenbefunde erleichtert werden. Dem hinzukommend wurde der Einfluss potentieller Venenerkrankung auf die Gerinnungswerte untersucht. Zusätzlich wurde versucht durch eine mikrobiologische Untersuchung der Kathetereinstichstelle und der -spitze potentielle Infektionswege zu ermitteln.

II. VORUNTERSUCHUNG

1. Abstract zum Vortrag auf dem 7. Leipziger Tierärztekongress

1.1. Auswirkung unterschiedlicher Kathetersysteme und Kathetermanagements auf die Entstehung von Jugularvenenerkrankungen

Veröffentlichung: Leipziger Blaue Hefte: 7. Leipziger Tierärztekongress (2014) –
Tagungsband 2: 61-67

Carolin Müller, Dana Teschner, Heidrun Gehlen

Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin

Korrespondenzadresse:

Carolin Müller

Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin

Oertzenweg 19B

14163 Berlin

Email: carolin.mueller2@fu-berlin.de

Die vollständige Originalpublikation befindet sich im Anhang.

Auswirkung unterschiedlicher Kathetersysteme und Kathetermanagements auf die Entstehung von Jugularvenenerkrankungen

Carolin Müller, Dana Teschner, Heidrun Gehlen

Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin

Einleitung

Venenverweilkatheter werden beim Pferd zur wiederholten Applikation von Medikamenten, für Infusionstherapien und zur Blutabnahme bei größeren Volumina eingesetzt (1). Insbesondere bei der Langzeitverwendung kann es leicht zur Entzündung der katheterisierten Vene kommen. Es handelt sich dabei meist um aseptische oder septische (durch pyogene Erreger) Veränderungen venöser Gefäße, die häufig mit einer phlegmonösen Entzündung der Venenwand, der Gefäßintima oder auch des umliegenden Gewebes einhergehen und eine vollständige Thrombosierung der Venen zur Folge haben können (2). Neben der individuellen Konstitution des Patienten und der Grunderkrankung spielen insbesondere die verwendeten Kathetermaterialien und -systeme und das Kathetermanagement eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von katheterassoziierten Komplikationen (3).

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es daher einen Überblick über die beim Pferd aktuell verwendeten Kathetersysteme sowie über das in Deutschland und Österreich angewandte Kathetermanagement zu geben.

Kathetersysteme

Kurzzeitkatheter

Kurzzeitkatheter werden zum Beispiel zur Sicherung der Narkose bei Routineeingriffen, bei denen es post OP keine längerfristige intravenöse Antibiotikatherapie bedarf oder für kurzfristiges Infusionsmanagement verwendet.

Vorteile des Kurzzeitkatheters sind der günstige Preis und seine leichte Handhabung, da die Vene lediglich mit dem Katheter inklusive Mandrin punktiert werden muss und dieser anschließend mit einem Hautheft fixiert wird.

Nachteilig ist die höhere Affinität des Kurzzeitkatheters, durch die verwendeten Materialien wie z.B. Polypropylen, Perfluorethylenpropylen oder Polytetrafluoroethylen, die Vene zu reizen. Deshalb sollten derartige Katheter je nach verwendetem Material maximal 6 – 48 Stunden in der Vene belassen werden (4).

Langzeitkatheter

Punktionskanüle mit Mandrin

Den Katheter mit Hilfe eines Mandrins in die Vene vorzuschieben ist wohl eine der geläufigsten Methoden einen Venenkatheter einzusetzen. Meist wird hierfür ein relativ rigides und gleitfähiges Material, sowie ein stabiler äußerst scharfer Mandrin verwendet. Zusätzlich kann mit einer Vorstechkanüle oder einem Skalpell das Durchdringen der Haut erleichtert werden. Die Verweildauer kann je nach verwendetem Material bis zu 2 Wochen betragen (5).

Seldinger-Methode mit Einführungsdraht

Bei der Seldinger-Methode wird zuerst eine Einführungskanüle in der Vene platziert. Über diese wird der Einführungsdraht in die Vene vorgeschoben und danach die Einführungskanüle entfernt. Nun kann über den Draht der kleinlumige Katheter in die Vene eingebracht werden. Hierbei ist peinlichst genau drauf zu achten, dass das Ende des Drahtes auf keinen Fall auch

Pferd

bei Abwehrbewegungen des Pferdes losgelassen wird und in der Vene verloren geht. Anstelle der Einführungskanüle kann auch ein gewöhnlicher Kurzzeitkatheter verwendet werden. Dies hat den Vorteil, dass nachträglich ohne erneute Punktion statt einem Kurzzeitkatheter eine Langzeitvenenverweilkanüle eingesetzt werden kann. Durch die meist relative große Länge von ca. 20cm, dem kleinen Lumen von 14 G- 18 G und dem sehr fragilen Material schwimmt der Katheter zentral in der Vene ohne den Blutfluss zu behindern oder der Venenwand anzuliegen und hierdurch Intimaschädigungen herbeizuführen.

Splitt-System

Beim Splitt-System wird der fragile Katheter über eine Venenkanüle in der Vene platziert. Danach kann die Führungskanüle an zwei hierfür vorhergesehenen Sollbruchstellen geteilt werden und hierdurch von dem sich in der Vene befindenden Katheter abgezogen werden.

Kleinlumige Katheter die mit der Seldinger- oder auch Splitt-Methode gelegt wurden, können je nach verwendetem Material bis zu einem Monat in situ belassen werden.

Dialyse-Katheter

Dieser zweilumige Katheter wird nach dem Seldingerprinzip in die Vene eingebracht.

Vorteil ist einerseits, dass die Durchflussraten für die beiden Portale getrennt von einander geregelt werden können, andererseits gleichzeitig zum Beispiel eine totale parenterale Ernährung und Infusionsmanagement durchgeführt werden können. Nachteilig sind der hohe Preis und die anspruchsvolle Handhabung.

Kathetermaterialien

Ausschlaggebend für die potentiell venenreizenden Eigenschaften eines Katheters sind vor allem die verwendeten Materialien. Nach HARDY können die verschiedenen Materialien nach ihrer Thrombogenität eingeteilt werden (Tab.1) (5). Hierbei fällt auf, dass Polypropylene, welches häufig für Kurzzeitkatheter eingesetzt wird, besonders venenreizend eingestuft wird. Im Gegensatz dazu wird das häufig für Langzeitvenenverweilkanülen verwendete Material Polyurethan als eines der Materialien mit der geringsten Thrombogenität beurteilt.

Tabelle 1: Einteilung der Kathetermaterialien nach Thrombogenität (nach HARDY, 2010).

Kathetermaterial	Thrombogenität
Polypropylene	▼
Polytetrafluoroethylene (Teflon)	
Polyurethan	
Silicon	

Katheterbeschichtungen

Zusätzlich zu besonders venenschonenden Materialien wie Polyurethane und Silicon bieten einige Hersteller auch noch eine antimikrobielle Beschichtung aus Chlorhexidine-/Silber-Sulfadiazine oder Minocycline/Rifampicin an (4, 6). Diese Imprägnierung kann sowohl nur an der Außenseite des Katheters als auch zusätzlich im Lumen aufgebracht werden. Beschichtete Katheter sind besonders für Intensivpatienten gedacht, die durch Sepsis, Endotoxämie und Koagulopathien ein erhöhtes Risiko haben an Thrombophlebitiden zu erkranken.

Eigene Untersuchungen

Material und Methode

Im Zeitraum Dezember 2012 und Februar 2013 wurde ein Fragebogen mit Begleitschreiben an 94 Pferdekliniken in Deutschland und Österreich per Email versandt.

Darin wurden die Kliniken über die von ihnen verwendeten Kathetersysteme sowie über das Kathetermanagement befragt.

Ergebnisse

30 der 94 Pferdekliniken antworteten auf die Fragebogenaktion. Dies ergab einen Rücklauf von 32 %.

21 (70%) der Kliniken verwendeten sowohl Kurzzeit- (KZK) als auch Langezeitkatheter (LZK). Neun (30%) der Kliniken gaben an nur Kurzzeitkatheter zu gebrauchen. KZK aus Polypropylen wurden von 83%, LZK aus Polyurethane von 96% der Kliniken verwendet. Die von den befragten Kliniken verwendeten Kathetersysteme sind den Tabellen 2 und 3 zu entnehmen.

Tabelle 2: Kurzzeitkathetersysteme, die von den befragten Kliniken verwendet wurden (nach relativer Häufigkeit und durchschnittlicher maximaler Venenverweildauer).

Katheter	Firma	Größe	Material	Relative Häufigkeit in %	Maximale Venenverweildauer in h
Braunüle MT	Braun ¹	14G x 5cm 14G x 8cm 12G x 8cm	PP	83	15
Vygonyle S	Vygon ²	12G x 4,5cm 12G x 7,5cm	PTFE	7	27
Short-term catheter	Mila ³	14G x 7cm	PTFE	3	8
Intraflon 2	Vygon ²	12G x 8cm	PTFE	3	24
Angiocath	BD ⁴	14G x 13,3cm	FEP	3	72

Die Braunüle MT (B. Braun Melsungen AG, Germany) aus PU stellte mit 83% den meistverwendeten KZK dar. Sie wird im Durchschnitt 15 Stunden in der Vene belassen.

26% der Kliniken die ein Langzeitkathetersystem verwenden gaben an den LZK Milacath bei ihren Patienten anzulegen, gefolgt von dem LZK Equicath mit 24% und dem Infusionskatheter Splittocan mit 20 %. 65% der befragten Kliniken gaben an einen LZK unter Verwendung einer Punktionskanüle, 20% mit Hilfe des Splittsystems und 15% nach der Seldinger-Methode anzulegen.

Die längste maximale Venenverweildauer wurde beim Certofixmono (32 Tage), dem Equivet (22 Tage) und dem Carflow (21 Tage) angegeben. Eine Klinik gab an die Intranüle von Vygon aus Polypropylene als LZK zu verwenden und diese durchschnittlich zwei maximal drei Tage in den Venen zu belassen. Eine weitere Klinik ließ Venenkatheter aus PTFE bis zu sechs Tagen in der Vene liegen.

Pferd

Tabelle 3: Langzeitkathetersysteme, die von den befragten Kliniken verwendet wurden (nach relativer Häufigkeit, mittlerer Venenverweildauer und maximaler Venenverweildauer).

Katheter	Firma	System	Größe	Material	Relative Häufigkeit in %	Mittlere Verweildauer in d	Maximale Verweildauer in d
Certofix	Braun ¹	Seldinger-system	14G x 15cm/20cm/30cm	PU	7	18,67	31,67
Milacath	Mila ³	Punktionskanüle	16G x 7,5cm/13cm 14G x 9 cm/13cm 12G x 13cm	PU	26	6,91	9,89
Vasovet	Braun ¹	Punktionskanüle	14G x 10cm	PU	7	1,50	2,33
Splittocan	Walter ⁵	Splitt-system	16G x 15cm 14G x 20cm	PU	20	4,58	8,30
Hydrocath	BD ⁴	Seldinger-system	16G x 20cm		4	3,50	8,00
Equicath	Braun ¹	Punktionskanüle	12G x 13cm 10G x 13cm 8G x 13cm	PU	24	4,23	9,64
Equivet	WDT ⁶	Punktionskanüle	16G x 7,6cm 14G x 8,9cm/13,3cm 12G x 13,3cm	PU	4	8,50	22,00
Secalon	BD ⁴	Punktionskanüle	18G x 9cm 16G x 13cm/16cm 14G x 16cm	PTFE	2	3,00	6,00
Intranüle	Vygon ²	Punktionskanüle	13G x 10,5cm	PP	2	2,00	3,00
Careflow	BD ⁴	Seldinger-system	5F x 15cm/20cm/30cm 7F x 15cm/20cm/30cm	PU	2	5,00	21,00
Dualyse expert	Vygon ²	Seldinger-system	12F x 20cm	PU	2	5,00	7,00

¹ B. Braun Melsungen AG, Germany; ² Vygon GmbH & Co. KG, Aachen, Germany; ³ Mila international, inc., Erlanger, KY, USA; ⁴ Becton, Dickinson and Company, New Jersey, USA; ⁵ Walter Veterinär-Instrumente e.K., Baruth, Germany; ⁶ Wirtschaftsgenossenschaft deutscher Tierärzte eG, Garbsen, Germany

Sieben Kliniken gaben an den Equicath LZK bei Intensivpatienten zu verwenden, denen innerhalb kurzer Zeit große Infusionsvolumina zu geführt werden müssen. Beim Splittocan und Mila LZK wurde als spezielle Indikation die Verwendung beim Fohlen angegeben.

Zum Verschluss der Kathetersysteme wurden bevorzugt Verschlussstopfen mit Zuspritzmöglichkeit verwendet (53% bei KZK, 71% bei LZK). Einfache Verschlussstopfen wurden bei KZK von 23% und bei LZK von 21% der Kliniken verwendet, einige wenige Kliniken verwendeten die bereits im Katheter enthaltenen Verschlussysteme, einen Mandrin oder Dreiwegehahn.

Einen Wechsel des Verschlussystemes führten 14% der befragten Kliniken nie, 45% bei Bedarf und 41% täglich durch.

Ein Katheterventil, welches das Ansaugen von Luft verhindert, wird bei KZK von 7% und bei LZK von 24% der Kliniken verwendet.

Bei KZK wurde in 27% und bei LZK in 71% der Fälle eine Katheterverlängerung verwendet.

23% der Tierärzte bevorzugten die rechte, 7% die linke Halsseite um einen Venenkatheter anzulegen. 70% zogen keine Seite der anderen vor.

Neben der Vena jugularis verwendeten 70% der Kliniken auch noch andere Venen um einen Verweilkatheter anzulegen. Hierfür wurde häufig die Vena epigastrica cranialis superficialis (65%), die Vena cephalica (23%) und Vena saphena (13%) genutzt. Letztere fand vor allem bei Fohlen Verwendung. Venenkatheter wurden am häufigsten festgenäht (91%). Dies wurde entweder mit einer Nadel-Faden-Kombination (35%) oder mit der Kanülentechnik durchgeführt (65%). Festkleben des Venenkatheters mit Hilfe von Superkleber wurde weitaus seltener durchgeführt (9%). Zur Vorbereitung für den Venenkatheter wurde das Haarkleid rasiert (75%) oder geschoren (25%). Die durchschnittliche Zeit die für die Desinfektion für einen Kurzzeitkatheter verwendet wurde lag bei 2 Min 34 Sek., die für einen LZK bei 4 Min und 10 Sekunden. Als Desinfektionsmittel für einen KZK wurde am häufigsten Alkohol (47%) und für einen LZK eine Kombination von Alkohol und Jod (42%) verwendet.

Für das Anlegen eines Venenkatheters wurden normale (KZK 43%, LZK 19%), sterile (KZK 20%, LZK 67%) oder keine Handschuhe (KZK 37%, LZK 14%) getragen.

33% der Kliniken gaben an eine Lokalanästhesie zur Reduktion der Schmerzempfindung an der Kathetereinstichstelle insbesondere bei Fohlen oder nervösen Tieren einzusetzen. Hierfür wurden die Wirkstoffe Lidocain (45%) und Mepivacain (55%) annähernd gleichermaßen verwendet. Liegende Venenverweilkatheter wurden durchschnittlich alle 5 Stunden gespült. Der Spülflüssigkeit wurde Heparin meist in einer Dosierung von 25000 IE (52%) oder 50000 IE (26%) pro Liter Spülflüssigkeit zugesetzt. Einige wenige Kliniken verwendeten Dosierungen von 5000 IE/l bis hin zu 100000 IE/l. Für das Anmischen der Spülflüssigkeit wurde in 91% unfragmentiertes und in 9% niedermolekulares Heparin eingesetzt. Eine regelmäßige Desinfektion der Kathetereinstichstelle wurde von 28% der Kliniken durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden Desinfektionsmittel auf Alkohol oder Jodbasis eingesetzt.

Insbesondere bei Thrombosegefahr setzten 52% der Kliniken zusätzlich eine subkutane Gabe von unfragmentierten (78%) oder niedermolekularem (22%) Heparin ein.

Hierbei lag die Initialdosis meist bei 100 IE/kg (59%) oder 150 IE/kg (24%). Diese wurde je nach Behandlungsschemata an den folgenden Tagen weiter gesenkt.

Zusammenfassung

Ein gutes Kathetermanagement ist besonders wichtig als Prophylaxe gegen die Entstehung von Venenerkrankungen. Hierzu gehören insbesondere die richtige Auswahl des

Pferd

Kathetersystems, die Katheterpflege und die intensive Überwachung. KZK aus Polypropylene können bei Pferden mit gutem Allgemeinbefinden problemlos eingesetzt werden. Die vom Hersteller (B. Braun Melsungen AG, Germany) angegebene maximale Venenverweildauer von sechs Stunden sollte allerdings nicht überschritten werden.

Es wird empfohlen LZK aus Teflon nicht länger als drei Tage in der Vene zu belassen (7). Bei erhöhtem Thromboserisiko und oder einer Venenverweildauer von mehr als drei Tagen sollten weniger thrombogene Materialien wie zum Beispiel Polyurethane oder Silicon eingesetzt werden (8). Für Patienten, denen in kurzer Zeit große Flüssigkeitsvolumina zugeführt werden müssen, sind Katheter mit großen Lumina zwischen 12 G und 8 G zu wählen. Bei Fohlen sollten dagegen Venenkatheter mit kleinem Durchmesser zwischen 14G und 16G, verwendet werden. Diese können besonders leicht mit Hilfe der Seldinger- oder Splittmethode in die Vene eingebracht werden.

Vor dem Setzen des Venenkatheters ist ein ca. 8cm mal 5cm großes Feld zu scheren oder zu rasieren (9). Danach muss dieses gründlich mit Chlorhexidin- oder Jodseife vorgereinigt werden. Hierauf beginnt die Desinfektion zuerst mit Jod danach mit Alkohol. Der Desinfektionsvorgang sollte je nach vom Hersteller angegebener Einwirkzeit rund 5 Minuten in Anspruch nehmen. Ist eine vorherige Lokalanästhesie der Einstichstelle nötig ist danach nochmals mit Alkohol zu desinfizieren. Je nach Kathetersystem ist ein Vorstechen mit einer Kanüle oder einem Skalpell notwendig, um die Katheterspitze zu schonen. Beim Anlegen des Venenkatheters sollten sterile Handschuhe getragen werden. Eine kurze Katheterverlängerung von ca. 10 cm verhindert die fortwährende Manipulation der Einstichstelle während der Applikation von Medikamenten. Zusätzlich kann ein Injektionsventil angebracht werden, um ein Ansaugen von Luft zu verhindern. Bei Fohlen sollte der Katheter mit einem Halsverband geschützt werden. Liegende Katheter sind mindestens alle vier bis sechs Stunden mit einer heparinisierten Kochsalzlösung zu spülen (8). Zusätzlich kann die Kathetereinstichstelle täglich mit einem Hautantiseptikum behandelt werden. Die mehrmals tägliche klinische Untersuchung des Katheters sollte routinemäßig alle 2-3 Tage durch eine Ultraschalluntersuchung der katheterisierten Vene unterstützt werden, um frühzeitig subklinische Veränderungen zu erkennen und notfalls rechtzeitig reagieren zu können. Bei erhöhter Thrombosegefahr wie dies zum Beispiel beim Koliker der Fall ist, ist eine zusätzliche subkutane Heparin-gabe unter täglicher Hämatokritkontrolle notwendig. Nach Gerhards und Eberhardt (10) kann bei der Verwendung von unfragmentiertem Heparin das in Tabelle 4 dargestellte Dosierungsschema angewendet werden. Für das niedermolekulare Heparin (Dalteparin) wird eine Dosierung von 50 IE/kg beim Großpferd und 100 IE/kg beim Fohlen empfohlen (10, 11, 12).

Tabelle 4: Low-dose Heparinmedikation (nach 10)

1.Tag	1. Injektion	150 IE/kg KG
	2. Injektion	120 IE/kg KG
2. – 3. Tag		120 IE/kg KG
4. – 7.Tag		100 IE/kg KG
Ab 8. Tag		80 IK/kg KG
Injektionsintervall: 12 Stunden, Applikationsart: subkutane Injektion		

Literatur

1. Gehlen, H, Stadler P: Gefäßerkrankungen. In: Gehlen H, Hrsg. Pferdekardiologie, 1. Auflage: Schlütersche Verlag. 2010. S. 191 206.

2. Dietz O: Erkrankungen der Vena jugularis externa. In: Dietz O, Huskamp B, Herausgeber. Handbuch Pferdepraxis, 3. Aufl. Stuttgart: Enke. Verlag; 2006. S. 269 – 271.
3. Hopster K, Bienert-Zeit A, Herling G, Geburek F, Rohn K, Feige K. Assessment of venous catheter-related complications comparing the use of the jugular vein and the thoracic vein in horses. *Pferdeheilkunde*. 2011; 27(2). S. 147-152.
4. Barakzai S, Chandler K. Use of indwelling intravenous catheters in the horse. In *Practice*. 2003; 25(5). S. 264-271.
5. Hardy J, Fluids, Electrolytes, and Acid-Base. In: Auer J A, Stick J A, Herausgeber. *Equine Surgery*, 3. Aufl. St. Louis: Saunders Elsevier; 2006. S. 20 – 32.
6. Trautner B W, Darouiche R O. Catheter-associated infections: pathogenesis affects prevention. *Arch Intern Med*. 2004; 164(8). S. 842-850.
7. Hardy J, Basic procedures in adult equine critical care. In: Reed S M, Bayly W M, Sellon D C, *Equine Internal Medicine*, 3. Aufl. St. Louis: Saunders Elsevier; 2010. S. 249 – 258.
8. Hardy J, Venous and Arterial Catherization and Fluid Therapy. In: Muir W W, Hubbell J A E, Herausgeber. *Equine Anästhesia Monitoring and Emergency Therapy*, 2.Aufl. St. Louis: Saunders Elsevier; 2009. S. 131 – 148.
9. Geraghty TE, Love S, Taylor D J, Heller J, Mellor D J, Hughes K J. Assesing techniques for disinfection sites for inserting intravenous catheters into the jugular veins of horses. *Veterinary Record*. 2009; 164. S. 51 – 55.
10. Gerhards H, Eberhardt C. Plasma heparin values and hemostasis in equids after subcutaneous administration of low dose calcium heparin. *Am. J. vet. Res.* 1988; 49. S. 13 – 18.
11. Feige K, Schwarzwald C C, Bombelt T. Comparison of unfractionated and low molecular weight heparin for prophylaxis of coagulopathies in 52 horses with colic: a randomised double-blind clinical trial. *Equine vet. J.* 2003; 35 (5). S. 506 – 513
12. Schwarzwald C C, Feige K, Wunderli-Allenspach H, Braun U. Comparison of pharmacokinetic variables for two low-molecular-weight heparins after subcutaneous administration of a single dose to horses. *Am. J. vet. Res.* 2002; 63. S. 868 – 873.

Kontaktadresse

Carolin Müller, Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin
carolin.mueller2@fu-berlin.de

1.2. Zusammenfassung

Ein gutes Kathetermanagement ist besonders wichtig als Prophylaxe gegen die Entstehung von Venenerkrankungen. Hierzu gehören insbesondere die richtige Auswahl des Kathetersystems, die Katheterpflege und die intensive Überwachung. Um das Kathetermanagement in Deutschland und Österreich zu evaluieren wurde im Zeitraum Dezember 2012 und Februar 2013 ein Fragebogen mit Begleitschreiben an 94 Pferdekliniken per Email versandt. Darin wurden die Kliniken über die von ihnen verwendeten Kathetersysteme sowie über das Kathetermanagement befragt. 30 der 94 Pferdekliniken antworteten auf die Fragebogenaktion. Dies ergab einen Rücklauf von 32 %. 21 (70%) der Kliniken verwendeten sowohl Kurzzeit- (KZK) als auch Langezeitkatheter (LZK). Neun (30%) der Kliniken gaben an nur Kurzzeitkatheter zu gebrauchen. KZK aus Polypropylen wurden von 83%, LZK aus Polyurethan von 96% der Kliniken verwendet.

KZK aus Polypropylen können bei Pferden mit gutem Allgemeinbefinden problemlos eingesetzt werden. Die vom Hersteller (B. Braun Melsungen AG, Germany) angegebene maximale Venenverweildauer von sechs Stunden sollte allerdings nicht überschritten werden.

Es wird empfohlen LZK aus Teflon nicht länger als drei Tage in der Vene zu belassen (Hardy, 2010). Bei erhöhtem Thromboserisiko und oder einer Venenverweildauer von mehr als drei Tagen sollten weniger thrombogene Materialien wie zum Beispiel Polyurethan oder Silicon eingesetzt werden (Hardy, 2009). Für Patienten, denen in kurzer Zeit große Flüssigkeitsvolumina zugeführt werden müssen, sind Katheter mit großen Lumina zwischen 12 G und 8 G zu wählen. Bei Fohlen sollten dagegen Venenkatheter mit kleinen Durchmessern zwischen 14G und 16G, verwendet werden. Diese können besonders leicht mit Hilfe der Seldinger- oder Splittmethode in die Vene eingebracht werden.

Vor dem Setzen des Venenkatheters ist ein ca. 8cm mal 5cm großes Feld zu scheren oder zu rasieren (Geraghty et al., 2009a). 75% der befragten Kliniken greifen hierfür zum Rasierapparat und nur 25% zur Schermaschine. Danach muss das Katheterfeld gründlich mit Chlorhexidin- oder Jodseife vorgereinigt werden. Hierauf beginnt die Desinfektion zuerst mit Jod danach mit Alkohol. Der Desinfektionsvorgang sollte je nach vom Hersteller angegebener Einwirkzeit rund 5 Minuten in Anspruch nehmen. Die durchschnittliche Zeit die für die Desinfektion für einen Kurzzeitkatheter verwendet

wurde lag bei 2 Min 34 Sek., die für einen LZK bei 4 Min und 10 Sekunden. Als Desinfektionsmittel für einen KZK wurde am häufigsten Alkohol (47%) und für einen LZK eine Kombination von Alkohol und Jod (42%) verwendet. Ist eine vorherige Lokalanästhesie der Einstichstelle nötig ist danach nochmals mit Alkohol zu desinfizieren. Je nach Kathetersystem ist ein Vorstechen mit einer Kanüle oder einem Skalpell notwendig, um die Katheterspitze zu schonen. Beim Anlegen des Venenkatheters sollten sterile Handschuhe getragen werden. Für das Anlegen eines Venenkatheters wurden normale (KZK 43%, LZK 19%), sterile (KZK 20%, LZK 67%) oder keine Handschuhe (KZK 37%, LZK 14%) getragen. Eine kurze Katheterverlängerung von ca. 10 cm verhindert die fortwährende Manipulation der Einstichstelle während der Applikation von Medikamenten. Zusätzlich kann ein Injektionsventil angebracht werden, um ein Ansaugen von Luft zu verhindern. Bei KZK wurde in 27% und bei LZK in 71% der Fälle eine Katheterverlängerung verwendet. Ein Katheterventil, wird bei KZK von 7% und bei LZK von 24% der Kliniken eingesetzt.

Bei Fohlen sollte der Katheter mit einem Halsverband geschützt werden. Liegende Katheter sind mindestens alle vier bis sechs Stunden mit einer heparinisierten Kochsalzlösung zu spülen (Hardy, 2009). Zusätzlich kann die Kathetereinstichstelle täglich mit einem Hautantiseptikum behandelt werden. Dies wurde von 28% der Kliniken durchgeführt. Die mehrmals tägliche klinische Untersuchung des Katheters sollte routinemäßig alle 2-3 Tage durch eine Ultraschalluntersuchung der katheterisierten Vene unterstützt werden, um frühzeitig subklinische Veränderungen zu erkennen und notfalls rechtzeitig reagieren zu können. Bei erhöhter Thrombosegefahr wie dies zum Beispiel beim Koliker der Fall ist, ist eine zusätzliche subkutane Heparinabgabe unter täglicher Hämatokritkontrolle notwendig. Hierfür setzten 52% der Kliniken zusätzlich eine subkutane Gabe von unfragmentierten (78%) oder niedermolekularem (22%) Heparin ein.

III. PUBLIKATIONEN

1. Publikation I

1.1. Anwendung von Kurz- und Langzeitvenenverweilkathetern beim Pferd in der Praxis

Veröffentlichung: Praktischer Tierarzt 95 Heft 8 (2014) 726–732

Carolin Müller, Heidrun Gehlen

Aus der Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin

Korrespondenzadresse:

Mag. med. vet. Carolin Müller,

Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin,

Oertzenweg 19b

14163 Berlin

carolin.mueller2@fu-berlin.de

Die vollständige Originalpublikation befindet sich im Anhang.

Dieser Teil kann aus rechtlichen Gründen hier nicht veröffentlicht werden.

(kostenloser download für Abonnenten der Zeitschrift *Prakt. Tierarzt*)

<https://vetline.de/anwendung-von-kurz-und-langzeitvenenverweilkathetern-beim-pferd-in-der-praxis/150/3230/80570/>

2. Publikation II

2.1. Katheterassoziierte Venenerkrankungen beim Pferd – Diagnose und Therapie in der Praxis

Veröffentlichung: Tierärztliche Praxis Großtiere 3 (2016) 187- 194

Carolin Müller, Heidrun Gehlen

Aus der Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin

Korrespondenzadresse:

Mag. med. vet. Carolin Müller,

Klinik für Pferde, Allg. Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin,

Oertzenweg 19b

14163 Berlin

carolin.mueller2@fu-berlin.de

Die vollständige Originalpublikation befindet sich im Anhang.

Dieser Teil kann aus rechtlichen Gründen hier nicht veröffentlicht werden.

Sie müssen diese Publikation online erwerben.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15653/TPG-140417>

3. Publikation III

3.1. Influence of different types of catheters on the development of diseases of the jugular vein in 45 horses

Accepted for publishing by *Journal of Equine Veterinary Science*

Müller, C. D. V. S.¹, Lübke-Becker, A.², Doherr, M.G.³, Gehlen, H.¹

¹Free University Berlin, Department of Veterinary Medicine, Equine Clinic, Germany

²Free University Berlin, Department of Microbiology and Epizootics, Germany

³Free University Berlin, Department of Veterinary Epidemiology and Biometrics, Germany

Corresponding author:

Mag.med.vet. Carolin Müller

Equine Clinic

Oertzenweg 19b

14163 Berlin

Germany

E-mail: carolin.mueller2@fu-berlin.de

Die vollständige Originalpublikation befindet sich im Anhang.

Dieser Teil kann aus rechtlichen Gründen hier nicht veröffentlicht werden.

Sie müssen diese Publikation online erwerben.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2016.06.074>

IV. DISKUSSION

1. Diskussion der Voruntersuchung - Auswirkung unterschiedlicher Kathetersysteme und Kathetermanagements auf die Entstehung von Jugularvenenerkrankungen

Die Voruntersuchung wurde mit dem Ziel durchgeführt, einen aktuellen Überblick über das derzeit an deutschen und österreichischen Pferdekliniken verwendete Kathetermanagement zu bekommen. Hierfür wurde im Zeitraum Dezember 2012 und Februar 2013 ein Fragebogen mit Begleitschreiben an 94 Pferdekliniken in Deutschland und Österreich per Email versandt. Darin wurden die Kliniken über die von ihnen verwendeten Kathetersysteme sowie über das Kathetermanagement befragt.

Die Untersuchung zeigte, dass teilweise ein sehr unterschiedliches Kathetermanagement hinsichtlich Auswahl des Venenkatheters, Venenverweildauer, Vorbereitung des Katheterfeldes und der Katheterpflege an deutschen und österreichischen Pferdekliniken durchgeführt wurde. Auch wenn in der englischsprachigen Literatur Leitlinien zum Kathetermanagement verfasst sind (Barakzai & Chandler, 2003; Hardy, 2009; 2010) scheinen diese nur teilweise von den Pferdekliniken übernommen worden zu sein.

Nach Diekmann (1995) wird bei einer Umfrage mit Hilfe eines Fragebogens samt freundlichem Anschreiben ohne weitere Maßnahmen selten eine Rücklaufquote über 20% erzielt. Demnach ist ein Rücklauf von 32% als positiv zu beurteilen.

Allgemein wird zwischen Kurzzeit- und Langzeitkathetersystemen unterschieden. Daher sollte zunächst die Fragestellung geklärt werden welches Zeitintervall die befragten Kliniken für die Differenzierung beider Systeme vorsehen. Kurzzeitkatheter werden meist bei elektiven Eingriffen, bei denen es post operativ keine längerfristige intravenöse Medikamententherapie bedarf oder für kurzfristige Infusionstherapie verwendet. Als Kathetersystem wird eine Punktionskanüle mit Mandrin verwendet. Langzeitkatheter werden zu längerfristigen Infusionsgabe und oder intravenösen Medikamentenapplikation eingesetzt um eine wiederholte Punktion der Vene zu vermeiden. Die Venenverweildauer wird in der Regel durch das Kathetermaterial und die Implantationsart bestimmt (Barakzai und Chandler, 2003; Hardy, 2009; Trautner und Darouiche, 2004). Die meisten der von uns befragten Kliniken verwenden Kurzzeitkatheter aus Polypropylen und Langzeitkatheter aus Polyurethan. Polypropylen zeichnet sich durch besondere Steifig- und Festigkeit, sowie besondere Härte aus, wodurch der Katheter sich leicht in die Vene schieben lässt. Aufgrund seiner rigiden Eigenschaften kommt es jedoch leichter zur Reizung der empfindlichen Gefäßintima und zu damit verbundenen Entzündungsreaktionen. Daher

sollten Venenkatheter aus Polypropylen nicht länger als 6 Stunden (Herstellerangabe B. Braun Melsungen AG, Deutschland) in der Vene belassen werden. Eine durchschnittliche Venenverweildauer von 15 Stunden wie sie in unserer Studie ermittelt wurde ist demnach als ungünstig einzustufen. In unserer Umfrage wurden Venenkatheter aus Polytetrafluorethylen sowohl als Kurzzeit- als auch als Langzeitkatheter von den befragten Kliniken eingesetzt. Das Material Polytetrafluorethylen (PTFE) auch bekannt als Teflon zeichnet sich durch seinen äußerst geringen Reibungskoeffizient aus und sorgt damit für ein sehr leichtes Durchgleiten der Kutis und Subkutis. Dieser Kunststoff ist weniger thrombogen als Polypropylen, jedoch kommt es leicht zum Abknicken des Katheters (Muir und Hubbell, 2009). Teflonkatheter sollten maximal 2-3 Tage in der Venen belassen werden (Barakzai und Chandler, 2003; Dietz, 1999; Dolente et al., 2005). Eine Verweildauer von bis zu 6 Tagen, wie von einer Klinik angegeben, ist demnach nicht zu empfehlen. Weniger thrombogene Materialien wie Silicon oder Polyurethan können je nach verwendeter Implantationsart bis zu 2-3 Wochen (Punktionskanüle und Mandrin) oder bis zu 1-2 Monaten (Seldinger-Methode) in der Venen belassen werden (Barakzai und Chandler, 2003; Hardy, 2009; 2010). Generell ist festzustellen, dass insbesondere Venenkatheter aus Polypropylen oder Teflon von einigen Kliniken zu lange in der Vene belassen werden.

Vor dem Setzen des Venenkatheters ist ein ca. 8cm mal 5cm großes Feld zu scheren oder zu rasieren (Geraghty et al., 2009a). 75% der befragten Kliniken greifen hierfür zum Rasierapparat und nur 25% zur Schermaschine. In der Praxis ist der Einsatz einer Schermaschine hinsichtlich des Anschaffungspreises und der Scherkopfpflege deutlich aufwendiger und kostenintensiver als ein einfacher Handrasierer. Jedoch kann es durch das Rasieren zu Mikroläsionen und ein damit verbundenes Infektionsrisiko kommen (Ahern und Richardson, 2012). Nach der Haarentfernung muss das Katheterfeld gründlich mit Chlorhexidin- oder Jodseife vorgereinigt werden. Hierauf beginnt die Desinfektion zuerst mit Jod danach mit Alkohol. Der Desinfektionsvorgang sollte je nach vom Hersteller angegebener Einwirkzeit rund 5 Minuten in Anspruch nehmen (Tanner et al., 2008). Die durchschnittliche Zeit die in den befragten Kliniken für die Desinfektion für einen Kurzzeitkatheter verwendet wurde lag bei 2 Min 34 Sek., die für einen LZK bei 4 Min und 10 Sekunden. Die reduzierte Desinfektionszeit bei KZK lässt sich demnach nur damit erklären, dass die befragten Kliniken das Infektionsrisiko bei einem KZK als deutlich geringer einschätzen. Als Desinfektionsmittel für einen KZK wurde am häufigsten Alkohol (47%) und für einen LZK eine Kombination von Alkohol und Jod (42%) verwendet. Beim Anlegen des Venenkatheters sollten sterile Handschuhe getragen werden. Für das Anlegen eines Venenkatheters wurden normale (KZK 43%, LZK 19%), sterile (KZK 20%, LZK 67%) oder keine Handschuhe (KZK 37%, LZK 14%) getragen.

Dies zeigt wiederum, dass das Infektionsrisiko von LZK von den Kliniken deutlich höher eingeschätzt wird als das von KZK. Dennoch ist auch bei kurzer Venenverweildauer eine Infektion möglich, daher sollten bei jeder Katheterisation sterile Handschuhe getragen werden.

Die von uns befragten Kliniken verwendeten deutlich häufiger eine Punktionskanüle (65%) um einen Venenkatheter zu implantieren als die Splitt- (20%) oder Seldinger Methode (15%). Einerseits scheint dies die einfachere Methode zu sein andererseits besteht bei der Seldingermethode die Gefahr den Führungsdraht in der Venen zu verlieren. Bei der Splittmethode gestaltet sich häufig das Teilen der bereits sich in der Vene befindenden Führungskanüle an den zwei präformierten Sollbruchstellen als schwierig. Die Erfahrung der Autorin hat gezeigt, dass dies deutlich erleichtert werden kann, wenn die Sollbruchstellen bereits vor der Implantation angebrochen werden. Nach erfolgreicher Punktion der Vene und Einführen des Katheters kann nun die Führungskanüle leicht von diesem abgezogen werden. Die Handhabung der Splitt- bzw. Seldingermethode gestaltet sich zwar schwieriger, mit ihnen können aber lange (20 cm - 30 cm) Katheter mit einem dünnen Lumen implantiert werden. Diese sorgen dafür, dass die Prädispositionsstellen für Venenerkrankungen wie die Einstichstelle und die Katheterspitze deutlich weiter auseinander liegen (Barakzai und Chandler, 2003). Die Vena epigastrica cranialis superficialis kann im Einzelfall zur Katheterisierung herangezogen werden, allerdings traten in der Studie von Hopster et al. (2011) bei 10 von 12 katheterisierten Bauchvenen Venenveränderungen auf. Im Gegensatz hierzu musste nur ein Venenkatheter aus den 12 untersuchten Jugularvenen auf Grund von Veränderungen entfernt werden. Hopster et al. (2011) begründen dies einerseits mit dem kleineren Gefäßdurchmesser und damit verbundenen erhöhten Turbulenzenbildung, andererseits stellt die tieferliegende Lokalisation beim Niederlegen ein erhöhtes Infektionsrisiko dar.

Die Mehrzahl der befragten Kliniken (65%) befestigen die Venenkatheter mit der Kanülentechnik. Bei dieser relativ günstigen Variante wird mit Hilfe von Injektionskanülen der Faden in die Haut eingebracht. Um die aseptischen Kautelen zu bewahren empfiehlt es sich die mit Nahtmaterial vorbereiteten Kanülen vor dem Einbringen zu sterilisieren. Bei der Nadelfadenkombination empfiehlt es sich nach der Erfahrung der Autoren ein nicht resorbierbares Nahtmaterial mit schneidender Nadel zu verwenden. Hierbei ist der Vorteil, dass der Durchmesser der Nadelfadenkombination kleiner ist und somit weniger Trauma setzt als die Kanülentechnik. Das Festkleben mit Superkleber birgt einerseits die Gefahr, dass der Katheter bei Manipulation leichter aus der Vene gezogen werden kann, andererseits kann es nicht zur Infektion von Punktionsstellen der Hauthefte kommen. Zur Entfernung kann der Katheter durch Scheren des Haarkleids im Bereich der Befestigungsstelle leicht entfernt werden.

Liegende Venenkatheter sollten alle 4–6 Stunden mit einer heparinisierten Kochsalzlösung (5–10 IE Heparin/ml) gespült werden (Hardy, 2009). Die Konzentration der heparinisierten Kochsalzlösung die von den befragten Kliniken verwendet wurde variierte stark (5 IE/ml bis 100 IE/l). Zusätzlich sollten täglich der Katheter selbst, seine Umgebung und insbesondere die Einstichstelle mit einem Hautantiseptikum desinfiziert werden (Hardy, 2009). Diese wurde von 28% der Kliniken durchgeführt. Nach Wissensstand der Autorin fehlen hierzu noch ausreichend klinische Studien. Bei erhöhter Thrombosegefahr wie dies zum Beispiel bei einem Koliker der Fall ist, ist eine zusätzliche subkutane Heparin-gabe unter täglicher Hämatokritkontrolle notwendig. Hierfür setzten 52% der Kliniken zusätzlich eine subkutane Gabe von unfragmentierten (78%) oder niedermolekularem (22%) Heparin ein. Das unfraktionierte Heparin inaktiviert neben dem Prothrombinasekomplex auch Thrombin, wodurch sich seine raschere gerinnungshemmende Wirkung erklärt (Gehlen und Stadler, 2010). Zusätzlich kommt es aber auch schneller zu Erythrozytenaggregation, Thrombozytopenie und einem damit verbundenen Abfall des Hämatokrits (Feige et al., 2013; Schwarzwald et al., 2002; Weber 2013). Das niedermolekulare Heparin übersteigt jedoch wiederum deutlich den Preis des unfraktionierten, wodurch sich die seltenere Verwendung erklären lässt.

Nach den Ergebnissen unserer Umfrage ist es nötig genaue Leitlinien für ein standardisiertes Kathetermanagement auch im deutschsprachigen Raum zu veröffentlichen.

Die Ergebnisse dieser Voruntersuchung lieferten das Material für den Vortrag am 7. Leipziger Tierärztekongress und das dazugehörige Abstract.

2. Diskussion der Publikation 1 - Anwendung von Kurz- und Langzeitvenenverweilkathetern beim Pferd in der Praxis

Die erste Publikation wurde mit dem Ziel durchgeführt mit Hilfe der Literaturrecherche die Anwendung von Kurz- und Langzeitvenenkathetern beim Pferd praxisnah zusammenfassend darzustellen.

Neben der individuellen Konstitution des Patienten und der Grunderkrankung (z.B. erhöhte Thromboseneigung bei Kolikpatienten) spielen insbesondere die verwendeten Kathetermaterialien und -systeme, die Sorgfalt beim Einbringen des Katheters und das weitere Kathetermanagement eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von katheterassoziierten Komplikationen (Hopster et al., 2011). So wurden in diesem Review verschiedene Kathetermaterialien und -beschichtungen sowie die einzelnen Kathetersysteme (Kurzzeit- und Langzeitvenenkatheter) vorgestellt. Des Weiteren wurden

dem praktizierenden Tierarzt Leitlinien für das aseptische Einbringen des Venenkatheters erläutert. Hierfür wurden die drei verschiedenen Applikationsmethoden (Punktionskanüle mit Mandrin, Seldinger-Methode mit Einführungsdraht und die Splitt-Methode) mit Hilfe von Bildillustrationen dargestellt. Ausschlaggebend für die potenziell venenreizenden Eigenschaften eines Katheters sind vor allem die verwendeten Materialien. In der Literatur werden die Materialien PU oder Silicone als deutlich venenschonender eingestuft als Polypropylen oder PTFE. Nach Feige et al. (2003) gibt es derzeit aber noch keine Studien mit ausreichend Aussagekraft welchen Einfluss das Kathetermaterial auf die Entstehung von Venenerkrankungen beim Pferd hat.

3. Diskussion der Publikation 2 - Katheterassoziierte Venenerkrankungen beim Pferd – Diagnose und Therapie in der Praxis

Die zweite Publikation wurde mit dem Ziel durchgeführt mit Hilfe der Literaturrecherche das Thema der Katheterassoziierten Venenerkrankungen beim Pferd praxisnah zusammenfassend darzustellen. Katheterassoziierte Venenveränderungen können bezüglich ihres klinischen Bildes und ihres klinischen Verlaufes sehr vielfältig sein (Gerhards, 2004). Aus diesem Grund wurden die verschiedenen Erkrankungsbilder (perivenöses Hämatom, Peri- oder Paraphlebitis, Endophlebitis, Phlebothrombose und die Thrombophlebitis) beschrieben und Symptome bzw. ihre Pathogenese erläutert. Ein gutes Kathetermanagement ist als Prävention gegen die Entstehung von Venenerkrankungen besonders wichtig. Je nach Venenverweildauer ist auf die Auswahl des richtigen Kathetermaterials und auf die Implantationsart des Katheters zu achten. Ist es erst mal zu einer Venenerkrankung gekommen wird die Therapie nach ihrer Ätiologie gewählt. Bei der aseptischen Venenerkrankung wird eine antithrombotische Therapie mit Antikoagulanzen eingesetzt. Wird ein septisches Geschehen vermutet, können eine systemische Antibiose, die Gabe nichtsteroidaler Antiphlogistika, hyperämisierende Salben und Wärme indiziert sein. Zur Diagnosestellung einer katheterassoziierten Venenerkrankung dient sowohl die klinische als auch die ultrasonographische Untersuchung. Vergleicht man hierbei die klinische und ultrasonographische Untersuchung der Kathetervene, geben einige Autoren an, dass ein Teil der Venenveränderungen nicht oder erst später klinisch diagnostiziert werden konnten (Aksoy et al., 2008; Geraghty et al., 2009b). Die Voruntersuchung zeigte, dass insbesondere eine frühzeitige Diagnose von Veränderungen an der Kathetervene und eine damit verbundene zeitnahe Entfernung des Katheters schwerwiegende Venenerkrankungen zu verhindern unterstützen.

4. Diskussion der Hauptstudie - Influence of different types of catheters on the development of diseases of the jugular vein in horses in 45 horses

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Auswirkung unterschiedlicher Venenverweilkathetersysteme auf die Jugularvene beim Pferd anhand von Häufigkeit und Art katheterassoziierter Komplikationen zu untersuchen. Es sollte aufgezeigt werden, welches Material (Polyurethan oder PTFE) und welche Katheterbauart (Durchmesser und Länge) zu Veränderungen der erhobenen Parameter der Kathetervene führt oder Auswirkungen auf die Gerinnungsparameter hat. Zusätzlich wurde die bakterielle Besiedelung der verschiedenen Kathetermaterialien untersucht.

4.1. Diskussion von Material, Methode und Ergebnissen

4.1.1. Pferde

Die prospektive Untersuchung wurde an 45 Patienten der Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin von Juni 2012 bis Mai 2013 durchgeführt, die in drei Gruppen (polytetrafluoroethylene = PTFE 14 G x 16 cm, polyurethane1 = PU1 14 G x 13 cm, polyurethane2 = PU2 12 G x 13 cm) mit je 15 Pferden eingeteilt wurden. Voraussetzung war die therapeutische Notwendigkeit eines Venenverweilkatheters für eine Therapiezeit von fünf Tagen und ein Alter der Pferde ab zwei Jahren, da Venenerkrankungen bei jungen Pferden häufiger auftreten als bei älteren Pferden (Hopster et al., 2011). Da die Grunderkrankung einen wesentlichen Einfluss auf die Entstehung von Venenerkrankungen hat (Dolente et al., 2005; Traub-Dargatz und Dargatz, 1994) und operierte Kolikpferde an der Pferdeklunik der FU-Berlin standardmäßig systemisch mit Heparin versorgt werden, wurde diese Patientengruppe aus der Studie ausgeschlossen. Die Zuordnung in die einzelnen Gruppen wurde nach dem Zufallsprinzip verblindet durchgeführt. Alle Pferde wurden mit einer intravenösen Antibiose (2 x täglich Amoxicillin 10mg/kg KM i.v. und 1 x täglich Gentamycin 6,6mg/kg KM i.v.) für fünf Tage versorgt. In allen Fällen wurde eine NSAID-Therapie angewandt. Je nach Grunderkrankung bzw. Schlachtequidenstatus wurden nichtsteroidale Antiphlogistika (1 – 2 x täglich Flunixin meglumine 1,1 mg/kg KM p.o./i.v. oder 2 x täglich Phenylbutazon 2,2 – 4,4 mg/kg KM p.o. oder 1 x täglich Meloxicam 0,6mg/kg KM p.o.) zusätzlich appliziert. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Auswirkung unterschiedlicher Venenverweilkatheter auf die Jugularvene beim Pferd anhand von Häufigkeit und Art katheterassoziierter Komplikationen vergleichend zu untersuchen.

In der vorliegenden Untersuchung konnte kein Zusammenhang zwischen Rasse, Alter, Geschlecht, Vorstellungsgrund und der Ausbildung von Venenerkrankungen ermittelt werden. Dies entspricht einerseits den Ergebnissen aus früheren Studien (Geraghty et al., 2009a; Dolente et al., 2005), andererseits befanden sich unter den untersuchten Patienten auch keine Pferde bei denen wegen Ihrer Grunderkrankung bzw. ihres Allgemeinzustandes eine Hyperkoagulabilität und eine damit verbundene gesteigerte Thrombosebereitschaft zu erwarten gewesen wäre.

4.1.2. Vorbereitung, Kathetermanagement

Ein weiterer beeinflussender Faktor ist die berufliche Erfahrung der Person die den Venenzugang legt (Askoy et al., 2008; Bayly and Vale, 1982). Deshalb wurden alle Venenkatheter ausschließlich von der gleichen Person, einem erfahrenen Tierarzt, eingesetzt und auch entfernt.

Zusätzlich wurde vor Einbringen des Katheters, wenn es das Temperament des Pferdes erforderte, dieses sediert und/oder eine Lokalanästhesie an der Einstichstelle gesetzt. Ein Nachteil der Lokalanästhesie ist, dass die lokale Wundheilung an der Einstichstelle negativ beeinflusst werden kann (Provost, 2012). Das sorgfältige, möglichst kontaminationsfreie Einbringen des Katheters ist jedoch für eine Komplikationsprophylaxe essentiell. Ein Einfluss der Sedierung bzw. der Lokalanästhesie auf die Ausprägung von Venenerkrankungen konnte in unserer Studie nicht ermittelt werden. Dies lässt sich vermutlich auf die kleine Gruppengröße von sedierten (15/45) bzw. lokal anästhesierten (5/45) Pferden zurückführen. In der Untersuchung von Geraghty et al. (2009a) ist beschrieben, dass Pferde die nichtsteroidale Antiphlogistika über den Venenkatheter bekamen, deutlich weniger Venenerkrankungen ausbilden als Patienten die keine intravenösen Entzündungshemmer erhielten. Dies konnte von uns so nicht bestätigt werden. Eine mögliche Ursache hierfür kann die unterschiedliche Studienpopulation sein oder, dass in unserer Studie alle Pferde neben den Antiphlogistika auch mit intravenöser Antibiose versorgt wurden und der antimikrobielle Effekt sich vermutlich ebenfalls positiv auf das Ausbleiben von Venenerkrankungen bei allen untersuchten Systemen auswirkte.

4.1.3. Untersuchung

4.1.3.1. Venenerkrankungen

Die Prävalenz von Venenerkrankungen in Bezug auf das verwendete Kathetermaterial wird in der Literatur recht unterschiedlich angegeben. So beschreibt Meister et al. (1993) bei einer durchschnittlichen Venenverweildauer von 8,6 Tagen und 1,4 PTFE Kathetern pro Pferd, dass lediglich bei 12,5% der Fälle Schwellungen im Bereich des Katheters und bei einem Fall ein kleiner subkutaner Abszess auftraten. Die maximale

Venenverweildauer wurde in dieser Studie mit 30 Tagen angegeben. In den Untersuchungen von Askoy et al. (2008) und Geraghty et al. (2009a) wurden die PTFE-Katheter jeweils als Kurzzeitvenenkathetersystem (Venenverweildauer durchschnittlich 1 – 1,4 d) verwendet. Da die Venenverweildauer in engem Zusammenhang mit der Thrombogenität eines Venenkatheters steht (Lankveld et al., 2001) ist ein Materialvergleich eines PTFE-Kurzzeitkatheters mit einem Polyurethan-Langzeitvenenkathetersystem, mit einer durchschnittlichen Venenverweildauer von 8,3d (Askoy et al., 2008), daher nicht möglich. Im Gegensatz hierzu wurde in der vorliegenden Untersuchung das Studiendesign so gewählt, dass bei beiden Materialien eine Verweildauer von 5 Tagen angestrebt wurde. Lankveld et al. (2001) untersuchte in seiner Studie den Einfluss von PU- und PTFE-Langzeitvenenkatheter auf die Entstehung von Thrombophlebitiden bei Kolikpferden. Er konnte keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Thromboseneigung zwischen beiden Materialien ermitteln, jedoch war die Venenverweildauer mit 3,7d bei den PU Kathetern länger als die Verweildauer (3,3d) bei PTFE-Kathetern. In unserer Untersuchung wurde aber nicht nur auf die Entstehung einer Venenthrombose sondern auch auf die mögliche Entwicklung einer Periphlebitis geachtet. Die PTFE-Katheter schnitten in unserer Studie im Langzeitversuch mit einer durchschnittlichen Verweildauer von 4 Tagen und einem 2,6 mal höherem Risiko eine Venenerkrankung auszulösen schlechter ab als die PU-Katheter (Verweildauer PU1 4,5d, PU2 4,7d). Des Weiteren wurde von uns der Einfluss des Katheterdurchmessers untersucht. Hierbei wäre nach Literaturangabe zu erwarten gewesen, dass Venenkatheter mit einem größeren Durchmesser eher dazu neigen eine Venenerkrankung auszulösen, da mehr Turbulenzen im Blutstrom und größere mit der Insertion verbundene Gefäßläsionen entstehen (Theis, 2002). In unserer Studie schnitt der PU2-Katheter mit dem größeren Durchmesser (12G) jedoch tendenziell gleich gut oder sogar etwas besser (18% Periphlebitiden, 6% Thrombophlebitiden) als der dünnere PU1-Katheter (14G, 16% Periphlebitiden, 11% Thrombophlebitiden) ab. Eine mögliche Ursache hierfür könnte die stabilere Befestigungsmöglichkeit des PU2-Katheters und die damit verbunden minimierte Reizung der Einstichstelle gegenüber den anderen beiden Systemen sein.

4.1.3.2. Blutuntersuchung

Pferde die eine Hyperkoagulabilität aufweisen zeigen eine verlängerte Prothrombin- und aktivierte Thromboplastinzeit sowie erhöhte Fibrinogenwerte (Feige et al., 2003). Es konnte in unserer Untersuchung kein signifikanter Unterschied innerhalb der Untersuchungsgruppen bzw. der Ausprägung von Venenerkrankungen hinsichtlich der Gerinnungsparameter ermittelt werden. Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass eine Erhöhung der Blutviskosität bei unserem Patientengut keine Rolle bei der Ausprägung von Venenerkrankungen gespielt hat.

4.1.3.3. Ultraschalluntersuchung

Die Sonographie stellt ein nichtinvasives, beliebig oft wiederholbares bildgebendes Verfahren dar, mit dem sowohl das Venenlumen und die Venenwand als auch das perivenöse Gewebe untersucht werden kann (Gehlen und Stadler, 2010; Gerhards, 1992). Zur Objektivierung der Daten wurde die Ultraschalluntersuchung mit Hilfe eines Scoring-Systems ausgewertet. Hierbei wurde im Gegensatz zu dem System nach Milne und Bradbury (2009) die kontralaterale nicht-katheterisierte Vene als Kontrollvene mit untersucht. Dadurch konnte einerseits das individuelle Größenverhältnis der verschiedenen Patienten relativiert werden, andererseits waren hierdurch für die Katheter- und Kontrollvene dieselben Untersuchungsbedingungen geschaffen. Eine Venenwandverdickung auch bei klinisch unauffälligen Venen konnte sowohl in unserer Studie als auch bei Geraghty et al. (2009a) ermittelt werden. Nach Dietz (2005) entsteht eine lokale Verdickung der Venenwand im Bereich der Einstichstelle innerhalb von 24 – 48 Stunden bei jeder lege artis durchgeführten Injektion von Medikamenten, die nach zwei bis drei Tage ohne Behandlung vollständig abklingt. Die durchschnittlichen Messwerte der Venenwanddicke bei Venenerkrankungen entsprechen größtenteils denen der Untersuchung von Geraghty et al. (2009a). Ebenso konnten mehr Thromben an der Einstichstelle als an der Katheterspitze nachgewiesen werden. Dadurch scheint eine Reizung des Gefäßendothels durch direkten Kontakt mit dem Katheter bzw. durch Infektionserreger häufiger, als durch venenreizende Medikamente und Kontakt der Katheterspitze mit der Gefäßwand.

Vergleicht man die Ergebnisse der klinischen und der ultrasonographische Untersuchung der Kathetervene, fällt auf, dass in zahlreichen Studien auch wie bei uns ein Teil der Venenveränderungen nicht oder erst später klinisch diagnostiziert werden konnten. Daher kommen wir ebenfalls zu dem Schluss, dass bei Venenverweilkathetern neben der täglichen klinischen Untersuchung eine prophylaktische Sonographie der Kathetervene ratsam ist.

4.1.3.4. Mikrobiologische Untersuchung

Die potentielle Kontamination des Venenkatheters mit Mikroorganismen der Haut spielt bei der Entwicklung von Venenerkrankungen sowohl beim Menschen (Elliott et al., 1997) als auch beim Pferd (Ettlinger et al., 1992) eine wichtige Rolle. Hierbei können die Erreger entweder schon bei der Katheterinsertion durch ein ungenügend aseptisch vorbereitetes Katheterfeld in die Venen gelangen oder zu einem späteren Zeitpunkt über die Einstichstelle einwandern. Für die Vorbereitung empfehlen Geraghty et al. (2009b) das

Fell durch Scheren oder Rasieren zu entfernen und die Haut mit Chlorhexidin zu desinfizieren. Im Unterschied zur Untersuchung von Askoy et al. (2008) und Geraghty et al. (2009a) wurde nicht nur bei Entfernung des Katheters eine mikrobiologische Untersuchung der Katheterspitze sondern auch der Einstichstelle eingeleitet. Um die Keimflora der Haut vor jeglicher Manipulation zu bestimmen, wurde bereits bei Einlieferung ein Hauttupfer im Bereich der Jugularisrinne entnommen. Hierbei konnte wie auch schon in anderen Studien, v.a. ein Keimgehalt der mikrobiellen Hautflora (Staphylococcus spp., alpha-hemolytic Streptococcus spp.), Umgebungskeime (Bacillus spp., Acinetbacter spp., Pantoea spp., Serratia spp.) oder eine Kontamination mit Fäkalkeimen (E. coli, Enterobacter cloacae, Enterococcus spp. Bacteroides fragilis, Fusobacterium spp.) festgestellt werden. Im Gegensatz zum Hauttupfer wurde an der Einstichstelle in 7% der Fälle kein Keimwachstum nachgewiesen. Dies könnte mit der regelmäßigen Desinfektion der Einstichstelle mit Alkohol während der Ultraschallverlaufsuntersuchung in Zusammenhang stehen. Des Weiteren wurden von uns (6%) im Vergleich zu anderen Studien (24% - 57% positives mikrobielles Ergebnis) deutlich weniger Keime an der Katheterspitze nachgewiesen (Askoy et al., 2008; Ettliger, 1992; Lankveld et al., 2001). Grund hierfür kann einerseits die Auswahl des Patientengutes sein, welches in unserer Untersuchung im Gegensatz zu den anderen Studien aus Patienten bestand, die nicht an einer schweren systemischen Erkrankung litten und damit schon im Vorfeld eine erhöhte Thromboseneigung nicht zu erwarten war. Andererseits wurde bei unserer Ultraschalluntersuchung, durch das Verbringen der Schallsonde in einen mit Sonographiegel gefüllten Handschuh, eine Kontamination des Katheterfeldes vermieden. Des Weiteren könnte der bei der Sonographie verwendete Alkohol zusätzlich durch seine desinfizierende Eigenschaft zu einer Minimierung des Keimwachstums an der Einstichstelle geführt haben. Wie auch in anderen Untersuchungen konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer positiven mikrobiologischen Untersuchung und der Ausprägung einer Venenerkrankung bzw. zwischen den Untersuchungsgruppen ermittelt werden (Askoy et al., 2008; Lankveld et al., 2001; Milne und Bradbury, 2009).

5. Zusammenfassung der Diskussion und klinische Relevanz

Unsere Studie hat gezeigt, dass Venenkatheter aus PU für den Einsatz als Langzeitkathetersystem besser geeignet sind als Venenkatheter aus PTFE. Zusätzlich empfehlen wir den extravenösen Anteil des Venenkatheters, insbesondere die Einstichstelle einmal täglich mit einem Hautantiseptikum zu desinfizieren. Wir sind uns jedoch bewusst, dass weitere Studien erforderlich sind, um die Wirkung der täglichen Katheter Desinfektion auf die Entwicklung von Venenerkrankungen zu untersuchen. Zudem ist neben der täglichen klinischen Untersuchung der Kathetervene, eine sonographische Untersuchung alle 2-3 Tage, insbesondere bei Patienten mit erhöhtem Thromboserisiko (z.B. Koliker), anzuraten.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Auswirkung unterschiedlicher Venenverweilkatheter auf die Jugularvenen beim Pferd

Katheterassoziierte Venenveränderungen weisen bezüglich ihres klinischen Bildes und ihres klinischen Verlaufs eine hohe Variabilität auf (Gerhards, 2004). Unterschieden werden kann zwischen einem perivenösen Hämatom, einer Periphlebitis, Endophlebitis, Phlebothrombose oder eine septischen Thrombophlebitis. Die Diagnosestellung einer Venenerkrankung erfolgt durch eine klinische Untersuchung (Anstaubarkeit der Vene, Schwellungen, Schmerzhaftigkeit, vermehrte Wärme und eventuelle Exsudation im Bereich der Einstichstelle) sowie eine sonographische Darstellung der Vene (perivenöses Gewebe, Venenwand, Veneninhalt) (Bonagura et al., 2010; Geraghty et al., 2009a; Hopster et al., 20011; Kihurani und Schusser, 2001; Milne und Bradbury, 2009). Neben der individuellen Konstitution des Patienten und der Grunderkrankung spielen insbesondere die verwendeten Kathetermaterialien und -systeme, die Sorgfalt beim Einbringen des Katheters und das weitere Kathetermanagement eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von katheterassoziierten Komplikationen (Hopster et al., 2011).

Die Voruntersuchung wurde mit dem Ziel durchgeführt, einen aktuellen Überblick über das derzeit an deutschen und österreichischen Pferdekliniken verwendete Kathetermanagement zu bekommen. Hierfür wurde ein Fragebogen mit Begleitschreiben an 94 Pferdekliniken in Deutschland und Österreich per Email versandt. Darin wurden die Kliniken über die von ihnen verwendeten Kathetersysteme sowie über das Kathetermanagement befragt. Die Untersuchung zeigte, das teilweise ein sehr unterschiedliches Kathetermanagement hinsichtlich Auswahl des Venenkatheters, Venenverweildauer, Vorbereitung des Katheterfeldes und der Katheterpflege an deutschen und österreichischen Pferdekliniken durchgeführt wurde.

Ziel der Hauptstudie war es, die Auswirkung unterschiedlicher Venenverweilkathetersysteme auf die Jugularvene beim Pferd anhand von Häufigkeit und Art katheterassoziierten Komplikationen zu untersuchen. Es sollte aufgezeigt werden, welches Material (Polyurethane/PU oder Polytetrafluorethylen/PTFE) und welche Katheterbauart (Durchmesser und Länge) zu Veränderungen der erhobenen Parameter der Kathetervene führt oder Auswirkungen auf die Gerinnungsparameter hat. Zusätzlich wurde die bakterielle Besiedelung der verschiedenen Kathetermaterialien untersucht.

Hierfür wurden drei verschiedene Kathetersysteme die sich in Durchmesser, Länge und Material unterschieden (Polytetrafluorethylen = PTFE 14 G x 16 cm, Polyurethan1 = PU1 14 G x 13 cm, Polyurethan2 = PU2 12 G x 13 cm) drei Gruppen von Pferden (à 15 Pferde) nach dem Zufallsprinzip eingesetzt. Fünf der 45 untersuchten Pferde entwickelten eine aseptische Thrombophlebitis, die im Durchschnitt am fünften Untersuchungstag diagnostiziert werden konnte. Es konnte ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Entwicklung einer Venenerkrankung zwischen den beiden Materialien PTFE und PU ermittelt werden ($p = 0.023$, 95 % Konfidenzintervall: 1.19 – 5.55). Venen mit PTFE Kathetern zeigten ein 2.6 fach höheres Risiko eine Venenerkrankung zu entwickeln als solche mit PU Kathetern. Es konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Entwicklung einer Venenerkrankung zwischen den Katheterdurchmessern (12G and 14G) der beiden Kathetersystemen PU1 und PU2 ermittelt werden. Ebenso konnte kein signifikanter Unterschied innerhalb der Untersuchungsgruppen bzw. der Ausprägung von Venenerkrankungen hinsichtlich der Gerinnungsparameter ermittelt werden. Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass eine Erhöhung der Blutviskosität bei unserem Patientengut keine Rolle bei der Ausprägung von Venenerkrankungen gespielt hat. Wie auch in anderen Untersuchungen konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer positiven mikrobiologischen Untersuchung und der Ausprägung einer Venenerkrankung bzw. zwischen den Untersuchungsgruppen ermittelt werden (Askoy et al., 2008; Lankveld et al., 2001; Milne und Bradbury, 2009).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Kathetersysteme aus PU sich besser zur Langzeitkatheterisierung eignen als Venenkatheter aus PTFE.

VI. SUMMARY

Influence of different types of catheters on the jugular vein in horses

Venous diseases caused by venous catheters have variable symptoms and clinical progress. (Gerhards, 2004). It can be differentiated between perivenous hematoma, periphlebitis, endophlebitis, phlebothrombosis or septic thrombophlebitis. To diagnose a venous disease, a clinical examination (jugular fill, swelling, pain, increased skin temperature, and any exudation around the injection site) and an ultrasonographic examination (perivenous tissue, venous wall, venous content) of the vein are performed (Bonagura et al., 2010; Geraghty et al., 2009a; Hopster et al., 20011; Kihurani und Schusser, 2001; Milne und Bradbury, 2009). The individual constitution of the patient, the underlying disease and, in particular, the catheter material, system and management are relevant for the development of catheter-associated complications (Hopster et al., 2011).

The preliminary investigation was carried out with the aim to obtain an overview of the catheter management currently used in equine clinics in Germany and Austria. For this purpose, a questionnaire was sent by email to 94 equine clinics in Germany and Austria, asking about their catheter systems and -management.

The investigation showed a very different catheter management with regard to catheter selection, venous dwell time, preparation of the catheter field and catheter care at equine clinics in Germany and Austria.

The aim of the main study was to investigate the effect of different indwelling catheter systems (material, catheter length and diameter) for long term use on the jugular vein in horses, based on type and incidence of catheter-associated complications.

The goal was to point out which material (polyurethane/PU or polytetrafluoroethylene/PTFE) and what type of catheter (diameter and length) leads to changes in the collected parameters on the vein used or has an influence on the coagulation parameters. In addition, the bacterial colonization of the different catheter materials was examined. Three venous catheter systems differing in diameter, length and material (polytetrafluoroethylene = PTFE 14 G x 16 cm, polyurethane1 = PU1 14 G x 13 cm, polyurethane2 = PU2 12 G x 13 cm) were applied to three groups of horses (15 horses per group) in a random manner. Five of the 45 horses examined developed an aseptic thrombophlebitis, which could in average be diagnosed on day five of examination. There was a significant difference in the development of the venous disease between the two

materials (PTFE, PU) used ($p = 0.023$, 95 % confidence interval: 1.19 – 5.55). Veins with PTFE catheters have a 2.6 times higher risk of suffering from venous disease than those with PU catheters. There was no significant difference in the development of venous disease between the diameter (12G and 14G) of the two catheter systems PU1 and PU2. There was no significant difference between the experimental groups and the development of venous disease related to the coagulation parameters. Therefore it can be assumed that an increase in blood viscosity plays no role in the manifestation of venous disease in our patients. As in other studies, no significant association between a positive microbiological result and the severity of venous disease or between the catheter types could be determined (Askoy et al., 2008; Lankveld et al., 2001; Milne und Bradbury, 2009). In summary, venous catheters made of PU are more convenient for use as long-term catheter systems than those made of PTFE.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

Aksoy K, Simhofer H, Rothmüller G, Uray C, Niebauer GW, Stanek C (2008): Untersuchungen an den Jugularvenen von 395 Pferden nach Versorgung mit zwei unterschiedlichen Venenverweilkatheter-Systemen. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*. 95: 243-254.

Ahern BJ, Richardson DW (2012): Surgical Site Infection and the Use of Antimicrobials. In: *Equine Surgery*. Auer JA, Stick JA, Hrsg.; 4. Aufl., St.louis: Saunders Elsevier. 68-84.

Barakzai S, Chandler K (2003): Use of indwelling intravenous catheters in the horse. *In Practice*. 25(5): 264-271.

Bayly WM, Vale BH (1982): Intravenous catheterisation and associated problems in the horse. *Compendium on Continuing Education Practising Veterinarian*. 4:227-237.

Bonagura JD, Reef VB, Schwarzwald CC (2010): Cardiovascular Diseases. In: *Equine Internal Medicine*. Reed SM, Bayly WM, Sellon DC, Hrsg., 3. Aufl., St.louis: Saunders Elsevier. 372-487.

Brainard BM, Epstein KL, LoBato D, Kwon S, Papich MG, Moore JN (2011): Effects of Clopidogrel and Aspirin on Platelet Aggregation, Thromboxane Production, and Serotonin Secretion in Horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 25: 116-122.

Broome TA, Brown MP, Gronwall RR, Casey MF, Meritt KA (2003): Pharmacokinetics and plasma concentrations of acetylsalicylic acid after intravenous, rectal, and intragastric administration to horses. *The Canadian Journal of Veterinary Research*. 67: 297-302.

Bubeck K, Bartmann CP, Schiemann V, Deegen E (2005): Antikoagulatorische Behandlung von Thrombosen der Vena jugularis externa mit Phenprocoumon beim Pferd. *Pferdeheilkunde*. 21(6): 526-530.

Deegen E, Brandt K (1997): Unverträglichkeitsreaktionen nach intravenöser Behandlung beim Pferd. *Pferdeheilkunde*. 13(2): 165-169.

Dias DPM, de Lacerda Neto JC (2013): Jugular thrombophlebitis in horses: A review of fibrinolysis, thrombus formation, and clinical management. *Canadian Veterinary Journal*. 54: 65-71

Diekmann A (1995): *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen.*, 7. Aufl., Reinbeck bei Hamburg: Rohwolt. 441.

Dickson LR, Badcoe LM, Burbidge H, Kannegieter NJ (1990): Jugular thrombophlebitis resulting from an anaesthetic induction technique in the horse. *Equine Veterinary Journal*. 22(3):177-179.

Dietz O. (2005): Erkrankungen der Vena jugularis externa. In: *Handbuch Pferdepraxis*. Dietz O, Huskamp B, Hrsg., 3. Aufl., Stuttgart: Enke. 269 - 271.

Dolente BA, Beech J, Lindborg S, Smith G (2005): Evaluation of risk factors for development of catheter-associated jugular thrombophlebitis in horses: 50 cases (1993-1998). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 227(7):1134-1141.

Elliott TSJ, Moss HA, Tebbs SE, Wilson IC, Bonser RS, Graham TR, et al. (1997): Novel approach to investigate a source of microbial contamination of central venous catheters. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 16:210–213.

Ettlinger JJ, Palmer JE, Benson C (1992): Bacteria found on intravenous catheters removed from horses. *The Veterinary Record*. 130(12): 248-249.

Feige K, Kästner SBR, Dempfle CE, Balestra E (2003): Changes in coagulation and markers of fibrinolysis in horses undergoing colic surgery. *Journal of Veterinary Medicine*. 50:30–36.

Feige K, Schwarzwald CC, Bombeli T (2003): Comparison of unfractionated and low molecular weight heparin for prophylaxis of coagulopathies in 52 horses with colic: a randomised double-blind clinical trial. *Equine veterinary Journal*. 35(5): 506-513.

Feige K. (2009): Coagulopathies. In: *Current Therapie Equine Medicine*. Robinson NE, Sprayberry KA, Hrsg., 6. Aufl., st. Louis: Saunders. 227-231.

Frick H, Leonhardt H, Starck D (1992): *Eingeweide - Nervensystem - Systematik der Muskeln und Leitungsbahnen*. 4. Aufl., Stuttgart: Thieme. 521-543.

Gardner SY, Reef VB, Spencer PA (1991): Ultrasonographic evaluation of horses with thrombophlebitis of the jugular vein: 46 cases (1985-1988). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 199(3):370-373.

Gehlen H, Stadler P (2010): Gefäßerkrankungen. In: *Pferdekardiologie*. Gehlen H, Stadler P, Hrsg., 1. Aufl., Hannover: Schlüterscher. 191-206.

Geraghty TE, Love S, Taylor DJ, Heller J, Mellor DJ, Hughes KJ (2009a): Assessment of subclinical venous catheter-related diseases in horses and associated risk factors. *The Veterinary Record*. 164: 227-231.

Geraghty TE, Love S, Taylor DJ, Heller J, Mellor DJ, Hughes KJ (2009b): Assessing techniques for disinfecting sites for inserting intravenous catheters into the jugular veins of horses. *The Veterinary Record*. 164(2):51-55.

Gerhards H, Eberhardt C (1988): Plasma heparin values and hemostasis in equids after subcutaneous administration of low-dose calcium heparin. *American Journal of Veterinary Research*. 49: 13-18.

Gerhards H. (1992): *Komplikationen intravenöser Injektionen und Infusionen beim Pferd*. Habilitation. Tierärztliche Hochschule Hannover.

Gerhards H. (2004): *Komplikationen intravenöser Injektion und Infusion beim Pferd*. *Praktischer Tierarzt*. 85(5): 336-343.

Hardy J (2006): Fluids, Electrolytes, and Acid-Base. In: *Equine Surgery*. Auer JA, Stick JA, Hrgs., 3. Aufl., St. Louis: Saunders Elsevier. 20-32.

Hardy J (2009): Venous and Arterial Catherization and Fluid Therapy. In: *Equine Anästhesia Monitoring and Emergency Therapy*. Muir WW, Hubbell JAE, Hrsg. 2.Aufl., St.louis: Saunders Elsevier. 131-148.

Hardy J (2010): Basic procedures in adult equine critical care. In: *Equine Internal Medicine*. Reed SM, Bayly WM, Sellon DC, Hrsg. 3. Aufl., St.louis: Saunders Elsevier. 249-258.

Hopster K, Bienert-Zeit A, Herling G, Geburek F, Rohn K, Feige K (2011): Assessment of venous catheter-related complications comparing the use of the jugular vein and the thoracic vein in horses. *Pferdeheilkunde*. 27(2):147-152.

Kihurani DO, Schusser G (2001): The use of ultrasound in distinguishing complications of the jugular vein arising from intravenous catheters and injections in horses. *The Kenya Veterinarian*. 21:16-19.

Lankveld DPK, Ensink JM, Dijk PV, Klein WR (2001): Factors influencing the occurrence of thrombophlebitis after post-surgical long-term intravenous catheterization of colic horses: a study of 38 cases. *Journal of Veterinary Medicine*. 48(9):545-552.

- Meister D**, Fürst A, Kaegi B, Struchen C, Kaser-Hotz B, Fluckiger M (1993): Experiences with long-term intravenous therapy using teflon catheters in 80 horses. *Tierärztliche Praxis*. 21(5):437-443.
- Milne M**, Bradbury L (2009): The use of ultrasound to assess the thrombogenic properties of teflon and polyurethane catheters for short-term use in systemically healthy horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 29(12):833-841.
- Müller C**, Gehlen H (2014): Anwendung von Kurz- und Langzeitvenenverweilkathetern beim Pferd in der Praxis. *Der Praktischer Tierarzt*. 24(95): 726-32.
- Palgrave K**, Kidd JA (2014): Introduction. In: *Atlas of Equine Ultrasonography*. Kidd JA, Lu KG, Frazer ML, Hrsg., 1. Aufl., Chichester: Wiley Blackwell. 1-22.
- Provost PJ** (2012): Wound Healing. In: *Equine Surgery*. Auer JA, Stick JA, Hrsg., 4. Aufl., St. Louis: Saunders Elsevier. 47–61.
- Psyrembel W** (2004): *Klinisches Wörterbuch*. 260. Aufl. Berlin: De Gruyter.
- Rijkenhuizen ABM**, van Swieten HA (1999): V.saphena-Transplantatio zur Behandlung der chronischen Stenose der Jugularvene. *Pferdeheilkunde*. 15(2):151-154.
- Russell TM**, Kearney C, Pollock PJ (2010): Surgical treatment of septic jugular thrombophlebitis in nine horses. *Veterinary surgery*. 39(5):627-630.
- Schaller O**. (2007): *Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature*. 2. Aufl. Stuttgart: Enke.
- Schwarzwald CC**, Feige K, Wunderli-Allenspach H, Braun U (2002): Comparison of pharmacokinetic variables for two low-molecular-weight heparins after subcutaneous administration of a single dose to horses. *American Journal of Veterinary Research*. 63(6): 868-873.
- Spurlock SL**, Spurlock GH, Parker G, Ward MV (1990): Long-term jugular vein catheterization in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 196:425-430.
- Tanner J**, Swarbrook S, Stuart J (2016): Surgical hand antisepsis to reduce surgical site infection. *The Cochrane database of systematic reviews*. 22(1):CD004288.

Theis A (2002): *Venenkatheterassoziierte Infektionen bei hospitalisierten Hunden unter Berücksichtigung möglicher Einflussfaktoren*. Dissertation. Freie Universität Berlin.

Traub-Dargatz JL, Dargatz DA (1994): A retrospective study of vein thrombosis in horses treated with intravenous fluids in a veterinary teaching hospital. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 8(4): 264-266.

Trautner BW, Darouiche RO (2004): Catheter-associated infections: pathogenesis affects prevention. *Archives of Internal Medicine*. 164(8): 842-850.

Ungemach FR, Kietzmann M (2006): Lokale Therapie (Haut, Euter, Auge). In: *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. Löscher W, Ungemach FR, Kroker R, Hrsg. 7. Aufl., Stuttgart: Parey. 500-522.

Vanechoutte M, Devriese LA, Dijkshoorn L, Lamote B, Deprez P, Verschraegen G, Haesebrouck F (2000): Acinetobacter baumannii-infected vascular catheters collected from horses in an equine clinic. *Journal of Clinical Microbiology*. 38(11): 4280-4281.

Versalovic J, Carroll KC, Jorgensen JH (2011): *Manual of Clinical Microbiology*. 10. Aufl. Washington DC: ASM Press.

Weber AA (2013): Pharmakologie der Hämostase. In: *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. Forth W, Henschler D, Rummel W, Hrsg., 11. Aufl. München: Elsevier Urban & Fischer. 507-528.

Wissdorf H, Otto B, Gerhards H, Huskamp B (2010): Hals. In: *Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes*. Wissdorf H, Gerhards H, Huskamp B, Deegen E, Hrsg., 3. Aufl. Hannover: Schaper Verlag. 253-291.

VIII. ANHANG

1. Publikationsliste

Teile dieser kumulativen Dissertation wurden wie folgt veröffentlicht:

Vortrag:

Müller CDVS, Teschner D, Gehlen H (2014): Auswirkung unterschiedlicher Kathetersysteme und Kathetermanagements auf die Entstehung von Jugularvenenerkrankungen; 7. *Leipziger Tierärztekongress*.

Abstract:

Müller CDVS, Teschner D, Gehlen H (2014): Auswirkung unterschiedlicher Kathetersysteme und Kathetermanagements auf die Entstehung von Jugularvenenerkrankungen. *Leipziger Blaue Hefte: 7. Leipziger Tierärztekongress – Tagungsband 2: 61-67.*

Publikationen in Fachzeitschriften:

- I. Müller CDVS, Gehlen H (2014): Anwendung von Kurz- und Langzeitvenenverweilkathetern beim Pferd in der Praxis. *Praktischer Tierarzt*. 95: 726-732.
- II. Müller CDVS, Gehlen H (2016): Katheterassoziierte Venenerkrankungen beim Pferd – Diagnose und Therapie in der Praxis. *Tierärztliche Praxis Großtiere*. 3: 187- 194.
- III. Müller CDVS, Lübke-Becker A, Doherr MG, Gehlen H (2016): Influence of different types of catheters on the development of diseases of the jugular vein in 45 horses. *Journal of Equine Veterinary Science, Accepted 11.06.2016*

Meine Beteiligung an diesen Publikationen:

An der Idee und Versuchsplanung der Vorstudie und den Publikationen I bis II war ich zusammen mit Prof. Heidrun Gehlen und Dr. Dana Teschner gleichwertig beteiligt. Ich war mit der praktischen Durchführung und Koordination vor Ort betraut. Die Datensammlung und Aufarbeitung erfolgte durch mich, sowie die Erstellung der Manuskripte.

Die Idee und Versuchsplanung zu den Publikationen III entstand unter meiner direkten Mitwirkung gemeinsam mit meiner Dokormutter Prof. Heidrun Gehlen. Wie bei der Vorstudie war ich mit der Koordination vor Ort und der praktischen Durchführung der Untersuchungen betraut. Für einzelne Tätigkeiten, z.B. dem Katheterlegen, der sonographischen Untersuchung oder Blutabnahmen standen mir Hilfspersonen, z.B. für die Fixation des Pferdes, zur Seite. Die mikrobiologischen Proben wurden durch Frau Dr. Antina Lübke-Becker und ihren Mitarbeitern aus dem Institut für Mikrobiologie der FU Berlin bearbeitet. Datensammlung, Aufarbeitung und Erstellung des Manuskriptes oblagen mir. Bei der Ausarbeitung der statistischen Werte stand mir Herr Prof. Marcus G. Doherr, zur Seite, während mir meine Dokormutter Frau Prof. Gehlen, Frau Dr. Antina Lübke-Becker und Herr Prof. Christoph Lischer mit dem Korrekturlesen der Manuskripte halfen.

2. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt natürlich meiner Doktormutter, Frau Prof. Heidrun Gehlen, für die ständige Unterstützung während der Anfertigung der Arbeit, aber auch für die Ideen schon bei der Entwicklung des Themas und während des Vorversuches.

Frau Dr. Dana Teschner möchte herzlich danken, für die tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der Studie aber auch für die Arbeit, die sie „hinter den Kulissen“ mit dem Korrekturlesen verschiedener Paper zuvor schon hatte.

Nahezu in einem Zug muss ich damit auch den anderen Mitarbeitern, Doktoranden und Studenten der Klinik für Pferde, der FU Berlin, für die Hilfe bei der Durchführung der Studie danken. Ohne die Unterstützung beim Blut abnehmen, den sonographischen Untersuchungen der Pferde und der Aufbereitung der Blutuntersuchungen und vielem mehr wäre es gar nicht möglich gewesen, diese Untersuchung durchzuführen.

Natürlich möchte ich mich auch bei Frau Dr. Antina Lübke-Becker und bei den Mitarbeitern aus dem Institut für Mikrobiologie für die Probenbearbeitung sowie die Unterstützung zur Veröffentlichung dieser Ergebnisse bedanken.

Im selben Sinne gilt der Dank auch Prof. Marcus G. Doherr, PhD, Dipl. ECVPH für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten sowie für die Hilfe diese in Worte zu fassen.

Herrn Dr. Matthias Rettig möchte ich herzlich danken, für die zahlreichen Korrekturen der englischsprachigen Anteile dieser Arbeit und allen damit verbundenen Veröffentlichungen.

Vielen Dank auch an meinen Chef Prof. Christoph Lischer, von der Pferdeklinik FU Berlin, der mir das Vertrauen entgegenbrachte mit Ihm zu arbeiten und der mir mit seiner konstruktiven Kritik und motivierenden Ideen bei Vortragsvorbereitungen und Veröffentlichungen zu dieser Dissertation und deren Entwicklung tatkräftig zur Seite stand.

Danke an meine Mutter, von der ich meine Liebe zu den Pferden geerbt habe und ohne deren Unterstützung ich wohl niemals diesen Beruf, der meine Persönlichkeit definiert, gewählt hätte.

Und schlussendlich vielen, vielen Dank an Dr. Bedrich Nakladal für die praktische Hilfe bei den Untersuchungen selbst, aber auch für die Hilfe beim Fotografieren, beim Bearbeiten von Bildern, Formatieren von Texten, Korrekturlesen und allem anderen, das Du für die Anfertigung dieser Dissertation geleistet hast. Und auch größten Dank für die moralische und finanzielle Unterstützung. Ohne Dich hätte diese Arbeit niemals bis zur Abgabe bringen können!

3. Selbstständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 28.10.2016

Carolin, Müller