

Zur Deutung des Ausfalls diagnostischer Anästhesien von Hufgelenk, Hufrollenschleimbeutel, gemeinsamer Fesselbeugesehnenscheide sowie des Fesselgelenks bei der Lahmheitsuntersuchung des Pferdes

Alexandra Kautz und Bodo Hertsch

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

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es die Selektivität intrasynovialer Anästhesien in Frage zu stellen. Hierfür wurden 26 Hufgelenke, 9 Hufrollenschleimbeutel, 13 gemeinsame Fesselbeugesehnenscheiden und 38 Fesselgelenke mit 0,15 %-tiger Disulfidblaulösung gefüllt und anschließend tief gefroren, um am nächsten Tag transversale Sägeschnitte von ca. 1 cm Dicke anzufertigen. Als Ergebnis zeigte sich gelegentlich eine unsichere Kommunikation zwischen Hufgelenk und Bursa podotrochlearis in beiden Richtungen. Deutlicher war die Infiltration des neurovaskulären Bündels nach beiden Injektionen zu erkennen. Eine Füllung der gemeinsamen Fesselbeugesehnenscheide konnte die Zehennerven auf Höhe des distalen Griffelbeinendes blau färben, während dies bei dem relativ diffusionsresistentem Fesselgelenk kaum möglich schien. Zieht man vom Disulfidblau im Präparat den Analogieschluss zur diagnostischen Anästhesie beim lahmen Pferd, ist die Spezifität gerade der ersten drei genannten Anästhesien kritisch zu beäugen, da zusätzlich eine Leitungsanästhesie stattfinden könnte.

Schlüsselwörter: Diagnostische Anästhesien, Interpretation, Hufgelenk, Bursa podotrochlearis, gemeinsame Fesselbeugesehnenscheide, Fesselgelenk, perineurale Infiltration

About the interpretation of diagnostic anesthesia of the distal interphalangeal joint, the navicular bursa, the digital flexor tendon sheath and the fetlock joint in the lameness examination of the horse

Objective of the study was to question the selectivity of the intrasynovial anesthesia of the distal interphalangeal joint, the navicular bursa, the digital flexor tendon sheath and the fetlock joint. 26 distal interphalangeal joints, 9 podotrochlear bursae, 13 digital flexor tendon sheaths and 38 fetlock joints of healthy feet obtained from horses were used. The intrasynovial institutions were filled with 0.15 % disulfine blue solution, deep frozen and transversal saw cuts of a thickness about 1 cm (0.5 inch) were made the next day. After the injection of the distal interphalangeal joints on some saw cuts a slightly blue colouration of the navicular bursa was visible. Vice versa this was observed after the injection of the navicular bursa. Even more important was the possible perineural infiltration of the neurovascular bundle after both procedures. The filling of the digital flexor tendon sheath could result in a blue colouration of the palmar or plantar nerves at the level of the distal end of the splint bones. Otherwise substances injected into the fetlock joint did usually not appear to involve these nerves. If local anesthetics, administered into the synovial structures during a clinical lameness examination, distribute in the same way as disulfine blue in this study, the diagnostic anesthesia of the distal interphalangeal joint, the podotrochlear bursa and the digital flexor tendon sheath cannot be considered to be selective for only the synovial surfaces. They may potentially act by perineural infiltration.

Keywords: diagnostic anesthesia, interpretation, distal interphalangeal joint, navicular bursa, digital flexor tendon sheath, fetlock joint, perineural infiltration

Einleitung

Die früher für spezifisch gehaltenen intrasynovialen Anästhesien sind in jüngster Zeit wieder in die Kritik geraten, so dass mittlerweile deren anästhetische Effekte zu den potentiellen Gebieten der Verwirrung (Carter 2005) bei der Lahmheitsuntersuchung des Pferdes gezählt werden.

Neben des Verdachtes einer potentiellen Kommunikation der synovialen Einrichtungen im Bereich der Zehe, wird zunehmend auch eine Wirkung als perineurale Infiltrationsanästhesie diskutiert (Schumacher et al. 2004). Um deren Ausmaß zu erfassen, sind profunde Kenntnisse über die Neuroanatomie der Zehe von Nöten. Abbildung 1 gibt den Verlauf der Nervenbahnen in Relation zu Hufgelenk und Hufrollenschleimbeutel im distalen Gliedmaßenbereich wieder. Der Zehenei-

gennerv (A) spaltet sich knapp proximal des Hufknorpels in einen oberflächlichen (R. pulvinus) (C) und einen tiefen Endast (B) auf (Schumacher et al. 2003).

Wenn die intrasynovialen Anästhesien zusätzlich als Leitungsanästhesie wirken können, scheint deren Einsatz angesichts des höheren Komplikationsrisikos zumindest fraglich. Die vorliegende Arbeit zielt auf eine Überprüfung der Selektivität intrasynovialer Anästhesien am anatomischen Präparat unter Zuhilfenahme des Disulfidblau VN 150 ab.

Material und Methode

In dieser Studie wurden 26 Hufgelenke, 9 Hufrollenschleimbeutel, 13 gemeinsame Fesselbeugesehnenscheiden und 38

Fesselgelenke mit 0,15 %-tiger Disulfidblaulösung gefüllt. Dafür wurden folgende Zugänge gewählt:

Das Hufgelenk wurde in etwa 1,5 cm lateral von der Medianen und 1,5 cm oberhalb der Krone mit distomedianem Einstich punktiert (Hertsch 1987), während die palmare seu plantare Platzierung der Kanüle für die Bursa podotrochlearis- Injektion nach Würfel (2002) unterstützend durch ca. 1 ml Röntgenkontrastmittel fluoroskopisch kontrolliert wurde.

Als Zugang zur gemeinsamen Fesselbeugesehnscheide fungierte lateral die fühlbare Rinne zwischen dem Beugesehnenpaket und dem Musculus interosseus medius. Der horizontale Einstich erfolgte 50 mm oberhalb der Gleichbeinspitze

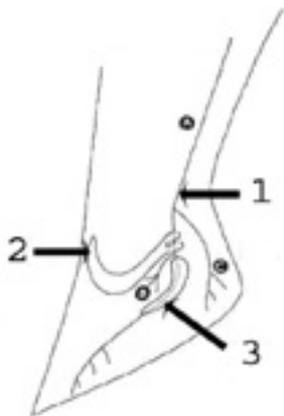


Abb. 1 Lokalisation der Zeheneigennerven (Großbuchstaben) einschließlich der Endäste. Nervenblockade nach TPA (1), Hufgelenkanästhesie (2) und intrabursaler Anästhesie (modifiziert nach Schumacher et al. 2003)

Localisation of digital nerves (letters) including the terminal branches. Nerv block after deep palmar anesthesia (1), coffin joint anesthesia (2) and intrabursal anesthesia (modified from Schumacher et al. 2003)

ze. Hierzu umgriffen die Finger der linken Hand die tiefe Beugesehne von hinten und fixierten den vorderen Rand derselben, da natürlich eine Fehlinjektion in die Sehnen unbedingt vermieden werden musste (Westhues 1934). Außerdem erfolgte die Füllung des Fesselgelenks ebenfalls von lateral, oberhalb der Gleichbeinspitze zwischen Röhrbein und Fesselträger unter distomedianem und lateromedialen Einstich (Hertsch 1987).

Injiziert wurden von der Farbstofflösung 5 ml in die Articulatio interphalangea distalis, 3,5 ml in die Bursa podotrochlearis, 10 bis 15 ml in die Vagina synovialis digitorum manus sowie 10 ml in die Articulatio metacarpophalangea seu metatarsophalangea. Nach 5 bis 10 Minuten Wartezeit wurden die Gliedmaßen in den Tiefkühlraum (minus 21 °C) der Klinik für Pferde der FU Berlin verbracht, um am nächsten Tag mit einer Bandsäge in Transversalschnitte zu ca. 1 cm Schnittdicke zerlegt zu werden.

Ergebnisse

Um die Schnitte und die sich zeigende Blaufärbung richtig deuten zu können, waren exakte Anatomiekennnisse unabdingbar. Große Hilfe hierbei leisteten v. a. die Veröffentlichung von Constantinescu et al. (2004) und der Atlas von

Denoix (2000). Diese waren essentiell um die Lokalisation der Nerven im Hinterkopf zu haben, da die sich, gerade bei Blaufärbung im Querschnitt nicht mehr sicher identifizieren ließen. Neben etwaigen Kommunikationsverhältnissen und der Färbung perisynovialer Strukturen galt die Aufmerksamkeit insbesondere einer möglichen Infiltration der perineuralen Leitungsbahn.

Ergebnisse nach Hufgelenksinjektion

Selten schien eine Kommunikation zur gemeinsamen Fesselbeugesehnscheide oder der Sehnscheide des M. ext dig. communis seu longus möglich (Kautz 2007). Eine Blaufär-

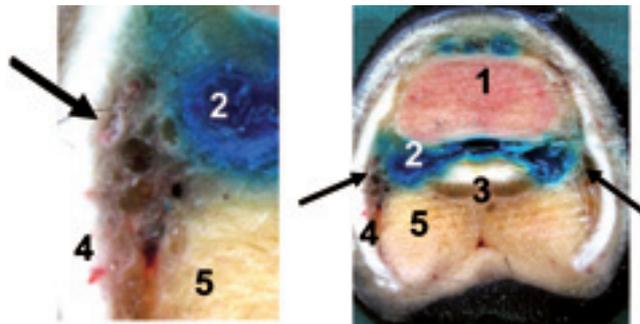


Abb. 2 Füllung des Hufgelenks, Querschnitt durch das Kronbein, Infiltration des neurovaskulären Bündels (Pfeile). Legende: 1=Kronbein, 2=gefülltes Hufgelenk, 3=Tiefe Beugesehne, 4=Hufknorpel, 5=Ballenkissen

Filling of the coffin joint, section of Ph 2, infiltration of neurovascular bundle (arrows). Legend: 1=Ph2, 2=filled coffin joint, 3=DDFT, 4=hoof cartilage, 5=hoof cushion

bung der Bursa podotrochlearis war in der Regel mit bloßem Auge nicht sicher zu erkennen. Bei deutlicher Infiltration des Ligamentum sesamoideum distale impar aber, drängte sich in Einzelfällen der Verdacht einer indirekten Kommunikation über dieses Band auf. Neben diesem unpaaren Strahlbein-Hufbeinband konnten sich auch die Sesambeinseitenbänder, die Hufgelenksseitenbänder sowie die elastische Bindegewebsbrücke zwischen tiefer Beugesehne und Kronbein (Pont et al. 2004), die oft auch als T-Ligament (Kainer 2002) bezeichnet wird, in variabler Intensität blau anfärben. Am interessantesten war jedoch die Infiltration des neurovaskulären Bündels am proximalen Hufknorpelrand (Abb.2).

Ergebnisse nach Injektion des Hufrollenschleimbeutels

Potentiell offerierte sich eine indirekte Kommunikationsroute zum Hufgelenk über die Seambeinseitenbänder, doch auch mögliche Fehlpunktionen bzw. Fehlinjektionen sind trotz aufwendiger Technik nicht von der Hand zu weisen. Interessant war bei einer Gliedmaße die Infiltration des Canalis solearis und der Lederhautgefäße (Kautz 2007).

Noch bedeutender war die stete Blaufärbung des neurovaskulären Bündels im Strahlbeinquerschnitt bzw. am proximalen Hufknorpelrand – analog zum Hufgelenk –, denn damit

würden übertragen auf die Lokalanästhesie ohnehin Teile der Lederhaut desensibilisiert (Abb.3).

Ergebnisse nach Injektion der gemeinsamen Fesselbeugesehnenscheide

Eine Kommunikation zum Fesselgelenk war zwar unwahrscheinlich aber möglich. Dies rückte jedoch in den Hintergrund, wenn man beachtete, dass die Palmar bzw. Plantar-nerven im Bereich des distalen Griffelbeinendes erreicht werden konnten (Abb.4). Übertragen auf ein analoges Diffusionsverhalten für Lokalanästhetika wäre das dadurch betäubte Gebiet weitaus größer als nach einer MPA.

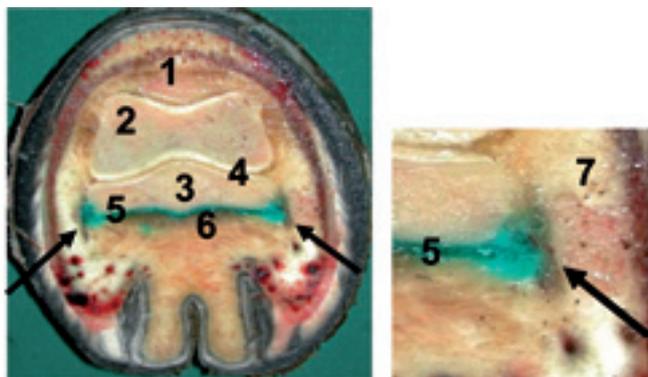


Abb. 3 Füllung der Bursa podotrochlearis, Querschnitt durch das Huf-, Kron- und Strahlbein, Infiltration des neurovaskulären Bündels (Pfeile). Legende: 1, 2, 3=Huf-, Kron-, Strahlbein, 4=Hufgelenk, 5=Bursa podotrochlearis, 6=Tiefe Beugesehne, 7=Hufknorpel bzw. Hufbeinast

Filling of the Bursa podotrochlearis, section of Ph 1, Ph 2 and navicular bone, infiltration of the neurovascular bundle (arrows). Legend: 1, 2 3=Ph1, Ph2, navicular bone, 4=coffin joint, 5=Bursa podotrochlearis, 6=DDFT, 7=Hoof cartilage resp. branch of the coffin bone

Ergebnisse nach Injektion des Fesselgelenks

Es fanden sich keine sicheren Hinweise auf eine Kommunikation zur gemeinsamen Fesselbeugesehnenscheide. Die Diffusion hielt sich in dieser Region äußerst in Grenzen, so dass nicht einmal eine Blaufärbung der Gleichbeine resultierte (Abb.5).

Diskussion

Hufgelenksanästhesie

Ein häufiger Diskussionspunkt ist die Kommunikation zur Bursa podotrochlearis. Diese wird oft bestritten (Calislar und St. Clair 1969, Breit 1994, Asquith und Kivipelto 1994). Wintzer et al. (1976) zweifeln daran, dass eine effektive Konzentration im Hufrollenschleimbeutel erreicht wird. Spätere Konzentrationsmessungen weisen Lokalanästhetikum im Hufrollenschleimbeutel nach, wobei die Ermittlung einer HNE (highest no effect level dose) gefordert wird (Keegan et al. 1996, Gough et al. 2002). Dies verliert aber ohnehin an Bedeu-

tung, wenn im praktischen Einsatz am lebenden Pferd eine ähnliche Stoffverteilung wie in der vorliegenden Studie erfolgt. Demnach ist nämlich eine Infiltration des neurovaskulären Bündels ins Kalkül zu ziehen. Eine Ausbreitung des Anästheti-

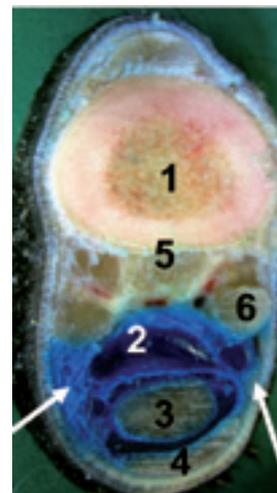


Abb. 4 Füllung der gemeinsamen Fesselbeugesehnenscheide, Querschnitt durch das Röhrlbein distal der Griffelbeine, beidseitige Infiltration des neurovaskulären Bündels (Pfeile). Legende: 1=Röhrlbein, 2=Fesselbeugesehnenscheide, 3=Tiefe Beugesehne, 4=Oberflächliche Beugesehne, 5=proximales Gleichbeinband, 6=Fesselträgerschenkel

Filling of the digital flexor tendon sheath, section of McIII distal to the splint bones, bilateral infiltration of the neurovascular bundle (arrows). Legend: 1=McIII, 2=digital flexor tendon sheath, 3=deep digital flexor tendon, 4=superficial digital flexor tendon, 5=proximal sesamoid ligament, 6=M. interosseus

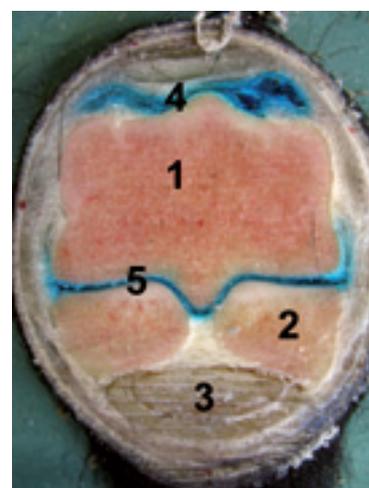


Abb. 5 Füllung des Fesselgelenks, Querschnitt durch die Gleichbeine, keine Infiltration des neurovaskulären Bündels. Legende: 1: Röhrlbein, 2: Gleichbeine, 3: Beugesehnen, 4: dorsale Aussackung des Fesselgelenks, 5: palmarer Aussackung des Fesselgelenks

Filling of the fetlock joint, section of the sesamoid bones, no infiltration of the neurovascular bundle. Legend: 1=McIII, 2=sesamoid bones, 3= flexor tendons, 4=dorsal fetlock distention, 5=palmar fetlock distention

kums an den R. palmaris medialis bzw. lateralis, der direkt an der Gelenkkapsel liegt, wird auch von Rijkenhuizen (2001) für möglich gehalten. Ist dies der Fall gilt für die Anästhesien der einzelnen Strukturen in Abhängigkeit von der proximalen Aus-

breitung des Lokalanästhetikums am N. dig. palmaris folgende Reihenfolge: Erst wird das Hufgelenk, dann die Hufrolle, dann die Sohlenlederhaut im Bereich der Zehenspitze und final in Abhängigkeit von applizierten Volumen und Wartezeit vielleicht die Sohlenlederhaut im Bereich des Ballens desensibilisiert (Schumacher et al. 2004).

Anästhesie der Bursa podotrochlearis

Nach Ansicht vieler kommuniziert die Bursa podotrochlearis nicht mit der Articulatio interphalangea distalis (Gibson et al. 1990, Jann et al. 1991, Seeherman 1999). Dies ist nach dieser Studie nicht ganz korrekt. Vielmehr ist sich der Ansicht, einer potentiellen Inzidenz einer Verbindung von Bowker et al. (1993) anzuschließen. Wie bei der Hufgelenkanästhesie scheint die Infiltration des neurovaskulären Bündels nach den hier vorliegenden Ergebnissen mehr als wahrscheinlich. Diese Hypothese haben auch Piccot-Crézollet et al. (2005) als additive perineurale Infiltrationsanästhesie - „l'anesthésie de nerfs cheminant“ – nach intrabursaler oder intraartikulärer Hufgelenkanästhesie formuliert. Ob dieser Effekt bei beiden Anästhesien identisch ist wird von Schumacher et al. (2004) in Frage gestellt, indem sie von einer weiter distalen Infiltration der Leitungsbahn ausgehen. Andere halten eine Diffusion von der Bursa podotrochlearis in die Articulatio interphalangea distalis und von dort an das neurovaskuläre Bündel für möglich, was dann die Leitungsbahn auf gleicher Höhe blockieren würde (Sardari et al. 2002).

Anästhesie der Vagina synovialis digitorum manus

Trotz engster Nachbarschaft der synovialen Strukturen besteht beim Pferd keine offene Verbindung zum Fessel-, Kron-, oder Hufgelenk und Hufrollenschleimbeutel (Salomon et al. 2005). Die gegenläufige Ausbreitungsrichtung nämlich vom Hufgelenk in die gemeinsame Fesselbeugesehnscheide inzidiert beim Fohlen Calislar und St. Clair (1969). Nach der vorliegenden Arbeit ist lediglich im Einzelfall eine Diffusion ins Fesselgelenk denkbar, worüber keine Veröffentlichung existiert und was auch auf einer Fehlpunktion basieren kann (Kautz 2007). Von größerer Bedeutung ist ohnehin die perineurale Infiltration der Nn. dig. palmares seu plantares, die in dieser Studie eingetreten ist. Eine Übertragung auf den anästhetischen Effekt, der dann eine MPA noch übertrifft, wird dies bereits 1961 von Vukelic und Marolt vorgenommen. Damit dürfte sich diese Anästhesie hinsichtlich ihrer Spezifität disqualifizieren.

Anästhesie der Articulatio metacarpophalangea seu metatarsophalangea

Nach Füllung des Fesselgelenks hat sich hier nur eine mäßige Farbstoffverteilung in angrenzende Regionen gezeigt. Bis auf seltene Einzelfälle findet hiernach weder eine ein- noch eine beidseitige perineurale Infiltration statt. Diese Möglichkeit ist auch in der Literatur nicht beschrieben und Rijkenhuizen (2001) ist keine Diffusion aus dem Fesselgelenk an die Palmarnerven oder Nn. sesamoidei bekannt. Ebendiese ist sich über das Ausmaß der Desensibilisierung der Gleichbeine nach Fesselgelenkanästhesie unsicher. Dies ist auch ein

Resultat der vorliegenden Arbeit. Cornelissen et al. (1998) präferieren sogar auf Grund ihrer Untersuchungen für eine effektive Anästhesie des Fesselgelenks die perineuralen Infiltrationstechniken.

Summa summarum sollte man intrasynoviale Anästhesie bezüglich ihrer Aussagekraft kritisch betrachten, da trotz einer Injektion lege artis sowohl falsch positive als auch falsch negative Ergebnisse resultieren können. Letztendlich darf die klinische Untersuchung als Ganzes nicht außer Acht gelassen werden, wobei diagnostische Anästhesien mit Sicherheit ein wichtiger Teil der Lahmheitsuntersuchung sind.

Literatur

- Asquith R. L. und J. Kivipalto (1994) The navicular syndrome. J. Equine Vet. Sci. 14, 408-410
- Bowker R. M., S. J. Rockershouser, K. B. Vex, I. M. Sonea, J. P. Caron und R. Kotyk (1993) Immunocytochemical and dye distribution studies of nerves potentially desensitized by injections into the distal interphalangeal joint or the navicular bursa of horses. J. A. Vet. Med. Assoc. 203, 1708-1714
- Breit S. (1994) Untersuchungen zur topographischen Anatomie von Hufgelenk und Bursa podotrochlearis. Vet. Med. Diss. Wien
- Calislar T. und L. E. St. Clair (1969) Observations on the navicular bursa and the distal interphalangeal joint cavity in the horse. J. Am. Vet. Med. Assoc. 154, 410-412
- Carter G. K. (2005) Diagnostic anesthesia in the lameness examination: Potential areas of confusion. AAEP Proc 51, <http://www.ivas.org/proceedings/aaep/2005/carter/chapter.asp?LA=1>, zuletzt aktualisiert am 7. Dezember 2005
- Constantinescu G. M., D. A. Wilson I. A. Constantinescu und H. E. König (2004): The anatomical approach to the nerves of the thoracic limb of the horse for performing nerve block anesthesia. Wien. Tierärztl. Mschr. 91, 30-41
- Cornelissen B. P., A. B. Rijkenhuizen, B. M. Van den Hoogen, V. Rutten und A. Barneveld (1998) Experimental model of synovitis/capsulitis in the equine metacarpophalangeal joint. Am. J. Vet. Res. 59, 978-985
- Denoix J.-M. (2000) The equine distal limb: atlas of clinical anatomy and comparative imaging. Manson, London
- Gibson K.T., C. W. McIlwraith und R. D. Park (1990) A radiographic study of the distal interphalangeal joint and navicular bursa of the horse. Vet. Radiol. 31, 22-25
- Gough M. R., I. G. Mayhew und G. A. Munroe (2002) Diffusion of mepivacaine between adjacent synovial structures in the horse. Part 1: forelimb foot and carpus. Equine Vet. J. 34, 80-84
- Hertsch B. (1987) Gelenkpunktion der Gliedmaßen des Pferdes. Anatomie nach B. Vollmerhaus. Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH
- Jann H., G. H. A. Berry und L. Cash (1991) Arthrographic observations of the equine distal interphalangeal joint (Articulatio interphalangea distalis manus) and navicular bursa (Bursa podotrochlearis). Anat. (Histol) Embryol. 20, 30-36
- Kainer R. A. (2002) Functional anatomy of equine locomotor organs. In: Adams' lameness in horses, Hrsg.: T.S. Stashak, 5. Aufl., Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia, 1-55
- Kautz A. (2007) Diagnostische Anästhesien der Gelenke und weiterer synovialer Einrichtungen - mögliche Wirkung als perineurale Infiltrationsanästhesie? Eine Untersuchung des Diffusionsverhaltens am Beispiel des Disulfinblau VN 150. Vet. Med. Diss. Berlin, vorgelegt
- Keegan K. G., D. A. Wilson, J. M. Kreeger, M. R. Ellersieck, K. C. Kuo und Z. Li (1996) Local distribution of mepivacaine after distal interphalangeal joint injection in horses. Am. J. Vet. Res. 57, 422-426
- Piccot-Crézollet C., J.-M. Casamatta und O. M. Lepage (2005) Anesthésies semiologiques digitales chez le cheval technique et éléments d'interprétation. Can. Vet. J. 46, 807-813

- Pont M., A. Probst, P. Böck, C. Hinterhofer, M. C. Sora und H. E. König (2004) Schnittanatomie an der Zehe des Pferdes- insbesondere zur Feinstruktur der elastischen Bindegewebsbrücke zwischen tiefer Beugesehne und Kronbein. *Pfdeheilkunde* 20, 415-422
- Rijkenhuizen A. B. M. (2001) Die diagnostischen Anästhesien an der Vordergliedmaße des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 17, 330-338
- Salomon F.-V., H. Geyer und U. Gille (2005) Anatomie für die Tiermedizin. Enke Verlag, Stuttgart
- Sardari K., H. Kazemi und M. Mohri (2002) Effects of analgesia of the distal interphalangeal joint and navicular bursa on experimental lameness caused by solar pain in horses. *J. Vet. Med. A Physiol Pathol. Clin. Med.* 49, 478-481
- Schumacher J., J. Schumacher, R. Gillette, F. De Graves, M. Schramme, R. Smith, J. Perkins und M. Coker (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
- Schumacher J., J. Schumacher M. C. Schramme, F. J. De Graves, R. Smith und M. Coker (2004) Diagnostic analgesia of the equine forefoot. *Equine vet. educ.* 16, 159-165
- Seeherman H. J. (1999) Lameness evaluation. In: *Equine Surgery*, Hrsg.: J. A. Auer, 2. Aufl., W.B. Saunders Company, Philadelphia, 611-618
- Vukelic E. und J. Marolt (1961) Beitrag zur Kenntnis der aseptischen Podotrochlitits. *Tierärztl. Umsch.* 16, 294-299
- Westhues M. (1934) Die diagnostische Injektion in Gelenke und Sehnenscheiden bei Lahmheiten. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 42, 829-832
- Wintzer H. J., H.-H. Frey und A. Fitzek (1976) Untersuchungen zur Diffusion lokalanästhetischer Lösungen vom Hufgelenk in die Bursa podotrochlearis beim Pferd. *Schweizer Arch. Tierheilk.* 118, 233-238
- Würfel C. (2005) Untersuchung zum diagnostischen Wert der Kontrastmittelradiographie der Bursa podotrochlearis. *Pferdeheilkunde* 21, 4-12

Prof. Dr. Bodo-Wolfgang Hertsch
 Klinik für Pferde
 Freie Universität Berlin
 Oertzenweg 19 b
 14163 Berlin
 hertsch@eichenhof-tremsdorf.de