

Erfahrungen mit der retrobulbären Anästhesie bei Augenoperationen am stehenden Pferd

József Tóth und Josef Hollerrieder

Tierärztliche Klinik Domäne Karthaus, Dülmen

Zusammenfassung

Die lokale Anästhesie des Nervus opticus im retrobulbären Raum wird am stehenden, sedierten Pferd entweder mit einer mindestens 70 mm langen Kanüle (20G) oder über einen flexiblen Dauerkatheter vorgenommen, der durch eine Tuohy-Epiduralkanüle eingeführt wird. Das Anästhetikum bewirkt eine Schmerzausschaltung bis in die vorderen Augenabschnitte einschließlich der Kornea und der Konjunktiven. Daneben führt es zu einer vollständigen Akinesie und zu einer sensorischen Blockade des Nervus opticus mit einem reversiblen Verlust des Visus. Da an der Injektionsstelle im Gegensatz zur Anatomie des Menschen kaum Blutgefäße verlaufen (doppler-ultrasonographisch, computertomographisch und am Präparat nachgewiesen), treten keine nennenswerten Blutungen auf. Augenoperationen am stehenden Pferd unter gezielter Lokalanästhesie bieten sich für Risikopatienten, insbesondere für geriatrische Patienten an. Neben der seit längerem praktizierten Bulbusexstirpation lassen sich auch zahlreiche weitere Eingriffe mit gleicher Sicherheit und gleicher Qualität wie unter Narkose durchführen. Darüber hinaus ist die verlängerte Wirksamkeit der post-operativen Analgesie nach Lokalanästhesie im Hinblick auf eine Schmerztherapie von Vorteil.

Schlüsselwörter: Pferd / Auge / Chirurgie / Anästhesie / retrobulbäre Leitungsanästhesie / Ophthalmologie

Experiences with the local retrobulbar anesthesia in ophthalmologic surgery of the standing horse

Local retrobulbar anesthesia of the optic nerve is performed with a hypodermic needle 20 G, 70mm, or with a flexible catheter pushed through a Tuohy epidural needle. The local anesthetic agents cause analgesia extending to the anterior ocular parts, including cornea and conjunctiva. Furthermore, a total akinesia of the globe and a sensory block of the optical nerve are induced, with a reversible loss of vision. Unlike in humans, there are only few blood vessels near the injection site in horses. This was approved by initial examinations with ultrasound (including colour flow Doppler), computed tomography, and anatomical preparation. No serious hemorrhage or other complications hazardous to vision or life could be seen. Ocular surgery in the standing horse with selective nerve blocks is indicated in all horses classified as high-risk patients, especially in geriatric horses. Meanwhile there are several surgical procedures that can be performed with the same accuracy and quality as under general anesthesia, besides the established enucleation. The long-lasting analgesic effect after pre-surgical administration, which is far longer than the pharmacological effect, is an additional benefit of local retrobulbar anesthesia.

Keywords: horse / eye / surgery / anesthesia / retrobulbar block / ophthalmology

Einleitung

Trotz moderner Überwachungsverfahren birgt die Allgemeinnarkose beim Pferd nach wie vor ein nicht zu unterschätzendes Risiko (Schatzmann 1995, Gasthuys und De Moor 2005, Holbrook et al. 2007), wobei schwere Narkosezwischenfälle bei Augenoperationen gehäuft auftreten. In einer Arbeit von Oel und Mitarbeitern (2010) wurde festgestellt, dass es bei Operationen am Auge aufgrund einer Vagusreizung zu plötzlichen Bradyarrhythmien bis hin zu einem Herzstillstand kommen kann. Alle Pferde in der Gruppe „Bulbusexstirpation“ zeigten bei starkem Zug an den Augenmuskeln einen signifikanten Abfall der Herzfrequenz und einen messbaren Blutdruckabfall. Parviainen und Trim (2000) untersuchten in einer retrospektiven Studie mit 190 Pferden die Häufigkeit Anästhesie bedingter Komplikationen bei ophthalmochirurgischen Eingriffen. Sie stellten fest, dass die Aufstehphase bei den Augenpatienten signifikant schlechter als bei der Kontrollgruppe verlief. Operationen am Auge mit Lokal- und Regionalanästhesie sind zwar lange bekannt (Röder und Berge 1939, Westhues und Fritsch 1960). Sie werden in der Pferdemedizin aber eher selten angewendet, obwohl es dazu zahlreiche Veröffentlichungen auch neueren Datums gibt (LeBlanc 1991, Wilke 1991, Gilger und Davidson 2002, Bra-dekamp und Mattes 2004, Irby 2004, Plummer 2005, Hewes

et al. 2007, Pollock et al. 2007, Pollock et al. 2008, Tóth et al. 2008, Tóth 2010).

Tierexperimentelle Studien haben gezeigt, dass die Infiltration eines Lokalanästhetikums vor dem schädigenden Ereignis die Sensibilisierung des zentralen Nervensystems durch Unterbrechung der afferenten Impulsweiterleitung verhindert (Woolf und Chong 1993). Eine Analgesie, vor dem Schmerzereignis gegeben, ist wirksamer als die gleiche nach dem Ereignis und reduziert den nachfolgenden Schmerz und seine Konsequenzen über eine Zeitspanne, die die pharmakologische Wirkdauer des Medikaments selbst überdauert. Humanpatienten empfinden nach einem ophthalmochirurgischen Eingriff in Allgemeinanästhesie postoperativ mehr Schmerzen als nach einem Eingriff in Lokalanästhesie (Augustin 2001, Henzler et al. 1998, Kristin et al. 2001, Williams et al. 1995). Bei einer Allgemeinnarkose kann somit die additive Lokalanästhesie vor der Operation dazu beitragen, postoperative Schmerzen zu vermeiden (Kissin 2000, Katz 2001, Kissin 2002). In der Augenchirurgie wird dabei häufig ein genauer Injektionszeitpunkt empfohlen (Chung et al. 1988, Duker et al. 1991, Gottfredsdottir et al. 1993, Maberley et al. 1995, Williams et al. 1995, Ates et al. 1998, Deb et al. 2001, Kristin et al. 2001, Mahfouz und Nabawi 2002, Henzler et al. 2002, Kawohl et

al. 2002, Subramaniam et al. 2003, Müller et al. 2003, Vogt et al. 2003). Alle humanmedizinischen Studien geben bei einer präoperativen Injektion geringere postoperative Schmerzen bzw. einen verringerten Analgetikabedarf als in der Kontrollgruppe ohne additive Injektion an (Hierneis 2007).



Abb. 1 Ultraschallaufnahme des Bulbus und der retrobulbären Orbita (transpalpebral, sagittal, 7,5 MHz, Linearsonde). Die Kanülenspitze (⇐) liegt etwa 3 cm kaudal des Bulbus am Sehnerven.
Ultrasonic image of globe and retrobulbar space (transpalpebral, sagittal plane, 7.5 MHz, linear probe). The bright echogenic needle tip (⇐) near the optic nerve can be seen 3 cm behind the anechoic globe.

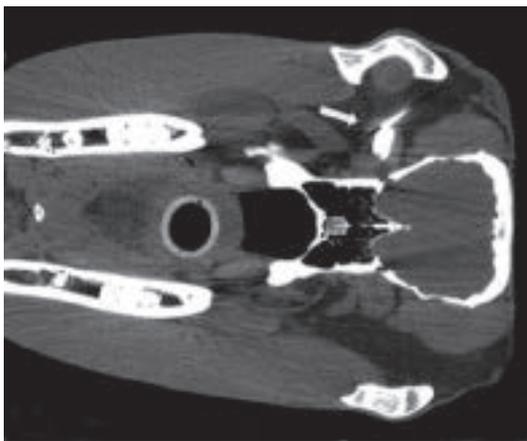


Abb. 2 CT-Schnitt in Höhe der hinteren Orbita (Schichtdicke 2 mm). Zu sehen ist die röntgendichte Kanülenspitze (⇒) und das sich entlang des Sehnerven ausbreitende Kontrastmittel (Solutrast®).
CT scan of the head (caudal orbital region), slice 2 mm. The radioopaque needle (⇒) and the contrast media (Solutrast®) along the optic nerve are displayed.

In der Humanophthalmologie wird bei der retrobulbären Anästhesie aufgrund der engen räumlichen Beziehungen zwischen der Punktionsstelle und den wichtigen Strukturen in der Orbita auf eine Reihe von Komplikationen hingewiesen, die sowohl den Visus des Patienten bedrohen als auch vital gefährdende Ausmaße annehmen können. Durch Gefäßverletzungen (Arteria ophthalmica) können im Extremfall raumfordernde, retrobulbäre Hämatome induziert werden, die zu einer erheblichen Zunahme des Augeninnendrucks führen. Durch die Punktion können eine Perforation des Bulbus mit Netzhautablösung und eine Glaskörperblutung eintreten. Die

subarachnoidale Ausbreitung des Lokalanästhetikums der Retrobulbäranästhesie ist bei Injektion in den Sehnerven in den Liquorraum bis zum Hirnstamm möglich. Dies ist eine sehr seltene aber häufig letale Komplikation (Rubin 1995, Schäfer 2001, Ahmad und Ahmad 2003).

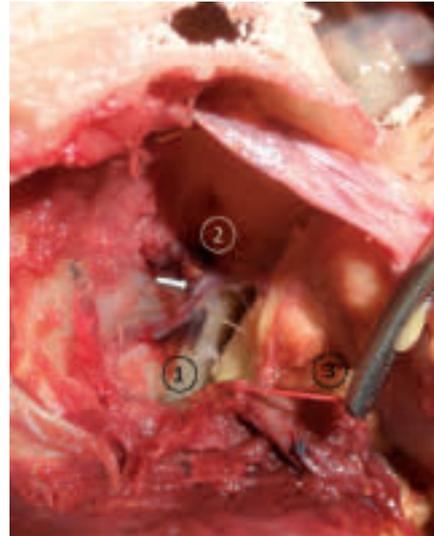


Abb. 3 Anatomische Situation der retrobulbären Region nach Abtragen des knöchernen Augenbogens sowie von Muskulatur und Fettgewebe (Fixierung mit Formalin, Arterien mit gefärbter Kautschuk-Dispersion gefüllt). Medial des Nervus opticus (1) verläuft in der Nähe des Bulbuspols (2) die A. ophthalmica (⇒), ansonsten finden sich nur kleinere Ziliargefäße (3).
Retrobulbar anatomic view, after removing the frontal bone, muscles, and fat (formalin-fixed, arteries filled with a coloured latex rubber) The ophthalmic artery (1) is found on the medial aspect of the optic nerve (2), next to the caudal globe (⇒). Apart from this only small ciliary vessels (3) can be seen.



Abb. 4 Farbdopplersonographische Darstellung des retrobulbären Bereichs bei akuter Uveitis. Unmittelbar hinter dem kaudalen Bulbuspol findet sich ein kurzes kräftiges Gefäß, ansonsten ist keine Aktivität zu sehen (6,0 MHz, Sektorsonde).
Colour flow ultrasound image of the retrobulbar space in a horse with acute uveitis. Next to the caudal globe one short large blood vessel can be displayed, the surroundings show no activity (6.0 MHz, sector probe)

Die Technik der retrobulbären Anästhesie oder der Nervus opticus-Anästhesie beim Pferd wird zur Entfernung des Augenbulbus von vielen Autoren beschrieben (Röder und Berge 1939, Westhues und Fritsch 1960, LeBlanc 1991, Wilke 1991, Gilger und Davidson 2002, Bradekamp und Mattes 2004, Irby 2004, Plummer 2005, Hewes et al. 2007, Pollock et al. 2007, Pollock et al. 2008, Tóth et al. 2008, Tóth

2010). Es gibt allerdings kaum Berichte über Anwendung und Komplikationen bei anderen Operationen (Wilke 1991, Gilger und Davidson 2002, Tóth 2010).

Eigene Untersuchungen

Ziel der eigenen Untersuchungen war es, Informationen zur Sicherheit und zum Risiko der retrobulbären Anästhesie zu sammeln, um eine im Vergleich zur Allgemeinanästhesie mit geringerem Risiko behaftete Alternative anbieten zu können. Dazu wurde die anatomische Situation und insbesondere der Arterienverlauf an der Anästhesiestelle des Nervus opticus mit Hilfe von Ultraschall, Computertomographie und anatomischer Präparation untersucht. Die gewählte Punktionsstelle befindet sich in der Mitte der Fossa temporalis hinter dem dorsalen Orbitalrand im retrobulbären Raum (Tóth und Hollerrieder 2010, Gilger und Stoppini 2011).

Mit Hilfe einer sonographischen Untersuchung lässt sich nicht invasiv der Sitz der Nadel kontrollieren. Die Spitze der Nadel erreicht den Nervus opticus etwa 2,0 bis 2,5 cm hinter der kaudalen Augengrenze (Abb. 1). Deutlich aufwändiger, aber auch genauer kann die Position der Kanüle mittels Computertomographie dargestellt werden. Abb. 2 zeigt die Situation im retrobulbären Raum unter Verwendung von Kontrastmittel. Nach Injektion von 4 ml eines jodhaltigen Kontrastmittels verteilt sich dieses entlang des Nervus opticus.

Zur makroskopischen Darstellung der retrobulbären Gefäßversorgung wurde an einem formalinfixierten Pferdekopf eine gefärbte Kautschuk-Dispersion in die Arteria carotis externa injiziert. Nach der Präparation des hinteren Pols des Bulbus und des Nervus opticus auf einer Länge von ca. 4 cm zeigte sich, dass der Zugangsbereich von dorsal sehr gefäßarm ist. Auf der medialen Seite des Musculus rectus dorsalis liegen im Bereich der Injektionsstelle die Äste der A. ophthalmica und lateral des Nervus opticus einige dünne Ziliararterien (Abb. 3). Am lebenden Patienten lässt sich die Gefäßaktivität im Bereich der Nadelspitze mit Dopplersonographie bildlich darstellen. Abb. 4 zeigt, dass die Gefäße seitlich des Nervus opticus verlaufen. In einer Entfernung von 2 cm hinter dem Bulbuspol ist keine Gefäßaktivität mehr festzustellen.

Retrobulbäre Anästhesie

Die klinischen Patienten für eine Augenoperation werden mit Detomidinhydrochlorid sediert (15 bis 18 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Die retrobulbäre Anästhesie erzeugt sowohl eine Anästhesie der Konjunktiven, der Kornea und der Uvea und als auch eine Akinesie des Auges durch Blockade des III. (N. oculomotorius), IV. (N. trochlearis) und VI. (N. abducens) Hirnnerven. Unter dem Gesichtspunkt, möglichst geringe Gewebeschädigungen durch die eingeführte Nadel zu verursachen, wird entweder eine 20G (0,90x70 mm) Kanüle oder eine Tuohy-Nadel verwendet. Zur Erleichterung der schmerzhaften Anlage der Retrobulbäranästhesie wird ein kleines subkutanes Depot gesetzt. Man führt die Kanüle etwa 1,5 cm hinter der Mitte des Augenbogens in einem 45 Grad Winkel zur Hautoberfläche so tief ein, bis der Bulbus mit einer leichten Bewegung reagiert. Nach Ausschluss einer Gefäßpunktion durch sorgfältige Aspiration werden abhängig von der

geplanten Operation 4 bis 8 ml des Lokalanästhetikums (Lidocainhydrochlorid 20 mg/ml oder Articainhydrochlorid 40 mg/ml (mit Epinephrin 10 µg/ml)) injiziert. Durch leichten Druck für wenige Minuten auf das Auge wird das Lokalanästhetikum verteilt.

Den Eintritt der Anästhesie zeigt die Weitstellung der Pupille. Die vollständige Analgesie ist nach fünf bis zehn Minuten erreicht und bleibt ein bis zwei Stunden lang bestehen. Bei der Anästhesie spielt die auftretende sensorische Blockade des Nervus opticus eine große Rolle. Laut *Heuermann* und Mitarbeitern (1990) besteht beim Menschen nach der sensorischen Blockade des Nervus opticus eine eindeutige quantitative und qualitative Beeinflussung der retinokortikalen Reizweiterleitung, die für etwa zwei Stunden anhält. Diese ist vollständig reversibel. Der Patient verliert temporär teilweise oder ganz den Visus.



Abb. 5 In-situ retrobulbär fixierter Dauerkatheter.
Retrobulbar permanent catheter in situ.

Bei Operationen in der Umgebung des Auges verwenden wir zusätzlich eine abgedunkelte weiche Kontaktlinse. Wegen des abgedunkelten Sichtfeldes bemerken die Pferde wenig oder nichts vom Operationsverlauf, da die Sehfähigkeit trotz der Lokalanästhesie noch vorhanden sein kann. Die weiche Kontaktlinse bietet zudem einen sicheren Schutz gegen iatrogene kleinere Hornhautverletzungen. Bei langen Operationen kann man einen Dauerkatheter durch eine Tuohy-Kanüle bis zum Nervus opticus einführen, an der Haut fixieren und bis zum Operationsende verwenden (Abb. 5). So wird eine eventuell nötige Nachdosierung von Lokalanästhetikum erleichtert.

Vier-Punkt-Anästhesie

Zusätzlich zur retrobulbären Anästhesie werden, abhängig von der Stelle der Veränderung und des Operationseingriffes weitere, vor der Operation festgelegte Nerven an vier ausgewählten Stellen einzeln oder in Kombination anästhesiert. Die Injektionsstellen sind als „Vier-Punkt-Block“ beschrieben (*Plummer 2005, Tóth und Hollerrieder 2010*). Die Kanüle wird annähernd parallel zum Orbitaboden bzw. Orbitadach geführt, damit die Injektionen sicher außerhalb des Muskelkonus erfolgen. Das Depot des Lokalanästhetikums erfolgt jeweils retroäquatorial. Für die Peribulbäranästhesie werden 21 G Kanülen mit einer Länge von 20 bis 30 mm verwendet. Die sensible Innervation wird abhängig vom Operationsge-

biet über bis zu vier Nerven ausgeschaltet: N. supraorbitalis (Ast des N. ophthalmicus / N. frontalis, am Foramen supraorbitale), N. infratrochlearis (Ast des N. ophthalmicus, am nasalen Lidwinkel), N. zygomaticus (Ast des N. maxillaris, am unteren Augenlid) und N. lacrimalis (Ast des N. ophthalmicus, am temporalen Lidwinkel).

Die folgenden operativen Eingriffe können unter Lokalanästhesie am stehenden, sedierten Pferd durchgeführt werden:

- Enucleatio / Exstirpatio bulbi
- Intraorbitale Prothese
- Intraokulare Injektion
- Parazentese
- Biopsie
- Hornhautulkusversorgung
- Gitterkeratektomie
- Oberflächliche Keratektomie
- Lidverletzung
- Fremdkörperentfernung
- Tumorentfernung
- Laseroperationen
- Subpalpebraler Spülkatheter
- Tarsorrhaphie

Abhängig von der Art des Eingriffs werden dazu die retrobulbär gelegenen Hirnnerven (II, III, IV und VI) und / oder die am Orbitarand verlaufenden Nerven (Aufzweigungen des N. trigeminus, V/I und V/II) betäubt. Knapp die Hälfte der operierten Pferde war über 15 Jahre alt, etwa ein Viertel älter als 20 Jahre und etwa 10 % über 25 Jahre.

Die mit Abstand häufigste Operation, bei der die retrobulbäre Anästhesie indiziert ist, ist die Bulbusexstirpation (311 Patienten, etwa Zweidrittel aller Eingriffe). Dabei werden retrobulbär bis zu 15 ml Lidocain, kombiniert mit jeweils vier bis fünf ml Lidocain an den einzelnen Stellen der „Vier-Punkt-Anästhesie“ verwendet. In nahezu allen Fällen trat eine deutlich sichtbare Bindehautschwellung auf. Bei anderen Augenoperationen, wobei der Bulbus und die Sehfähigkeit erhalten bleiben, wurden 4 bis 8 ml Lokalanästhetikum retrobulbär appliziert. In diesen Fällen kam es ebenfalls sporadisch zu leichten Schwellungen im vorderen Augenbereich, die sich ohne Therapie innerhalb von 24 Stunden zurückbildeten.

Diskussion

Mit der Verfügbarkeit moderner Sedativa und Lokalanästhetika hat sich in der Pferdemedizin eine Tendenz entwickelt, weg von der Allgemeinanästhesie und hin zur Operation am stehenden Patienten. Einer der Gründe dafür ist die bessere Akzeptanz der Lokalanästhesie durch den Patientenbesitzer. Als Tierarzt schuldet man allerdings eine sorgfältige Abwägung aller Vor- und Nachteile der geplanten Anästhesiemethode, die für die verschiedenen Eingriffe aber auch für jeden einzelnen Patienten zu erfolgen hat.

Die Vorteile der Augenoperation am stehenden Pferd unter örtlicher Betäubung liegen zunächst auf der Hand. Sie erfordern einen wesentlich geringeren Aufwand, minimieren das perioperative Risiko, bieten einen höheren Patientenkomfort

und eine verbesserten Patientensicherheit. Die Pferde müssen vor dem Eingriff nicht hungern und stehen schon wenige Minuten nach Beendigung der Operation im Stall. Nach dem Eingriff ist die Tränkeaufnahme in aller Regel sofort, die Raufutteraufnahme nach zwei bis drei Stunden möglich. Viele Probleme lassen sich somit schnell, kostengünstig und teilweise auch ambulant beheben.

Um bei Eingriffen unter Lokalanästhesie den gleichen Qualitätsstandard wie unter Narkose zu erreichen, müssen regionale und Leitungsanästhesie so gesetzt werden können, dass die Operationsbedingungen vergleichbar oder besser und keine ernsthaften Komplikationen zu erwarten sind. Die retrobulbäre Anästhesie wurde von uns bislang bei mehr als 400 Patienten vorgenommen. Überwiegend handelt es sich dabei um sogenannte Risikopatienten, bei denen – aufgrund von Alter, orthopädischen und internistischen Problemen, Trächtigkeit, aber auch Trainingszustand bei Sportpferden – eine Allgemeinnarkose vermieden werden sollte. Abhängig von dem geplanten Eingriff wurden bis zu 15 ml Lidocain verabreicht, was bei größeren Volumina immer, bei kleineren sporadisch zu einer Bindehautschwellung führte. Die Schwellungen bildeten sich innerhalb von 24 Stunden ohne zusätzliche Behandlung zurück. Die in der Humanmedizin beschriebenen Gefäß- und Bulbuspunktionen mit ihren gefürchteten Konsequenzen konnten in keinem Fall beobachtet werden. Die Ursachen sind, im Vergleich zum Humanpatienten, die unterschiedliche Anatomie und die abweichende Punktionsstelle.

In einem Fall konnten wir nach der Anästhesie des Nervus lacrimalis bei einer Enucleatio bulbi eine deutliche Blutung sehen. Die Arteria lacrimalis, aber auch andere regionale Arterien sind große Gefäße, die mit einer von vorne parallel zum Orbitarand eingeführten Kanüle leicht zu verletzen sind. Das erklärt auch, warum der kraniale Zugang in der Human-Ophthalmologie wesentlich risikoreicher ist.

Die retrobulbäre Lokalanästhesie ist beim Pferd eine Technik, die weniger Komplikationen birgt und eine sichere und lang anhaltende Analgesie am Auge und seinen Adnexen bewirkt. Chirurgische Eingriffe unter Regional- oder Lokalanästhesie beim Pferd verbessern die Sicherheit und das Komfortgefühl für den Patienten und haben weniger Nebenwirkungen. Zudem kann in Analogie zu den Ergebnissen beim Menschen gefolgert werden, dass das postoperative Schmerzgefühl nach der Lokalanästhesie reduziert ist und die Pferde weniger Schmerzmittel brauchen.

Literatur

- Ahmad S. und Ahmad A. (2003) Complications of ophthalmologic nerve blocks: A review. *J. clin. anesth.* 15, 564
- Ates Y., Unal N., Cuhruk H. und Erkan N. (1998) Postoperative analgesia in children using preemptive retrobulbar block and local anesthetic infiltration in strabismus surgery. *Reg. Anesth. Pain Med.* 23, 569-574
- Augustin A. J. (2001) Netzhaut- und Glaskörperchirurgie. In: *Augenheilkunde*, Hrsg: Augustin A.J., Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 741-776
- Bradecamp E. A. und Mattes N. E. (2004) How to perform an enucleation in the standing horse. *Proceedings of the 50th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*, 1434

- Chung F., Westerling D., Chisholm L. D. und Squires G. W. (1988) Postoperative recovery after general anaesthesia with and without retrobulbar block in retinal detachment surgery. *Anaesthesia*. 43, 943-946
- Deb K., Subramaniam R., Dehnan M., Tandon R. und Shende D. (2001) Safety and efficacy of peribulbar block as adjunct to general anaesthesia for pediatric ophthalmic surgery. *Paediatr. Anaesth.* 11, 161-167
- Duker J. S., Nielsen J., Vander J. F., Rosenstein R. B. und Benson W. E. (1991) Retrobulbar bupivacaine irrigation for postoperative pain after scleral buckling surgery. A prospective study. *Ophthalmology*. 98, 514-518
- Gasthuys F. M. R. und De Moor A. (2005) Anästhesiologie. In: Handbuch Pferdepraxis (ed 3), Hrsg. Dietz O. und Huskamp B., Enke Verlag, Stuttgart, 78-122
- Gilger B. C. und Davidson M. G. (2002) How to prepare for ocular surgery in the standing horse. Proceedings of the 48th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 266-271
- Gilger B. C. und Stoppini R. (2011) Advanced ophthalmic procedures. In: *Equine ophthalmology* (ed 2), Ed: Gilger B.C., Elsevier Saunders, China, 29-31
- Gottfredsdottir M. S., Gislason I., Stefansson E., Sigurjonsdottir S. und Nielsen N. C. (1993) Effects of retrobulbar bupivacaine on postoperative pain and nausea in retinal detachment surgery. *Acta Ophthalmol.* 71, 544-547
- Henzler D., Kramer R., Brormann H., Steinhorts U. und Piepenbrock S. (1998) Die Schmerzhaftigkeit ophthalmochirurgischer Eingriffe: Ein verkanntes Problem? *Anästhesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerztherapie*. 33, 279
- Henzler D., Müller-Kaulen B., Steinhorst U.H., Broermann H. und Piepenbrock S. (2002) Die Kombination von retrobulbärer Leitungsanästhesie und Allgemeinanästhesie führt zu präemptiver Analgesie bei Pars-plana-Vitrektomie. *Anästhesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerztherapie*. 37, 267-272
- Heuermann T., Anders N., Pham D. T. und Wollensak J. (1999) Sensorische Blockade im Nervus opticus nach retrobulbärer Anästhesie bei der Kataraktoperation. 97. Jahrestagung der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft
- Hewes C. A., Keoughan G. G. und Gutierrez-Nibeyro S. (2007) Standing enucleation in the horse: A report of 5 cases. *Can. Vet. J.* 8, 512-514
- Hiemeis S. (2007) Präemptive Analgesie bei der pars-plana Vitrektomie – additive Peribulbaranästhesie mit 0,75% Ropivacain zur Allgemeinanästhesie. Diss. Med. Vet. München
- Holbrook T. C., Dechant J. E. und Crowson C. L. (2007) Suspected air embolism associated with post-anesthetic pulmonary edema and neurologic sequelae in a horse. *Vet. Anaesthesia and Analgesia*. 34, 217-222
- Irby N. L. (2004) Surgical disease of the eye in farm animals. In: *Farm Animal Surgery*, Eds: Fubini S. L. und Ducharme N. G., Saunders, St. Louis, 436-440
- Katz J. (2001) Pre-emptive analgesia: importance of timing. *Can. J. Anaesth.* 48, 105-114
- Kawohl C., Heiligenhaus A., Heiden M., Strunk W. und Losche C.C. (2002) Additive Retrobulbaranästhesie bei Operationen von Netzhautablösungen in Allgemeinanästhesie. *Ophthalmologie*. 99, 538-544
- Kissin I. (2000) Preemptive analgesia. *Anesthesiology*. 93, 1138-1143
- Kissin I. (2002) Study design to demonstrate clinical value of preemptive analgesia: is the commonly used approached valid? *Reg. Anesth. Pain Med.* 27, 242-244
- Kristin N., Schonfeld C. L., Bechmann M., Bengisu M., Ludwig K., Scheider A. und Kampik A. (2001) Vitreoretinal surgery: pre-emptive analgesia. *Br. J. Ophthalmol.* 85, 1328-1331
- LeBlanc P. H. (1991) Chemical restraint for surgery in the standing horse. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 7(3), 521-523
- Maberley D. A. L., Kozy D. W., Maberley A. L., Shea M., Giavedoni L., Paolini I. und Wong D. (1995) Peribulbar injection of bupivacaine for the control of pain and nausea in vitreoretinal surgery. *Can. J. Ophthalmol.* 30, 317-319
- Mahfouz A. K. und Nabawi K. S. (2002) Preemptive analgesia in rhegmatogenous retinal detachment surgery: is it effective? *Retina*. 22, 602-606
- Müller D., Armbruster W., Unkel W., Apfel C., Bornfeld N. und Peters J. (2003) Blockade nozizeptiver ocularer Afferenzen durch Retrobulbaranästhesie vermindert nicht Übelkeit und Erbrechen nach Propofol-Remifentanyl-Anästhesie. *Anästhesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerzther.* 38, 689-694
- Oel C., Gerhards H. und Gehlen H. (2010) Einfluss von Schmerzstimuli auf die Herzfrequenzvariabilität bei Pferden in Allgemeinanästhesie. *Pferdeheilkunde* 26, 232-238
- Parviainen A. K. J. und Trim C. M. (2000) Complications associated with anaesthesia for ocular surgery: a retrospective study 1989-1996. *Equine Vet. J.* 32, 555-559
- Plummer C. E. (2005) Equine eyelid disease. *Clinical Techniques in Equine Practice*. 4, 95-105
- Pollock P. J., Anderson P. H., Archer R. M., Hughes T. und Perkins J. (2007) Standing transpalpebral enucleation of the eye in 25 horses. Proceedings of 46th British Equine Veterinary Association Congress, Edinburgh, 301
- Pollock P. J., Russel T., Hughes T. K., Archer M. R. und Perkins J. D. (2008) Transpalpebral eye enucleation in 40 standing horses. *Veterinary Surgery*. 37, 306-309
- Röder O. und Berge E. (1939) Chirurgische Operationstechnik für Tierärzte und Studierende. Paul Parey, Berlin
- Rubin A. P. (1995) Complications of local anaesthesia for ophthalmic surgery. *Br. J. Anaesth.* 75, 93
- Schatzmann U. (1995) Komplikationen, Unfälle und Notfälle. In: *Sedation und Anästhesie des Pferdes*, Hrsg: Schatzmann, U., Blackwell, Berlin, 162-183
- Schäfer M. (2001) Anästhesiologische Verfahren in der Ophthalmologie. In: *Augenheilkunde*, Hrsg: Augustin A.J., Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 613-638
- Subramaniam R., Subbarayudu S., Rewari V., Singh R. P. und Madan R. (2003) Usefulness of preemptive peribulbar block in pediatric vitreoretinal surgery: a prospective study. *Reg. Anaesth. Pain Med.* 28, 43-47
- Tóth J., Hollerrieder J., van der Geer C. und Huthmann S. (2008) Transpalpebrale Bulbusentfernung am stehenden Pferd. *Tierärztl. Prax.* 36, 119-123
- Tóth J. (2010) Augenoperationen am stehenden Patienten. *Praktische Tierarzt*. 91(2), 130-135
- Tóth J. und Hollerrieder J. (2010) Anästhesie. In: *Augenheilkunde beim Pferd*, Hrsg: Tóth J., Hollerrieder J. und Sótönyi P., Schattauer GmbH, Stuttgart, 237
- Vogt G., Heiden M., Losche C. C. und Lipfert P. (2003) A preoperative retrobulbar block in patients undergoing scleral buckling reduces pain, endogenous stress response, and improves vigilance. *Reg. Anesth. Pain Med.* 28, 521-527
- Westhues M. und Fritsch R. (1960) Leitungsanästhesie am Kopf. In: *Die Narkose der Tiere*, Band I, Lokalanästhesie, Hrsg: Westhues M. und Fritsch R., Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 71
- Wilke D. A. (1991) Ophthalmic procedures and surgery in the standing horse. In: *Veterinary clinics of North America: equine practice*, Ed: Turner A. S., Saunders, Philadelphia, 535-547
- Williams N., Strunin A. und Heriot W. (1995) Pain and vomiting after vitreoretinal surgery: a potential role for local anaesthesia. *Anaesth. Intens. Care*. 23, 444-448
- Woolf C. J. und Chong M. S. (1993) Preemptive analgesia – treating postoperative pain by preventing the establishment of central sensitization. *Anesth. Analg.* 77, 362-379

Prof. Dr. Dr. József Tóth
Tierärztliche Klinik Domäne Karthaus
Weddern 16c
48249 Dülmen
prof.toth@tierklinik-karthaus.de