

Pferdeheilkunde – Equine Medicine

Offizielles Organ der DVG-Fachgruppe Pferdekrankheiten

Herausgeber

Dr. Hans D. Lauk, Baden-Baden
Prof. Hartmut Gerhards, München
Prof. Karsten Feige, Hannover
Prof. Heidrun Gehlen, Berlin
Prof. Anton Fürst, Zürich

Herausgeber h.c.

Prof. Bernhard Huskamp, Gescher

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Jörg Auer, Lenzburg
PD Claus-Peter Bartmann, Reichenhall
Prof. Walter Brehm, Leipzig
Prof. Florian Buchner, Wien
Prof. Jessika M. Cavalleri, Wien
Prof. Manfred Coenen, Leipzig
Prof. Anton Fürst, Zürich
Prof. Florian Geburek, Hannover
PD Conny Herholz, Bern
Prof. Florian Jenner, Wien
Prof. Patrick R. Kircher, Zürich
Dr. Arno Lindner, Jülich
Prof. Christoph Lischer, Berlin
Dr. Hanspeter Meier, Bern
Prof. Heinz Meyer, Würselen
Prof. Bernhard Ohnesorge, Hannover
Dr. Dietrich Plewa, Germersheim
Prof. Astrid B. M. Rijkenhuizen
Prof. Michael Röcken, Gießen
Prof. Urs Schatzmann, Bern
Dr. Wolfgang Scheidemann, Dülmen
Prof. Heinz-Adolf Schoon, Leipzig
Dr. Eberhard Schüle, Dortmund
Prof. Gerald Schusser, Leipzig
Prof. Harald Sieme, Hannover
Prof. Marianne M. Sloet, Utrecht
Prof. Peter Thein, München
Prof. René van Weeren, Utrecht
PD PhD Monica Venner, Destedt

Schriftleitung Kompendium

Dr. Anja Gabe
agabe@pferdeheilkunde.de

Referate

Dr. Alexandra Diefenbach, Inke Reimer,
Dr. Birgitta Fritzen, Dr. Silke Laurenzis,
Dr. Peter Pantke, Dr. Susanne Pichon
Dr. Isabel Gevelhoff-Eiser, Dr. Anja Gabe,
Laura Listmann

Schriftleitung

Prof. Heidrun Gehlen
Klinik für Pferde, Freie Universität Berlin
h.gehlen@hippiatrika.com

Dr. Hans D. Lauk
Hippiatrika Verlag Baden-Baden
lauk@hippiatrika.com

Redaktion

Dr. Andrea Schürg
schuerg@hippiatrika.com

Einreichung von Manuskripten

Einreichung von Manuskripten bitte online
an: schuerg@hippiatrika.com

Die *Pferdeheilkunde – Equine Medicine* veröffentlicht Beiträge aus allen Gebieten der Pferdemedizin in deutscher und englischer Sprache sowie Referate des internationalen Schrifttums. Es werden nur solche Arbeiten angenommen, die nicht in einer anderen wissenschaftlichen Fachzeitschrift veröffentlicht wurden. Nach Annahme des Manuskripts erwirbt der Verlag die alleinigen Verwertungsrechte.

Die in der *Pferdeheilkunde – Equine Medicine* veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Kein Teil der Zeitschrift darf ohne Genehmigung des Verlags in andere Sprachen übersetzt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder verwendete Kopie dient gewerblichen Zwecken gemäß § 54(2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wort, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 80336 München.

Weder Herausgeber noch Schriftleitung oder Verlag übernehmen für den Inhalt der wissenschaftlichen Beiträge oder der Anzeigen jegliche Haftung.

Erscheinungsweise

Jan., März, Mai, Juli, Sept., Nov.

ISSN 0177 – 7726

Verlag

Hippiatrika Verlag GmbH
Postfach 100085
76481 Baden-Baden
lauk@hippiatrika.com

Abonnement

Normalabonnement: 198 €
Studenten: 72 €
(exkl. Luftpostporto)

Die Lieferung verlängert sich um ein Jahr, wenn nicht spätestens zum 30. November des laufenden Jahres schriftlich beim Verlag gekündigt wird. Bei Nichterscheinen infolge höherer Gewalt oder nicht durch den Verlag verursachter Störungen im Zustellablauf besteht kein Anspruch auf Lieferung der Zeitschrift oder Erstattung des Bezugsgeldes.

Bankverbindung

LBBW Stuttgart
IBAN: DE65 6005 0101 7871 5044 60
BIC: SOLADEST

Pferdeheilkunde-Preis

Jährliche Auszeichnung der besten Publikation des wissenschaftlichen Nachwuchses im jeweils zurückliegenden Jahrgang der *Pferdeheilkunde – Equine Medicine*.

Pferdeheilkunde-Kaufuntersuchungsvertrag

Untersuchungsprotokoll und -vertrag zur Kaufuntersuchung des Pferdes, herausgegeben von *Pferdeheilkunde – Equine Medicine* und *Gesellschaft für Pferdemedizin*. Bestellung: kuv@hippiatrika.com

Pferdeheilkunde-Fundus

Suchmaschine für Literatur aus der *Pferdeheilkunde* seit 1985

www.hippiatrika.com

Pferdeheilkunde – Equine Medicine

Jahrgang 36 | 2020 | Ausgabe 6 | November/Dezember | Seiten 485–580

Inhalt/Content

Keratoconjunctivitis limbalis superior (KCLS) beim Pferd

Keratoconjunctivitis limbalis superior (KCLS) in the horse

J. Tóth, L. Buijs

488

Hand-assisted laparoscopic partial ovariectomy in a standing mare suffering from a bleeding uterine leiomyoma

Hand-assistierte laparoskopische partielle Ovariectomie bei einer stehenden Stute mit Blutungen durch ein uterines Leiomyom

H. Bartel, M. Diekstatt, K. Shell, A. Rijkenhuizen

495

Untersuchung zum Vorkommen einer Bakteriämie im Rahmen von Schneide- und Hengstzahnextraktionen beim Pferd

Incidence of bacteraemia in the context of incisor and canine tooth extraction in the horse

A. Bienert-Zeit, I. Kern, C. P. Bartmann

502

Leistungsinsuffizienz beim Warmblutsporthorse – Ursachen und diagnostische Möglichkeiten: Eine Literaturübersicht

Review: Poor performance in the Warmblood sport horse – causes and diagnostic approach

J. Hövener, A. K. Barton, R. Merle, H. Gehlen

511

Factors influencing resting heart rate of endurance racehorses

Die Ruheherzfrequenz von Distanzrennpferden beeinflussende Faktoren

M. Esser, A. Lindner, R. López, M. Muriel, F. Boffi

531

Study of the development of ultrasonographic findings of the lung of foals with pneumonia

Studie zur Entwicklung ultrasonographischer Befunde der Lunge von Fohlen mit Pneumonie

J. Fels, A. Lankenfeld, K. Rohn, M. Venner

537

KOMPENDIUM

547



Leistungsstark!



Mit Apfel-
geschmack



NEU! Equizol® 400 mg Magensaftresistentes Granulat für Pferde

- *Omeprazol* mit höherer Bioverfügbarkeit dank magensaftresistenter Ummantelung
- Nur halbe Dosis im Vergleich zu Pasten nötig
- Anwendung ADMR-konform

Equizol® 400 mg – Magensaftresistentes Granulat für Pferde. Omeprazol. Omeprazol 400 mg pro 5 g Beutel. Anwendungsgebiete: Pferd: Zur Behandlung von Magengeschwüren bei Pferden. Gegenanzeigen: Nicht anwenden bei bekannter Überempfindlichkeit gegenüber dem Wirkstoff oder einem der sonstigen Bestandteile. Nebenwirkungen: Keine bekannt. Falls Sie Nebenwirkungen, insbesondere solche, die nicht in der Packungsbeilage aufgeführt sind, bei Ihrem Tier feststellen, oder falls Sie vermuten, dass das Tierarzneimittel nicht gewirkt hat, teilen Sie dies bitte Ihrem Tierarzt oder Apotheker mit. Darreichungsform und Inhalt: Packung mit 28 Beuteln mit 5 g Granulat. Wartezeit: Essbare Gewebe: 2 Tage. Nicht bei Tieren anwenden, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist. Arzneimittel unzugänglich für Kinder aufbewahren. Verschreibungspflichtig! Sie dürfen das Tierarzneimittel nach dem auf dem Beutel und dem Karton nach „Verwendbar bis“ angegebenen Verfalldatum nicht mehr anwenden. Pharmazeutischer Unternehmer: CP-Pharma HandelsGes. mbH, 31303 Burgdorf

cp-pharma®

www.cp-pharma.de

Keratoconjunctivitis limbalis superior (KCLS) beim Pferd

József Tóth und Lieke Buijs

Tierärztliches Kompetenzzentrum Karthaus GmbH

Zusammenfassung: In der ophthalmologischen Pferdepraxis werden immer häufiger Patienten mit therapieresistenten Augenerkrankungen vorgestellt. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um immunbedingte Augenerkrankungen. Die Resistenz der Therapie kann in manchen Fällen durch eine ungenaue Diagnose oder aber durch Unkenntnis bestimmter Erkrankungen bedingt sein. In der vorliegenden Arbeit wird die Keratoconjunctivitis limbalis superior (KCLS) beim Pferd beschrieben. Grundlage für die Definition dieser Erkrankung bietet die bereits ausführlich dargestellte humanmedizinische Beschreibung sowie 28 Pferde (36 Augen), die mit pathognomonischen Symptomen vorgestellt worden sind. Nachdem bei den Patienten die Diagnose gestellt wurde, erfolgte eine multimodale Therapie in Form einer Thermokoagulation, kombiniert mit einer Laserbehandlung und einer medikamentösen Applikation. Diese Therapie hat bei 34 Augen (95 %), nach Rückgang der Symptome, über einen Zeitraum von 12–34 Monaten, eine Entzündungsfreiheit der behandelten Augen erbracht. Bei 2 Augen (5 %) wurde nach wiederholten Behandlungen ebenfalls ein vollständiger Rückgang der Entzündung erreicht. Unserer Erfahrung nach, ist die beschriebene multimodale Therapie als effektives und minimalinvasives Verfahren gut zur Behandlung der KCLS beim Pferd geeignet. Dieser innovative kombinierte Behandlungsansatz lässt auf verbesserte Therapiemöglichkeiten für die Langzeitbehandlung der Keratoconjunctivitis limbalis superior hoffen, von der betroffene Patienten mit langdauernden und „therapieresistenten“ Entzündungen besonders profitieren.

Schlüsselwörter: Pferd, Auge, Keratitis, Conjunctivitis, Nd:YAG Laser, Thermokoagulation

Keratoconjunctivitis limbalis superior (KCLS) in the horse

The steadily increasing number of patients with immune-mediated eye diseases in ophthalmological horse practice requires further development in the definition and therapy of these diseases. The aim of the present work is to describe an immune-mediated conjunctivitis with corneal involvement, which was observed in 28 horses with almost identical symptoms, and to define it as superior limbal keratoconjunctivitis (KCLS) based on human ophthalmology. Subsequently, a therapy method for this disease, which was initially declared therapy-resistant, should be developed. This was used as multimodal therapy, also with knowledge of established methods in human medicine. KCLS is an immune-mediated conjunctivitis that is manifested in the dorsal, limbal area and also affects the cornea in this area. In the patient's history, therapy-resistant conjunctivitis is always described, which shows no or only short-term improvement despite different medications. The clinical picture is characterized by a very painful eye with pronounced blepharospasm, edematous swelling of the eyelids and sero-mucous epiphora. In the ophthalmological examination, the first thing that stands out is the intensely reddened and swollen bulbar conjunctiva. The conjunctival and superficial scleral vessels are dilated. When examined with a slit lamp, filigree vessels of different lengths are visible in the cornea, starting from the dorsal limbus, which can be surrounded by wafer-thin or punctiform opacity. Angiogenesis in the entire dorsal limbus area (2–10 o'clock) is characteristic of this disease. In some cases, a narrowing of the pupil is also visible. After thorough ophthalmological examination, 28 horses (36 eyes) were diagnosed with KCLS. Multimodal therapy was performed on all eyes. The bulbar conjunctival vessels were initially closed using thermocoagulation. This was followed by laser treatment of the affected limbal areas at the transition from the sclera to the cornea. The filigree vessels in the cornea were closed in a semicircle using a neodymium-doped yttrium-aluminum-garnet laser through an indirect ophthalmoscope and a 20 D aspherical lens. In addition, the local therapy with the application of cortisone and antibiotic eye ointment with a 3 times daily frequency and the oral administration of non-steroidal anti-inflammatory drugs was continued. The clinical symptoms of the patients improved considerably 24 hours after the described therapy. The ophthalmological assessment of the affected eyes showed a significant improvement 5 days after treatment in combination with the described local and systemic therapy. The clinical symptoms were no longer visible and the vessels in the conjunctiva showed a physiological appearance. The neovascularization of the cornea could only be guessed at by bloodless vessel walls. 24 eyes (95 %) showed no further inflammation 12–34 months after multimodal treatment. Two eyes (5 %) again showed KCLS and have been treated repeatedly. In one of the two patients, the inflammation occurred 3 times week by week after treatment. After the third treatment, the eye has been free of inflammation for 12 months. The other horse developed new inflammation after 8 months. After repeated treatment, the eye is currently free of irritation and inflammation for 15 months. In our experience, the described multimodal therapy is an effective and minimally invasive procedure that is well suited for the treatment of KCLS in horses. This innovative combined treatment approach gives hope for improved therapeutic options for the long-term treatment of superior keratoconjunctivitis limbalis, from which particularly patients affected with long-term and „therapy-resistant“ inflammation may benefit.

Keywords: eye, keratitis, conjunctivitis, Nd:YAG Laser, thermokoagulation

Zitation: Tóth J., Buijs L. (2020) Keratoconjunctivitis limbalis superior (KCLS) beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 36, 488–494; DOI 10.21836/PEM20200601

Korrespondenz: Prof. Dr. Dr. József Tóth, Tierärztliches Kompetenzzentrum Karthaus GmbH, Weddern 16c, 48249 Dülmen, Deutschland; prof.toth@tierklinik-karthaus.de

Eingereicht: 14. Juli 2020 | **Akzeptiert:** 8. August 2020

Einleitung

Die Inzidenz und Prävalenz von immunbedingten Augenentzündungen beim Pferd steigt seit Jahren stetig an (Tóth et al. 2011). Bei einer großen Zahl der betroffenen Patienten ist die Lebensqualität und der sportliche Einsatz beeinträchtigt durch Schmerzen und/oder Medikamente. Ein zeitnahe Erkennen und die korrekte Einschätzung der Erkrankung mit exakter Diagnosestellung ist daher enorm wichtig.

Immunvermittelte Hornhauterkrankungen sind die häufigsten Augenveränderungen bei Pferden (Gilger et al. 2005, Matthews und Gilger 2010, Tóth et al. 2011).

Die immunvermittelte Keratitis (IMMK) ist primär eine nicht ulzerative Keratitis bei Pferden, die intermittierende Augenschmerzen verursacht und schließlich zu Störungen der Sehfähigkeit führt. Betroffene Pferde sprechen in der Regel auf eine immunmodulatorische Behandlung an. Die zugrunde liegende Ursache der Krankheit ist jedoch unklar.

Bei den Patienten der Autoren werden vermehrt Pferde mit bekannten immunbedingten Veränderungen vorgestellt, jedoch steigt auch die Anzahl der Patienten mit neuen oder nicht definierten, immunbedingten Augenerkrankungen stetig. Für eine erfolgreiche Therapie und prognostische Bewertung müssen diese Erkrankungen erkannt und hierfür zunächst neu definiert werden. Von besonderer Bedeutung sind neue Formen der immunbedingten Konjunktivitis, die eine Hornhautbeteiligung aufweisen. Eine Verbindung mit anderen Krankheiten, wie der infektiösen Konjunktivitis und rezidivierenden Uveitis, kann dabei bestehen. Die Diagnostik dieser speziellen Entzündungsform erfordert anatomische und ophthalmologische Kenntnisse, sowie eine eingehende Augenuntersuchung.

Gefäßversorgung von Limbus und Sklera

Im limbalen Bereich besteht das Gefäßsystem aus den bulbären konjunktivalen und den skleralen Gefäßen (van Buskirk 1989, Papas 2003, Ninomiya und Inomata 2014, Simoens et al. 1996). Die skleralen Gefäße sind wie folgt in einem Etagensystem angeordnet: oberflächliche sklerale Gefäße; mittlere sklerale Gefäße; tiefe sklerale Gefäße

Zusätzlich gibt es einen intrasklerale Venen- und Arterienplexus zirkulär um die Cornea. Die Gefäße in den verschiedenen Schichten sind an einigen Stellen miteinander verbunden. Das bedeutet, dass sich starke oberflächliche Entzündungsprozesse auf die tieferen Schichten ausbreiten können und sich die Entzündung, wenn die tiefen skleralen Gefäße betroffen sind, aufgrund von Gefäßverbindungen auch auf das Corpus ciliare ausbreiten kann. Dies kann zu einer sekundären Uveitis führen. Demnach können in Fällen von schwerwiegender Keratokonjunktivitis/Skleritis, wenn die Entzündung eine tiefe Skleritis verursacht, die Symptome einer sekundären Uveitis zusätzlich auftreten.

Keratoconjunctivitis limbalis superior (KCLS) beim Menschen

Diese Krankheit wurde in der Humanophthalmologie erstmals 1953 von Braley und Alexander benannt. Thygeson und

Kimura (1963) beschäftigten sich ebenfalls damit. Theodore (1963) beschrieb im gleichen Jahr dann letztendlich die Krankheit vollständig und verfasste seine Beobachtungen über mehrere Jahre (Theodore 1967).

Es handelt sich um eine chronisch wiederkehrende, schmerzhafte Erkrankung, die die dorsale bulbäre und palpebrale Bindehaut, sowie die angrenzende Hornhaut betrifft. Die Ätiologie der Keratoconjunctivitis limbalis superior ist unklar. Diskutiert wurden infektiöse (Theodore 1967), immunologische (Cher 1969) und mechanische Ätiologien (Ostler 1987, Wright 1972). Schilddrüsenerkrankungen (Cher 1969, Tenzel 1968) und die Keratokonjunktivitis sicca (Corwin 1968, Ohashi et al. 1988) wurden ebenfalls als Ursache diskutiert. Eine virale Ätiologie hingegen wurde ausgeschlossen (Donshik et al. 1978). Aktuell fokussieren sich Hinweise vor allem auf einen immunologischen Hintergrund. Auf molekularer Ebene wurde KCLS durch eine Ansammlung von Mastzellen und Entzündungsmediatoren charakterisiert, darunter Stammzellenfaktor, thymisches stromales Lymphopoietin und Matrixmetalloproteinasen. Mastzellen sind bei der KCLS der vorherrschende Typ der Entzündungszellen (Sun et al. 2015, 2019).

Ein konservativer Therapieversuch kann lokal mit viskösen Tränenersatzpräparaten, Steroiden, Mastzellstabilisatoren oder Cyclosporin A erfolgen. Eine Behandlung mit Silbernitratlösung wurde ebenfalls beschrieben (Theodore 1963, Khalil et al. 2013).

Als chirurgische Therapie kann die Exzision der betroffenen Bindehaut (Passons und Wood 1984), mit oder ohne Amnionmembrantransplantation (John 2010), oder eine punktuelle Kauterisierung (Wander und Masukawa 1981, Udell et al. 1986, Rapuano 2014) in Betracht gezogen werden.

Keratoconjunctivitis limbalis superior (KCLS) beim Pferd

In der Pferdeophthalmologie ist noch keine Beschreibung dieser Form der Bindehaut- und Hornhauterkrankung veröffentlicht.

Den ersten Hinweis auf diese Erkrankung erhält der Tierarzt bereits bei der Anamnese, bei der eine therapieresistente Bindehautentzündung beschrieben wird. Diese ist häufig mit zahlreichen Augensalben und/oder -tropfen vorbehandelt, die die Symptome verbessern, aber nicht eliminieren. Eine Rezidivität, wie in der Humanmedizin beschrieben, ist nicht zuverlässig zu beurteilen, da bei vielen Augen keine Aussage gemacht werden kann, ob in der langen Vorgeschichte ein vollständiger Rückzug der Entzündung, oder lediglich ein Rückzug der Symptome erfolgt ist. Die Vermutung einer chronisch rezidivierenden Erkrankung hat sich bei wenigen Pferden bereits bestätigt. Die typischen klinischen Symptome sind ein sehr schmerzhaftes Auge mit ausgeprägtem Blepharospasmus, eine ödematöse Schwellung der Lider und sero-muköse Epiphora. Bei der ophthalmologischen Untersuchung, die in den meisten Fällen aufgrund der hochgradigen Schmerzen nur unter lokaler Leitungs- und Oberflächenanästhesie möglich ist, fällt zunächst die intensiv gerötete und geschwollene bulbare Konjunktiva auf. Die konjunktivalen und superfiziellen skleralen Gefäße sind dilatiert, was sich vor allem im Seitenvergleich eindrucks-

voll darstellen lässt (Abb. 1–2). Bei der mikroskopischen Untersuchung mit einer Spaltlampe sind ausgehend vom dorsalen Limbus filigrane, unterschiedlich lange (abhängig von der Dauer der Erkrankung und der erfolgten Therapie) Gefäße in der Hornhaut sichtbar, die von einer hauchdünnen oder punktförmigen Trübung umgeben sein können (Abb. 3). Charakteristisch für diese Erkrankung ist eine Angiogenese im gesamten dorsalen Limbusbereich (2–10 Uhr), die sich von einer partiell limitierten Gefäßeinsprossung bei anderen Keratitisformen oder einer zirkulären Gefäßeinsprossung bei Uveitiden abgrenzen lässt. In einzelnen Fällen ist zusätzlich eine Verengung der Pupille sichtbar, die sich aufgrund der milden Ausprägung manchmal lediglich mit Infrarotaufnahmen darstellen lässt (Tóth und Dikker 2013) und ein sekundäres Symptom einer tiefen Skleritis und einer ausgeprägten Schmerzsymptomatik darstellt.

Histologie

Zur histologischen Aufarbeitung wurde ein betroffenes, unbehandeltes Auge eines Patienten, der aus einem anderen

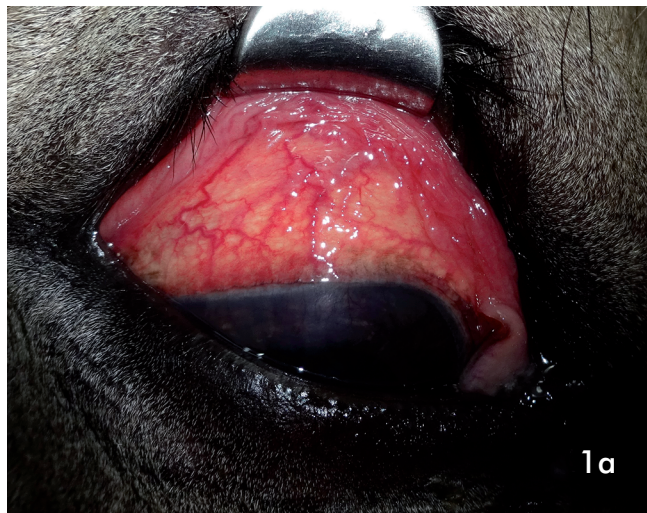


Abb. 1 Ein erkranktes Auge mit den typischen beschriebenen Symptomen (1a) und das gesunde Auge (1b) | A diseased eye with the typical symptoms described (1a), and a healthy eye (1b).



Abb. 2 Ein erkranktes Auge mit den typischen beschriebenen Symptomen (2a) und das gesunde Auge (2b) | A diseased eye with the typical symptoms described (2a), and a healthy eye (2b).

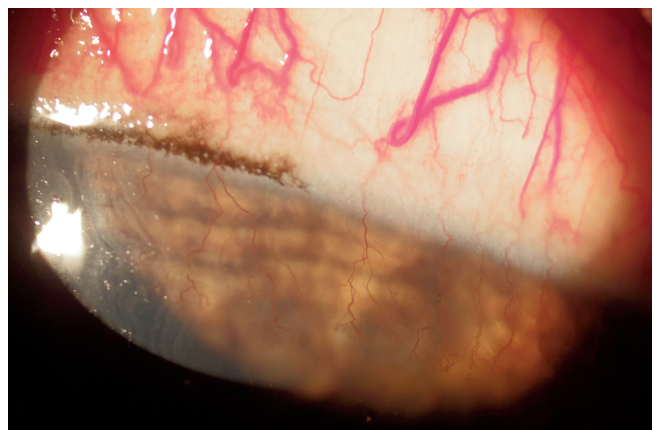


Abb. 3 In der vergrößerten Aufnahme (10-fach) von Abb. 2b sieht man deutlich die dilatierten Gefäße in der Konjunktiva und die feinen Gefäße in der Cornea | The enlarged photo (10× zoom) of Fig. 2b clearly shows dilated vessels in the conjunctiva and fine vessels in the cornea.

Grund euthanasiert werden musste, in ein spezialisiertes Labor geschickt.

Im Bereich der Konjunktiva zeigte sich lichtmikroskopisch ein regelrecht differenziertes Epithel, wobei einige Epithelzellen geschwollen waren. Das oberflächliche Bindehaut-Stroma zeigte Anzeichen eines Ödems und subepithelial war eine geringgradig entzündliche lymphozytäre Infiltrationen vorhanden. Einzelne lymphfollikuläre Aggregate waren deutlicher erkennbar. Ein spezifisches infektiöses Agens war nicht vorhanden. Histologisch zeigte sich oberflächlich in der Cornea ein hyperplastisches Epithel mit fingerförmigen Epithelfortsätzen in die Tiefe. Apoptotische Zellen waren hier erkennbar. Vereinzelt zeigten sich entzündliche Infiltrate. Gefäße waren innerhalb des kornealen Stromas ersichtlich. Zur Peripherie hin zeigten sich etwas deutlichere entzündliche Infiltrate.

Diagnose

Eine Diagnosestellung ist, in Kombination mit dem Vorbericht, nach einer gründlichen Augenuntersuchung mit Beurteilung der dorsalen Konjunktiva und Cornea, inklusive Spaltlampen-Biomikroskopie, möglich.

Differentialdiagnostisch sind zum einen infektiöse Konjunktividen und die equine rezidivierende Uveitis auszuschließen. In der Regel geht die Keratokonjunktivitis limbalis superior aber nur selten mit einer Uveitis einher. Zum anderen gilt es die Erkrankung von anderen immunbedingten Keratitiden zu differenzieren. Von besonderer Bedeutung ist hier die Keratitis vasculosa, die sich jedoch in den meisten Fällen bereits klinisch deutlich weniger schmerzhaft zeigt. Auch die Schwellung und Rötung der Konjunktiva sind bei dieser Erkrankung weniger ausgeprägt und die Gefäße sind häufig im dorsotemporalen Quadranten sichtbar. Auch die Form der Gefäße unterscheidet sich, da sich diese bei der Keratitis vasculosa länger und dicker darstellen und in einem späteren Stadium der Erkrankung von einer dichteren Trübung umgeben sind.

Material und Methoden

Die vorliegende Studie bezieht sich auf 28 Patienten in den Jahren 2018 und 2019, bei denen eine KCLS diagnostiziert wurde. Zehn Pferde (36%) hatten eine rechtsseitige, neun (32%) eine linksseitige Veränderung und bei neun Pferden (32%) waren beide Augen entzündet. Die Patienten waren zwischen 6 und 26 Jahre alt und das Durchschnittsalter betrug 14 Jahre. Die Gruppe (16 Stuten, 12 Wallache) bestand aus 20 Warmblütern, drei Haflingern, zwei Isländern, zwei Ponys und einem Quarter Horse.

Die Anamnese ergab bei allen Pferden eine bereits 2–8 Wochen andauernde Behandlung aufgrund einer diagnostizierten Konjunktivitis. Die bereits verwendeten Therapien waren hierbei sehr vielfältig. Nach der lokalen Applikation von antibiotischer Augensalbe, nichtsteroidaler Augensalbe, Cyclosporin-A Augensalbe, kortisonhaltiger Augensalbe und oraler Gabe von Schmerzmitteln und Entzündungshemmern zeigten die Schmerzsymptome eine klinische Besserung. Nach Absetzen der Medikamente zeigten sich die Symptome nach

12–48 Stunden nahezu unverändert zum Beginn der Behandlung. Aufgrund der hochgradigen Schmerzhaftigkeit dieser Erkrankung und der bereits langfristig durchgeführten, erfolglosen Therapie, waren sowohl die Besitzer als auch die Tierärzte frustriert und die Patientencompliance war schlecht. Dieser Tatsache war in allen Fällen geschuldet, dass die Pferde mit der Diagnose therapieresistente Konjunktivitis in die Klinik überwiesen wurden.

In der Klinik erfolgte eine vollständige ophthalmologische Untersuchung. In der unmittelbaren Augenumgebung fielen bei 12 Pferden Hautabschürfungen auf. Alle Patienten zeigten hochgradige Schmerzen, einen ausgeprägten Blepharospasmus und sero-muköse Epiphora. Die weitere Untersuchung war nur nach Sedation (Detomidinhydrochlorid 20–30 µg/kg KGW i.v., Cepesedan® RP 10 mg/ml, CP-Pharma, Burgdorf), Leitungsanästhesie (N. palpebralis) und Oberflächentropfanästhesie (Lidocain, Lidor® 20 mg/ml, WDT Garbsen) möglich. Die eingehende Untersuchung der Augen ergab bei allen 28 Pferden (36 Augen) die zuvor beschriebenen ophthalmologischen Befunde, die in ihrer Ausprägung nahezu keine Variationen zeigten. Die Pferde wurden nach der Therapie über einen Zeitraum von 12–34 Monaten regelmäßig untersucht.

Therapie

In Anlehnung an die Verfahren in der Humanophthalmologie wurde bei den an Keratokonjunktivitis limbalis superior erkrankten Pferdeaugen eine kombinierte (multimodale) Therapie durchgeführt.

Der Kopf der sedierten und lokal anästhesierten Pferde wurde in ruhiger Umgebung auf einem Kopfständer gelagert und von einer Helferin sicher fixiert.

Die dilatierten, bulbären, konjunktivalen und die oberflächlichen skleralen Gefäße wurden zunächst punktuell mit einem Thermokauter koaguliert. Mit einem batteriebetriebenen ophthalmologischen Handkauter wurden dabei im betroffenen Bereich, unter Schonung der Sklera, mit 20 bis 50 Brennpunkten die sichtbaren Gefäße verschlossen. Die Patienten zeigten während der Behandlung ein geringgradiges Abwehrverhalten, welches sich je nach Temperament in seitlichen und horizontalen Ausweichversuchen mit dem Kopf darstellte. Durch entsprechende Pausen zwischen mehreren Koagulationen konnte die Behandlung ohne weitere Maßnahmen durchgeführt werden.

Anschließend wurde der betroffene limbale Bereich am Übergang der Sklera in die Hornhaut behandelt. Im Halbkreis wurden die filigranen Gefäße in der Hornhaut unter Anwendung eines Neodym-dotierten Yttrium-Aluminium-Granat-Lasers (SupraMonospot Laser Range 532 nm, Haag-Streit Deutschland GmbH) durch ein indirektes Ophthalmoskop und eine 20 D asphärische Linse verschlossen. Die Photokoagulation wurde mit 700–1200 mW/0,100 sek erreicht (Abb. 4).

Zusätzlich wurde die lokale Therapie mit der Applikation von Kortison- und Antibiotikum-haltiger Augensalbe mit einer 3 Mal täglichen Frequenz und die orale Gabe von nichtsteroidalen Antiphlogistika (Flunixin 110 mg/Tag, Flunisol® RP

5%, CP-Pharma, Burgdorf) fortgesetzt. Die Augensalbe wurde dabei je nach Vorbehandlung unter Berücksichtigung der antibiotischen Inhaltstoffe und der Dauer der Anwendung, sinnvoll auf ein Dexamethason-haltiges Mono- oder Kombinations-Präparat umgestellt. Die Augensalbe ist eine Woche 3 Mal täglich, dann eine Woche 2 Mal täglich und abschließend eine Woche 1 Mal täglich verabreicht worden. Die orale Gabe von nichtsteroidalen Antiphlogistika ist nach anfänglicher 2-tägiger Dosierung von 110 mg Flunixin pro kg KGW/Tag auf eine 10-tägige Dosierung von 22 mg Flunixin pro kg KGW/Tag reduziert worden.

Als Langzeittherapie wurde die 1–2 Mal tägliche Anwendung von topischem Vitamin A (Retinolpalmitat) und Dexpanthenol (Vitamycin® Augensalbe, CP-Pharma, Burgdorf) und/oder hochviskösem Hyaluronsäuregel (an-HyPro® Augengel, an-vision GmbH, Henningsdorf) empfohlen.



Abb. 4 Die Bilder zeigen zwei Augen nach der beschriebenen Therapie. Es sind die Gefäßverschlüsse in der Konjunktiva und die halbkreisförmigen Laserpunkte am Limbus sichtbar. | The pictures show case studies after described therapy. The vascular occlusions in the conjunctiva and the semicircular laser points on the limbus are visible.

Ergebnisse

In dem Zeitraum von 24 Stunden nach der beschriebenen Therapie besserten sich die klinischen Symptome der Patienten erheblich. Die ophthalmologische Beurteilung der betroffenen Augen ergab 5 Tage nach der Behandlung in Kombination mit der beschriebenen lokalen und systemischen Therapie eine deutliche Verbesserung. Die klinischen Symptome waren nicht mehr sichtbar und die Gefäße in der Konjunktiva zeigten ein physiologisches Erscheinungsbild. Die Neovaskularisation der Cornea ließ sich nur noch anhand von blutleeren Gefäßwänden erahnen (Abb. 5).

Die iatrogen verursachten Bindehautdefekte heilten bei 24 Pferden innerhalb von 5–7 Tagen ab. Bei 4 Pferden waren diese nach 10 Tagen vollständig abgeheilt.

26 Patienten (34 Augen 95%) hatten 12–34 Monate nach der multimodalen Behandlung keine weitere Entzündung. Zwei Pferde (2 Augen 5%) zeigten erneut eine KCLS und sind wiederholt, wie beschrieben, behandelt worden. Bei einem der beiden Patienten traten die Entzündungen 3 Mal in einem wöchentlichen Abstand nach der Behandlung auf. Nach der dritten Behandlung ist das Auge seit 12 Monaten

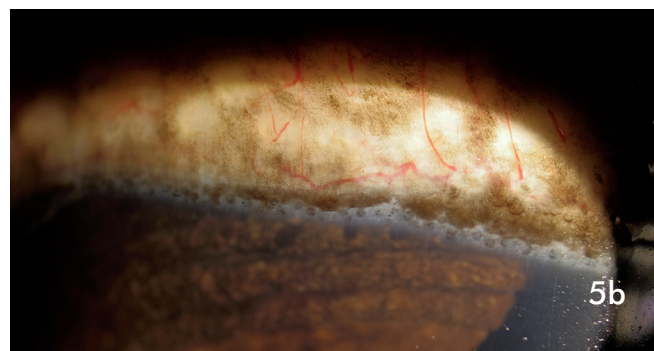


Abb. 5 Bilder des behandelten Auges aus Abb. 4b nach 5 Tagen. Die Defekte in der Konjunktiva sind vollständig abgeheilt. Im Bereich des Limbus sind die Spuren aufgrund von Pigmentveränderungen sichtbar. | Pictures of the medicated eye (see Fig. 4b) after 5 days. The diseases of the conjunctiva are completely healed. In the area of the limbus, the traces are visible due to pigment changes.

entzündungsfrei. Bei dem anderen Pferd ist nach 8 Monaten eine neue Entzündung aufgetreten. Nach einer wiederholten Behandlung ist das Auge aktuell 15 Monate reiz- und entzündungsfrei.

Diskussion

Regelmäßig werden in der ophthalmologischen Pferdepraxis Patienten mit therapieresistenten Augenerkrankungen vorgestellt. In einigen Fällen ist jedoch eine Therapie möglich, wenn eine korrekte Diagnose gestellt werden kann. Damit eine Diagnose gestellt werden kann, müssen unterschiedliche Krankheiten zunächst erkannt und definiert werden. Ein Blick in die humanophthalmologische Literatur ist dabei oft hilfreich, weil hier bereits deutlich mehr Beschreibungen von immunbedingten Augenerkrankungen vorliegen. Die KCLS ist nur eine davon und kann nach den dargestellten Erfahrungen durchaus behandelt werden, wobei eine rein konservative Therapie häufig nicht erfolgversprechend ist. Die geringe Variabilität der klinischen Symptome und der ophthalmologischen Befunde erleichtert, bei deren Kenntnis, die Diagnosestellung und Therapie. Unklar ist im Vergleich zum Menschen die Rezidivität der Erkrankung, da noch keine ausreichend lange Beobachtungszeit und zu geringe Patientenzahlen vorliegen. Bei den 28 behandelten Pferden mit 36 erkrankten Augen wurden nur bei 5 % ein Rezidiv beobachtet. Ebenfalls unklar ist, ob es auch mildere Verlaufsformen gibt, die aufgrund eines guten Ansprechens auf eine konservative Therapie gar nicht in eine Klinik überwiesen worden sind. Auch das Auftreten von weniger typischen Fällen und eine damit einhergehende andere Diagnosestellung ist denkbar und erfordert zukünftig noch weitere Aufmerksamkeit. Wie wichtig die Beobachtung und Definition von unbekannten Augenkrankheiten ist, stellt die KCLS eindrucksvoll dar. Der Leidensdruck für die Pferde ist hoch, was auch die Hautabschürfungen in der Augenumgebung bei 43 % der Patienten zeigen. Diese Veränderungen sind auf einen ausgeprägten Juckreiz und/oder Schmerz, in dessen Folge es zu Automutilation kam, zurückzuführen. Die Schmerzhaftigkeit zeigte sich außerdem bei den ophthalmologischen Untersuchungen, die auch von sehr braven Pferden nicht ohne weitere lokale Anästhesien toleriert wurden, obwohl die Befunde am Auge selbst, im Vergleich zu anderen Augenerkrankungen (z.B. Uveitis oder Ulcus corneae), recht harmlos erscheinen. Die bereits erfolgte wochenlange Therapie stellt eine weitere Belastung für die Pferde dar und macht die sportliche Nutzung unmöglich. Auch die Besitzer sind aufgrund der langen Dauer, der geringen Besserung und der entstehenden Kosten oft wenig optimistisch.

Mit der histologischen Untersuchung einer Biopsie aus dem betroffenen dorsalen Limbusbereich sollte neben den klinischen und ophthalmologischen Befunden eine weitere Möglichkeit zu Diagnosestellung nutzbar gemacht werden. Die Aussagekraft bei nur einer Probe ist sehr gering, jedoch wurden keine spezifischen, nur für diese Entzündungsform zutreffenden Befunde, dargestellt. Eine Konjunktivabiopsie aus dem betroffenen Bereich, die ja mit geringem Aufwand entnommen werden kann, bietet somit aus Sicht der Autoren keinen weiteren Nutzen bei der Diagnose. Differentialdiagnostisch können infektiöse Konjunktivitiden durch eine mikrobiologische Un-

tersuchung sicher ausgeschlossen werden. Die Abgrenzung zu einer Uveitis ist, auch aufgrund der beschriebenen anatomischen Gegebenheiten am Auge, nicht immer ganz zuverlässig möglich, da bei Entzündungen der tiefen skleralen Gefäße auch der Ziliarkörper mit betroffen sein kann und damit eine Miosis oder ein erhöhter Pupillenreflex sichtbar wird. Unseren Erfahrungen nach geht die KCLS in der Regel nicht mit einer klassischen Uveitis einher.

Die kombinierte multimodale Therapie der KCLS wurde ebenfalls in Anlehnung an die Humanmedizin entwickelt. Die hier bereits beschriebene punktuelle Kauterisierung der Konjunktiva (Wander and Masukawa 1981, Udell et al. 1986, Rapuano 2014) ist mit dem Einsatz eines Nd:YAG-Lasers kombiniert worden. Zusätzlich erfolgte noch die beschriebene lokale und systemische konservative Behandlung. Die Ergebnisse zeigen die Effektivität dieser Kombination, bei der nach nur einer Behandlung, mit einer deutlichen klinischen Besserung nach 24 Stunden, bereits 95 % der Patienten über einen Zeitraum von 12–34 Monaten entzündungsfrei sind. Der Behandlungsvorgang wurde nach Sedation und Lokalanästhesie erstaunlich gut toleriert. Es wird vermutet, dass der Kauter eine vorübergehende Zunahme der Vaskularisation und der Epithelmigration und/oder Differenzierung vom umgebenden „normalen Gewebe“ hervorruft, wodurch der Entzündungszyklus gestört und die Becherzellen wiederhergestellt werden. Die Thermokauterisation der oberen Bindehaut strafft oder schrumpft die verdickte und entzündete Bindehaut (Udell et al. 1986). Der Verschluss der bulbären konjunktivalen und der superfiziellen skleralen Gefäße reduziert die limbale Entzündung deutlich.

Die Lasertherapie wird entzündungshemmend bei einem breiten Therapiespektrum eingesetzt. Befürworter sehen in der Lasertherapie eine Schmerztherapie mit lokaler Wirksamkeit direkt am Schmerzort und gleichzeitiger systematischer Schmerzhemmung. Neben der analgetischen Wirkung wird beschrieben, dass die Biostimulation eine rasche Regeneration des Gewebes bewirkt. Der gebündelte, hochenergetische Punktlaser verbessert den Stoffwechsel. Durch die zugeführte Energie werden die Zellen stimuliert und der Zellstoffwechsel angeregt. Durch eine Erhöhung der lymphatischen und venösen Mikrozirkulation werden entzündliche Produkte und Flüssigkeitsansammlungen gehemmt, schneller abgebaut oder sogar verhindert und der Heilungsprozess beschleunigt. Durch die Lasertherapie wird außerdem die Endorphin-Ausschüttung stimuliert (Ferrari et al. 2015, Spiteri et al. 2016).

Bei den mit Laser behandelten Patienten sind keine negativen Nebenwirkungen beobachtet worden. Als Komplikation sind kleine Beschädigungen (ca. 0,5 mm große, dunkelbraune, punktuelle Veränderungen) des Irisgewebes aufgetreten, aufgrund derer keine Beeinträchtigung der Irisfunktion beobachtet werden konnte. Wie beschrieben ist es, aufgrund des geringen Komplikationsrisikos, auch möglich die Therapie bei Rezidiven mehrfach durchzuführen.

Die Laserbehandlung ist effektiv und schonend und der geringe Zeitaufwand stellt einen weiteren großen Vorteil dar. Voraussetzung für die Durchführung sind ein ruhiger Raum, ein stabiler Kopfhalter und eine Hilfsperson, geschützt durch eine

Laserbrille. Der ständige und ruhige Kontakt mit dem Pferd ist dabei unerlässlich.

Der Nachteil des Verfahrens ist in dem Kostenaufwand für die Anschaffung des Lasergerätes zu sehen. Dieser amortisiert sich jedoch durch den minimal invasiven Gebrauch, der in der Pferdeophthalmologie vielfältig einsetzbar ist (Tóth 2017, Tóth und Buijs 2018). Der vielfältige Einsatz bedingt außerdem einen Chirurgen mit einer speziellen Ausbildung und viel Erfahrung in der Laserchirurgie um unerwünschte Komplikationen zu vermeiden.

Unserer Erfahrung nach ist die Lasertherapie der betroffenen limbalen Kornea, kombiniert mit der Kauterisierung der veränderten bulbären Konjunktiva, als effektives und minimalinvasives Verfahren gut zur Behandlung der KCLS geeignet.

Dieser innovative, kombinierte Behandlungsansatz lässt auf verbesserte Therapiemöglichkeiten für die Langzeitbehandlung der Keratokonjunctivitis limbalis superior hoffen. Gerade Patienten mit langdauernden und „therapieresistenten“ Entzündungen können von dieser Behandlungsmethode profitieren.

Literaturverzeichnis

- Braley A. E., Alexander R. C. (1953) Superficial punctate keratitis. *Arch. Ophthalmol.* 50, 147–154; DOI 10.1001/archophth.1953.00920030152002
- Cherl L. (1969) Clinical features of superior limbic keratoconjunctivitis in Australia. *Arch. Ophthalmol.* 82, 580–586; DOI 10.1001/archophth.1969.00990020582002
- Corwin M. E. (1968) Superior limbic keratoconjunctivitis. *Am. J. Ophthalmol.* 66, 338–340; DOI 10.1016/0002-9394(68)92086-2
- Donshik P. C., Collin H. B., Foster C. S., Cavanagh H. D., Boruchoff S. A. (1978) Conjunctival resection treatment and ultrastructural histopathology of superior limbic keratoconjunctivitis. *Am. J. Ophthalmol.* 85, 101–110; DOI 10.1016/s0002-9394(14)76673-5
- Ferrari G., Giacomini C., Rama P. (2015) Corneal neovascularization: a translational perspective. *J. Clin. Exp. Ophthalmol.* 6, 3–8; DOI 10.4172/2155-9570.1000387
- Gilger B. C., Miller Michau T., Salmon J. H. (2005) Immune-mediated keratitis in horses: 19 cases (1998–2004). *Vet. Ophthalmol.* 8, 233–239; DOI 10.1111/j.1463-5224.2005.00393.x
- John T. (2010) New technique expands treatment options for superior limbic keratoconjunctivitis. *Ocular Surg. News U.S. Edition*, 10, 1–4
- Khalil M., Malik T. G., Munawar S., Shafique M. M. (2013) Use of silver nitrate in superior limbic keratoconjunctivitis. *Pak. J. Ophthalmol.* 29, 180–183
- Matthews A., Gilger B. C. (2010) Equine immune-mediated keratopathies. *Equine Vet. J.* 42, 31–37; DOI 10.1111/j.2042-3306.2010.tb05632.x
- Ninomiya H., Inomata T. (2014): Funktional microvascular anatomy of the horse eye: a scanning electron microscopic study of corrosion casts. *Open J. of Vet. Med.* 4, 91–101; DOI 10.4236/ojvm.2014.45011
- Ohashi Y., Watanabe H., Kinoshita S., Hosotani H., Umemoto M., Manabe R. (1988) Vitamin A eyedrops for superior limbic keratoconjunctivitis. *Am. J. Ophthalmol.* 105, 523–527; DOI 10.1016/0002-9394(88)90245-0
- Ostler H. B. (1987) Superior limbic keratoconjunctivitis, *The Cornea: scientific foundations and clinical practice.* Smolin G., Thoft R. A., Little, Brown and Company Boston, 2. Auflage, 296–298
- Papas E. B. (2003) The limbal vasculature. *Cont. Lens. Anterior Eye* 26, 71–76; DOI 10.1016/S1367-0484(02)00054-1
- Passons G. A., Wood T. O. (1984) Conjunctival resection for superior limbic keratoconjunctivitis. *Ophthalmol.* 91, 966–968; DOI 10.1016/s0161-6420(84)34207-5
- Rapuan C. J. (2014) Office and minor procedures for ocular surface disease. *Ophthalmol. Management* 18, 17–19
- Simoens P., Muyllé S., Lauwers H. (1996) Anatomy of the ocular arteries in the horse. *Equine Vet. J.* 28, 360–367; DOI 10.1111/j.2042-3306.1996.tb03106.x
- Spiteri N., Romano V., Brunner M., Steger B., Kaye S. B. (2016) The management of corneal neovascularization – Update on new clinical data and recommendations of treatment. *Europ. Ophthalmol. Rev.* 10, 86–93; DOI 10.17925/EOR.2016.10.02.86
- Sun Y. C., Liou H. M., Shen E. P., Hu F. R. (2015) Stem cell factor and thymic stromal lymphopoietin overexpression with correlation to mast cells in superior limbic keratoconjunctivitis. *Cornea* 34, 1487–1492; DOI 10.1097/ICO.0000000000000624
- Sun Y. C., Tang Y. H., Liou H. M., Chen W. L., Hu F. R. (2019) Tear cytokine profiling in patients with superior limbic keratoconjunctivitis who underwent medical treatment or in conjunction with surgical management. *Br. J. Ophthalmol.* 104, 1–6; DOI 10.1136/bjophthalmol-2018-313358
- Tenzel R. R. (1968) Comments on superior limbic filamentous keratitis. *II. Arch. Ophthalmol.* 79: 508; DOI 10.1001/archophth.1968.03850040510033
- Tenzel R. R. (1973) Resistant superior limbic keratoconjunctivitis. *Arch. Ophthalmol.* 89, 439; DOI 10.1001/archophth.1973.01000040441021
- Theodore F. H. (1963) Superior limbic keratoconjunctivitis. *Eye Ear Nose Throat Mon.* 42, 25–28
- Theodore F. H. (1967) Further observations on superior limbic keratoconjunctivitis. *Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol.* 71, 341–351
- Thygeson P., Kimura S. J. (1963) Observations on chronic conjunctivitis and chronic keratoconjunctivitis. *Trans. Am. Acad. Ophthalmol.* 67, 494–497
- Tóth, J., Huthmann S., Hollerrieder J. (2011) Clinical experience and long-term outcome after subcleral insertion of a cyclosporine A drug delivery device in horses with immune-mediated keratitis. *Pferdeheilkunde* 27, 589–596; DOI 10.21836/PEM20110603
- Tóth J., Dikler L. (2013) Diagnostischer Einsatz der digitalen Infrarot-Schwarzweiß-Fotographie in der Pferdeophthalmologie. *Pferdeheilkunde* 29, 700–706; DOI 10.21836/PEM20130602
- Tóth J. (2017) Erste Ergebnisse der lasergesteuerten keratitis vasculosa Behandlung. 7. Nordrhein-Westfälischer Tierärztag, 22.–24. Sept., Dortmund
- Tóth J., Buijs L. (2018) Erfahrungen mit der Therapie von Iriszysten mittels Laserzystotomie und Reduktion von vergrößerten Traubenkörnern beim Pferd mit einem Nd: YAG-Laser. *Der praktische Tierarzt* 99, 1276–1285; DOI 10.2376/0032-681X-18-43
- Udell I. J., Kenyon K. R., Sawa M., Dohlman C. H. (1986) Treatment of superior limbic keratoconjunctivitis by thermocauterization of the superior bulbar conjunctiva. *Ophthalmology* 93, 162–166; DOI 10.1016/s0161-6420(86)33766-7
- Van Buskirk E. M. (1989) The anatomy of the limbus. *Eye (Lond)* 3, 101–108; DOI 10.1038/eye.1989.16
- Wander A. H., Masukawa T. (1981) Unusual appearance of condensed chromatin in conjunctival cells in superior limbic keratoconjunctivitis. *Lancet.* 4, 42–43; DOI 10.1016/s0140-6736(81)90276-2
- Wright P. (1972) Superior limbic keratoconjunctivitis. *Trans. Ophthalmol. Soc. UK* 92, 555–560

Hand-assisted laparoscopic partial ovariectomy in a standing mare suffering from a bleeding uterine leiomyoma

Helena Bartel¹, Max Diekstall¹, Katja Shell¹ and Astrid Rijkenhuizen²

¹ Pferdeklinik Leichlingen, Leichlingen, Germany

² European Equine Surgeon Consultant, Wijk by Duurstede, The Netherlands

Summary: A 22-year-old, non-pregnant, retired pasture pony presented with severe and sudden-onset haemorrhage from the vulva. Transrectal palpation revealed a mass in the right uterine horn. Laparoscopic partial ovariectomy was performed and a histopathologic examination of the tumour revealed a uterine leiomyoma. The mare recovered without complications and was discharged nine days later. Both four and eighteen months after discharge, the mare was found to be doing well, enjoying her retirement without any clinical complaints.

Keywords: horse, uterine leiomyoma, haemorrhage, laparoscopy, ovariectomy

Citation: Bartel H., Diekstall M., Shell K., Rijkenhuizen A. (2020) Hand-assisted laparoscopic partial ovariectomy in a standing mare suffering from a bleeding uterine leiomyoma. *Pferdeheilkunde* 36, 495–501; DOI 10.21836/PEM20200602

Correspondence: Helena Bartel, Pferdeklinik Leichlingen GmbH, Am Further Weiher 1, 42799 Leichlingen, Germany; h.bartel@pferde-klinik-leichlingen.de

Submitted: August 13, 2020 | **Accepted:** September 4, 2020

Introduction

Aside from pregnancy disorders, bleeding from the vulva must be differentiated from hematuria and can be caused by a variety of disorders of the urogenital tract including diseases of the kidney, ureter, bladder, uterus, cervix, and vagina (White et al. 1984, Frazer 2005, Zantingh et al. 2012, Vienenkötter et al. 2017, Smith et al. 2018) or by trauma (Prell et al. 2016). Leiomyomas are very common uterine neoplasms, which occur in women during their reproductive age at a prevalence of more than 70% (Yang et al. 2016, Lewis et al. 2018). They are known to cause uterine bleeding, impaired fertility, anemia, lower abdominal pain, pain during intercourse, pressure symptoms, and urinary incontinence (Islam et al. 2018, Lewis et al. 2018). However, compared to other domestic animals and humans, in horses, uterine neoplasms are rare gynaecological disorders. When uterine neoplasm do occur in horses, then leiomyomas are the most frequently detected tumours (Hoffsis et al. 1986, Romagnoli et al. 1987, Santschi and Slone 1994, Berezowski 2002, Janicek et al. 2004, Brandstetter et al. 2005).

Indistinct infertility, secondary metritis, persistent vaginal haemorrhage and fetal death in a pregnant mare have all been ascribed to uterine leiomyoma (Hoffsis et al. 1986, Bracher et al. 1992, Broome et al. 1992, Santschi and Slone 1994, Brandstetter et al. 2005, Heijltjes et al. 2009, Schneeweiss et al. 2015). This report describes a rare case of spontaneous, severe haemorrhage from the vulva associated with a benign uterine leiomyoma in a mare.

Case history

A 22-year-old pony – gravida 0, approximately 400 kg, body condition score (BCS) 7/9 – presented with a one-day history of acute, severe bleeding from the vulva. One day prior to presentation, the pony was clinically unremarkable. The mare has been in owners' possession for nearly twenty years and has never shown any signs of disorders of the urogenital tract. Oestrus had been normal and pregnancy could be ruled out. The pretreating veterinarian administered detomidine hydrochloride (Detogesic®, 0.012 mg/kg intravenously [IV])^a to facilitate transportation and referred the mare for further evaluation.

Clinical findings

On presentation the mare was bright, alert and responsive. The hind limbs, tail and vulva were soaked in blood clots, and blood was dripping from the vulva indicating severe bleeding from the urogenital tract.

Mild tachycardia (48 beats per minute) and tachypnea (20 breaths per minute) were present. Rectal temperature was 37.1 °C, oral mucous membranes were pink, capillary refill time was 2 seconds, lung auscultation was unremarkable and heart auscultation revealed no arrhythmias or murmurs. Vaginal examination per speculum showed vaginal bleeding originating from the cervix, which was relaxed and passable for the examiners' hand. In the uterus lumen a large mass of clotted blood was detected. Palpation per rectum revealed an oval, solid mass in the middle of the right uterine horn,

which could be clearly distinguished from the ovary. Transrectal ultrasonography (10–5 mHz-probe, Sonosite®)^d confirmed a normal-sized uterus with a solid, homogeneous mass in the uterine wall measuring approximately 10 cm in diameter. Both ovaries were without cyclic activity and the remainder of the uterus was unremarkable.

Transabdominal ultrasound examination (5–2 mHz-probe, Sonosite®)^d showed no free fluid or other abnormalities. Complete blood count (CBC) revealed a moderate hypochromic, normocytic anemia with a packed cell volume (PCV) of 24.8% (reference range [rr] 30–47%), a decreased red blood cell count of 5.6 T/L (rr 6.4–10.4 T/L), and decreased hemoglobin of 9.7 mmol/L (rr 10.7–16.5 mmol/L), most likely indicating blood loss anemia. Serum biochemistry showed mild hypocalcemia (9.7 mg/dL, rr 10.4–12.9 mg/dL), hypoproteinemia (5.0 g/dL, rr 5.6–7.9 g/dL), and hyperglycemia (160 mg/dL, rr 60.0–150 mg/dL). Common causes of panhypoproteinemia are excessive fluid therapy or water intake, acute blood loss, gastrointestinal ulceration, a strangulating gastrointestinal obstruction or infarction, protein-losing enteropathy, acute severe peritonitis, nonsteroidal anti-inflammatory drug toxicity, and glomerulonephritis (Smith 2015). In this particular case, hypoproteinemia with concurrent anemia was most likely attributable to the haemorrhage, while hypocalcemia was attributed to the hypoalbuminemia. Hyperglycemia presumably reflected stress and excitement due to transportation and clinical examination.

A coagulation panel revealed a mild prolonged thrombin time (30.6 seconds, rr 18–25 seconds) and thromboplastin time (14.5 seconds, rr 8–14 seconds), likely representing increased consumption as a result of ongoing bleeding.

Peritoneal fluid, obtained by abdominocentesis, was clear and of pale-yellow color. Fluid analysis yielded a total nuclear cell count of 1750 cells/ μ L (rr < 5000 cells/ μ L), a total protein amount of 18 g/L (rr < 25 g/L), and lactate within normal ranges (rr < 1.78 mmol/L). Cytopathologic examination of the peritoneal fluid was unremarkable.

Hysteroscopy (flexible endoscope, 180 cm, STORZ®)^e was performed the next day and revealed blood clots as well as

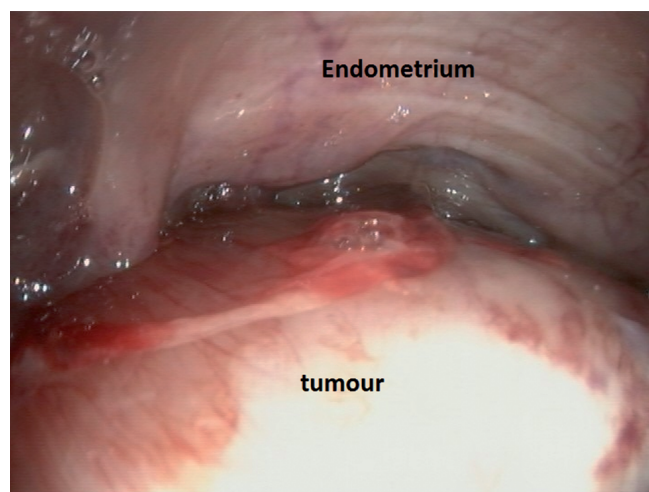


Fig. 1 Hysteroscopic view of the tumour with diffuse haemorrhage on the surface | *Hysteroskopische Ansicht des Tumors mit diffuser Blutung auf der Oberfläche*

a smooth protruding mass intramurally in the right horn. The mass could be identified as the source of bleeding, as a diffuse haemorrhage was visible on the surface (figure 1). Transendoscopic biopsy was performed and histopathology results revealed necrosis of the endometrium, but were unfortunately inconclusive due to the superficial tissue sampling. A presumptive diagnosis of a bleeding uterine tumour was made, and partial ovariectomy was recommended. Thoracic radiographs of four overlapping lateral projections on both sides were performed and did not suggest a metastasizing neoplasm. Surgery was performed two days later as an elective procedure.

Surgery

Prior to surgery, the right uterus horn was lavaged with 10 L of sterile sodium chloride (B. Braun NaCl 0.9%®)^c. Feed was withheld for 12 hours with free access to water. The horse was sedated with detomidine hydrochloride (Detogesic® 0.012 mg/kg IV)^a and butorphanol tartrate (Torbugesic® 0.025 mg/kg IV)^b through a jugular vein catheter. Phenylbutazone (Phenylbutazon® 200 mg/ml 4.4 mg/kg IV)^f and procaine penicillin G (Procaïn Penicillin G® 22.000 IU/kg intramuscularly [IM])^g were administered prior to surgery. The mare was restrained in stocks with the tail tied up and the right flank was clipped. After routine preparation for surgery with chlorhexidine and alcohol, the skin and underlying structures were infiltrated with 40 ml mepivacainhydrochlorid (Meaverin® 20 mg/ml)^h. The portal and entrance into the abdomen were made as described by Rijkenhuizen and Grinwis (1999). Two additional portals were created for instruments, one about 10 cm distal, the other one about 15 cm distal to the scope portal. Laparoscopy was performed using a rigid laparoscope with a 30° viewing angle (diameter 10 mm, length 57 cm). The abdomen was distended with carbon dioxide, introduced through an insufflator with a flow rate of 7–8 l/min and a pressure cutoff of 6 mmHg (Heijltjes et al. 2009).

Inspection of the right abdominal cavity revealed a normal ovary and a uterine horn, located quite ventrally because of the increased weight, with a firm 10–12 cm swelling in the middle (figure 2). The cranial part of the right uterus horn was increased in size and was again located more ventrally.

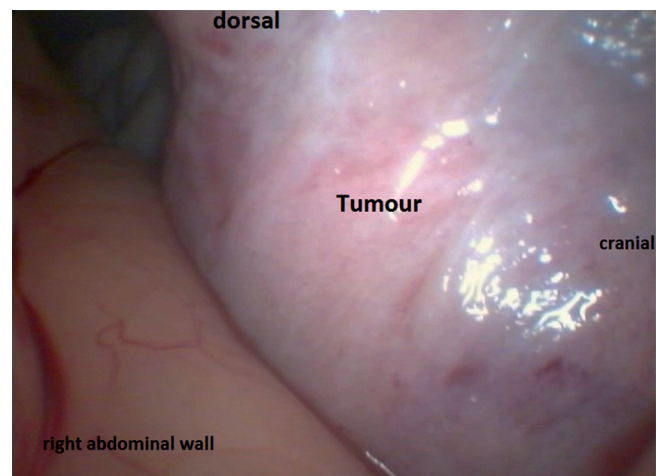


Fig. 2 Laparoscopic view of the uterine tumour | *Laparoskopische Sicht auf den Uterustumor*

UND DANN DIESER MOMENT, wenn ich als Tierarzt helfen kann ...



10 
JAHRE
Prascend®



FÜR PFERDE UND PONYS MIT EQUINEM CUSHING SYNDROM (ECS/PPID)
Weniger Hufrehe, weniger Sekundärkrankheiten und geringere Therapiekosten!
10 JAHRE – für ein lebenswertes Pferdeleben und mehr Lebensqualität für Pferd und Reiter.

Zurück im Pferdeleben!

Prascend® 1 mg Tabletten für Pferde. Zusammensetzung: 1 Tablette enthält 1,0 mg Pergolid (als Pergolidmesilat 1,31 mg). **Anwendungsgebiete:** Symptomatische Behandlung der durch eine Dysfunktion der Pars intermedia der Hypophyse (PPID) bedingten klinischen Symptome (Equines Cushing-Syndrom). **Gegenanzeigen:** Nicht anwenden bei Pferden mit Überempfindlichkeit gegen Pergolidmesilat oder andere Derivate von Mutterkornalkaloiden oder einen der sonstigen Bestandteile. Nicht anwenden bei Pferden unter 2 Jahren. **Wechselwirkungen:** Vorsichtig anwenden bei gleichzeitiger Gabe mit anderen Arzneimitteln, die sich bekanntermaßen auf die Proteinbindung auswirken. Nicht gleichzeitig mit Dopaminantagonisten wie Neuroleptika (Phenothiazine - z.B. Acepromazin), Domperidon und Metoclopramid anwenden, da diese Wirkstoffe die Wirksamkeit von Pergolidmesilat herabsetzen können. **Nebenwirkungen:** In seltenen Fällen wurden bei Pferden Inappetenz, vorübergehende Anorexie und Lethargie, leichte Anzeichen einer zentralnervösen Störung (z. B. leichte Niedergeschlagenheit oder leichte Ataxie), Diarrhoe und Koliken beobachtet. In sehr seltenen Fällen wurde von Schwitzen berichtet. Wenn Anzeichen auftreten, dass die verabreichte Dosis nicht vertragen wird, sollte die Behandlung für 2 - 3 Tage unterbrochen und anschließend mit der Hälfte der Dosis wieder aufgenommen werden. Die Tagesgesamtdosis kann dann in Schritten von 0,5 mg alle 2 - 4 Wochen allmählich wieder bis zur gewünschten klinischen Wirkung heraufdosiert werden. **Wartezeit:** Nicht zur Anwendung bei Pferden, die zur Gewinnung von Lebensmitteln dienen. Das Pferd muss gemäß der nationalen Gesetzgebung zur Identifizierung eingetragener Equiden im entsprechenden Dokument (Equidenpass) als nichtlebensmittellieferndes Tier eingetragen sein. Nicht bei Stuten anwenden, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist. Verschreibungspflichtig. [1410] Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, 55216 Ingelheim

 **Boehringer
Ingelheim**

The mesovar and the cranial mesometrium were anaesthetized by infiltration with 15 ml of 2% lidocaine hydrochloride (Lidocainhydrochlorid 2%)ⁱ via a laparoscopic needle. Using a sealing device (Ligasure®)ⁿ, the mesovar and mesometrium were transected from cranial to right caudal of the uterus mass, holding the ovary and uterus under slight tension with small grasping forceps (5 mm). The uterine horn was then circumferentially ligated twice with a 2 USP suture (braided absorbable Polysorb®)^o, approximately 4 cm caudal to the mass using extracorporeal modified Roeder's knots (Rijkenhuizen and Grinwis 1999). The cranial part of the uterine horn, including the mass, was resected between the 2 ligatures with laparoscopic scissors. The mucosa of the remaining uterus horn was sealed (Ligasure®)ⁿ and no leakage of fluid out of the uterus stump occurred (figure 3).

The resected ovary and the cranial part of the uterine horn were positioned in the right caudoventral part of the abdominal cavity with grasping forceps. The abdominal incision was enlarged by connecting the two instrumental portals, using a modified grid technique. Extraction of the excised ovary and portion of uterus was facilitated by introducing a part of a disposable surgical drape (Raucodrape® 120 × 120 cm)^m through the enlarged laparotomy wound and passing it around the excised tissue, starting ventrally, under laparoscopic vision and with the help of a laparoscopic Babcock (10 mm), as described by Rambags et al. 2003. The drape was put under and around the ovary and cranial uterus horn and then drawn back out of the wound, enclosing the ovary and resected uterus horn with the mass. The drape was outspread outside of the wound with the ovary and resected uterus still being inside the abdominal cavity, which made it possible to reduce the size of the mass by cutting it with a scalpel blade (21) into smaller parts. The small pieces were removed.

Once the remains of the uterus and the mass were small enough, they were extracted via the relatively small surgical wound (about 8 cm) by simply pulling on the drape. The caudal part of the uterus horn could be extracted extraabdominally and was, for safety purposes, sutured extra-abdominally using a continuous Lembert pattern (0 USP braided absorbable suture Polysorb®)^o and re-inserted into the abdomen. Prior to suturing, a swab was taken for microbial culture. No other

abnormalities could be found on the right abdominal side. The laparoscope was removed, and the abdomen was desufflated. The skin incision of the laparoscopic portal was closed using 2 simple interrupted sutures (0 USP poliglecaprone Monocryl®)^p, the incision was closed distally in a 4 layer pattern, closing first the peritoneum and transverse muscle in a simple interrupted pattern (2–0 USP poliglecaprone Monocryl®)^p, then the internal abdominal oblique muscle in a simple interrupted pattern second (2–0 USP poliglecaprone Monocryl®)^p, the external abdominal oblique muscle in a continuous pattern third (2–0 USP poliglecaprone Monocryl®)^p, and finally the subcutaneous tissue and the skin in a simple interrupted pattern (0 USP poliglecaprone Monocryl®)^p. Parts of the uterine tissue, including the mass, were sent to histopathologic examination as well as a uterine swab for microbial culture.

Postoperative care

Medical management was initiated with procain penicillin G (Procain Penicillin G®, 22.000 IU/kg IM once daily)^a, gentamicin (Gentacin®, 6.6 mg/kg IV once daily)^j, flunixin-meglumine (Finadyne®, 1.1 mg/kg orally twice daily)^k and omeprazole (Gastrogard®, 4 mg/kg orally, once daily)^l for five days postoperatively. Feeding was started six hours after surgery. The postoperative clinical course remained uneventful and no bleeding per vaginum occurred. PCV and TP were monitored twice daily postoperatively, anemia improved gradually over the first week. CBC and SBC were unremarkable except for a mildly increased creatine kinase (CK) of 533 U/L (rr 10–350 U/L) four days post operationem. The mare was discharged 9 days after surgery and the wound had healed per primam. Bacterial culture of the uterine lumen, taken during surgery, showed no growth. The recommended exercise was stall rest for a further two weeks, followed by pasture exercise.

Pathology

Macroscopic examination of the uterus yielded a firm 12 cm mass within the myometrium. Histopathologic diagnosis was a benign uterine leiomyoma without indication of malignancy.

Discussion

The here presented case describes the rare occurrence of a severe haemorrhage from the vulva as the predominant complaint, caused by a benign uterine neoplasia in a horse. In the case history, no signs of previous gynaecologic disease were reported. Vaginal discharge (Broome et al. 1992, Santschi and Slone 1994, Brandstetter et al. 2005, Heijltjes et al. 2009), abdominal discomfort (Bonfig and Ingenhorst 1992), infertility and uterine bleeding are the most common symptoms of uterine leiomyoma (Hoffsis et al. 1986, Broome et al. 1992, Brandstetter et al. 2005, Heijltjes et al. 2009). One mare with a concurrent mummified foetus, caused by the mass, has also been reported (Heijltjes et al. 2009). In this case, previous symptoms may have been missed, as the pony mare was living on pasture without being used for breeding or riding. Admission occurred during winter, and the mare showed signs of pronounced hormonal imbalances, as the

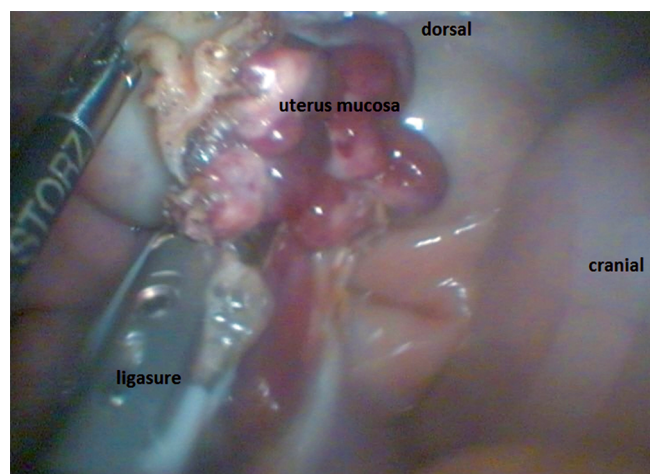


Fig. 3 Sealing of the uterus mucosa with the Ligasure® | Verschluss der Uterusmucosa mittels Ligasure®

cervix was opened widely and allowed for passage of the examiners' hand. In the transrectal ultrasonography, neither of the ovaries revealed any hormonal activities, represented either by follicles or a corpus luteum. Haemorrhage was severe and onset of bleeding acute, but previous low-grade uterine bleeding could not be ruled out. Sexual hormones were not determined preoperatively, which might have been helpful for evaluating the cyclic activity, but results would not have influenced the decision for the required surgical procedure. Degenerative alterations and fibrosis of the endometrium are known to cause an increased susceptibility to uterine infections and hormonal disturbances (Troedsson et al. 1993). In the current case, endometrial culture was without microbial growth. However, clinical symptoms suggest endometrial dysfunction and hormonal imbalances despite the absence of bacteria. The dilated cervix likely enabled the blood clots in the uterus lumen to drop out at night, and during the hysteroscopy the next day a clear view was obtained without uterus lavage. Haemorrhage was visible on the endometrial surface, but the source of bleeding was obscured by the large mass, which made haemostasis with, for instance, the use of laser technique, an infeasible option (Campos et al. 2018).

Leiomyomas are not necessarily visible intraluminally, as they originate in the uterine wall, are located intramurally, and arise from the smooth muscle layer of the uterus (Protic et al. 2016). Histopathology of a biopsy is required for definitive diagnosis, but full-thickness tissue sampling via endoscopy can be difficult, as exemplified by the present case, which revealed merely endometrial necrosis. The size of the instrument channel (2.8 mm diameter) was the limiting factor and it proved impossible to obtain a deeper biopsy. Due to the appearance of the mass and its bleeding behaviour, a tumour was suspected and partial ovariectomy was performed. While surgical removal of the right uterine horn in conjunction with the ovary was facilitated, it was not deemed necessary to perform a unilateral ovariectomy, as the ovary was not suspected to be affected, in this case. A histopathologic examination of removed tissue confirmed the uterine mass to be a leiomyoma.

In humans, uterine leiomyomas are thought to develop due to an inappropriate inflammatory response to physiological injuries of the uterus during menstruation, ovulation, and implantation or harmful stimuli, mechanical forces, hypoxia or oxidative stress (Islam et al. 2018). As a consequence of injury, myofibroblasts produce extracellular matrix (ECM) in order to repair the defect. If concurrent chronic inflammation in the uterus occurs, excessive production of ECM may occur, resulting in pathologic fibrosis, which may then lead to the development of leiomyomas (Wegienka 2012). Progesterone and estrogen are known to be important stimulating regulators of uterine leiomyoma growth (Islam et al. 2013). Also involved in the development of uterine leiomyomas are, assumedly, genetic and epigenetic factors, risk factors as heredity, and nulliparity. Primary diseases, such as obesity, polycystic ovary syndrome, diabetes, and hypertension, are associated with increased risk of this tumour (Okolo 2008). Considering the existence of these risk factors in humans, they could also have contributed to the leiomyoma in the pony, as the mare was nullipara, retired, and overweight. An underlying equine metabolic syndrome (EMS) could not be ruled out, but further diagnostics have not been performed.

Increased uterine bleeding as the predominant symptom of leiomyoma is considered very common in women but not horses, which may be due to the physiologic menorrhagia in women, which is absent in mares (Hughes et al. 1975).

In mares presenting with haemorrhage from the urogenital tract, a leiomyoma should be considered as a differential diagnosis. Patients should first be examined thoroughly by transrectal palpation of the urogenital tract and transrectal ultrasonographic examination, followed by hysteroscopy and biopsies for histopathology. When a leiomyoma is diagnosed, prompt treatment should be initiated.

Currently, in humans, the most common applied technique is an organ-preserving surgery for women who wish to maintain their fertility. Myomectomy can be performed via hysteroscopy or via abdominal, laparoscopic myomectomy (Closon and Turlandi 2016). Fertility sparing approaches may have a tremendous impact on the quality of life in humans, and alternative treatments to surgical intervention have recently been developed (Lewis et al. 2018, Kröncke and David 2019).

In horses, the most practicable treatment is partial ovariectomy, which does not prevent further breeding because, in contrast to humans, horses have a uterus bicornis. Successful pregnancy in two mares after partial hysterectomy has been reported (Santschi and Slone 1994). Hence, in our case, fertility sparing was not an issue for the described patient. In younger horses, removal of the ipsilateral ovary might be chosen to prevent the horse from ovulating on a side with no uterus, and so to eliminate the possibility of nonfertile oestrus. Nevertheless, it should be noted that fertility in mares does decrease after a partial hysterectomy, proportionate to the amount of horn removed (McDowell et al. 1988). Standing laparoscopy procedure was performed, thus avoiding general anesthesia, and allowing for minimal invasive approaches and an improved overview of the abdominal cavity during surgery, compared to laparotomy. After morcellation of the uterus horn and mass within the plastic drape, thus reducing the risk of the tumour spreading, the tissue was removed through an enlarged incision. In cases with large tumour sizes, a midline laparotomy can be considered, following the laparoscopy. Morcellation is a common surgical procedure to reduce the uterus size and to remove smaller parts of tissue via minimally invasive approaches or through the vagina, but uncontained morcellation has been scrutinized, due to the risk of the tumour spreading in malignant neoplasms. In women, preoperative evaluation includes imaging, cervical cancer screening, and endometrial tissue sampling to assess the risk of malignancy (ACOG Committee Opinion No. 770 Summary: Uterine Morcellation for Presumed Leiomyomas 2019). Theoretically, it would have been possible to exteriorize the ovary and uterus horn through an enlarged incision after partial resection of the mesovarium and mesometrium, and to perform a partial hysterectomy extra-abdominally, instead of intra-abdominally (Janicek et al. 1991, Marchionatti et al. 2016). However, the size of the mass required a much larger incision than necessary in the described technique.

Bacterial culture prior to surgery was unfortunately not performed, as bacterial infection seemed not to be a clinical problem. Since *b*-haemolytic streptococci, *E. coli*, *Pseudo-*

monas aeruginosa and Klebsiella pneumoniae are common bacteria isolated from the uterus (Albihn et al. 2003, Skive et al. 2017) treatment with a broad-spectrum antibiotic with penicillin and gentamicin was initiated. The uterine swab taken during surgery for microbial culture did not reveal bacterial growth. To prevent retrograde infection, the mucosa was sealed using the ligasure, while the uterus was oversewed.

Severe vaginal bleeding caused by a uterine leiomyoma is a rare complaint in mares. Uterine neoplasms can be diagnosed based on a thorough clinical examination, in combination with transrectal ultrasonography and hysteroscopy. Leiomyomas have a favourable prognosis after successful surgery, due to their benign character and low potential for recrudescence.

In conclusion, hand-assisted laparoscopy in the standing horse offers an excellent way of performing a unilateral ovariectomy combined with a partial hysterectomy.

Acknowledgements

The authors would like to thank Catherine R. Craven for correcting the English language.

Manufacturers' addresses

- ^a Detogesic® 10 mg/ml: Zoetis, Schellingstraße 1, 10785 Berlin, Germany
- ^b Torbugesic® Vet: Zoetis, Schellingstraße 1, 10785 Berlin, Germany
- ^c NaCl 0,9% B. Braun®: B. Braun Melsungen AG, Carl-Braun-Straße 1, 34212 Melsungen, Germany
- ^d Sonosite®: FUJIFILM Sonosite GmbH, Amelia-Mary-Earhart-Strasse 8, 60549 Frankfurt, Germany
- ^e KARL STORZ SE & Co. KG, Dr.-Karl-Storz-Straße 34, 78532 Tuttlingen, Germany
- ^f Phenylbutazon® 200 mg/ml: medistar, Lüdinghauser Straße 23, 59387 Ascheberg, Germany
- ^g Procain-Penicillin-G® 300,0 mg/ml: bela-pharm GmbH & Co. KG, Lohner Straße 19, 49377 Vechta, Germany
- ^h Meaverin® 20 mg/ml, PUREN Pharma GmbH & Co. KG, Willy-Brandt-Allee 2, 81829 München
- ⁱ Lidocainhydrochlorid 2%®: bela-pharm GmbH & Co. KG, Lohner Straße 19, 49377 Vechta, Germany
- ^j Gentacin® 85 mg/ml: bela-pharm GmbH & Co. KG, Lohner Straße 19, 49377 Vechta, Germany
- ^k Finadyne® Paste 50 mg/g: Intervet Deutschland GmbH, Feldstraße 1, 85716 Unterschleißheim, Germany
- ^l Gastrogard® 37%: Merial GmbH Am Söldnermoos 6, 85399 Hallbergmoos, Germany
- ^m Raucodrape® 120 × 120 cm: Wirtschaftsgenossenschaft deutscher Tierärzte eG, Siemensstraße 14, 30827 Garbsen, Germany
- ⁿ Ligasure®: Covidien Deutschland GmbH, Werk Neustadt, A Medtronic Company, Gewerbepark 1 93333 Neustadt an der Donau, Germany
- ^o Polysorb®: Covidien Deutschland GmbH, Werk Neustadt, A Medtronic Company, Gewerbepark 1 93333 Neustadt an der Donau, Germany
- ^p Monocryl®: Johnson & Johnson Medical GmbH ETHICON Hummelbütteler Steindamm 71, 22851 Norderstedt, Germany

References

- ACOG Committee (2019) Opinion No. 770 Summary: Uterine Morcellation for Presumed Leiomyomas. *Obstetrics and gynecology* 133, 604–605
- Albihn A., Båverud V., Magnusson U. (2003) Uterine microbiology and antimicrobial susceptibility in isolated bacteria from mares with fertility problems. *Acta Vet. Scand.* 44, 121–129; DOI 10.1186/1751-0147-44-121
- Berezowski C. (2002) Diagnosis of a uterine leiomyoma using hysteroscopy and a partial ovariohysterectomy in a mare. *Can. Vet. J.* 43, 968–970
- Bonfig H., Ingenhorst I. (1992) Operative Entfernung eines gestielten Uterustumors bei einer Eselstute. *Tiereärztl. Praxis* 20, 65–68
- Bracher V., Mathias S., Allen W. R. (1992) Videoendoscopic evaluation of the mare's uterus: II. Findings in subfertile mares. *Equine Vet. J.* 24, 279–284; DOI 10.1111/j.2042-3306.1992.tb02835.x.
- Brandstetter L. R., Doyle-Jones P. S., McKenzie H. C. (2005) Persistent vaginal haemorrhage due to a uterine leiomyoma in a mare. *Equine Vet. Educ.* 17, 156–158; DOI 10.1111/j.2042-3292.2005.tb00358.x
- Broome T. A., Allen D., Baxter G. M., Pugh D. G., Mahaffey E. (1992) Septic metritis secondary to torsion of a pedunculated uterine fibroleiomyoma in a filly. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 200, 1685–1688
- Campos F. H. d. O., Ferreira L. B., Romano M. M., Moreira M. S., Eduardo C. d. P., Ramalho K. M. (2018) Immediate laser-induced hemostasis in anticoagulated rats subjected to oral soft tissue surgery: a double-blind study. *Braz. Oral Res.* 32, e56; DOI 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0056
- Closon F., Tulandi T. (2016) Uterine myomata: Organ-preserving surgery. *Clin. Obstet. Gyn.* 35, 30–36; DOI 10.1016/j.bpobgyn.2015.09.005
- Frazer G. S. (2005) Differential diagnosis for vaginal haemorrhage in the mare. *Equine Vet. Educ.* 17 153–155; DOI 10.1111/j.2042-3292.2005.tb00357.x
- Heijltjes J. M., Rijkenhuizen A. B. M., Hendriks W. K., Stout T. A. E. (2009) Removal by laparoscopic partial ovariohysterectomy of a uterine leiomyoma assumed to have caused fetal death in a mare. *Equine Vet. Educ.* 21, 198–203; DOI 10.2746/095777309X419315
- Hoffsis G. F., Davis G. W., Saint-Jean G. (1986) Leiomyoma of the uterus of a mare. *Can. Vet. J.* 27, 319–320
- Hughes J. P., Stabenfeldt G. H., Evans J. W. (1975) The oestrous cycle of the mare. *Reprod. Fertil. Suppl.* 23, 161–166
- Islam M. S., Ciavattini A., Petraglia F., Castellucci M., Ciarmela P. (2018) Extracellular matrix in uterine leiomyoma pathogenesis: a potential target for future therapeutics. *Hum. Reprod. Update* 24 59–85; DOI 10.1093/humupd/dmx032
- Islam M. S., Protic O., Giannubilo S. R., Toti P., Tranquilli A. L., Petraglia Castellucci M., Ciarmela P. (2013) Uterine leiomyoma: available medical treatments and new possible therapeutic options. *Clin. Endocrinol. Metabol.* 98, 921–934; DOI 10.1210/jc.2012-3237
- Janicek J. C., Rodgerson D. H., Boone B. L. (2004) Use of a hand-assisted laparoscopic technique for removal of a uterine leiomyoma in a standing mare. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 225, 911–914, 880; DOI 10.2460/javma.2004.225.911
- Kröncke T., David M. (2019) MR-Guided Focused Ultrasound * in Fibroid Treatment – Results of the 4th Radiological-Gynecological Expert Meeting. *Geburtsh. Frauenheilk.* 79, 693–696; DOI 10.1055/a-0893-4752
- Lewis T. D., Malik M., Britten J., San Pablo A. M., Catherino W. H. (2018) A Comprehensive Review of the Pharmacologic Management of Uterine Leiomyoma. *BioMed Res. Int.* 2414609; DOI 10.1155/2018/2414609
- McDowell K. J., Sharp D. C., Grubbaugh W., Thatcher W. W., Wilcox C. J. (1988) Restricted conceptus mobility results in failure of pregnancy maintenance in mares. *Biol. Reprod.* 39, 340–348; DOI 10.1095/biolreprod39.2.340

- Okolo S. (2008) Incidence, aetiology and epidemiology of uterine fibroids. *Clin Obstetr. Gynaeco.* 22, 571–588; DOI 10.1016/j.bpobgyn.2008.04.002
- Prell M., Ellerbrock R. E., Canisio I. F. (2016) Hemorrhagic Vulvar Discharge Caused by Vestibule Trauma in a Nonpregnant Thoroughbred Mare. *J. Equine Vet. Sci.* 43, 44–47; DOI 10.1016/j.jevs.2016.04.011
- Protic O., Toti P., Islam M. S., Occhini R., Giannubilo S. R., Catherino W. H., Petraglia F., Ciavattini A., Castellucci M., Hinz B., Ciarmela P. (2016) Possible involvement of inflammatory/reparative processes in the development of uterine fibroids. *Cell Tissue Res.* 364, 415–427; DOI 10.1007/s00441-015-2324-3
- Rambags B. P. B., Stout T. A. E., Rijkenhuizen A. B. M. (2003) Ovarian granulosa cell tumours adherent to other abdominal organs; surgical removal from 2 warmblood mares. *Equine Vet. J.* 35, 627–632; DOI 10.2746/042516403775467261
- Rijkenhuizen A. B. M., Grinwis G. C. M. (1999) Castration of the stallion: Preferably in the standing horse by laparoscopic techniques? *Pferdeheilkunde* 15, 425–429; DOI 10.21836/PEM19990504.
- Romagnoli S. E., Momont H. W., Hilbert B. J., Metz A. (1987) Multiple recurring uterocervical leiomyomas in two half-sibling Appaloosa fillies. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 191, 1449–1450
- Santschi E. M., Slone D. E. (1994) Successful pregnancy after partial hysterectomy in two mares. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 205, 1180–1182
- Schneeweiss W., Krump L., Metcalfe L., Ryan E., Beltman M., Jahns H., David F. (2015) Endoscopic-assisted resection of a pedunculated uterine leiomyoma with maximal tissue preservation in a cow and a mare. *Vet. Surg.* 44, 200–205; DOI 10.1111/j.1532-950X.2014.12257.x
- Skive B., Rohde M., Molinari G., Braunstein T. H., Bojesen A. M. (2017) *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* Invades and Survives in Epithelial Cells. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 7, DOI 10.3389/fcimb.2017.00465
- Smith Bradford P. (Hrg.) (2015) Large animal internal medicine. 5. edition. St. Louis, Mo.: Elsevier
- Smith F. L., Magdesian K. G., Michel A. O., Vaughan B., Reilly C. M. (2018) Equine idiopathic hemorrhagic cystitis: Clinical features and comparison with bladder neoplasia. *J. Vet. Int. Med.* 32, 1202–1209; DOI 10.1111/jvim.15121
- Troedsson M. H., deMoraes M. J., Liu I. K. (1993) Correlations between histologic endometrial lesions in mares and clinical response to intrauterine exposure with *Streptococcus zooepidemicus*. *Am. J. Vet. Res.* 54, 570–572
- Vienenkötter J., Siudak K., Stallenberger L., Herden C. (2017) Renal neoplasia in horses - a retrospective study. *Tieraerzt. Praxis. G.* 45, 290–295; DOI 10.15653/TPG-161091
- Wegienka G. (2012) Are uterine leiomyoma a consequence of a chronically inflammatory immune system? *Med. Hypothes.* 79, 226–231; DOI 10.1016/j.mehy.2012.04.046
- White R. A., Gerring E. L., Jackson P. G., Noakes D. E. (1984) Persistent vaginal haemorrhage in five mares caused by varicose veins of the vaginal wall. *Vet. Rec.* 115, 263–264; DOI 10.1136/vr.115.11.263
- Yang Q., Mas A., Diamond M. P., Al-Hendy A. (2016) The Mechanism and Function of Epigenetics in Uterine Leiomyoma Development. *Reprod. Sci.* 23, 163–175; DOI 10.1177/1933719115584449
- Zantigh A. J., Gaughan E. M., Bain F. T. (2012) Case report: squamous cell carcinoma of the urinary bladder in a horse. *Compendium* 34, E1–5.

Erweiterte Zusammenfassung

Hand-assistierte laparoskopische partielle Ovariohysterektomie bei einer stehenden Stute mit Blutungen durch ein uterines Leiomyom

Bei der Abklärung von Hämorrhagien aus der Vulva kommen differentialdiagnostisch verschiedene Ursachen in Betracht. Abgesehen von Störungen der Trächtigkeit muss eine Blutung aus der Vulva zunächst von einer Hämaturie differenziert werden; eine Blutung kann ihren Ursprung in Nieren, Ureteren, Blase, Uterus, Cervix und Vagina haben. Im Vergleich zum Menschen und anderen Hausäugetieren sind uterine Neoplasien selten bei Equiden; wenn sie jedoch auftreten, sind bei Pferden Leiomyome am häufigsten beschrieben. Die Symptomatik ist vielfach unspezifisch und geht mit Unfruchtbarkeit, sekundärer Metritis, persistierendem hämorrhagischen Vaginalausfluss und Aborten einher. Leiomyome sind in der Humanmedizin die am häufigsten vorkommenden, benignen Uterustumoren mit einer Inzidenz von bis zu 70% im gebärfähigen Alter. Sie zeichnen sich durch verstärkte Menstruationsblutungen, Infertilität, Unterbauchschmerzen, Druckgefühl und Harninkontinenz aus. Zum Erhalt der Fertilität werden sowohl chirurgische Eingriffe durchgeführt, als auch medikamentöse Therapien angewandt. Der vorliegende Fallbericht beschreibt das seltene Auftreten starker Blutungen bei einer Stute, die durch ein benignes, uterines Leiomyom hervorgerufen wurden. Die 22-jährige Reitponystute wurde im Notdienst nach plötzlich einsetzender, hochgradiger Blutung aus der Vulva vorgestellt. Laut Anamnese war die nullipare Stute bis zu diesem Zeitpunkt klinisch unauffällig. Es waren keine Vor Erkrankungen und keine Zykusanomalien bekannt. Das Pony wurde auf der Weide gehalten und altersbedingt nicht mehr geritten. Eine vorliegende Trächtigkeit konnte ausgeschlossen werden. In der Eingangsuntersuchung konnte die vorberichtlich beschriebene, ausgeprägte Blutung nachvollzogen werden. An beiden Hinterbeinen und dem Schweif der Stute zeigten sich große Mengen anhaftender Blutkoagula. Die Laboruntersuchungen (Hämatologie, klinische Chemie) diagnostizierten eine moderate Blutungsanämie. Als Herkunft der Hämorrhagie konnte der Uterus identifiziert werden, die vaginale Adspektion mittels Spekulum zeigte einen anhaltenden Blutfluss aus der geöffneten, für eine Hand passierbaren Cervix uteri. In der darauffolgenden transrektalen Untersuchung wurde eine vom Ovar abgrenzbare, solide Umfangersvermehrung des rechten Uterushorns von ungefähr 10 cm Durchmesser palpirt. Ultraschographisch stellte sich die Zubildung homogen dar und von der Uteruswand ausgehend. Das übrige Uterusgewebe war von normaler Größe und Struktur. Beide Ovarien waren unauffällig und ohne darstellbare, hormonell aktive Funktionskörper. Die weiterführenden Untersuchungen mittels Hysteroskopie und endoskopischer Entnahme einer Biopsie über den Arbeitskanal konnten die Verdachtsdiagnose einer Neoplasie nicht sicher bestätigen. Aufgrund der Größe des Tumors und der intramuralen Lokalisation war die Zugänglichkeit zur Entnahme einer Probe mit ausreichender Gewebetiefe limitiert. Deshalb wurde, mit dem Verdacht auf eine Neoplasie, eine partielle Ovariohysterektomie mit vollständiger Entnahme des Tumors am stehenden Pferd laparoskopisch erfolgreich durchgeführt. Die histopathologische Untersuchung der Umfangersvermehrung identifizierte ein benignes Leiomyom. Der unmittelbare postoperative Verlauf war ohne Komplikationen, auch 4 und 18 Monate nach Entlassung war das Allgemeinbefinden der Stute ungestört. Hochgradige Blutungen als Leitsymptom eines uterinen Leiomyoms treten bei Stuten selten auf. Neoplasien des Uterus können durch eine gründliche klinische Untersuchung in Kombination mit transrektaler Sonographie des Urogenitaltraktes und hysteroskopischer Darstellung diagnostiziert werden. Dieser Fallbericht zeigt den günstigen Verlauf für Stuten mit starken Blutungen, ausgelöst durch benigne Uterustumoren, bei zeitnah durchgeführter, laparoskopischer Ovariohysterektomie mit partieller Hysterektomie. Wie in zwei Fällen gezeigt werden konnte, schließt die partielle Hysterektomie zudem bei Stuten eine spätere Trächtigkeit und Geburt eines gesunden Fohlens nicht aus, abhängig von der Größe des resezierten Gewebenteils. Uterine Leiomyome haben nach erfolgreicher Entfernung insgesamt eine sehr gute Prognose aufgrund ihres benignen Charakters und ihrem geringen Potential zur Rezidivbildung.

Schlüsselwörter: Pferd, uterines Leiomyom, Blutung, Laparoskopie, Ovariohysterektomie

Untersuchung zum Vorkommen einer Bakteriämie im Rahmen von Schneide- und Hengstzahnextraktionen beim Pferd

Astrid Bienert-Zeit, Isabelle Kern und Claus Peter Bartmann

Klinik für Pferde der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Zusammenfassung: Die Extraktion von Schneide- und Hengstzähnen zählt zu den häufigen chirurgischen Eingriffen in der Pferdemedizin. Mit der vorliegenden Studie wurde untersucht, welche bakteriellen Erreger an den erkrankten Zähnen nachweisbar waren und ob operierte Pferde intra- und postoperativ eine Bakteriämie mit möglicher klinischer Relevanz aufwiesen. Extrahierte Zähne wiesen bakterielle Mischinfektionen mit einem hohen Prozentsatz gramnegativer anaerober Erreger auf. 8 von 10 Pferden zeigten während des chirurgischen Eingriffs eine Bakteriämie in Form einer positiven Blutkultur. Die aus dem Blut isolierten Keime waren häufig die gleichen, wie die auf der Zahnoberfläche nachgewiesenen. Klinisch relevante Komplikationen, die mit dieser Bakteriämie einhergehen, sind möglich, treten jedoch selten auf. Antibiotika sollten daher im Rahmen von Schneide- und Hengstzahnextraktionen beim Pferd in erster Linie eingesetzt werden, wenn bereits lokal ausgeprägte infektiös-entzündliche Prozesse vorliegen oder systemische Auswirkungen im Sinne einer Sepsis das Allgemeinbefinden des Tieres beeinträchtigen.

Schlüsselwörter: Pferd, Zahnerkrankung, Extraktion, EOTRH, mikrobiologische Untersuchung, Anaerobier, Komplikationen

Incidence of bacteraemia in the context of incisor and canine tooth extraction in the horse

Extraction of incisor and canine teeth is one of the most commonly performed surgical procedures in equine medicine. The present study aimed to investigate the types of bacteria found on the surface of diseased teeth and the occurrence of intra- or postoperative bacteraemia with a possible clinical relevance in operated horses. Extracted teeth showed mixed infections with a high percentage of gram-negative anaerobic bacteria. Transient bacteraemia occurred in 8 of 10 horses with every sort of manipulation on the tooth itself or its periodontium. Isolated bacteria from blood samples often corresponded with those found on the dental surface. Complications of clinical relevance associated with the detected bacteraemia are possible but rare. The use of antibiotics in horses undergoing incisor or canine tooth extraction should therefore be limited to those cases, where pronounced inflammation and infection are present locally or where systemic signs of sepsis impair the horses general health.

Keywords: horse, dental disease, equine, extraction, EOTRH, microbiological examination, anaerobic bacteria, complications

Zitation: Bienert-Zeit A., Kern I., Bartmann C. P. (2020) Untersuchung zum Vorkommen einer Bakteriämie im Rahmen von Schneide- und Hengstzahnextraktionen beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 36, 502–510; DOI 10.21836/PEM20200603

Korrespondenz: PD Dr. Astrid Bienert-Zeit, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Klinik für Pferde, Abt. Zahn- und Sinuschirurgie, Bünteweg 9, 30559 Hannover; astrid.bienert@tiho-hannover.de

Eingereicht: 9. August 2020 | **Akzeptiert:** 4. September 2020

Einleitung

Pathologien der Schneidezähne besitzen beim Pferd als angeborene oder erworbene Erkrankungen eine hohe Relevanz und sind dabei der klinischen und bildgebenden Diagnostik gut zugänglich. Therapeutisch ist neben restaurativen Maßnahmen wie Einschleifen der klinischen Zahnkrone, Osteosynthese im Bereich der Alveole oder endodontischen Verfahren nicht selten die Extraktion eines veränderten Schneidezahns angezeigt. Dies gilt vor allem bei Polyodontien, intraalveolären oder die Pulpa betreffenden Zahnfrakturen und der als EOTRH bezeichneten equinen odontoklastischen Zahnresorption und Hyperzementose (Dixon 2016, Vogt et al. 2016, Bartmann und Bienert-Zeit 2017). Vor allem letztere Erkrankung erfordert im fortgeschrittenen Stadium nicht selten

die Extraktion aller Inzisivi. Damit gehört die Entfernung von Schneidezähnen als dentalchirurgischer Eingriff beim Pferd zu den häufigen Operationen in der tierärztlichen Praxis. Hengstzähne sind insgesamt seltener erkrankt als Schneidezähne (Dixon et al. 1999).

Die Extraktion von Schneide- und Hengstzähnen erfolgt überwiegend am stehenden und sedierten Pferd unter zusätzlicher Leitungs- und Lokalanästhesie (Rucker und Wilson 2009, Rawlinson und Earley 2013, Dixon 2016). Komplikationen treten im Zusammenhang mit der Extraktion dieser Zähne seltener auf und sind leichter zu beherrschen als bei den Backenzähnen (Vogt et al. 2016). Probleme entstehen vor allem lokal durch verbliebene Zahnreste in der Alveole und Sequesterformationen des alveolären Knochens. Beides führt zu einer

verzögerten oder ausbleibenden Wundheilung, meistens ohne negative systemische Auswirkungen auf den Patienten.

Zur Notwendigkeit der parenteralen oder peroralen Applikation von chemotherapeutisch oder antibiotisch wirksamen Medikamenten bei Pferden, denen einer oder mehrere Schneide- bzw. Hengstzähne extrahiert werden, wird in der Literatur kaum Stellung bezogen. Begleitend zur Totalextraktion der Schneidezähne bei EOTRH geben einzelne Autoren jedem Pferd für sieben bis zehn Tage Antibiotika, um eine Infektion zu verhindern (Rawlinson und Earley 2013, Rawlinson und Carmalt 2014). Werden nur einzelne Schneidezähne entfernt, wird die peri- und postoperative Antibiotikagabe laut dieser Autoren vom Einzelfall, der OP-Technik und der Präferenz des Chirurgen abhängig gemacht (Rawlinson und Carmalt 2014).

Allerdings gilt grundsätzlich, dass der Einsatz von antibiotisch wirksamen Substanzen nur in Fällen gerechtfertigt ist, in denen eine tatsächliche medizinische Indikation besteht und die jeweilige Substanz gezielt ausgewählt wurde (Bundestierärztekammer 2015). Vor dem Hintergrund der wachsenden Zahl an Antibiotika-Resistenzen in Human- und Veterinärmedizin sollte der systemische und lokale Einsatz von antimikrobiell wirksamen Stoffen kritisch überdacht und weitestgehend reduziert werden.

Als Alternative oder Ergänzung wird auch die Spülung des OP-Bereiches vor der Extraktion, sowie der entstandenen Wundbereiche und des umgebenden Gewebes direkt nach der Operation mit antimikrobiell wirksamen Lösungen wie z. B. Chlorhexidin beschrieben (Rawlinson und Carmalt 2014, Vogt et al. 2016). Das Ziel dieser Maßnahmen ist die Reduktion der bakteriellen Kontamination des OP-Feldes und die Entfernung von Debris und Bakterien aus den Wunden (Rawlinson und Earley 2013).

Mit der vorliegenden Studie sollte nicht nur untersucht werden, welche bakteriellen Erreger an den erkrankten Zähnen nachweisbar waren, sondern auch, ob intra- und postoperativ bei Schneide- und Hengstzahnextraktionen des Pferdes eine Bakteriämie auftritt und diese eine klinische Relevanz für die Tiere hat. Dadurch wurde eine Hilfestellung für die Auswahl, aber auch für einen möglichen Verzicht antibiotisch wirksamer Substanzen bei diesen Patienten erwartet.

Material und Methode

Patienten

In die Untersuchung wurden zehn adulte Pferde einbezogen, die aufgrund einer Erkrankung der Schneide- oder Hengstzähne an der Klinik für Pferde der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover vorgestellt wurden. Sie hatten innerhalb der vorangegangenen vier Wochen kein antimikrobielles Chemotherapeutikum oder Antibiotikum erhalten.

Bei den Pferden handelte es sich um acht Stuten und zwei Wallache mit einem Durchschnittsalter von 18,8 Jahren. Es waren darunter zwei Hannoveraner Warmblutpferde, zwei Arabische Vollblüter sowie jeweils ein Pferd der Rasse Knabstrupper, Is-

länder, Englisches Vollblut, Deutsches Reitpony, Shetlandpony und Hunter mit einem mittleren Körpergewicht von 470 kg.

Präoperative Untersuchung

Neben einer klinischen Allgemeinuntersuchung wurden die Pferde einer speziellen Untersuchung des Kopfes und der Maulhöhle unterzogen. Falls es für die Diagnosestellung notwendig war, wurden darüber hinaus röntgenologische Aufnahmen der Schneide- bzw. Hengstzähne angefertigt. Nach Auswertung der Untersuchungsbefunde wurde eine Diagnose gestellt und die zu extrahierenden Zähne bestimmt.

Vorbereitung und Durchführung des chirurgischen Eingriffes

Für den chirurgischen Eingriff wurden die Pferde in einen Untersuchungsstand verbracht. Beide Drosselrinnen wurden aseptisch vorbereitet und je ein Venenverweilkatheter in die Vena jugularis eingebracht, der mit einer kurzen Heidelberger Verlängerung versehen und an der Haut fixiert wurde. Der Katheter in der linken Vena jugularis wurde zur Medikamentenapplikation genutzt. Der Katheter in der rechten Vena jugularis diente der aseptischen Blutprobenentnahme. Er wurde zusätzlich mit einer sterilen Inzisionsfolie abgedeckt und der Durchstechstopfen der Verlängerung auf dieser Folie platziert, um eine Kontamination durch das Haarkleid zu vermeiden.

Zur Analgesie erhielten die Pferde präoperativ Meloxicam (0,6 mg/kg KGW i.v., Melosolute®, CP-Pharma, Burgdorf). Diese analgetische Therapie mit Meloxicam wurde postoperativ über 3–5 Tage fortgeführt (0,6 mg/kg KGW p.o. 1 × tgl., Melosus®, CP-Pharma, Burgdorf). Die für den Eingriff erforderliche Sedierung wurde mit einem initialen Bolus von Romifidin (0,03 mg/kg KGW i.v., Sedivet®, Boehringer, Ingelheim) allein oder in Kombination mit Butorphanol (0,02 mg/kg KGW i.v., Alvegesic®, CP-Pharma, Burgdorf) begonnen und im Verlauf über einen Dauertropf mit Romifidin (0,05 mg/kg/h) und Butorphanol (0,04 mg/kg/h), zum Teil mit Ketamin (1,2 mg/kg/h, Narketan®, Vetoquinol, Ismaning) oder Midazolam (0,06 mg/kg/h, Midazolam®, ratiopharm, Ulm) aufrecht erhalten. Darüber hinaus wurde eine Lokalanästhesie der Gingiva, sowie je nach Lage des zu extrahierenden Zahnes bzw. der zu extrahierenden Zähne eine Leitungsanästhesie des Nervus infraorbitalis bzw. Nervus mentalis mit Lidocain durchgeführt.

Als Beginn der Extraktion wurde das Einschneiden der labial des erkrankten Zahnes gelegenen Gingiva definiert (Zeitpunkt T1). Im Folgenden wurden die Gingiva rund um die klinische Zahnkrone abgelöst, die Interdentalräume gespreizt und die periodontale Verbindung zwischen Zahn und Alveole mithilfe Beinscher Hebel gelöst, sodass die eigentliche Extraktion des Zahns mittels einer Zange mit lediglich geringem Kraftaufwand möglich war. Die vollständige Entfernung des Zahnes aus seinem Zahnfach wurde als Ende der Extraktion definiert.

Probennahme

Zu unterschiedlichen Zeitpunkten vor, während und nach dem dentalchirurgischen Eingriff wurden Blutproben für das

Ansetzen von Blutkulturen gewonnen. Die erste Probe (T0) wurde unmittelbar nach Einbringen des Venenverweilkatheters vor Beginn des chirurgischen Eingriffes entnommen. Weitere Probenentnahmen folgten eine (T1), fünf (T5) und 20 Minuten (T20) nach Beginn des Eingriffes. Nach abgeschlossener Extraktion wurde nach einer Wartezeit von zehn Minuten ohne weitere Manipulationen in der Maulhöhle eine Abschlussblutprobe (TE) gewonnen. Sofern die Extraktion mehrerer Schneidezähne notwendig war, wurde nur die Extraktion des jeweils ersten Zahnes in die Untersuchung einbezogen.

Zum Zeitpunkt jeder Blutprobenentnahme wurde eine verkürzte klinische Allgemeinuntersuchung des Pferdes bestehend aus Bestimmung der Herz- und Atemfrequenz, der Rektaltemperatur sowie der Farbe der Konjunktiven durchgeführt und die Befunde dokumentiert. Zusätzlich wurde überprüft, ob die Pferde schwitzen.

Zu jedem der genannten Zeitpunkte wurden 20 ml Blut unter sterilen Bedingungen über den Venenverweilkatheter aus der rechten Jugularvene entnommen. Die gewonnene Blutmenge wurde unmittelbar nach der Entnahme zu gleichen Teilen in zwei Blutkulturflaschen (Oxoid SIGNAL Blood Culture Medium, Thermo Fisher Diagnostics, Wesel) überführt.

Der extrahierte Zahn wurde nach der Entnahme aus der Maulhöhle sofort auf einem sterilen Mulltupfer platziert. An einer für die jeweilige Erkrankung repräsentativen Lokalisation wurde jeder Zahn mit einem sterilen, trockenen Wattetupfer beprobt, welcher anschließend in ein halbfestes Transportmedium (Uni-Ter Amies CLR) überführt wurde.

Überwachung der Patienten

Die Pferde wurden nach dem Eingriff für die Dauer des Klinikaufenthaltes (bzw. bei längerem Verbleib in der Klinik für maximal 48 Stunden) im Abstand von drei Stunden einer Allgemeinuntersuchung unterzogen.

Mikrobiologische Untersuchung

Die Tupferproben und Blutkulturflaschen wurden bis zum Abschluss der Operation bei Raumtemperatur gelagert. Danach wurden sie zur weiteren Bearbeitung dem Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover übergeben.

Die Tupferproben wurden auf unterschiedlichen Nährböden ausgestrichen und unter variablen atmosphärischen Bedingungen zum Nachweis aerober, mikroaerophiler und anaerober Bakterien bei 37°C bebrütet. Eine Beurteilung der beimpften Nährböden hinsichtlich des Keimwachstums erfolgte nach 24 und 48 Stunden. Zusätzlich wurde der Tupfer nach dem Ausstreichen zur Herstellung einer Anreicherungskultur in eine Nährbouillon überführt und über Nacht bei 37°C unter Normalatmosphäre bebrütet. Sofern sich in dem Flüssigmedium ein Keimwachstum einstellte, wurden wiederum Ausstriche nach oben genanntem Schema angefertigt. Kam es zu einem Keimwachstum auf einem oder mehreren Nährböden wurden Reinkulturen zur weiteren Differenzierung angelegt.

Die Blutkulturen wurden zunächst für eine Stunde bei 37°C bebrütet. Danach wurde ein Signalkammersystem der Firma Oxoid unter sterilen Bedingungen auf die Flaschen aufgesteckt. Im Folgenden wurden die Flaschen bei 37°C über Nacht geschüttelt.

Die Signalsysteme wurden regelmäßig auf den Aufstieg des Mediums aus der Flasche in die Signalkammer geprüft, welcher einen Hinweis für Keimwachstum darstellt. Erfolgte ein Aufstieg, wurde Material aus der Kammer entnommen und wie die Tupferproben auf unterschiedlichen Nährböden ausgestrichen und unter aeroben, mikroaerophilen und anaeroben Bedingungen bebrütet.

Sofern nach sieben Tagen kein Aufstieg von Medium erfolgt war, wurde zur Sicherung des negativen Ergebnisses eine Abschlusskultur angelegt. Wenn auch hier kein Keimwachstum erfolgte, wurde die entsprechende Blutkultur als negativ angesehen.

Ergebnisse

Befunde der präoperativen Untersuchungen

Die Allgemeinuntersuchung verlief bei allen Probanden ohne von der Norm abweichende Befunde.

Im Rahmen der Untersuchung der Schneide- und Hengstzähne der Probanden waren variable pathologische Befunde an Zähnen und Gingiva zu erheben. Häufigster abweichender Befund war eine Rötung der Gingiva, die bei sieben Pferden sichtbar war. Fünf Probanden zeigten zudem eine deutliche Gingivaretraktion. Weitere Befunde waren Auftreibungen im Wurzelbereich ($n = 3$), Zahnfrakturen mit geöffneter Pulpenposition ($n = 2$), Fisteln mit Austritt von eitrigem Exsudat ($n = 2$, Abb. 1), sowie Lockerungen des Zahnes in der Alveole ($n = 2$).

Bei neun der zehn Pferde wurden Röntgenaufnahmen der Schneide- bzw. Hengstzähne angefertigt. Hierbei waren aufgehellte Wurzelanteile bzw. der Verlust der Wurzelkontur bei sechs Probanden auffällig. Fünf Pferde zeigten darüber hinaus perialveolär radioluzenten Knochen. Je zwei Pferden wiesen Zubildungen im Wurzelbereich, Zahnfrakturen sowie radioluzente Areale im Kronen- und/oder Wurzelbereich auf (Abb. 2). Auf den Röntgenaufnahmen eines Pferdes war der Knochen periapikal verschattet.

Die Diagnosen, die anhand der Befunde von klinischer Untersuchung und bildgebender Diagnostik gestellt wurden, sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Aufgrund der jeweiligen Befunde und Diagnosen wurde die Indikation zur Extraktion der betroffenen Zähne gestellt.

Befunde der Patientenüberwachung während des Eingriffes und nach Ende der Operation

Alle Probanden wiesen während des gesamten Eingriffes physiologische Atem- und Herzfrequenzen auf. Die Konjunktivschleimhäute waren blassrosa. Neun der zehn Pferde schwitzten gering- bis mittelgradig, insbesondere im Kopf- und

Halsbereich. Nur ein Pferd wies eine leicht erhöhte Körpertemperatur von 38,2 °C auf, die Temperatur der übrigen Probanden lag im Normalbereich.

Nach Ende der Operation wurden die Pferde im Durchschnitt 31 Stunden ($\pm 12,8$ Stunden) überwacht, bevor sie aus der Klinik entlassen wurden. Lediglich die Körpertemperatur zeigte bei drei Probanden eine transiente geringgradige Erhöhung bis 38,4 °C, die 3–12 Stunden anhielt und selbstlimitierend war. Betroffen waren die Pferde Nr. 2, 9 und 10. Alle übrigen Vitalparameter waren während des gesamten Beobachtungszeitraumes im physiologischen Bereich.

Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen

Blutkultur

Insgesamt wurden bei den zehn Probanden 44 Blutproben zum Ansetzen von Blutkulturen gewonnen. Je nach Dauer des Eingriffes wurden vier bis fünf Proben pro Pferd entnommen. In 13 der 44 Blutkulturen konnte bakterielles Wachstum nachgewiesen werden, wobei sich die positiven Blutkulturen auf acht der zehn Probanden verteilten. Die bei diesen acht Pferden nachgewiesene Bakteriämie beschränkte sich auf den Zeitraum des chirurgischen Eingriffes, wobei der Zeitpunkt T1 mit sechs positiven Probanden die höchste Inzidenz für das Auftreten einer Bakteriämie aufwies. Alle Proben, die vor Beginn und nach Ende des Eingriffes gewonnen wurden, waren frei von bakteriellem Wachstum. Zwei Probanden (Pferd 8 und 10) zeigten zu keinem Zeitpunkt eine Bakteriämie.

Insgesamt konnten sieben Bakteriengattungen sowie ein kulturell-biochemisch nicht näher zu differenzierendes Isolat



Abb. 1 Erkrankte Schneidezähne Triadan 103 und 102 mit abnormer Vorwölbung im Wurzelbereich und interdentaler Fistelbildung mit eitriger Exsudation (Pfeilspitze) bei einem 22-jährigen Kleinpferd mit EOTRH; beachte zudem den für das Alter ungewöhnlich steilen Aufbisswinkel der Inzisivi. | Diseased incisors Triadan 103 and 102 with abnormal bulging of root area and interdental draining tract with purulent exudation (arrowhead) in a 22-year-old horse with EOTRH; note the unusually steep bite angle of the incisors for its age.

nachgewiesen werden. Bei drei dieser Isolate handelte es sich um obligate Anaerobier. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Blutkulturen der zehn Probanden zu den unterschiedlichen Probenentnahmezeitpunkten.

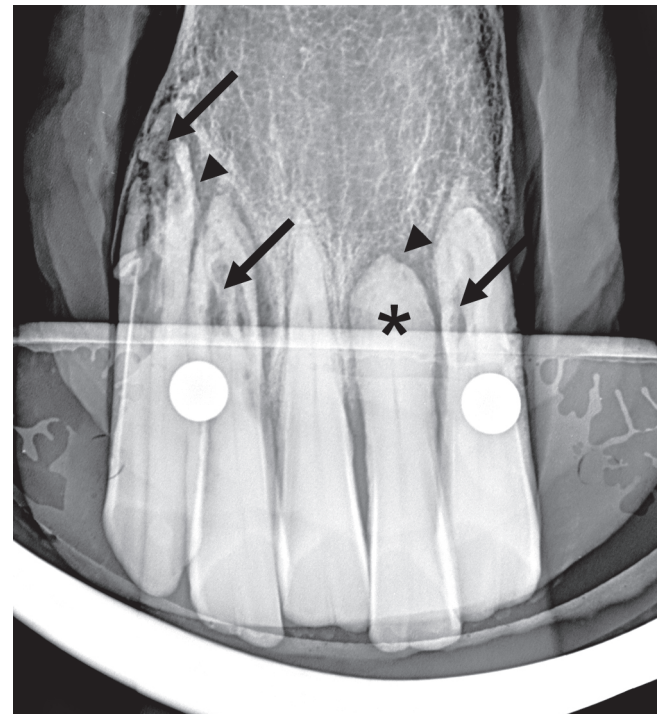


Abb. 2 Röntgenologische Darstellung erkrankter Unterkiefer-schneidezähne mittels Halbwinkeltechnik bei einer 19-jährigen Islandpferdstute mit EOTRH (Triadan 303 fehlt). Im Einzelnen lassen sich unruhige Aufhellungen (Pfeile), kolbige Auftreibungen im Bereich der Wurzeln (*) und verbreiterte periodontale Spalten (Pfeilspitzen) erkennen. | Radiograph of diseased mandibular incisors using bisecting angle technique in a 19-year-old Icelandic horse with EOTRH (Triadan 303 missing). Note the diffuse radiolucencies (arrows), bulging of root areas (*) and widened periodontal spaces (arrowheads).

Tab. 1 Art und Verteilung der Schneide- und Hengstzahnkrankungen bei zehn Probanden | Type and distribution of incisor and canine disease in 10 horses

Pferd Nr.	Erkrankter Zahn	Diagnose
1	204	Apikale Infektion; Kariöser Prozess der Zahnwurzel
2	103	Apikale Infektion; Kariöser Prozess der Zahnwurzel
3	102	Apikale Infektion; Kariöser Prozess der Zahnwurzel
4	203	Pulpitis; Kariöser Prozess der klinischen Zahnkrone
5	301	Querfraktur der klinischen Zahnkrone
6	103	EOTRH
7	403	EOTRH
8	203	Schrägfraktur der klinischen Zahnkrone mit Eröffnung der Pulpe
9	403	EOTRH
10	203	EOTRH

Tupferproben

Es wurde von jedem der 10 extrahierten Zähne eine Tupferprobe gewonnen und mikrobiologisch untersucht. Aus diesen Tupferproben konnten 15 verschiedene Bakteriengattungen isoliert werden. Darüber hinaus wurden drei weitere Isolate nachgewiesen, die kulturell-biochemisch nicht näher zu differenzieren waren. Es handelte sich um sieben grampositive und acht gramnegative Gattungen. Vier der nachgewiesenen Isolate sowie zwei der nicht näher differenzierbaren Gattungen waren obligate Anaerobier. Die nachgewiesenen Gattungen bzw. Spezies sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Bei allen acht Probanden, die positive Blutkulturen aufwiesen, war mindestens ein Keim nachweisbar, der auch aus der Tupferprobe des erkrankten Zahnes desselben Pferdes isoliert werden konnte.

Diskussion

Die Oberfläche der equinen Maulhöhle wird durch eine Vielzahl von Mikroorganismen besiedelt (Kennedy et al. 2016). Aerobe und anaerobe Bakterien wurden sowohl in der Maulhöhle gesunder als auch in der Maulhöhle zahnerkrankter Pferde nachgewiesen (Bailey und Love 1991), wobei die Proben von gesunden Pferden eine geringere Diversität aufwiesen (Kennedy et al. 2016). Vom Menschen ist allerdings bekannt, dass nur 50% der oralen Mikroflora mit herkömm-

lichen Techniken kultiviert werden können (Aas et al. 2005), was letztendlich auch für das Pferd nicht auszuschließen ist.

Eine Verschiebung der oralen Bakterienflora hin zu überwiegend anaeroben und gramnegativen Bakterien wird bei Pferden mit periapikalen Abszessen, nekrotischen Pulpen und Parodontalerkrankungen beschrieben (Mackintosh und Colles 1987, Bienert et al. 2003, Kennedy et al. 2016). Der Nachweis von überwiegend anaeroben, gramnegativen Keimen erfolgte auch aus Nasennebenhöhlen von Pferden mit sekundärer, dentogener Sinusitis (Bartmann et al. 2002, Bienert et al. 2003, Gergeleit et al. 2018). Bei Pferden mit der Schneidezahnerkrankung EOTRH wurden Bakterien aus dem sogenannten roten Komplex, wie *Porphyromonas gingivalis*, *Treponema* und *Tannerella* spp., signifikant häufiger isoliert als bei gesunden Pferden (Sykora et al. 2013). In der vorliegenden Studie erfolgte keine PCR zum DNA-Nachweis der genannten Bakterien. *Porphyromonas* sp. wurden jedoch nachgewiesen, wobei unklar bleibt, ob es sich hierbei um *Porphyromonas gingivalis* handelt.

In der vorliegenden Untersuchung an Pferden mit Erkrankungen der Inzisivi und Canini, die sich nicht nur auf die Erkrankung EOTRH beschränkten, wurde aus Proben der extrahierten Zähne mikrobiologisch eine gemischt aerob-anaerobe Bakterienflora kultiviert. Aktinobazillen, Streptokokken und Fusobakterien dominierten das Bild. Diese Bakterien wurden bereits an erkrankten Backenzähnen in hoher Frequenz nachgewiesen (Bienert et al. 2003, Kern et al. 2017).

Tab. 2 Isolierte Infektionserreger aus den Blutkulturen der Probanden | *Isolated microorganisms from blood cultures in 10 horses*

Pferd Nr.	Isolierte Bakterien				
	T0	T1	T5	T20	TE
1	–	–	–	<i>Actinomyces</i> sp.	–
2	–	<i>Actinomyces</i> sp., <i>Actinobacillus equuli</i> subsp. haemolyticus, <i>Prevotella</i> sp., gramnegative Anaerobier	<i>Actinomyces</i> sp.	<i>Fusobacterium</i> sp.	–
3	–	<i>Fusobacterium</i> sp., <i>Prevotella</i> sp.	<i>Fusobacterium</i> sp., <i>Porphyromonas</i> sp.	x	–
4	–	<i>Actinobacillus lignieresii</i> , Streptokokken (α -hämolisierend)	–	–	–
5	–	gramnegative Anaerobier	<i>Actinomyces</i> sp., <i>Alcaligenes faecalis</i> , Streptokokken (α -hämolisierend)	x	–
6	–	gramnegative Anaerobier	<i>Actinomyces</i> sp.	x	–
7	–	<i>Fusobacterium</i> sp.	–	x	–
8	–	–	–	–	–
9	–	–	gramnegative Anaerobier, Streptokokken (α -hämolisierend)	x	–
10	–	–	–	x	–

x Probe nicht genommen, da Eingriff bereits beendet. / – Kein Keimwachstum nachweisbar

x Sample not taken because intervention was already finished / – No germ growth detectable

Die Bakteriengattungen, die in den Blutkulturen während und nach der Zahnextraktion nachgewiesen wurden, entsprachen weitestgehend denen, die aus den Tupferproben der extrahierten Zähne derselben Pferde isoliert wurden. Vergleichbare Ergebnisse sind auch für Backenzahnextraktionen beschrieben (Kern et al. 2017). Da die mikrobiologische Untersuchung der Blutkulturen vor Beginn der Operation (Zeitpunkt T0) bei allen Pferden negativ verlief, ist davon auszugehen, dass die Bakterien, die während der Extraktion aus dem Blut kultiviert wurden, ihren Ursprung in der Maulhöhle, und hier speziell im Bereich des erkrankten Zahns, hatten. Durch die Verletzung der Blutgefäße und die mechanische Manipulation am Zahn können Bakterien leichter in die Blutbahn eindringen und führen so zu einer Bakteriämie. Dentalchirurgische Eingriffe, die zu Bakteriämien führen können, sind alle Eingriffe, die mit Manipulationen an der Gingiva, der periapikalen Zahnregion oder mit Perforationen der oralen Mukosa einhergehen (Rahn et al. 1987). Dies erklärt in der eigenen Studie den häufigsten Nachweis von Bakterien im Blut zum Zeitpunkt T1, wo es während der Operation zum ersten Mal zum Durchbrechen

der Blutschranke durch das Abheben der Gingiva vom Zahn und das Lösen des periodontalen Ligaments kam. Dieser erste Meßzeitpunkt (T1) während des chirurgischen Eingriffes war auch bei Backenzahnextraktionen am stärksten betroffen (Kern et al. 2017).

Da es sich bei dem Bakterieneinstrom in die Blutbahn um ein Ereignis von sehr kurzer Dauer handelt (Alber et al. 2011), ist es möglich, dass dieser Zeitpunkt bei einigen Patienten nicht durch die Beprobung erfasst wurde und diese Pferde dann falsch negativ eingestuft wurden. Entsprechend kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Anzahl der Pferde mit einer Bakteriämie während der Schneidezahnextraktion in Wirklichkeit sogar noch höher liegt. Andererseits ist es auch möglich, dass das generelle Risiko einer Bakteriämie bei Schneide- und Hengstzahnextraktionen niedriger ist als bei Backenzahnextraktionen, da bei den Schneidezahnextraktionen nur knapp 30% aller gewonnenen Blutkulturen ein bakterielles Wachstum aufwiesen, wohingegen dies bei Backenzahnextraktionen 60% der Proben waren (Kern 2015).

Tab. 3 Isolierte Infektionserreger aus den Tupferproben der erkrankten Zähne | *Isolated microorganisms from swab samples of diseased teeth*

Pferd Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Acinetobacter sp.			○							
Actinobacillus equuli subsp. haemolyticus	○	Δ	○	○	○	○	○		○	○
Actinobacillus lignieresii				Δ						
Actinobacillus sp.								○	○	○
Actinomyces sp.	Δ	Δ	○							
Bacillus cereus				○						
Bacillus sp.	○		○				○	○		
Enterococcus sp.								○		
Escherichia coli			○							
Fusobacterium necrophorum		○								
Fusobacterium sp.			Δ	○			Δ		○	
gramnegative Anaerobier *						Δ				
gramnegative Bakterien *					○					○
grampositive anaerobe Kokken *								○		
Micrococcus sp.					○					
Pasteurella sp.						○				
Peptostreptococcus anaerobius								○	○	
Peptostreptococcus sp.	○	○								
Porphyromonas sp.									○	
Prevotella sp.							○	○		
Serratia sp.		○								
Staphylokokken (Koagulase-negativ)	○		○	○	○		○	○		○
Streptokokken (α-hämolysierend)	○		○	Δ	Δ	○	○	○	Δ	○
Streptokokken (β-hämolysierend)								○		

* Kulturell-biochemisch nicht näher differenzierbar / ○ Keim in Tupferprobe nachgewiesen / Δ Keim sowohl in Tupferprobe als auch in Blutkultur desselben Probanden nachgewiesen | * Culturally and biochemically indistinguishable / ○ Germ detected in swab sample / Δ germ in both swab sample and blood culture of the same subject proven

Dabei könnte es sich bei den Pferden, bei denen keine Bakteriämie auftrat, nicht nur um ein falsch negatives Ergebnis handeln, sondern es könnte daran liegen, dass ein Zahn bereits locker war (Pferd Nr. 8) und durch die stetige Bewegung keine akute Bakteriämie mehr während der Gingivaseparation (Zeitpunkt T1) ausgelöst wurde, sondern diese bereits früher bestand. Eine vorübergehende Bakteriämie oralen Ursprungs kann nämlich, wie beim Menschen nachgewiesen, bereits durch das tägliche Zähneputzen ausgelöst werden (Lockhart et al. 2008). Sie ist auch nach dentalchirurgischer Manipulation, z. B. der Zahnsteinentfernung, beim Hund beschrieben (Nieves et al. 1997) und konnte mit der vorliegenden Arbeit nun auch während der oralen Extraktion von Schneide- und Hengstzähnen beim Pferd nachgewiesen werden.

Postoperativ wurden die Pferde im Durchschnitt 31 Stunden überwacht. Alle Vitalparameter waren während des gesamten Beobachtungszeitraumes ohne abweichende Befunde. Lediglich die Körpertemperatur zeigte bei drei Probanden phasenweise eine leichte Erhöhung auf maximal 38,4°C, die 3–12 Stunden anhielt und selbstlimitierend war. Ein positiver Einfluss des postoperativ verabreichten NSAIDs Meloxicam auf die Körperinnentemperatur ist möglich, so dass die Temperatur ohne die analgetische und gleichzeitig antipyretische Therapie möglicherweise noch höher gelegen hätte. Betroffen waren die Pferde Nr. 2, 9 und 10, wobei Proband Nr. 10 eines der Pferde war, dass zu keinem Zeitpunkt eine Bakteriämie aufwies. Ob die postoperative Temperaturerhöhung bei den anderen beiden Pferden mit der Bakteriämie zusammenhängt, bleibt unklar. Diesen Pferden wurde jeweils mehr als ein Zahn extrahiert (nämlich 3 bzw. 6 Zähne), und keiner dieser Zähne war zuvor locker. Diese Umstände könnten ggf. zu einer stärkeren oder länger anhaltenden Bakteriämie mit dem klinischen Symptom einer Temperaturerhöhung führen. Andererseits waren andere Pferde mit 5 bzw. 6 extrahierten Inzisivi unter den Probanden, die keine postoperative Temperaturerhöhung zeigten.

Die klinische Bedeutung der bei 8 von 10 Pferden nachgewiesenen Bakteriämie bleibt ungewiss, da keines der Tiere im Beobachtungszeitraum offensichtliche Komplikationen im Zusammenhang mit dieser Bakteriämie entwickelte. Auch Alber et al. (2011) beschreiben, dass eine Bakteriämie weder mit der Vermehrung der Erreger im Blut, noch mit dem Auftreten schwerwiegender klinischer Krankheitssymptome verbunden ist. Es ist jedoch möglich, dass es bei vorgeschädigten oder immunsupprimierten Patienten zu schwerwiegenden Komplikationen durch die Zirkulation der Bakterien im Organismus kommen kann. In der Humanmedizin wird zum Beispiel diskutiert, ob Endokarditiden (bei Hochrisikopatienten) nach Zahnextraktionen entstehen können (Naber et al. 2007). Ein kausaler Zusammenhang zwischen einer Bakteriämie nach Zahnbehandlung und einer nachfolgenden Endokarditis ist jedoch auch in der Humanmedizin nie nachgewiesen worden.

Allerdings wurden für das Pferd bereits im Zusammenhang mit dentalchirurgischen Eingriffen schwerste Komplikationen durch einen septischen oder pyämischen Verlauf mit Ausprägung akuter Endokarditiden, Pneumonien oder Meningitiden beschrieben (Bartmann et al. 2002, Verdegaal et al. 2006). In diesen Fällen war die Primärerkrankung aber im Bereich der Backenzähne der betroffenen Pferde angesiedelt.

Komplikationen treten im Zusammenhang mit der Extraktion der Schneidezähne zwar selten auf und sind in der Regel leichter zu beherrschen als bei den Backenzähnen, dürfen aber keinesfalls ausgeschlossen oder übersehen werden. Intraoperativ fielen 8/10 Patienten mit gering- bis mittelgradigem Schwitzen v. a. im Bereich von Kopf und Hals auf. Dies könnte ein Anzeichen einer Bakteriämie sein, ist hier aber eher auf die z. T. notwendige, tiefere Sedierung (Muir 2009) und die ausgeprägte Schmerzhaftigkeit von Pferden mit Schneidezahnkrankungen, wie z. B. EOTRH, zurückzuführen. Pferde während Backenzahnextraktionen zeigten weniger derartiges Schwitzen (Kern 2015). Dies kann zum einen auf die insgesamt weniger entzündliche und damit weniger schmerzhaftes Grunderkrankung zurückzuführen sein, aber auch auf die nach Erfahrung der Autoren effizientere Schmerzausschaltung durch Leitungs- und Lokalanästhesien im Bereich der Backenzähne.

Postoperativ sind die Patienten nach Extraktionen engmaschig zu überwachen, um Anzeichen für Komplikationen, die mit einer Bakteriämie oder gar Sepsis in der postoperativen Phase assoziiert sein könnten (z. B. Fieber oder Tachykardie), frühzeitig zu bemerken. Der Einsatz eines Antibiotikums sollte bei auftretenden Problemen in jedem Einzelfall diskutiert und in Erwägung gezogen werden (Kern et al. 2017).

Earley und Rawlinson (2013) geben jedem Pferd nach einer Totalextraktion der Schneidezähne bei EOTRH für 7 bis 10 Tage Antibiotika, um eine Infektion zu verhindern. Bei derartigen Patienten liegt bereits präoperativ eine Infektion vor, sodass die Begründung diskussionswürdig ist (Bienert-Zeit et al. 2017). Zudem ist nach den klinischen Erfahrungen nicht die antibiotische Behandlung, sondern die chirurgische Behandlung durch Extraktion der erkrankten Inzisivi und Resektion umliegenden nekrotischen oder hochgradig veränderten Gewebes für einen ungestörten Heilungsverlauf die entscheidende Grundlage. Auf eine antibiotische Therapie wird daher in den meisten Fällen verzichtet. Sie sollte aber im Fall von bereits vorliegenden systemischen Veränderungen und infektiös-entzündlichen Affektionen der umliegenden Knochen und Weichteile erwogen werden, vor allem wenn keine vollständige Resektion des betroffenen Gewebes möglich ist (Vogt et al. 2016, Bartmann und Bienert-Zeit 2017). In diesen Fällen empfiehlt sich die Berücksichtigung der hier beschriebenen mikrobiologischen Ergebnisse, vor allem der häufige Nachweis obligat und fakultativ anaerober Erreger für die Auswahl geeigneter Wirkstoffe.

Zur Reduktion des Keimdrucks wird von einzelnen Autoren empfohlen, die Maulhöhle des Pferdes direkt vor der Extraktion mit 0,2%iger Chlorhexidin-Lösung zu spülen (Rawlinson und Carmalt 2014, Vogt et al. 2016). Ein derartiges Vorgehen wird aus eigener Sicht kritisch beurteilt. Zum einen ist nicht zu erwarten, dass durch diese Maßnahme eine Reduktion der Bakterien, die für eine Bakteriämie verantwortlich sind, erreicht wird. Diese Keime sitzen am intraalveolären Teil des Zahnes und werden durch eine oberflächliche und auch unvollständige Spülung der Maulhöhle nicht erreicht. Zum anderen wird in der Humanmedizin von Hygieneexperten empfohlen, den Wirkstoff Chlorhexidin auf Indikationen mit einem klaren Patientennutzen zu beschränken und Applikationen ohne Nutzen oder mit zweifelhaftem Nutzen zu unterlassen,

um den zusätzlichen Selektionsdruck auf nosokomiale Pathogene zu reduzieren (Kampf 2016).

Bisher konzentrierte sich die Diskussion um die Selektion resistenter Keime auf die Verwendung von Antibiotika. Doch schon seit einigen Jahren äußern Fachleute die Befürchtung, dass auch weitverbreitete Desinfektionsmittel, wie z. B. Chlorhexidin, zur Selektion von antibiotika-resistenten Bakterien beitragen können (Hoekstra et al. 2002, Wand et al. 2016). Chlorhexidin gilt daher teilweise als „problematisches“ Desinfektionsmittel mit eingeschränktem Wirkungsspektrum und teils starker Resistenzbildung bzw. Co-Induktion von Antibiotikaresistenzen. Der unsachgemäße Einsatz kann ebenso wie bei Antibiotika ein sich ausbreitendes Resistenzproblem verursachen und sollte daher auch bei der Anwendung in der Pferde Zahnheilkunde kritisch überdacht werden.

Fazit

Bei jeglicher chirurgischen Manipulation am Pferde Zahn und dessen Halteapparat ist mit einer transienten Bakteriämie zu rechnen. Klinisch relevante Komplikationen, die mit dieser Bakteriämie einhergehen, sind möglich, treten jedoch selten auf. Antibiotika sollten daher im Rahmen von Schneide- und Hengstzahnextraktionen beim Pferd in erster Linie eingesetzt werden, wenn bereits ausgeprägte infektiös-entzündliche Prozesse lokal vorliegen, wie z. B. eine ausgedehnte Otitis oder systemische Auswirkungen im Sinne einer Sepsis das Allgemeinbefinden des Tieres beeinträchtigen. Nach jeder Extraktion ist eine klinische Überwachung der Pferde ratsam, auch wenn die Operation, wie bei der Schneidezahnextraktion häufig, ambulant erfolgt. Bei der Auswahl eines Antibiotikums ist zu berücksichtigen, dass im Bereich der Zähne Mischinfektionen mit einem hohen Prozentsatz gramnegativer anaerober Erreger vorliegen.

Danksagung

Die Autoren danken Frau Dr. Jutta Verspohl und Frau Dr. Judith Rohde aus dem Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover für die mikrobiologischen Untersuchungen und Ihre Unterstützung bei der Interpretation der Ergebnisse.

Literatur

- Aas J. A., Paster B. J., Stokes L. N., Olsen I., Dewhirst F. E. (2005) Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J. Clin. Microbiol.* 46, 1407–1417; DOI 10.1128/JCM.43.11.5721-5732.2005
- Alber G., Moos M., Pfeffer M., Selbitz H.-J., Valentin-Weigand P. (2011) Infektionslehre. In: Selbitz H.-J., Truyen U., Valentin-Weigand P. (Hrsg.): *Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre*. 9. Aufl., Verlag Enke, Stuttgart, 2–47
- Bailey G., Love D. N. (1991) Oral associated bacterial infection in horses: studies on the normal anaerobic flora from the pharyngeal tonsillar surface and its association with lower respiratory tract and paraoral infections. *Vet. Microbiol.* 26, 367–379; DOI 10.1016/0378-1135(91)90030-j
- Bartmann C. P., Bienert-Zeit A. (2017) Kap 14.1 Maulhöhle, Zähne, Zunge und Kiefer. In: Brehm W., Gehlen H., Ohnesorge B., Wehrend A (Hrsg.) *Handbuch Pferdepraxis* (4. Aufl.), Verlag Enke, Stuttgart, 421–466
- Bartmann C. P., Peters M., Amtsberg G., Deegen E. (2002) Dento-gene Sinusitis durch gramnegative Anaerobier beim Pferd. *Tierärztl. Prax.* 30, 178–183
- Bienert A., Bartmann C. P., Verspohl J., Deegen E. (2003) Bakteriologische Befunde bei endodontischen und apikalen Erkrankungen der Backenzähne des Pferdes. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 110, 358–361
- Bienert-Zeit A., Verwilghen D., Feige K. (2017) Antibiotische Therapie bei Zahn- und Sinuserkrankungen des Pferdes. *Prakt. Tierarzt* 98, 1048–1057; DOI 10.2376/0032-681X-17-68
- Bundestierärztekammer (2015) Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln. http://www.bundestieraerztekammer.de/downloads/btk/leitlinien/Antibiotika-Leitlinien_01–2015.pdf
- Dixon P. M., Tremaine W. H., Pickles K., Kuhns L., Hawe C., McCann J., McGorum B., Raiton D. I., Brammer S. (1999) Equine dental disease Part 1: A long-term study of 400 cases: disorders of incisor, canine and first premolar teeth. *Equine Vet. J.* 31, 369–377; DOI 10.1111/j.2042-3306.1999.tb03835.x
- Dixon P. M. (2016) Extractions of equine incisors, canines and wolf teeth. In: *Proceedings of the 25th European Congress of Veterinary Dentistry*, 19–22. Mai 2016 in Dublin, Irland, 239–241
- Earley E., Rawlinson J. T. (2013) A new understanding of oral and dental disorders of the equine incisor and canine teeth. In: *Advances in Equine Dentistry*. Easley J. (Hrsg.), J. Vet. Clin. North Am. Equine Pract. Elsevier, Pennsylvania, 29: 273–300
- Gergeleit H., Verspohl J., Rohde J., Ohnesorge B., Bienert-Zeit A. (2018) Microbiological examination of secretions from the paranasal sinuses in horses in health and disease. *Acta Vet. Scand.* 60, 43; DOI 10.1186/s13028-018-0394-4
- Hoekstra K. A., Paulton R. J. L. (2002) Antibiotic and biocide resistance in veterinary isolates of staphylococci. *Canadian Society of Microbiologists. Annual Meeting in Saskatoon, Saskatchewan* 16.–19. Juni 2002
- Kennedy R., Lappin D. F., Dixon P. M., Buijs M. J., Zaura E., Crie-laard W., O'Donnell L., Bennett D., Brandt B. W., Riggio M. P. (2016) The microbiome associated with equine periodontitis and oral health. *Vet. Res.* 47, 49; DOI 10.1186/s13567-016-0333-1
- Kern I. (2015) Nachweis oder Ausschluss einer Bakteriämie bei antibiotisch unbehandelten Pferden vor, während und nach der Extraktion von Zähnen. *Diss. Med. Vet. Hannover*
- Kern I., Bartmann C. P., Verspohl J., Rohde J., Bienert-Zeit A. (2017) Bacteraemia before, during and after tooth extraction in horses in the absence of anti-microbial administration. *Equine Vet. J.* 49, 178–182; DOI 10.1111/evj.12581
- Lockhart P. B., Brennan M. T., Sasser H. C., Fox P. C., Paster B. C., Bahrani-Mougeot F. K. (2008) Bacteremia Associated with Toothbrushing and Dental Extraction. *Circulation* 117, 3118–3125; DOI 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.758524
- Mackintosh M. E., Colles C. M. (1987) Anaerobic bacteria associated with dental abscesses in the horse and donkey. *Equine Vet. J.* 19, 360–362; DOI 10.1111/j.2042-3306.1987.tb01435.x
- Muir W. W. (2009) Anxiolytics, Nonopioid Sedative-Analgesics, and Opioid Analgesics. In: *Equine Anaesthesia – Monitoring and Emergency Therapy*. Muir W. W., Hubbell J. A. E. (Hrsg.) 2. Aufl., Verlag Saunders Elsevier, St. Louis, S. 185–209
- Naber C. K., Al-Nawas B., Baumgartner H., Becker H.-J., Block M., Erbel R., Erl G., Flückiger U., Franzen D., Gohlke-Bärwolf C., Gattringer R., Graninger W., Handrick W., Herrmann M., Heying R., Horstkotte D., Jaussi A., Kern P., Kramer H.-H., Kühl S., Lepper P. M., Leyh R. G., Lode H., Mehlhorn U., Moreillon P., Mügge A., Mutters R., Niebel J., Peters G., Rosenhek R., Schmaltz A. A., Seifert H., Shah P. M., Sitter H., Wagner W., Wahl G., Werdan K., Zuber M. (2007) Prophylaxe der infektiösen Endokarditis. *Kardiologie* 1, 243–250; DOI 10.1007/s12181-007-0037-x
- Nieves M. A., Hartwig P., Kinyon J. M., Riedesel D. H. (1997) Bacterial isolates from plaque and from blood during and after routine dental procedures in dogs. *Vet. Surg.* 26, 26–32; DOI 10.1111/j.1532-950X.1997.tb01459.x

Rahn R., Shah P. M., Schäfer V., Frenkel G., Seibold K. (1987) Bakteriämie nach chirurgisch-endodontischen Eingriffen. ZWR Das Deutsche Zahnärzteblatt 96, 903–907

Rawlinson J. T., Earley E. (2013) Advances in the treatment of diseased equine incisor and canine teeth. Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 29, 411–440; 10.1016/j.cveq.2013.04.005

Rawlinson J., Carmalt J. L. (2014) Extraction techniques for equine incisor and canine teeth. Equine Vet. Educ. 26, 657–671; DOI 10.1111/eve.12252

Rucker B. A., Wilson G. (2009) How to Extract Permanent Equine Incisors. In: Proceedings of the 55th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 5.–9. Dezember 2009, Las Vegas, Nevada, 471–475

Sykora S., Pieber K., Simhofer H., Hackl V., Brodessaer D., Brandt S. (2013) Isolation of Treponema and Tannerella spp. from equine

odontoclastic tooth resorption and hypercementosis related periodontal disease. Equine Vet. J. 46, 358–363; DOI 10.1111/evj.12115

Verdegaal E. J. M. M., De Heer N., Meertens N. M., Maree J. T. M., Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan M. M. (2006) A right-sided bacterial endocarditis of dental origin in a horse. Equine Vet. Educ. 18, 191–195; DOI 10.1111/j.2042-3292.2006.tb00444.x

Vogt C., Bienert-Zeit A., Simhofer H., Staszuk C., Stoll M., Zwick T. (2016) Schneidezahnerkrankungen. CVE Veterinär Verlag 4, 1–32

Wand M. E., Bock L. J., Bonney L. C., Sutton J. M. (2017) Mechanisms of increased resistance to chlorhexidine and cross-resistance to colistin following exposure of Klebsiella pneumoniae clinical isolates to chlorhexidine. Antimicrob. Agents Chemotherapy 61, e01162–16; DOI 10.1128/AAC.01162-16

Pferdeheilkunde Curriculum

Reproduktion

PD Dr. Claus Peter Bartmann und Prof. Harald Sieme

4. Dezember 2020, Baden-Baden

- Sonographie, Bakteriologie, Zytologie, Hysteroskopie, Endokrinologie, Uterusbiopsie
- Physiologie und Pathologie des Endometriums
- Endometritistherapie bei chronischen Genitalinfektionen
- Plastische Chirurgie des äußeren Genitale
- Hysteroskopisch geleitete Zystektomie
- Physiologie und Pathologie der Ovarien
- Rosse- und Ovulationssynchronisation und -induktion
- Post-breeding Endometritis – Pathogenese und therapeutische Ansätze
- Reduktion des Sexualverhaltens / • Trächtigkeitsuntersuchung
- Zwillingsmanagement, Zwillingsreduktion / • Fetal-sexing
- Progesteronsubstitution – warum und wie
- Physiologie und Pathologie der Plazenta
- Risikoträchtigkeit – Anzeichen und tierärztliche Begleitung
- Peripartale Kolik / • Nachgeburtsverhalten
- Tierärztlich-fachtechnische Aufgaben auf Besamungsstationen
- Vorgehensweise bei Fertilitätsstörungen / • Tiefgefrierspermaeinsatz in der Pferdepraxis
- Low-dose Besamung bei der Stute
- Embryotransfer beim Pferd – Chancen für die tierärztliche Praxis

www.curricula.cc

Leistungsinsuffizienz beim Warmblutsporthorse – Ursachen und diagnostische Möglichkeiten: Eine Literaturübersicht

Jakob Hövener^{1,3}, Ann Kristin Barton³, Roswitha Merle² und Heidrun Gehlen³

¹ Tierärztliche Klinik für Pferde, Bargteheide

² Institut für Veterinär-Epidemiologie und Biometrie, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin

³ Klinik für Pferde, allgemeine Chirurgie und Radiologie, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin

Zusammenfassung: Pferde mit einem Vorbericht von ungenügender Leistung werden in der tierärztlichen Praxis oft vorgestellt und können eine diagnostische Herausforderung darstellen, da eine Vielzahl und oft auch mehrere Organsysteme für die Leistungsschwäche verantwortlich sein können. Die meisten Studien, die bisher über dieses Thema durchgeführt wurden, befassen sich mit Trab- oder Galopprennpferden und reduzierter Rennleistung. Aufgrund der völlig anderen Anforderungen, die die olympischen Pferdesportdisziplinen im Vergleich zum Rennsport an den Athleten Pferd stellen, manifestieren leistungslimitierende Faktoren sich hier auch anders, etwa durch Probleme bei Anlehnung oder Versammlung, Schwierigkeiten bei der Durchführung bestimmter Lektionen oder komplexer Bewegungsabläufe, die etwa in der Dressur abgefragt werden oder durch Schwierigkeiten bei engen Wendungen oder Distanzen im Springparcours. Die häufigsten in der Literatur beschriebenen Erkrankungen, die sich für den Reiter in Leistungsinsuffizienz äußern, sind Erkrankungen der oberen und tiefen Atemwege, sowie orthopädische Probleme, wie etwa geringgradige oder bilaterale Lahmheiten oder Rückenprobleme. Aber auch andere Ursachen, wie Herz- oder Muskelerkrankungen, sowie metabolische oder hormonelle Imbalancen, können performancelimitierende Auswirkungen auf den Sportpartner Pferd haben. Zur Diagnostik ist neben ausführlicher Anamnese und klinischer Allgemeinuntersuchung eine Vielzahl von weiteren diagnostischen Untersuchungen, abhängig von den Ergebnissen der Anamnese und der klinischen Untersuchung, nützlich. Neben einer Ruheuntersuchung sollte immer auch eine Untersuchung in Belastung durchgeführt werden, um in Ruhe nicht apparente Befunde zu demaskieren und die klinische Relevanz der Befunde bewerten zu können. Diese Literaturübersicht soll einen Einblick in den Wissenstand über Ursachen, Manifestationsformen und Diagnostik unter Feldbedingungen von Leistungsinsuffizienz beim Pferd, mit besonderem Fokus auf Warmblutsporthorse, welche in den Disziplinen Springen, Dressur und Vielseitigkeit eingesetzt werden, geben.

Schlüsselwörter: Leistungsabfall, Sporthorse, Belastungstest, Erkrankungen, Diagnostik

Review: Poor performance in the Warmblood sport horse – causes and diagnostic approach

Poor performance is a common complaint in equine veterinary practice and can pose a diagnostic challenge to the equine practitioner as the triggering pathology can be located in almost every organ system and very often more than one problem causes the performance deficit. Most studies regarding this topic have been conducted on racehorses with poor racing performance. Due to the very different demands the Olympic disciplines present to the equine athlete compared to racing, performance limiting medical conditions manifest in different ways. For example, sport horses rather present with problems under the rider as difficulties to collect or to keep contact with the bit or difficulties performing specific manoeuvres in dressage or making distances or sharp turns in the show-jumping ring. The most common medical conditions affecting horses with a complaint of performance problems are respiratory diseases and orthopedic problems like subtle lameness or back pain. However, also cardiac, neurologic and muscular problems, as well as metabolic and hormonal imbalances can limit the performance potential of the equine athlete. For diagnosing the cause of poor performance, a detailed anamnesis and thorough clinical examination are of utmost importance. Further diagnosis is then based on the results of the anamnesis and the clinical exam. Besides an examination at rest an examination during and after exercise is important to detect any abnormalities that may not be present at rest and to evaluate the clinical significance of any findings. This review shall give an overview about the causes and manifestations of poor performance in the horse with special focus on warmblood sport horses competing in dressage, show jumping and eventing. Moreover, diagnostic possibilities in the field are discussed.

Keywords: poor performance, sporthorse, exercise testing, diagnostics

Zitation: Hövener J., Barton A. K., Merle R., Gehlen H. (2020) Leistungsinsuffizienz beim Warmblutsporthorse – Ursachen und diagnostische Möglichkeiten: Eine Literaturübersicht. Pferdeheilkunde 36, 511–530; DOI 10.21836/PEM20200604

Korrespondenz: Prof. Dr. Heidrun Gehlen, Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie des Fachbereiches Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin; heidrun.gehlen@fu-berlin.de

Eingereicht: 2. Juli 2020 | **Akzeptiert:** 18. August 2020

Einleitung

Leistungsinsuffizienz ist ein häufiger Vorbericht in der pferdetierärztlichen Praxis und immer eine Herausforderung für den untersuchenden Tierarzt, da sehr viele Erkrankungen als Ursache in Frage kommen. Der Wert einer ausführlichen

Anamnese kann nicht genug betont werden. Anschließend ist eine gründliche tierärztliche Untersuchung notwendig, um die Ursachen individuell zu ermitteln.

Eine verminderte Leistungsfähigkeit begünstigt die Entstehung von Verletzungen (Munsters et al. 2014) und ist ein häufiger

Grund, weshalb Pferde aus dem Sport ausscheiden. Neben eventuellen wirtschaftlichen Konsequenzen können auch tier-schutzrechtliche Aspekte relevant sein (Thomson et al. 2014). Der FEI Code of Conduct for the Welfare of the Horse Absatz 2b besagt, „dass kein Pferd, welches körperlich nicht voll leistungsfähig ist, an einem Wettbewerb teilnehmen darf und dass tierärztlicher Rat gesucht werden muss, sobald irgendein Zweifel an der Fitness des Tieres besteht“. Demzufolge ist es absolut unverzichtbar, der Ursache für eine mangelhafte Leistung auf den Grund zu gehen. Dabei ist es für den untersuchenden Tierarzt wichtig, die Leistungsschwäche zu charakterisieren und das diagnostische Vorgehen angemessen zu planen. Kenntnisse über mögliche weiterführende diagnostische Schritte und vor allem über die (z.T. rasse- und nutzungsabhängigen) relevanten, leistungsminderten Erkrankungen und ihre klinische Ausprägung sind dabei dringend erforderlich.

Charakterisierung der Leistungsschwäche

Leistunginsuffizienz bezeichnet eine Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit des Pferdes (Niederhofer und Müller 2017), wobei zu beachten ist, dass dies zunächst in der Regel durch die individuelle Beobachtung des Reiters erkannt wird und Pferde in der Regel mit unspezifischen Symptomen, die vom Besitzer nicht einem Organ zugeordnet werden können (z.B. Bewegungsunlust, vorzeitige Ermüdung oder Unrittigkeit), vorstellig werden (Niederhofer und Müller 2017). Einige Reiter definieren dabei Leistungsschwäche darüber, dass das Pferd nicht mehr das tut, wozu der Reiter es auffordert und sich widersetzlich zeigt (Buckley et al. 2004). Dabei muss nicht immer ein medizinisches Problem die Ursache für die vom Reiter wahrgenommene Leistungsschwäche sein. Diese kann auch in einem unzureichenden Trainingszustand, Überforderung, Verhaltensproblemen oder falscher Fütterung begründet sein (Pilsworth et al. 1998, Niederhofer und Müller 2017). Nicht zuletzt kann auch der Reiter (mit) verantwortlich für eine ungenügende Leistung sein (Pilsworth et al. 1998, Dyson 2016, Hines 2018). Dies muss also erst einmal ausgeschlossen und klar von medizinisch begründeter, durch den Tierarzt diagnostizierbarer Leistungsschwäche abgegrenzt werden (Lilich und Gaughan 1996), um die der Leistungsschwäche zugrunde liegende medizinische Ursache zu erkennen. Die Leistungsfähigkeit eines Pferdes kann durch Schmerzen, mangelhafte Sauerstoffversorgung oder allgemeine Schwäche beeinträchtigt werden (Niederhofer und Müller 2017), so dass fast jedes Organsystem als Auslöser für eine vorberichtliche Leistunginsuffizienz in Frage kommt. Sowohl orthopädische Probleme als auch Magenulzera können chronische Schmerzen verursachen und Störungen der sauerstofftransportierenden Organsysteme, wie Herz und Lungen, können die Leistungsfähigkeit des Organismus deutlich negativ beeinflussen (Niederhofer und Müller 2017, Hines 2018). Als häufigste Auslöser für Leistungsminderungen oder Leistungsschwäche sind beim Pferd Erkrankungen des Respirationstraktes und des Bewegungsapparates beschrieben. Jedoch führen auch in einer Vielzahl von Fällen mehrere klinische Befunde bzw. mehrere Organbeteiligungen zur Leistungsschwäche (Moore 1996, Parente 1996, Richard et al. 2010, Fraipont et al. 2011, Dyson 2016, Niederhofer und Müller 2017, Hines 2018). Die Ursachenforschung in diesem Bereich ist daher auch für den erfahrenen Tierarzt nicht ein-

fach und erfordert eine klar strukturierte Vorgehensweise sowie tiefes Wissen über die verschiedenen Organsysteme (Parente 1996). Auch ist es wichtig, die Anforderungen der einzelnen Pferdesportdisziplinen zu kennen (Dyson 2016), um eine tatsächliche medizinische bedingte Leistungsschwäche von anderen, eher verhaltens- oder reiterlich bedingten Problemen, abzugrenzen (Pilsworth et al. 1998, Dyson 2016) und die zu Grunde liegende Pathologie korrekt zu diagnostizieren (Niederhofer und Müller 2017, Hines 2018).

Diagnostische Vorgehensweise

Anamnese

Eine detaillierte Anamnese ist die Grundlage, um eine zielgerichtete Untersuchung durchzuführen und medizinisch bedingte Leistungsschwäche von anderen Ursachen abzugrenzen (Lilich und Gaughan 1996, Parente 1996, Birks et al. 2004, Evans 2007, Niederhofer und Müller 2017). Dazu zählen grundlegende Informationen wie Rasse, Alter, Geschlecht, Nutzung/Disziplin und Leistungsklasse. Die Rasse und das Alter des Patienten können wertvolle Informationen liefern, da bestimmte Erkrankungen vor allem bei bestimmten Pferdetypen und Altersgruppen auftreten (Hines 2018). So ist beispielsweise bei jungen Pferden eher mit kongenitalen Erkrankungen oder grundlegendem Mangel an Potential zu rechnen, während man bei älteren Pferden, welche vorher bessere Leistung gezeigt haben, eher Neoplasien oder Verschleißerscheinungen erwartet (Pilsworth et al. 1998, Hines 2018). Disziplin und Leistungsklasse werden ebenfalls erfragt, um die gewünschte Leistung bzw. den beklagten Leistungsmangel besser zu beurteilen und mit Befunden der eigenen Untersuchungen in Relation zu setzen. So können bei einem Renn- oder Vielseitigkeitspferd schon geringfügige Pathologien zu Leistungseinschränkungen führen, die bei Dressur- oder Springpferden noch problemlos toleriert werden können (Niederhofer und Müller 2017).

Fütterungsmanagement und Ernährungszustand werden ebenfalls evaluiert, da Mangel- oder Überernährung die Leistungsfähigkeit des Organismus negativ beeinflussen können. Auch die Haltungsbedingungen sollten erfragt werden, da beispielsweise Stallhaltung das Auftreten von Atemwegsproblemen fördern kann (Birks et al. 2004, Evans 2007, Hines 2018, Couetil et al. 2020). Trainingspensum, -umgebung, und -ablauf, sowie Wettkampfergebnisse können ebenfalls wichtige Informationen liefern. So sollte beispielsweise erfragt werden, ob das Problem immer auftritt oder erst bei Abfrage von höherer Leistung oder bei einer bestimmten Lektion. Falls vorzeitige Ermüdung auftritt, ist es wichtig zu wissen, ob diese plötzlich oder schleichend auftritt, ob das Pferd dann Kurzatmigkeit, Steifheit oder ähnliches zeigt und ob es zu einer verzögerten Beruhigung nach Belastung kommt.

Wichtig zu wissen ist außerdem, wie lange das Problem schon besteht. Falls das Pferd schon immer Symptome von Leistungsschwäche zeigte, muss auch in Erwägung gezogen werden, ob die Erwartungen des Besitzers, in Bezug auf die körperlichen und konditionellen Möglichkeiten sowie die mentale Einstellung des Pferdes unrealistisch sind (Lilich und Gaughan 1996, Parente 1996, Pilsworth et al. 1998, Birks et al. 2004, Evans 2007, Hines 2018).

Pferdeliebe

Gemeinsam gegen Cushing



Pergoquin[®] 1 mg

Tabletten für Pferde

Pferdeliebe verbindet Tierarzt, Pferd und Halter. Die viertelbaren Tabletten enthalten den bewährten Wirkstoff Pergolid (als Pergolidmesilat) zur Behandlung der Symptome des Equinen Cushing-Syndroms (ECS). Für mehr Lebensqualität.

Pergoquin 1 mg Tabletten für Pferde. Zusammensetzung: Eine Tablette enthält: Wirkstoff(e): 1,0 mg Pergolid (entspricht 1,31 mg Pergolidmesilat). Anwendungsgebiet: Symptomatische Behandlung der durch eine Dysfunktion der Pars intermedia der Hypophyse (PPID) bedingten klinischen Symptome (Equines Cushing-Syndrom). Gegenanzeigen: Nicht anwenden bei Pferden mit bekannter Überempfindlichkeit gegen Pergolidmesilat oder anderen Derivaten von Mutterkornalkaloiden oder einem der sonstigen Bestandteile. Nicht anwenden bei Pferden unter 2 Jahren. Nebenwirkungen: In seltenen Fällen wurden bei Pferden Inappetenz, vorübergehende Anorexie und Lethargie, leichte Anzeichen einer zentralnervösen Störung (z. B. leichte Niedergeschlagenheit oder leichte Ataxie), Diarrhö und Koliken beobachtet. In sehr seltenen Fällen wurde von Schwitzen berichtet. Wartezeiten: Nicht bei Pferden anwenden, die für den menschlichen Verzehr vorgesehen sind. Behandelte Pferde dürfen niemals für den menschlichen Verzehr geschlachtet werden. Das Pferd muss gemäß der nationalen Gesetzgebung zur Identifizierung eingetragener Equiden im entsprechenden Dokument (Equidenpass) als nichtlebensmittellieferndes Tier eingetragen sein. Nicht bei Stuten anwenden, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist. Zulassungsinhaber: WDT – Wirtschaftsgenossenschaft deutscher Tierärzte eG, Siemensstr. 14, 30827 Garbsen. Verschreibungspflichtig.

Es ist ebenfalls wichtig herauszufinden, ob das Pferd bekannte chronische oder akute Vorerkrankungen hat und medikamentös vorbehandelt wurde (z.B. mit Schmerzmitteln) und ob dies eine Verbesserung der Probleme bewirkte (Birks et al. 2004, Hines 2018). Auch sämtliche weiteren Voruntersuchungen sollten eruiert werden (Lilich und Gaughan 1996).

Des Weiteren sollten Impf- und Entwurmungsstatus und Auslandsaufenthalte hinsichtlich diverser Infektionskrankheiten ermittelt werden (Lilich und Gaughan 1996, Couetil et al. 2020). Zu guter Letzt sollte der Reiter ausführlich befragt werden, ob ihm in letzter Zeit Auffälligkeiten wie Lahmheit, Hinterhandschwäche, Muskelatrophie, Gang-Inkoordination oder Probleme bei bestimmten Bewegungsmustern aufgefallen sind oder kürzlich Beschlagsänderungen, intraartikuläre Injektionen oder Operationen stattgefunden haben. Außerdem sollte erfasst werden, ob etwa Husten, Atemnot, Atemnebengeräusche, Ermüdung zu ungewöhnlichen Zeiten, Synkopen oder ähnliches aufgefallen sind, was auf Erkrankungen des Atmungs- oder Herz-Kreislaufapparates hindeuten könnte (Lilich und Gaughan 1996, Evans 2007, Hines 2018, Jago und Keen 2019, Couetil et al. 2020).

Klinische Untersuchung

Da eine Leistunginsuffizienz in jedem Organsystem und durch mehr als eine Erkrankung entstehen kann, ist eine gründliche klinische Untersuchung des Patienten wichtig, auch wenn das Pferd bereits von einem überweisenden Tierarzt untersucht wurde (Lilich und Gaughan 1996, Parente 1996, Birks et al. 2004, Martin et al. 2004, Fraipont et al. 2011, Niederhofer und Müller 2017, Hines 2018). Dafür sollte auf jeden Fall die körperliche Verfassung inklusive Pflege- und Ernährungszustand sowie die allgemeine Konstitution und der Habitus untersucht werden (Lilich und Gaughan 1996). Des Weiteren werden die Vitalparameter erhoben und eine gründliche Auskultation des Herzens und der Lunge durchgeführt (Lilich und Gaughan 1996, Birks et al. 2004). Das Maul wird untersucht und auffälliger Geruch, pathologische Abnutzungen der Zähne oder Ulzerationen der Schleimhaut werden notiert (Lilich und Gaughan 1996). Bei Leistungsschwäche erfolgt immer eine gründliche Lahmheitsuntersuchung. Diese sollte eine Adspektion und Palpation des gesamten Körpers, insbesondere des Rückens, im Ruhezustand umfassen und eine Untersuchung in Bewegung auf der Geraden und auf dem Zirkel sowie unter Belastung auf weichem Boden beinhalten (Parente 1996, Martin et al. 2004). Tritt die Leistungsschwäche bei bestimmten Lektionen auf, ist eine Untersuchung unter dem Reiter hilfreich. Bei gehobenen Sportpferden spielen andere möglicherweise leistungsbeeinträchtigende Ursachen, wie reiterliche Mängel oder unpassendes Equipment (z.B. Sattel) meistens keine Rolle. Sie sollten aber gegebenenfalls mitberücksichtigt werden, falls der Reiter/Besitzer mit mangelnder Fachkenntnis auffällt.

Welche weiteren Untersuchungen im Anschluss noch durchgeführt werden, ist stark abhängig von der Anamnese und den bereits erhobenen klinischen Befunden, wobei beachtet werden muss, dass das Vorhandensein eines klinischen Befundes andere Pathologien, die zur Leistungsschwäche beitragen können nicht ausschließt. Oft tragen mehrere Ursachen zur

Leistunginsuffizienz bei (Morris und Seeherman 1991, Parente 1996, Knight und Evans 2000, Birks et al. 2004, Martin et al. 2004, Melkova et al. 2016, Wysocka und Kluciński 2018).

Belastungstests

Standardisierte Belastungstests ermöglichen eine Evaluierung verschiedener Organsysteme unter vergleichbaren Bedingungen und werden vielseitig eingesetzt, um Trainingsfortschritte zu beurteilen. Sie können aber auch bei der Diagnostik von Pferden mit Leistunginsuffizienz eine sinnvolle zusätzliche Untersuchung darstellen, sofern die Ergebnisse des Leistungstests mit Anamnese und Befunden der klinischen Untersuchung in Verbindung gebracht werden (Evans 2004, Evans 2007, Bitschnau et al. 2010, Fraipont et al. 2011). Eine wichtige Rolle spielen Belastungstests in der Bewertung der klinischen Signifikanz von Befunden, die bei vorherigen Untersuchungen festgestellt wurden und um Befunde festzustellen, die während der Ruheuntersuchung nicht auffällig waren (Parente 1996, Evans 2004, Evans 2007, Hines 2018). So können vor allem kardio-respiratorische und metabolische Messwerte, die während der Belastung genommen werden, wichtige Rückschlüsse auf eine Reihe von Organsystemen liefern, die bei der Bereitstellung von Energie eine wichtige Rolle spielen. Subklinische Lahmheiten können ebenfalls durch einen Belastungstest provoziert werden (Fraipont et al. 2011, Hines 2018). Ein gut durchgeführter Belastungstest sollte die vom Pferd im Regelfall erbrachte Arbeit so gut wie möglich replizieren, also eine hohe Validität besitzen (Allen et al. 2016). Neben Belastungstests auf dem Hochgeschwindigkeitslaufband sind auch solche unter Feldbedingungen gut geeignet, da hier die Bedingungen, unter denen das Pferd im Alltag trainiert, wie Boden, Reitergewicht und Geschwindigkeit besser wiedergegeben werden können (Evans 2004, Evans 2007). Möglich machen dies tragbare Geräte, welche Herzfrequenz und Geschwindigkeit des Pferdes anzeigen können (Evans 2004). Für die verschiedenen Disziplinen werden unterschiedliche Tests empfohlen, da man nicht ohne weiteres Protokolle, die etwa für Rennpferde aussagekräftig sind, auf Sportpferde übertragen kann (Maré et al. 2017) und es wichtig ist, dass die Bedingungen unter denen das Pferd im Alltag Leistung erbringen muss, so gut wie möglich repliziert werden (Munsters et al. 2014, Maré et al. 2017).

Verschiedene Parameter können dann vor, während und nach der Belastung erhoben werden, wobei die wichtigsten, im Feld anwendbaren Tests, die Herzfrequenzmessung und die Messung der Blutlaktatkonzentration im Verhältnis zur Arbeitsbelastung sind (Evans 2004, Leleu et al. 2005, Bitschnau et al. 2010, Twele 2019).

Die Messung der Herzfrequenz erlaubt Rückschlüsse auf die Funktion und Kapazität des kardiovaskulären Systems und den Grad der akuten Belastung (Twele 2019), denn das Herz auswurfvolumen vergrößert sich nicht wesentlich, so dass die Herzfrequenz Rückschlüsse auf das tatsächliche Herzminutenvolumen erlaubt. Generell steigt die Herzfrequenz mit steigender Beanspruchung an, bis ihr Maximum erreicht ist und es trotz steigender Belastung zu einem Plateau kommt (Allen et al. 2016, Hines 2018, Twele 2019). Die maximale Herzfrequenz ist ein individuell festgelegter Wert und nur die

Geschwindigkeit, mit der die maximale Herzfrequenz erreicht wird, und die Größe des Herzens und somit sein Auswurfvolumen sind durch Training zu modifizieren (Allen et al. 2016, Hines 2018, Twele 2019). Die Messung der Herzfrequenz kann entweder mittels Auskultation erfolgen, was jedoch leicht zu Messungenauigkeiten führt, oder es können Elektrokardiogramme oder Sportuhren mit integriertem GPS-Modul und Herzfrequenzmessung benutzt werden (Reef et al. 2014, Allen et al. 2016, Maré et al. 2017, Twele 2019). Als klinisch nutzbarer Messwert, um die Fitness eines Pferdes zu beurteilen, werden, je nach Disziplin der V200, der V170 und der V140 beschrieben, also die Geschwindigkeit, bei der die Herzfrequenz bei 200, 170 oder 140 Schlägen pro Minute liegt, wobei ein fitteres Pferd diese Werte erst bei höherer Belastung erreicht (Evans 2004, Leleu et al. 2005, Fraipont et al. 2011, Munsters et al. 2014, Allen et al. 2016, Maré et al. 2017, Hines 2018, Twele 2019). Außerdem wird die Beruhigung der Herzfrequenz nach Belastung häufig zur Erstein-schätzung bei Pferden mit Leistungsintoleranz in praxi verwendet (Bitschnau et al. 2010, Reef et al. 2014), wobei ein fittes Pferd etwa 30 bis 45 Minuten nach Ende der intensiven Belastung wieder seine Ruheherzfrequenz aufweisen sollte (Reef 2018). Als pathologisch zu betrachten ist eine relativ erhöhte Herzfrequenz, ungewöhnlich hohe maximale Herzfrequenzen von über 250 Schlägen pro Minute, ungewöhnlich niedrige Herzfrequenzen und eine stark verlängerte Beruhigungsphase (Allen et al. 2016). Gerade eine erhöhte Herzfrequenz muss keine kardiologische Ursache haben, sondern kann auch auf andere Probleme hindeuten, wie etwa ungenügende Fitness, Dehydratation, hohe Temperaturen, respiratorische oder vaskuläre Erkrankungen, Aufregung oder auch Schmerzen, wie etwa subklinische Lahmheit (Evans 2004, Evans 2007, Allen et al. 2016). Dies sollte vor allem in Betracht gezogen werden, wenn die Herzfrequenz stark ansteigt, der Blutlaktatwert, welcher als Indikator für anaerobe Glykolyse ebenfalls Rückschlüsse auf die kardiovaskuläre Fitness des Pferdes zulässt, sich hingegen wenig verändert (Maré et al. 2017, Hines 2018). Verglichen mit anderen Indikatoren für Trainingsintensität ist die Herzfrequenz insgesamt einfach, schnell und günstig zu erfassen und kann in vielen Szenarien verwendet werden und Abweichungen können auf viele mögliche Pathologien hindeuten. Andererseits ist die Frequenz, wie kaum ein anderer Wert, auch von psychologischen Faktoren wie Stress oder Aufregung (evtl. auch situativ oder umgebungsbedingt) beeinflussbar, und Messwerte können so verfälscht werden (Allen et al. 2016).

Laktat als ein Produkt des anaeroben Glukosestoffwechsels, wird mit steigender Belastung vermehrt ausgeschüttet, so dass mit Erhöhung der körperlichen Belastung auch die Blutlaktatkonzentration exponentiell ansteigt. Die Zunahme der Laktatkonzentration im Blut kann als ein Indikator für die kardiovaskuläre und metabolische Fitness des Pferdes betrachtet werden (Piccione et al. 2010, Hines 2018). Von besonderem Interesse zur Evaluation der Leistungsfähigkeit des Organismus ist die sogenannte aerob-anaerobe Laktatschwelle, also jener Grad an Belastung, bei der sich Laktatauf- und -abbau im Gleichgewicht befinden. Bei weiterer Erhöhung der Belastung übersteigt dann die Laktatproduktion den Laktatabbau, so dass es zu einem exponentiellen Anstieg der Laktatkonzentration kommt (Twele 2019). In der Humanmedizin und auch beim Pferd wird der Wert von 4 mmol/l häufig als aerob-an-

aerobe Schwelle definiert (Twele 2019). Dementsprechend ist die aerobe Kapazität eines Athleten größer, je höher die Belastung ist, bei der eine Blut- oder Plasmalaktatkonzentration von 4 mmol/l gemessen wird. Untrainierte Pferde oder solche mit respiratorischen Problemen erreichen diese Werte schon bei deutlich niedrigeren Belastungen als fitte Pferde (Parente 1996, Evans 2004, Leleu et al. 2005, Piccione et al. 2010, Fraipont et al. 2011, Hines 2018). Zur Messung der Laktatkonzentration sind Blutgasanalysegeräte und portable Blutlaktat-Messgeräte geeignet (Twele 2019).

Auch die arterielle Blutgasanalyse kann Aufschlüsse über die Fitness/Kondition eines Pferdes geben. Vor allem bei Pferden mit Verdacht auf kardiorespiratorische Erkrankungen erlaubt diese Untersuchung in Ruhe oder unter Belastung eine Aussage über die Lungenfunktion, aber auch über sonstige obstruktive Atemwegsverlegungen oder kardiologische Probleme und sollte immer in Zusammenhang mit anderen Untersuchungsergebnissen betrachtet werden (Parente 1996, Martin et al. 2004, Meyer et al. 2004, Hines 2018). Die Durchführung der arteriellen Blutgasanalyse kurz nach Belastung ist hingegen wenig aussagekräftig, da sich die Werte innerhalb von Sekunden verändern (Gehlen 2010). Es erfordert daher eine entsprechende technische Ausstattung, um unter maximaler Belastung, z.B. auf dem Hochgeschwindigkeitslaufband, intraarterielle Blutproben über einen liegenden Arterienzugang zu gewinnen. Daher ist in der Praxis die Nutzung des Laktatwertes nach Belastung gebräuchlicher.

Insgesamt sollte die Diagnose nicht aufgrund eines einzelnen Messwertes getroffen werden, sondern es sollten sowohl der Vorbericht als auch alle Ergebnisse der klinischen Untersuchung und des Belastungstestes gemeinsam zur Beurteilung und Diagnosefindung herangezogen werden (Evans 2007).

Weiterführende Diagnostik und leistungsmindernde Erkrankungen

In den Tabellen 1 und 2 sind die leistungsmindernden Erkrankungen und Vorberichte aufgelistet.

Erkrankungen der Atemwege

Erkrankungen der Atemwege werden als „die häufigste internistische Ursache für Leistungsschwäche beim Pferd“ beschrieben (Niederhofer und Müller 2017).

Dementsprechend wichtig ist eine ausführliche Untersuchung der Atemwege bei allen Patienten, die mit Leistungsinsuffizienz vorstellig werden (Lilich und Gaughan 1996, Hines 2018). Die Anamnese ist auch hier die Grundlage für das weitere klinische Vorgehen. Symptome, wie Husten, Atemgeräusche oder Kurzatmigkeit können vorliegen und wertvolle Hinweise liefern, ob die Erkrankung zum Beispiel eher im Bereich der oberen oder der tiefen Atemwege lokalisiert ist. Häufig werden diese Symptome aber vom Besitzer nicht als leistungsinsuffizienzverursachendes Problem erkannt (Niederhofer und Müller 2017).

Eine ausführliche Auskultation des gesamten Lungenfeldes sollte bei Ruheatmung und auch unter forcierter Atmung er-

Tab. 1 Leistungsschwäche als Vorbericht | *Complaint of poor Performance*

Autor und Jahr	Pferde	Anzahl der Pferde	Nutzung	Erkrankungen	Untersuchungen
Martin et al. 2000	<ul style="list-style-type: none"> • 198 Vollblüter • 140 Traber • 10 andere 	348	<ul style="list-style-type: none"> • 150 Galopprennen • 140 Trabrennen • 28 Hindernisrennen • 7 Dressur • 10 Vielseitigkeit • 10 Springen • 3 Distanz 	<ul style="list-style-type: none"> • 26,5 % keine Diagnose • 42,8 % Erkrankungen der oberen Atemwege (DDSP, dyn. Pharynxkolaps, RLN) • 9,5 % Herzarrhythmien • 6,3 % obere Atemwege + Herzarrhythmien • 5,5 % verminderte Herzkontraktion (fractional shortening) • 2,9 % exertionale Rhabdomyolyse • 4,3 % Lahmheit • 2,6 % anderes 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeinuntersuchung inkl. Auskultation von Herz und Lunge • Hochgeschwindigkeitslaufband • Endoskopie der oberen und unteren Atemwege • Echokardiographie vor, während und nach Belastung
Meikova et al. 2016	<ul style="list-style-type: none"> • 18 Vollblüter 	18	Galopprennen	<ul style="list-style-type: none"> • 16,7 % keine Diagnose • 66,6 % obere Atemwege (44,4 % DDSP, 11,1 % Deviation der Plica aryepiglottica, 11,1 % Hemiplegia laryngis sinistra) • 1,1 % IAD • 5,5 % EIPH • 11,1 % subkl. Myopathie • 55,6 % mehr als ein Problem 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeinuntersuchung • Laboruntersuchung: Hämatologie, Serum Biochemie, Creatinkinase nach Belastung • Endoskopie der oberen Atemwege in Ruhe und Belastung • Kardiolog. Untersuchung: Auskultation, Echokardiographie, EKG in Ruhe und Belastung • Hochgeschwindigkeitslaufband
Fraipont et al. 2011	<ul style="list-style-type: none"> • 13 Araber • 8 Araber Kreuzungen • 2 franz. Traber • 2 Apaloosa Kreuzungen • 1 Selle francais • 1 Palomino 	27	Distanzrennen	<ul style="list-style-type: none"> • 85,2 % Erkrankungen der unteren Atemwege (IAD, EIPH, bakterielle Infektion, milde RAO) • 25,9 % Rhabdomyolyse • 14,8 % Lahmheiten • 7,4 % Kardiologische Erkrankungen • 100 % mehr als ein Problem 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeinuntersuchung • Lahmheitsuntersuchung • Belastungstest inkl. V160, V200 und V1a4 • Blutuntersuchung: Hämatologie und Biochemie • BelastungsEKG • Echokardiographie • SerumLaktatkonzentration • Oszillometrie • Endoskopie der oberen und tiefen Atemwege inkl. Trachealspülprobe und BALFZytologie
Richards et al. 2010	<ul style="list-style-type: none"> • 38 Traber 	38	Trabrennen	<ul style="list-style-type: none"> • 11 % keine Diagnose • 78 % mehr als ein Problem • 42 % obere Atemwege (24 % Deviation der Plica aryepiglottica, 11 % Pharynxkollaps, 5 % DDSP, 3 % Stimmfaltenkollaps) • 84 % untere Atemwege (65 % IAD, 52 % EIPH, 52 % tracheale Inflammation) • 21 % Lahmheit • 24 % muskuläre Probleme • 10 % mangelnder Trainingszustand 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeinuntersuchung • Blutuntersuchung: Hämatologie und Biochemie • Enzyme (CK, AST, LDH) • Fibrinogen, Eisen und SAA • Echokardiographie • Standardisierter Belastungstest mit EKG (V200) und Blutfaktbestimmung (V1a4) • Ruheendoskopie der oberen und tiefen Atemwege und BALFZytologie und Trachealspülprobe • Belastungsendoskopie der OAW • Lahmheitsuntersuchung

Autor und Jahr	Pferde	Anzahl der Pferde	Nutzung	Erkrankungen	Untersuchungen
Knight and Evans 2000	• 542 Traber unimittelbar nach dem Rennen untersucht	541	Trabrennen	<ul style="list-style-type: none"> • bei 49,5% Diagnosen gestellt, davon • 26,6% akute Verletzungen • 11,1% Lahmheit • 5,4% Iliosakralgelenk • 4,8% schlechte Erholungswerte • 4,6% EIPH • 2,6% Atemwegsentzündung • 2,3% gluteale Schmerzen • 1,5% Maulverletzungen • 1,6% einseitiges Nasenbluten • ca. 6% sonstiges • bei 50,5% keine Diagnose 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine und klinische Untersuchung inkl. Auskultation von Herz und Lunge unmittelbar nach Beendigung des Rennens • dann abhängig vom klinischen Erscheinungsbild: Lahmheitsuntersuchung, Palpation der Muskulatur und/ oder Blut und Urinuntersuchung
Van Erck et al. 2006	• 40 Traber	40	Trabrennen	<ul style="list-style-type: none"> • 60% obere und untere Atemwege • 50% Lahmheit • 10% kardiologische Probleme • 10% Belastungsmyopathie • 11,5% ungenügender Trainingszustand 	<ul style="list-style-type: none"> • klinische Untersuchung inkl. Auskultation von Herz und Lunge und orthopädische Untersuchung • Belastungstest mit Herzfrequenzmessung (V200) und Messung der Blutlaktatkonzentration (VLA4) • Endoskopie der oberen & unteren Atemwege vor & nach Belastung • Blutuntersuchung vor und nach Belastung

folgen, da viele Befunde bei Ruheatmung subklinisch bleiben (Lilich und Gaughan 1996, Niederhofer und Müller 2017, Hines 2018). Diese Forcierung der Atmung sollte nicht durch Belastung erfolgen, da dies durch den Sympathikotonus zu einer Bronchodilatation führt und die Sekretmobilisation fördert. Daher sind Maßnahmen in Ruhe, etwa die CO₂-Rückatmung in einen Atembeutel besser geeignet, um Auskultationsbefunde zu verdeutlichen (Fey und Venner 2017). Zusätzlich können die Lungengrenzen und eventuelle hyper- oder hyporesonante Areale oder pleurale Schmerzen mittels Perkussion ermittelt werden (Hines 2018).

Erkrankungen der oberen Atemwege

Erkrankungen des oberen Respirationstraktes sind vielfältig und ein häufiger Befund bei leistunginsuffizienten Rennpferden (Sánchez et al. 2005, Van Erck et al. 2006, Richard et al. 2010, Davidson et al. 2011, Van Erck 2011, Melkova et al. 2016), da Abnormalitäten der oberen Atemwege hinsichtlich Anatomie und Funktion die Ventilation der Lunge während der Belastung behindern und so zu einer Hypoxämie führen können, was die Leistungsfähigkeit der Muskulatur beeinträchtigt (Birks et al. 2004, Evans 2007, Davidson et al. 2011). Dabei ist zu beachten, dass die klinische Bedeutsamkeit stark von der Disziplin abhängt (Parente 2018). So können Befunde, die bei einem Renn- oder Vielseitigkeitspferd schon zu deutlichen Leistungsminderungen führen würden, bei einem Dressur- oder Springpferd eventuell noch problemlos toleriert werden (Van Erck-Westergren et al. 2013, Niederhofer und Müller 2017). Dennoch sind Erkrankungen der oberen Atemwege beim Sportpferd als häufige Ursache von Leistungsinsuffizienz beschrieben (Davidson und Martin 2003, Davidson et al. 2011, Van Erck 2011, Van Erck-Westergren et al. 2013).

Die wichtigsten Erkrankungen mit meist deutlicher Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Pferdes sind (neben anderen selten beobachteten Erkrankungen) die Dorsalverlagerung des Gaumensegels (DDSP) beim Rennpferd (Davidson und Martin 2003) und die Neuropathie des Nervus laryngeus recurrens (RLN; Recurrent laryngeal neuropathy) mit assoziierter Kehlkopflähmung beim Warmblutpferd (Davidson und Martin 2003, Fey et al. 2017). Sehr viel seltener sind der dynamische Pharynxkollaps und die Deviation der Plica aryepiglottica (Beard 1996, Davenport-Goodall und Parente 2003, Hackett und Parente 2003, Sullivan und Parente 2003, Holcombe und Ducharme 2004, Martin et al. 2004, Brown et al. 2005, Fey et al. 2017, Hines 2018). Andere Studien fanden dagegen pharyngeale Instabilität als häufigsten Befund (Van Erck 2011), wobei die Bedeutung dieses belastungsendoskopischen Befundes fraglich bleibt. Es wurde vermutet, dass Dressurpferde häufiger DDSP und Larynxkollaps entwickeln als Springpferde, vermutlich aufgrund des höheren Versammlungsgrades und der damit verbundenen engeren Kopf-Hals-Haltung der Dressurpferde, was wiederum zu einem höheren Luftwiderstand in den oberen Atemwegen führen soll. Letzteres wurde jedoch in einer Studie, in der der Grad der Kehlkopflähmung in verschiedenen Kopfpositionen belastungsendoskopisch verglichen wurde, widerlegt (Go et al. 2014). Insgesamt weisen viele Pferde mehr als eine Pathologie in diesem Bereich auf (Van Erck 2011).

Tab. 2 Leistungsschwäche kombiniert mit anderem Vorbericht | Complaint of Poor Performance associated to respiratory or musculoskeletal problems

Autor und Jahr	Pferde	Anzahl Pferde	Nutzung	Erkrankungen	Untersuchungen
Davidson et al. 2011	<ul style="list-style-type: none"> • 30 Vollblüter • 15 Vollblut Kreuzungen • 26 Warmblüter • 9 Kaltblüter • 13 Ponies • 5 Quarter Horses • 5 Morgan/ American Saddlebred 	<ul style="list-style-type: none"> • 35 mit Atemnebengeräusch und Leistungsschwäche • 17 nur mit Leistungsschwäche 	<ul style="list-style-type: none"> • 33 Springen • 19 Vielseitigkeit • 25 Dressur • 8 Fuchsjagd • 13 Fahren • 5 Freizeit 	<ul style="list-style-type: none"> • insgesamt 72% Erkrankungen der oberen Atemwege (dynamischer Pharynxkollaps, DDSP, Hemiplegia laryngis sinistra) • 81 % bei Pferden mit Atemnebengeräuschen • 24% bei Pferden ohne Atemnebengeräusche 	<ul style="list-style-type: none"> • Hochgeschwindigkeitslaufband • Endoskopie in Ruhe und Belastung
Dabareiner et al. 2005	<ul style="list-style-type: none"> • 110 Quarter Horses, • 8 QH Vollblut Kreuzungen 	<ul style="list-style-type: none"> • 46 Pferde wegen Leistungsschwäche (Probleme bei engen Wendungen und weniger schnell), 72 Pferde wegen Lahmheit untersucht 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrel Racing 	<ul style="list-style-type: none"> • 100% orthopädische Probleme (v.a. Probleme im distalen Zehenbereich, Sprunggelenk und Fesselträger) 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeinuntersuchung • Lahmheitsuntersuchung • diagnostische Anästhesien • Röntgen • orthopädischer Ultraschall
Dabareiner et al. 2005	<ul style="list-style-type: none"> • 118 Quarter Horses 	<ul style="list-style-type: none"> • 75% mit Vorbericht Lahmheit • 25% mit Vorbericht Leistungsschwäche (Probleme bei Stopps und engen Wendungen und Unwilligkeit) 	<ul style="list-style-type: none"> • Team Roping 	<ul style="list-style-type: none"> • 86% orthopädische Probleme (v.a. Hufrolle und Tarsalgelenk betroffen) • 14% unbekannt 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeinuntersuchung • Lahmheitsuntersuchung • diagnostische Anästhesien • Röntgen • orthopädischer Ultraschall
Mirazo et al. 2014	<ul style="list-style-type: none"> • 52 Vollblüter 	<ul style="list-style-type: none"> • 52 Vollblüter mit Vorbericht Leistungsschwäche (17%), Atemgeräusch (66%) oder beidem (17%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Galopprennen 	<ul style="list-style-type: none"> • 77% mit Abnormalitäten der OAW (29% ein Befund und 48% mehrere Befunde) • 40% Deviation der Plica aryepiglottica, 35% Stimmfaltenkollaps • 33% Hemiplegia laryngis 33%) • 25% Gaumensegelverlagerung 	<ul style="list-style-type: none"> • Belastungsendoskopie der oberen Atemwege auf der Rennbahn
Van Erck 2011	<ul style="list-style-type: none"> • 49 Warmblutsporthferde 	<ul style="list-style-type: none"> • 149 Warmblutpferde, davon: • 41 wegen Leistungsschwäche • 70 wegen Atemgeräusch 38 wegen Routineuntersuchung 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei den leistungsschwachen Pferden: • 16 Dressur • 20 Springen • 2 Fahren • 2 Vielseitigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbericht Atemnebengeräusch: • 91% mit Abnormalitäten der oberen Atemwege bei Belastung • 32 mit einer und 74 mit zwei oder mehr Abnormalitäten laryngis, Gaumensegelverlagerung, Stimmfaltenkollaps, Deviation der Plica aryepiglottica, Pharyngeale lymphoide Hyperplasie und Inflammatory Airway Disease 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruheendoskopie • Belastungsendoskopie unter dem Reiter

Die Ruheendoskopie kann zur Diagnostik belastungsassoziierter Atemgeräusche eingesetzt werden (Davison et al. 2017), jedoch haben viele Pferde, welche weder ein Atemgeräusch unter Belastung noch Ruhebefunde aufweisen, trotzdem eine Erkrankung der oberen Atemwege und das Vorhandensein eines Geräusches oder eines Ruhebefundes erlaubt keine exakte Diagnose (Witte et al. 2011, Davison et al. 2017). Eine wirkliche Beurteilung der klinischen Relevanz ist nicht hundertprozentig möglich (Kannegieter und Dore 1995, Martin et al. 2000, Franklin et al. 2006, Davidson et al. 2010, Davidson und Parente 2011, Van Erck-Westergren et al. 2013), da die Korrelation zwischen Ruhe- und Belastungsbefunden an Larynx und Pharynx recht schwach ist (Sullivan und Parente 2003, Martin et al. 2004, Lane et al. 2006, Pollock et al. 2009, Van Erck 2011, Barakzai und Cheetham 2012, Davison et al. 2017). Ein einzelner Befund in Ruhe schließt zudem ein Vorhandensein von anderen dynamischen Stenosen der oberen Atemwege unter Belastung nicht aus, da, wie gesagt, nicht selten mehrere Pathologien gleichzeitig bestehen (Allen et al. 2006, Lane et al. 2006, Davidson und Parente 2011, Van Erck 2011, Mirazo et al. 2014).

Daher sollte für die Bewertung der klinischen Relevanz eine endoskopische Untersuchung unter Belastung durchgeführt werden (Parente 1996, Martin et al. 2004, Franklin et al. 2006, Lane et al. 2006, Pollock et al. 2009, Davidson et al. 2010, Davidson und Parente 2011, Van Erck 2011, Barakzai und Cheetham 2012, Van Erck-Westergren et al. 2013, Melkova et al. 2016, Parente 2018, Wysocka und Kluciński 2018).

Dafür besteht die Möglichkeit der endoskopischen Untersuchung mithilfe eines Hochgeschwindigkeitslaufbandes oder mit der „Overground“ Endoskopie (Abb. 1 und 2), welche den Vorteil hat, dass sie unter Feldbedingungen leichter durchzuführen ist und die individuellen Anforderungen der jeweiligen Disziplin leichter widerspiegelt (Desmaizieres et al. 2009, Allen und Franklin 2010, Gehlen et al. 2010, Van Erck-Westergren et al. 2013, Davison et al. 2017, Niederhofer und Müller 2017). Dies ist vor allem beim Warmblut-Sporthferd von hoher Relevanz, da hier die Belastung in der Regel submaximal ist und komplexere Abläufe beinhaltet. So hat die

Kopf-Hals-Haltung und die Einwirkungen des Reiters über die Zügel einen signifikanten Einfluss auf die Morphologie der oberen Atemwege und auf die Stömungsverhältnisse der Luft (Franklin et al. 2006, Strand et al. 2009, Cehak et al. 2010, Van Erck 2011, Go et al. 2014) und kann somit auch bestimmte Pathologien der oberen Atemwege beeinflussen (Van Erck 2011, Van Erck-Westergren et al. 2013). Auch das Reiten von Übergängen und engen Wendungen kann Instabilitäten der Atemwege provozieren (Van Erck 2011). Dies nachzuvollziehen ist natürlich auf dem Laufband nicht möglich. Zudem ist die Overground Endoskopie deutlich preisgünstiger, leichter verfügbar und schneller durchzuführen (Pollock et al. 2009, Pollock und Reardon 2009, Gehlen et al. 2010, Barakzai und Cheetham 2012).

Erkrankungen der tiefen Atemwege

Erkrankungen der Lunge sind einer der häufigsten Gründe für Leistungsschwäche (Moore 1996). Dies zeigt sich in Studien, bei denen über 80% der wegen Leistunginsuffizienz untersuchten Pferde Befunde im Bereich der tiefen Atemwege aufwiesen (Richard et al. 2010, Fraipont et al. 2011), beziehungsweise 68% der wegen Leistungsschwäche untersuchten Pferde Mukusansammlungen in der Trachea hatten und bei 70% Anzeichen einer neutrophilen Entzündung nachgewiesen wurde (Allen et al. 2006).

Sowohl die Präsenz von Schleim (MacNamara et al. 1990, Holcombe et al. 2006, Couetil et al. 2007, Couetil et al. 2020), als auch entzündliche Prozesse in den Atemwegen (Fogarty und Buckley 1991, Couetil et al. 2007, Evans et al. 2011, Lavoie et al. 2011) wurden schon mit Leistungsschwäche bei Pferden in Verbindung gebracht. Es gibt Hinweise, dass entzündliche Lungenerkrankungen zu Veränderungen der Compliance der Lunge, zu Erhöhung der viskosen Lungenresistenz und zu Veränderungen in der dynamischen Belastung der Atmung führen. Dadurch ist der Energieaufwand der Atmung erhöht, die Luftstromgeschwindigkeit verlangsamt, der Gasaustausch beeinträchtigt und somit die Leistungsfähigkeit limitiert (Holcombe et al. 2006, Couetil et al. 2007, Pirrone et al. 2007, Evans et al. 2011, Van Erck-Westergren et al. 2013). Dies kann aufgrund der mangelhaften Sauerstoffver-



Abb. 1 Mobiles System für die Endoskopie unter Belastung, „Overground“ Endoskop, Firma Optomed, Frankreich | Mobile system for dynamic endoscopy during exercise, „overground“ scope, Optomed, France



Abb. 2 „Overground“ Endoskop im Einsatz an zwei Galopprennpferden auf dem Weg zur Trainingsbahn | „Overground“ scope in use on two Thoroughbreds on their way to the training track

sorgung der peripheren Muskulatur zur schnelleren Muskelermüdung beitragen (Art et al. 1999), während auch eine Mukusansammlung in den tiefen Atemwegen die Leistungswilligkeit von Sportpferden negativ beeinflussen kann (Widmer et al. 2009).

Die häufigsten leistungslimitierenden Lungenerkrankungen sind das Equine Asthma in seiner milden-moderaten Form (ehemals Inflammatory Airway Disease, IAD) und der schweren Form (ehemals Recurrent Airway Obstruction, RAO), sowie das belastungsinduzierte Lungenbluten (EIPH) (Moore 1996, Mazan 2018), wobei equines Asthma vor allem bei Rennpferden auch in Kombination mit EIPH auftreten kann.

Während die schwere Form des equinen Asthmas in der Regel mit deutlichen klinischen Symptomen, wie Husten oder Atemnot einhergeht, zeigen Pferde mit der milden-moderaten Form häufig keinerlei klinische Symptomatik in Ruhe und das einzige Symptom ist oft Leistungsschwäche (Van Erck-Westergren et al. 2013, Mazan 2018), kombiniert mit vermehrter Schleimansammlung in der Trachea und Entzündungszellen in den Atemwegen sowie Husten (Martin et al. 2004, Sánchez et al. 2005, Allen et al. 2006, Couetil et al. 2007, Van Erck-Westergren et al. 2013, Burnheim et al. 2016, Laus et al. 2018), wobei nur 38% der Pferde mit mildem Asthma auch Husten als Symptom zeigen (Christley et al. 2001, Couetil et al. 2020). Auf dem letzten Havemeyer Workshop wurde eine weitere Differenzierung des Equinen Asthmas in drei verschiedene Schweregrade vorgeschlagen, wobei die milde oder asymptomatische Form sich lediglich in einer Leistungsschwäche ohne jegliche respiratorische Symptome äußert, während bei der moderaten Form Leistungsinsuffizienz mit milder Atemwegssymptomatik, wie gelegentlichem Husten oder Nasenausfluss, einhergeht, jedoch ohne Perioden von Dyspnoe, wie es bei der schweren Form des Equinen Asthmas der Fall ist (Couetil et al. 2020).

Auch EIPH kann bei Spring- und Vielseitigkeitspferden gelegentlich Leistungsschwäche bedingen (Moore 1996, Van Erck-Westergren et al. 2013).

Während lange angenommen wurde, dass subklinische Infektionen des Respirationstraktes nicht in direktem Zusammenhang mit Leistungsschwäche stehen (Back et al. 2015), wird mittlerweile davon ausgegangen, dass ein Zusammenhang zwischen viralen oder bakteriellen Lungenerkrankungen und der Entwicklung von Equinem Asthma mit einhergehender Leistungsminderung besteht (Couetil et al. 2020). Auch ein Lungenwurmbefall kann sich wohl klinisch durchaus in Leistungsschwäche äußern (Couetil et al. 2007).

Bei einem Vorbericht von Leistungsinsuffizienz können weitere klinische Zeichen wie etwa Husten, erschwerte Atmung während der Belastung und verlängerte Beruhigungszeit der Atmung nach Belastung Hinweise auf die Lunge als Auslöser der Leistungsinsuffizienz liefern und Anlass zur weiteren Diagnostik in diesem Bereich liefern (Couetil et al. 2007, Evans 2007), wobei, wie gesagt, Lungenerkrankungen auch als leistungsmindernd in Betracht gezogen werden müssen, wenn keine offensichtlichen respiratorischen Symptome vorliegen (Couetil et al. 2020). Zur weiteren Diagnostik gehört neben der klinischen eine bronchoskopische Untersuchung (Parente 1996, Birks et al. 2004, Sánchez et al. 2005, Coue-

til et al. 2007). Dabei können etwa Mukusakkumulationen in den Atemwegen hinweisend sein, dass die Lunge Auslöser für die Leistungsschwäche sein könnte (Couetil et al. 2007, Fraipont et al. 2011, Secombe et al. 2019). Trachealschleim ist ein verlässlicher Indikator für das Vorhandensein von infektiösen und nichtinfektiösen entzündlichen Prozessen in der Luftröhre und vor allem auch den Bronchien (Martin et al. 2004, Allen et al. 2006, Laus et al. 2018), wobei beim Sportpferd eine Schleimansammlung von mehr als Grad 3 von 5 als ausreichend zur Diagnose von mildem bis moderatem equinen Asthma betrachtet wird (Couetil et al. 2020). Jedoch gibt es auch Pferde ohne Trachealsekret, die trotzdem vermehrte Entzündungszellen aufweisen, weshalb eine zytologische Untersuchung mittels BALF, Trachealspülprobe oder Absaugen des Tracheobronchialsekretes immer erfolgen sollte, um Lungenerkrankungen zu diagnostizieren (Malikides et al. 2003, Sánchez et al. 2005, Allen et al. 2006, Couetil et al. 2020). Pferde mit IAD weisen in der Regel einen milden Anstieg an neutrophilen und eosinophilen Granulozyten, sowie Lymphozyten oder Mastzellen auf (Parente 1996, Sánchez et al. 2005, Couetil et al. 2007, Fraipont et al. 2011, Lavoie et al. 2011, Secombe et al. 2019).

EIPH wird durch das Auffinden von Blut, Erythro- oder Hämosiderophagen nachgewiesen (Abb. 3) (Couetil et al. 2007, Crispe et al. 2017).

Leistungsschwache Pferde mit entzündlichen Veränderungen der Atemwege zeigen in der Regel außerdem eine Verschlechterung in Belastungstests in Bezug auf Messwerte, wie etwa den VLa4, also die aerob-anaerobe Laktatschwelle, und einen schnelleren Anstieg der Herzfrequenz bei Belastung bzw. eine höhere Pulsfrequenz bei Belastung im Vergleich zu gesunden Pferden (Couetil et al. 2007). Oft zeigen betroffene Pferde auch eine milde Hyperkapnie und Hypoxämie in der arteriellen Blutgasanalyse, was insgesamt auf ein Missverhältnis zwischen Ventilation und Perfusion hindeutet (Ferro et al. 2002, Holcombe et al. 2006, Van Erck-Westergren et al. 2013). Obwohl in Einzelfällen also durchaus sinnvoll, hat die Bestimmung der arteriellen Blutgaswerte nach Belastung

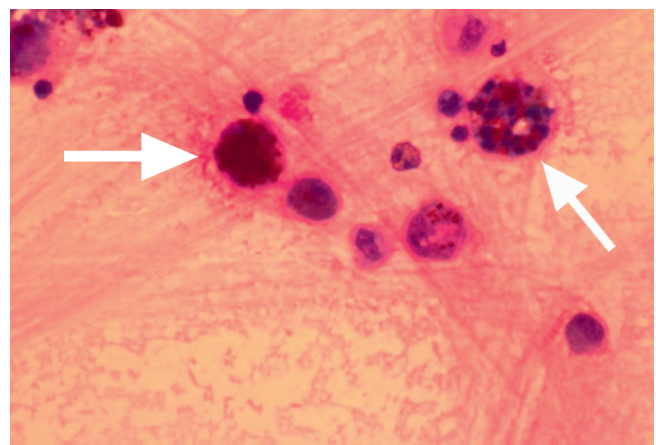


Abb. 3 Makrophagen mit phagozytierten Erythrozyten (Erythrophagen) nach frischem Lungenbluten (EIPH), May-Grünwald-Färbung, 1000-fache Vergrößerung | Macrophages containing phagocytosed erythrocytes (erythrophages) visible shortly after exercised induced pulmonary hemorrhage (EIPH), May-Gruenwald-staining, 1000x.

insgesamt jedoch einen relativ geringen Wert zur Diagnostik subklinischer Lungenerkrankungen (Gehlen 2010).

Insgesamt ist eine gründliche klinische und bronchoskopische Untersuchung und Zytologie der Atemwege nach aktuellem Stand die beste Methode, um Erkrankungen der unteren Atemwege, die sich in Leistungsschwäche äußern, unter Praxisbedingungen zu diagnostizieren (Evans 2004, Couetil et al. 2007, Couetil et al. 2020). Eine röntgenologische Untersuchung der Lunge, sowie Lungenfunktionstests können als Ergänzung dienen (Evans 2007, Burnheim et al. 2016, Niederhofer und Müller 2017, Hines 2018, Couetil et al. 2020).

Erkrankungen des Herzens

Insgesamt kommen Herzbefunde beim Pferd eher selten vor (Martin et al. 2004, Allen et al. 2016), spielen jedoch als Ursache für Leistungsschwäche durchaus eine wichtige Rolle (Martin et al. 2004, Gehlen et al. 2007). Aufgrund struktureller und funktionaler Veränderungen im kardiovaskulären System durch intensives Training und der Größe des Pferdeherzens, können Abweichungen des Herzrhythmus und Herzgeräuschen, in Folge von Klappenrückflüssen entstehen (Zucca et al. 2010, Reef et al. 2014). Dabei kann es schwierig sein, diese physiologischen Vorgänge von Herzerkrankungen abzugrenzen (Zucca et al. 2010, Allen et al. 2016, Jago und Keen 2019). Daher ist es nicht immer möglich, auch mit weiterführende Untersuchungen, zwischen klinisch relevanten und irrelevanten Befunden zu unterscheiden (Birks et al. 2004, de Solis 2016, Jago und Keen 2019) und die klinische Relevanz von einzelnen Arrhythmien und Herzgeräuschen ist umstritten (Reef et al. 2014, Schwarzwald 2016).

Abhängig vom Schweregrad (Reef 2018) werden Erkrankungen des Herzens jedoch als mögliche Auslöser für Leistungsinsuffizienz beschrieben (Birks et al. 2004, Meyer et al. 2004, van Erck et al. 2006). So wurden signifikante Arrhythmien als alleiniger Befund bei 9% der wegen Leistungsschwäche untersuchten Pferden und bei 6% in Kombination mit anderen Befunden diagnostiziert (Martin et al. 2000). In anderen Studien wiesen 36 von 182 Pferden, welche mit Herzbefunden diagnostiziert wurden, eine vorberichtliche Leistungsinsuffizienz auf (Gehlen et al. 2007) oder es wurden klinisch signifikante Arrhythmien und Klappenrückflüsse bei leistungs-

insuffizienten Pferden festgestellt (Meyer et al. 2004, Fraipont et al. 2011).

Leistungsmindernde Herzerkrankungen sind beispielsweise Klappenrückflüsse, kongenitale Herzdefekte, myokardiale Dysfunktionen, Erkrankungen des Perikards, Arrhythmien, wie Vorhofflimmern oder ventrikuläre Tachykardien und auch Gefäßthrombosen (Mitten 1996, Hines 2018). Eine Myokarditis äußert sich in der Regel mit deutlicheren Symptomen, es gibt jedoch Fälle in denen auch Myokarditiden sich in Leistungsschwäche äußern können (Martin et al. 2004).

Bei den Herzklappenrückflüssen haben solche an der Aortenklappe die größte klinische Relevanz beim Sportpferd. Bei 72% der Pferde mit Aortenklappenrückflüssen wurden klinische Symptome, wie Leistungseinbußen oder verlängerte Erholungszeiten festgestellt. Dies war bei 60% der Pferde mit Rückflüssen an der Trikuspidalklappe und nur bei 39% der Pferde mit Mitralklappenrückflüssen der Fall (Gehlen et al. 2007). Auch Ventrikelseptumdefekte können, abhängig von ihrer Größe, einen negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit haben (Zucca et al. 2010, Reef et al. 2014).

Rhythmusstörungen können die Leistungsfähigkeit ebenfalls beeinträchtigen, indem sie die Herzauswurfleistung verringern oder hämodynamische Veränderungen bedingen (Martin et al. 2004, Gehlen et al. 2006, Allen et al. 2016).

Als wichtigste leistungsmindernde Arrhythmie wird beim Pferd das Vorhofflimmern beschrieben (Gehlen und Stadler 2002, Martin et al. 2004, Reef et al. 2014, Allen et al. 2016, de Solis 2016). Allerdings können sich gerade Warmblutportpferde mit Vorhofflimmern klinisch auch ohne Leistungseinschränkungen präsentieren (Gehlen und Stadler 2002, Gehlen et al. 2007), so dass eine Korrelation zwischen Vorhofflimmern und Leistungsabfall in der Regel nur dann vorliegt, wenn es mit anderen zu Grunde liegenden Herzerkrankungen verbunden ist (Gehlen und Stadler 2002). (Abb. 4)

Bei anderen Arrhythmien wie Atrioventrikular- oder Sinusblöcken, Vorhof- oder Ventrikelextrasystolen ist der Effekt auf die Leistungsfähigkeit weniger gut untersucht und es ist schwierig von den Ergebnissen aus Studien mit Rennpferden Rückschlüsse auf Warmblutportpferde zu ziehen, da es sich um andere Pferderassen mit anderer Belastung handelt (Buhl et

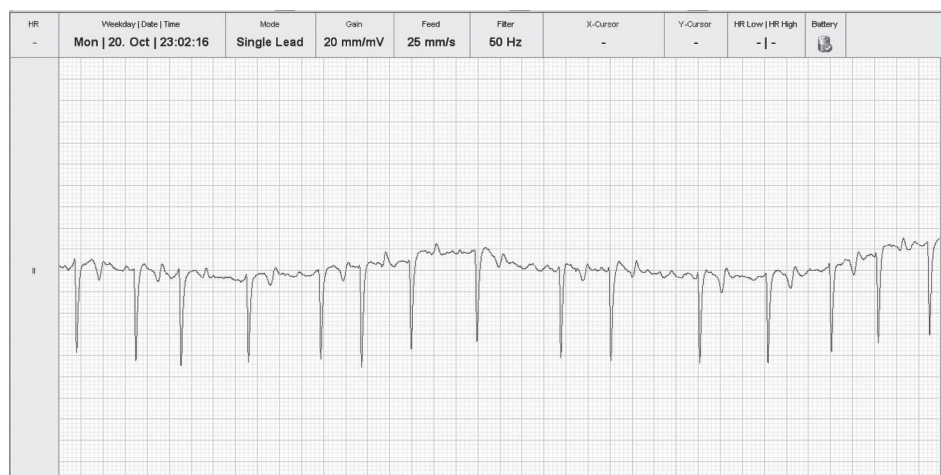


Abb. 4 Vorhofflimmern, zu erkennen an der undulierenden Nulllinie und den unregelmäßigen QRS-Abständen, ist die wichtigste, leistungslimitierende Arrhythmie beim Sportpferd. | Atrial fibrillation, characterized by missing p-waves and irregular QRS intervals is the most common arrhythmia limiting performance in sports horses

al. 2010). Grundsätzlich wird angenommen, dass vereinzelte Extrasystolen während der Belastung keinen negativen Effekt auf die Leistung des Pferdes haben (Martin et al. 2000, Jose-Cunilleras et al. 2006, Ryan et al. 2010, Reef et al. 2014, Allen et al. 2016). Warmblutsporthferde mit Vorhofextrasystolen, Atrioventrikulärblöcken zweiten Grades, Extrasystolen und Sinuspausen können normale Leistung erbringen (Barbesgaard et al. 2010, Buhl et al. 2010). (Abb. 5)

Auch wenn klinisch relevante Bradyarrhythmien selten sind, können sie zur Leistungsschwäche führen, wenn sie unter Belastung nicht verschwinden, und können hinweisend auf myokardiale Erkrankungen oder Elektrolytimbalancen sein (Martin et al. 2004). Viele Pferde können auch Herzbefunde aufweisen, die ohne große klinische Signifikanz zu sein scheinen (Martin et al. 2000, Barbesgaard et al. 2010, Buhl et al. 2010, Reef 2018). In zahlreichen Studien wurde keine Assoziation zwischen dem Vorhandensein von Herzbefunden und der Leistungsfähigkeit des Pferdes festgestellt (Gehlen et al. 2007, Zucca et al. 2010, Fraipont et al. 2011, Melkova et al. 2016). Obwohl die meisten Arrhythmien und Klappenrückflüsse also von niedriger klinischer Bedeutung zu sein scheinen, können sie in Einzelfällen, abhängig von Ausprägung und Schweregrad, eine Leistungsinsuffizienz verursachen (Zucca et al. 2010, Hines 2018).

Zur diagnostischen Abklärung des Herzens sollte zunächst eine gründliche klinische Untersuchung (Birks et al. 2004, Hines 2018, Jago und Keen 2019), gefolgt von einer ausführlichen Auskultation der linken und rechten Thoraxseite erfolgen, um Arrhythmien und Herzgeräusche festzustellen (Birks et al. 2004, Martin et al. 2004). Dies ist immer noch eine sehr wichtige klinische Diagnostikmöglichkeit und kann in 94 % der Fälle zur Aufdeckung eines pathologischen Herzbefundes führen (Gehlen et al. 2007). Auch eine Auskultation nach Belastung ist sinnvoll, um eventuelle Arrhythmien oder Herzgeräusche, die in Ruhe nicht apparent sind zu diagnostizieren oder zu beurteilen, ob eine Ruhearrhythmie oder ein Herzgeräusch unter Belastung verschwindet, sich verstärkt oder von gleichbleibender Intensität ist (Gehlen 2010).

Idealerweise sollte dann noch ein Elektrokardiogramm (EKG) durchgeführt werden (Birks et al. 2004, Jago und Keen 2019). Prinzipiell ist es angeraten, bei Pferden, welche unter einer nicht erklärbaren Leistungsinsuffizienz leiden, immer auch ein Belastungs-EKG und ein Langzeit-EKG durchzuführen (Reef 2018). Dies dient zur Klärung, ob etwa in Ruhe festgestellte Arrhythmien bei Belastung verschwinden, um atriale und ventrikuläre Extrasystolen, ventrikuläre Tachykardien und paroxysmales Vorhofflimmern zu diagnostizieren und um festzustellen, ob die generelle Reaktion des Herzens auf Belastung angemessen ist (Parente 1996, Scheffer und Van Oldruitenborgh-Oosterbaan 1996, Buhl et al. 2010, Reef et al. 2014,

Allen et al. 2016, Niederhofer und Müller 2017, Jago und Keen 2019).

Eine Echokardiographie des Herzens in Ruhe (und evtl. auch unmittelbar nach Belastung) sollte ebenfalls erfolgen und ist am besten geeignet, um Ursachen von Herzgeräuschen, Arrhythmien und Tachykardien sowie angeborene Herzdefekte festzustellen, sowie die Herzfunktion zu beurteilen. Die Ultraschalluntersuchung des Herzens dient der Einschätzung des Schweregrades einer Herzerkrankung und ermöglicht Hinweise auf bereits vorhandene hämodynamische Folgen am Herz (z.B. Herzhypertrophie oder -dilatationen) (Parente 1996, Birks et al. 2004, Gehlen 2010, Reef et al. 2014, Reef 2018, Jago und Keen 2019).

Um myokardiale Erkrankungen, wie etwa eine akute Myokarditis oder eine Endokarditis zu diagnostizieren, kann zusätzlich eine hämatologische Untersuchung und die Bestimmung von kardialen Enzymen, wie herzspezifischer Creatinkinase (CK), herzspezifischer Lactatdehydrogenase (LDH) mit ihrem Isoenzym α -Hydroxybutyratdehydrogenase (α -HBDH) und Troponin (T und/oder I) durchgeführt werden (Birks et al. 2004, Hines 2018), wobei allein die Troponinbestimmung wirklich herzspezifisch ist (Gehlen 2010).

Insgesamt lässt sich abschließend sagen, dass nicht jeder Herzbefund klinisch relevant sein muss oder als Auslöser für Leistungsinsuffizienz in Frage kommt (Birks et al. 2004, Gehlen et al. 2007, Buhl et al. 2010). Befunde am Herz sollten immer in Relation zu dem klinischen Erscheinungsbild des Pferdes und unter Berücksichtigung der Umstände, unter denen die Befunde auftreten (Allen et al. 2016, Jago und Keen 2019), bewertet werden und eine Untersuchung unter Belastung sollte die vom Pferd im Normalfall erbrachte Leistung so gut wie möglich replizieren (Reef 2018).

Erkrankungen des Bewegungsapparates

Eine hohe Anzahl von Pferden, wenn nicht sogar die meisten, die mit Leistungsinsuffizienz vorstellig werden, sind lahm, obwohl vorberichtlich nicht von Lahmheit die Rede war (Lilich und Gaughan 1996, Knight und Evans 2000, Navas De Solis et al. 2018). Bei 4,3 % (Martin et al. 2000), 11 % (Knight und Evans 2000), 86 % (Dabareiner et al. 2005) oder sogar 100 % (Swor et al. 2019) der Pferde, welche wegen Leistungsschwäche untersucht wurden, konnte eine Lahmheit diagnostiziert werden. So schließt die mangelnde Erkennung der Lahmheit durch den Reiter diese nicht als Grund für die Leistungsschwäche aus, da viele lahme Pferde mit dem Vorbericht Leistungsschwäche beim Tierarzt vorstellig werden oder Leistungsschwäche oder Unritztigkeit ein erstes Symptom für Schmerzen darstellen kann, bevor eine sichtbare Lahmheit deutlich wird (Pilsworth et al. 1998, Dyson 2016, Swor et al. 2019).

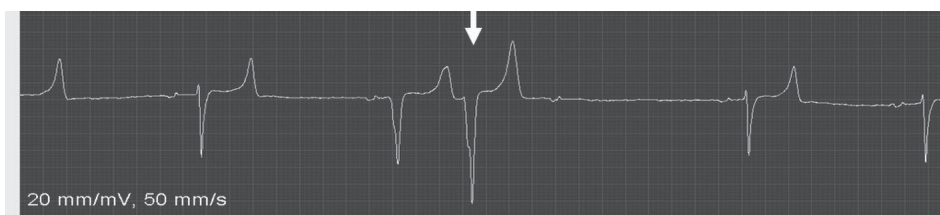


Abb. 5 Ventrikuläre Extrasystolen werden nicht durch eine P-Welle eingeleitet und führen zu einer kompensatorischen Pause durch die Refraktärzeit des Ventrikels. | Ventricular premature complexes have no relationship to P waves and are often followed by a compensatory pause due to the refractory time of the ventricle.

Bewegung ist eine der Schlüsselkomponenten für athletische Leistungsfähigkeit, so dass muskuloskelettale, neurologische oder neuromuskuläre Probleme zur Leistungsschwäche führen können, entweder durch Schmerz, mechanische Restriktionen, Unkoordination oder Schwäche (Hines 2018) und schon geringgradige Lahmheiten können quantifizierbare Veränderungen im Energieverbrauch verursachen (Parente et al. 2002). Dabei treten neben einfacher oder multipler Lahmheit auch Probleme im Hals, Rücken oder Beckenbereich auf, welche zu Leistungsschwäche führen können (Dyson 2016, Hines 2018).

Muskuloskelettale Erkrankungen beeinflussen die Leistung oft durch die Auslösung von Schmerzen (Pilsworth et al. 1998, Dyson 2016), worauf Pferde sehr unterschiedlich reagieren, so dass einige Pferde eher fehlende Kraft oder Leistungsfähigkeit als Symptom zeigen, während andere eher hektisch werden, buckeln, unangemessen schwitzen oder sich der Anlehnung entziehen (Dyson 2016). Die klinische Manifestation und die Art der Verletzungen können dabei sehr disziplinspezifisch sein (Dyson 2002). Bei Dressurpferden äußern sich leistungslimitierende Schmerzen in der Regel etwa in der Unwilligkeit, in Anlehnung zu gehen, Steifheit, Problemen bei lateralen Manövern, Piaffe, Passage oder der Trabverstärkung, Unfähigkeit zur Versammlung oder Probleme bei fliegenden Wechseln, sowie Taktprobleme (Dyson 2002). Bei Springpferden werden eher ein nicht gleichmäßiges Abdrücken am Sprung, Unwilligkeit, in enge Wendungen zu gehen, Schwierigkeiten mit Distanzen zwischen Kombinationen oder Tempowechseln, Verweigern oder auch Kreuzgalopp gesehen (Dyson 2002). Bei Vielseitigkeitspferden können sich geringgradige orthopädische Probleme natürlich einerseits, wie bereits für Dressur- und Springpferde beschrieben, äußern. Andererseits können aber auch im Gelände Probleme, wie etwa Unwilligkeit bergab zu galoppieren, auftreten (Dyson 2002).

Weitere, subtile Hinweise auf zugrundeliegende Schmerzen können Muskelverspannungen, unregelmäßig abgenutzte Hufeisen sowie ein rutschender Sattel sein (Dyson 2016).

Auch schmerzhaft Zustände im Rückenbereich werden oft als Auslöser für Leistungsinsuffizienz beschrieben (Findley und Singer 2015, Burns et al. 2018, Mayaki et al. 2019, van Zadelhoff et al. 2019). Verminderte Leistungsfähigkeit oder Unwilligkeit zu arbeiten ist einer der häufigsten Vorberichte bei Rückenschmerzen (Girodroux et al. 2009). Dabei müssen primäre, schmerzhaft Rückenerkrankungen von Folgeerscheinungen anderer Erkrankungen unterschieden werden (Findley und Singer 2015, Dyson 2016, Burns et al. 2018). Schon eine geringgradige Lahmheit kann zu Veränderungen im Bewegungsablauf und damit zu Rückenschmerzen führen (Girodroux et al. 2009, Burns et al. 2018). Das bedeutet, dass Rückenschmerzen auch in anderen Körperregionen ihren Ursprung haben können und oft mit Lahmheit vergesellschaftet sind (Girodroux et al. 2009, Dyson 2016). Deshalb sollte immer eine gründliche Lahmheitsuntersuchung erfolgen (Burns et al. 2018).

Häufige primäre Ursachen für Schmerzen im Rückenbereich sind Verengungen im interspinalen Raum, aber auch Spondylosen, Osteoarthritis der Facettengelenke, Osteoarthritis des Iliosakralgelenkes, kongenitale Defekte der Wirbelkörper oder Frakturen der Dornfortsätze. Aber auch Weichteilschäden, wie etwa Läsionen des Ligamentum supra- oder interspinale, des

Musculus multifidus oder auch eine Rhabdomyolyse können ursächlich sein (Girodroux et al. 2009, Quiroz-Rothe et al. 2010, Findley und Singer 2015, Burns et al. 2018, Mayaki et al. 2019, van Zadelhoff et al. 2019).

Schmerzhaft Zustände im Iliosakralgelenk betreffen vor allem große, schwere Warmblüter, die im Spring- oder Dressursport genutzt werden und sich dann oft mit einem Vorbericht von subtilen Symptomen wie Leistungsinsuffizienz neben Anlehnungsproblemen, Hinterhandschwäche, Verhaltensänderungen oder Schwierigkeiten bei bestimmten Lektionen präsentieren (Knight und Evans 2000, Dyson und Murray 2010, Barstow und Dyson 2015). Wahrscheinlich sind schmerzhaft Zustände im Iliosakralgelenk aufgrund der fehlenden Spezifität der Symptome tendenziell unterdiagnostiziert und häufiger als bisher angenommen Auslöser von Leistungsinsuffizienzen (Dyson und Murray 2010).

Auch Läsionen im Halsbereich können die Ursache für Leistungsschwäche sein (Dyson 2011). Ursachen umfassen etwa Osteoarthrosen bzw. -arthritiden der Facettengelenke, Frakturen und Fissuren, Subluxation eines Halswirbels, Diskospondylitis, Muskelfaserrisse, Läsionen oder Insertionsdesmopathien des Ligamentum nuchae, Bursitis der Bursa nuchalis, aber auch Thrombophlebitis der Vena jugularis (Dyson 2011). Die Pferde zeigen häufig unspezifische Symptome wie Anlehnungs-, Stellungsprobleme oder Hinterhandschwäche und Stolpern, wobei viele dieser Symptome auch in Lahmheiten oder Rückenschmerzen begründet sein können (Dyson 2011).

Zur Ergründung der Ursachen einer Leistungsschwäche sollte in jedem Fall eine eingehende Lahmheitsuntersuchung (Parente 1996), inklusive einer gründlichen Adspektion und Palpation in Ruhe (Lilich und Gaughan 1996, Findley und Singer 2015, Dyson 2016) erfolgen. Um weiterhin orthopädische und neurologische Probleme auszuschließen, sollte das Pferd in verschiedenen Gangarten auf geraden und gebogenen Linien auf hartem und weichem Boden und nach Möglichkeit an der Longe und unter dem Reiter vorgeführt werden, da viele orthopädische Probleme, die Leistungsschwäche als primäres Symptom zeigen, sehr undeutlich und vielleicht nur unter Belastung zu erkennen sein können (Lilich und Gaughan 1996, Dyson 2016, Hines 2018). Dabei sollte immer berücksichtigt werden, welches Bewegungspotential man von dem untersuchten Pferd erwartet, da viele Lahmheitsbilder, gerade bilaterale, sich in Verkürzung der Bewegungen oder mildem Wendeschmerz und nicht unbedingt in deutlich sichtbarer Lahmheit äußern (Dyson 2016). Auch die Bewertung unter dem Reiter ist von entscheidender Bedeutung, da Lahmheit oft nur beim Reiten in bestimmten Situationen oder in bestimmten Haltungen deutlich wird. Darüber hinaus sollte das gesamte Equipment gründlich auf Passform überprüft und die Reaktion des Pferdes beim Satteln beobachtet werden (Findley und Singer 2015, Dyson 2016, Burns et al. 2018). Um Lahmheit und andere muskuloskelettale leistungsmindernde Ursachen wie Rückenschmerzen weiter zu differenzieren, können anschließend zusätzliche diagnostische Möglichkeiten genutzt werden, wobei die anschließende Vorgehensweise von den Ergebnissen der Lahmheitsuntersuchung abhängig ist (Lilich und Gaughan 1996, Dyson 2016).

Zum Auffinden der schmerzauslösenden Pathologie sind Leitungsanästhesien ein wertvolles Diagnostikum. Diese können

jedoch viel Zeit in Anspruch nehmen, da Lahmheit, welche sich nur in Leistunginsuffizienz äußert oft in mehreren Gliedmaßen lokalisiert ist, und möglicherweise schmerzhafte Zustände im thorakolumbalen oder iliosakralen Bereich eine zusätzliche Rolle spielen können (Dyson 2016). Wie diagnostische Anästhesien eingesetzt werden ist, wie immer, abhängig von den Ergebnissen der klinischen Untersuchung und ein allgemeingültiges Vorgehen ist nicht beschrieben. Wichtig ist, den gesamten Bewegungsablauf des Pferdes vor und nach der Anästhesie zu beurteilen. Dies erfolgt bei geringgradiger Lahmheit, wie sie beim Vorbericht Leistunginsuffizienz zu erwarten wäre, am besten unter dem Reiter. Dabei sollte auf subtile Hinweise für eine Minderung der Schmerzen, wie verbesserte Wendigkeit, Veränderungen in der Anlehnung und Beweglichkeit der Rückenlinie geachtet werden und auch das Reitgefühl vor und nach der Analgesie erfragt werden. Bei bilateraler Lahmheit ist es auch möglich, dass nach lokaler Anästhesie die Lahmheit auf der kontralateralen Seite deutlicher wird (Dyson 2016). Solche Diagnostik erfordert viel Zeit und Erfahrung, wobei die Veränderungen im Bewegungsablauf, nach Ausschaltung aller Schmerzquellen, oft deutlich sind (Dyson 2016). Sobald die Lokalisation des leistungsmindernden Schmerzes gefunden ist, kann die entsprechende Region mittels einer Vielzahl von bildgebenden Verfahren wie Röntgen, Ultraschall, Magnetresonanztomographie oder Computertomographie weitergehend untersucht werden, um möglicherweise den Grund für die Schmerzen ausfindig zu machen (Parente 1996, Dyson 2016).

Auch die szintigraphische Untersuchung kann sinnvoll sein, um die Lokalisation der Lahmheitsursachen, welche durch klinische Untersuchung und Lokalanästhesien nur schwer festzustellen sind, zu finden. Dieses Diagnostikum ist jedoch keinesfalls als Ersatz für eine sorgfältige klinische Untersuchung zu betrachten, da es auch häufig falsch positive oder negative Resultate gibt (Gorgas et al. 2009, Dyson 2016, Quiney et al. 2018).

Wenn Dolenz bei Palpation und Manipulation, abnormale Muskelspannung oder -atrophie auftreten, oder die Beweglichkeit limitiert ist, sollte der Rücken genauer untersucht werden (Findley und Singer 2015, Dyson 2016, Burns et al. 2018). Dabei haben sich die Anwendung von Röntgen- und Ultraschalluntersuchung, sowie Szintigraphie und diagnostische Analgesie als Untersuchungsmethoden bewährt, wobei Auffälligkeiten in der Bildgebung nicht unbedingt mit klinischer Symptomatik einhergehen müssen und mit lokaler Anästhesie bestätigt werden sollten (Zimmerman et al. 2012, Findley und Singer 2015, Dyson 2016, Burns et al. 2018, van Zadelhoff et al. 2019). Bei Pferden mit Verdacht auf Iliosakralgelenksprobleme zeigen bis zu 99% der Pferde eine vermehrte Aufnahme radioaktiven Materials im Bereich des Iliosakralgelenkes und es besteht direkte Korrelation zwischen szintigraphischen Befunden und positiver Lokalanästhesie. Die Szintigraphie scheint also ein geeignetes Diagnostikum für Iliosakralproblematik zu sein, vor allem in Kombination mit der Anwendung von Lokalanästhesien, welche zur deutlichen Verbesserung von Gangabnormalitäten führt (Dyson et al. 2010). Läsionen im Halsbereich sollten bedacht werden, wenn die Lahmheitsuntersuchung keine Ergebnisse brachte oder die klinische Symptomatik direkt hinweisend auf Nackenschmerzen ist (Dyson 2011). Dabei sind neben der klinischen Untersuchung in Bewegung und in verschiedenen

Stellungen Röntgen, Computertomographie und Ultraschall geeignet und auch die Szintigraphie kann verwendet werden, um Halsläsionen zu diagnostizieren (Dyson 2011).

Erkrankungen der Muskeln

Verschiedenste Muskelerkrankungen werden mit verminderter Leistung assoziiert. Jedoch können die wenigsten schon in der klinischen Untersuchung in Ruhe festgestellt werden, weshalb auch hier wieder eine detaillierte Anamnese von essentieller Bedeutung ist, wenn vorberichtliche Bewegungsanomalien, Steifheit, vermehrtes Liegen, Muskelzittern und -abbau Hinweise auf muskuläre Erkrankungen liefern (Martin et al. 2004, Niederhofer und Müller 2017). Als häufiger Vorbericht wird auch von Bewegungsunwilligkeit und Versammlungsproblemen berichtet (Hunt et al. 2008, Valberg 2018).

So kann zum Beispiel die milde oder moderate Form der belastungsinduzierten Myopathie, auch subklinische Myopathie genannt, zu unspezifischen klinischen Symptomen führen und ist ein häufiger Grund für Leistungsschwäche (Martin et al. 2000, Martin et al. 2004, Hunt et al. 2008, Richard et al. 2010, Fraipont et al. 2011, Dyson 2016, Melkova et al. 2016, Hines 2018).

Auch die Polysaccharid-Speicher-Myopathie (PSSM) kann sich, neben vielen anderen möglichen Symptomen, in Leistunginsuffizienz äußern und ist beim Warmblutpferd die häufigste Myopathie (Hunt et al. 2008, Quiroz-Rothe et al. 2010, Dyson 2016, Schusser 2017, Hines 2018, Valberg 2018).

Weitere mögliche muskuläre Ursachen für Leistunginsuffizienz sind neurogene oder myogene Muskeldystrophie (Hunt et al. 2008) oder auch ein Muskelfaserriss, Muskelkater oder -krämpfe (Valberg 2018). Traumatische Muskelläsionen können prinzipiell in jeder Muskelgruppe auftreten, betreffen jedoch meistens die Muskeln der Kruppe und die kaudale Oberschenkelmuskulatur (Schusser 2017, Hines 2018).

In seltenen Fällen kann die durch Hypoglycin-A verursachte atypische Myopathie oder ein nutritiver Vitamin E Mangel, welche in der Regel durch einen schweren Verlauf gekennzeichnet sind, zu solch milden Symptomen wie Leistunginsuffizienz führen, wobei bei diesen Erkrankungen in der Regel mehrere Pferde einer Herde betroffen sind (Jones 1987, Hines 2018, McGuire 2018).

Auch eine mitochondriale Myopathie, welche sich durch deutliche Leistungsschwäche und starke Laktatakkumulation äußert (Valberg et al. 1994, Nollet und Deprez 2005) oder eine myofibrillare Myopathie (Valberg et al. 2017, Valberg 2018) können in seltenen Fällen der Auslöser sein.

Falls der Verdacht besteht, dass die Leistungsschwäche in einer muskulären Erkrankung begründet liegt, sollten zielgerichtete weiterführende Untersuchungen durchgeführt werden. Dazu gehört eine klinische Untersuchung mit Palpation und Adspektion der verschiedenen Muskelgruppen in Ruhe und Bewegung und auch die Messung der Enzyme Creatinkinase (CK), Aspartat-Aminotransferase (AST) und Laktatdehydrogenase (LDH), sowie die Bestimmung von Vitamin E und

Selen im Serum (Parente 1996, Martin et al. 2004, Nollet und Deprez 2005, Valberg 2018). Dabei ist einzig die CK muskelspezifisch, jedoch kann auch eine permanente Erhöhung der AST auf zurückliegende Episoden von Rhabdomyolyse oder aber auch übertriebenes Training hindeuten (Jones 1987, Mack et al. 2014, Dyson 2016, Schusser 2017). Zudem besteht die Möglichkeit, einen submaximalen Belastungstest durchzuführen, wobei 30 Minuten vor und eine halbe bis 4 Stunden nach der Belastung die Konzentration von CK im Serum gemessen wird (Parente 1996, Martin et al. 2000, Birks et al. 2004, Martin et al. 2004, Evans 2007, Valberg 2018). Sollte diese sich deutlich über die Referenzwerte hinaus erhöht haben, kann man von einer Belastungsmiopathie ausgehen, wobei mit PSSM betroffene Warmblüter trotz Leistungsschwäche manchmal keine Erhöhung der CK aufweisen (Valberg 2018). Zu guter Letzt stellt noch die histopathologische Untersuchung einer Muskelbiopsie ein geeignetes Diagnostikum dar, um etwa PSSM, myofibrilläre Myopathie oder Kreuzverschlag zu diagnostizieren (Nollet und Deprez 2005, Hunt et al. 2008, Dyson 2016, Niederhofer und Müller 2017, Schusser 2017, Valberg et al. 2017, Valberg 2018).

Neurologische Erkrankungen

Neurologische Erkrankungen des Pferdes können zu Ataxie und Schwäche führen und damit natürlich auch die Leistungsfähigkeit des athletischen Pferdes beeinflussen und können immer, entweder allein oder gemeinsam mit Lahmheit, zu Leistungsinsuffizienz führen (Dyson 2016, Bedenice und Johnson 2018, Hines 2018). Die häufigste neurologische Erkrankung bei Sportpferden ist die Cervikale Vertebrale Stenotische Myelopathie (CVSM), welche sich häufig durch sehr subtile Zeichen wie leicht hypermetrische Bewegungsmuster, propriozeptive Defizite, geringgradige Ataxie und Schwäche äußert. Die Erkrankung bleibt vom Reiter oft lange unerkannt und äußert sich erst ab einem gewissen sportlichen Niveau als Leistungsinsuffizienz (Bedenice und Johnson 2018). Differentialdiagnostisch können auch sehr milde Formen der Equinen Degenerativen Myeloencephalopathie sowie Shivering in Frage kommen, welche sich ebenfalls in Leistungsschwäche äußern können, aber nur sehr schwer intra vitam zu diagnostizieren sind (Bedenice und Johnson 2018). Oft fallen neurologische Befunde wie Koordinationsdefizite, mangelnde Propriozeption oder übertriebene oder steife Bewegungen schon in Ruhe oder bei der Lahmheitsuntersuchung auf. Sollte dies der Fall sein, ist eine weitere Abklärung inklusive kompletter neurologischer Untersuchung, Röntgen und ggf. Computertomographie der Halswirbelsäule in verschiedenen Projektionsrichtungen, Halspositionen, mit/ohne Kontrastmittel und in seltenen Fällen die Analyse der Cerebrospinalflüssigkeit zum Ausschluss infektiöser Erkrankungen zu empfehlen (Lilich und Gaughan 1996). Bei sehr subtilen Symptomen kann auch eine klinische Untersuchung unter dem Reiter nötig sein, um geringgradige neurologische Auffälligkeiten festzustellen (Bedenice und Johnson 2018).

Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes

In einigen Fällen können auch Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes, wie das „Equine Gastric Ulcer Syndrome“ (EGUS)

mit seinen beiden Ausprägungsformen „Equine Squamous Gastric Disease (ESGD)“ und Equine Glandular Gastric Disease (EGGD) sich unter anderem oder ausschließlich in Leistungsschwäche äußern (Vatistas et al. 1999, Niederhofer und Müller 2017, Banse und Andrews 2019). Insbesondere beim EGGD sind das endoskopische Bild und ein Zusammenhang zu einer Leistungsinsuffizienz aber wenig verlässlich (Sykes et al. 2015) (Abb.6).

Jedoch wurden bei 4 bzw. 12 Rennpferden, welche mit Leistungsinsuffizienz vorstellig wurden, nach gründlicher klinischer Untersuchung Magengeschwüre als einziger Befund festgestellt. Eine Behandlung mit Omeprazol führte bei allen Pferden zu einer Verbesserung der Leistung und der festgestellten Läsionen (Franklin et al. 2008, Çetinkaya et al. 2013).

Auch Warmblutpferde, welche intensiv trainiert wurden oder an nationalen Turnieren teilnehmen, sind sehr häufig von Magengeschwüren betroffen (Pedersen et al. 2018). Pferde, welche international starteten, sind hingegen seltener betroffen, woraus die Autoren schließen, dass betroffene Pferde weniger leistungsfähig sind (Pedersen et al. 2018).

Falls das klinische Erscheinungsbild und der Vorbericht auf Erkrankungen im Bereich des Gastrointestinaltraktes hindeuten, wird eine gründliche Untersuchung des Magen-Darm Traktes empfohlen (Niederhofer und Müller 2017). Die Diagnostik von Magengeschwüren erfolgt standardmäßig mittels Gastroskopie und einer Klassifizierung der Läsionen nach Grad und Verteilungsmuster (Becker et al. 2017).

Metabolische Erkrankungen

Metabolische Erkrankungen können entweder durch Entgleisungen des endokrinen Systems, des Säure-Basen-Gleichgewichts oder der Elektrolyte oder durch thermische Effekte zu Leistungsinsuffizienz führen (Foreman 1996). Metabolische und respiratorische Alkalosen oder Azidosen, die bei intensi-



Abb. 6 Läsionen der kutanen (Equine squamous gastric disease, ESGD) und der glandulären Magenschleimhaut (Equine glandular gastric disease, EGGD) als mögliche Ursache von Leistungsinsuffizienz. | Lesions of the squamous (Equine squamous gastric disease, ESGD) and glandular gastric mucosa (Equine glandular gastric disease, EGGD) as a possible etiology of exercise insufficiency.

ver sportlicher Belastung zustande kommen können, können zu Leistungsschwäche führen, genauso wie Hyperkaliämie und Hypocalcämie oder die Effekte von Überhitzung (Foreman 1996).

Bei einem entsprechenden Habitus des Patienten sollte bei schleichendem Leistungsverlust immer auch an endokrinologische Erkrankungen, wie Pituitary Pars Intermedia Dysfunction (PPID) oder Equines Metabolisches Syndrom (EMS) gedacht werden, da bei diesen Erkrankungen ein langsamer Verlust der Leistungsfähigkeit ein erstes Anzeichen sein kann (Niederhofer und Müller 2017). Warmblutsporthorse und vor allem Ponies sind deutlich anfälliger für Insulindysregulationen und damit EMS und endokriner Hufrehe als Vollblüter, da sie im Durchschnitt deutlich älter und öfter übergewichtig sind. Hufrehe als schmerzhaftes Erkrankung kann wiederum die Leistungsfähigkeit limitieren (Frank 2018).

PPID ist bei mittelalten Pferden ein relativ häufiger Grund für Leistungsschwäche (Frank 2018), da die Erkrankung sich aufgrund des ausgelösten Muskelkatabolismus und durch Verhaltensänderungen wie etwa ruhigeres Verhalten negativ auf die Leistungsfähigkeit auswirken kann, sowie die Pferde für Verletzungen der Fesselträger prädisponiert (Foreman 1996, Frank 2018, Winter 2018). Auch Hypothyreoidismus kann zu Leistungsschwäche führen, indem der Mangel an Schilddrüsenhormonen etwa die Leistungsfähigkeit von Herz und Muskulatur verringert (Foreman 1996).

Erkrankungen des Urogenitaltraktes

Rosseerscheinungen können in einigen Fällen Leistungsschwäche bedingen, und zwar weniger aus körperlichen Gründen als eher durch Verhaltensprobleme (Foreman 1996, Pryor und Tibary 2005). Jedoch gibt es Hinweise, dass die Hormonschwankungen während des Zyklus tatsächlich auch schmerzhaftes Zustände auslösen oder verstärken können, sowie zu Konzentrationsschwierigkeiten, Launigkeit und Muskelschwäche und somit zu Leistungsinsuffizienz betroffener Stuten führen können (Pryor und Tibary 2005). Auch die sogenannte Nymphomanie bei der Stute, welche durch Granulosazelltumoren oder rossebedingte Verhaltensänderungen ausgelöst werden kann, äußert sich in Hypersensitivität der Haut der Hinterhand, häufigem Harnabsatz, hengstartigem Verhalten und Schweifschlagen, was wiederum die Leistungsfähigkeit stark einschränken kann (Pryor und Tibary 2005, Christoffersen et al. 2007, Ennen et al. 2017).

Andere Erkrankungen des weiblichen Genitaltraktes, wie etwa Vaginitis, Cervicitis oder Endometritis können durch Schmerzhaftigkeit ebenfalls zu Leistungsschwäche führen (Pryor und Tibary 2005, Christoffersen et al. 2007).

Zur Diagnostik von möglicherweise leistungslimitierenden Erkrankungen der Geschlechtsorgane sollte eine ausführliche Anamnese über das Auftreten der Symptome während des Östrus und eine gründliche klinische Untersuchung erfolgen, auch um andere Ursachen für Leistungsschwäche auszuschließen. Die Diagnostik von Erkrankungen der Geschlechtsorgane sollte eine Adspektion der Vulva und des

Vestibulums, sowie eine Vaginoskopie und eventuell auch Hysteroskopie beinhalten. Des Weiteren sollte eine rektale palpatorische und ultrasonographische Untersuchung des Geschlechtstraktes erfolgen, um etwa Ovarialtumoren zu diagnostizieren. Eventuell sollte zusätzlich eine Hormonbestimmung durchgeführt werden, um zu bestimmen, ob die beobachteten Symptome tatsächlich zusammen mit dem Östrus auftreten (Pryor und Tibary 2005, Christoffersen et al. 2007, Ennen et al. 2017).

Auch Erkrankungen des Harnapparates, wie etwa chronische Niereninsuffizienz oder Urolithiasis können, etwa infolge chronischer Schmerzzustände, zu einer Leistungsinsuffizienz führen. Meist stehen bei diesen Erkrankungen andere, spezifischere Symptome, wie Harnabsatzbeschwerden, Polyurie oder Ödeme im Vordergrund, jedoch kann gerade im Anfangsstadium der Leistungsabfall das einzige Symptom sein (Niederhofer und Müller 2017, Schusser und Scheidemann 2017). Zur klinischen Abklärung kann eine rektale Untersuchung inklusive Sonographie, eine hämatologische und eine blutchemische Untersuchung im Bezug auf die Nierenparameter Kreatinin und Harnstoff, sowie eine Urinanalyse zielführend sein, um leistungsmindernde Erkrankungen des Harnapparates zu diagnostizieren (Niederhofer und Müller 2017).

Sonstige Erkrankungen

Tumoröse Umfangsvermehrungen können durch Kompartmentsyndrom oder paraneoplastische Effekte ebenfalls zu Leistungsschwäche führen (Held et al. 1985, May und Howard 2010).

Fazit für die Praxis

Insgesamt sind Erkrankungen des Bewegungsapparates zusammen mit Pathologien der oberen und vor allem auch der tiefen Atemwege und seltener auch neurologische Erkrankungen, sowie Herz- und Muskelprobleme häufig beschriebene Ursachen für verminderte Leistung beim Warmblutsporthorse. Die Untersuchung dieser Organsysteme sollte deshalb im Fokus stehen. Sollten diese Untersuchungen ergebnislos bleiben, können andere seltenere Erkrankungen Auslöser für die Leistungsschwäche sein.

Alle Befunde sollten immer kritisch hinsichtlich ihrer klinischen Relevanz für die Leistungsfähigkeit des Pferdes überprüft werden. Dafür eignet sich die Untersuchung unter Belastung bevorzugt unter den normalen Trainingsbedingungen des Pferdes. Denn anders als beim Rennpferd, äußert sich Leistungsschwäche beim Warmblutsporthorse vermehrt in Verhaltensänderungen oder Problemen bei bestimmten Lektionen und kann auf dem Laufband nur schwer nachvollzogen werden. Alles in allem kann die Ursachenforschung bei Leistungsinsuffizienz kompliziert und langwierig sein und erfordert eine strukturierte gründliche Herangehensweise, um diesem in der Pferdepopulation häufigen und wirtschaftlich wichtigen Problem auf den Grund zu gehen. Eine im Vorfeld durchgeführte, ausführliche Besitzerkommunikation bezüglich des diagnostischen Umfangs und der damit verbundenen Kosten ist ratsam.

Literatur

- Allen K. J., Franklin S. H. (2010) Comparisons of overground endoscopy and treadmill endoscopy in UK Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 42, 186–191; DOI 10.1111/j.2042-3306.2010.00033.x
- Allen K. J., Tremaine W. H., Franklin S. H. (2006) Prevalence of inflammatory airway disease in national hunt horses referred for investigation of poor athletic performance. *Equine Vet. J. Suppl.* 529–534; DOI 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05599.x
- Allen K. J., van Erck-Westergren E., Franklin S. H. (2016) Exercise testing in the equine athlete. *Equine Vet. Educ.* 28, 89–98; DOI 10.1111/eve.12410
- Allen K. J., Young L. E., Franklin S. H. (2016) Evaluation of heart rate and rhythm during exercise. *Equine Vet. Educ.* 28, 99–112; DOI 10.1111/eve.12405
- Art T., Kirschvink N., Smith N., Votion D., Lekeux P. (1999) Cardiorespiratory measurements and indices of oxidative stress in exercising COPD horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 83–87; DOI 10.1111/j.2042-3306.1999.tb05194.x
- Back H., Penell J., Pringle J., Isaksson M., Roneus N., Treiberg Berndtson L., Stahl K. (2015) A longitudinal study of poor performance and subclinical respiratory viral activity in Standardbred trotters. *Vet. Rec. O.* 2, e000107–e000107; DOI 10.1136/vetreco-2014-000107
- Banase H. E., Andrews F. M. (2019) Equine glandular gastric disease: prevalence, impact and management strategies. *Vet. Med. Res. Rep.* 10, 69–76; DOI 10.2147/vmrr.s174427
- Barakzai S. Z., Cheetham J. (2012) Endoscopic examination of exercising horses: Effects on diagnosis and treatment of upper respiratory tract disorders. *Equine Vet. J.* 44, 501–503; DOI 10.1111/j.2042-3306.2012.00625.x
- Barbesgaard L., Buhl R., Meldgaard C. (2010) Prevalence of exercise-associated arrhythmias in normal performing dressage horses. *Equine Vet. J.* 42, 202–207; DOI 10.1111/j.2042-3306.2010.00223.x
- Barstow A., Dyson S. (2015) Clinical features and diagnosis of sacroiliac joint region pain in 296 horses: 2004–2014. *Equine Vet. Educ.* 27, 637–647; DOI 10.1111/eve.12377
- Beard W. (1996) Upper respiratory causes of exercise intolerance. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 12, 435–455; DOI 10.1016/S0749-0739(17)30266-3
- Becker M., Hiepe T., von Samson-Himmelsternja G., Scheidemann W., Schusser G.-F., Stadtbäumer G., Huskamp B., Kopf N. (2017). 14 Krankheiten des Verdauungstrakts (IV). *Handbuch Pferdepraxis*. W. Brehm, H. Gehlen, B. Ohnesorge and A. Wehrend. Stuttgart, Georg Thieme Verlag
- Bedenice D., Johnson A. L. (2018) Neurologic Conditions Affecting the Equine Athlete. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 34, 277–297; DOI 10.1016/j.cveq.2018.04.006
- Birks E. K., Durando M. M., Martin B. B. (2004) Chapter 2 - Clinical exercise testing: evaluation of the poor performing athlete, *Equine Sports Medicine and Surgery*, K. W. Hinchcliff, A. J. Kaneps, R. J. Geor and W. Bayly. W.B. Saunders. Oxford 9–18
- Bitschnau C., Wiestner T., Trachsel D. S., Auer J. A., Weishaupt M. A. (2010) Performance parameters and post exercise heart rate recovery in Warmblood sports horses of different performance levels. *Equine Vet. J. Suppl.* 17–22; DOI 10.1111/j.2042-3306.2010.00260.x
- Brown J. A., Hinchcliff K. W., Jackson M. A., Dredge A. F., O'Callaghan R. A., McCaffrey J. R., Slocumbe R. F., Clarke A. F. (2005) Prevalence of pharyngeal and laryngeal abnormalities in Thoroughbred racing in Australia, and their association with performance. *Equine Vet. J.* 37, 397–401; DOI 10.2746/042516405774480021
- Buckley P., Dunn T., More S. J. (2004) Owners' perceptions of the health and performance of Pony Club horses in Australia. *Prev. Vet. Med.* 63, 121–133; DOI 10.1016/j.prevetmed.2004.01.013
- Buhl R., Meldgaard C., Barbesgaard L. (2010) Cardiac arrhythmias in clinically healthy showjumping horses. *Equine Vet. J.* 42, 196–201; DOI 10.1111/j.2042-3306.2010.00185.x
- Burnheim K., Hughes K. J., Evans D. L., Raidal S. L. (2016) Reliability of breath by breath spirometry and relative flow-time indices for pulmonary function testing in horses. *BMC Vet. Res.* 12, 268; DOI 10.1186/s12917-016-0893-3
- Burns G., Dart A., Jeffcott L. (2018) Clinical progress in the diagnosis of thoracolumbar problems in horses. *Equine Vet. Educ.* 30, 477–485; DOI 10.1111/eve.12623
- Cehak A., Rohn K., Barton A. K., Stadler P., Ohnesorge B. (2010) Effect of head and neck position on pharyngeal diameter in horses. *Vet. Radiol. Ultrasound* 51, 491–497; DOI 10.1111/j.1740-8261.2010.01701.x
- Çetinkaya M. A., Demirutku A., Kaya M. (2013) Gastroscopic evaluation of gastric ulcer syndrome in sport horses with poor performance. *Turk. J. V. Anim. Sci.* 37, 541–545; DOI 10.3906/vet-1209-38
- Chope K. B. (2018) Cardiac/Cardiovascular Conditions Affecting Sport Horses. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 34, 409–425; DOI 10.1016/j.cveq.2018.04.001
- Christley R. M., Hodgson D. R., Rose R. J., Hodgson J. L., Wood J. L., Reid S. W. (2001) Coughing in thoroughbred racehorses: risk factors and tracheal endoscopic and cytological findings. *Vet. Rec.* 148, 99–104; DOI 10.1136/vr.148.4.99
- Christoffersen M., Lehn-Jensen H., Bøgh I. B. (2007) Referred Vaginal Pain: Cause of Hypersensitivity and Performance Problems in Mares? A Clinical Case Study. *J. Equine Vet. Sci.* 27, 32–36; DOI 10.1016/j.jevs.2006.11.009
- Couetil L., Cardwell J. M., Leguillotte R., Mazan M., Richard E., Bienenze D., Bullone M., Gerber V., Ivester K., Lavoie J.-P., Martin J., Moran G., Niedzwiedz A., Pusterla N., Swiderski C. (2020) Equine Asthma: Current Understanding and Future Directions. *Front. Vet. Sci.* 7; DOI 10.3389/fvets.2020.00450
- Couetil L. L., Hoffman A. M., Hodgson J., Buechner-Maxwell V., Viel L., Wood J. L. N., Lavoie J. P. (2007) Inflammatory airway disease of horses. *J. Vet. Int. Med.* 21, 356–361; DOI 10.1892/0891-6640(2007)21[356:ladoh]2.0.Co;2
- Crispe E. J., Lester G. D., Secombe C. J., Perera D. I. (2017) The association between exercise-induced pulmonary haemorrhage and race-day performance in Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 49, 584–589; DOI 10.1111/evj.12671
- Dabareiner R. M., Cohen N. D., Carter G. K., Nunn S., Moyer W. (2005) Lameness and poor performance in horses used for team roping: 118 cases (2000–2003). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 226, 1694–1699; DOI 10.2460/javma.2005.226.1694
- Davenport-Goodall C. L., Parente E. J. (2003) Disorders of the larynx. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 19, 169–187; DOI 10.1016/S0749-0739(02)00072-x
- Davidson E. J., Harris M., Martin B. B., Nolen-Walston R., Boston R. C., Reef V. (2011) Exercising Blood Gas Analysis, Dynamic Upper Respiratory Tract Obstruction, and Postexercising Bronchoalveolar Lavage Cytology – A Comparative Study in Poor Performing Horses. *J. Equine Vet. Sci.* 31, 475–480; DOI 10.1016/j.jevs.2011.03.003
- Davidson E. J., Martin B. B. (2003) Diagnosis of upper respiratory tract diseases in the performance horse. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 19, 51–62; DOI 10.1016/S0749-0739(02)00066-4
- Davidson E. J., Martin B. B., Rieger R. H., Parente E. J. (2010) Exercising Videoendoscopic Evaluation of 45 Horses with Respiratory Noise and/or Poor Performance After Laryngoplasty. *Vet. Surg.* 39, 942–948; DOI 10.1111/j.1532-950x.2010.00746.x
- Davidson E. J., Parente E. J. (2011) Exercising videoendoscopic evaluation of 7 horses with abnormal respiratory noise and poor performance following partial arytenoidectomy. *Equine Vet. Educ.* 23, 626–629; DOI 10.1111/j.2042-3292.2011.00229.x
- Davison J. A., Lumsden J. M., Boston R. C., Ahern B. J. (2017) Overground endoscopy in 311 Thoroughbred racehorses: findings and correlation to resting laryngeal function. *Aust. Vet. J.* 95, 338–342; DOI 10.1111/avj.12620
- de Solis C. N. (2016) Exercising arrhythmias and sudden cardiac death in horses: Review of the literature and comparative aspects. *Equine Vet. J.* 48, 406–413; DOI 10.1111/evj.12580

- Desmaizieres L. M., Serraud N., Plainfosse B., Michel A., Tamzali Y. (2009) Dynamic respiratory endoscopy without treadmill in 68 performance Standardbred, Thoroughbred and saddle horses under natural training conditions. *Equine Vet. J.* 41, 347–352; DOI 10.2746/042516409x427169
- Dyson S. (2002) Lameness and poor performance in the sport horse: Dressage, show jumping and horse trials. *J. Equine Vet. Sci.* 22, 145–150; DOI 10.1016/S0737-0806(02)70139-1
- Dyson S. (2016) Evaluation of poor performance in competition horses: A musculoskeletal perspective. Part 1: Clinical assessment. *Equine Vet. Educ.* 28, 284–293; DOI 10.1111/eve.12426
- Dyson S. (2016) Evaluation of poor performance in competition horses: A musculoskeletal perspective. Part 2: Further investigation. *Equine Vet. Educ.* 28, 379–387; DOI 10.1111/eve.12498
- Dyson S., Murray R. (2010) Pain associated with the sacroiliac joint region: a clinical study of 74 horses. *Equine Vet. J.* 35, 240–245; DOI 10.2746/042516403776148255
- Dyson S., Murray R., Branch M., Harding E. (2010) The sacroiliac joints: evaluation using nuclear scintigraphy. Part 2: Lameness horses. *Equine Vet. J.* 35, 233–239; DOI 10.2746/042516403776148282
- Dyson S. J. (2011) Lesions of the equine neck resulting in lameness or poor performance. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 27, 417–437; DOI 10.1016/j.cveq.2011.08.005
- Ennen S., Handler J., Hospes R., Sieme H., Wehrend A. (2017). 16 Reproduktionsstörungen (I). *Handbuch Pferdepraxis*. W. Brehm, H. Gehlen, B. Ohnesorge and A. Wehrend. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- Evans D. (2004) Chapter 3 – Exercise testing in the field, *Equine Sports Medicine and Surgery*, K. W. Hinchcliff, A. J. Kaneps, R. J. Geor and W. Bayly. W.B. Saunders. Oxford 19–31
- Evans D. L. (2007) Physiology of equine performance and associated tests of function. *Equine Vet. J.* 39, 373–383; DOI 10.2746/042516407 × 206418
- Evans D. L., Kiddell L., Smith C. L. (2011) Pulmonary function measurements immediately after exercise are correlated with neutrophil percentage in tracheal aspirates in horses with poor racing performance. *Res. Vet. Sci.* 90, 510–515; DOI 10.1016/j.rvsc.2010.07.003
- Ferro E., Ferrucci F., Zucca E., Di Fabio V., Castoldi S. (2002) Arterial blood gas analysis in 53 racehorses with a diagnosis of Small Airway Inflammatory Disease (SAID). *J. Equine Vet. Sci.* 22, 165–168; DOI 10.1016/S0737-0806(02)70142-1
- Fey K., Ohnesorge B., Venner M. (2017). 13 Krankheiten der Atmungsorgane (I). *Handbuch Pferdepraxis*. W. Brehm, H. Gehlen, B. Ohnesorge and A. Wehrend. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- Fey K., Venner M. (2017). 13 Krankheiten der Atmungsorgane (II). *Handbuch Pferdepraxis*. W. Brehm, H. Gehlen, B. Ohnesorge and A. Wehrend. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- Findley J., Singer E. (2015) Equine back disorders 1. Clinical presentation, investigation and diagnosis. *In Pract.* 37, 456–467; DOI 10.1136/inp.h4854
- Fogarty U., Buckley T. (1991) Bronchoalveolar lavage findings in horses with exercise intolerance. *Equine Vet. J.* 23, 434–437; DOI 10.1111/j.2042-3306.1991.tb03756.x
- Foreman J. H. (1996) Metabolic causes of equine exercise intolerance. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 12, 537–554; DOI 10.1016/S07490739(17)30271-7
- Fraipont A., Van Erck E., Ramery E., Richard E., Denoix J. M., Lekeux P., Art T. (2011) Subclinical diseases underlying poor performance in endurance horses: diagnostic methods and predictive tests. *Vet. Rec.* 169, 154; DOI 10.1136/vr.d4142
- Frank N. (2018) Endocrine Disorders of the Equine Athlete. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 34, 299–312; DOI 10.1016/j.cveq.2018.04.003
- Franklin S. H., Brazil T. J., Allen K. J. (2008) Poor performance associated with equine gastric ulceration syndrome in four Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. Educ.* 20, 119–124; DOI 10.2746/095777308 × 282363
- Franklin S. H., Naylor J. R. J., Lane J. G. (2006) Videoendoscopic evaluation of the upper respiratory tract in 93 sport horses during exercise testing on a high-speed treadmill. *Equine Vet. J.* 38, 540–545; DOI 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05601.x
- Gehlen H. (2010). *Pferdekardiologie*. Hannover, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- Gehlen H., Bubeck K., Rohn K., Stadler P. (2006) Pulmonary artery wedge pressure during treadmill exercise in warmblood horses with atrial fibrillation. *Res. Vet. Sci.* 81, 134–139; DOI 10.1016/j.rvsc.2005.09.008
- Gehlen H., Goltz A., Rohn K., Stadler P. (2007) A survey of the frequency and development of heart disease in riding-horses - Part 1: Retrospective evaluation (1992–2003) and questionnaires. *Pferdeheilkunde* 23, 369–377; DOI 10.21836/PEM20070408
- Gehlen H., Goltz A., Rohn K., Stadler P. (2007) A survey of the frequency and development of heart disease in riding-horses - Part 2: Clinical and echocardiographic followup examination. *Pferdeheilkunde Equine Med.* 23, 378–387; DOI 10.21836/PEM20070409
- Gehlen H., Stadler P. (2002) Atrial fibrillation in warmblood horses – Echocardiography, therapy, prognosis and outcome in 72 cases. *Pferdeheilkunde* 18, 530–536; DOI 10.21836/PEM20020603
- Gehlen H., Zebisch A., Schuette A., Oel C., May A. (2010) Over-ground exercise endoscopy of upper airways in standardbreds, thoroughbreds and warmblood riding horses under normal training conditions. *Pferdeheilkunde* 26, 344–352; DOI 10.21836/PEM20100303
- Girodroux M., Dyson S., Murray R. (2009) Osteoarthritis of the thoracolumbar synovial intervertebral articulations: Clinical and radiographic features in 77 horses with poor performance and back pain. *Equine Vet. J.* 41, 130–138; DOI 10.2746/042516408 × 345099
- Go L. M., Barton A. K., Ohnesorge B. (2014) Pharyngeal diameter in various head and neck positions during exercise in sport horses. *BMC Vet. Res.* 10, 117; DOI 10.1186/1746-6148-10-117
- Gorgas D., Luder P., Lang J., Doherr M. G., Ueltschi G., Kircher P. (2009) Scintigraphic and radiographic appearance of the sacroiliac region in horses with gait abnormalities or poor performance. *Vet. Radiol. Ultrasound* 50, 208–214; DOI 10.1111/j.1740-8261.2009.01519.x
- Hackett E., Parente E. (2003) Disorders of the pharynx. *The Veterinary clinics of North America. Equine Pract.* 19, 159–167, vii; DOI 10.1016/S0749-0739(02)00071-8
- Held J. P., Patton C. S., Toal R. L., Geiser D. R. (1985) Work intolerance in a horse with thyroid carcinoma. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 187, 1044–1045
- Hines M. T. (2018) Chapter 7 – Clinical Approach to Commonly Encountered Problems, *Equine Internal Medicine (Fourth Edition)*, S. M. Reed, W. M. Bayly and D. C. Sellon. W.B. Saunders 232–310
- Holcombe S. J., Ducharme N. G. (2004) Chapter 27 – Abnormalities of the upper airway, *Equine Sports Medicine and Surgery*, K. W. Hinchcliff, A. J. Kaneps, R. J. Geor and W. Bayly. W.B. Saunders. Oxford 559–598
- Holcombe S. J., Robinson N. E., Derksen F. J., Bertold B., Genovese R., Miller R., de Feiter Rupp H., Carr E. A., Eberhart S. W., Boruta D., Kaneene J. B. (2006) Effect of tracheal mucus and tracheal cytology on racing performance in Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 38, 300–304; DOI 10.2746/04251640677749191
- Hunt L. M., Valberg S. J., Steffenhagen K., McCue M. E. (2008) An epidemiological study of myopathies in Warmblood horses. *Equine Vet. J.* 40, 171–177; DOI 10.2746/042516408 × 244262
- Jago R., Keen J. (2019) Identification of common equine cardiac murmurs. *In Practice* 41, 222–232; DOI 10.1136/inp.j1769
- Jones W. E. (1987) Muscular causes of exercise intolerance. *J. Equine Vet. Sci.* 7, 312–316; DOI 10.1016/S0737-0806(87)80054-0
- Jose-Cunilleras E., Young L. E., Newton J. R., Marlin D. J. (2006) Cardiac arrhythmias during and after treadmill exercise in poorly performing Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 38, 163–170; DOI 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05534.x

- Kannegieter N. J., Dore M. L. (1995) Endoscopy of the upper respiratory tract during treadmill exercise: a clinical study of 100 horses. *Aust. Vet. J.* 72, 101–107; DOI 10.1111/j.1751-0813.1995.tb15020.x
- Knight P., Evans D. (2000) Clinical abnormalities detected in post-race examinations of poorly performing Standardbreds. *Aust. Vet. J.* 78, 344–346; DOI 10.1111/j.1751-0813.2000.tb11790.x
- Lane J. G., Bladon B., Little D. R., Naylor J. R., Franklin S. H. (2006) Dynamic obstructions of the equine upper respiratory tract. Part 1: observations during high-speed treadmill endoscopy of 600 Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 38, 393–399; DOI 10.2746/042516406778400583
- Lane J. G., Bladon B., Little D. R. M., Naylor J. R. J., Franklin S. H. (2006) Dynamic obstructions of the equine upper respiratory tract. Part 2: Comparison of endoscopic findings at rest and during high-speed treadmill exercise of 600 Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 38, 401–407; DOI 10.2746/042516406778400619
- Laus F., Attili A. R., Cerquetella M., Spaterna A., Tesei B., Cuteri V. (2018) Endoscopic findings, microbiological and cytological evaluation of tracheal aspirates in a population of Standardbred horses with poor performances. *Veterinária Med.* 54, 444–450; DOI 10.17221/3/2009-vetmed
- Lavoie J. P., Cesarini C., Lavoie-Lamoureux A., Moran K., Lutz S., Picandet V., Jean D., Marcoux M. (2011) Bronchoalveolar lavage fluid cytology and cytokine messenger ribonucleic Acid expression of racehorses with exercise intolerance and lower airway inflammation. *J. Vet. Intern. Med.* 25, 322–329; DOI 10.1111/j.1939-1676.2010.0664.x
- Leleu C., Cotrel C., Courouge-Malblanc A. (2005) Relationships between physiological variables and race performance in French standardbred trotters. *Vet. Rec.* 156, 339–342; DOI 10.1136/vr.156.11.339
- Lilich J. D., Gaughan E. M. (1996) Diagnostic approach to exercise intolerance in racehorses. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 12, 555–564; DOI 10.1016/s0749-0739(17)30272-9
- Mack S. J., Kirkby K., Malalana F., McGowan C. M. (2014) Elevations in serum muscle enzyme activities in racehorses due to unaccustomed exercise and training. *Vet. Rec.* 174, 145–145; DOI 10.1136/vr.101669
- MacNamara B., Bauer S., Iafe J. (1990) Endoscopic evaluation of exercise-induced pulmonary hemorrhage and chronic obstructive pulmonary disease in association with poor performance in racing Standardbreds. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 196, 443–445;
- Malikides N., Hughes K., Hodgson D., Hodgson J. (2003) Comparison of tracheal aspirates and bronchoalveolar lavage in racehorses 2. Evaluation of the diagnostic significance of neutrophil percentage. *Aust. Vet. J.* 81, 685–687; DOI 10.1111/j.1751-0813.2003.tb12540.x
- Maré L., Boshuizen B., Plancke L., De Bruijn M., Delesalle C. (2017) Standardized exercise tests in horses: Current situation and future perspectives. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 86, 63–72; DOI 10.21825/vdt.v86i2.16290
- Martin B., Reef V., Parente E., Sage A. (2000) Causes of poor performance of horses during training, racing, or showing: 348 cases (1992–1996). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 216, 554–558; DOI 10.2460/javma.2000.216.554
- Martin B. B., Davidson E. J., Durando M. M., Birks E. K. (2004) Chapter 4 – Clinical exercise testing: overview of causes of poor performance, *Equine Sports Medicine and Surgery*, K. W. Hinchcliff, A. J. Kaneps, R. J. Geor and W. Bayly. W.B. Saunders. Oxford 32–41
- May K. A., Howard R. D. (2010) Exercise intolerance secondary to parotid melanomas in a mare. *Equine Vet. Educ.* 13, 195–197; DOI 10.1111/j.2042-3292.2001.tb00089.x
- Mayaki A. M., Intan-Shameha A. R., Noraniza M. A., Mazlina M., Adamu L., Abdullah R. (2019) Clinical investigation of back disorders in horses: A retrospective study (2002–2017). *Vet. World* 12, 377–381; DOI 10.14202/vetworld.2019.377-381
- Mazan M. R. (2018) Lower Airway Disease in the Athletic Horse. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 34, 443–460 DOI 10.1016/j.cveq.2018.04.010
- McGuire C. J., Piercy R. J., Gonzalez-Medina S., Massey C., Robinson K., McGovern K. F. (2018) Exercise-associated atypical myopathy in five adult horses. *Equine Vet. J.* 50, 29–29; DOI 10.1111/evj.53_13008
- Melkova P., Jahn P., Bodecek S., Dobesova O., Hanak J. (2016) Evaluation of poor performance in racehorses using a high-speed treadmill. *Veterinária Med.* 61, 243–248; DOI 10.17221/8878-vetmed
- Meyer C., Gerber R., Guthrie A. J. (2004) The use of the standard exercise test to establish the clinical significance of mild echocardiographic changes in a Thoroughbred poor performer: clinical communication. *J. South. Afr. Vet. Assoc.* 75, 100–102; DOI 10.4102/jsava.v75i2.461
- Mirazo J. E., Page P., Rubio-Martinez L., Marais H. J., Lyle C. (2014) Dynamic upper respiratory abnormalities in Thoroughbred racehorses in South Africa. *J. South African Vet. Assoc.* 85, 1140; DOI 10.4102/jsava.v85i1.1140
- Mitten L. A. (1996) Cardiovascular causes of exercise intolerance. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 12, 473–494; DOI 10.1016/s0749-0739(17)30268-7
- Moore B. R. (1996) Lower respiratory tract disease. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 12, 457–472; DOI 10.1016/s0749-0739(17)30267-5
- Morris E. A., Seeherman H. J. (1991) Clinical evaluation of poor performance in the racehorse: the results of 275 evaluations. *Equine Vet. J.* 23, 169–174; DOI 10.1111/j.2042-3306.1991.tb02749.x
- Munsters C. C. B. M., van Iwaarden A., van Weeren R., Sloet van Ool-druitenborgh-Oosterbaan M. M. (2014) Exercise testing in Warmblood sport horses under field conditions. *Vet. J.* 202, 11–19; DOI 10.1016/j.tvjl.2014.07.019
- Navas De Solis C., Sampson S. N., McKay T., Whitfield-Cargile C. (2018) Standardised exercise testing in 17 reining horses: Musculoskeletal, respiratory, cardiac and clinicopathological findings. *Equine Vet. Educ.* 30, 262–267; DOI 10.1111/eve.12775
- Niederhofer M., Müller A. (2017). 33 Leistungsschwäche. Differenzialdiagnosen Innere Medizin beim Pferd. H. Gehlen. Stuttgart, Enke Verlag.
- Nollet H., Deprez P. (2005) Hereditary skeletal muscle diseases in the horse. A review. *Vet. Quart.* 27, 65–75; DOI 10.1080/01652176.2005.9695187
- Parente E. J. (1996) Testing methods for exercise intolerance in horses. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 12, 421–433; DOI 10.1016/s0749-0739(17)30265-1
- Parente E. J. (2018) Upper Airway Conditions Affecting the Equine Athlete. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 34, 427–441; DOI 10.1016/j.cveq.2018.04.008
- Parente E. J., Russau A. L., Birks E. K. (2002) Effects of mild forelimb lameness on exercise performance. *Equine Vet. J. Suppl.* 34, 252–256; DOI 10.1111/j.2042-3306.2002.tb05428.x
- Pedersen S. K., Cribb A. E., Windeyer M. C., Read E. K., French D., Banse H. E. (2018) Risk factors for equine glandular and squamous gastric disease in show jumping Warmbloods. *Equine Vet. J.* 50, 747–751; DOI 10.1111/evj.12949
- Piccione G., Messina V., Casella S., Giannetto C., Caola G. (2010) Blood lactate levels during exercise in athletic horses. *Comp. Clin. Path.* 19, 535–539; DOI 10.1007/s00580-010-0965-x
- Pilsworth R., Rosedale P. D., Wood J. L. N. (1998) Is it poor or loss of performance?: The science of explanation. *Equine Vet. J.* 30, 364–365; DOI 10.1111/j.2042-3306.1998.tb04502.x
- Pirrone F., Albertini M., Clement M. G., Laforluna C. L. (2007) Respiratory mechanics in Standardbred horses with sub-clinical inflammatory airway disease and poor athletic performance. *Vet. J.* 173, 144–150; DOI https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.07.020
- Pollock P. J., Reardon R. J., Parkin T. D., Johnston M. S., Tate J., Love S. (2009) Dynamic respiratory endoscopy in 67 Thoroughbred racehorses training under normal ridden exercise conditions. *Equine Vet. J.* 41, 354–360; DOI 10.2746/042516409x407107
- Pollock P. J., Reardon R. J. M. (2009) Dynamic respiratory endoscopy without a treadmill: Initial experiences. *Equine Vet. Educ.* 21, 367–370; DOI 10.2746/095777309x459933

- Pryor P., Tibary A. (2005) Management of Estrus in the Performance Mare. *Clin. Tech. Equine Pract.* 4, 197–209; DOI 10.1053/j.ctep.2005.07.001
- Quiney L. E., Ireland J. L., Dyson S. J. (2018) Evaluation of the diagnostic accuracy of skeletal scintigraphy in lame and poorly performing sports horses. *Vet. Radiol. Ultrasound* 59, 477–489; DOI 10.1111/vru.12626
- Quiroz-Rothe E., Novales M., Aguilera-Tejero E., Rivero J. L. L. (2010) Polysaccharide storage myopathy in the M. longissimus lumborum of showjumpers and dressage horses with back pain. *Equine Vet. J.* 34, 171–176; DOI 10.2746/042516402776767259
- Reef V. B., Bonagura J., Buhl R., McGurrian M. K. J., Schwarzwald C. C., Van Loon G., Young L. E. (2014) Recommendations for Management of Equine Athletes with Cardiovascular Abnormalities. *J. Vet. Int. Med.* 28, 749–761; DOI 10.1111/jvim.12340
- Richard E. A., Fortier G. D., Pitel P. H., Dupuis M. C., Valette J. P., Art T., Denoix J. M., Lekeux P. M., Van Erck E. (2010) Sub-clinical diseases affecting performance in Standardbred trotters: Diagnostic methods and predictive parameters. *Vet. J.* 184, 282–289; DOI 10.1016/j.tvjl.2009.04.016
- Ryan N., Marr C. M., McGladdery A. J. (2010) Survey of cardiac arrhythmias during submaximal and maximal exercise in Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 37, 265–268; DOI 10.2746/0425164054530713
- Sánchez A., Couëtil L. L., Ward M. P., Clark S. P. (2005) Effect of Airway Disease on Blood Gas Exchange in Racehorses. *J. Vet. Int. Med.* 19, 87–92; DOI 10.1111/j.1939-1676.2005.tb02663.x
- Scheffer C. J. W., Van Oldruitenborgh-Oosterbaan M. M. S. (1996) Computerized ECG recording in horses during a standardized exercise test. *Vet. Quart.* 18, 2–7; DOI 10.1080/01652176.1996.9694601
- Schusser G. F. (2017). 21 Krankheiten des Bewegungsapparats (II). *Handbuch Pferdepraxis*. W. Brehm, H. Gehlen, B. Ohnesorge and A. Wehrend. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- Schusser G. F., Scheidemann W. (2017). 15 Krankheiten der Harnorgane. *Handbuch Pferdepraxis*. W. Brehm, H. Gehlen, B. Ohnesorge and A. Wehrend. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- Schwarzwald C. (2016) Herzerkrankungen beim Sportpferd: Aktuelle Empfehlungen des 2014 ACVIM/ECEIM Consensus Statement. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 677–689; DOI 10.17236/sat00086
- Secombe C. J., van Eps A. W., Bruce M., Lester G. D. (2019) The relationship between bronchoalveolar lavage fluid cytology and airway hyper-reactivity in a population of Australian horses presented for poor performance. *Aust. Vet. J.* 97, 343–350; DOI 10.1111/avj.12861
- Strand E., Fjordbakk C. T., Holcombe S. J., Risberg A., Chalmers H. J. (2009) Effect of poll flexion and dynamic laryngeal collapse on tracheal pressure in Norwegian Coldblooded Trotter racehorses. *Equine Vet. J.* 41, 59–64; DOI 10.2746/042516408x330392
- Sullivan E. K., Parente E. J. (2003) Disorders of the pharynx. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 19, 159–167; DOI 10.1016/s0749-0739(02)00071-8
- Swor T. M., Dabareiner R. M., Honnas C. M., Cohen N. D., Black J. B. (2019) Musculoskeletal problems associated with lameness and poor performance in cutting horses: 200 cases (2007–2015). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 254, 619–625; DOI 10.2460/javma.254.5.619
- Thomson P., Hayek A., Jones B., Evans D., McGreevy P. (2014) Number, causes and destinations of horses leaving the Australian Thoroughbred and Standardbred racing industries. *Aust. Vet. J.* 92, 303–311; DOI 10.1111/avj.12204
- Twele L. (2019) Leistungsdiagnostik unter Feldbedingungen – Parameter, praktische Anwendung und Ergebnisinterpretation. *Pferdespiegel* 22, 155–163; DOI 10.1055/a-1013-2027
- Valberg S. (2018) Muscle Conditions Affecting Sport Horses. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 34; DOI 10.1016/j.cveq.2018.04.004
- Valberg S. J., Carlson G. P., Cardinet G. H., Birks E. K., Jones J. H., Chomyn A., Dimauro S. (1994) Skeletal muscle mitochondrial myopathy as a cause of exercise intolerance in a horse. *Muscle Nerve* 17, 305–312; DOI 10.1002/mus.880170308
- Valberg S. J., Nicholson A. M., Lewis S. S., Reardon R. A., Finno C. J. (2017) Clinical and histopathological features of myofibrillar myopathy in Warmblood horses. *Equine Vet. J.* 49, 739–745; DOI 10.1111/evj.12702
- Van Erck-Westergren E., Franklin S. H., Bayly W. M. (2013) Respiratory diseases and their effects on respiratory function and exercise capacity. *Equine Vet. J.* 45, 376–387; DOI 10.1111/evj.12028
- Van Erck E. (2011) Dynamic respiratory videoendoscopy in ridden sport horses: effect of head flexion, riding and airway inflammation in 129 cases. *Equine Vet. J. Suppl.* 18–24; DOI 10.1111/j.2042-3306.2011.00492.x
- van Erck E., Jakesova V., Lekeux P., Art T. (2006) Field evaluation of poor performance in Standardbred trotters. *Pferdeheilkunde* 22, 625–631; DOI 10.21836/PEM20060516
- van Zadelhoff C., Ehrle A., Merle R., Jahn W., Lischer C. (2019) Thoracic processi spinosi findings agree among subjective, semiquantitative, and modified semiquantitative scintigraphic image evaluation methods and partially agree with clinical findings in horses with and without thoracolumbar pain. *Vet. Radiol. Ultrasound* 60, 210–218; DOI 10.1111/vru.12695
- Vatistas N. J., Snyder J. R., Carlson G., Johnson B., Arthur R. M., Thurmond M., Zhou H., Lloyd K. L. (1999) Cross-sectional study of gastric ulcers of the squamous mucosa in thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J. Suppl.* 34–39; DOI 10.1111/j.2042-3306.1999.tb05166.x
- Widmer A., Doherr M. G., Tessier C., Koch C., Ramseyer A., Straub R., Gerber V. (2009) Association of increased tracheal mucus accumulation with poor willingness to perform in show-jumpers and dressage horses. *Vet. J.* 182, 430–435; DOI 10.1016/j.tvjl.2008.08.015
- Winter J. C. (2018) Ein Update zu PPID beim Pferd. *Pferdespiegel* 21, 115–123; DOI 10.1055/a-0579-8807
- Witte S. H., Witte T. H., Harriss F., Kelly G., Pollock P. (2011) Association of owner-reported noise with findings during dynamic respiratory endoscopy in Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 43, 9–17; DOI 10.1111/j.2042-3306.2010.00152.x
- Wysocka B., Kluciński W. (2018) The occurrence of dynamic structural disorders in the pharynx and larynx, at rest and during exercise, in horses diagnosed with mild and moderate Equine Asthma (Inflammatory Airway Disease). *Polish J. Vet. Sci.* 21, 203–211; DOI 10.24425/119042
- Zimmerman M., Dyson S., Murray R. (2012) Close, impinging and overriding spinous processes in the thoracolumbar spine: the relationship between radiological and scintigraphic findings and clinical signs. *Equine Vet. J.* 44, 178–184; DOI 10.1111/j.2042-3306.2011.00373.x
- Zucca E., Ferrucci F., Stancari G., Saporiti T., Ferro E. (2010) The prevalence of cardiac murmurs among standardbred racehorses presented with poor performance. *J. Vet. Med. Sci.* 72, 781–785; DOI 10.1292/jvms.09-0217

Factors influencing resting heart rate of endurance racehorses

Martina Esser¹, Arno Lindner¹, Ramón López², Marcos Muriel² and Federico Boffi²

¹ Arbeitsgruppe Pferd, 52428 Juelich, Germany

² Centro de Fisiología y Fisiopatología del Equino Deportivo, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina

Summary: In endurance racing, horses are stopped several times during a race for a veterinary inspection at so-called vet gates and heart rate is the relevant factor for the decision to continue the race. The influence on resting heart rate (HR_{Resting}) of endurance racehorses of the following factors was examined: 1) variation by day; 2) morning and afternoon variation; 3) ambient temperature and relative humidity; 4) age and v_4 (v_4 = speed at which the blood lactate concentration is 4 mmol/L under the defined conditions); 5) the method used to determine HR_{Resting} : auscultation or heart rate meter (HRM). **Methods:** The HR_{Resting} of 19 horses conditioned for endurance racing was determined. They were exercised either in a field or on a treadmill. It was found that HR_{Resting} : 1) differed between days ($P < 0.001$ in the treadmill group, $P = 0.047$ in the field group); 2) was higher in the afternoon than in the morning in the field group only ($P = 0.001$); 3) increased with higher ambient temperature ($P = 0.024$) while relative humidity did not affect it; 4) was not related to the age or v_4 of the horses; 5) measured by HRM was higher than by auscultation ($P = 0.001$). In conclusion the determination of HR_{Resting} of a horse should be based on a mean value determined after measurements taken on several consecutive days under as far as possible standardised conditions.

Keywords: horse, endurance, age, daytime, fitness, relationship, temperature, variation

Citation: Esser M., Lindner A., López R., Muriel M., Boffi F. (2020) Factors influencing resting heart rate of endurance racehorses. *Pferdeheilkunde* 36, 531–536; DOI 10.21836/PEM20200605

Correspondence: Dr. med. vet. Arno Lindner, Arbeitsgruppe Pferd, 52428 Jülich, Germany; arnolindner@t-online.de

Submitted: June 14, 2020 | **Accepted:** July 15, 2020

Introduction

In endurance racing, horses are stopped several times during a race for a veterinary inspection at so-called vet gates. For a horse to continue competing, its heart rate (HR) must be at or below a fixed value within 20 min of arrival. In general, the upper limit for an 80-km race or longer is a HR of 64 beats/min (FEI 2017). The Veterinary Commission may change the fixed HR or the recovery time before or during the competition to adjust to particular conditions. The time between arrival at each vet gate and the start of the veterinary inspection is counted as part of the overall riding time. Thus, a fast recovery of HR is very important for success in endurance events. Any horse deemed unfit to continue (due to lameness or HR not recovering as expected, for example) is withdrawn from the event. The fixed HR rule has developed a life of its own because HR is only one criterion of the health status of a horse during an endurance race (Sloet 2004). Setting HR limits has led to the selection of horses with a low HR at rest and to efforts to reduce it during recovery after exercise using drugs, manual manipulation and other means (Sloet 2004, Birt et al. 2015). Recently it was found that there is a great likelihood that the recovery HR is related to the resting HR (HR_{Resting}) of horses (Lindner et al. 2020) supporting the long-established routine of selecting horses with low HR_{Resting} to compete in endurance racing. This study was carried out to understand better how diverse factors may influence HR_{Resting} in endurance horses and to improve their selection based on this variable. The variability in the HR_{Resting} of horses between and within days, and the effects of

age and the endurance variable v_4 (velocity run under defined conditions inducing 4 mmol/L blood lactate (LA) concentration) were examined, as well as the effects of ambient conditions and the measurement method. It was hypothesised that HR_{Resting} would be the same within a day and between days, that ambient temperature, relative humidity and measurement method would affect the values and that the age and v_4 of horses would not.

Material and methods

Horses

Nineteen horses participated in this study. All procedures were approved by the Bioethics Committee of the University of La Plata, Argentina. All horses were already being prepared for, or competing in, endurance races (Table 1). The horses were located in two establishments within 20 km of each other: A) Twelve horses were being conditioned on an 1800-m field track; and B) Seven horses were being exercised on a treadmill only (Mustang 2200, Kagra AG, Fahrwangen, Switzerland).

The field horses were trotted and cantered 3–4 times between 10 and 30 km per week and walked in a horse walker on the other days, except Sundays, when they were not exercised. The treadmill horses were worked every second day on the treadmill to collect data for a research project (Lindner et al. 2020) and walked on a horse walker on the days in between. These horses were not exercised on Sundays either.

All horses were stabled in boxes overnight and kept during the day individually in paddocks. They were fed between 6–8 kg of concentrate per day and between 8–10 kg of hay. Water was always available. All horses were dewormed regularly and vaccinated against influenza, tetanus and equine encephalomyelitis. They were examined clinically every morning.

Experimental design

The HR_{Resting} was determined in the morning between 07:30 and 09:30 and in the afternoon between 17:00 and 18:30 before feeding. At least 4 h elapsed after exercising before the afternoon measurements were taken. Field horses were fed at 05:30 in the morning, while treadmill horses were fed 30 min after the determination of HR_{Resting}. After placing the HR meters (HRMs) on the thorax of the horses they were left alone in their paddocks and all disturbances avoided. The HR was recorded for 15 min, and a 5-min section of the recording with steady signal was used to calculate the mean HR, representing HR_{Resting}. The HR was determined by auscultation for 1 min at the beginning of the 15-min period.

Morning and afternoon HR_{Resting} were determined for the field horses on three consecutive days and for the treadmill horses on six consecutive days. The ambient temperature (°C) and relative humidity (%) were measured with commercial equipment and documented during the HR_{Resting} measurements.

Heart rate measurement

Heart rate was determined by auscultation with a stethoscope placed on the left side of the horse's chest, just behind the elbow and with a commercial HRM (Polar S610, Polar Electro, Finland). These were attached to the thorax of the horses according to the manufacturer's instructions and recorded the HR at 5-s intervals. Gel was applied to improve the conductivity of the HR signal between the electrodes and the skin of the horses (F7 Gel, Gel Conductor Classic, Laboratorios FABOP, Buenos Aires, Argentina). The data recorded by HRM were transferred to a computer through an interface (Polar USB IR Interface, Polar Electro, Finland) for analysis by specialist software (Polar Equine SW, Version 4.02.036 H, Polar Electro, Finland).

v_4 (speed at which the blood lactate concentration is 4 mmol/L)

Six horses of the field group and the seven horses of the treadmill group were submitted to standardised submaximal exercise tests (SETs) to determine their v_4 at the beginning of the study. The horses of the field group performed the SETs on a sandy 1800 m circular field track and the treadmill horses on a treadmill (Mustang 2200, Kagra AG, Fahrwangen, Switzerland). Warm-up consisted of 5 min walking and 5 min trotting; the field horses were ridden.

The SET in the field consisted of a maximum of five rounds on the track at 5, 6, 7, 8 and 9 m/s, respectively. The SET on

Table 1 Horses examined | *Untersuchte Pferde*

Horse	Type of exercise	Breed	Gender	Age (years)	Withers height (cm)	Body weight (kg)	Competitive status
1	Field	PBA	Stallion	9	152	422	Competing
2	Field	PBA	Gelding	9	155	428	In preparation
3	Field	PBA	Gelding	8	148	425	In preparation
4	Field	PBA	Gelding	5	150	425	Competing
5	Field	PBA	Gelding	6	146	420	Competing
6	Field	AA	Mare	5	146	432	Competing
7	Field	PBA	Gelding	6	146	497	In preparation
8	Field	AA	Gelding	8	155	521	In preparation
9	Field	PBA	Gelding	7	150	445	Competing
10	Field	PBA	Gelding	8	154	472	In preparation
11	Field	3/4 BSH, 1/4 PBA	Mare	8	162	589	Competing
12	Field	PBA	Gelding	7	146	398	In preparation
13	Treadmill	PBA	Mare	2	139	336	In preparation
14	Treadmill	PBA	Mare	4	154	476	In preparation
15	Treadmill	PBA	Stallion	5	144	369	In preparation
16	Treadmill	PBA	Mare	2	147	406	In preparation
17	Treadmill	PBA	Gelding	8	152	457	In preparation
18	Treadmill	PBA	Mare	3	148	370	In preparation
19	Treadmill	PBA	Gelding	3	146	330	In preparation

PBA = Purebred Arabian

AA = Anglo Arabian

BSH = Brazilian Saddle Horse

the treadmill was performed with the treadmill inclined at 6% after a warm-up on a 0% slope. The treadmill SET consisted of 5 min at each speed, starting at 4 m/s with subsequent steps increasing incrementally by 0.5 m/s.

The increase of the speed from round to round (field) and from step to step (treadmill) was such that a continuous increase in blood lactate concentration (LA) from the concentration before exercise but after warm-up to ≥ 4 mmol/L was obtained in not less than four intervals, so to obtain at least four values to describe the blood LA–running speed curve. The SETs were discontinued when the blood LA was ≥ 4 mmol/L (determined on site by Accusport™; Roche Diagnostics, Mannheim, Germany; Lindner 1996). The running speed in the field was determined with a stop-watch by dividing the distance run by the measured time. The treadmill had an integrated speedometer. Blood samples were drawn by puncture of the jugular vein prior to SET but after warm-up and as soon as possible after each round in the field, normally within 20 s. Horses continued exercising immediately after blood sampling. The treadmill was stopped for 60 s between steps to draw blood samples (within 15 s).

Blood samples were collected in Li-heparinised evacuated tubes (Becton Dickinson, Heidelberg, Germany). The horse's speed at which the blood LA reached 4 mmol/L was calculated by exponential regression analysis (Galloux 1991).

Data analysis

All analyses were run on Statview 5.0 (SAS, Cary, NC, USA). The normality of the data was confirmed using the Kolmogorov-Smirnov test. All data are expressed as means \pm standard deviation (SD). The HR_{Resting} determined by HRM was used for the data analysis when not stated otherwise. Multiple analysis of variance for repeated measurements was applied to determine the effect of day and time of the day on HR_{Resting}. When a significant F-ratio was achieved with the level of significance fixed at $P < 0.05$, post-hoc comparisons were carried out via Fisher's least-significance test to locate specific significant differences between days and between morning and afternoon. Pearson coefficient of correlation was calculated to examine the relationship between the HR_{Resting} measured on the first day of the study and the age and v_4 of the horses. The same statistical method was applied to investigate the relationship between the HR_{Resting} determined by auscultation and by HRM as well as between HR_{Resting} and the ambient temperature and the relative humidity. $P < 0.05$ was set as the limit to denote significance.

Results

Resting HR in the morning and afternoon on consecutive days

The individual mean HR_{Resting} of the 19 horses involved in this study measured by HRM was between 26.8 ± 3.76 and 42.0 ± 4.10 beats/minute in the morning and between 29.8 ± 2.99 and 47.7 ± 2.08 beats/min in the afternoon.

The mean HR_{Resting} of all horses exercised on the treadmill changed significantly during the six consecutive days of mea-

surement ($P = 0.001$; Figure 1), but there was no significant difference between the mean HR_{Resting} in the morning and afternoon ($P > 0.05$). The mean HR_{Resting} in the morning of day 1 was higher than on day 3 ($P = 0.015$) and was lower on days 2 and 3 than on days 4, 5 and 6 ($P = 0.05$ – 0.001). The mean HR_{Resting} in the afternoon was lower on day 1 than on days 4, 5 and 6 ($P = 0.020$ – 0.041).

The mean HR_{Resting} of the horses exercised in the field differed between days and between morning and afternoon ($P = 0.047$ and $P = 0.001$ respectively; Figure 2). The mean HR_{Resting} was higher in the afternoon than in the morning ($P = 0.001$) and higher in the morning on day 1 than on day 2 ($P = 0.027$).

Effect of ambient temperature and relative humidity on HR_{Resting}

The ambient temperature varied between days, between 25 and 30°C in the morning and between 29 and 32°C in the afternoon for the horses in the treadmill group (29.0 ± 1.46 °C and 31.3 ± 0.24 °C in the morning and afternoon, respectively; $P = 0.001$). The relative humidity was between 60%

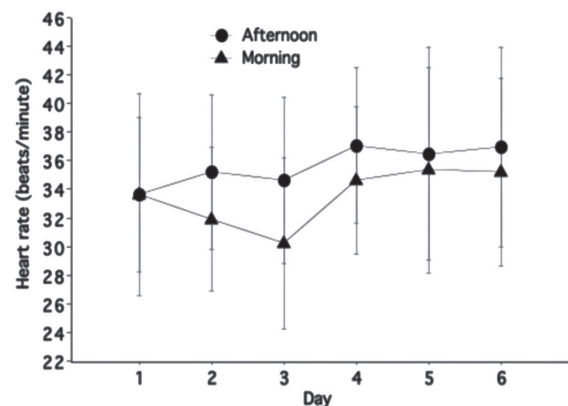


Fig. 1 Resting HR of horses in the morning and afternoon on six consecutive days (means \pm SD; 7 horses, treadmill group) | Herzfrequenz in Ruhe von Pferden morgens und nachmittags an sechs aufeinanderfolgenden Tagen (Mittelwert \pm Standardabweichung; 7 Pferde, Laufbandgruppe)

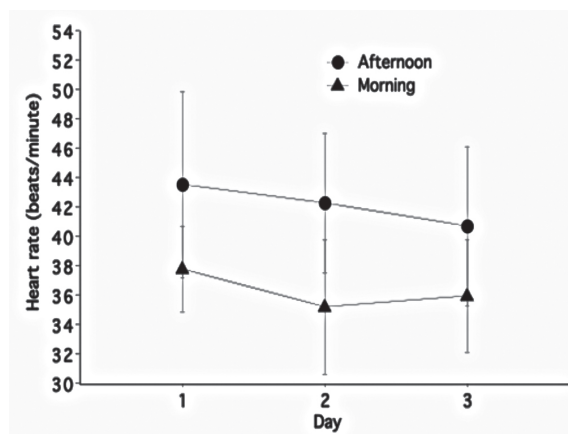


Fig. 2 Resting HR of horses in the morning and afternoon on three consecutive days (means \pm SD; 12 horses, field group) | Herzfrequenz in Ruhe von Pferden morgens und nachmittags an drei aufeinanderfolgenden Tagen (Mittelwert \pm Standardabweichung; 12 Pferde, Feldgruppe)

and 69% in the morning and between 39% and 57% in the afternoon ($58.7 \pm 1.49\%$ and $44.4 \pm 4.79\%$ in the morning and afternoon, respectively; $P = 0.001$).

The ambient temperatures for the field group were between 20 and 27°C in the morning and between 25 and 32°C in the afternoon ($24.6 \pm 1.59^\circ\text{C}$ and $32.0 \pm 0.00^\circ\text{C}$, respectively; $P = 0.001$) while the relative humidity ranged between 66% and 84% in the morning and 44% and 80% in the afternoon ($78.7 \pm 1.52\%$ and $48.0 \pm 8.78\%$, respectively; $P = 0.001$).

The ambient temperature had a significant effect on the $\text{HR}_{\text{Resting}}$ values determined by HRM ($P = 0.024$; $r^2 = 0.09$; $n = 60$). The $\text{HR}_{\text{Resting}}$ increased with increasing temperatures. The relative humidity did not affect significantly the $\text{HR}_{\text{Resting}}$ determined by HRM ($P > 0.05$; $n = 60$). Neither ambient temperature nor relative humidity had a significant effect on $\text{HR}_{\text{Resting}}$ determined by auscultation (both $P > 0.05$; $n = 60$).

Relationship between $\text{HR}_{\text{Resting}}$ and age

There was no significant relationship between mean $\text{HR}_{\text{Resting}}$ in the morning or in the afternoon and the age of the horses (both $P > 0.05$; $n = 19$).

Relationship between $\text{HR}_{\text{Resting}}$ and v_4

The v_4 of each group of horses was not significantly related to the morning or the afternoon mean $\text{HR}_{\text{Resting}}$ (both $P > 0.05$).

Comparison of $\text{HR}_{\text{Resting}}$ measured by auscultation and HRM

The mean $\text{HR}_{\text{Resting}}$ determined by HRM was higher than the mean value determined by auscultation ($P = 0.0001$; difference between $\text{HR}_{\text{Resting}}$ by HRM and by auscultation = 1.90 ± 2.68 beats/minute; 60 measurements). Analysing these data separately between horse group and time of day did not yield a different result ($P < 0.05$ at least between HR measurements by auscultation and HRM).

The relationship between the values determined by both methods was significant ($P = 0.001$; $n = 60$; $r^2 = 0.78$: Figure 3).

Discussion

This study examined the effect of several factors that could influence the $\text{HR}_{\text{Resting}}$ values of horses conditioned for endurance racing.

The mean $\text{HR}_{\text{Resting}}$ values determined were within those described in reference books on Equine Exercise Physiology for horses in general (Jones 1989, Evans 1994, Babusci and Lopez 2007). There are very few studies describing the mean $\text{HR}_{\text{Resting}}$ values of endurance racehorses (Rose et al. 1979, Paull et al. 1987). Paull et al. (1987) found the mean $\text{HR}_{\text{Resting}}$ of 53 competing endurance horses to be 41.4 beats/minute. Rose et al. (1979) observed that the first nine placed horses in a 100-km endurance race had a mean $\text{HR}_{\text{Resting}}$ of

32.0 beats/min while the mean value of the following nine horses was 35.2 beats/minute. This finding substantiates the comment of Ridgway (1989) that $\text{HR}_{\text{Resting}}$ plays an important role, among several others, in the selection of horses for endurance racing. Recently it was found that there is a large likelihood for the recovery HR to be related negatively to the $\text{HR}_{\text{Resting}}$ of endurance racehorses (the HR will recover faster after exercise when the $\text{HR}_{\text{Resting}}$ of a horse is lower; Lindner et al. 2020). This would mean that horses with a lower $\text{HR}_{\text{Resting}}$ could leave the vet gates during an endurance competition earlier than those with a higher $\text{HR}_{\text{Resting}}$ because they would reach the $\text{HR}_{\text{Recovery}}$ value fixed beforehand by the racing authorities within a shorter time, giving them a competitive advantage during endurance races.

The mean $\text{HR}_{\text{Resting}}$ values differed slightly but significantly between days in both horse groups. The ambient temperature and relative humidity also varied between days and at least the former had a significant effect on $\text{HR}_{\text{Resting}}$ in this study.

In both groups there was a marked difference between $\text{HR}_{\text{Resting}}$ values in the morning and in the afternoon; this was greater in the field group. The difference between the morning and afternoon ambient temperature and the relative humidity was also greater for the field group, which indicates the possible effect of both weather variables on $\text{HR}_{\text{Resting}}$. Certainly, the differences between morning and afternoon $\text{HR}_{\text{Resting}}$ values were influenced by an endogenous circadian rhythm as described by Evans et al. (1976) and confirmed by Piccione et al. (2005, 2009).

The age of the horses did not show a relationship to the $\text{HR}_{\text{Resting}}$ values, neither in the morning nor in the afternoon. The narrow range of age values may be the reason for this result because such a relationship has been reported previously (Physick-Sheard 1985, Clayton 1991). However, Younes et al. (2016) also did not observe such a relationship in purebred Arabian horses of 4–6 years old and neither did Betros et al. (2013), who compared a group of on average-12-year-old mares with a group of on average-22-year-olds. In contrast, Visser et al. (2012) describe a decrease in $\text{HR}_{\text{Resting}}$ in Warmblood Dutch riding horses, but these were growing horses, aged between 9 and 22 months. The discrepancies between findings may be accounted for by breed and age differences of the horses used in the studies.

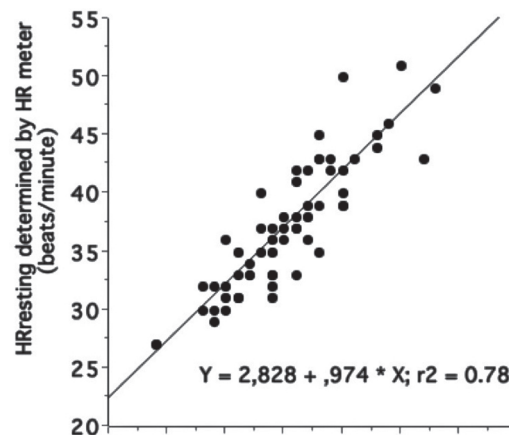


Fig. 3 Relationship between $\text{HR}_{\text{Resting}}$ determined by auscultation and HRM ($P = 0.001$; 60 data pairs) | Beziehung zwischen der mittels Auskultation und Herzfrequenzmessgerät bestimmten Herzfrequenz in Ruhe von Pferden ($P = 0.001$; 60 Wertepaare)

The v_4 of both horse groups was not significantly related to the morning or the afternoon mean HR_{Resting} values. v_4 is the parameter that has most often been shown to be associated with the competitive performance of horses (Lindner 2010a), including endurance racing (Demonceau 1989, Erickson et al. 1990, Lindner 2010b, Fraipont et al. 2012). Therefore, it is likely that horses with a lower HR_{Resting} are not fitter than those with a higher HR_{Resting} , but benefit from the system of fixed HR_{Recovery} values in place in endurance racing (FEI 2017). These are arbitrary and penalise horses with a higher HR_{Resting} during endurance competitions because it takes them longer to leave the veterinary inspection gates during a race. A relationship between HR_{Resting} and endurance or overall fitness has not yet been found (Bassan and Ott 1968, Wittke et al. 1968, Ehrlein et al. 1970, Skarda et al. 1976). This system may not only be preventing fair competitive conditions for all horses, but may be compromising their health and welfare because the HR of horses with lower HR_{Resting} may be able to recover sufficiently to continue competing despite their health already being compromised.

In this study, the mean HR_{Resting} values determined by HRM were higher than the mean values determined by auscultation. The relationship between the values measured by each method was high, but the result showed that the method used to determine HR_{Resting} must be considered and that they should not be interchanged. It was not expected that the HR_{Resting} values determined by auscultation would be lower than those measured by HRM because it was assumed that a person standing by the horse during auscultation would yield a higher HR within 1 min than would an HRM placed on a horse left alone in a box for 15 min. A possibility is that the data collected by HRM showed higher values than actually were the case. This assumption is triggered by the finding of Parker et al. (2010) who compared the measurements from an HRM (a model newer than that used in this study) with those from an electrocardiogram recorder and found significant differences between the methods, with smaller differences the less the horses moved. However, a more recent study with apparently the same HRM as that used by Parker et al. (2010) did not corroborate their findings (Ille et al. 2014).

In conclusion, the determination of HR_{Resting} of a horse should be based on a mean value determined after measurements on several consecutive days under as far as possible standardised conditions.

Conflict of interests

None

Funding

This research was partially funded by the Verein zur Förderung der Forschung im Pferdesport e.V.. www.ffp-ev.de.

Acknowledgements

We are very grateful to all the involved students for their co-operation.

References

- Babusci M., López E. F. (2007) Sistema cardiovascular. In: *Fisiología del ejercicio en equinos*. (ed.) F. M. Boffi. Editorial Inter-médica, Buenos Aires, Argentina. 61–86
- Bassan L., Ott W. (1968) Radio-telemetrische Untersuchungen der Herzschlagfrequenz beim Sportpferd in Ruhe und in allen Gangarten (Schritt, Trab, Galopp). *Arch. Exp. Vet.* 22, 57–75
- Betros C. L., McKeever N. M., Manso Filho H. C., Malinowski K., McKeever K. H. (2013) Effect of training on intrinsic and resting heart rate and plasma volume in young and old horses. *Comp. Exerc. Physiol.* 9, 43–50 <https://doi.org/10.3920/CEP12020>
- Birt M. A., Guay K., Treiber K., Ramirez H. R., Snyder D. (2015) The Influence of a soft touch therapy flowtrition on heart rate, surface temperature, and behavior in horses. *J. Equine Vet. Sci.* 35, 636–644 <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.06.006>
- Clayton H. M. (1991) *Conditioning Sport Horses*. Sport Horse Publications, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada
- Demonceau T. (1989) *Appréciation de l'aptitude physique du cheval d'endurance: intérêt du seuil anaérobie lactique*. PhD thesis, Ecole Nationale Veterinaire d'Alfort, France
- Ehrlein H. J., von Engelhardt W., Hörnicke H., Talkmitt G., Dusek J. (1970) Untersuchung über die Beziehung zwischen Herzschlagfrequenz und Leistung bei Pferden. *J. Vet. Med. Series A* 17, 577–590
- Erickson H. H., Erikson B. K., Lundin C. S., Gillespie J. R., Coffman J. R. (1990) Performance indices for the evaluation of the equine athlete. In: *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 36, 457–469
- Evans D. L. (1994) The cardiovascular system: Anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. In: *The Athletic Horse*. (eds.) D. R. Hodgson, R. J. Rose. WB Saunders Company, Philadelphia, PA, USA. 129–144
- Evans J. W., Winget C. M., de Roshia C., Holley D. C. (1976) Ovulation and equine temperature and heart rate circadian rhythms. *Biol. Rhythm Res.* 7, 25–37 DOI: 10.1080/09291017609359502
- Federation Equestre Internationale (2017) Endurance rules. <http://inside.fei.org/fei/regulations/endurance>
- Fraipont A., Van Erck E., Ramery E., Fortier G., Lekeux P., Art T. (2012) Assessing fitness in endurance horses. *Can. Vet. J.* 53, 311–314
- Galloux P. (1991) *Contribution à l'élaboration d'une planification de la study; préparation énergétique du cheval de concours complet suivi de l'entraînement par la mesure de la fréquence cardiaque et le dosage de la lactatémie*. PhD thesis, University of Poitiers, France
- Ille N., Erber R., Aurich C., Aurich J. (2014) Comparison of heart rate and heart rate variability obtained by heart rate monitors and simultaneously recorded electrocardiogram signals in non-exercising horses. *J. Vet. Behavior* 9, 341–346; DOI 10.1016/j.jveb.2014.07.006
- Jones W. E. (1989) Cardiovascular response to exercise. In: *Equine Sports Medicine*. (ed.) W. E. Jones. Lea & Febiger, Philadelphia, USA. 112–113
- Lindner A. (1996) Measurement of plasma lactate concentration with Accusport®. *Equine Vet. J.* 28, 403–405
- Lindner A. (2010 a) Relationships between racing times of Standardbreds and v_4 and v_{200} . *J. Anim. Sci.* 88, 950–954; DOI 10.2527/jas.2009-2241
- Lindner A. (2010 b) *Angewandte Sportwissenschaft bei Pferden, die in Deutschland für Distanzritzen trainiert wurden (Applied sport science for horses trained in Germany for endurance racing)*. *Pferdeheilkunde* 26, 255–263
- Lindner A., Esser M., López R., Boffi F. M. (2020) Relationship between Resting and Recovery Heart Rate in Horses. *Animals* 10, 120; DOI 10.3390/ani10010120
- Loving N. S., Johnston A. M. (1993) *Veterinary Manual for the Performance Horse*. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, Germany
- Parker M., Goodwin D., Eager R., Redhead E., Marlin D. (2010) Comparison of Polar heart rate interval data with simultaneously recorded ECG signals in horses. *Comp. Exerc. Physiol.* 6, 137–142; DOI 10.1017/S1755254010000024

- Paull K. S., Wingfield W. E., Bertine J. J., Boon J. A. (1987) Echocardiographic changes with endurance training. In: Equine exercise physiology 2. (eds.) J. R. Gillespie, N. E. Robinson. ICEEP Publications, San Diego, California, USA. 34–40
- Physick-Sheard P. W. (1985) Cardiovascular response to exercise and training in the horse. *Vet. Clinics North America* 1, 383–417
- Piccione G., Caola G., Refinetti R. (2005). Temporal relationships of 21 physiological variables in horse and sheep. *Comp. Biochem. Physiol. A* 142, 389–396
- Piccione G., Giannetto C., Assenza A., Casella S., Caola G. (2009) Influence of Time of Day on Body Temperature, Heart Rate, Arterial Pressure, and Other Biological Variables in Horses during Incremental Exercise. *Chronobiol. Intern.* 26, 47–60
- Ridgway K. J. (1989) Selecting the endurance horse. In: Equine Sports Medicine. (ed.) W. E. Jones. Lea & Febiger. Philadelphia, USA. 290–293
- Rose R. J., Illkiw J. E., Hodgson D. (1979) Electrocardiography, heart score and haematology of horses competing in an endurance ride. *Aust. Vet. J.* 55, 247–250
- Skarda R. T., Muir W. W., Milne D. W., Gabel A. A. (1976) Effects of training on resting and postexercise ECG in Standardbred horses, using a standardised exercise test. *Am. J. Vet. Res.* 37, 1485–1488
- Sloet M. (2004) Does heart rate indicate the health status of endurance horses during competition? In: The Elite Race and Endurance Horse. (ed.) A. Lindner Arbeitsgruppe Pferd, Juelich, Germany. 91–97
- Verband Deutscher Distanzreiter – und Fahrer (VDD). 2019 Reglement für Distanzreiten und -fahren. www.vdd-aktuell.de
- Visser E. K., van Reenen C. G., van der Werf J. T. N., Schilder M. B. H., Knaap J. H., Barneveld A., Blokhuis H. J. (2002) Heart rate and heart rate variability during a novel object test and a handling test in young horses. *Physiol. Behav.* 76, 289–296; DOI 10.1016/S0031-9384(02)00698-4
- Wittke G., Bayer A. (1968) Die Herzschlagfrequenz von Pferden bei Vielseitigkeitsprüfungen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wft.* 81, 389–392
- Younes M., Robert C., Barrey E., Cottin F. (2016) Effects of Age, Exercise Duration, and Test Conditions on Heart Rate Variability in Young Endurance Horses. *Frontiers Physiol.* 7:155; DOI 10.3389/fphys.2016.00155

Erweiterte Zusammenfassung

Die Ruheherzfrequenz von Distanzrennpferden beeinflussende Faktoren

Bei Distanzritt-Wettbewerben handelt es sich gemäß dem Reglement für Distanzreiten und -fahren um Ausdauerprüfungen für Pferde auf einer Geländestrecke von bestimmter Länge unter besonderer tierärztlicher Kontrolle (Verband Deutscher Distanzreiter und -fahrer VDD 2019). Diese Kontrolle findet vor, während und nach den Ritten statt und beinhaltet die Beurteilung von Herzfrequenz (HF), Kreislauf, metabolischem Zustand sowie Gangwerk. Pferde, die nicht reittauglich sind, werden vom Wettbewerb ausgeschlossen. Die Regeln der Fédération Équestre Internationale (FEI 2017) und des VDD fordern, dass Pferde, die je nach Klassifikation des Rittes nicht innerhalb einer bestimmten Zeit (20 bis 30 Minuten) nach Ankunft in festgelegten Untersuchungs- und Versorgungszonen (Vet Gates) eine bestimmte HF (maximal 64 Schläge pro Minute) aufweisen, vom Rennen disqualifiziert werden, um eine Gesundheitsgefährdung der Tiere zu vermeiden. Die Veterinär-Kommission kann diese maximale HF bei extremen Bedingungen vor oder während des Wettkampfes verringern oder die Erholungszeit verkürzen, wenn spezielle Bedingungen dies erfordern (FEI 2017). Obwohl die HF nur eines von zahlreichen Kriterien zur Bestimmung des Gesundheitszustandes eines Pferdes während eines Distanzrittes darstellt, hat diese Regelung – unterstützt durch die einfache und objektive Messbarkeit – dazu geführt, dass die im Vet Gate gemessene HF häufig als wichtigster Faktor zur Beurteilung der Reittauglichkeit gilt. Das hat zur Folge, dass Distanzrennpferde mittlerweile auf Grund niedriger Ruhe-Herzfrequenzen (HF_{Ruhe}) selektiert werden in der Annahme, dass sich bei ihnen die HF nach Belastung schneller erholt. Diese Annahme ist nach den Ergebnissen der Untersuchung von Lindner et al. (2020) wahrscheinlich. Zudem ist die HF_{Ruhe} beim Pferd genetisch definiert (Loving et al. 1993). Jedoch konnte bisher für das Pferd nicht der Nachweis erbracht werden, dass die HF_{Ruhe} mit der Ausdauer bzw. Fitness zusammenhängt (Bassan and Ott 1968, Wittke et al. 1968, Ehrlein et al. 1970, Skarda et al. 1976, Lindner et al. 2020). Für die Auswahl der Pferde mit niedrigerer HF_{Ruhe} spielt die Genauigkeit der Bestimmung eine wesentliche Rolle. Somit ist es wichtig, die Größenordnung des Einflusses verschiedener Faktoren auf die HF_{Ruhe} zu kennen. In dieser Arbeit wurden zu diesem Zweck die folgenden Faktoren geprüft, weil sie einen Einfluss auf die HF_{Ruhe} haben könnten: 1) Unterschiede zwischen unterschiedlichen Tagen; 2) Schwankungen zwischen morgens und abends; 3) Einfluss von Tagestemperatur und Luftfeuchtigkeit; 4) das Alter und die v_4 der Pferde (v_4 ist die Geschwindigkeit, bei der unter den gegebenen Bedingungen die Laktatkonzentration im Blut 4 mmol/L beträgt); 5) die Messmethode: Auskultation gegenüber HF-Messgerät. Von neunzehn Pferden im Alter von 2 bis 9 Jahren, die für Distanzrennen trainiert wurden oder schon an Wettkämpfen teilnahmen, wurde die HF_{Ruhe} bestimmt. 12 dieser Pferde wurden im Feld, 7 auf einem Laufband trainiert. Die HF_{Ruhe} wurde bei den Pferden der Laufbandgruppe morgens und abends an sechs aufeinander folgenden Tagen mit dem HF-Messgerät gemessen, bei den Pferden der Feldgruppe morgens und abends an drei aufeinander folgenden Tagen. Bei diesen Messungen wurden die Umgebungstemperatur und die Luftfeuchtigkeit protokolliert. Die Umgebungstemperatur schwankte bei der Laufbandgruppe morgens zwischen 25°C und 30°C und abends zwischen 29°C und 32°C, während sie bei der Feldgruppe morgens zwischen 20°C und 27°C und abends zwischen 25°C und 32°C lagen. Die Luftfeuchtigkeit betrug bei der Laufbandgruppe morgens zwischen 60% und 69% und abends zwischen 39% und 57%, bei der Feldgruppe morgens zwischen 66% und 84% und abends zwischen 44% und 80%. Bei sechzig Messungen mittels HF-Messgerät wurde zudem eine Minute lang die HF_{Ruhe} auch mit einem Phonendoskop bestimmt. Alle Pferde der Laufbandgruppe (sieben) und sechs der Feldgruppe wurden einem Belastungstest unterzogen, um deren v_4 zu bestimmen. Die v_4 ist der Parameter für den am häufigsten ein Zusammenhang zur Wettkampfleistung von Distanzrennpferden festgestellt worden ist (Démonceau 1989, Erickson et al. 1990, Lindner 2010b, Fraipont et al. 2012). Der standardisierte Belastungstest im Feld bestand aus fünf Runden à 1800 m mit zunehmender Geschwindigkeit je Runde unter dem Reiter (5, 6, 7, 8 und 9 m/s). Die Geschwindigkeiten der fünf Stufen auf dem Laufband entsprachen den Geschwindigkeiten im Feld, allerdings bei 6% Steigung und ohne Reiter. Jede der fünf Stufen hatte eine Dauer von fünf Minuten. Vor einem Test wurden die Pferde etwa 15 Minuten lang im Schritt und im Trab aufgewärmt. Zwischen den Runden bzw. den Stufen wurden die Pferde bzw. das Laufband angehalten, um Blut aus der Vena jugularis per Punktion mit einer Einmalkanüle in ein mit Lithiumheparin beschichtetes Vakuumröhrchen zu füllen (meist innerhalb von 20 Sekunden nach Ende der Belastung). Aus der Beziehung zwischen der Blutlaktatkonzentration und der Laufgeschwindigkeit wurde mittels einer exponentiellen Regressionsgleichung die v_4 berechnet. Die HF_{Ruhe} 1) schwankte von Tag zu Tag signifikant ($P < 0,001$ für die Laufbandgruppe, $P = 0,047$ für die Feldgruppe; 2) war für die Laufbandgruppe morgens niedriger als abends ($P = 0,001$); 3) stieg mit zunehmender Tagestemperatur ($P = 0,024$) während sie die Luftfeuchtigkeit nicht beeinflusste; 4) hatte keine Beziehung zum Alter und zur v_4 der Pferde; 5) war gemessen mittels HF-Messgerät höher als mittels Auskultation ($P < 0,001$). Schlussfolgernd sollte die HF_{Ruhe} aus dem Mittelwert von Messwerten, die unter möglichst standardisierten Bedingungen an mehreren aufeinander folgenden Tagen gemessen wurden, gebildet werden. Zur Standardisierung gehören unbedingt der Zeitpunkt der Messung sowie die Messmethode. Erneut konnte keine Beziehung zwischen dem Parameter der Ausdauer v_4 und der HF_{Ruhe} festgestellt werden.

Schlüsselwörter: Pferd, Leistungsphysiologie, Alter, Tageszeit, Fitness, Beziehung, Temperatur, Schwankung

Study of the development of ultrasonographic findings of the lung of foals with pneumonia

Juliane Fels¹, Anna Lankenfeld¹, Karl Rohn² and Monica Venner³

¹ University of Veterinary Medicine Hannover, Clinic for Horses, Hanover, Germany

² University of Veterinary Medicine Hannover, Institute for Biometry, Epidemiology and Information Processing, Hanover, Germany

³ Equine Clinic Destedt, Destedt, Germany

Summary: Pneumonia in foals is one of the major diseases in a horse breeding farm. As prevention is difficult, early diagnosis, well monitored treatment and reliable prognosis are important to minimise losses. The localization of pulmonary lesions of foals with different severity of abscessing bronchopneumonia and their development during treatment were observed to find a parameter that signals the worsening of pneumonia early. The prospective clinical study was performed with four groups of foals with pulmonary lesions of different severity that were followed up during treatment. The severity of pulmonary lesions in 453 foals with subclinical and clinical pneumonia on a horse breeding farm was determined by ultrasonography of the thorax. After pneumonia had been diagnosed, the clinical examination was done weekly, the white blood cells (WBC) were counted and ultrasonography of the thorax, including measurement of the abscess score, was performed twice weekly until recovery. One hundred and thirty-five foals had a small pneumonia (abscess score: 5–9.5 cm) and received no antibiotic treatment; 219 foals had a mild (abscess score: 10–15 cm), 91 foals had a moderate (abscess score: 15–20 cm) and 66 foals a severe pneumonia (abscess score: > 20 cm). All foals fully recovered in a max. of 9.5 weeks of treatment. Most lesions were localized in the cranio-ventral area of the lung and more severe in the right lung than on the left side. In severely affected foals, those who needed a change of treatment had 74% lesions of the size of 2 cm or larger, while foals with success of the first treatment had only 48% of the same size. The number of ultrasonographic findings decreased mostly within the first two weeks after diagnosis, independently of the severity of the lesions. The clinical score on the day of diagnosis was higher in foals who later needed a change of treatment, while the WBC count is neither reliable for early diagnosis nor a hint for a prognosis of treatment success. In conclusion the size of consolidations seems to be of prognostic value in severely affected foals. The important period in monitoring foals with pneumonia during treatment is the first two weeks after diagnosis is done because the decrease of ultrasonographic findings and the need for a change of treatment is obvious in that period of time.

Keywords: foals, pneumonia, ultrasonographic examination, localization of lesions, development of lesions

Citation: Fels J., Lankenfeld A., Rohn K., Venner M. (2020) Study of the development of ultrasonographic findings of the lung of foals with pneumonia. *Pferdeheilkunde* 36, 537–546; DOI 10.21836/PEM20200606

Correspondence: PD Dr. PhD Monica Venner, Equine Clinic, Trift 4, 38162 Destedt, Germany; mvenner@gmx.de

Submitted: July 7, 2020 | **Accepted:** September 29, 2020

Introduction

Pneumonia is an important disease in foals and causes severe disorders during the first six months of life. *Streptococcus equi* ssp. *zooepidemicus* (Strep. zoo.) and *Rhodococcus equi* (R. equi) are the most frequent agents in abscessing pneumonia in foals (Lavoie et al. 1994). R. equi is a facultative intracellular bacterium which can survive and replicate in macrophages. It is widespread around the world and frequently detected in the soil of horse farms (Takai 1985). The infection can be endemic or sporadic on a farm. Strep. zoo. is a normal inhabitant of the upper respiratory tract and also a common pathogen of pulmonary abscesses in horses (Hoffman 1993).

Pneumonia is responsible for high costs to the breeder, due to veterinary care, medication and losses of foals if the diagnosis is made later in the course of the disease (Cohen et al. 2000). The treatment success is higher when pulmonary lesions are less severe (Cohen et al. 2002). Therefore, a reliable method of early diagnosis is necessary, especially on farms with endemic infections due to R. equi and Strep. zoo.. Early diagnosis programmes

include clinical examination, haematological parameters and ultrasonographic examination of the thorax (Giguere et al. 2011). In the case of R. equi infection, the respiratory symptoms point to a pneumonia only at a late stage of the disease and sometimes the foals show little to no clinical signs even shortly before death (Giguere and Prescott 1997). Furthermore, regular measuring of the rectal temperature and the respiratory rate has been recommended for screening programs (Cohen et al. 2002). The evaluation of blood samples for the white blood cell (WBC) count (Falcon 1985), fibrinogen (Giguere et al. 2003, Giguere and Prescott 1997) and Serum amyloid A concentration (Cohen 2005, Giguere et al. 2016, Thomé et al. 2018) have been previously reviewed for early detection, showing some reliable results for the diagnosis of R. equi pneumonia.

Diagnostic imaging of the lung, either radiography or ultrasonographic examination, is very sensitive and specific in the diagnosis of pneumonia in foals. Radiographic imaging of pulmonary lesions has been described as strongly suggestive of R. equi (Cohen et al. 2002), even though the sensitivity is not as high as ultrasonography (Venner et al. 2014). The latter is

frequently used for screening in farms with endemic pneumonia as it is not invasive to the foals, takes little time, and the results are immediate and highly sensitive to pulmonary abscesses. The limitation of this technique is that only peripheral lesions can be revealed, thus, central-seated lesions remain undetected.

The current standard treatment of the *R. equi* pneumonia is rifampin in combination with a macrolide, most frequently azithromycin.

In this study we describe the distribution of pulmonary lesions and the development after diagnosis in foals with pneumonia. A further aim was to find a parameter that signals the worsening of pneumonia early during observation time.

Method and Materials

Study Population

The study was conducted on a stud farm of warmblood horses in the breeding season of 2018. Earlier studies on this farm revealed endemic incidence of *R. equi*, detected from tracheobronchial aspirates (Hennig 2020 submitted, Heyers 2007, Kilian 2008, Lämmer 2010) and post-mortem examination (Weimar 2006).

All the foals of the farm were monitored from birth until the age of 5.5 months. Each foal was examined clinically weekly, an Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) blood sample for determining the WBC count was taken and ultrasonographic examination of the chest was performed.

Table 1 Clinical score (according to Ohnesorge et al. 1998, modified) | Klinischer Score (modifiziert nach Ohnesorge et al. 1998)

Clinical Score	Aberrances	Score
Nasal discharge	Normal	0
	Serous	1
	Mucous, purulent	2
Lymph nodes	Normal	0
	Enlarged	1
Auscultation Lung	Normal	0
	Mild (raw sounds)	1
	Severe (rattle, rhonchus)	2
Auscultation Trachea	Normal	0
	Mild (raw sounds)	1
	Severe (rattle, rhonchus)	2
Rectal temperature	Normal (< 39.0°C)	0
	Mildly elevated (39.0–39.4°C)	1
	Highly elevated (> 39.5°C)	2
Dyspnoea	No	0
	yes	3
Respiratory frequency	Below 80/min	0
	Above 80/min	1

The clinical parameters included rectal temperature, nasal discharge, lymph nodes, auscultation of the lung and trachea, dyspnoea and the respiratory frequency, combined in a clinical score (Table 1). If the clinical score was below or equal to 2, the foal was considered as clinically healthy. The WBC count cut-off value was above 13,000 G/L.

Ultrasonographic method

A portable unit (Esaote Tringa Linear, Milano, Italy) with a 7.5 MHz linear transducer was used for the ultrasonographic examination. Both sides of the thorax were drenched with 99 % alcohol and intercostal spaces 3 to 14 were examined from dorsal to ventral. The consolidations were recorded on a form with the precise localization (right and left lung, number of the intercostal space, the dorsal part, middle part or the ventral part of the lung) and the diameter in cm. Consolidations with an irregular form were evaluated by measuring the smallest and the widest diameter and taking the average of the two values. The diameter of all consolidations was added to an "abscess score" at the end of each ultrasonographic examination. The abscess score was a marker for the severity of the pulmonary disorder.

Study design

All foals were examined every week; those with an abscess score above 5 cm were included in the study. They were divided in four groups, each with a different severity of pneumonia, i.e. different abscess score range and different treatment. The day of diagnosis of pneumonia, i.e. the day of admission into the study, was defined as the examination day (ED) 1, while the interval between two EDs was 3–4 days. The WBC counts and findings from ultrasonography were recorded on every ED and the clinical score was available for every other ED.

A total of 453 foals were included in this study. A foal could appear in more than one group if it needed a change of treatment. This was the case for 94 foals.

The abscess score of foals with the smallest pneumonia (group 1) was from 5 to 9.5 cm. These foals did not receive any treatment. If the abscess score of foals in group 1 increased above 10 cm, they received treatment and reappeared in groups 2 to 4.

The foals with a mild pneumonia (group 2) had an abscess score between 10 and 14.5 cm. Those were treated with trimethoprim-sulfadiazine (TMS; 30 mg/kg p.o., every 12 h).

The foals with a moderate pneumonia (group 3) had an abscess score between 15 and 19.5 cm. Those were treated with rifampin (10 mg/kg p.o., every 24 h) and tulathromycin (2.5 mg/kg i.m., once a week).

The foals with severe pneumonia (group 4) had an abscess score above 20 cm and were treated with rifampin (10 mg/kg p.o., every 24 h) and azithromycin (10 mg/kg p.o., every 24 h).

Foals were monitored in this study until the ultrasonographic examination of the lung revealed a maximum of two consoli-

dations with a diameter of 0.5 cm for at least two consecutive examinations. Thus, the score had to be 1 cm or smaller for termination of the treatment. At that point, it was considered that foals had recovered from pneumonia.

Data and analysis

The Statistical Analysis System for Windows SAS was used to analyse the data collected. An error probability of $p < 0.05$ was considered significant for the complete analysis. The normality of the abscess score, the clinical score and the WBC count was tested with the Shapiro-Wilk test. The data were almost normally distributed, therefore, the median with the 1st and 3rd quartile was determined. Development of the abscess score, the clinical score and the WBC count was evaluated with the Friedman Permutation test; $p < 0.05$ was adjusted after Sidák (Sidák, 1967). The difference among the abscess score, clinical score, WBC count and variation of lesion size between foals with and without treatment change was tested with the Signed Rank Test. The correlation between the abscess score, the clinical score and the WBC count was analysed with the correlation analysis by Spearman. In order to analyse the distribution of the abscess score to the right and left side of the lung, the normality was tested with the Kolmogorov-Smirnov test and the distribution analysis with the Signed Rank Test. The probability of a localization of the abscesses in each side of the lung was tested with the Signed Rank Test.

Results

Clinical and sonographic findings at diagnosis

The median of the abscess score, the clinical score and the WBC count was recorded on the day of diagnosis for all groups (Table 2).

The average abscess score on the day of diagnosis represents the severity of pneumonia of each group. According to the group definition, the abscess score was the smallest (median: 6.5 cm; 1st quartile: 6 cm; 3rd quartile: 8 cm) in group 1 and the highest (median: 22.3 cm; 1st quartile: 21 cm; 3rd quartile: 26 cm) in the foals with severe pneumonia (group 4).

The foals with severe pneumonia, i.e. a high abscess score, had a higher clinical score (median: 4.0) than the foals with mild pneumonia (median: 3.0). There was a similar mean WBC count in all four groups.

The mean abscess score, clinical score and WBC count were compared among the foals with and without a change of treatment (Table 2, second column "subgroup"). Only a few foals needed a change of treatment in group 3 (moderate pneumonia) and 4 (severe pneumonia). The foals with small pulmonary lesions that needed treatment later on had a significantly ($p < 0.032$) higher clinical score than the foals that healed without treatment.

Of the foals with small pulmonary lesions (group 1), 64 % healed without treatment; 84 % of foals with mild pneumonia, 97 % of the foals with moderate pneumonia and 91 % of the foals with severe pneumonia recovered with the first treatment protocol.

Localization of pulmonary lesions in foals with pneumonia

The addition of all diameters of consolidations visualised at sonography was compared in all foals with pneumonia on the day of diagnosis. When all groups were analysed, the percentage of the abscess score on the right side was 56.8 % and, therefore, pulmonary lesions were significantly more severe on the right side ($p < 0.001$) than the left side (43.2 %).

The addition of the diameter of all abscesses was higher on the right side of the lung than on the left side in each group (Table 3).

Table 2 Findings on the day of diagnosis "pneumonia". First column: median (25 %; 75 %) of the whole group (total). Second column differentiates the group in TS = treatment success and CT = change of treatment (subgroup); * = significant difference; Group 1 = abscess score 5–9.5 cm; Group 2 = abscess score 10–14.5 cm; Group 3: abscess score 15–19.5 cm; Group 4 = abscess score > 20 cm | Befunde am Tag der Diagnose "Pneumonie". Erste Spalte: Median (25%; 75%) der gesamten Gruppe. Die zweite Spalte unterteilt die Gruppe in TS = Therapieerfolg und CT = Therapieumstellung (Untergruppe); * = signifikanter Unterschied; Gruppe 1 = Abszess Score 5–9,5 cm; Gruppe 2 = Abszess Score 10–14,5 cm; Gruppe 3 = Abszess Score 15–19,5 cm; Gruppe 4 = Abszess Score über 20 cm

	Parameter	Abscess score (cm)				White blood count (G/L)	
		total median	subgroup	total median	subgroup	total median	subgroup
Group 1 (n = 135)	TS (n = 86)	6.5 (6; 8)	6.8 (5.6; 7.9)	3 (2; 4)	2* (2; 3)	14.650 (12.675; 17.400)	15.000 (12.950; 17.325)
	CT (n = 49)		6.5 (6; 8)		3* (2; 4)		13.800 (12.075; 18.125)
Group 2 (n = 219)	TS (n = 183)	11 (10; 12)	11 (10; 12)	3 (2; 4)	3 (2; 4)	15.400 (11.950; 17.850)	15.400 (12.000; 17.800)
	CT (n = 36)		11 (10; 11)		4 (2; 5)		15.600 (11.475; 18.325)
Group 3 (n = 91)	TS (n = 88)	16 (15.5; 17)	16 (15.5; 17)	3 (2; 4.5)	3 (2; 5)	14.300 (11.950; 17.350)	14.050 (12.100; 17.275)
	CT (n = 3)		18 (17.5; 18.5)		3 (2.5; 3.5)		10.100 (8.000; 14.250)
Group 4 (n = 66)	TS (n = 60)	22.3 (21; 26)	22 (21; 25.3)	4 (3; 5)	4 (3; 6)	14.250 (11.975; 16.800)	14.600 (11.725; 17.000)
	CT (n = 6)		25.3 (21.3; 29.3)		5 (4.3; 5)		14.100 (13.825; 14.375)

The percentage of abscess score on the right side of the lung was significantly higher than on the left side of the lung in foals with small to moderate pneumonia (groups 1 to 3). In foals with severe pneumonia (group 4), the percentage of abscess score on the right and the left side of the lung did not differ significantly.

Comparison of localization of pulmonary lesions between cranial-ventral and caudo-dorsal regions of the lung

The localization of the abscess scores in % are shown in Figures 1a to 1d separately for the left and the right side of the lung and for each group on the day of diagnosis. Most pulmonary lesions were localized in the cranio-ventral segment of the lung, i.e. in the 3rd, 4th and 5th intercostal spaces and specifically in the middle and ventral areas (3B, 4B, 4C and 5C). The lung was divided into two areas for further analysis of the localization of the lesions: an area of "high incidence" containing the four areas specified previously with the highest probability of abscess appearance and an area of "low incidence" consisting of the rest of the lung.

The area of "high incidence" in foals with small pulmonary lesions (group 1) showed significantly more lesions than the area of "low incidence" in the first 10 examinations ($p < 0.0001$). Pulmonary lesions in foals with mild (group 2) and moderate pneumonia (group 3) appeared significantly more frequently in the area of "high incidence" than in the area of "low incidence" ($p < 0.0001 - p < 0.0352$) in the first 14 examinations.

Significantly more lesions were recorded in the area of "high incidence" than in the area of "low incidence" in foals with severe pneumonia (group 4) as well but not at every examination. Significantly more lesions appeared in the area of "high incidence" at EDs 3 to 8 ($p < 0.0001 - p < 0.0271$) on the right side of the lung, and significantly more lesions appeared in the area of "high incidence" at EDs 6 to 9 ($p < 0.0001 - p < 0.01$) on the left side of the lung.

Table 3 Abscess score (in %) in foals with pneumonia on the right and the left side of the lung on the day of diagnosis; * = significant difference between left and right; Group 1 = abscess score 5–9.5 cm; Group 2 = abscess score 10–14.5 cm; Group 3: abscess score 15–19.5 cm; Group 4 = abscess score > 20 cm | Abszess Scores (in %) von Fohlen mit Pneumonie auf der rechten und der linken Seite der Lunge am Tag der Diagnose; * = signifikanter Unterschied zwischen links und rechts; Gr. 1 = Absz. Score 5–9,5 cm; Gr. 2 = Absz. Score 10–14,5 cm; Gr. 3 = Absz. Score 15–19,5 cm; Gr. 4 = Absz. Score über 20 cm

	Right (%)	Left (%)	p =
Group 1 (n = 135)	61.3	38.7	0.001*
Group 2 (n = 219)	55.4	44.6	0.0025*
Group 3 (n = 91)	58.0	42.0	0.0014*
Group 4 (n = 66)	53.1	46.9	0.097

Correlation of the diameter of consolidations in foals with pneumonia on the day of diagnosis with the prognosis of the first treatment

Regarding foals with small pulmonary lesions or mild pneumonia (group 1 and 2), the size of consolidations at diagnosis was similar in foals that recovered and those that needed treatment (group 1) or change of treatment (group 2). When the size of the lesions was compared in foals with moderate or severe pneumonia (group 3 and 4), the foals that recovered had more lesions of smaller size (below or equal to 1 cm) on the day of diagnosis, while the foals with a change of treatment had more lesions of 2 cm and above. In foals with severe pneumonia, those with a change of treatment had significantly more lesions larger than 2 cm diameter (Figure 2a and b) than foals with treatment success.

Duration of treatment to complete recovery from pneumonia

The foals with small pulmonary lesions (group 1) recovered within 3 weeks, while the foals with mild to severe pneumonia (groups 2 to 4) needed 4 weeks to heal (Table 4). Many foals had an abscess score lower than 1 cm earlier than 4 weeks after diagnosis; however, some foals showed an increase of the abscess score at later examinations.

Development of the abscess score

The development of the abscess score in all four groups is shown in Figures 3a to 3d for the first 5 weeks divided in 10 EDs. The abscess score mostly decreases over the first two weeks of treatment. The reduction of the abscess score in foals with mild pulmonary lesions (group 1) was highly significant ($p < 0.001$) between the first two EDs and all following EDs.

The decrease of the abscess score in foals with mild to severe pneumonia (groups 2 to 4) was noticed within the first two weeks after diagnosis. The decrease of the abscess score was highly significant ($p < 0.0001$) from ED 1, ED 2 and ED 3 to all following EDs. Later EDs showed no significant decrease.

Table 4 Time (in weeks) needed for healing or until change of treatment pneumonia in foals; Group 1 = abscess score 5–9.5 cm; Group 2 = abscess score 10–14.5 cm; Group 3: abscess score 15–19.5 cm; Group 4 = abscess score > 20 cm | Zeitspanne (in Wochen), die für Ausheilung oder bis zur Behandlungs-umstellung von Fohlen mit Pneumonie; Gr. 1 = Absz. Score 5–9,5 cm; Gr. 2 = Absz. Score 10–14,5 cm; Gr. 3 = Absz. Score 15–19,5 cm; Gr. 4 = Absz. Score > 20 cm

	Healed (weeks) (number of foals)	Change of treatment (weeks) (number of foals)
Group 1 (n = 135)	3.2 (± 1.8) (n = 86)	1.5 (± 1.2) (n = 49)
Group 2 (n = 221)	3.9 (± 1.7) (n = 183)	2.3 (± 2.1) (n = 36)
Group 3 (n = 91)	4 (± 2.2) (n = 88)	1.7 (± 2) (n = 3)
Group 4 (n = 66)	4 (± 1.6) (n = 66)	1.8 (± 1.3) (n = 6)

Development of the clinical score

The major decrease of the clinical score, to a range of 2 to 2.5, was noted within the first 2.5 weeks after diagnosis in all four groups. The decrease of the clinical score in foals with mild pulmonary lesions (group 1) was not significant. The average clinical score at diagnosis in foals with mild to severe pneumonia (groups 2 to 4) was significantly higher compared to the further examinations.

C	B	A	left	right	A	B	C
♥	6,4	0,7	3	3	1,5	17	♥
8,3	6,6	0,3	4	4	0,4	7,2	16,8
5,8	3,2	0,2	5	5	0,6	2,4	7,3
3,2	0,9	0,2	6	6	0	1,7	3
1,3	0,4	0	7	7	0	0,5	0,7
0,4	0,7	0	8	8	0	0,6	0,2
0	0,3	0	9	9	0	0	0,4
0,2	0	0	10	10	0	0	0,2
0	0	0	11	11	0	0	0,2
0	0	0	12	12	0	0	0
0	0	0	13	13	0	0	0
0	0	0	14	14	0	0	0

Fig. 1a Localization of abscess scores (in %) in foals (n = 135) with small pulmonary lesions on the day of diagnosis; intercostal space 3 to 14 and level A=dorsal to C=ventral; colour code: strong gray = high number of lesions, white = no lesions; ♥ = localization of the heart | Lokalisation der Abszesse (in %) in Fohlen (n = 135) mit kleinen pulmonalen Läsionen am Tag der Diagnose; Interkostalraum 3 bis 14 und Level A = dorsal bis C = ventral; Farbkodierung: dunkelgrau = hohe Anzahl an Läsionen, weiß = keine Läsionen; ♥ = Lokalisation des Herzens

C	B	A	left	right	A	B	C
♥	7,2	0,6	3	3	1,5	13,6	♥
8,4	5,1	0,3	4	4	0,7	6,3	11,1
6,8	3,2	0,3	5	5	0,4	3,1	8,2
4,2	1,8	0,2	6	6	0,1	1,2	5
2	0,9	0,1	7	7	0,1	0,6	2,3
0,6	0,9	0,04	8	8	0	0,4	1
0,3	0,2	0,04	9	9	0	0,1	0,6
0,2	0	0	10	10	0	0	0,1
0,04	0	0	11	11	0	0,04	0,04
0	0	0	12	12	0	0,1	0
0	0	0	13	13	0	0	0
0	0	0	14	14	0	0	0

Fig. 1b Localization of abscess scores (in %) in foals (n = 219) with mild pneumonia on the day of diagnosis; intercostal space 3 to 14 and level A = dorsal to C = ventral; colour code: strong gray = high number of lesions, white = no lesions; ♥ = localization of the heart | Lokalisation der Abszesse (in %) in Fohlen (n = 219) mit geringgradiger Pneumonie am Tag der Diagnose; Interkostalraum 3 bis 14 und Level A = dorsal bis C = ventral; Farbkodierung: dunkelgrau = hohe Anzahl an Läsionen, weiß = keine Läsionen; ♥ = Lokalisation des Herzens

Development of the WBC count

The development of the WBC count in foals with small pulmonary lesions (group 1) showed no significant change during the first 5 weeks after diagnosis. The median WBC count of the foals with mild pneumonia (group 2) was 16,600 G/L and 16,600 G/L of the foals with moderate pneumonia (group 3) as well, both reached at ED 3. The median WBC count of the foals with severe pneumonia was reached at ED 4 with 17,700 G/L. The WBC count for foals with mild to severe pneumonia (groups 2 to 4) showed a slight but significant

C	B	A	left	right	A	B	C
♥	6,4	0,7	3	3	2,1	10,6	♥
7,2	4,4	1,2	4	4	1,2	6,9	11,2
7,1	2,6	0,6	5	5	0,3	3,1	7,7
3,1	1,6	0,2	6	6	0,2	1,4	3,7
2	1,1	0,1	7	7	0	0,8	2,2
1,5	0,5	0,2	8	8	0	1,1	1,4
0,8	0,2	0,1	9	9	0,1	0,8	1,1
0,4	0,3	0	10	10	0	0,1	0,8
0,3	0	0	11	11	0	0,3	0,2
0,1	0	0	12	12	0	0	0,2
0	0	0	13	13	0	0	0
0	0	0	14	14	0	0	0

Fig. 1c Localization of abscess scores (in %) in foals (n = 91) with moderate pneumonia on the day of diagnosis; intercostal space 3 to 14 and level A = dorsal to C = ventral; colour code: strong gray = high number of lesions, white = no lesions; ♥ = localization of the heart | Lokalisation der Abszesse (in %) in Fohlen (n = 91) mit mittelgradiger Pneumonie am Tag der Diagnose; Interkostalraum 3 bis 14 und Level A = dorsal bis C = ventral; Farbkodierung: dunkelgrau = hohe Anzahl an Läsionen, weiß = keine Läsionen; ♥ = Lokalisation des Herzens

C	B	A	left	right	A	B	C
♥	5	0,9	3	3	1,4	7,8	♥
7,2	4,8	1	4	4	0,8	4,5	8,4
5,9	3,2	0,7	5	5	0,5	3,5	6,2
4,1	1,3	0,3	6	6	0,3	1,9	3,7
2,5	1,7	0,3	7	7	0,3	1,5	3
2,2	0,5	0,1	8	8	0,3	0,8	2,2
2	0,7	0,1	9	9	0	0,7	1,6
1,2	0,5	0	10	10	0	0,3	0,9
0,7	0	0	11	11	0,1	0,1	0,9
0,3	0,03	0	12	12	0,2	0,1	0,5
0	0	0	13	13	0	0,1	0,1
0	0	0	14	14	0	0,03	0

Fig. 1d Localization of abscess scores (in %) in foals (n = 66) with severe pneumonia on the day of diagnosis; intercostal space 3 to 14 and level A = dorsal to C = ventral; colour code: strong gray = high number of lesions, white = no lesions; ♥ = localization of the heart | Lokalisation der Abszesse (in %) in Fohlen (n = 66) mit hochgradiger Pneumonie am Tag der Diagnose; Interkostalraum 3 bis 14 und Level A = dorsal bis C = ventral; Farbkodierung: dunkelgrau = hohe Anzahl an Läsionen, weiß = keine Läsionen; ♥ = Lokalisation des Herzens

($p < 0.001$) increase until ED 3. After that, the WBC count decreased, also significantly, until ED 5 ($p < 0.001$).

Discussion

The localization and development of pulmonary findings of foals with different severities of abscessing bronchopneumonia were described in the current study. The purpose was to show where in the lung the abscesses mostly appear and to find a parameter that might show the worsening of pneumonia early.

The endemic incidence of *R. equi* on the stud farm was confirmed in several studies (Hagist 2016, Heyers 2007), therefore, the monitoring and treatment were designed for the early diagnosis and effective recovery of pneumonia due to *R. equi*. Based on a recent study, 27.5% of the foals with an abscess score from 10–15 cm healed without treatment (Rutenberg et al. 2017), therefore, pulmonary lesions of a max. of 10 cm were defined as the cut-off for the foals with the smallest pulmonary lesions in group 1. Of the 135 foals in group 1 with an abscess score between 5 cm and 10 cm, 63.7% healed without treatment. This percentage is consistent with results of earlier studies (Venner et al. 2013, Venner and Credner

2014, Venner et al. 2012), where 44, 67 and 88% (respectively) of foals with abscess scores below 10 cm healed without treatment even though the numbers of patients in these studies were (with 25 to 32 foals) lower than in the current study. These taken together confirm that resolution of pneumonia in foals is possible without treatment in mild cases; however, close monitoring is advised in order to identify foals with a worsening of the disease.

The treatment of the foals with mild pneumonia with TMS has been mentioned in earlier literature (Prescott and Sweeney 1985, Sweeney et al. 1987, Wilson 1992). In the current study, 85.6% of 219 foals with an abscess score from 10 cm to 15 cm recovered during treatment with TMS. Only 27.5% of the foals recovered without treatment in an earlier study at this severity of pneumonia (Rutenberg et al. 2017). The advantage of TMS is the much lower costs for the owner. The TMS as a treatment was successful, but as it is not effective against *R. equi*, other pathogens, for example, *Strep. equi* zooepidemicus, must have been causing the pneumonia in those foals.

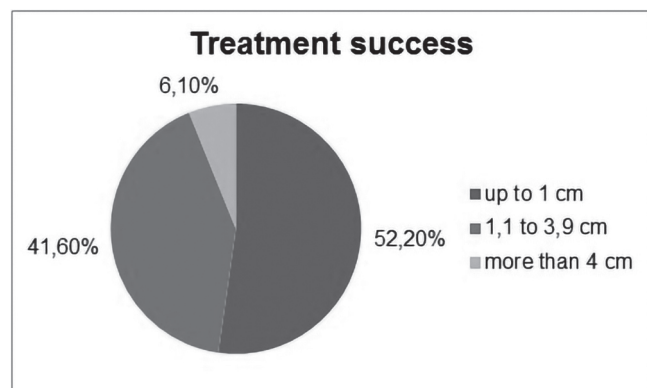


Fig. 2a Number of different abscess sizes on the day of diagnosis in foals with severe pneumonia (group 4; $n = 66$) with treatment success (TS; $n = 60$) | Anzahl verschiedener Abszessgrößen am Tag der Diagnose bei Fohlen mit hochgradiger Pneumonie (Gruppe 4; $n = 66$) mit Therapieerfolg (TS; $n = 60$)

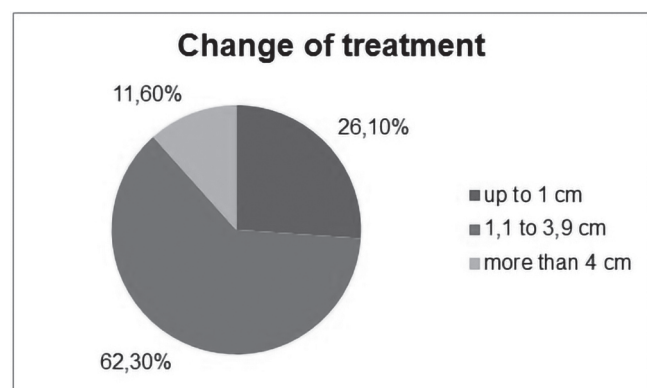


Fig. 2b Number of different abscess sizes on the day of diagnosis in foals with severe pneumonia (group 4; $n = 66$) with change of treatment (CT; $n = 6$) | Anzahl verschiedener Abszessgrößen am Tag der Diagnose bei Fohlen mit hochgradiger Pneumonie (Gruppe 4; $n = 66$) mit Therapieumstellung (CT; $n = 6$)

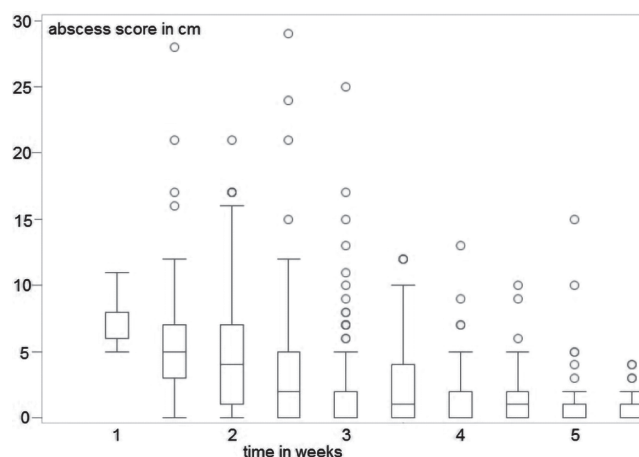


Fig. 3a Abscess score of foals with small pulmonary lesions ($n = 135$) during the first five weeks (two examinations per week) after diagnosis of pneumonia | Abszess Score von Fohlen mit kleinen pulmonalen Läsionen ($n = 135$) während der ersten fünf Wochen (2 Untersuchungen pro Woche) nach der Diagnose der Pneumonie

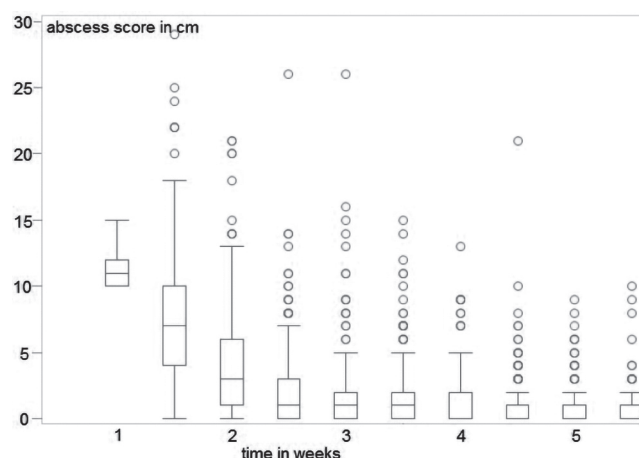


Fig. 3b Abscess score of foals with mild pneumonia ($n = 219$) during the first five weeks (two examinations per week) after diagnosis of pneumonia | Abszess Score von Fohlen mit geringgradiger Pneumonie ($n = 219$) während der ersten fünf Wochen (2 Untersuchungen pro Woche) nach der Diagnose der Pneumonie

The treatment of the foals with moderate pneumonia (abscess score of 15–20 cm) with rifampin and tulathromycin was successful in 96.7% of 91 foals in our study. The effectiveness of tulathromycin as a monotherapy has been evaluated earlier and was reported to be good in 90% of the foals with an abscess score of 10 to 15 cm (Rutenberg et al. 2017). The initial abscess score in the current study was higher with 15 to 20 cm and still the treatment was successful in all except three foals. Therefore, the combined treatment of rifampin and tulathromycin is effective in foals with moderate pneumonia, while the success in foals with severe pneumonia needs to be further evaluated.

The foals with severe pneumonia (abscess score above 20 cm) and treatment with rifampin and azithromycin were successfully treated in 90.9% of the 66 cases. Previous studies on the efficiency of the combination of rifampin and azithromycin sustained similar success rates: 93% in foals with an abscess score of 8 to 15 cm (Venner and Credner 2014) and 95% in foals with an abscess score of 10 to 15 cm (Rutenberg et

al. 2017). In contrast to the latter, the current study included foals with dyspnoea and an abscess score above 20 cm. Because of the success of rifampin and tulathromycin in foals with moderate pneumonia, it would be interesting to compare the efficiency of rifampin and tulathromycin with rifampin and azithromycin in the treatment of foals with severe pneumonia.

The localization of the abscesses in the lung of foals with R. equi pneumonia has been described previously. One author stated that more abscesses are found on the right side of the lung than on the left side without providing any number (Hillidge 1986). This was confirmed in a study on 12 foals with severe pneumonia (Özsoy and Haziroglu 2009). Another study of 149 foals with mild pneumonia concluded that the number of pulmonary abscesses was similar on the left and right side (Althaus 2004). The difference between these statements could originate from different severities of pneumonia at diagnosis.

In the current study, pulmonary lesions were significantly more severe on the right side (56%) than on the left (43%) side of the thorax for the foals with small pulmonary lesions and mild to moderate pneumonia. This might be due to the anatomical course of the trachea that makes a curve around the Arcus aortae on the right side, therefore, the airstream has a shorter distance and straight course to the right lung (Waibl 2004). More pulmonary lesions were detected on the right side (53.1%) than on the left side (46.9%) in foals with severe pneumonia, but the difference was not significant.

The localization of pulmonary lesions has been described to be mainly cranial and ventral in the lung and more severe in this area (Reef et al. 2004). This was confirmed in the current study as pulmonary lesions concentrated mostly cranio-ventrally, around the heart area. Consolidations in all foals with small pulmonary lesions and mild to severe pneumonia were visualized in the segments of the 3rd, 4th and 5th intercostal space, especially in the middle and the ventral area. A possible explanation for cranio-ventral bronchopneumonia is the settling of pathogens in the entry zone of the lung or following gravitation. Additionally, a reduced vascular perfusion, insufficient defence mechanism and regional differences in ventilation are discussed (López 2007). A higher infective dose in the severely diseased foals could be a reason that leads to the wider spread in the lung.

The whole lung should be scanned for the diagnosis of pneumonia, even if most lesions seem to be localized cranio-ventrally, because single lesions can also be found in the other areas. The cranio-ventral area of the lung is covered by the heart shadow at radiology and lesions can be missed. This is why ultrasonography is regarded as more sensitive (Venner et al. 2014). Radiographic imaging can be used additionally, especially in a foal where there is a suspicion of pneumonia but with no findings at ultrasonographic examination.

The size of consolidations at diagnosis can be a sign that a change of treatment might be necessary later but only for foals with severe pulmonary lesions. Foals with severe pneumonia but small lesions responded more frequently to the first

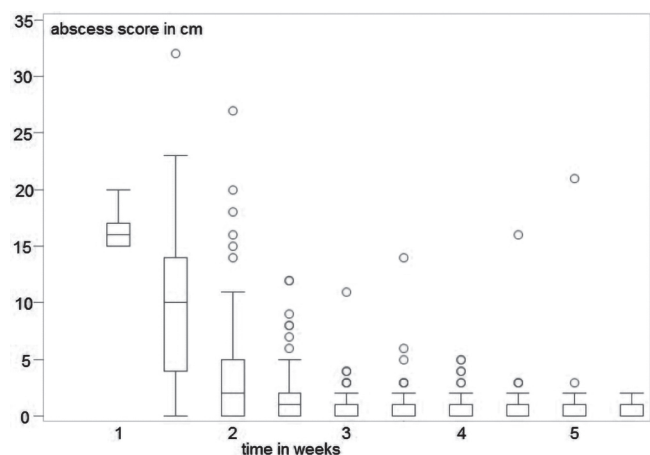


Fig. 3c Abscess score of foals with moderate pneumonia (n = 91) during the first five weeks (two examinations per week) after diagnosis of pneumonia | Abszess Score von Fohlen mit mittelgradiger Pneumonie (n = 91) während der ersten fünf Wochen (2 Untersuchungen pro Woche) nach der Diagnose der Pneumonie

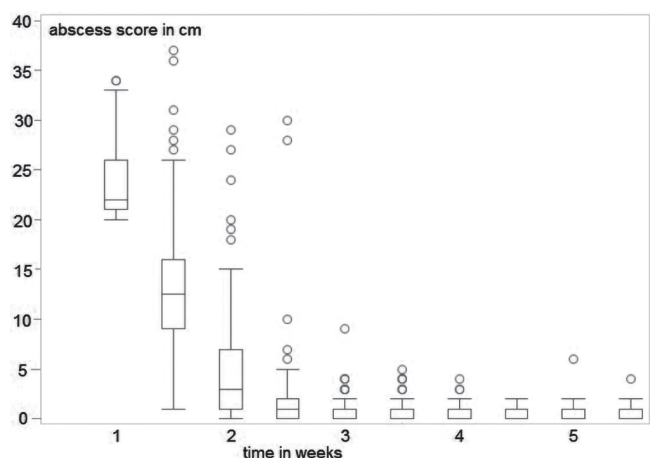


Fig. 3d Abscess score of foals with severe pneumonia (n = 66) during the first five weeks (two examinations per week) after diagnosis of pneumonia | Abszess Score von Fohlen mit hochgradiger Pneumonie (n = 66) während der ersten fünf Wochen (2 Untersuchungen pro Woche) nach der Diagnose der Pneumonie

treatment than foals with severe pneumonia and larger lesions. The contact surface for antibiotic treatment is smaller in consolidations with a larger diameter, which could be a reason why the treatment protocol needs to be changed in foals with large lesions. The diameter of lesions in foals with mild to moderate pneumonia is not helpful for prognosis.

The mean value of the abscess score decreased impressively in the first two weeks of treatment in all four groups. The period of time necessary for the lung to be completely healed, which was shown at ultrasonographic examination, was 3.2 weeks for foals with small pulmonary lesions and around 4 weeks for those with mild to severe pneumonia. There is a wide range of recommended durations of treatment of *R. equi* pneumonia in foals. Some authors suggest the period till the radiographic findings and WBC are normal (Hillidge 1987), while others advise a duration of 4 to 9 weeks and until the plasma fibrinogen is normal (Giguere and Prescott 1997) to 3 to 12 weeks depending on the severity of the initial pneumonia (Giguere 2017). To use only the clinical appearance is insufficient, because foals often seem to be clinically better long before the consolidations are resolved (Solvis et al. 2005). Ultrasound is a good method to make the decision for discontinuing the treatment. Monitoring those foals further in order to diagnose recurrence is recommended due to the fact that ultrasound only shows the periphery of the lung and it is not ruled out that superficial aeration could be the reason that lesions are no longer viewable (McCracken and Solvis 2009).

If a change of treatment was necessary in the patients of our study, it became apparent within the first two weeks after diagnosis. Therefore, an ultrasonographic examination, twice a week after starting treatment, can help to conclude if the pulmonary lesions are responding to treatment or if the treatment needs to be adjusted.

Conclusion

Ultrasonography is a useful technique in the screening and monitoring of foals with pneumonia during treatment. The uneven distribution of pulmonary lesions in the lung at diagnosis, with more findings on the right side and cranio-ventral, supports the usefulness of ultrasound compared to radiology, especially as these areas are covered by the heart shadow on chest radiographs. However, it is important for a precise evaluation and prognosis to examine the entire lung to avoid overlooking any lesions in the other areas.

The size of consolidations at diagnosis in foals with severe pneumonia can be a sign that a change of treatment might be necessary later. The foals with small lesions responded better to the first treatment than foals with larger lesions. The first 2 weeks of treatment are the most important for prognosis while monitoring.

Most pulmonary lesions resolved within the first 2 weeks after diagnosis and the need for a change of treatment also became obvious mostly in this period. Therefore, ultrasonographic examination helps to determine the prognosis and to decide when to discontinue treatment.

References

- Althaus O. (2004) Ultrasonography of the lung: an aid for early diagnosis of the *Rhodococcus equi* pneumonia of the foal. Thesis, University of Veterinary Medicine Hannover
- Cohen N. (2005) Study of serum amyloid A concentrations as a mean of achieving early diagnosis of *R. equi* pneumonia. *Equine Vet. J.* 37, 212–216; DOI 10.2746/0425164054530704
- Cohen N., Chaffin K., Martens J. G. (2002) How to prevent and control pneumonia caused by *R. equi* at affected farms. *AAEP Proc.* 48, 295–299
- Cohen N., Chaffin K., Martens R. J. (2000) Control and prevention of *Rhodococcus equi* pneumonia in foals. *Compend. Cont. Educ. Pract. Vet.* 22, 1062–1070
- Falcon J. (1985) Clinical and radiographic findings in *Corynebacterium equi* pneumonia of foals. *JAVMA* 186, 593–598
- Giguere S. (2017) Treatment of infections caused by *R. equi*. *Vet. Clin. Equine* 33, 67–85; DOI 10.1016/j.cveg.2016.11.002
- Giguere S., Berghaus L. J., Miller C. D. (2016) Clinical assessment of a point-of-care serum amyloid A assay in foals with bronchopneumonia. *J. Vet. Intern. Med.* 30, 1338–1343; DOI 10.1111/jvim.13978
- Giguere S., Cohen N. D., Chaffin M. K., Solvis N. M., Hondalus M. K., Hines S. A., Prescott J. F. (2011) Diagnosis, treatment, control, and prevention of infections caused by *Rhodococcus equi* in foals. *J. Vet. Intern. Med.* 25, 1209–1220; DOI 10.1111/j.1939-1676.2011.00835.x
- Giguere S., Hernandez J., Gaskin J., Miller C., Bowman J. L. (2003) Evaluation of white blood cell concentration, plasma fibrinogen concentration, and an agar gel immunodiffusion test for early identification of foals with *Rhodococcus equi* pneumonia. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 222, 775–781; DOI 10.2460/javma.2003.222.775
- Giguere S., Prescott J. F. (1997) Clinical manifestation, diagnosis, treatment and prevention of *Rhodococcus equi* infections in foals. *Vet. Microbiol.* 56, 313–334; DOI 10.1016/s0378-1135 (97) 00099-0
- Hagist C. (2016) Genotyping of *Rhodococcus equi* strains from Germany isolated in foals and other animals. Thesis, University of Veterinary Medicine Hannover.
- Hennig M. (2020 submitted) Detection of *Rhodococcus equi* in tracheobronchial secretion and faeces of foals with pneumonia. Thesis, University of Veterinary Medicine Hannover.
- Heyers P. (2007) Comparison of detection of *Rhodococcus equi* through microbiological culture with polymerase chain reaction in the tracheobronchial fluids of foals. Thesis, University of Veterinary Medicine Hannover.
- Hillidge C. J. (1986) Review of *Corynebacterium* (*Rhodococcus*) *equi* lung abscesses in foals: pathogenesis, diagnosis and treatment. *Vet. Rec.* 119, 261–264; DOI 10.1136/vr.119.11.261
- Hillidge C. J. (1987) Use of Erythromycin-Rifampicin combination in treatment of *Rhodococcus equi* pneumonia. *Vet. Microbiol.* 14, 337–342; DOI 10.1016/0378-1135 (87)90121-0
- Hoffman A. (1993) Microbiologic changes during antimicrobial treatment and rate of relapse of distal respiratory tract infections in foals. *Am. J. Vet. Res.* 54, 1608–1614
- Kilian K. (2008) Comparative study for the detection of *Rhodococcus equi* in respiratory air, in tracheobronchial fluids and faeces of foals. Thesis, University of Veterinary Medicine Hannover.
- Lämmer M. (2010) Detection of *Rhodococcus equi* in faeces and tracheobronchial fluids of foals: comparative study of healthy foals and foals with lung abscesses. Thesis, University of Veterinary Medicine Hannover.
- Lavoie J. P., Fiset L., Laverty S. (1994) Review of 40 cases of lung abscesses in foals and adult horses. *Equine Vet. J.* 26, 348–352; DOI 10.1111/j.2042-3306.1994.tb04401.x
- López A. (2007) Respiratory system, In: *Pathologic Basis of Veterinary Disease*, 4th ed. Elsevier Limited, pp. 433–521
- McCracken J. L., Solvis N. M. (2009) Use of thoracic ultrasound for the prevention of *Rhodococcus equi* pneumonia on endemic farms. *AAEP Proc.* 55, 38–44

- Ohnesorge B., Trötschel C., Deegen E. (1998) Determination of dead space and expiratory mixed air volume for the diagnosis of chronic lung disease in horses. *Pferdeheilkunde* 14, 450–455; DOI 10.21836/PEM19980602
- Özsoy S. Y., Hazirolu R. (2009) The pathological findings of *Rhodococcus equi* infection and its diagnosis with immunoperoxidase technique in foals. *Ankara Ünic. Vet. Fak. Derg.* 56, 207–213; DOI 10.1501/Vetfak_0000002222
- Prescott J. F., Sweeney C. R. (1985) Treatment of *Corynebacterium equi* pneumonia of foals: a review. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 187, 725–728
- Reef V. B., Whittier M., Allam L. G. (2004) Thoracic ultrasonography. *Clin. Tech. Equine Pract.* 3, 284–293; DOI 10.1053/j.ctep.2005.02.006
- Rutenberg D., Venner M., Giguere S. (2017) Efficacy of tulathromycin for the treatment of foals with mild to moderate bronchopneumonia. *J. Vet. Intern. Med.* 31, 901–906; DOI 10.1111/jvim.14717
- Siddik Z. K. (1967) Rectangular confidence regions for the means of multivariate normal distributions. *JASA* 62, 626–633; DOI 10.1080/01621459.1967.10482935
- Solvis N. M., McCracken J. L., Mundy G. (2005) How to use thoracic ultrasound to screen foals for *Rhodococcus equi* at affected farms. *AAEP Proc.* 51
- Sweeney C. R., Sweeney R. W., Drivers T. J. (1987) *Rhodococcus equi* pneumonia in 48 foals: response to antimicrobial therapy. *Vet. Microbiol.* 14, 329–336; DOI 10.1016/0378-1135(87)90120-9
- Takai S. (1985) Incidence of *R. equi* in domestic farm animals and soil. *Nihon Juigaku Zasshi* 47, 493–496; DOI 10.1292/jvms1939.47.493
- Thomé R., Weber C., Rohn K., Venner M. (2018) Serum amyloid A concentration in foals – Can it help when making a treatment decision in foals with pneumonia? *Pferdeheilkunde* 34, 61–67; DOI 10.21836/pem20180111
- Venner M., Astheimer K., Laemmer M., Giguere S. (2013) Efficacy of mass antimicrobial treatment of foals with subclinical pulmonary abscesses associated with *Rhodococcus equi*. *J. Vet. Intern. Med.* 27, 171–176; DOI 10.1111/jvim.12030
- Venner M., Credner N. (2014) Comparative study of the effectiveness of tulathromycin in treatment of foals with pneumonia. Thesis, University of Veterinary Medicine Hannover
- Venner M., Roediger A., Laemmer M., Giguere S. (2012) Failure of antimicrobial therapy to accelerate spontaneous healing of subclinical pulmonary abscesses on a farm with endemic infections caused by *Rhodococcus equi*. *Vet. J.* 192, 293–298; DOI 10.1016/j.tvjl.2011.07.004
- Venner M., Walther S. M., Münzer B., Stadler P. (2014) Diagnostic of pulmonary abscesses in foals – Comparison of sonographic and radiographic examination. *Pferdeheilkunde* 30, 561–566; DOI 10.21836/PEM20140507
- Waibl H. (2004) Apparatus Respiratorius. In: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, 9th ed. Parey, Stuttgart, pp. 223–307
- Weimar B.-M. (2006) Lung abscesses of foals: clinical, sonographic, endoscopic, pathomorphologic and microbiologic findings. Thesis, University of Veterinary Medicine Hannover.
- Wilson W. D. (1992) Foals pneumonia: an overview. *Am. Assoc. Equine Pract. Proc.*, 203–230

Erweiterte Zusammenfassung

Studie zur Entwicklung ultrasonographischer Befunde der Lunge von Fohlen mit Pneumonie

Die Pneumonie des Fohlens ist eine der bedeutendsten Krankheiten während der Aufzucht. Da die Prophylaxe sich schwierig darstellt, sind eine frühe Diagnose, eine gut überwachte Behandlung und eine zuverlässige Prognose wichtig, um die Verluste bei den Fohlen zu minimieren. Ziel der Studie war es, einen Parameter zu finden, der früh auf eine mögliche Verschlechterung der Pneumonie hinweist. Zu diesem Zweck wurde die Verteilung der Konsolidierungen in der Lunge von Fohlen mit abszedierender Pneumonie unterschiedlichen Schweregrades beschrieben und deren Entwicklung während der Behandlung überwacht.

Es handelt sich um eine prospektive klinische Studie mit 4 Gruppen von Fohlen mit Bronchopneumonie mit unterschiedlichem Schweregrad, die während der Behandlungszeit fortlaufend untersucht worden sind. Bei 453 Fohlen eines Gestütes mit subklinischer und klinischer Pneumonie ist mithilfe der ultrasonographischen Untersuchung der Schweregrad der Konsolidierungen in der Lunge festgestellt worden. Die Durchmesser aller im Ultraschall festgestellten Läsionen wurden zu einem Abszess-Score in cm addiert. Bei Läsionen in der Lunge mit einer unregelmäßigen Form wurde der Durchschnitt des kleinsten und des größten Durchmessers verwendet. Nachdem die Pneumonie diagnostiziert war, ist bis zur Ausheilung wöchentlich eine klinische Untersuchung der Fohlen durchgeführt und zweimal in der Woche die Leukozytenzahl im Blut bestimmt, sowie die ultrasonographische Untersuchung der Lunge durchgeführt worden. Die klinische Untersuchung hat sich aus der Messung der Körpertemperatur, der Beurteilung von Nasenausfluss und der Mandibularlymphknoten und ggf. einer Dyspnoe, dem Zählen der Atemfrequenz und der Auskultation von Trachea und Lunge zusammengesetzt. Diese Parameter sind in einem klinischen Score von 0 bis 13 zusammengefasst worden, wobei ein Score bis 2 als physiologisch betrachtet worden ist. Der Grenzwert der Leukozytenzahl im Blut liegt bei einem Wert über 13.000 G/L. In Gruppe 1 sind die Fohlen, die an einer milden Bronchopneumonie erkrankt waren aufgenommen worden.

Bei der sonographischen Lungenuntersuchung wurden wenige Konsolidierungen, also ein Abszess-Score zwischen 5 und 9,5 cm, festgestellt. Diese Fohlen sind ohne Behandlung weiter überwacht worden. Trat bei den Fohlen dieser Gruppe ein Anstieg des Abszess-Scores auf über 10 cm auf, so wurden diese in eine der folgenden Gruppen aufgenommen und entsprechend behandelt: Gruppe 2 hat sich aus den Fohlen mit geringgradiger Pneumonie zusammengesetzt. Bei diesen Fohlen ist ein Abszess-Score zwischen 10 und 14,5 cm gemessen und die Fohlen sind mit Trimethoprim-Sulfadiazin (30 mg/kg p.o., alle 12 h) behandelt worden. Die mittelgradig erkrankten Fohlen mit einem Abszess-Score zwischen 15 und 19,5 cm sind in Gruppe 3 aufgenommen worden und haben Rifampicin (10 mg/kg p.o., einmal täglich) und Tulathromycin (2,5 mg/kg i.m., einmal wöchentlich) als antibiotische Behandlung erhalten. In Gruppe 4 sind die hochgradig erkrankten Fohlen mit einem Abszess-Score von über 20 cm zusammengefasst, welche mit Rifampicin (10 mg/kg p.o., einmal täglich) und Azithromycin (10 mg/kg p.o., einmal täglich) behandelt worden sind. Ist bei den Fohlen der Gruppen 2 bis 4 eine Verschlechterung aufgetreten oder eine Besserung ausgeblieben, ist die Therapie umgestellt und die Fohlen weiter kontrolliert worden. Die Behandlung ist als abgeschlossen bezeichnet worden, wenn die Fohlen klinisch unauffällig gewesen sind und bei der ultrasonographischen Untersuchung der Lunge maximal zwei Konsolidierungen mit einem Durchmesser von höchstens 0,5 cm in zwei aufeinander folgenden Untersuchungen festgestellt worden sind. Die Daten sind mithilfe des Statistical Analysis System (SAS) für Windows ausgewertet worden. 135 Fohlen zeigten wenige Lungenabszesse (Gruppe 1) und erhielten keine antibiotische Behandlung. Von diesen 135 Fohlen benötigten 49 Fohlen später doch eine antibiotische Behandlung. 219 Fohlen sind mit einer geringgradigen Pneumonie (Gruppe 2) aufgefallen und haben Trimethoprim-Sulfadiazin als Behandlung erhalten. Von diesen Fohlen sind 36 (16,4%) Fohlen auf eine andere antibiotische Behandlung umgestellt worden, da es entweder zu einer Verschlechterung der Ultraschallbefunde der Lungen gekommen oder eine Besserung unter der Therapie ausgeblieben ist. 91 Fohlen sind mit einer mittelgradigen Pneumonie (Gruppe 3) aufgefallen und mit Rifampicin und Tulathromycin behandelt worden. Bei nur drei (3,3%) Fohlen

der Gruppe 3 musste die Behandlung umgestellt werden. 66 Fohlen sind mit einer schweren Pneumonie (Gruppe 4) aufgefallen, die mit Rifampicin und Azithromycin behandelt worden ist. Von diesen Fohlen sind sechs (9,1 %) während der Therapie auf eine Behandlung mit einem anderen Antibiotikum umgestellt worden. Alle Fohlen, die keine Therapieumstellung benötigt haben, sind vollständig mit einer maximalen Behandlungszeit von 9,5 Wochen ausgeheilt. Die durchschnittliche Behandlungszeit hat drei (Gruppe 1) beziehungsweise vier Wochen (Gruppe 2 bis 4) betragen. Bei der Diagnose der Fohlen mit wenigen Abszessen (Gruppe 1) ist ein medianer Abszess-Score von 6,5 cm festgestellt worden. Fohlen mit geringgradiger Pneumonie (Gruppe 2) haben am Tag der Diagnose einen Abszess-Score von 11,0 cm gehabt. Bei Fohlen mit mittelgradiger Pneumonie (Gruppe 3) hat der Median des Abszess-Scores 16,0 cm und bei Fohlen mit hochgradiger Pneumonie (Gruppe 4) 22,3 cm betragen. Je schwerer die Fohlen erkrankt gewesen sind, desto höher ist der klinische Score (Gruppe 1: Median 3,0 bis Gruppe 4: Median 4,0) gewesen. Der klinische Score am Tag der Diagnose ist bei den Fohlen mit einer kleinen Anzahl an Abszessen (Gruppe 1), die später doch eine antibiotische Therapie benötigt haben, mit einem Median von 3,0 höher gewesen als bei den Fohlen, die ohne Behandlung ausgeheilt sind (klinischer Score: Median 2,0). Die mediane Leukozytenzahl im Blut aller Gruppen hat trotz unterschiedlichen Schweregrades der Pneumonien am Tag der Diagnose keinen signifikanten Unterschied gezeigt (von 14.250 G/L in Gruppe 4 bis 15.400 G/L in Gruppe 2). Bezüglich der Lokalisation der Lungenbefunde konnte beobachtet werden, dass der größte Anteil der Konsolidierungen bei allen Fohlen, unabhängig vom Schweregrad der Krankheit, im kranialen und ventralen Bereich der Lunge darzustellen war. Zudem zeigten sich die Lungenbefunde der ultrasonographischen Untersuchung schwerwiegender in der rechten Lungenhälfte (mit 56,8 %) als in der linken Lungenhälfte (mit 43,2 %). Zwischen den geringgradig und hochgradig erkrankten Fohlen hat sich am Tag der Diagnose kein Unterschied in der Größe der Abszesse gezeigt. Nur bei den schwerer kranken Fohlen, bei denen im Laufe der Behandlung eine Therapieumstellung auf ein anderes Antibiotikum notwendig geworden ist, haben 73,9 % der Läsionen einen Durchmesser von 2 cm oder größer gehabt. Bei Fohlen mit erfolgreicher erster Therapie der Gruppe 4 sind nur 47,7 % der Abszesse größer oder gleich 2 cm groß gewesen. Der Verlauf der ultrasonographischen Lungenbefunde hat sich durch einen deutlichen Rückgang innerhalb der ersten beiden Wochen nach der Diagnose ausgezeichnet, unabhängig vom Schweregrad der Krankheit. Der klinische Score ging bei allen Fohlen ebenfalls innerhalb der ersten zwei Wochen nach der Diagnose in den als normal definierten Bereich zurück. Die Leukozytenzahl im Blut der Fohlen mit einer geringen Anzahl an Lungenabszessen zeigte im Verlauf keine Veränderungen. Im Verlauf der Krankheit ist bei den geringgradig bis hochgradig kranken Fohlen (Gruppe 2 bis 4) zunächst ein Anstieg der durchschnittlichen Blutleukozytenzahl bis zu 1,5 Wochen nach der Diagnose festgestellt worden. Bei den darauffolgenden Untersuchungen ist die Blutleukozytenzahl langsam wieder bis in den Normalbereich gesunken.

Pulmonale Läsionen bei Fohlen mit Pneumonie treten vor allem im kranio-ventralen Bereich der Lunge auf. Bei Fohlen mit wenigen ultrasonographischen Befunden der Lunge können klinische Befunde einer respiratorischen Krankheit prognostische Hinweise geben, dass im Verlaufe des Monitorings eine antibiotische Therapie notwendig wird. Schwer kranke Fohlen mit kleinen Läsionen heilen besser als Fohlen mit größeren Läsionen, somit ist die Größe der Abszesse prognostisch hilfreich. Darüber hinaus sind die ersten beiden Wochen nach der Diagnose für die Überwachung der Fohlen mit Pneumonie während der Behandlung am wichtigsten, weil sich im Fall eines Therapieerfolgs die ultrasonographischen Befunde in diesem Zeitraum meist zurückbilden. Demzufolge wird auch die Notwendigkeit einer Umstellung der Therapie während dieser ersten zwei Wochen offensichtlich. Schließlich ist die Leukozytenzahl im Blut weder zuverlässig für eine frühe Diagnose, noch gibt sie einen Hinweis für die Prognose des Behandlungserfolgs.

Schlüsselwörter: Fohlen, Pneumonie, Ultraschalluntersuchung, Lokalisation der Läsionen, Entwicklung der Läsionen

Pferdeheilkunde Curriculum Stutengeburt und Fohlenmedizin

PD Dr. Monica Venner und Dr. Ietje Leendertse

21. Januar 2021, Hamburg

- Die tragende Stute
- Monitoring der kranken tragenden Stute
- Aborte, Schweregeburt, Kaiserschnitt
- Das lebensschwache Fohlen
- Intensivmedizin des neugeborenen Fohlens
- Labordiagnostik
- Die Stute nach der Geburt bis zur Fohlenrosse
- Orthopädie des neonatalen Fohlens
- Management gastrointestinaler Probleme
- Transport von Stute und Fohlen
- Narkose beim Fohlen
- Orthopädie des älteren Fohlens

www.curricula.cc

Kompendium

Pferdeheilkunde Kompendium 6.20

Aktuelle Referate ausgewählter
internationaler Fachpublikationen

American Journal of Veterinary Research
Australian Veterinary Journal
Equine Veterinary Education
Equine Veterinary Journal
Journal of American Veterinary Medical Association
Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition
Journal of Equine Veterinary Science
Journal of Veterinary Cardiology
Journal of Veterinary Internal Medicine
Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics
New Zealand Veterinary Journal
Reproduction in Domestic Animals
Research in Veterinary Science
Theriogenology
Tierärztliche Praxis
Tijdschrift voor Diergeneeskunde
Veterinary and Comparative Oncology
Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology
Veterinary Behaviour
Veterinary Dentistry
Veterinary Dermatology
Veterinary Emergency and critical care
Veterinary Journal
Veterinary Microbiology
Veterinary Ophthalmology
Veterinary Parasitology
Veterinary Pathology
Veterinary Radiology and Ultrasound
Veterinary Record
Veterinary Research
Veterinary Research Communications
Veterinary Surgery

hippiatrika

Einfluss des Hufbeschlags auf die Hufgröße bei Isländern und Warmblutpferden

Effect of shoeing conditions on hoof dimensions in Icelandic and Warmblood horses

N. M. Waldern, V. Kubli, M. T. Dittmann, C. Amport, C. Krieg, M. A. Weishaupt (2020)

Vet. J. 259–260, dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105461

Die Hufbalance und die Konformation sind Kriterien für die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit von Reitpferden. Tierärzte und Hufschmiede versuchen die optimale Balance und Konformation der Hufe zu definieren, um biomechanische Einflüsse zu maximieren und um Lahmheiten zu verhindern. Hufschmiede beeinflussen die Hufbalance durch die Hufbearbeitung und durch die Auswahl und das Anbringen des Hufeisens. Zur vollständigen Beurteilung des korrekten Beschlags können Standardröntgenaufnahmen hilfreich bei der Beurteilung der Position des Hufbeins sein. Die Zehenachse sollte gerade und eine vertikale Linie durch die Mitte des Hufgelenks sollte die gewichttragenden Anteile des Gelenks in zwei Hälften teilen. Die Hufgröße, die Hufform und das Gewicht beeinflusst das Gangbild bei verschiedenen Pferderassen. Eine lange dorsale Hufwand erschwert das Abrollen bei allen Pferden. Traditionell wird dies bei Gangpferden ausgenutzt, um den Bewegungsablauf zu verbessern. Es ist bislang unklar, wie die ideale Hufgröße für das Islandpferd definiert ist und wie die Wettkampfbeschläge bei Isländern von einem normalen Beschlag abweichen. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war, die Hufdimensionen bei Isländern und bei Warmblütern zu analysieren. Die ersten Messungen erfolgten bei Pferden beider Rassen zu Beginn der Beschlagsperiode. Die zweiten Messungen erfolgten bei den Isländern mit Wettkampfbeschlag und bei den Warmblütern am Ende einer Beschlagsperiode. Als Arbeitshypothesen wurden formuliert, dass deutliche Unterschiede zwischen den beiden Messpunkten vorhanden werden. (Basiswerte gegen Werte am Ende der Beschlagsperiode und gegen den Wettkampfbeschlag bei den Isländern). Des Weiteren wurde davon ausgegangen, dass Warmblüter bei der zweiten Messung höhere Werte aufweisen würden als die Isländer. Es wurde weiterhin angenommen, dass eine Korrelation zwischen dorsaler Hufwandlänge und Widerristhöhe besteht. In die Studie wurden 26 Pferde eingeschlossen. Die Gruppe 1 bestand aus 13 Islandpferden im Alter von 6 bis 16 Jahren und einer Widerristhöhe zwischen 1,30 bis 1,41 m.

In der Gruppe 2 waren 13 Warmblutpferde im Alter von 5 bis 17 Jahre und einer Widerristhöhe von 1,63 bis 1,75 m. Die Vorderhufe der Gruppe 1 wurden vor und direkt nach der Bearbeitung beurteilt. Die Hufe waren mit Polster-Plattenbeschlagen versehen und zum Wettkampf wurde an den Vorderhufen eine Eisengröße grösser verwendet. Die Hufe der Warmblüter wurden unmittelbar nach dem Beschlag und am Ende einer Beschlagsperiode beurteilt. Das Röntgen erfolgte anhand eines standardisierten Protokolls. Hierfür wurde die dorsale Hufwand mit einem Draht markiert. Mit einer Röntgensoftware erfolgten Messungen der Hufkapsel und der Knochenstrukturen des linken Vorder- und Hinterhufs bei den lateromedialen und dorsopalmaren Röntgenaufnahmen. Im Vergleich zu den Warmblutpferden hatten die Isländer bei den ersten Messungen relativ größere Hufkapseln im Vergleich zur Größe des Hufbeins. In Relation zu ihren Widerristhöhen hatten sie längere dorsale Hufwände. Der Vergleich des

Wettkampfbeschlags der Isländer im Vergleich zu dem Beschlag der Warmblüter am Ende der Beschlagsperiode zeigte, dass die relative Zunahme der Hufwandlänge und des Volumens bei den Isländern im Vergleich zu den Warmblütern größer war. Die Hufbalance war bei den Warmblütern ähnlich, wie in den bislang publizierten Studien, im Gegensatz zu den palmaren/plantaren Hufwinkeln der Isländer, die größer und damit weniger problematisch waren als bisher beschrieben. Zusammenfassend waren die Hufe der Isländer während der Wettkampfsaison größer und weniger balanciert als bei den Warmblütern. Die Hufwinkel waren bei den Warmblütern kleiner als bei den Isländern. sl

Equine Department, Vetsuisse Faculty, University of Zurich, Zürich, Switzerland

Wirksamkeit und Dauer des liposomalen Bupivacains nach perineuraler Gabe an die palmaren Digitalnerven von Pferden

Efficacy and duration of effect for liposomal bupivacaine when administered perineurally to the palmar digital nerves of horses

M. J. McCracken, J. Schumacher, T. J. Doherty, X. Sum, C. L. Nichols, J. Olivarez (2020)

Am. J. Vet. Res. 81, 400–404

Regionale Anästhesien sind eine wichtige Methode zur Elimination der Sensibilisierung bestimmter Zonen an den Gliedmaßen des Pferdes. Unter regionaler Anästhesie sind chirurgische Eingriffe an den Gliedmaßen möglich. Regionale Anästhesien können infiltrativ eine Region betäuben oder in Form einer perineuralen Anästhesie das Versorgungsgebiet des Nervens anästhesieren. Bupivacain ist das Lokalanästhetikum mit der längsten Wirksamkeit beim Pferd, nach perineuraler Anästhesie der Digitalnerven bietet es eine 90-minütige Analgesie bei Pferden mit induziertem Gliedmaßenschmerz. Nach nozizeptiver, thermaler Stimulierung persistiert die Anästhesie 180 Minuten. Die Dauer der Betäubung kann durch wiederholte Injektionen oder aber durch eine konstante Infusion über einen perineuralen Katheter verlängert werden. Liposomales Bupivacain ist ein kürzlich entwickeltes Lokalanästhetikum, welches aus zahlreichen, multivesikulären Liposomen besteht. Bupivacaine wird langsam von der bienenwabenähnlichen ähnlichen Matrix der Liposomen freigesetzt, was zu einer Verlängerung des anästhetischen Effekts führt. Bislang fehlen Untersuchungen zur Wirksamkeit und zur Dauer des anästhetischen Effekts nach perineuraler Injektion beim Pferd. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war, die Wirksamkeit und die Dauer der Wirkung von liposomalem Bupivacain nach perineuraler Injektion beim Pferd zu überprüfen. Als Arbeitshypothese wurde davon ausgegangen, dass die Anästhesie nach perineuraler Injektion von Bupivacain die Sensibilisierung der Zehe für mindestens acht Stunden unterbindet. Dies sollte durch Messung des mechanischen, nozizeptiven Grenzwerts überprüft werden. Das Patientengut der experimentellen Studie umfasste neun klinisch gesunde Stuten aus dem Besitz der Universität im Alter von 7 bis 28 Jahren. Beide Vordergliedmaßen hatten nach der Überprüfung mit einem Algometer eine normale Sensibilität.

Per Zufall wurde bei jedem Pferd ein Vorderbein für die Erstinjektion von Kochsalz oder Bupivacain ausgewählt. Nach 21 Tagen erfolgte die Behandlung der kontralateralen Gliedmaße mit

der jeweils anderen Medikation. Die Behandlung erfolgte unter Sedation nach Vorbereitung der Gliedmaßen mit Chlorhexidin und Alkohol. Anschließend wurden zwei Milliliter der jeweiligen Medikation perineural an die Digitalnerven auf Höhe der proximalen Sesambeine injiziert. Der mechanische nozizeptive Grenzwert wurde mit einem Druckalgometer vor der Injektion, nach 30 Minuten, sowie nach 1, nach 2, 4, 6, 8, 12, 18, 24, 30, 36 und 48 Stunden nach der Injektion überprüft. Das Algometer übte über einen Zeitraum von fünf bis zehn Sekunden Druck auf den lateralen Hufknorpel aus. Dies wurde steigend bis zum aktiven Wegziehen des Pferdes oder aber bis maximal 50 Newton Kraft einwirkung durchgeführt. Insgesamt erfolgten drei Messungen in ein- bis zweiminütigem Abstand. Alle Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet. Alle neun Pferde nahmen bis zum Versuchsende an der Studie teil. Ein Pferd entwickelte nach der Injektion von Bupivacain eine geringgradige Schwellung ohne Lahmheit. Diese Schwellung verschwand ohne Behandlung in den folgenden 24 Stunden. Der mittlere nozizeptive Grenzwert der mit Bupivacain behandelten Gliedmaßen war nach der Injektion in dem Zeitraum zwischen 30 Minuten und 24 Stunden im Vergleich zum Placebo signifikant höher. Mit Ausnahme der geringgradigen Schwellung traten keine weiteren Nebenwirkungen auf. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass liposomales Bupivacain eine andere Option zur perineuralen Anästhesie in der Lahmheitsdiagnostik ist. Es sind weitere Studien zur Optimierung der Dosierung an klinischen Lahmheitspatienten erforderlich. sl

Department of Large Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, University of Missouri, USA

Vergleich des Zeitraums bis zum Wirkungseintritt und der analgetischen Wirkung von 2%igem Mepivacain-Hydrochlorid abgesetzt innerhalb oder außerhalb des neurovaskulären Bündels auf Höhe der proximalen Sesambeine bei Pferden mit natürlich auftretender Vorderhandlahmheit

Comparison of speed of onset and analgesic effect of 2% mepivacaine hydrochloride deposited within or outside the neurovascular bundle at the level of the proximal sesamoid bones in horses with naturally occurring forefoot-related lameness

*J. Schumacher, R. C. Cole, F. J. DeGraves, L. G. Cofield (2020)
Am. J. Vet. Res. 5, 394–399*

Periphere Nerven liegen oft innerhalb eines neurovaskulären Bündels anliegend an Gefäßen umgeben von einer Hülle, welche aus fast zehn Schichten besteht. Der Sinn dieser Hülle ist eine reibungsfreie Bewegung der Nerven in dem umgebenden Gewebe zu ermöglichen. Diese circumneurale Hülle ist von klinischer Bedeutung, da sie die Diffusion von Lokalanästhetika beeinflusst, wenn das Lokalanästhetikum außerhalb der paraneuralen Hülle abgesetzt worden ist. Ziel der vorliegenden Studie war zu erfassen, ob die Injektion von Lokalanästhetika außerhalb der circumneuralen Hülle eine Lahmheit des entsprechenden Gebietes verringert. Es handelte sich um eine Cross-over Studie bei welcher bei sechs Pferden per Zufallsprinzip in einem Zeitabstand von 3–7 Tagen eine der zwei Verabreichungsformen durchgeführt wurde. Im Vor-

feld war bei den Pferden eine Vorderhandlahmheit mit Ursprung im Bereich der distalen Zehe diagnostiziert worden. Des Weiteren war bei Beinen von Schlachtpferden das Setzen der Nadeln und der abgesetzten Flüssigkeit per Ultraschall kontrolliert worden. Die Darstellung des neurovaskulären Bündels – bestehend aus digitaler palmarer Vene, Arterie und Nerv umgeben von lockerer hypoechogener Faszie – erfolgte mit einem 12-MHz-Schallkopf im transversalen Schnitt. Es wurde eine 25 G, 16 mm Nadel verwendet und 2 ml Kontrastmittel abgesetzt. Daraufhin wurden Röntgenbilder erstellt. Die Darstellung des Kontrastmittels auf den Röntgenbildern zeigte, dass die ultraschallgeführte Injektion akkurat war. Wenn die Injektion innerhalb der Hülle erfolgt war, konnte das Kontrastmittel im Verlaufe des Nervens dargestellt werden. Erfolgte die Injektion außerhalb der Hülle, so umgab das Kontrastmittel teilweise den Nerv bildete aber keine einheitliche Säule.

Für das Experiment bei den lahmen Pferden erfolgte zunächst eine objektive Lahmheitsbeurteilung. Bei den lahmen Pferden wurde die Region der Injektion zunächst geschoren und daraufhin mit Alkohol gesäubert. Auch in diesem Fall erfolgte eine ultraschallgeführte Injektion und zwar von 2 ml Mepivacain entweder in den circumneuralen Raum bzw. neben die Hülle des neurovaskulären Bündels. Die Beurteilung des Gangbildes erfolgte in fünf Minutenintervallen über 45 Minuten. Das Absetzen des Mepivacains außerhalb der circumneuralen Hülle erzielte bei keinem Pferd eine vollständige Lahmheitsfreiheit. Bei drei Pferden wurde eine 70-prozentige Verringerung der Lahmheit nach 13,3 Minuten erzielt und bei den verbleibenden drei Pferden wurde keine Verringerung der Lahmheit beobachtet. Das Absetzen des Mepivacains innerhalb der circumneuralen Hülle erzielte nach 6,7 Minuten eine 70-prozentige Verringerung der Lahmheit und nach 21,7 Minuten konnte keine Lahmheit mehr festgestellt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen den Schluss zu, dass wenn sich periphere Nerven innerhalb einer Hülle befinden, das Lokalanästhetikum in diese Hülle verabreicht werden sollte um so eine effektive Leitungsanästhesie zu erzielen. Wenn dieses nicht gelingt, kann die Leitungsanästhesie zu fehlerhaften Ergebnissen führen. Des Weiteren empfehlen die Autoren, wenn zunächst keine Verbesserung der Lahmheit erzielt worden ist, eine Kontrolle der Anästhesie nach 5 Minuten und auch nach 10 Minuten. ag

Department of Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, Auburn University, Auburn, USA

MRI-Läsionen des Hufgelenks und des Hufrollenapparats kommen mit hoher Frequenz bei Warmblütern vor

Standing MRI lesions of the distal interphalangeal joint and podotrochlear apparatus occur with a high frequency in warmblood horses

*S. D. Gutierrez-Nibeyro, N. M. Werpy, S. J. Gold, S. Olguin, D. J. Schaeffer (2020)
Vet. Radiol. Ultrasound. 61, 336–345*

Das MRI ist eine Standardmethode zur weiterführenden Diagnostik von Lahmheiten der distalen Gliedmaße des Pferdes. Vorangegangene Studien haben bereits Läsionen der Region bei primär im Westernsport eingesetzten Pferden wie Quarter Horses beschrieben. Bislang ist nicht klar, ob spezifische Läsionen

bei Warmblutpferden die in verschiedenen Disziplinen eingesetzt werden, vorkommen. Eine Untersuchung an Warmblütern evaluierte einen Zusammenhang zwischen chronischen Lahmheiten und Tendinopathien der tiefen Beugesehne. Die Ziele der vorliegenden Studie waren, das Spektrum von Gliedmaßenläsionen bei Warmblütern die im Stehend-MRI diagnostiziert wurden zu analysieren. Als Arbeitshypothese wurde davon ausgegangen, dass Läsionen des Hufgelenks und des Hufrollenapparats mit hoher Frequenz bei Warmblütern auftreten und dass bestimmte Befunde des Hufrollenapparates mit einer hohen Wahrscheinlichkeit von persistierenden Lahmheiten nach konservativer Therapie assoziiert sind. Das Patientengut der retrospektiven Cross-over Studie umfasste in verschiedenen Disziplinen eingesetzte Warmblutsporthpferde. Die klinischen Daten, welche aus den Untersuchungsunterlagen eingeschlossen wurden, waren: der Lahmheitsgrad, die Dauer der Erkrankung und die sportliche Disziplin in der das Pferd eingesetzt wurde. Vor der MRI-Untersuchung wurden Röntgenaufnahmen in allen Standardprojektionen angefertigt. Das MRI wurde stehend am sedierten Pferd mit einem 0,27 Tesla-MRI-System durchgeführt. Die Läsionen wurden von einem Radiologen als geringgradig, moderat oder hochgradig beurteilt. Insgesamt standen die medizinischen Daten von 550 Warmblutpferden zur Auswertung zur Verfügung. Läsionen des Hufrollenknochens (409 Pferde), des Hufgelenks (362 Pferde) und der tiefen Beugesehne (260 Pferde) waren am häufigsten vorhanden. Die folgenden Befunde waren signifikant mit therapieresistenten chronischen Lahmheiten assoziiert: moderate bis hochgradige MRI-Befunde im trabekulären Knochen des Strahlbeins, milde oder schwere Erosionen der Gleiffläche des Hufrollenknochens, moderate sagittale oder parasagittale Läsionen der tiefen Beugesehne sowie Kollateralbandverletzungen des Hufrollenknochens. Auch begleitende Läsionen der tiefen Beugesehne, des Strahlbeins, der Bursa und des distalen imparen Sesambeinbandes waren mit chronischen Lahmheiten assoziiert. Die Entwicklung spezifischer Behandlungsstrategien für diese Patienten ist bei der Frequenz dieser Läsionen erforderlich. sl

Department of Veterinary Clinical Medicine, College of Veterinary Medicine, University of Illinois, USA

Magnetresonanztomographie und histopathologische Beurteilung der schrägen Sesambeinbänder

Magnetic resonance imaging and histopathological evaluation of equine oblique sesamoidean ligaments

K. L. Ellis, M. F. Barrett, K. T. Selberg, D. D. Frisbie (2020)
Equine Vet. J. 52, 522–530

Die obliquen Sesambeinbänder entspringen axial am lateralen und medialen Gleichbein, sie verlaufen in V-förmiger Form nach distal und inserieren palmar bzw. plantar am Fesselbein. Die obliquen Sesambeinbänder funktionieren zusammen mit den anderen Sesambeinbändern als Teil des Fesseltrageapparats. Außerdem helfen sie Rotationsbewegungen und abaxiale Bewegungen des Fesselgelenks in der Stützphase zu begrenzen. Der proximale Anteil besteht aus lockeren Faserbündeln. Sowohl im MRI als auch im Ultraschall wird der Raum zwischen Faserbündeln als Streifen (Striae) innerhalb des Bandes sichtbar. Variationen zwischen den Striae in Breite und Lage

genau wie bei den Faserbündeln können leicht mit Läsionen verwechselt werden. Verletzungen der obliquen Sesambeinbänder werden durch Palpation, lokale Analgesie, Ultraschall und durch das MRI diagnostiziert. Im Vergleich zur Ultrasonographie ist das MRI in der Diagnostik sensitiver. In einer Studie bei 232 Lahmheitspatienten mit lokalisierter Lahmheit in der Fesselregion, wiesen 31 % eine Desmopathie des obliquen Sesambeinbandes auf. Ein gut dokumentiertes Artefakt bei MRI-Untersuchungen ist der sogenannte Magic Angle Artefakt. Er scheint als Bereich erhöhter Signalintensität, wenn die Gewebefasern im 55° Winkel zum magnetischen Feld orientiert sind. Bekannt ist dieses Artefakt an der Insertion der tiefen Beugesehne und der Kollateralbänder des Hufgelenks. Bei der stehenden MRI-Untersuchung ist das Artefakt im proximalen Anteil der obliquen Sesambeinbänder vorhanden.

Aufgrund fehlender histopathologischer Studien zu korrespondierenden MRI-Diagnosen ist das Risiko für Fehldiagnosen hoch. Die Ziele der vorliegenden Studie waren, die Charakteristika normaler versus erkrankter obliquen Sesambeinbänder im MRI zu dokumentieren. Hierfür wurden histologische Vergleiche zu den MRI-Befunden gezogen. Als Arbeitshypothesen wurde angenommen, dass spezifische MRI-Charakteristika erkrankte und gesunde Sesambeinbänder unterscheiden und dass das MRI eine hohe Spezifität und eine hohe Sensitivität bei der Diagnostik besitzt. Das Studienmaterial bestand aus 77 Kadaverbeinen, welche im Karpal- oder im Sprunggelenk disartikuliert worden waren. Die Pferde waren älter als ein Jahr und gehörten zu leichten Rassen. Das MRI erfolgte bei lateraler Lagerung der Gliedmaße im Tomographen in den verschiedenen Sequenzen. Zwei erfahrene Radiologen wurden zur Beurteilung der obliquen Bänder unabhängig voneinander beauftragt. Verwendet wurde ein Beurteilungsschlüssel von 0–4 zur Erfassung hypointenser oder hyperintenser Bereiche der Bänder. Desweiteren wurde unter Berücksichtigung der histopathologischen Ergebnisse die physiologische Bandbreite der Bänder beschrieben. Die Querschnittsdurchmesser der Bänder wurden zwei Zentimeter distal des Ursprungs und direkt am Ursprung ausgemessen.

Im Anschluss erfolgte die Entnahme der Sesambeine in toto zusammen mit den obliquen Bändern und die Aufbereitung zur histopathologischen Untersuchung. Von den 77 in die Studie eingeschlossenen Gliedmaßen waren 39 Vorderbeine und 38 waren Hinterbeine. Sie stammten von 21 verschiedenen Pferden. Basierend auf den Ergebnissen des MRI wurden 58 Beine als normal und 19 Beine als erkrankt eingeordnet. Von den 58 als normal beurteilten Beinen, waren 55 auch histopathologisch unauffällig. Drei Beine wurden nur anhand der Histopathologie als pathologisch befundet. Von den 19 pathologisch auffälligen Beinen im MRI wurden 13 histopathologisch bestätigt, bei sechs Beinen lagen histopathologisch keine Auffälligkeiten vor. Die Sensitivität und Spezifität in der Diagnostik von Läsionen der obliquen Sesambeinbänder lag bei 81 % bzw. bei 90%. Eine Zunahme der Querschnittsdurchmesser am Ursprung, eine zunehmende Bandhyperintensität und eine Reduktion der Streifung waren mit pathologischen obliquen Sesambeinbändern assoziiert. Als Begrenzung der Aussagekraft der Studie ist zu bewerten, dass keine Informationen zu dem Gesundheitszustand der getöteten Pferde vorlag. Asymmetrie-Unterschiede zwischen medialem und lateralem Band sowie Veränderungen der Striae sollten mit Vorsicht interpretiert werden. sl

Gail Holmes Equine Orthopedic Research Center, Colorado State University, Fort Collins, USA

Beschreibung einer seltenen osteochondrotischen Läsion des medialen Anteils des distalen intermediären Rollkamms der Tibia bei sieben Vollblutpferden (2008–2018)

Description of a rare osteochondrosis lesion of the medial aspect of the distal intermediate ridge of the tibia in seven Thoroughbred horses (2008–2018)

L. I. M. Kadic, D. Rodgerson, L. E. Newsom, M. A. Spirito (2020)
Vet. Radiol. Ultrasound. 61, 285–290.

Osteochondrosen sind häufige Lahmheitsursachen bei jungen Sportpferden. Klinisch manifest werden sie in Form einer Osteochondritis dissecans, die regelmäßig chirurgisch versorgt werden muss. Osteochondrosen sind multifaktorielle Erkrankungen, klinische Symptome entwickeln sich mit zunehmender Arbeit. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass Osteochondrosen bei jungen Pferden den wachsenden Knorpel des artikulären, epiphysalen Komplexes betreffen. Der veränderte Knorpel kann verdickt, kollabiert oder fragmentiert sein und sich zu einem segmentalen Flap entwickeln. Die häufigsten Lokalisationen sind der Tarsus, das Knie, die Karpal- und die Tarsalgelenke. Im Tarsus ist die häufigste Lokalisation der distale intermediäre Rollkamm der Tibia, gefolgt vom lateralen Rollkamm des Tarsus und dem Malleolus medialis. Läsionen des distalen, intermediären Kamms der Tibia werden am Besten in der latero-medialen Aufnahme oder in der 45 Grad Aufnahme sichtbar. Aus der klinischen Erfahrung der Autoren ist bekannt, dass einige Läsionen dieser Region nicht auf den Standardbildern dargestellt werden können. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Prävalenz dieser Läsionen in einer Population von Vollblutpferden zu ermitteln. In die retrospektive Analyse wurden alle gesunden, untrainierten Jährlinge die aufgrund von OCD Läsionen vor der Keenland Auktion operiert worden waren. Von allen Pferden die in diesem Zeitraum präsentiert wurden, wurden nur Patienten mit radiologisch sichtbarer Osteochondrose oder OCD des Tarsus weiter untersucht.

Pferde mit OCD-Läsionen von unterschiedlichen Bereichen der Tibia wurden aus der Untersuchung ausgeschlossen. Aus der verbleibenden Gruppe erfüllten sieben Pferde die Kriterien der Untersuchung. Die Osteochondrosen dieser Pferde waren nur in der dorso-10°-lateral-plantaromedialen Projektion sichtbar und wurden in den Standardprojektionen übersehen. Die Röntgenbefunde, die therapeutischen und die chirurgischen Maßnahmen wurden ausgewertet. Als Teil der Voruntersuchung für die Auktion wurde von jedem Pferd ein Röntgenprotokoll mit drei Standardprojektionen des Tarsus angefertigt. Die dorsoplantaren Ebenen wurden im 10 Grad Winkel geröntgt um eine bessere Darstellung des Malleolus medialis zu ermöglichen. Insgesamt standen Aufnahmen von 29066 gesunden Vollblutjährlingen zur Verfügung. Bei 2533 Pferden wurde eine OCD des Tarsus nachgewiesen. 2113 hatten Läsionen des distalen intermediären Rollkamms der Tibia. In dieser Subpopulation wurden nur sieben Pferde mit einer unilateralen, atypischen Osteochondrose identifiziert. Diese sieben Patienten hatten einen fokalen, definierten, konkaven subchondralen Knochendefekt entlang des distalen intermediären Rollkamms der Tibia. Dieser stellte sich am besten in der dorsalen-10°-medialen-plantaro-obliquen Projektion dar. In der Umgebung der Konkavität waren eine subchondrale Knochen-

sklerosierung unterschiedlichen Grades und eine Abflachung des distalen intermediären Rollkamms der Tibia vorhanden.

Drei Pferde hatten eine geringgradige intrakapsuläre Schwellung des Talocruralgelenks. Die beschriebenen Komponenten der Läsion konnten nicht zufriedenstellend in den Standardprojektionen dargestellt werden. Bei den drei Pferden wurde eine chirurgische Entfernung des Fragments empfohlen. In allen Fällen waren die Fragmente mit dem medialen Anteil des distalen intermediären Rollkamms der Tibia assoziiert. Zur Bestätigung der erfolgreichen Entfernung wurde eine intraoperative dorsolaterale 10° plantaromediale oblique Aufnahme des gestreckten Tarsus angefertigt. Nach sechs bis acht Monaten wurden Kontrollaufnahmen angefertigt auf denen ein fokaler, konkaver Knochendefekt mit einem überwiegend gut abgegrenzten, weichem subchondralen knöchernem Rand und sklerosiertem umgebenden Knochen in variabler Ausprägung zu erkennen war. Die übrigen vier Pferde hatten einen fokalen, konkaven Defekt mit einer Sklerosierung des medialen Anteils des distalen intermediären Rollkamms der Tibia ohne radiologischen Nachweis eines Fragments oder einer intrakapsulären Schwellung. Diese Läsionen wurden als Risikofaktoren für die künftige Entwicklung einer Osteochondrose bewertet. In diesen Fällen erfolgte statt der chirurgischen Behandlung die Versorgung mit polysulfatierten Glykosaminoglykanen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung betonen die Wichtigkeit eines vollständigen radiologischen Protokolls in Bezug auf Befunde des distalen intermediären Rollkamms der Tibia. sl

School of Veterinary Medicine, Louisiana State University, Department of Large Animal Surgery, Baton Rouge, Louisiana

Die Entzündungsmediatoren sind potentielle Biomarker für die extrakorporale Stosswellentherapie bei Pferden

Inflammatory mediators are potential biomarkers for extracorporeal shock wave therapy in horses

J.-W. Chen, D. Stefanowski, J. Haughan, Z. Jiang, L. R. Soma, M. A. Robinson (2020)
Equine Vet. J. 52, 449–454

Die extrakorporale Stoßwellenbehandlung bezeichnet die Anwendung von Hochdruckwellen mit fast rise time und kurzer Dauer. Zusätzlich zur Stimulation von Heilung und Regeneration kann die Stosswellenbehandlung Schmerz signifikant reduzieren. Die fokussierte extrakorporale Stosswellenbehandlung wird zur Therapie verschiedener orthopädischer Erkrankungen inklusive der Tendinitis, der Hufrollenerkrankung, verschiedener Insertionsdesmopathien, von Stressfrakturen, Rückenerkrankungen und Osteoarthritis eingesetzt. Bei Pferden wurde der analgetische Effekt der extrakorporalen Stosswellentherapie bereits nachgewiesen, das Verfahren zählt als verbotene Methode sieben bis 10 Tage vor dem Wettkampf. Bislang gibt es keine Möglichkeit durchgeführte Stosswellenbehandlungen sicher nachzuweisen. Molekularbiologisch führen Stoßwellenbehandlungen in vitro zu einer veränderten Expression von inflammatorischen Zytokinen. In vivo-Studien an Menschen und Ratten haben gezeigt, dass nach Stosswellenbehandlungen signifikante Veränderungen inflammatorischer Zytokine in lokalem Gewebe und im Urin bis zu 14 Tage nach

der Behandlung auftreten. Als Hypothese für diese Studie wurde angenommen, dass Veränderungen der zirkulierenden Entzündungsparameter im Blut detektierbar sind. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde die fokussierte Stoßwelle auf den Metakarpus konzentriert und die im Blut zirkulierenden inflammatorischen Mediatoren IL 1beta, IL 2, IL 4, IL 6, IL 10, IL 15, TNF alpha, Interferon Gamma, IL-1RA und der lösliche toll-like Rezeptor 2 bestimmt.

Das Patientengut der experimentellen Untersuchung umfasste sieben Vollblutrennpferde und vier Traber. Alle Pferde wurden nicht mehr aktiv im Rennsport eingesetzt und waren klinisch gesund. Zwei Tage vor Beginn der Untersuchung wurden sie in einem temperaturkonstanten Stall gehalten. Alle Pferde erhielten eine Einzeldosis Stoßwellentherapie dorsal am Metacarpus mit 2700 Stößen, einer Stärke von 0,55 ml/mm² und einer Frequenz von 3 Hz. Die Applikationsdauer betrug 15 Minuten. Blutprobenentnahmen erfolgten –168, –144, –120, –96, –72, –70, –68, –66, –48, –24, –6, –4, –2, Stunden vor der Anwendung, zum Zeitpunkt der Anwendung und 2, 4, 6, 24, 48, 72, 96, 168, 336 sowie 504 Stunden nach der Stoßwellentherapie. Die Entzündungsmediatoren wurden anhand eines ELISAS bestimmt. Die Basiskonzentrationen der inflammatorischen Mediatoren veränderten sich nicht deutlich in der Woche vor der Probenentnahme. Die Plasmakonzentrationen von fünf inflammatorischen Zytokinen zeigten nach der Anwendung der Stoßwellenbehandlung eine deutliche Veränderung. Das IL 1-beta und das IL 6 waren deutlich reduziert im Gegensatz zu TNF-alpha, IL 1RA und TLR2 welche deutlich vermehrt waren. Die anderen Zytokine waren von der Stoßwellenbehandlung unbeeinflusst. Die Messungen der Parameter erfolgten an einer sehr kleinen, untrainierten und gesunden Gruppe, mit nur einer einzelnen Behandlung. Es sind weitere Studien an Pferden mit muskuloskelettalen Erkrankungen erforderlich. sl

Department of Clinical Studies, New Bolton Center, University of Pennsylvania, School of Veterinary Medicine, Pennsylvania, USA

Radiologische Lokalisierung der Weichteilinsertionen in der Tarsalregion des Pferdes

Radiographic localization of the attachments of soft tissue structures in the tarsal region

J. M. Casillas, C. C. Jacobs, J. Manfredi (2020)

Am. J. Vet. Res. 81, 406–414

Läsionen der Weichteilgewebe in der Tarsalregion fallen klinisch am häufigsten als Lahmheit auf, sie können aber auch nur mit diffusen Schwellungen oder Gelenkfüllungen einhergehen. Aufgrund der komplexen Anatomie dieser Region ist die Diagnostik häufig schwierig und erfordert die Kombination verschiedener bildgebender Verfahren wie Röntgen, Ultraschall, Szintigraphie und das MRI. Die Weichteilinsertionen in der Tarsalregion wurden bislang radiologisch noch nicht beschrieben. Vorangegangene Studien haben bislang keinen Zusammenhang zwischen radiologischen Befunden des distalen Tarsus und dem Schweregrad der Lahmheit festgestellt. Es wird davon ausgegangen, dass bei Lahmheiten unbekannte Weichteilbefunde eine zusätzliche Rolle spielen. Die spezifischen Lokalisationen von Weichteilinsertionen wurden bereits für das Kniegelenk und für das Fesselgelenk ra-

diologisch beschrieben. Diese stellen eine wichtige Hilfestellung für Orthopäden bei der Diagnostik klinischer Lahmheitsfälle dar. Zusätzlich erfordern Enthesiopathien an bestimmten Lokalisationen möglicherweise auch in Verbindung mit anderen knöchernen Veränderungen weitere Röntgenprojektionen und eine weiterführende bildgebende Diagnostik. Die Ziele der vorliegenden Untersuchung waren, röntgenologische Lokalisationen der Weichteilansätze in der Tarsalregion des Pferdes zu beschreiben. Als Hypothese wurde angenommen, dass individuelle Weichteilansätze am Besten in Spezialprojektionen dargestellt werden. Desweiteren wurde davon ausgegangen, dass die Weichteilansätze radiologisch kaum individuelle Varianten aufweisen.

Das Studienmaterial umfasste fünfzehn Tarsalgelenke von acht Pferden, die unmittelbar nach der Euthanasie in der Mitte der Tibia durchtrennt wurden. Acht Gliedmaßen wurden zur Sektion und zur radiologischen Darstellung der Weichteile verwendet. Die übrigen sieben Gliedmaßen wurden zur Untersuchung anatomischer Variationen an der Insertion des Fibularis tertius Muskels verwendet. Es konnten die Ansätze für die folgenden Weichteilstrukturen identifiziert werden: lange und kurze mediale Kollateralbänder, lange und kurze laterale Kollateralbänder, die Ansätze des M. gastrocnemius, der oberflächlichen Beugesehne, des M. tibialis cranialis, des M. fibularis tertius, des Ligamentum plantare longum, des dorsalen Tarsalbandes und des Fesselträgerursprungs. Bei der Sektion wurden zunächst das mediale und das laterale Kollateralband freigelegt, mittig durchtrennt und die Ansätze begutachtet, im Anschluss wurden die Anteile (oberflächlich, mittig und tief) des kurzen Kollateralbandes freigelegt. Nach Entfernung der Faszie lagen die Sehnen des M. tibialis cranialis und des M. fibularis tertius frei. Nach der Durchtrennung der dorsalen Gelenkkapselanteile konnte das dorsale Tarsalband identifiziert werden. Auch auf der plantaren Seite wurden die Gastrocnemiussehne, die oberflächliche Beugesehne und das Ligamentum plantare longum identifiziert, durchtrennt und die Ansätze kontrolliert. Das gleiche erfolgte nach Durchtrennung der Beugesehnen zur besseren Darstellung des Fesselträgerursprungs. Nach der Präparation der jeweiligen Weichteilstruktur erfolgte die Markierung mittels metallischen Markern und im Anschluss die radiologische Darstellung mit Optimierung des besten Winkels.

Die dorsoplantare, die dorsoproximolaterale-plantarodistomedial oblique (35° proximal und 45° lateral), die dorsoproximomediale-plantarodistolateral oblique (10° proximal und 15° medial) und die plantaroproximale-plantarodistale oblique (70° proximal, gebeugt) Aufnahmen waren ideal zur Darstellung der Kollateralbandinsertion. Die Standardschrägaufnahmen und die plantaroproximal-plantarodistal oblique (70° proximal, gebeugt) Aufnahme waren ideal in der Darstellung des M. gastrocnemius und der oberflächlichen Beugesehne. Alle vier Standardaufnahmen waren erforderlich, um die Sehnenansätze des M. tibialis cranialis und des M. fibularis tertius, des dorsalen Tarsalbandes und des Fesselträgerursprungs zu beurteilen. Makroskopisch gab es drei unterschiedliche Insertionstypen des M. fibularis tertius. Bei Gliedmaßen mit Osteoarthritis der distalen Tarsalgelenke war das dorsale Tarsalband fest mit dem zentrodistalen Gelenk verbunden. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Ansätze der Weichteilstrukturen im Tarsus radiologisch eindeutig identifizierbar waren und dass spezielle radiologische Projektionen die Darstellbarkeit optimieren. sl

Department of Large Animal Clinical Sciences, School of Veterinary Medicine, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA

Behandlung mit Thrombozytenlysate hemmt die Proteasen der Synovialflüssigkeit bei Pferden mit Osteoarthritis

Treatment with platelet lysate inhibits proteases of synovial fluid in equines with osteoarthritis

G. Perrone, Y. Laestra, C. Gonzalez, N. Caggiano, R. Gimenez, R. Pareja, E. de Simone (2020)

J. Equine Vet. Sci. 88, dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2020.102952

Die Leistungsfähigkeit von Sportpferden im Training und im Wettkampf wird häufig von zahlreichen Erkrankungen des osteoartikulären Systems beeinflusst. Die häufigste arthropathische Erkrankung bei älteren Pferden und bei Hochleistungspferden ist die Osteoarthritis. Während des chronischen, entzündlichen Prozesses im Gelenk nimmt die Produktion der Proteasen zu, dies induziert einen Abbau der extrazellulären Matrixkomponenten. Die meisten Proteasen gehören zur Gruppe der Matrixmetalloproteasen. Das erste Stadium der Osteoarthritis ist durch eine Zunahme des Abbaus von artikulären Knorpelmatrixproteinen, dem Proteoglykan und dem Kollagen gekennzeichnet. Verschiedene Proteasen sind an katabolen Prozessen des artikulären Knorpels beteiligt. Die symptomatische Behandlung von Pferden mit Osteoarthritis umfasst die Gabe von Entzündungshemmern wie Triamcinolon und Phenylbutazon. Obwohl diese Medikationen stark entzündungshemmend und analgetisch wirken, haben sie einen negativen Einfluss auf den osteoartikulären Metabolismus. Steroide haben einen negativen Einfluss auf die Kollagensynthese der Chondrozyten besonders nach intraartikulärer Gabe.

Phenylbutazon hat einen negativen Einfluss auf die Knochenheilung und senkt T3 und T4. Da die gängigen pharmakologischen Behandlungen der Osteoarthritis mit zahlreichen Nebenwirkungen assoziiert sind, haben sich in den letzten Jahren biologische, regenerative Therapien entwickelt. Die Anwendung von autologen thrombozytenreichem Plasma oder Thrombozytenlysate stellt eine alternative Behandlungsmethode zur Therapie chronischer muskuloskelettaler Erkrankungen da. Der Hauptvorteil der PRP-Behandlung gegenüber traditionellen Behandlungsmethoden ist die versprochene Geweberegeneration. PRP verspricht die Proliferation und Differenzierung von Chondrozyten und das Einwandern von Stammzellen zur verletzten Region. Bei Pferden beruhen die positiven Effekte nach Gabe von PRP nicht nur auf den aus den Thrombozyten stammenden Wachstumsfaktoren, die freigesetzten Cytokine und Wachstumsfaktoren rekrutieren ruhende Stammzellen zu der verletzten Region, wo sie dann stimuliert werden und Cytokine sowie Wachstumsfaktoren freisetzen. Stammzellen können sich in Chondrozyten verwandeln, die das verletzte Gewebe ersetzen. Weitere Studien an Menschen belegen die positive Wirkung nach intraartikulärer PRP-Gabe. Der Einfluss des PRP auf proteolytische Enzyme wurde bislang noch nicht untersucht. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war, den Einfluss des Thrombozytenlysats auf die Proteasen, die Inhibitoren und die Glykosaminoglykanlevel bei Pferden mit Osteoarthritis zu überprüfen.

Das Patientengut der Untersuchung umfasste 23 Sportpferde deren Gesundheitsstatus anhand der Klinik und der Analyse der Synovialflüssigkeit vor Beginn der Studie untersucht wurde. In allen Fällen war in den distalen Intertarsalgelenken eine Osteoarthritis vorhanden. Zur Überprüfung des Behandlungseffekts erfolgte die

Synoviaanalyse vor Injektion des PRP, am Tag 10, 30, und 60 nach Behandlung. Zusätzlich standen Synoviaprobe einer Kontrollgruppe zur Verfügung. Das Gelenk wurde mit einem Milliliter PRP an Tag 0 behandelt. Die Synoviaprobe wurden bezüglich des Gehalts an MMP 2, MMP 9, Disintegrin, ADAMTs-5, Glykosaminoglykan und dem Gewebehinhibitor der Metalloproteinase 1 in der Synovialflüssigkeit untersucht. Die Gehalte an MMP 9 waren 10 Tage nach der Behandlung signifikant erniedrigt. Die Gehalte an Disintegrin, ADAMTs-5 waren am Tag 10, 30, und 60 signifikant erniedrigt. Der Gehalt der synovialen TIMP-1 nahm signifikant am Tag 30 zu. Die Glykosaminoglykane zeigten zum Tag 10 eine signifikante Zunahme. Ein signifikanter Abfall war bei der MMP 2 am Tag 10 und 60 vorhanden. Die positive Wirkung des Thrombozytenlysats kann der abnehmenden Aktivität des MMP 2, MMP 9 und des ADAMTs-5 sowie der steigenden Glykosaminoglykankonzentration und TIMP-1 Konzentration nach der Verabreichung von thrombozytenreichen Plasma geschuldet sein. sl

Equine Production and Health Management Chair, School of Veterinary Sciences, Buenos Aires University, Buenos Aires, Argentina

Wirkungen von topisch angewendeten 1%igen Cyclopentolat-Hydrochlorid auf quantitative, metrische Messungen der Pupille, Tränenproduktion und intraokularen Druck bei gesunden Pferden

Effects of topical 1 % cyclopentolate hydrochloride on quantitative pupillometry measurements, tear production and intraocular pressure in healthy horses

A. Orillés, J. Sanmartí, J. Ríos, L. Armengou, M. T. Peña, M. Leiva (2020)

Vet. Ophthalmol. 23, 730–739

Mydriasis und Zykloplegie sind pharmakologische Effekte, die in der klinischen Ophthalmologie für unterschiedliche diagnostische und therapeutische Zwecke erwünscht sind. Mydriasis wird entweder durch die direkte Stimulation der Iris-Dilatatoren durch Sympathomimetika oder alpha-adrenerge Antagonisten oder durch Lähmung des Pupillensphinkters durch Parasympatholytika oder cholinerge Antagonisten ausgelöst. Zykloplegie kann aber nur durch parasympatholytische Substanzen induziert werden. Bei Pferden wirken Tropicamide schnell (Wirkungsbeginn nach 15–30 min, maximaler Effekt nach 1–5 h), die Dauer der Mydriasis ist aber kurz (5–12 h) und das zykloplegische Potential ist geringer als bei Atropin oder Cyclopentolat. Deshalb wird es hauptsächlich für die Untersuchung des hinteren Augensegments und für intraokulare Operationen eingesetzt. Cyclopentolat und Atropin sind starke zykloplege Substanzen und werden zum Schmerzmanagement bei kornealen und uvealen Erkrankungen eingesetzt. Vollständige Mydriasis ist bei Cyclopentolat nach 15–30 min, bei Atropin nach 30–45 min, der maximale Effekt nach 12 bzw. 10–12 h erreicht und die Wirkung hält 96–120 h bzw. 132–264 h an. Nebenwirkungen dieser Therapien sind herabgesetzte Tränenproduktion und Veränderungen des intraokularen Drucks. Allerdings variieren diese Reaktionen zwischen den Tierarten und den Substanzen.

Ziel dieser Studie war den Effekt von 1%igem Cyclopentolat auf die Tränenproduktion, den intraokularen Druck und die stati-

schen Messungen der Pupille bei gesunden Pferden unterschiedlicher Rassen zu untersuchen. Aufgrund einer ähnlichen Studie von Ansari et al. mit 1%igem Cyclopentolat bei Turkmenischen Pferden konnte außerdem die Variabilität der mydriatischen Effekte ausgewertet werden. In der zweiphasigen Design-Studie wurden 14 Pferde (7 Kreuzungen, 4 Spanische Sportpferde, 1 Vollblut, 1 Andalusier und 1 KWPN) eingesetzt. Jedes Pferd erhielt 0,2 ml 1 % Cyclopentolat ins linke Auge (Behandlung) und 0,2 ml 0,9 % NaCl ins rechte Auge (Kontrolle). In der ersten Phase wurde bei 7 Pferden die Tränenproduktion, der intraokulare Druck und die Messungen der Pupille nach 1, 8, 24, 48, 72, 96, 120, 148, 172 und 196 h mittels Schirmer Test I, Rebound-Tonometrie und statischer Pupillenmetrie ausgewertet. In der zweiten Phase wurde bei 7 Pferden das Plateau der Mydriasis ausgewertet, in dem stündlich für 8 h nach der Applikation die Messungen an der Pupille durchgeführt wurden. Dazu wurden die Fläche der Pupille, der vertikale und der horizontale Durchmesser gemessen. Alle Messungen an der Pupille wurden in einem Raum mit einer Lichtintensität von 45–60 Lux gemessen.

Nach topischer Applikation von Cyclopentolat wurden signifikante Unterschiede bei der Dilatation der Pupille festgestellt: beim vertikalen Pupillendurchmesser zwischen 1 bis 172 h und bei der Pupillenfläche 8 bis 24 h nach der Applikation, während es beim horizontalen Pupillendurchmesser keine signifikanten Änderungen über den beobachteten Zeitraum gab. In der zweiten Phase der Studie wurde das Plateau der Pupillenfläche und des vertikalen Pupillendurchmessers nach 3 h, das Plateau des horizontalen Pupillendurchmessers nach 2 h erreicht. Hinsichtlich der Tränenproduktion und des intraokulären Drucks wurden zu keinem Zeitpunkt der Studie signifikante Effekte festgestellt, ebenso wenig wie bei den Messungen der Pupille an den Kontrollaugen. Die Ergebnisse unterscheiden sich von denen, die von Ansari et al. in seiner ähnlichen Studie erzielt wurden. Trotzdem bleiben die Ergebnisse beider Studien relevant, aber es sollten weitere Studien durchgeführt werden, um rassebedingte Effekte besser einschätzen zu können. Die topische Applikation von 1%igem Cyclopentolat-Hydrochlorid ist eine effektive und sichere Therapiemöglichkeit, wenn ein mydriatisch/zykloplegisch wirkendes Arzneimittel beim Pferd benötigt wird. ir

Fundació Hospital Clínic Veterinari, Campus Universitat autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain

Ablösungen, Rupturen und Trennungen der Descemetischen Membran bei 10 adulten Pferden: Klinische Anzeichen, Diagnostik, Behandlungsoptionen und erste Ergebnisse

Descemet's membrane detachments, ruptures and separations in ten adult horses: clinical signs, diagnostics, treatment options and preliminary results

R. M. R. Galarza und R. J. McMullen Jr. (2020)

Vet. Ophthalm. 23, 611–623

Als Ablösung der Descemetischen Membran wird die fehlende Insertion der Membran und des Corneaendothels an das cornea-

le Stroma beschrieben. In der Humanmedizin tritt es sekundär nach Phakoemulsifikation und anderen intraokulären chirurgischen Eingriffen auf. Ein postoperativ auftretendes tiefes corneales Ödem kann auf eine Ablösung hinweisen. In einigen Fällen ist nur ein kleiner lokaler Bereich um die Inzision herum betroffen, in anderen Fällen treten hochgradige und stark visuseinschränkende Ödeme auf. In der Pferdemedizin ist die Ablösung nach Phakoemulsifikation der Linse beschrieben. Auch bei Pferden ohne vorangegangenen chirurgischen Eingriff wurde eine Ablösung im Zusammenhang mit dem klinischen und histopathologischen Bild eines Glaukoms beschrieben. Aufgrund einer Therapieresistenz wurden die betroffenen Augen enukleiert. In der Human-Ophthalmologie umfassen die Therapieoptionen die Anwendung osmotisch aktiver Substanzen, intracamere Injektionen von Luft und Viskoelastika, transcorneale Nähte, Cornea-Verschweißung und Cornea-Transplantationen. Bislang existieren keine Behandlungsoptionen in der Veterinärmedizin. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war, das klinische Bild einer Ablösung sowie einer Ruptur/Separation der Descemetischen Membran zu beschreiben, sowie die verschiedenen Therapieoptionen zu überprüfen. Die Diagnose einer unilateralen Ablösung (DMD) oder Ruptur/Separation (DMRS) wurde bei zehn Augen von insgesamt zehn Pferden gestellt.

Die DMD und die DMRS stellten sich klinisch mit unterschiedlichen die Cornea betreffenden Symptomen dar. Bei Pferden mit einer DMD (n = 4) war ein rezidivierendes oder persistierendes Corneaödem vorhanden. Bei Patienten mit DMRS (n = 6) waren Ulzerationen der Cornea und ein Verlust des Stromas erkennbar. Das mittlere Alter betroffener Patienten lag bei beiden Erkrankungen bei 6,4 Jahren. Bei der Spaltlampenuntersuchung konnten zwei häufige Befunde festgestellt werden. Ein diffuses tiefes Ödem war bei den Pferden mit einer DMD vorhanden und ein fokales Ödem mit stromalem Verlust bei der DMRS. Weitere Befunde bei beiden Gruppen waren: tiefe lineare Trübungen auf Höhe der Descemetischen Membran (10/10). Ulzerationen (7/10 1/4 DMD und 6/6 DMRS), oberflächliche Vaskularisation (10/10) und eine sichtbare Vorwölbung des hinteren Stromas in die vordere Augenkammer. (2/10, jeweils ein DMD Fall und ein DMRS Fall). In jeweils einem Fall beider Gruppen lag eine intraokuläre Entzündung vor. Bei allen erkrankten Augen ergab die Tonometrie keine von der Norm abweichenden Werte. 9/10 betroffenen Augen wurden mit dem Ultraschall-Biomikroskop beurteilt. Hiermit konnten Rupturen der Descemetischen Membran, Fibrinausfällungen, Verdünnungen des Stromas sowie Vorwölbungen des Stromas in die vordere Augenkammer dargestellt werden. Die optische Kohärenztomographie war initial nur für zwei Pferde verfügbar. Weder die Membran noch das hintere Stroma konnten aufgrund des Ödems hiermit beurteilt werden.

Neun der 10 erkrankten Augen wurden chirurgisch versorgt. Bei drei DMD Patienten wurde eine superfizielle lamelläre Keratektomie zusammen mit Gundersen Inlay Flaps oder mit intracamerale Verschweißung des Corneagewebes behandelt. Das letzte DMD Pferd erhielt ein Ciclosporinimplantat aufgrund des Verdachts auf eine immun-induzierte Keratitis. Die sechs Pferde mit DMRS erhielten eine zweistufige Split-Keratoplastik (n = 1) oder eine Verschweißung des Corneagewebes (n = 5). Bei sieben von zehn Augen blieb der Visus erhalten. Hierbei waren 3 von 4 DMD-Augen und 4 von 6 an DMRS erkrankte Augen. Zwei Patienten mit einer DMRS-Erkrankung entwickelten zwei Wochen

nach der Corneaverschweißung eine Perforation an der Stelle mit dem Ulcus und wurden enukleiert. Histopathologisch lag bei einem Pferd eine multifokal rupturierte Descemetische Membran mit einem großen cornealen Hydrops vor. Bei dem anderen Patienten war eine große Perforation mit einem Irisprolaps und einer Ruptur der Linsenkapsel vorhanden. Bei einem weiteren Auge verhinderte die persistierende Trübung die Wiederherstellung des Visus. Das Pferd blieb aber schmerzfrei, daher konnte der Bulbus erhalten bleiben. Separationen und Ablösungen der Descemetischen Membran präsentieren sich klinisch unterschiedlich. Die weiterführende Bildgebung der Cornea unterstützt die definitive Diagnose. Das Verschweißen der Cornea mit infraCG als photosensibles Agens oder in Kombination mit Gundersen Inlay Flaps sind mögliche Therapieoptionen zum Management von DMD/DMRS. sl

Virginia Maryland College of Veterinary Medicine, Blacksburg, VA, USA

Auswirkung der Position des Körpers auf den intraokularen Druck bei Pferden unter Vollnarkose

The effect of body position on intraocular pressure in anesthetized horses

J. M. Meetkins, R. M. McMurphy, J. K. Roush (2020)

Vet. Ophthalm. 23, 668–673

Aus der Humanmedizin liegen zahlreiche Untersuchungen vor, die einen Einfluss der Lagerung des Patienten während der Operation auf den intraokularen Druck (IOD) belegen. Bei Positionen bei denen der Kopf tiefer gelagert wird als der Körper tritt eine signifikante Erhöhung des IODs auf und bei einer Neigung des OP-Tisches $> 30^\circ$ (steile Trendelenburg-Lagerung) kann es sogar zum Verlust des Visus kommen. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Auswirkung von 4 verschiedenen Lagerungsvarianten auf den IOD von anästhesierten Pferden zu untersuchen. Zu diesem Zweck standen 10 Pferde zur Verfügung, die bei der ophthalmologischen Voruntersuchung mittels Spaltlampenmikroskopie keine pathologischen Auffälligkeiten aufwiesen. Alle Messungen des IOD wurden von derselben Person mit einem für das Pferd kalibrierten Rebound-Tonometer durchgeführt. Nach der Prämedikation mit Xylazin (0,4 mg/kg iv) erfolgte zunächst die Bestimmung der Basalwerte am stehenden Tier. Die Anästhesie wurde mit Xylazin (1,1 mg/kg iv), Ketamin (2,2 mg/kg iv) und Midazolam (0,05 mg/kg iv) eingeleitet und durch eine intravenöse Dauertropfinfusion aufrechterhalten (Guafenesin 50 g/L, Ketamin 4,4 mg/kg/L und Xylazin 1,1 mg/kg/L in einer Geschwindigkeit von 999 mL/h). Ferner erhielten die Tiere Sauerstoff per nasaler Insufflation. Jedes Tier wurden nacheinander in randomisierter Reihenfolge in folgenden Positionen gelagert: Rückenlage, Trendelenburg-Lagerung (15° Tischneigung; Kopf nach unten), Anti-Trendelenburg Lagerung (15° Tischneigung; Kopf nach oben), Seitenlage. Die erste Messung erfolgte 5–7 Min nach Narkoseeinleitung und nach jeder Umlagerung des Probanden wurde eine Akklimatisationsphase von 2 Minuten eingehalten, so dass nach etwa 10 Minuten jeweils die nächste Messung durchgeführt werden konnte. Das Tonometer erfasst bei jedem Messvorgang jeweils 6 Einzelwerte, von denen es den höchsten und den niedrigsten verwirft und aus den übrigen den Durchschnittswert er-

rechnet. In jeder Position erfolgten pro Auge 3 Messvorgänge, mit Ausnahme der Seitenlage, in der nur das oben liegende Auge untersucht wurde.

Die Ergebnisse für die einzelnen Lagerungsvarianten wurden mit dem Basalwert und untereinander verglichen sowie Einfluss von Alter und Gewicht des Patienten ermittelt. Da zu keinem Zeitpunkt ein Unterschied zwischen den Messwerten für das rechte und das linke Auge bestand wurden diese Werte zusammengefasst. Der höchste IOD trat bei der Trendelenburg-Lagerung auf ($46,35 \pm 4,86$ mmHg), gefolgt von der Rückenlage ($32,26 \pm 5,06$ mmHg) und der Seitenlage ($24,69 \pm 3,43$ mmHg). Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen dem IOD bei der Anti-Trendelenburg-Lagerung ($19,49 \pm 6,03$) und den Basalwerten am stehenden Pferd ($20,72 \pm 7,80$). Beim Vergleich der Lagerungsvarianten untereinander bestand die größte Druckdifferenz zwischen der Trendelenburg- und der Anti-Trendelenburg-Lagerung ($26,95 \pm 5,41$ mmHg). Alter und Gewicht der Probanden zeigten zu keinem Untersuchungszeitpunkt eine Korrelation mit dem IOD. In der Literatur liegen bisher nur wenige Ergebnisse über die Auswirkung der Körperposition von Pferden auf den IOD vor. Beim Transport von Patienten mittels Kran von der Narkosebox auf den OP-Tisch wurden Werte gemessen die vergleichbar mit den in der vorliegenden Studie für die Rückenlage ermittelten sind. Obwohl das Tier sich kurzfristig in einer hängenden Position befindet ist die Höhe des Kopfes in Relation zu der des Herzens in etwa identisch. Dies scheint ausschlaggebend für den IOD zu sein, da er am stehenden Pferd signifikant ansteigt sobald sich der Kopf des Tieres unterhalb des Herzlevels befindet. Bei einigen Spezies ist bekannt, dass Rebound-Tonometer signifikant höhere Werte messen als Applanationstonometer.

Dies konnte jedoch im Rahmen einer Studie für das Pferd nicht bestätigt werden. Ferner muss beim Vergleich von Ergebnissen die Art der Anästhesie berücksichtigt werden. Aus der Humanmedizin ist bekannt, dass transiente Erhöhungen des IOD die Funktion des Sehnervs beeinträchtigen können, wobei die Axone mit großem Durchmesser am sensibelsten sind. Der Sehnerv des Pferdes besteht zu 35% aus diesen Axonen, so dass anzunehmen ist, dass Pferde mindestens genauso sensibel auf Druckveränderungen reagieren wie andere Spezies. In der Humanmedizin ist der perioperative Visusverlust als Komplikation beschrieben, wobei eine lange Operationsdauer, größere Blutverluste Hypotension und Übergewicht des Patienten als Risikofaktoren gelten sowie Eingriffe am Herz oder an der Wirbelsäule. Zugrundeliegende Pathomechanismen sind die ischämische Optikusneuropathie, der retinale Gefäßverschluss und die Cortical Blindness. Für das Pferd ist bisher nur ein Fall von perioperativem Visusverlust beschrieben, der auf Cortical Blindness zurückgeführt wird. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sprechen eher für die Gefahr des Entstehens einer ischämischen Optikusneuropathie. Allerdings ist bekannt, dass Pferde mit Glaukom ihre Sehfähigkeit länger behalten als andere Spezies, was durch die Kollagenzusammensetzung der Lamina cibrosa und eine dadurch erreichte erhöhte Elastizität erklärt wird. Zwischen den Spezies bestehen ferner Unterschiede hinsichtlich der Gefäßversorgung der Retina und des Nervus opticus. ige

CVM Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA,
jslack@vet.k-state.edu

Auswirkungen eines Öl-Heu-Mischendes-Fütterungssystems auf die Lungenfunktion, die neutrophile Atemwegsentzündung und den oxidativen Stress bei schwer asthmatischen Pferden

Effects of a propriety oiled mixed hay feeding system on lung function, neutrophilic airway inflammation and oxidative stress in severe asthmatic horses

A. Jochmans-Lemoine, K. Picotte, G. Beauchamp, A. Vargas, J.-P. Lavoie (2020)
Equine Vet. J. 52, 564–571

Equines Asthma ist eine beim Pferd oft auftretende Erkrankung, welche charakterisiert ist durch eine Obstruktion der Atemwege, Hyperreaktivität der Bronchien und Atemwegsentzündung. Eine Verschlechterung der Erkrankung wird häufig beobachtet, wenn empfindliche Pferde aufgestellt werden und Heu gefüttert wird. Ein den Stall- und Heustaub minimierendes Management stellt die effektivste Therapie dar. Sind die Pferde aufgestellt, wird dieses erzielt durch die Fütterung von pelletiertem Heu oder Grassilage und die Verwendung von staubarmen Einstreuprodukten. Die Verwendung von Grassilage birgt das Risiko einer Botulismuserkrankung und die Fütterung von pelletiertem Heu ist kostenintensiv und ist assoziiert mit der Entwicklung von Stereotypenverhalten. Die Bedampfung von Heu reduziert den Gehalt von Bakterien und Schimmelsporen, doch zeigte eine Studie, dass die Entwicklung der Neutrophilie der Atemwege bei schwer asthmatischen Pferden dadurch nicht verhindert wird. In der vorliegenden Untersuchung wurde ein System verwendet, welches Sojabohnenöl mit Heu vermischt. In der Untersuchung sollten die Auswirkungen auf die Atemwegsobstruktion und Atemwegsentzündung bei Pferden mit schwerem Asthma von mit Sojabohnenöl vermischem Heu und pelletiertem Luzerneheu verglichen werden.

Für die Studie standen zwölf Pferde mit schwerem Asthma zur Verfügung. Vor Beginn der Untersuchung wurde die Lungenfunktion erfasst und die bronchoalveolare Lavageflüssigkeit zytologisch untersucht und somit hochgradiges Asthma diagnostiziert. Die Pferde wurden aufgestellt und mit Heu sowie Getreide zweimal täglich gefüttert. Nach zwei Wochen dieser Aufstallung trat eine Verschlechterung des Asthmas auf. Im nächsten Schritt wurde die Lungenfunktion bestimmt, eine Bronchoskopie durchgeführt und tracheale Mukusproben entnommen sowie eine bronchoalveolare Lavage (BAL) durchgeführt. Des Weiteren erfolgte eine Blutprobenentnahme für die Bestimmung der Aktivität der Superoxid-Dismutase und der Glutathion-Peroxidase. Von den zwölf Pferden wurden sechs Tiere mit pelletiertem Luzerneheu gefüttert und die verbleibenden sechs mit dem mit Öl behandeltem Heu. Während der dreimonatigen Studienperiode erfolgte die Beurteilung der Lungenfunktion im ersten Monat wöchentlich und daraufhin in einem Abstand von zwei Wochen. Die BAL wurde alle zwei Wochen im ersten Monat und daraufhin einmal monatlich durchgeführt. Am Ende der Untersuchung erfolgte die Lungenfunktionsprüfung vor und nach der Injektion von Hyoscinbutylbromid.

Die Vermischung des Heus mit dem Öl benötigte in der Vorrichtung einen Zeitraum von 12–14 Minuten. Die Pferde nahmen das Heu gut auf. Unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit und dem Zeitpunkt verbesserte sich die Lungenfunktion der Tie-

re. Die Verabreichung von Hyoscinbutylbromid bewirkte eine signifikante Verringerung der pulmonalen Elastance bei Pferden, welche das mit Öl vermischem Heu erhalten hatten, was für eine verbleibende geringgradige Bronchokonstriktion der peripheren Lunge sprach. Die Neutrophilie der Atemwege sowie der Grad der Mukusansammlung sanken signifikant unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit und dem Zeitpunkt der Probenentnahme. Die Aktivität der antioxidanten Enzyme sank ebenfalls signifikant über den Zeitraum der Studie ohne Unterschiede der Gruppenzugehörigkeit. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die Vermischung von Heu mit Öl zur Kontrolle einer Verschlechterung von Asthma bei Pferden welche aufgestellt sind effektiv ist. Allerdings ist zu beachten, dass eine Verbesserung der Lungenfunktion auftrat, aber nur ein Pferd in der Gruppe mit dem mit Öl vermischem Heu und zwei Tiere welche pelletiertes Luzerneheu erhalten hatten, wiesen zum Ende der Untersuchung keinerlei Atemwegsobstruktion mehr auf. Ein weiteres Ergebnis dieser Untersuchung war, dass alle Pferde eine Gewichtszunahme aufwiesen. Dies war von den Autoren erwartet worden, da ein Gewichtsverlust bei Pferden mit schwerem Asthma aufgrund des erhöhten Energiebedarfs durch die Atemarbeit, die Hypoxämie und die lokale sowie systemische Entzündung oft auftritt. ag

Department of Clinical Sciences of the Faculty of Veterinary Medicine, Université de Montréal, St-Hyacinthe, Quebec, Canada

Langzeit-Hormontherapie bei einem Pferd mit zentralem Diabetes insipidus

Long-term hormone replacement treatment in a horse with central diabetes insipidus (2020)

I. Durie und G. van Galen (2020)
J. Vet. Intern. Med. 34, 1013–1017

Ein Diabetes insipidus (DI) lässt sich charakterisieren durch eine Produktion von hypostenurischem Urin mit deutlicher Polyurie und Polydipsie (PU/PD). Im Falle eines zentralen DI (CDI) fehlt die Produktion und Sekretion von Arginin Vasopressin aus dem caudalen Anteil der Hypophyse. Bei einem nephrogenen DI antworten die renalen Tubuli nicht auf das Arginin Vasopressin. In der Pferdemedizin ist der zentrale DI zwar beschrieben, wird aber als sehr seltene endokrine Ursache einer PU/PD gesehen. Bei den wenigen Fällen, die in der Literatur beschrieben sind, wurde eine konservative Behandlung angewendet. Sowohl in der Humanmedizin als auch in der Kleintiermedizin wird das synthetische Arginin Vasopressin Analogon Desmopressinacetat verwendet. Es existiert lediglich ein Bericht zu dem Kurzeiteinsatz von Desmopressinacetat-Augentropfen bei einem Fohlen. Eine Langzeitanwendung wurde noch nicht untersucht. Ein 4 Jahre alter Warmblutwallach wurde aufgrund einer PU/PD vorgestellt. 8 Monate zuvor wurde das Pferd aus Lettland importiert und zeigte bereits bei Ankunft eine starke Wasseraufnahme von ungefähr 150–200 l/pro Tag. Es waren keine Vorerkrankungen bekannt und der Wallach erhielt Heu, Heulage und Stroh sowie einen Salzleckstein. Einen Monat vor Vorstellung wurde das Pferd vom Haustierarzt untersucht und es konnten sowohl bei der klinischen Untersuchung als auch bei der labormedizinischen Untersuchung keine Auffälligkeiten gefunden werden. Eine Urinanalyse nach spontaner Miktion ergab ein spezifisches Gewicht von 1002. Die Urinstickanalyse war ohne pathologischen Befund, ebenso wie

die zytologische Untersuchung des Urins. Eine Behandlung mit Sulphonamid-Trimethoprim war erfolglos.

Bei Vorstellung in der Klinik zeigte sich der Wallach munter, aufmerksam, mit einem BCS von 5/9 und normalem Haarkleid. Die Urinalanalyse wurde wiederholt und ergab ein spezifisches Gewicht von 1010 bei ansonst unauffälligen Befunden. Die wiederholte klinische und labormedizinische Analyse war ebenfalls unauffällig. Eine Differentialdiagnose für PU/PD und niedriges spezifisches Gewicht beim adulten Pferd schließt eine Hypophysen Pars intermedia Dysfunktion (PPID), einen Diabetes mellitus, Lebererkrankungen, akute oder chronisches Nierenversagen, Septikämie, Endotoxämie, psychogene Salzaufnahme, iatrogen bedingt, Diabetes insipidus und eine primäre psychogene Polydipsie ein. Die meisten Ursachen ließen sich ausschließen. Auch eine übermäßige Salzaufnahme durch den Salzleckstein konnte ausgeschlossen werden. Da der Wallach normal hydriert war und keine Azotämie aufwies, wurde ein Wasserentzugstest durchgeführt. Alle 6 Stunden erfolgte eine klinische Untersuchung, sowie die Bestimmung von Körpergewicht, Harnstoff und Kreatinin im Serum sowie die Messung des spezifischen Gewichts im Urin. Nach 18 Stunden fiel das Körpergewicht um 5,3% und das Pferd zeigte Anzeichen von Lethargie, eingetrocknete Schleimhäute und ein verlängertes Bestehenbleiben einer Hautfalte. Der Test wurde unterbrochen obwohl eine Urinkonzentration nicht erfolgt war. Mit diesem Ergebnis konnte eine unkomplizierte psychogene Polydipsie als Ursache der PU/PD ausgeschlossen werden. Wasser wurde in kleinen Mengen wieder zugeführt. Nachdem das Pferd wieder freien Zugang zu Wasser hatte, zeigte dieser eine extreme Wasseraufnahme und Urinproduktion. Das Körpergewicht normalisierte sich und der Urin blieb hypostenurisch.

Zur Differenzierung einer psychogenen Polydipsie mit medullärem Washout von einem Diabetes insipidus wurde ein modifizierter Wasserentzugstest durchgeführt. Hierfür wurde der Wasserzugang über einen Zeitraum von 24 Stunden auf 7,8 Liter alle 6 Stunden (50 ml/KGW/Tag) limitiert. Alle 12 Stunden wurden folgende Parameter gemessen: Gewicht, Hydratationsstatus, Herzfrequenz, Harnstoff, Kreatinin, spezifisches Gewicht im Urin. Nach 24 Stunden wurde der Test unterbrochen, da das Körpergewicht sich um > 5% reduzierte ohne aber eine Urinkonzentration zu erreichen. Nach Testende wurde Serum entnommen und zur Analyse von Arginin Vasopressin weitergeleitet. Unglücklicherweise jedoch gingen diese Proben verloren. Am 6. Tag wurde ein Desmopressin Test durchgeführt. Hierfür wurde dem Wallach 0,05 µg/kg Desmopressinacetat verdünnt in 10 ml steriler Kochsalzlösung intravenös verabreicht. Danach stieg das spezifische Gewicht im Urin an und die Urinabsatzfrequenz verringerte sich deutlich. Folglich wurde die Diagnose eines CDI gestellt. Weitere Untersuchungen zur Ursachenfindungen des CDI wie die Durchführung eines CTs oder Liquorentnahme wurden vom Besitzer abgelehnt. Über die folgenden 2 Tage erhielt das Pferd stückchenweise wieder freien Zugang zu Wasser. Es wurden mehrere Möglichkeiten der Langzeittherapie für das Desmopressinacetat diskutiert. Demnach erhielt das Pferd 3 Tropfen innerhalb von 24 Stunden in den unteren Bindehautsack. 12 h nach der Gabe lag das spezifische Gewicht stets im unteren Bereich und die Wasseraufnahme war unverändert. Am nächsten Tag wurde die Dosis verdoppelt (60 µg) und um eine Überdosierung pro Auge zu vermeiden, wurde die Dosis auf halbiert und auf jedes Auge verteilt.

Da diese Dosierung ebenfalls ohne Wirkung blieb wurde entschieden die gleiche Dosis 2 × täglich an den beiden darauffolgenden

Tagen zu verabreichen. Nach 2 Tagen reduzierte sich die Wasseraufnahme und das spezifische Gewicht im Urin stieg an. Da eine Dosiserhöhung so nicht mehr möglich war wurde Desmopressin nun subkutan (0,3 ml) einmal täglich verabreicht. Das spezifische Gewicht im Urin stieg sehr deutlich an, da die Gefahr einer Überdosierung bestand wurde die Dosis von 30 µg auf 25 µg pro Tag reduziert. Daraufhin blieben die Wasseraufnahme und das spezifische Gewicht im Urin stabil. Mit dieser Dosierung wurde der Wallach am Tag 15 entlassen. Eine Woche nach der Entlassung wurde der Besitzer telefonisch kontaktiert. Dieser berichtete über eine sehr gute Therapieannahme des Pferdes, welches nur 50–60 l Wasser täglich trank. In den folgenden Monaten und Jahren wurde der Besitzer regelmäßig kontaktiert. Der Wallach befand sich bei guter Gesundheit und wurde sportlich genutzt. Nach einer Therapiezeit von 34 Monaten berichtete der Besitzer über einen etwas vermehrten Urinabsatz seit ein paar Tagen. Daraufhin wurde die Dosis auf 30 µg Desmopressinacetat 1 × täglich erhöht und die Injektionsstelle geändert. Daraufhin besserte sich die Frequenz des Urinabsatzes sofort. 5 Jahre nach der Behandlung wurde dem Wallach Blut abgenommen und alle Parameter der klinischen Chemie waren in der Norm. Das spezifische Gewicht des Urins lag bei 1030 und 1005 12 und 24 Stunden vor der nächsten Desmopressingabe. Die durchschnittliche Wasseraufnahme lag bei 45 l/Tag. Dieser Fallbericht beschreibt die erfolgreiche Langzeittherapie eines zentralen DI beim Pferd. ad

Equine Referral Hospital, Evidensia Specialisthästsjukhuset Strömsholm, Strömsholm, Sweden

Einfluss von diätetischer Cellobiose auf die fäkale Microbiota bei Pferden

Impact of dietary cellobiose on the fecal microbiota of horses

N. Paßlack, W. Vahjen, J. Zentek (2020)

J. Equine Vet. Sci. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103106>

Die intestinale Mikroflora von gesunden Pferden unterliegt individuellen Variationen. Firmicutes phylum ist im Darm des Pferdes dominant auftretend. In Hinblick auf andere im Kot nachgewiesene Bakterien wie Bacteroidetes oder Verrucomicrobia besteht keine Einigkeit. Die Unterschiede der Studienergebnisse könnten auf rassespezifischen Unterschieden, Variationen beim Management, bei der Fütterung, bei den Analysemethoden und auf geographischen Unterschieden beruhen. Es scheint schwierig zu sein, die Zusammensetzung der sogenannten normalen intestinalen Microbiota zu definieren. Dennoch ist es von besonderer Wichtigkeit, dass diese Microbiota stabil bleibt. Veränderungen der intestinalen Microbiota wurden bei Pferden mit Kolik, Colitis oder Durchfall festgestellt. Somit ist die Stabilisierung der intestinalen Microbiota beim Pferd von Interesse. Studien zur Verwendung von Präbiotika zeigten Wirkungen auf die Zusammensetzung oder die metabolische Aktivität der gastrointestinalen Microbiota. Cellobiose könnte beim Pferd ebenfalls präbiotische Eigenschaften besitzen. Die Glukosemoleküle der Cellobiose können von Verdauungsenzymen nicht gespalten werden. Mikroorganismen sind in der Lage diese zu spalten. In der vorliegenden Untersuchung sollte die Auswirkung der Fütterung von Cellobiose auf die fäkale Microbiota erfasst werden. Zu diesem Zweck standen zehn Pferde in einem Alter von durchschnittlich zwölf Jahren, welche in demselben Stall aufgestellt waren, zur Verfügung. Die Ration der

Pferde setzte sich aus Heu, Getreide und einer mineralisierten Supplementierung zusammen.

Die Studie wurde in drei Fütterungsphasen von 14 Tagen aufgeteilt. Im ersten Untersuchungsabschnitt wurde keine Cellobiose dem Futter zugefügt. Im zweiten Abschnitt wurde jedem Pferd 10 g Cellobiose pro Tag gefüttert und während der dritten Phase 20 g. Zum Ende jeder Fütterungsperiode wurden frische Kotproben genommen. Es erfolgte eine Analyse der Microbiota über 16S rRNA Gen-Sequenzierung sowie die Bestimmung von bakteriellen Metaboliten. Die Cellobiose wurde gut aufgenommen. Bei der Dosis von 10 g Cellobiose wurden die niedrigsten Konzentrationen von D-Lactat, Propionsäure, i-Valeriansäure und der kurzkettigen Fettsäuren gemessen. Warum die Konzentration dieser Metaboliten im Kot absank konnte nicht erklärt werden. Es besteht die Möglichkeit, dass die Veränderung der Rationszusammensetzung und eine metabolische Adaptation der intestinalen Microbiota dafür verantwortlich waren. Es wurde ein Anstieg der relativen Häufigkeit von Laktobazillen nachgewiesen, dieser Anstieg war allerdings statistisch nicht signifikant. Es zeigte sich eine dosisabhängige Erhöhung der relativen Häufigkeit von Firmicutes, Coriobacteriales und Clostridium. Zusätzlich wurde eine dosisabhängige Abnahme der relativen Häufigkeit von Bacteroidetes beobachtet. Die Autoren schließen aus den Ergebnissen, dass die Zunahme von Coriobacteriales sowie von Clostridium, beides Bakterien mit saccharolytischer Aktivität, auf eine bakterielle Fermentation von Cellobiose im Gastrointestinaltrakt des Pferdes hinwies. Da in vorherigen Studien angenommen wurde, dass Clostridien eine Schlüsselkomponente der intestinalen Microbiota beim Pferd darstellen, könnte der in dieser Untersuchung beobachtete Anstieg der Clostridien im Kot auf einen vorteilhaften und potentiell präbiotischen Effekt der Cellobiose beim Pferd hindeuten. ag

*Department of Veterinary Medicine, Institute of Animal Nutrition,
Freie Universität Berlin, Berlin, Germany*

Jährliche Booster-Impfung und Risiko von equiner Influenza bei Vollblutrennpferden

Annual booster vaccination and the risk of equine influenza to Thoroughbred racehorses

S. Gildea, P. Lyons, R. Lyons, J. Gahan, M. Garvey, A. Cullinane (2020)

Equine Vet. J. 52, 509–515

Die equine Influenza (EI) ist eine hochansteckende Atemwegserkrankung, welche weltweit auftritt. Um die Virusausbreitung zu minimieren sind Quarantänemaßnahmen, strikte Biosicherheitsprotokolle, kontrollierte Bewegung und Impfung präventiv als auch kontrollierend. Die Impfung induziert eine protektive Immunreaktion beim individuellen Pferd und schützt die Pferdepopulation auf Herdenlevel. Es wurde davon ausgegangen, dass mehr als 70 % der Population regelrecht geimpft werden muss um EI-Epidemien zu verhindern. Seit annähernd 40 Jahren werden die Vollblutrennpferde in Irland gegen Influenza geimpft. Obwohl die Impfung eine wichtige Rolle zur Prävention von Epidemien ist, sollte sie nicht die alleinige präventive Strategie darstellen. Der Grad bis zu welchem die Impfung die Transmission des Virus ver-

hindert, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Diese umfassen Antigen-Verwandtschaft des Impfstammes und des Feldvirus, die individuelle Immunreaktion auf die Impfung, der Abstand zur letzten Impfung sowie Netzwerk und Frequenz von Kontakten. In dieser Studie sollte ein Influenzaausbruch bei geimpften Pferden in vier Ställen in Irland über einen Zeitraum von vier Wochen untersucht werden.

Für die Untersuchung wurden wöchentlich Nasentupfer-Proben und Blutproben von allen Pferden genommen bis die Pferde negativ über eine PCR getestet worden waren. Informationen zur Klinik und Vorgeschichte wurden erfasst. Eine adäquate Impfung lag vor, wenn die Tiere in einem Abstand von 21 bis 92 Tagen zwei Impfungen erhalten hatten sowie eine dritte nach 150–215 Tagen und daraufhin einen jährlichen Booster. Es wurde eine RT-PCR durchgeführt, die Antikörperkonzentration erfasst und der Virus isoliert. In den 4 Ställen wurde zwischen Dezember 2014 und Januar 2015 equine Influenza diagnostiziert. Es handelte sich um Influenzaviren der Klade 2 der Florida Linie. 45 % der 118 Pferde entwickelten klinische Symptome, von diesen Tieren wiesen 62,2 % ein positives PCR Ergebnis auf. Die klinisch erkrankten Pferde hatten ein durchschnittliches Alter von 3,7 Jahren, wogegen die Pferde welche gesund blieben ein durchschnittliches Alter von fünf Jahren hatten. 80 Tiere dieser 118 Pferde wiesen eine adäquate Impfvorgeschichte auf und von diesen Tieren entwickelten 33,8 % klinische Symptome. Die geimpften Pferde, welche klinisch erkrankten hatten im Vorfeld durchschnittlich 4,1 Impfdosen erhalten und dies durchschnittlich vor 253,6 Tagen. Bei 66,7 % der erkrankten Pferde war in den vorherigen sechs Monaten keine Boosterimpfung erfolgt und 37 % der erkrankten Pferde entwickelten die klinischen Symptome zu dem Zeitpunkt, an welchen die jährliche Impfung hätte erfolgt haben sollte. 16,9 % der Pferde dieser Untersuchung waren bei der ersten Probenentnahme seronegativ. Von diesen Pferden war 9,3 % adäquat geimpft worden.

In 2 Ställen handelte es sich bei den Indexfällen um Pferde, welche von einem Rennen bzw. von einer Auktion stammten und bei der Ankunft nicht isoliert worden waren. Bei einem Stall verblieb die Quelle der Infektion unbekannt und bei einem Stall wurde das Infektionsgeschehen durch Neuankömmlinge mit unterschiedlicher Impfvorgeschichte ausgelöst. Die Vermischung von Rennpferden mit Pferden, welche nicht an Rennen teilnahmen und keine angemessene Impfvorgeschichte aufwiesen, verstärkte die Transmission des Virus. Die bekannten Indexfälle waren alle entsprechend der Regeln geimpft worden. Eine klinische Erkrankung trotz Impfung trat bei 27/80 Pferden auf unabhängig von der Art der eingesetzten Impfung. Die fehlende Isolation von neuen Pferden und von Pferden, welche von Wettkämpfen wieder in den Stall zurückkamen als auch die Bewegungen der Pferde innerhalb des Stalles trugen zu der Verteilung des Virus innerhalb des Stalles bei. Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen den Schluss zu, dass eine häufigere Boosterimpfung insbesondere bei jungen Pferden sich positiv auswirken würde und eine Synchronisierung des Impfungsregimes innerhalb von Rennställen insbesondere während der risikoreichen Zeiten für die Begrenzung der Verteilung des Influenzavirus sinnvoll erscheint. Des Weiteren ist zu betonen, dass eine jährliche Boosterimpfung nicht als einzige Präventivmaßnahme gegen Influenza beim Pferd angesehen werden sollte. ag

Virology Unit, The Irish Equine Centre, Johnstown, Naas, Kildare, Ireland

Inflammatorische Reaktion gesunder Pferde, die einer Enterotomie des kleinen Colon unterzogen wurden und mit oder ohne Heparin behandelt wurden

Inflammatory response of healthy horses subjected to small colon enterotomy and treated or not with heparin

J. de M. Alonso, E. M. S. Schmidt, R. D. Eckersall, M. Kjellgaard-Hansen, A. L. G. Ales, C. A. Rodrigues, M. J. Watanabe, A. P. Crescencio, C. A. Hussni (2020)

J. Equine Vet. Sci. 90, doi.org/10.1016/j.jevs.2020.102989

Die frühe Phase systemischer Entzündungen ist mit der Akut Phase Reaktion assoziiert. Diese ist Teil des Abwehrmechanismus bei Gewebsschädigungen, wobei die Konzentration der gebildeten Akute Phase Proteine (APPs) mit der Schwere des zugrundeliegenden Faktors korreliert. APPs haben eine kurze Halbwertszeit, stellen aber trotzdem wichtige Biomarker für systemische Entzündungen und fortschreitende Erkrankungen dar. Heparin gilt aufgrund seines antiinflammatorischen wie proinflammatorischen Effekts als pleiotropischer Immunmodulator. Es wird häufig nach chirurgischen Eingriffen bei Kolik verabreicht, um Adhäsionen im Bauchraum zu vermeiden. Dabei sind seine Wirkungen auf ein systemisches Entzündungsgeschehen unbekannt. Die vorliegende Studie untersuchte, ob Heparin, welches über fünf Tage an Pferde mit Enterotomie des kleinen Colons verabreicht wurde, einen Effekt auf ein systemisches Entzündungsgeschehen hatte. Hierzu wurden zehn gesunde Pferde im Alter von durchschnittlich neun Jahren und einem durchschnittlichen Gewicht von 350 kg einer Laparotomie mit Enterotomie des kleinen Colons im Stehen unterzogen. Die Tiere wurden hiernach in zwei Gruppen aufgeteilt. Die Kontrollgruppe (KG) sowie die Therapiegruppe (TG) bestanden aus jeweils fünf Pferden. Die TG erhielt sofort nach dem Eingriff über fünf Tage 150 IU/kg Heparin alle 12 Stunden. Die KG erhielt dagegen kein Heparin. Vor dem Eingriff wurden alle Pferde mit Gentamicin, Kalium-Penicillin sowie Flunixin-Meglumin systemisch abgedeckt. Die Tiere wurden mit Detomidin und Butorphanol sediert und das Operationsfeld nach aseptischer Vorbereitung lokal mit 2%igem Lidocain und Norepinephrin anästhesiert.

Hiernach wurde eine Schnittein-zision in der linken Hungergrube bis fünf cm unterhalb der Procc. transversi der Lendenwirbel angelegt. Nach Eröffnung der Bauchhöhle wurde das Colon vorgelagert und eingeschnitten, wieder vernäht und in die Bauchhöhle zurückgelagert. Nach dem Eingriff wurde einmal täglich über fünf Tage Benzathin Penicillin sowie Gentamicin und Flunixin Meglumin verabreicht. Daneben erhielten alle Pferde einmalig Tetanus Serum, die TG zusätzlich subkutan 150 IU/kg Heparin über fünf Tage alle 12 Stunden. Blut und Peritonealflüssigkeit wurden vor, 12 Stunden nach und an den Tagen 1, 2, 4, 6, 10 und 14 nach dem Eingriff zur Untersuchung gewonnen. Es wurde ein Blutbild angefertigt und das Gesamteiweiß (GE) im Serum bestimmt. Die Konzentrationen von Haptoglobin (HP) und Serumamyloid A (SAA) wurden vor dem Eingriff, 12, 24 und 48 Stunden danach sowie an Tag 4, 6, 10 und 14 nach dem Eingriff im Serum gemessen. In der Peritonealflüssigkeit wurden die GE- und die HP-Konzentration bestimmt. Die Erythrozytenzahl differierte signifikant zwischen beiden Gruppen. Zwei und vier Tage nach dem Eingriff war sie bei den Pferden der TG generell geringer und lag unter der unteren Referenz. Zwei Tage nach dem Eingriff war die HP-Konzentration bei Pferden der

KG signifikant erhöht. SAA war einen Tag, zwei Tage und vier Tage nach dem Eingriff in beiden Gruppen signifikant erhöht. Auch die GE-Konzentration in der Peritonealflüssigkeit war 12 Stunden nach dem Eingriff in beiden Gruppen signifikant erhöht.

Das HP der Bauchhöhlenflüssigkeit war bei Pferden der KG vier Tage und 14 Tage nach dem Eingriff signifikant höher. Es ist bekannt, dass Heparin zu einer Absenkung der Erythrozytenzahl führt, was sich in der vorliegenden Arbeit bei der TG bemerkbar macht. Die höhere HP-Konzentration in der Bauchhöhlenflüssigkeit ist bei beiden Gruppen durch das enterotomiebedingte Entzündungsgeschehen begründet, bei der es zum Austritt von HP in die Bauchhöhlenflüssigkeit gekommen ist. Dem hierbei nur gering ausgeübten Stimulus schreiben es die Autoren zu, dass SAA verhältnismäßig spät, also erst 24 Stunden nach dem Eingriff und nicht, wie in der Literatur beschrieben, bereits sechs bis 12 Stunden später, angestiegen war. Auch das schnelle Absinken der Konzentration ist darauf zurückzuführen. Dies wird gleichwohl für die HP-Konzentration im Serum angenommen, das bei beiden Gruppen nur moderat und kurzfristig angestiegen ist. SAA ist beim Pferd daher besser als Biomarker einer Akut Phase Reaktion geeignet als HP. Die HP-Konzentration der Bauchhöhlenflüssigkeit war dagegen am ehesten geeignet, Unterschiede zwischen beiden Gruppen beim Entzündungsgeschehen aufzudecken. Dies wurde 14 Tage nach dem Eingriff mit einem signifikant höheren Wert bei der KG auffällig. Auch stieg die HP-Konzentration dort früher und stärker in der KG an. Die Autoren führen die geringere Konzentration in der TG an Tag 14 nach dem Eingriff auf die Wirkung von Heparin zurück. Zusammenfassend schreiben die Autoren der APP-Konzentration eine größere Sensitivität in Hinblick auf das Entzündungsgeschehen in beiden Gruppen zu als dem Leukogramm. Auch wenn die Konzentrationen von SAA und HP im Serum weniger sensitiv sind als in der Peritonealflüssigkeit, steigen sie hier doch schneller an. Dies war für beide Gruppen zutreffend, so dass es nicht gelang, Heparin eine spezifische Wirkung auf die Entzündungsreaktion zuzuschreiben. Allerdings vermochte es das Entzündungsgeschehen selbst zu lindern. sp

Department of Anesthesiology and Veterinary Surgery, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Sao Paulo State University (UNESP), Campus of Botucatu, Sao Paulo, Brazil

Auswirkung einer langfristigen Überfütterung mit einer hochenergetischen Ration auf die Glukosetoleranz bei Shetlandponystuten

Effect of long-term overfeeding of a high-energy diet on glucose tolerance in Shetland pony mares

N. M. M. d’Fonseca, C. M. E. Gibson, D. A. van Doorn, M. de Ruijter-Villani, T. A. E. Stout, E. Roelfsema (2020)

J. Vet. Intern 34, 1339–1349

Die Dysregulation des Insulinstoffwechsels (ID) spielt eine elementare Rolle bei dem equinen metabolischen Syndrom (EMS). Adipositas und eine Überfütterung gelten als auslösende Faktoren für die Entwicklung oder die Verschlechterung von ID, allerdings ist die Beziehung zwischen chronischer Überfütterung und

der Entwicklung von ID und Adipositas nicht vollständig verstanden. Die Erkenntnisse zu der Entwicklung von ID beruhen auf Studien mit einer kurzzeitigen Änderung der Ration. Neuere Studien zeigten, dass bei nicht adipösen Trabern mit adäquater Energieversorgung und einem BCS von $< 7/9$ nach einer sechswöchigen Fütterung einer zucker- und stärkereichen Ration das Risiko der Entwicklung einer ID ansteigt im Gegensatz zu der Fütterung einer fettreichen Ration. Somit würde eine alleinige Gewichtszunahme die Insulindysregulation nicht triggern. Wenn die Pferde allerdings schon adipös sind und eine ID aufweisen, scheint die Auswirkung der diätetischen Energiequelle bei der Entwicklung von ID weniger wichtig zu sein. Das Ziel dieser zweijährigen Studie war den Einfluss einer langfristigen, energiereichen Fütterung auf die Entwicklung von ID und Adipositas bei einer Gruppe von Shetlandponys zu erfassen. Es handelte sich um eine Studie mit drei Phasen, bei welchen die Tiere ($n = 7$) zunächst über 24 Wochen energiereich (200% des Energiebedarfs) mit Heu und einem Konzentrat mit 36 % Zucker und Stärke sowie 13 % Fett gefüttert wurden. Daraufhin erfolgte eine Phase von 17 Wochen in welcher nur Heu gefüttert wurde, gefolgt von einer wieder energiereichen Fütterung über 29 Wochen.

Die Stuten wurden wöchentlich gewogen und der BCS erfasst. Ein oraler Glukosetoleranztest wurde drei bis viermal in jeder Fütterungsphase durchgeführt. Die Ergebnisse wurden mit denen von Kontrollpferden ($n = 4$), welche genau ihrem Energiebedarf entsprechend gefüttert worden waren verglichen. Die Stuten wiesen zu Beginn der Studie einen BCS von 4–6/9 auf. Die Ponys welche über zwei Jahre deutlich über ihrem Energiebedarf gefüttert worden waren, zeigten am Ende des Studienzeitraumes ein steifes Bewegungsmuster und die Ponys liefen auf hartem Boden mit kurzen Schritten, sodass die Autoren von der Entwicklung einer subklinischen Hufrehe ausgingen. Der durchschnittliche BCS stieg in dem Studienzeitraum von 5/9 auf 7–9/9. In der Kontrollgruppe sank der BCS im ersten Jahr um 1 Grad und verblieb bei 4 ± 1 . Das durchschnittliche Körpergewicht der Ponys stieg in jedem Zeitraum der Überfütterung um über 27 %. Bei vier Ponys handelte es sich sogar um einen Anstieg um 86 kg, was eine Zunahme um 51 % des Körpergewichtes bedeutete. In der Phase der reinen Heufütterung zeigte sich keine Reduzierung des Gewichtes. Zu Beginn der Untersuchung wiesen alle Ponys einen unauffälligen oralen Glukosetoleranztest auf. Nach 5–8 Wochen Überfütterung zeigte sich ein früherer maximaler Glukoseanstieg. In der zweiten Phase der Überfütterung entwickelten die Pferde eine signifikant höhere maximale Insulinkonzentration. Während beider Phasen der Überfütterung sank der AUC (Area under the curve) der Glukosekonzentration im Plasma, wogegen der AUC der Insulinkonzentration im Plasma signifikant anstieg.

Die durchschnittliche basale Plasmakonzentration von Glukose und die maximale Insulinkonzentrationen im Plasma waren bei den energiereich gefütterten Pferden höher als bei den Kontrolltieren. Die durch die Fütterung ausgelöste Veränderung der Ergebnisse des oralen Glukosetoleranztests könnte auf einer verbesserten Aufnahme von Glukose wahrscheinlich durch eine gesteigerte Expression des intestinalen Natrium-Glukose-Cotransporters und der erhöhten Kapazität des Darmes Glukose zu absorbieren aufgrund des erhöhten diätetischen Angebotes von Kohlenhydraten beruhen. Da die maximale Plasmaglukosekonzentration während der reinen Heufütterung später auftrat, kann vermutet werden, dass in dem Zeitraum mit alleiniger Heufütterung die Glukoseaufnahme bei den Ponys welche zuvor eine energiereiche Ration

erhalten hatten verlangsamt wurde. Die Ergebnisse dieses Experimentes zeigten, dass die Fütterung einer energiereichen Ration bei gesunden nicht adipösen Shetland-Ponystuten innerhalb von fünf Wochen zu einem effizienteren Glukosemetabolismus führt, gefolgt von einer signifikanten Hyperinsulinämie und Adipositas. Die Hyperinsulinämie verschwand während der 17 Wochen mit alleiniger Heufütterung unabhängig vom BCS. Somit wies die Rationsgestaltung im Vergleich zum BCS eine größere Rolle bei der Entwicklung von ID auf. Die Hyperinsulinämie trat nach erneuter energiereicher Fütterung schnell wieder auf. ag

Department of Equine Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands

Vergleich der täglichen Herzfrequenzvariabilität bei alten und jungen Pferden: eine Pilotstudie

Comparison of daily heart rate variability in old and young horses: A preliminary study

I. Janczarek, W. Kedzierski, I. Wilk, E. Wnuk-Pawlak, A. Rakowska (2020)

J. Vet. Sci. 28, 1–7

Die Herzfrequenzvariabilität (HFV) ist Ausdruck physiologischer Schwankungen des Sinusrhythmus, die zu einer unterschiedlichen Dauer der jeweils einzelnen aufeinanderfolgenden Herzzyklen führt. Sie stellt ein natürliches Phänomen der autonomen Nervversorgung dar, welche es dem Herz leicht ermöglicht, sich an die unterschiedlichsten Herausforderungen schnellstmöglich anzupassen. Die Messung der HFV stellt ein einfaches, nicht-invasives Instrument dar, um das Zusammenspiel von Nervensystem und Herzrhythmus zu untersuchen. Bei vielen chronischen Erkrankungen, anhaltenden Stresssituationen und auch im Alter kann diese Interaktion gestört sein und zu Arrhythmien führen. Anders als in der Humanmedizin existieren beim Pferd jedoch kaum Untersuchungen. Die nachfolgende Studie wollte die HFV bei älteren und jüngeren Pferden über 24 Stunden untersuchen und den Wert einer solchen Messung evaluieren. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Nachtstunden gelegt. Dafür wurden 16 Warmblutpferde eines Betriebs untersucht. Es handelte sich um acht Wallache im Alter von vier bis sechs und acht Wallache im Alter von 22 bis 30 Jahren. Die Pferde wurden zuvor auf ihre Gesundheit hin untersucht. Während der Versuchsdurchführung wurden in 24 Stunden die Zeit von einem Herzschlag zum nächsten gemessen (RR-Wert). Dies erfolgte mit dem Gerät Telemetric Polar RS800CX der Firma Polar Electro Oy (Kempele, Finnland). Daneben wurde die Herzfrequenz (HF) erfasst. Die Aufzeichnungen begannen um fünf Uhr am ersten Tag und dauerten bis zum darauffolgenden Tag um fünf Uhr. Zuvor waren die Pferde an das Messgerät gewöhnt worden. Die RR-Aufnahmen wurden mittels Kubios HRV Software ausgewertet und entsprechend korrigiert (NN-Werte).

In der Zeit von 22.00 bis 23.30 Uhr legten sich die Pferde vermehrt hin und blieben in ihrer Liegeposition bis 3.30 und 4.30 Uhr. Die durchschnittliche Ruhezeit betrug 5,53 Stunden und war bei alten und jungen Pferden gleich lang. Am Tag lagen die Pferde durchschnittlich 6,35 Stunden. In der verbleibenden Zeit waren die Pferde mit der Futtermittelaufnahme beschäftigt, standen oder

liefen in der Box umher. Die HRV-Werte waren zur Tages- bzw. Nachtzeit zwischen den alten und jungen Pferden unterschiedlich. Bei den alten Pferden waren die HF-Raten höher als bei den jungen, wohingegen die NN-Werte und die Quadratwurzel aus der mittleren Summe der Quadrate der Differenz (rMSSD) zwischen den anhängenden NN-Intervallen tiefer lagen als bei den jungen Pferden. Ebenso war die Standardabweichung der NN-Intervalle (SDNN) bei den älteren Pferden geringer als bei den jungen. Während der Nachtaufzeichnungen zeigten die älteren Pferde signifikant tiefere Herzfrequenzen als die jüngeren. Die NN-Werte dagegen waren am Tag signifikant höher. Insgesamt unterschieden sich die HVR-Werte signifikant zwischen alten und jungen Pferden. Keine Unterschiede konnten jedoch zwischen dem LF/HF-Anteil während der Nacht verzeichnet werden. Bei der SDNN wurden zwischen ein und zehn Uhr signifikant höhere Werte bei den alten Pferden gemessen als bei den jungen. Außerdem wurde in der Zeit zwischen zwei und drei Uhr signifikant tiefere Werte bei den alten Pferden verzeichnet.

Bei den jungen Pferden wurden signifikant höhere NN-Werte zwischen ein und zwei Uhr gemessen. Die SDNN zwischen Mitternacht und ein Uhr war tendenziell dagegen niedriger als die anderen Parameter. Die LF- und HF-Werte waren während der Nachtstunden bei den alten Pferden signifikant tiefer als bei den jungen. Dabei waren die LF- und HF-Werte in der Zeit zwischen ein und vier Uhr signifikant höher bei den alten Pferden als bei den jungen. Bei den jungen Pferden waren die LF-Werte zwischen ein und fünf Uhr signifikant höher. Dagegen waren die LF/HF-Anteile zwischen zehn Uhr abends und ein Uhr nachts signifikant höher bei den alten Pferden und in der Zeit zwischen zwei und drei Uhr signifikant tiefer als bei den jungen Pferden. Insgesamt differierten die Zeit- wie Herzparameter zwischen alten und jungen Pferden. Dies könnte darauf zurück zu führen sein, dass die jungen Pferde besser trainiert waren, als die alten. Gleichwohl könnte die niedrigere NN bzw. die rMSSD bei den älteren Pferden auf eine altersbedingte Abnahme der Sympathikusaktivität zurückzuführen sein. Auch andauernder Schmerz führt zu einer HF-Erhöhung und könnte für die Gruppe der älteren Pferde angenommen werden.

Die Abnahme einzelner Herzparameter wird auch in der Humanmedizin mit zunehmendem Alter beobachtet. Analog hierzu schließen die Autoren der Studie, dass auch bei Pferden das Alter eine wesentliche Rolle in der Veränderung der Parameter führt. Verantwortlich wird hierfür eine Abnahme der Parasympathikusaktivität gemacht. Dies geschieht zugunsten der Sympathikusaktivität, was zur Entstehung von Herzerkrankungen beitragen kann. In den Nachtstunden waren die gemessenen Herzparameter jedoch bei alten und jungen Pferden sehr ähnlich, am ehesten konnten Unterschiede zwischen ein und vier Uhr nachts beobachtet werden. Generell waren die Herzparameter, die auf eine gesteigerte vagale Aktivität zurück zu führen sind, bei allen Pferden in der Nacht höher als am Tag. In den frühen Morgenstunden nahm dagegen die Sympathikusaktivität wieder zu, womit sich Training in den frühen Morgenstunden als besonders günstig erweisen würde. Wie aus humanmedizinischen Studien hervorgeht, sehen es die Autoren als wichtig an, dafür zu sorgen, älteren Pferden eine möglichst ungestörte Nachtruhe zu ermöglichen, um das Herz zu schonen und so eine gute Regeneration zu gewährleisten. sp

Department of Horse Breeding and Use, Faculty of Animal Sciences and Bioeconomy, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland

Wirkungen von Glucosinolat-Sinigrin in Kombination mit einer Ration ohne Jod-Supplementierung auf die Konzentrationen der Schilddrüsenhormone und von Jod bei nichttragenden Stuten

Effects of the glucosinolate sinigrin in combination with a noniodine supplemented diet on serum iodine and thyroid hormone concentrations in nonpregnant mares

M. F. Lopez-Rodriguez, N. Cymbaluk, T. Epp, B. Laarveld, E. C. Serrano Recalde, E. Simko, C. Card (2020)

J. Equine Vet. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103110>

Die Geburt von kongenital hypothyroiden Fohlen wurde in Europa und Nordamerika beschrieben. In USA werden diese Fohlen „Mustard Fools“ genannt aufgrund der Assoziation mit Stuten auf Weiden, welche wilde Senfpflanzen aufweisen. Diese Pflanzen beinhalten Glucosinolate (GSLs). Niedrige Konzentrationen dieser Stoffe können gesundheitsfördernd sein, aber höhere Konzentrationen lösen eventuell Nebenwirkungen aus. Sinigrin ist ein bitter schmeckendes GSL, welches in zehn Pflanzen vorkommt. Wenn dieser Stoff aufgenommen wird, erfolgt eine Hydrolyse in Nitrile und Allylthiocyanat. Die Aufnahme von GSL könnte aufgrund der die Schilddrüse supprimierenden Komponenten die Jodaufnahme beeinflussen. Rationen, welche eine hohe Menge von GSL enthalten verursachten bei unterschiedlichen Arten Hypothyroidismus und können die Schilddrüsenfunktion der Nachkommen beeinflussen, da die Stoffe die Plazentaschranke überwinden können. Es existieren keine Fütterungsversuche, welche die Wirkungen von GSL auf die Jodkonzentration im Serum oder die Schilddrüsenhormone bei Pferden untersuchten. In der vorliegenden Untersuchung sollte bei Stuten die Auswirkung der Fütterung einer Ration mit niedrigem Jodgehalt in Kombination mit dem natürlichen GSL Sinigrin auf die Konzentration von Jod und den Schilddrüsenhormonen im Serum beurteilt werden. 19 Stuten in einem Alter zwischen 2 und 14 Jahren wurden auf drei Gruppen aufgeteilt. Sechs Stuten waren in der Kontrollgruppe, sieben Stuten erhielten 20 mmol/Tag GSL und sechs Stuten 35 mmol/Tag GSL.

Vor Beginn der GSL-Fütterung und nach zwölf Wochen erfolgte die Bestimmung der Jodkonzentration im Serum sowie die Durchführung eines Thyreotropin-Releasing-Hormon-Testes. Weiterhin wurden die Schilddrüsenhormone Gesamt-Triiodothyronin (TT3), Gesamt-Thyroxin (TT4) und Thyroid-stimulierendes Hormon (TSH) bestimmt. Für TSH, TT3 und TT4 wurden die Basalwerte von den Werten nach der TRH-Gabe abgezogen und so Delta Δ berechnet und ebenso der Fold Change (FC). Vor Beginn des Fütterungsversuchs waren die Stuten basierend auf den Konzentrationen von TT4 und TT3 euthyroid. Auch die Jodkonzentrationen waren im Normbereich. Es bestand eine Gruppen- sowie Zeitpunkt-Interaktion in Hinblick auf Delta Δ und FC für die TT4- und TT3-Konzentrationen. Die Kontrollstuten wiesen nach zwölf Wochen höhere Werte im Vergleich zu den mit GSL supplementierten Stuten auf. Der FC-Wert von TT4 zeigte sowohl eine Gruppen- als auch Zeitpunkt-Interaktion, insofern als die Kontrollkonzentrationen höher waren im Vergleich zu den Werten der beiden anderen Gruppen. Die TSH-Konzentrationen wurden weder durch die Gruppenzugehörigkeit noch durch den Zeitpunkt beeinflusst. Somit war kein primärer Hypothyreodismus

induziert worden. Die Iodkonzentrationen sanken über die Zeit bei den mit GSL gefütterten Stuten. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Fütterung von Sinigrin in einer Menge von 20 und 35 mmol/Tag bei Stuten eine Erniedrigung der Serumkonzentrationen von Jod hervorruft. Eine Aufnahme von 35 mmol/Tag entspricht einer Aufnahme von 1,9 kg ganzen Baby-Senfplanzen oder von 220 g Samenöl. ag

Department Large Animal Clinical Sciences, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada

Wirkung der kontinuierlichen digitalen Hypothermie auf den lamellären Energiemetabolismus und die Perfusion während der Entwicklung von Hufrehe im Rahmen von zwei experimentellen Modellen

The effect of continuous digital hypothermia on lamellar energy metabolism and perfusion during laminitis development in two experimental models

S. M. Stokes, F. Bertin, D. Stefanovski, L. Poulsen, J. K. Belknap, C. E. Medina-Torres, C. C. Pollitt, A. W. van Eps (2020)
Equine Vet. J. 52, 585–592

Hufrehe ist die häufigste Konsequenz einer endokrinen Dysfunktion, aber sie ist ebenso eine Komplikation bei Sepsis. Der Mechanismus, welcher für die Zerstörung der Huflamellen verantwortlich ist, ist nicht vollständig bekannt, sodass das Management der Erkrankung auf der analgetischen Therapie der aktiven Fälle und auf präventiven Maßnahmen beruht. Die kontinuierliche digitale Hypothermie (CDA) dient als erste Hilfe bei akuten Fällen. Der Mechanismus durch welche die CDH den Schweregrad der Zerstörung der Lamellen verringert, ist nicht bekannt. Es scheint, dass die CDH einen inhibitorischen Effekt auf die Signalwege der Entzündung bei durch Sepsis ausgelöster Hufrehe hat und bei endokrinopathischer Hufrehe den Verlust der Zelladhäsion verhindert, die Apoptose verringert und die Zellproliferation begrenzt. In anderen Geweben verringert die CDH den Glukosemetabolismus, die Laktatsynthese, den Blutfluss und sie schützt gegen pathophysiologische Prozesse bei Hypoxämie, Ischämie und Trauma. Ob diese Wirkungen bei Huflamellen ebenfalls auftreten, ist nicht bekannt. Mithilfe der lamellären Mikrodialyse besteht die Möglichkeit den lamellären Energiemetabolismus und die Perfusion zu beurteilen. In der vorliegenden Studie sollte diese Mikrodialyse genutzt werden, um den Einfluss der CDH auf den Energiemetabolismus und die Perfusion von Lamellen gesunder Pferde und während der Entwicklung einer Hufrehe ausgelöst über zwei unterschiedliche experimentelle Modelle zu erfassen. Für die Untersuchung wurden archivierte Mikrodialysat-Proben von gesunden Pferden ($n=8$) und von Pferden, bei welchen eine Hufrehe entweder durch euglycaemische Hyperinsulinämie Clamp (EHC, $n=8$) oder durch die Gabe von Oligofruktose (OF, $n=6$) ausgelöst worden war, genutzt. Bei dem Versuch war eine Gliedmaße kontinuierlich digital gekühlt worden. Die Mikrodialysate waren im Abstand von 6 Stunden entnommen worden und die Konzentrationen von Glukose, Laktat und Pyruvat bestimmt und das Verhältnis zwischen Pyruvat und Laktat berechnet worden.

Zur Erfassung der lamellären Gewebepfusion wurde die Harnstoff Clearance der Mikrodialysate genutzt. Die Kontrollpferde verblieben klinisch unauffällig. Pferde der EHC-Gruppe entwickelten 28–34 Stunden nach Induktion der Hufrehe Symptome entsprechend Obel Grad 1. Pferde der OF-Gruppe zeigten Symptome dieses Grades 18–24 Stunden nach Induktion der Hufrehe, so wie Fieber 10–16,5 Stunden nach der Gabe der Oligofruktose und Tachykardie sowie Diarrhoe nach 10–14 Stunden. Bei Pferden mit CDH sank die Temperatur der dorsalen Hufwand auf 5,6°C bei den Kontrollpferden, auf 6,4°C bei Pferden der EHC-Gruppe und auf 5,9°C bei Pferden der OF-Gruppe. Ohne die kontinuierliche digitale Hypothermie lagen diese Temperaturen bei 24,3°C, 29,7°C bzw. 28,1°C. Die Glukosewerte zeigten aufgrund der CDH keine Unterschiede aufgrund der Gruppenzugehörigkeit. Bei allen Tieren erzielte die CDH eine Reduzierung der Pyruvat- und Laktatkonzentrationen. Das Verhältnis zwischen Laktat und Pyruvat sank nur bei den Proben der Kontrollpferde. Die Harnstoff Clearance sank bei den gekühlten Gliedmaßen bei den Proben der Kontrollpferde sowie bei den Pferden der EHC-Gruppe. Die Verringerung der Konzentration von Laktat und Pyruvat aufgrund der CDH lässt auf eine deutliche Reduzierung der Rate des Glukosemetabolismus schließen. Da die lamelläre Glukosekonzentration nicht durch die CDH verändert wurde, wird davon ausgegangen, dass die Glukoseaufnahme und Verwertung in den Lamellen durch die CDH reduziert wurde. Trotz dem verringertem Glukosemetabolismus scheint kein Energiemangel in den Lamellen vorzuliegen und genug Glukose zur Verfügung zu stehen. ag

Australian Equine Laminitis Research Unit, School of Veterinary Science, The University of Queensland, Gatton, Queensland, Australia

Evaluierung einer durch Histamin provozierten Veränderung des Luftflusses mittels elektrischer Impedanz Tomographie bei Pferden

Evaluation of histamine-provoked changes in airflow using electrical impedance tomography in horses

C. Secombe, A. D. Waldmann, G. Hosgood, M. Mosing (2020)
Equine Vet. J. 52, 556–563

Das milde Asthma beim Pferd ist eine leistungslimitierende Erkrankung, da es zu einem negativen Einfluss der Lungenmechanik bei der Arbeit und zu einem Bronchospasmus infolge einer verstärkten Hyperreaktivität der Atemwege führt. Die Stärke dieser Reaktivität der Atemwege kann mithilfe von Lungenfunktionstests wie eine Histaminprovokation bestimmt werden. Basierend auf einem Pneumotachographen und respiratorischem Widerstand kann ein Flow Faktor (delta Flow) berechnet werden. Dieser gibt Auskunft über die Verengung des Atemwegsdurchmessers nach einer Histaminprovokation. Die elektrische Impedanz Tomographie (EIT) ist eine nichtinvasive Darstellung, welche bei anästhesierten und wachen Patienten eine Beurteilung der Ventilation erlaubt. Hierfür wird den Pferden ein Gurt mit 32 Elektroden um den Brustkorb geschnallt. Es entstehen Kreuzbilder zur Impedanzveränderung des Thorax und diese werden 50-mal pro Sekunde berechnet. Die Gesamtimpedanzveränderungen korrelieren mit

dem ein- und ausgeatmeten Volumen. Bisher wurde diese Technik beim Pferd nicht eingesetzt. Die EIT kann ein nützliches Gerät zur Diagnostik eines Bronchospasmus beim Pferd nach der Arbeit sein und es ermöglicht die Beurteilung, ob der Spasmus lokal oder im Gesamten auftritt. Ebenso kann auch ein Therapieerfolg dokumentiert werden. Das Ziel der Studie war es zu untersuchen, ob eine mittels Histamin provozierte Luftflussveränderung im EIT erkannt werden kann. Es wird angenommen, dass durch Histamin sich globale und lokale Höhen des respiratorischen Flusses im delta flow darstellen lassen. Es standen 6 Trabrennpferde mit einem mittleren Alter von 11,7 Jahren und einem mittleren Körpergewicht von 498 kg für die Studie zur Verfügung. Es handelte sich um 2 Stuten und 4 Wallache mit einem mittleren BCS von 5 von 9. Aufgrund einer klinischen und labormedizinischen Untersuchung wurden alle Pferde als gesund beurteilt. Eine Woche vor Studienbeginn wurden die Pferde in einen Paddock gebracht und erhielten Raufutter sowie ein Zusatzfuttermittel.

Jedes Pferd wurde in den Zwangsstand gebracht und intravenös mit Detomidin (0,01 mg/kg) sediert. Danach wurde im Bereich des 5. und 6. Interkostalraumes rundherum Ultraschallgel aufgetragen ohne aber das Fell zu rasieren. Auf das Gel wurde mit leichtem Zug ein Gurt mit 32 Elektroden platziert, welche somit im engen Kontakt zum Pferd standen. Im Anschluss wurde der EIT-Gurt mit dem Steuergerät, der Gesichtsmaske, dem Pneumotachographen und dem abdominalen und thorakalen Widerstand-Plethysmographen (RIP) verbunden. Um ein nasales Ödem zu vermeiden wurde die Position des Kopfes konstant in horizontaler Position gehalten. Um mögliche Effekte von Detomidin auf den Gasaustausch oder das EIT zu vermeiden wurde der Versuch mit einer Verzögerung von 10 Minuten nach der Sedation gestartet. Hierfür wurde Kochsalzlösung und Histamin bei jedem Pferd mit dem Flowmetric Plethysmographen vernebelt. 0,9%ige Kochsalzlösung wurde als Kontrolle verwendet. Im Anschluss wurde Histamindiphosphat in ansteigender Dosierung (beginnend mit 4 mg/ml, dann 8, 16 und 32 mg/ml) vernebelt. Jede Dosis wurde über 2 Minuten vernebelt. Die Daten der Lungenfunktion wurden nach jeder Vernebelung über weitere 3 Minuten mittels EIT und des Flowmetric Plethysmographen aufgezeichnet. Die Vernebelung wurde so lange fortgesetzt bis sich Veränderungen im Atemmuster, welche mit Veränderungen des Atemwegsdurchmesser korrelierten sichtbar waren und der delta Flow 50% der Basislinie erreicht oder eine maximale Konzentration von 32 mg/ml Histamindiphosphat verwendet wurde.

Wenn einer dieser Endpunkte erreicht wurde, wurde Salbutamol (2 µg/kg) als Dosieraerosol inhaliert. 5 Minuten später wurden alle Geräte abgeschaltet und der Gurt ausgezogen. Das Pferd wurde für weitere 10 Minuten in seinem Paddock beobachtet. Ausgewertet wurde eine Sequenz von mindestens 8 bis maximal 22 stabilen Atemzügen innerhalb der 3-minütigen Messperiode. Die Lunge wurde in 4 Quadranten unterteilt: rechtes, links, ventral und dorsal. Alle Pferde akzeptierten die Instrumente und die Histaminprovokation sehr gut und erholten sich entsprechend. Die mittlere Studienzeit betrug 20 Minuten. Der Endpunkt der Histaminprovokation lag bei 2 Pferden bei 8 mg/ml und bei 3 Pferden bei 16 mg/ml. Ein Pferd wies weder klinische Anzeichen einer Atemwegsverengung auf noch erreichte es einen 50%igen Anstieg des delta Flows bei 32 mg/ml Histaminvernebelung und musste daher aus der Studie ausgeschlossen werden. Jedes Pferd wies einen Anstieg der gesamten Flussindizes bei steigender Histaminkonzentration auf. Der gesamte inspiratorische delta Flow

erhöhte sich bei 8 und 16 mg/ml Histamin signifikant. Der expiratorische delta Flow allerdings wies nur bei 16 mg/ml Histamin verglichen mit dem Wert 0 eine signifikante Erhöhung auf. Bezüglich des regionalen Flusses waren Veränderungen nur in den ventralen Regionen (rechts und links) während der Inspiration erkennbar. Während der Inspiration im rechten ventralen Bereich ließen sich erhöhte Werte bei 8 mg/ml und im linken Bereich bei 16 mg/ml Histamin erkennen. In den dorsalen Bereichen war nur im rechten Quadranten bei 8 mg/ml Histamin bei Inspiration eine Veränderung des Flows messbar. ad

School of Veterinary Medicine, College of Science, Health, Engineering and Education, Murdoch University, Perth, Australia

Lamellärer Energiemetabolismus und Perfusion beim euglycaemischen hyperinsulinämischen Clamp Modell der equinen Hufrehe

Lamellar energy metabolism and perfusion in the euglycaemic hyperinsulinaemic clamp model of equine laminitis

S. M. Stokes, F. R. Bertin, D. Stefanovski, J. K. Belknap, C. E. Medina-Torres, C. C. Pollitt, A. W. van Eps (2020)
Equine Vet. J. 52, 577–584

Die Hyperinsulinämie ist das Schlüsselement bei der Pathophysiologie von endokrinopathischer Hufrehe. Allerdings ist der genaue Mechanismus zur Entwicklung der Läsionen bis heute nicht bekannt. Unterschiedliche Mechanismen könnten für die Veränderung der Homöostase der Epithelzellen verantwortlich sein einschließlich Veränderungen der Perfusion und des Energiemetabolismus. In der vorliegenden Untersuchung sollte beurteilt werden, ob ischämisch oder nicht-ischämische Veränderungen der Energiebalance in den Lamellen zu der Pathogenese der endokrinopathischen Hufrehe beitragen. Für die Untersuchung standen acht gesunde Traber, bei welchen eine Hufrehe über das euglycaemische hyperinsulinämische Clamp Modell (EHC-Modell) ausgelöst worden war, zur Verfügung. Archivierte Proben von sechs gesunden Trabanten dienten als Kontrolle. Die Pferde waren ohne Lahmheit im Schritt und zeigten keine röntgenologischen Veränderungen der Zehe auf. Während der 72-stündigen Studienzeit erhielten die Pferde Wasser und Heu ad libitum. Zunächst wurde in einem Abstand von 6 Stunden in den ersten 24 Stunden über eine Mikrodialysesonde Proben der Lamellen der Vordergliedmaße entnommen. Daraufhin erfolgte über 48 Stunden ein kontinuierlicher euglycaemischer hyperinsulinämischer Clamp. Auch in dieser Zeit erfolgte die Probenentnahme über die Sonde.

Es wurden die Konzentration von Glukose, Laktat sowie Pyruvat bestimmt und das Laktat-Pyruvat-Verhältnis berechnet. Zur Abschätzung der Gewebepfusion in den Lamellen wurde die Microdialysis Clearance von Harnstoff genutzt. Die archivierten Proben der gesunden Pferde wurden zur Kontrolle verwendet. Alle Pferde der EHC-Gruppe zeigten 28–34 Stunden nach Beginn der Reheinduktion eine Gewichtsverlagerung entsprechend einer Hufrehe-Erkrankung des Obel Grad 1. Die Kontrollpferde entwickelten dieses veränderte Bewegungsmuster nicht. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied in Hinblick auf die Glukose-

konzentration der lamellären Mikrodialysate von den Pferden der beiden Gruppen. Es zeigte sich ein relativ schneller Abfall der Glukosekonzentration nach 48 Stunden mit den niedrigsten Konzentrationen nach 66 Stunden bei den EHC-Pferden und nach 68 Stunden bei den Tieren der Kontrollpferden. Die Laktatkonzentration stieg bei den Proben der Pferde beider Gruppen an. Dieser Anstieg war bei den Pferden der EHC-Gruppe signifikant höher. Die Pyruvat-Konzentration veränderte sich über die Zeit nicht signifikant. Allerdings wurde bei den EHC-Pferden ein relativer Anstieg im Vergleich zu den Kontrollpferden während der Clamp-Periode festgestellt. Das Verhältnis zwischen Laktat und Pyruvat stieg bei den Pferden der EHC-Gruppe während des Clamps signifikant an. Die Konzentration von Laktat im Plasma veränderte sich nicht signifikant.

Ebenfalls wurden keine signifikanten Veränderungen der Harnstoff-Clearance festgestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Hyperinsulinämie keine ausgeprägten Veränderungen des Energiemetabolismus oder der Perfusion der Lamellen hervorruft. Es zeigten sich keine Anzeichen einer Hypoperfusion, eines energetischen Stresses oder einer Ischämie während der Entwicklung der Hufrehe. Pyruvat ist das Endprodukt der Glykolyse und wird bei niedrigen Sauerstoffgehalten in Laktat umgewandelt. Somit stellt das Verhältnis zwischen Laktat und Pyruvat einen Indikator für Ischämie und/oder mitochondriales Versagen dar. Bei den Pferden, bei welchen Hufrehe ausgelöst worden war veränderte sich dieses Verhältnis über die Zeit nicht. Somit scheint der Energiemetabolismus der Lamellen durch den EHC nicht beeinflusst zu werden. Die exogene Harnstoff-Clearance erfasst über die Mikrodialyse ist eine etablierte Methode zur Bestimmung der lokalen mikrovaskulären Perfusion. Da auch hier keine Veränderungen nachgewiesen wurden, kann davon ausgegangen werden, dass während des EHC keine Hypoperfusion auftrat. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Hufrehe ohne Anzeichen einer Hypoperfusion oder eines energetischen Stresses der Lamellen entwickelte. ag

Australian Equine Laminitis Research Unit, School of Veterinary Science, The University of Queensland, Gatton, Qld, Australia

Blutglukose- und Insulinkonzentrationen nach der Verabreichung von alpha2 Agonisten bei Pferden mit und ohne Insulindysregulation

Blood glucose and insulin concentrations after alpha 2 agonists administration in horses with and without insulin dysregulation

J. E. Kritchevsky, G. S. Muir, D. H. Z. Leschke, J. K. Hodgson, E. K. Hess, F.-R. Bertin (2020)

J. Vet. Intern. Med. 34, 902–908

Xylazin und Detomidin können bei verschiedenen Eingriffen am Pferd alleine oder in Kombination mit anderen Sedativa oder Analgetika verwendet werden. Welches der beiden Sedativa verabreicht wird ist zum einen sehr abhängig vom Praktiker und zum anderen vom Verwendungszweck, da mit Detomidin eine längere Sedation erreicht wird. Alpha2 Agonisten verändern den Glukose- sowie Insulinspiegel und werden dennoch in der täglichen

Praxis verwendet. Bei metabolisch stabilen Tieren senken die alpha2 Agonisten die Insulinsekretion aus den pankreatischen Betazellen und erreichen einen geringen Anstieg der Glukagonsekretion aus den pankreatischen Alphazellen. Dies führt zu einer transienten Hyperglykämie. Da bei Pferden die Blutglukose der Hauptantrieb der Insulinsekretion ist, entwickelt sich eine kompensatorische Hyperinsulinämie mit Normalisierung der Blutglukose. Die Dauer und das Ausmaß jeder Phase variieren stark mit dem angewendeten alpha2 Agonisten. Romifidin weist deutliche Reaktionen in dieser Hinsicht auf, verglichen mit Xylazin. Bei schwer kranken Pferden führt eine Hyperglykämie zu Komplikationen und fatalem Ausgang. Bei metabolisch instabilen Pferden kann der Einsatz von alpha2 Agonisten dramatischere Effekte auf die Glukose- und Insulindynamik haben. Pferde mit Insulindysregulation (ID), welches ein Baustein des metabolischen Syndroms darstellt, haben eine Blutglukosekonzentration die im höheren Referenzbereich liegt und bei denen induziert die Gabe eines alpha2 Agonisten folglich eine deutlicher ausgeprägte Hyperglykämie. Das Ziel der Studie war es zu beschreiben wie Pferde mit Insulinresistenz (ID) auf die Gabe von alpha2 Agonisten reagieren und die beiden häufig verwendeten alpha2 Agonisten Xylazinhydrochlorid mit Detomidinhydrochlorid zu vergleichen.

Die Studienpopulation bestand aus adulten Pferden, welche aufgrund verschiedener Gründe, ausgenommen gastrointestinaler oder endokriner Erkrankungen, vorgestellt wurden. Die Population wurde in 2 Gruppen in Abhängigkeit vom oralen Glukose-Test (OGT) oder oralen Zuckertest (OST) und einen 2-stufigen Test zur Insulinsensitivität aufgeteilt. Für den oralen Glukose-Test wurde den Pferden nach einer Fastenzeit von 10 Stunden 0,75 g/kg Glukose per Nasenschlundsonde eingegeben. In einem Zeitraum von 0 bis 120 Minuten wurden Blutproben genommen. Für den OST erhielt das Pferd nach gleicher Fastenzeit konzentrierten Maissirup und Blutproben wurden zwischen 0 und 90 Minuten entnommen. Im Rahmen des 2-stufigen Tests zur Insulinsensitivität erhielten die Pferde 0,1 IU/kg Körpergewicht Insulin intravenös. Die Blutglukose wurde zwischen 0 und 30 Minuten gemessen. Die Diagnose einer ID wurde gestellt, wenn das Pferd sowohl eine Hyperinsulinämie im OGT oder OST hatte und eine periphere Gewebeinsulinresistenz anhand des 2-stufigen Tests zur Insulinsensitivität vorlag. Nach einer Eingewöhnungszeit wurde ein intravenöser Verweilkatheter in die linke Jugularvene gelegt. 60 Minuten nachdem der Katheter eingebaut wurde, erhielt das Pferd Xylazinhydrochlorid oder Detomidinhydrochlorid intravenös in die rechte Jugularvene. Die Wahl des alpha2 Agonisten erfolgte randomisiert und die Blutproben wurden dann über den Katheter der linken Jugularvene zu folgenden Zeiten 0, 12, 30, 45, 90, 120, 150, 180 und 300 Minuten entnommen. Um die Variabilität zu reduzieren wurden alle Untersuchungen zwischen Juli und August für die Institution 1 und zwischen Dezember und Januar für Institution 2 durchgeführt.

7 Pferde wurden der ID-Gruppe und 7 Pferde der Kontrollgruppe zugeordnet. Es ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der Geschlechtsverteilung, Alter, Körpergewicht oder BCS erkennen. Es konnten zu Beginn ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in Hinblick auf die Glukosekonzentration zwischen der ID- und Kontrollgruppe erkannt werden. Jedoch lag die Insulinkonzentration in der ID-Gruppe zu Beginn mit 26,94 µIU/ml signifikant höher als in der Kontrollgruppe (10,14 µIU/ml). In der Kontrollgruppe ließ sich ein signifikanter Effekt der alpha2 Agonisten Gabe auf die

Glukosekonzentration erkennen. Jedoch gab es keinen signifikanten Unterschied in Abhängigkeit vom verwendeten alpha2 Agonisten. Die Verabreichung eines alpha2 Agonisten führte 30 Minuten nach der Injektion bis hin zu 60 Minuten bei Xylazin zu einem signifikanten Anstieg der Glukosekonzentration oberhalb der Basislinie. Bei Detomidinhydrochlorid sogar bis zu 150 Minuten. In der ID-Gruppe gab es einen signifikanten Effekt der alpha2 Agonisten Gabe auf die Glukosekonzentration. Jedoch gab es keinen signifikanten Effekt des Typs des alpha2 Agonisten der gegeben wurde. Die Gabe eines alpha2 Agonisten führt zu einem 30-minütigen Anstieg der Glukosekonzentration bei Xylazin und war bis zu 120 Minuten nach Detomidin Gabe erhöht. Im Vergleich zwischen der ID- und Kontrollgruppe ergaben sich keine signifikanten Effekte auf den endokrinen Status durch die von Xylazin oder Detomidin induzierte Glukosekonzentrationsveränderungen. In der Kontrollgruppe erreichten beide verwendeten alpha2 Agonisten eine Veränderung der Insulinkonzentration.

Zwischen den Medikamenten gab es keine Unterschiede in Hinblick auf die Insulinausschüttung. Die Gabe von alpha2 Agonisten verursachte einen initialen Abfall der Insulinkonzentration unterhalb der Basislinie, jedoch ohne statistische Signifikanz. Dieser initiale Abfall war gefolgt von einem Anstieg der Insulinkonzentration bei beiden alpha 2 Agonisten. Jedoch lag dieser Anstieg nur bei Xylazin signifikant oberhalb der Basislinie für Xylazinhydrochlorid bis 120 Minuten. In der ID-Gruppe gab es einen signifikanten Effekt von alpha2 Agonisten Gabe auf die Insulinkonzentration und einen signifikanten Effekt des Typs der alpha2 Agonisten Gabe. Xylazin induziert einen initialen Abfall der Insulinkonzentration, jedoch ohne statistische Signifikanz zu erreichen. Dieser initiale Abfall wurde gefolgt von einem deutlichen Anstieg signifikant oberhalb der Basislinie bei 120 Minuten und 180 Minuten. Die Gabe von Detomidinhydrochlorid induziert einen Abfall der Insulinkonzentration, unterhalb der Basislinie ohne nachfolgenden Anstieg. Keines dieser Effekte erreichte statistische Signifikanz. Vergleicht man beide Gruppen konnte kein signifikanter Effekt auf den endokrinen Status von Xylazin oder Detomidin erkannt werden. ad

Department of Veterinary Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, Purdue University, West Lafayette, Indiana

Vergleich zweier diagnostischer Methoden für den Nachweis einer Insulindysregulation bei Pferden unter Feldbedingungen

Comparison of Two Diagnostic Methods to Detect Insulin Dysregulation in Horses Unter Field Conditions

L. van den Wollenberg, V. Vandendriessche, K. van Maanen, G. H. M. Counotte (2020)

J. Equine Vet. Sci. 88, doi.org/10.1016/j.jveb.2020.05.005

Die Insulindysregulation (ID) des Pferdes ist charakterisiert durch das Auftreten einer Hyperinsulinämie, der exzessiven Insulinantwort auf Kohlehydrate und der Insulinresistenz (IR) des Zielgewebes. Für die Pferdepraxis wäre die Möglichkeit, eine ID nachweisen zu können auch im Umgang mit dem Besitzer von großem Vorteil. Als zuverlässiges diagnostisches Instrument wird die Durchführung des Oral Sugar Test (OST)s angesehen. Hier-

bei werden 0,15 ml/kg Körpergewicht (KGW) Maissirup eingegeben, wobei die Frage im Raum steht, ob eine höhere Dosierung die diagnostischen Möglichkeiten verbessern könnte. In der vorliegenden Arbeit kamen deshalb 0,45 ml/kg KGW bei einer Gruppe von 90 Pferden zum Einsatz. Hierbei sollte die basale Insulinkonzentration (BIK) mit den Werten nach durgeführtem OST ermittelt und die Ergebnisse bei leichtfuttrigen mit denen von schwerfuttrigen Pferden verglichen werden. Es wurden ein Hengst, 35 Stuten und 54 Wallache untersucht. Das mittlere Gewicht lag bei 492 kg. Der erhobene Body Condition Score (BCS) lag zwischen 4 und 9. Am Untersuchungstag wurden die Pferde morphometrisch vermessen, ein OST durchgeführt und zuvor und danach Blut entnommen. Dieses wurde auf den Glukose- und Insulinwert untersucht. Zuvor mussten die Pferde acht Stunden gehungert haben. Heu durfte bis zwei Stunden vor der Untersuchung vorgelegt werden. Die Tiere wurden anhand ihres BCS in schlank (4–5), moderat (6) oder adipös (7–9) und als leichtfuttrig oder schwerfuttrig eingeteilt. Nach der Blutentnahme wurde der OST durchgeführt. Hierzu wurden 0,45 ml/kg KGW Maissirup (Karo Light Syrup, ACH Food Companies Inc. Memphis, Tennessee) oral mit einer Spritze verabreicht. Nach 75 Minuten wurde erneut Blut entnommen und die Glukose- und Insulinkonzentration gemessen. Die Referenzwerte wurden der Consensus Statement Empfehlung bei EMS entnommen. So galt eine BIK unter 20 mU/l als ID-negativ, eine zwischen 20 und 50 mU/l als verdächtig und die über 50 mU/l als ID-positiv. Die Werte aus der basalen Bestimmung wurden mit denen nach Durchführung des OSTs verglichen.

In der vorliegenden Arbeit wurden Pferde nach der Verabreichung einer höheren Menge von Sirup als weithin empfohlen, untersucht. Hierbei konnte beobachtet werden, dass der OST signifikant mehr Pferde als ID-positiv aufdecken konnte als die Bestimmung des Insulinbasalwerts. Ferner bestätigte der OST alle ID-positiven Fälle, die auch durch die Messung der BIK aufgefallen waren. Generell hatten die Pferde, die laut OST ID-positiv waren, eine höhere BIK. 18 von 25 ID-positiven Pferden blieben unter 20 ml/L Insulin, was eine geringe Sensitivität (25%) des Tests belegt. Andere Literaturangaben regen deshalb an, den Referenzwert auf 5,2 mU/l abzusenken, um die Sensitivität zu verbessern. Bei Durchführung des OSTs konnten die Autoren eine Sensitivität von 96% und eine Spezifität von 66% feststellen. Es ist anzustreben, einen Test durchzuführen, der sowohl eine gute Sensitivität aufweist, um Pferden zuverlässig ein höheres Reherisiko attestieren zu können, als auch eine gute Spezifität hat, um möglichst wenige falsch-positive Ergebnisse zu erhalten. Vor diesem Hintergrund ist der durchgeführte OST der Bestimmung der Basalwerte deutlich überlegen.

Die Autoren wiesen einen signifikant höheren Glukosebasalwert bei den ID-verdächtigen und -positiven Pferden nach. Dabei unterschieden sich die Konzentrationen jedoch sehr stark innerhalb der Gruppen positiv bzw. verdächtig. Wurde die Diagnose ID-positiv mittels OST gestellt, konnte dagegen zeitgleich kein erhöhter Glukosebasalwert festgestellt werden. Daher bewerteten die Autoren die Messung dieses Parameters im Rahmen der ID-Diagnostik als ungeeignet. Im Vergleich zwischen schlanken, moderaten und adipösen Pferden konnte beobachtet werden, dass in der Gruppe der adipösen Pferde viel mehr ID-positive Ergebnisse vorlagen als in den anderen Gruppen. Deren Insulinspiegel war nach dem OST signifikant höher als in den anderen Gruppen. Somit ist die Adipositas Grund für eine höhere ID-Inzidenz. Aller-

dings wurde auch bei wenigen schlanken Pferden nach dem OST eine ID diagnostiziert. Somit können auch schlanke Pferde an ID erkranken. Die Autoren schließen aus den Ergebnissen, dass die Sensitivität der Messung der BIK im Vergleich zum OST mit höherer Dosierung des Maissirups als eher gering zu bewerten ist. Zwar steigt die Sensitivität wenn die Insulinreferenz gesenkt wird deutlich, im Gegenzug nimmt jedoch auch die Spezifität ab, was immer zu vermeiden gilt. Somit ist der OST in der Diagnostik einer ID unter Feldbedingungen besser geeignet, als die Bestimmung der BIK allein. Tendenziell ist davon auszugehen, dass bei den leichtfuttrigen Pferderassen eine stärkere Prädisposition für die Entstehung einer ID besteht, als bei den schwerfuttrigen. sp

GD Animal Health BV, Deventer, The Netherlands

Intestinales Lymphom beim Pferd: klinisch pathologische Charakteristika, der Immunophänotyp und Überlebensrate

Equine intestinal lymphoma: Clinical-pathological features, immunophenotype, and survival

B. Bacci, A. William Stent, E. A. Walmsley (2020)
Vet. Pathol. 57, 369–376

Das Lymphom ist der häufigste intestinale Tumor beim Pferd. Oft wird der Dünndarm betroffen, aber es kann gleichzeitig auch der Dickdarm erkranken. Die pathologischen Eigenschaften eines intestinalen Lymphoms beim Pferd sind nur schlecht charakterisiert und wissenschaftliche Beschreibungen beruhen in der Regel auf einer kleinen Fallzahl. Es existieren T-Zell-Lymphome, T-Zell reiche große B-Zell-Lymphome sowie Enteropathie assoziierte T-Zellen Lymphome Typ 1 und Typ 2. Letztere werden zurzeit als EATL bzw. als monomorphe epithiotrope intestinale Lymphome (ME) bezeichnet. Das Ziel der vorliegenden Studie war die morphologischen und immunohistochemischen Eigenschaften von primären intestinalen Lymphomen beim Pferd zu beschreiben als auch die klinischen Eigenschaften und die Überlebensrate. Zu diesem Zweck standen 20 Fälle mit primärem intestinale Lymphom zur Verfügung. Die Diagnose war entweder durch Biopsieproben oder durch die post mortem durchgeführte Sektion bestätigt worden. Es standen für die Untersuchung 20 Biopsieproben und 16 post mortem entnommene Proben zur Verfügung. Es erfolgte eine histopathologische Untersuchung der Proben und aufgrund der Ergebnisse eine WHO-Klassifizierung. Alle Proben waren von zwei Pathologen unabhängig voneinander untersucht worden.

Es wurden folgende histologische Parameter erfasst: Eindringtiefe der lymphozytären Infiltrate, Größe der Lymphozyten, Vorhandensein von Epitheliotropismus, Anwesenheit von Eosinophilen und durchschnittliche Mitose-Anzahl. Die immunohistochemische Untersuchung ermöglichte die Bestimmung des Immunophänotyps sowie des Proliferationsindex. Die Überlebensraten wurden über Sichtung der Klinikakten sowie über telefonische Befragung des überweisenden Tierarztes oder des Besitzers ermittelt. Das Alter der Pferde lag zwischen 1 und 27 Jahren und war durchschnittlich 13 ± 7 Jahre. Eine Rasse- oder Geschlechts-Prädisposition lag nicht vor. In 50% der Fälle waren die Pferde aufgrund von Kolik überwiesen worden, bei 30% lag Gewichtsverlust vor, bei 25% Durchfall, bei 20% Anorexie und bei 10% Fieber. Bei 10%

der Fälle war die Konzentration von Albumin verringert. Bei der klinischen Untersuchung konnte bei 19 Fällen die Lokalisation bestimmt werden. Die Lymphome befanden sich bei 60% der Fälle im Dünndarm, bei 25% im Colon und bei 15% der Fälle sowohl im Dünndarm als auch im Dickdarm. Die makroskopischen Befunde umfassten eine Verdickung der intestinalen Wand (44%), Umfangsvermehrung oder Knoten in der Wand (25%) oder die Kombination dieser beiden Befunde (10%). Eine Vergrößerung der mesenterialen Lymphknoten wurde bei 15% der Fälle festgestellt.

Es handelte sich bei 17 Fällen um T-Zell-Lymphome und bei drei Fällen um B-Zell-Lymphome. Entsprechend der WHO-Klassifizierung lag bei 40% der Fälle ein Enteropathie assoziiertes T-Zell-Lymphom (EATL) Typ 1 vor, bei 45% EATL Typ 2 und bei 15% ein T-Zellen-reiches B-Zell-Lymphom (TCRLBCL). Die EATL-Fälle waren charakterisiert durch eine Infiltration von kleinen (53%) oder großen (47%) CD3-positiven Lymphozyten. In Hinblick auf die histologische Graduierung entsprachen die Befunde bei 70% der Fälle Grad 1, bei 30% der Fälle Grad 2. Bei den EATL's waren die Infiltrate bei 12% einzig in der Mukosa, bei 53% in der Mukosa sowie Submukosa und bei 35% lagen die Infiltrate transmural vor. EATL 1 war submukosal bis transmural (2/8 bzw. 6/8) und EATL 2 war mukosal bis submukosal bei 3/9 bzw. 6/9 Fällen. Das TCRLBCL lag nur transmural vor. Im überwiegenden Teil der Fälle von EATL's war ein Epitheliotropismus festzustellen. Dieser war charakterisiert durch Einzelzellinfiltrate im Epithel bei Fällen von EATL des Typs 1 und durch intraepitheliale Cluster oder Plaques bei EATL des Typs 2. Bei keinem der Fälle wurde eine Chemotherapie eingesetzt. Fünf Tiere wurden chirurgisch versorgt und bei sechs Pferden erfolgte ein Management mit Kortikosteroiden. Die mediane Überlebenszeit war 25 Tage bei EATL 1, 90 Tage bei EATL 2 und 187,5 Tage bei TCRLBCL. Die Unterschiede waren nicht statistisch signifikant. ag

Department of Veterinary Medical Sciences (DIMEVET), University of Bologna, Ozzano dell'Emilia, Italy

Ein Teil der Plattenepithelkarzinome im Magen des Pferdes ist assoziiert mit einer Infektion mit Equus Papillomavirus-2

A subset of equine gastric squamous cell carcinomas is associated with equus caballus papillomavirus-2 infection

E. Alloway, K. Linder, S. May, T. Rose, J. de Lay, S. Bender, A. Tucker, J. Luff (2020)
Vet. Surg. 49, 590–599

Das Plattenepithelkarzinom (SCC) ist die häufigste Tumorart des Magens beim Pferd. Dieser Tumor wird oft erst spät erkannt und ist assoziiert mit einer schlechten Prognose. Die dem Tumor zugrunde liegende Ursache ist bis heute nicht identifiziert worden. Humane Papillomaviren sind onkogenetische Viren, welche mit unterschiedlichen Typen von Tumoren – einschließlich des Plattenepithelkarzinoms – assoziiert sind. So besteht die Möglichkeit, dass equine Papillomaviren auch beim Pferd eine Rolle im Rahmen der Onkogenese spielen. Es ist bekannt, dass das Equus caballus papillomavirus Typ-2 (EcPV-2) bei der Entwicklung von genitalen Plattenepithelkarzinomen eine ursächliche Rolle spielt. Des Weiteren wurde DNA von EcPV-2 bei genitalen SCC und

deren Vorläuferläsionen nachgewiesen. Aufgrund dieser Informationen nehmen die Autoren an, dass das Virus ebenso mit einem Teil von SCC im Magen assoziiert ist. Für diese Untersuchung konnte bei 11 SCC Proben gewonnen werden. Es handelt sich um Pferde im medianen Alter von 19 Jahren. Bei 7/9 Pferden, bei welchen eine vollständige Sektion durchgeführt worden war, wurden Metastasen identifiziert. Das mediane Alter der Kontrollpferde lag bei 14 Jahren. Zur Bestätigung der Diagnose wurden histologische Schnitte angefertigt und ausgewertet. Die identifizierten Metastasen betrafen vor allem Leber, Lunge, peritoneale Höhle und Milz. Es wurde eine PCR durchgeführt sowie eine In-situ-Hybridisierung für EcPV-2 E6/E7 Onkogene von Proben der 11 SCC sowie von Proben von 15 Kontrollpferden. Die PCR für EcPV-2 war bei 7/11 (64%) der SCC des Magens positiv. Alle Proben der Kontrollpferde waren in dieser Hinsicht negativ. In den Tumorzellen konnten intensive Hybridisierungssignale für EcPV-2 E6/E7 Nukleinsäuren bei 5/11 (45%) SCC's des Magens identifiziert werden. Diese Signale wurden ebenfalls in entfernten Metastasen nachgewiesen. Die Kontrollproben wiesen keine Hybridisierungssignale auf. Diese Studie bestätigt eine potentielle Assoziation zwischen einer EcPV-2-Infektion und einem Teil von Plattenepithelkarzinomen im Magen des Pferdes. Es besteht die Möglichkeit, dass das EcPV-2 initial onkogen wirkt, aber für eine spätere maligne Progression nicht notwendig ist. ag

Department of Population Health and Pathobiology, College of Veterinary Medicine, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA

Vergleich von Xylazin und Detomidin in Kombination mit Midazolam/Ketamin für eine Kastration bei Quarter Horses in der Außenpraxis

Comparison of xylazine and detomidine in combination with midazolam/ketamine for field castration in Quarter Horses

M. C. Smith, L. Bass, J. Damone, K. Mama, S. Rao (2020)
Equine Vet J. 52, 516–521

Aufgrund der guten sedativen und analgetischen Wirkungen werden Alpha 2-Adrenorezeptor-Agonisten einschließlich Xylazin und Detomidin oft verwendet. Diese Medikamente aktivieren die Alpha 2-Adrenorezeptoren im Zentralnervensystem und inhibieren die Freisetzung von Dopamin und Norepinephrin. Es bestehen zwischen Xylazin und Detomidin Unterschiede in Hinblick auf die chemische Struktur und auf die Alpha 2-Selektivität. Dies bedingt einige klinische Unterschiede dieser Wirkstoffe, so unterscheidet sich die Dauer der Wirkung insofern als Detomidin um das zweifache länger wirkt im Vergleich zu Xylazin. Für eine Kurzzeitanarkose unter Praxisbedingungen für Eingriffe wie eine Kastration werden Alpha 2-Agonisten oft mit Ketamin kombiniert. Es zeigte sich, dass eine zusätzliche Gabe eines Anästhetikums während der Kastration die Häufigkeit von Komplikationen signifikant erhöht. In der vorliegenden Untersuchung sollten die anästhetischen Charakteristika von Xylazin versus Detomidin im Rahmen einer Kastration unter Kurzzeitanarkose eingeleitet mit Ketamin und Midazolam verglichen werden.

Für die Studie standen 57 gesunde junge Quarter Horse Hengste zur Verfügung. Diese Pferde erhielten als Prämedikation zufällig

ausgewählt entweder Xylazin (1,1 mg/kg KM) oder Detomidin (0,03 mg/kg LM). Die Narkoseeinleitung erfolgte mit Ketamin (2,2 mg/kg LM) und Midazolam (0,05 mg/kg LM). Weitere Medikationen umfassten die Gabe von Flunixin, Tetanustoxoid und Ceftiofur. Während des Eingriffes wurden im Abstand von 5 Minuten Herz- und Atemfrequenz, Lidreflex, Tränenfluss, Augenposition und Augenbewegung, Schleimhautfarbe, Muskelspannung und etwaige spontane Bewegung erfasst. Des Weiteren wurde die Qualität der Sedation, der Narkoseeinleitung, der chirurgischen Bedingungen und der Aufstehphase gebündelt beurteilt. Falls die Anästhesie inadäquat war oder spontane Bewegungen auftraten, erfolgte eine zusätzliche Gabe von Ketamin (0,6 mg/kg LM). Zeitpunkt und Dosis der zusätzlichen Ketamingabe wurden ebenfalls erfasst. Während des Eingriffes erfolgte keine zusätzliche Gabe von Alpha 2-Agonisten. Nach der chirurgischen Vorbereitung des Operationsfeldes erfolgte eine intratestikuläre Infiltration mit Mepivacain.

Von den 57 Pferden mussten fünf von der Studie ausgeschlossen werden. Für die Erzielung einer adäquaten Sedation vor der Narkoseeinleitung erfolgte eine zusätzliche Gabe des Sedativums bei sieben Pferden der Detomidin-Gruppe und bei zehn Pferden der Xylazin-Gruppe. 5 Minuten nach der ersten Dosis waren Pferde, welche Detomidin erhalten hatten geringer sediert im Vergleich zu Pferden, welche Xylazin erhalten hatten. Ein Unterschied der Einleitungsphase in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit konnte nicht nachvollzogen werden. Es lag ein signifikanter Unterschied in Hinblick auf die Qualität der Narkose während des Eingriffes vor, insofern als Pferde welche mit Xylazin sediert worden waren signifikant häufiger Ketamin zur Aufrechterhaltung der Vollnarkose während des chirurgischen Eingriffes benötigten. Pferde der Detomidin-Gruppe benötigten eine signifikant längere Zeit bis zum Erzielen des Stehvermögens. Die Qualität der Aufwachphase war in Abhängigkeit von der Medikation nicht unterschiedlich. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Detomidin als Prämedikation bei Wildtieren und ängstliche Rennpferden eingesetzt werden sollte oder für längere Eingriffe. ag

Iron Horse Equine Medical and Surgical Services, Elizabeth, CO, USA

Ultraschall geführte Anästhesie auf Transversus abdominis Ebene bei Shetland Ponies: Beschreibung einer Dreipunktinjektionstechnik und Beurteilung der potentiellen analgetischen Wirkung

Ultrasound-guided transversus abdominis plane block in shetland ponies: a description of a three-point-injection technique and evaluation of potential analgesic effects

N. Küls, R. Trujanovic, P. E. Otero, M. P. Larenza-Menzies (2020)
J. Equine Vet. Sci. 90, **Seitenzahl fehlt????????????**

Laparotomien sind schmerzhaft invasive Eingriffe, die zur Behandlung intraabdominaler Erkrankungen durchgeführt werden. Sie verursachen somatische Schmerzen und eine viszerale Hyperalgesie. Eine frühzeitige und intensive Schmerztherapie verbessert die Erholung und verkürzt die Aufenthaltszeit in der Klinik. Eingesetzt werden hierzu systemische Analgetika,

welche systemische kardiovaskuläre und gastrointestinale Nebenwirkungen haben können. Die Anwendung lokaler Anästhetika ist daher einer systemischen Analgesie vorzuziehen. Vor kurzem wurde eine Leitungsanästhesie in der Ebene des Transversus abdominis in der Veterinärnarkose eingeführt. Diese Anästhesie beschreibt die lokale Infiltration mit einem Anästhetikum in eine Faszienebene, welche durch die inneren schrägen und transversalen Bauchmuskeln gebildet wird. Die thorakolumbalen Nerven, die aus den Spinalnervenzwurzeln entspringen, verlaufen in dieser Ebene und innervieren die kraniale, laterale und die kaudoventrale Bauchwand. Die Technik ist leicht durchführbar und risikoarm für den Patienten. Ausgehend von bereits publizierten Injektionstechniken, erfolgte zunächst eine Kadaverstudie zur Untersuchung der Verteilung des Anästhetikums. Die Informationen aus dieser Vorstudie wurden verwendet, um eine ultraschallgeleitete Technik zur Analgesie der Bauchwand bei Shetlandponies zu entwickeln. Es wurde angenommen, dass die Dreipunktinjektionstechnik mit Bupivacain die Dermatome desensibilisiert. Die Kadaverstudien erfolgten an sechs gesunden frisch euthanasierten Pferden verschiedener Rassen. Sie wurden in Seitenlage gelagert und palpatorisch dienten die 18., die 14. und die 8. Rippe als anatomische Orientierungspunkte. Die Vorbereitung der ventralen und lateralen Bauchwand für die Ultraschalluntersuchung erfolgte durch Rasur und das Aufbringen von Ultraschallgel. Bei den ersten beiden Pferden kam eine zusätzliche Injektionsstelle zur Anwendung. Diese lag kaudolateral des Xiphoids auf Höhe der neunten Rippe und diente der Überprüfung der Ausbreitung des Anästhetikums nach kranial.

Die Injektionspunkte lagen zehn Zentimeter ventral des costochondralen Gelenks des korrespondierenden Intercostalraums. Die Injektion erfolgte unter sonographischer Kontrolle um die Transversus abdominis Ebene sicher zu erreichen. Die Nadel wurde im 45° Winkel von kaudal nach kranial geführt und ein Gemisch aus Methylenblau und Bupivacain injiziert. Nach 15 Minuten erfolgte die Präparation des Transversus abdominis Raums. Bei den vier nachfolgenden Kadavern wurde eine zusätzliche Injektionsstelle auf Höhe der 14. Rippe hinzugefügt. Die Anfärbung der Nerven über eine Länge von mindestens 1 cm wurde als positiv bewertet. Im experimentellen Teil der Studie erhielten die Ponies nach randomisierter Zuordnung Bupivacain oder Kochsalzlösung entweder in den rechten oder in den linken Transversus Abdominis Raum unter Ultraschallkontrolle injiziert. Der Sitz des Blocks wurde durch die Kontrolle der Hautsensibilität durch einen geblindeten Untersucher über einen Zeitraum von vier Stunden überprüft. Bereits 30 Minuten nach der Injektion des Lokalanästhetikums waren signifikante Unterschiede zwischen den mit Kochsalz und den mit Bupivacain behandelten Seiten festzustellen. Die in dieser Studie durchgeführte Nadelstichttechnik kann zu einem Lerneffekt im Verlauf der Studie führen. Die beschriebene TAP-Technik desensibilisierte zuverlässig das ventrale Abdomen bis zu zwei Stunden nach der Injektion. Es sind weitere Untersuchungen an laparotomierten Patienten erforderlich um den Effekt der Desensibilisierung zu überprüfen. Zur Verlängerung der Wirkung wären höhere Konzentrationen oder größere Injektionsvolumina zu überprüfen. sl

*Clinical Unit of Anesthesiology and perioperative intensive care medicine,
Vetmeduni Vienna, Austria*

Die intravenöse Pharmakokinetik der Kombination Butorphanol und Detomidin verglichen mit der getrennten Verabreichung bei trainierten Pferden

The intravenous pharmacokinetics of butorphanol and detomidine dosed in combination compared with individual dose administrations to exercised horses

S. W. Paine, J. Bright, J. P. Scarth, P. R. Hincks, C. M. Pearce, C. Hannan, M. Machnik, L. Hillyer (2020)

J. Vet. Pharm. Therap. 43, 162–170

Die Kombination von Detomidin und Butorphanol wird in der Pferdepraxis häufig für das Erreichen einer systemischen Analgesie und Sedation bei kleineren Eingriffen wie Wunden oder Zahnbehandlung verwendet. Die Kombination beider ist deutlich praktikabler und effektiver und Butorphanol kann in niedriger Dosierung angewendet werden, obwohl eine getrennte Anwendung auch möglich ist. Zusätzlich führt die Kombination zu einer Potenzierung des sedativen Effekts im Gegensatz zu Detomidin alleine. Die Verwendung von alpha2 Agonisten und Opiodanalgetika ist bei Rennpferden nicht erlaubt. Gestattet ist die therapeutische Behandlung von Rennpferden außerhalb des Wettbewerbs. Eine mögliche Definition für ‚frei von Medikamenten‘ könnte eine Konzentration dieser Medikamente im Blutplasma sein, welche unterhalb der für eine Wirkung notwendigen Dosis liegt. Detomidin ist ein alpha2 Agonist, welcher primär zur Sedation verwendet wird. Als Formulierung steht das Detomidinhydrochlorid zur Verfügung. Butorphanol ist ein synthetisches Opiodanalgetikum, welches zur Schmerzausschaltung beim Pferd zugelassen ist. Es kann sowohl intramuskulär als auch intravenös verabreicht werden und ist kompatibel mit anderen Sedativa wie Detomidin. Dies erreicht eine Sedation mit Analgesie. Obwohl die Pharmakokinetik für Butorphanol und Detomidin alleine ausreichend erarbeitet wurde, existieren keine pharmakokinetischen Studien über den kombinierten Einsatz.

Das Ziel der Studie war es die Plasma- und Urinkonzentration von Detomidin und Butorphanol als Kombination verabreicht zu vergleichen mit der Pharmakokinetik des alleinigen intravenösen Einsatzes. Zusätzlich sollte mit der Studie eine Hilfestellung für den Pferdesport entstehen um die Wartezeit vor einem Wettkampf zu definieren. 7 gesunde Vollblutwallache im Alter von 4 bis 10 Jahren wurden für die individuelle Butorphanoltartrat-Studie in einer Pferdeklinik in Irland verwendet. 8 gesunde Traber im Alter von 6 bis 16 Jahren wurden für die individuelle Detomidinhydrochlorid-Studie am Biochemischen Institut in Köln eingesetzt. 6 gesunde Vollblutwallache im Alter von 4 bis 8 Jahren wurden für die Kombinationsgabe von Burophanoltartrat und Detomidinhydrochlorid in einem Renncenter in England verwendet. Ein Venenkatheter wurde in die linke Jugularvene gelegt. Bei alleiniger Gabe wurde Butorphanol mit 100 µg/kg und Detomidin mit 10 µg/kg dosiert. In der Kombination wurde Butorphanol in einer Dosierung von 25 µg/kg und Detomidin von 10 µg/kg verwendet. Detomidin wurde 5 Minuten nach der Butorphanolgabe injiziert. Vor der Injektion wurden zur Kontrolle Blutproben (10 ml) und Urinproben (20 ml) entnommen. In reduzierter Frequenz wurden erneut Blut und Urinproben genommen. 24 Stunden nach der letzten Gabe wurde der Venenkatheter entfernt.

Die Urinproben wurden freihändig aufgefangen. Das Vollblut wurde 10 Minuten zentrifugiert und das Plasma bei -20°C eingefroren. Der Urin wurde ebenfalls sofort eingefroren und bei -20°C gelagert und vor der Analyse zentrifugiert. Mittels Flüssigchromatographie wurden die Konzentrationen von Butorphanol, Detomidin und des Metaboliten 3-Hydroxydetomidin bestimmt. Wird Butorphanol alleine intravenös verabreicht weist es eine zweifach größere Clearance von $646 \pm 37 \text{ ml/hr/kg}$ bei gleicher Halbwertszeit ($5,21 \pm 1,56$ zu $5,43 \pm 0,44 \text{ hr}$) auf, verglichen mit der Kombination mit Detomidin ($380 \pm 86 \text{ ml/hr/kg}$). Das Verhältnis von Urin zu Plasma bis ein steady-state erreicht wird, liegt für Butorphanol bei 730 bzw. bei 560. Wird Detomidin alleine oder in Kombination mit Butorphanol verabreicht zeigt sich eine ähnliche Clearance von $3,28 \pm 1,41$ zu $2,5 \pm 630 \text{ ml/hr/kg}$ bei allerdings geringgradig kürzerer Halbwertszeit ($0,57 \pm 0,06$ zu $0,70 \pm 0,11 \text{ hr}$). Das Verhältnis von Urin zu Plasma bis ein steady state erreicht wurde, lag bei Detomidin bei 4 und 8. Der Metabolit von Detomidin konnte bis zu 35 Stunden nach der Gabe von Detomidin im Urin nachgewiesen werden, sowohl nach alleiniger Detomidin- als auch nach der Kombinationsgabe. Im Reitsport gilt bisher eine Nachweiszeit von 72 Stunden für Butorphanol und 48 Stunden für Detomidin. ad

School of Veterinary Medicine and Science, University of Nottingham, Sutton Bonington, UK

Plasmaverfügbarkeit von Gabapentin nach intragastraler Gabe von steigenden Dosierungen bei adulten Pferden

Plasma disposition of gabapentin after the intragastric administration of escalating doses to adult horses

J. R. Gold, T. L. Grubb, S. Green, S. Cox, N. F. Villarino (2020)
J. Vet. Intern. Med. 34, 933–940

Gabapentin wird beim Menschen und bei Tieren als Antikonvulsiva angewendet. Es spielt aber auch bei der Kontrolle von neuropathischen Schmerzen eine wichtige Rolle. Bei Pferden wird Gabapentin in Dosierungen von $5\text{--}20 \text{ mg/kg}$ 2 × täglich in Kombination mit NSAIDs zur Schmerzbehandlung bei Hufrehe eingesetzt. Teilweise ist diese Behandlung nicht erfolgreich. Es kann sein, dass die Dosierung nicht ausreichend ist, da diese aus der Humanmedizin extrapoliert wurde. Nach oraler Gabe ist die Resorption von Gabapentin relativ geringfügig, so dass eventuell höhere Dosierungen gegeben werden müssten. Beim Menschen unterliegt Gabapentin einer Sättigungskinetik, so dass die Serumkonzentration nicht linear zur applizierten Dosis steigt. Dies ist bei Pferden vermutlich auch so. Häufige Nebenwirkungen von Gabapentin sind beim Menschen Somnolenz, Schwindel und Ataxie. Sedation und Ataxie werden auch bei Hunden und Katzen beobachtet. In dieser Studie sollte der Anstieg der Plasmakonzentration von Gabapentin nach einmaliger oraler Gabe von $10\text{--}160 \text{ mg/kg}$ bei adulten Pferde untersucht werden. Es wurde vermutet, dass kein proportionaler Anstieg der Konzentration im Plasma zur gegebenen Dosis erfolgt. In einer randomisierten, verblindeten Studie wurde 9 gesunden, adulten Arabern und Quarter Horses entweder 10 und 20 mg/kg ($n = 3$) oder 60 , 80 , 120 und 160 mg/kg ($n = 6$) Gabapentin mit einer Nasenschlundsonde verabreicht. Plasma wurde vor und in regelmäßi-

gen Abständen über 64 Stunden nach der Gabapentin-Gabe gewonnen. Die Quantifizierung von Gabapentin wurde mit einer validierten Chromatographie durchgeführt. Die Proportionalität zur Dosis wurde mit einem Power Modell ermittelt. Die pharmakokinetischen Parameter wurden mit einem pharmakokinetischen Kompartimentmodell berechnet.

Die Gabapentin-Plasmakonzentrationen stiegen mit der Höhe der applizierten Dosis an. Aber die Fläche unter der Konzentrationskurve von 0 bis unendlich und die maximale Plasmakonzentration stiegen nicht proportional mit dem Anstieg der Dosis. Nur bei einem Pferd wurde Sedation als Nebenwirkung beobachtet. Diese trat 2 Stunden nach der Gabe von 120 bzw. 160 mg/kg Gabapentin auf und verschwand nach 1 Stunde wieder. In dieser Studie mit Dosierungen von 10 bis 160 mg/kg rangierten die Plasma-Halbwertszeiten von Gabapentin zwischen 2 und $15,7$ Stunden, während in einer anderen Studie mit Dosierungen von 5 und 20 mg/kg die Halbwertszeiten zwischen $3,4$ und $7,7$ Stunden lagen. Die Gründe für diese Diskrepanzen sind unklar. Der Mangel an Proportionalität zwischen Dosis und Plasmakonzentrationen von Gabapentin könnte eine Folge der Sättigung von intestinalen Transportmechanismen und einem relativen Absinken der intestinalen Resorption sein. Auch das Vorhandensein von Futter im Magen der Pferde kann die Resorption von Gabapentin beeinflussen. In dieser Studie wurden die Pferde zur Applikation mit der Nasen-Schlund-Sonde mit Xylazin sediert und anschließend wurde die Wirkung von Xylazin mit Atipamazol antagonisiert, was auch den Effekt von Xylazin auf die Darmmotilität wieder aufheben sollte. Es gibt keine Informationen über die optimale analgetische Plasmakonzentration von Gabapentin bei Pferden. In dieser Studie wurde nur die Pharmakokinetik nach einmaliger oraler Gabe von Gabapentin untersucht. Für ein gutes Dosisregimen zur Schmerzkontrolle sind weitere Studien mit mehr Pferden und mit regelmäßigen Gaben notwendig. Mit multiplen Dosen sollten auch potentielle unerwünschte Wirkungen genauer untersucht werden, insbesondere ob eine Hepato- oder Nephrotoxizität vorliegt. ir

Department of Veterinary Clinical Sciences, Washington State University, Pullman, Washington; Department of Biomedical and Diagnostic Sciences, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee

Risikofaktoren für belastungsinduzierte Überhitzung bei Vollblutrennpferden bei Flachrennen in Japan (2005–2016)

Risk factors for exertional heat illness in Thoroughbred racehorses in flat races in Japan (2005–2016)

Y. Takahashi, T. Takahashi (2020)
Equine Vet. J. 52, 364–368

Vollblüter erreichen unter maximaler Sauerstoffaufnahme Geschwindigkeiten von mehr als 17 m/s bei Flachrennen. Dies kann zu einem Anstieg der Körperkerntemperatur von über einem Grad Celsius pro Minute führen, ohne dass dabei eine Hyperthermie provoziert wird, wenn die Möglichkeit zur Wärmeabgabe an die Umgebung gegeben ist. Dort allerdings, wo schwere Rennen in heißer, feuchter Umgebung stattfinden, die Dissipation von Hitze somit gering ist, kann sich eine belastungsbedingte Überhitzung

mit Hitzestress einstellen. Aus der Humanmedizin sind Risikofaktoren wie eine entsprechend feucht-heiße Umgebung, lange Trainingsdauer und -intensität, Body Mass Index und fehlende Anpassungsfähigkeit neben schlechter körperlicher Kondition bekannt. Die vorliegende Arbeit versucht, ebensolche Risikofaktoren für Vollblutrennpferde bei Flachrennen in Japan zu eruieren. Hierfür wurde eine deskriptive Analyse der zwischen 2005 und 2016 bei Flachrennen gestarteten Vollblüter in Japan durchgeführt und die Daten von 61 150 Pferden bei 574 504 Starts untersucht. Dabei wurden veterinärmedizinische Berichte von Pferden, bei denen eine Überhitzung nach Flachrennen diagnostiziert wurde, retrospektiv ausgewertet und die Daten zwischen den Monaten April bis September zu einer Fallkontrollstudie zusammengefasst. Jeder Überhitzungsfall bekam hierfür drei zufällig ausgesuchte Kontrollpferde gegenübergestellt. Die Rennberichte der Pferde und das geschätzte Klimasummenmaß (GFLT) des regional zuständigen meteorologischen Observatoriums wurden vergleichend untersucht. Das monatliche Inzidenzrisiko für die Überhitzung wurde kalkuliert in dem die Anzahl der Fälle durch die Anzahl der monatlichen Starts dividiert und mit 1000 multipliziert wurde.

Von 194 Fällen in der gesamten Studienperiode traten 188 Fälle in den Monaten April bis September auf. Die größte Inzidenz war im Juli mit 1,1 Fällen pro 1000 Starts bei einem 95%igen Konfidenzintervall zu verzeichnen. Der GFLT-Index, Geschlecht, Renndistanz, Alter und Körpergewicht waren mit dem Auftreten einer belastungsinduzierten Überhitzung signifikant korreliert. Wenn der GFLT-Index die 28°C-Marke überstieg, nahm das Risiko für Überhitzung im Vergleich zu einem Index von unter 20°C bedeutend zu. Im Vergleich zu Hengsten waren Wallache und Stuten eher prädisponiert an einer Überhitzung zu erkranken. Außerdem waren Rennen mit einer Länge von mehr als 1,6 km, ein Alter von 4 und ≥ 5 Jahren oder auch ein geringes Körpergewicht signifikant stärker mit einem höheren Risiko für Überhitzung assoziiert. Der risikobehaftete GFLT-Index von 28°C geht konform mit Ergebnissen von Untersuchungen aus der Humanmedizin, wenngleich die Trainingsdauer von Rennen vergleichsweise kurz ist. Ist die Luftfeuchtigkeit besonders hoch, gelingt es den Pferden häufig nicht mehr, adäquat Wärme nach außen abzugeben und das Risiko für eine Überhitzung steigt. Wird der GFLT-Index am Rennort also überstiegen, ist es besonders wichtig, dass nach dem Rennen geeignete Einrichtungen zur Abkühlung gelaufener Pferde zu Verfügung zu stehen, um der Überhitzung entgegen zu wirken.

Steht die Möglichkeit der Ermittlung des GFLT-Index nicht zu Verfügung, muss sich an der Außentemperatur orientiert werden. Diese sollte 29°C keinesfalls überschreiten. Die Möglichkeit einer adäquaten Thermoregulation ist im überwiegenden Sinne und ganz speziesübergreifend mit dem Geschlecht assoziiert. Männliche Individuen können in der Regel besser Wärme abgeben als weibliche. Dies wird auch in der vorliegenden Studie deutlich. So waren Stuten stärker für eine Überhitzung prädisponiert als Hengste. Auch Wallache waren im Vergleich zu Hengsten stärker gefährdet. Mit Zunahme der Rennstrecke nahm ebenfalls das Risiko für die Entstehung einer Überhitzung zu. Dies hängt damit zusammen, dass die metabolische Hitze proportional zu Trainingsdauer zunimmt. Die in der vorliegenden Arbeit erhobene Alterspräferenz für die Entstehung einer Überhitzung kann dagegen nicht restlos erklärt werden. Die Autoren regen zusammenfassend an, dass auf Grundlage der vorgelegten Arbeit die für eine Überhitzung verantwortlichen, ermittelten Risikofaktoren (GFLT-Index

über 28°C, Geschlecht, Alter, Renndistanz und geringes Körpergewicht) Gegenstand weiterer, intensiver Forschung sein sollten, um adäquate Interventionsstrategien auf wissenschaftlicher Basis zum Wohlergehen der Rennpferde entwickeln zu können. sp

Sports Science Division, Equine Research Institute, Japan Racing Association, Tochigi, Japan

Beurteilung der fäkalen Sandausscheidung bei Pferden mit natürlich erworbenen Sandakkumulationen im Kolon mit einem Produkt, das Probiotika, Präbiotika und Psyllium enthält

Evaluation of fecal sand clearance in horses with naturally acquired colonic sand accumulation with a product containing probiotics, prebiotics and psyllium

D. M. Hassel, T. Curley, E. L. Hoaglund (2020)
J. Equine Vet. Sci. 90, 1–4

Die Aufnahme von Sand kann bei Pferden zu Reizungen der Darmwand, Durchfall, Gewichtsverlust, Leistungsabfall, Obstruktionen des Darmlumens und Koliksymptomen führen. Die betroffenen Tiere sind prädisponiert für Verlagerungen und Drehungen des Darms. Es ist ungeklärt, welche Menge Sand erforderlich ist um Koliksymptome auszulösen und die Pferde scheinen unterschiedlich tolerant zu sein. Abdominale Röntgenaufnahmen sind der Goldstandard für die Diagnosestellung. Als Screeningverfahren wird die Sandausschwemmung aus dem Kot eingesetzt. Zur Vorbeugung und Therapie werden häufig Präparate eingesetzt, die Psyllium und/oder Magnesiumsulfat enthalten. Im Vorfeld der vorliegenden Studie wurden zwei Pilotversuche mit einem Präparat durchgeführt, das Psyllium, Pro- und Präbiotika enthält. Dieses Präparat erhöhte die Sandausscheidung mit dem Kot bei 8 klinisch unauffälligen Pferden in ihrer natürlichen Umgebung ab dem vierten Tag der Applikation auf das 2,7-fache. Ferner wurde das Präparat 30 Probanden mit rezidivierenden Koliksymptomen verabreicht, bei denen ursächlich Sandakkumulationen in Frage kamen. 100% der Tiere sprachen gut auf die Behandlung an und 90% waren bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes von 8 Monaten symptomfrei. Über den Nutzen von Pro- und Präbiotika bei Tieren liegen in der Literatur widersprüchliche Angaben vor. In Bezug auf die Förderung der Ausscheidung von auf natürliche Weise akkumuliertem Sand aus dem Gastrointestinaltrakt von Pferden gibt es bisher keine klinische, randomisierte, placebo-kontrollierte Studie. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass ein täglich verabreichtes kommerzielles Präparat, welches Psyllium, Glucomannoproteine und *Saccharomyces cerevisiae* enthält, die Ausscheidung des im Kolon von betroffenen Probanden akkumulierten Sandes mit dem Kot im Vergleich zu Kontrolltieren erhöht.

Aus zwei Betrieben mit sandiger Umgebung und Problemen mit Sandkoliken wurden 10 Probanden ausgewählt, die bei einer radiologischen Voruntersuchung in kranioventraler Projektionsrichtung eine Sandakkumulation im Dickdarm zeigten, welche in laterolateraler Projektionsrichtung eine vertikale Schichtdicke von mindestens 3 cm aufwies. Um eine korrekte Messung zu gewähr-

leisten erfolgte das Platzieren eines 5 cm langen Metallmarkers auf der ventralen Bauchnaht. Alle Tiere erhielten täglich 132 g Kraftfutter. 5 Pferden wurde zusätzlich über einen Zeitraum von 35 Tagen das Präparat verabreicht (15 g Assure Pulver morgens, 8 oz Assure Pellets abends), die anderen 5 dienten als Kontrollgruppe. Ferner wurde bei allen Pferden über diesen Zeitraum alle 3 Tage eine Kotuntersuchung mittels einer validierten Sand-sedimentationstechnik durchgeführt, beginnend 6 Tage vor dem Fütterungsversuch. Nach Behandlungsende erfolgte eine erneute radiologische Untersuchung um den Therapieerfolg zu bestätigen und zu evaluieren. Die Untersuchungen waren während der gesamten Studie hinsichtlich der Gruppenzugehörigkeit der Probanden geblindet. In Bezug auf die Sandausscheidung im Kot war kein Unterschied zwischen den Gruppen und den Einzeltieren feststellbar. Radiologisch wiesen beide Gruppen am Studienende eine signifikante Verringerung der Sandakkumulation auf, wobei kein Unterschied zwischen den Gruppen bestand. Somit konnte die Hypothese nicht bestätigt werden, was insbesondere in Anbetracht der Ergebnisse der Pilotstudien überrascht.

Möglicherweise weist das bei der Kotuntersuchung angewendete Sedimentationsverfahren eine zu geringe Sensitivität auf, zumal mit dieser Methode nur etwa 54 % des in der Probe enthaltenen Sandes nachgewiesen werden können. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie werden eventuell durch die Tatsache verfälscht, dass 8 Tieren 2 Wochen nach Beginn des Fütterungsversuches Weidegang mit zunehmender Dauer (1–4 Stunden) gewährt wurde. Die dadurch initiierte mikrobielle Veränderung der Darmflora, der Wassergehalt des Grases und die gesteigerte Bewegungsaktivität der Tiere haben eine laxierende Wirkung und führen zu einer verbesserten Darmmotilität und einer verringerten Passagezeit der Ingesta. Allerdings wiesen auch die 2 Pferde ohne Weidegang radiologisch eine Verringerung der Sandakkumulation ohne eine erkennbar gesteigerte Sandausscheidung mit dem Kot auf. Die Studie sollte mit Probanden wiederholt werden, deren Haltung und Fütterung unter vergleichbaren Bedingungen erfolgt. Ferner sollte zur besseren Beurteilung der Effektivität des Präparates eine Serie von Röntgenaufnahmen angefertigt werden. ige

Colorado State University, Fort Collins, USA

Prämature Vorhofdepolarisationen 5 Tage nach Elektrokardioversion erhöhen das Risiko bei Pferden ein Vorhofflimmern auszulösen

Atrial premature depolarisations five days post electrical cardioversion are related to atrial fibrillation recurrence risk in horses

I. Vernemmen, D. De Clercq, A. Decloedt, L. Vera, G. van Steenkiste, G. van Loon (2020)
Equine Vet. J. 52, 374–378

Vorhofflimmern ist die am häufigsten auftretende supraventrikuläre Arrhythmie, welche zu einer deutlichen Leistungsdepression beim Sportpferd führt. Die Konversion in den Sinusrhythmus kann medikamentös mittels Quinidinsulfat (QS) oder mittels transvenöser elektrischer Kardioversion (TVEC) erfolgen. Die Erfolgsrate

liegt mit QS bei 70 bis 89 % und mit TVEC bei 94 bis 99 %, jedoch zeigt sich eine Rückfallrate von 15–40 % bei beiden. Folgende Risikofaktoren für ein erneutes Auftreten des Vorhofflimmerns sind: Dauer des Vorhofflimmerns (AF), zugrundeliegende Herz-erkrankung, Vergrößerung des linken Vorhofs, Dysfunktion der Kontraktilität der Vorhöfe, Mitralsuffizienz, verkürzte Vorhofflimmern-Zykluslänge (AFCL), vorherige nicht erfolgreiche Kardioversion, sowie vorherige Vorhofflimmerepisoden. Die meisten dieser Faktoren sind assoziiert mit dem Vorhandensein von empfindlichen Vorhofsubstraten zur Vorhofflimmern-Erhaltung. Dennoch wird für die Entstehung des Vorhofflimmerns ein Auslöser benötigt. Dieser kann in Form von prämaternen Vorhofextrasystolen (APDs) einen ektopischen Rhythmus vorgeben und ist eine der Hauptursachen für das Vorhofflimmern. Ein gehäuftes Auftreten von APDs nach einer Kardioversion kann das Wiederauftreten des Vorhofflimmerns begünstigen. Daher sollte die Anzahl der APDs nach einer Behandlung sehr gut beobachtet werden und entsprechend die antiarrhythmische Therapie angepasst werden. Jedoch wurde das Potential welches nach einer Kardioversion von den APDs ausgeht beim Pferd noch nicht untersucht. Das Ziel der Studie war es die prognostische Aussagekraft anhand der Anzahl der APDs, welche 5 Tage nach der Durchführung einer TVEC in einem 24 Holter EKG sichtbar waren, zu beurteilen. Zusätzlich sollte geklärt werden, ob diese möglicherweise innerhalb von einem Jahr zu Vorhofflimmern führen können.

Aufgrund der multifaktoriellen Ursachen für ein Vorhofflimmern wurden zusätzliche potentielle Risikofaktoren in die Analyse eingeschlossen. Die Studienpopulation umfasste 80 Pferde deren Vorhofflimmern im Zeitraum von 2008 bis 2017 erfolgreich mit einer TVEC behandelt wurde. Eingeschlossen wurden Pferde die folgende Einschlusskriterien erfüllten: Vorhofflimmern zum ersten Mal, kein erneutes Vorhofflimmern 5 Tage nach der Kardioversion, 24 Stunden Holter EKG und echokardiographische Untersuchung 5 Tage nach der Kardioversion und keine antiarrhythmische Therapie während des Holter EKGs. Zusätzlich wurde die weitere Entwicklung des Pferdes über telefonischen Kontakt mit dem Besitzer oder durch Besuche in der Klinik für 1 Jahr weiterverfolgt. Vorherige pharmakologische Versuche zur Kardioversion, sowie die Anzahl von Schocks und die verwendete Energie, welche im Zuge der Kardioversion angewandt wurde, wurden dokumentiert. Vor der TVEC wurde ein intrakardiales Elektrogramm des rechten Vorhofs aufgezeichnet. Die Zykluslänge des Vorhofflimmerns wurde mit und ohne Sedation analysiert. Das 24 Stunden EKG wurde dann offline analysiert. Dokumentiert wurden die Anzahl der APDs und das Vorkommen einer Vorhoftachykardie. Eine Vorhofextrasystole definiert sich durch eine prämatere P-Welle die 8 % früher erscheint und eine normale bis abnormale Konfiguration aufweist und bei möglicher Weiterleitung von einem QRS Komplex mit normaler Morphologie gefolgt ist. Das gehäufte Auftreten (run) dieser ist definiert durch 3 oder mehrere aufeinanderfolgende Vorhofextrasystolen. Die Analyse wurde innerhalb einer Woche nach der Aufnahme durchgeführt, somit war der Untersucher verblindet ebenso bei Wiedervorstellung innerhalb nach einem Jahr.

Bei Einlieferung in die Klinik wurde eine echokardiografische Untersuchung durchgeführt. Diese wurde 5 Tage nach Kardioversion wiederholt. Die gesamte Studienpopulation von 74 Pferden umfasste 93 % Warmblüter, 6 % Traber und 1 % Friesen. Das mittlere Alter lag bei 9 + 3 Jahren und das Körpergewicht bei 582 + 56 kg. Als antiarrhythmische Therapie vor dem Eingriff wurde

Detomidin, Sotalol (2 mg/kg oral 2 mal täglich) und Amiodaron (5 mg/kg i.v.) verwendet. Nach dem 24 Stunden EKG erhielten 12 Pferde eine Sotalol-Behandlung (2 × täglich 2 mg/kg über 3 Wochen) und ein Pferd erhielt Propafenon (2 mg/kg 3mal täglich über 3 Wochen). Die Entscheidung für eine antiarrhythmische Behandlung wurde anhand der Größe des linken Vorhofs, des Vorhandenseins einer Mitralisinsuffizienz und der Anzahl der Vorhoff-extrasystolen (APD) im Holter EKG 5 Tage nach der Konversion gestellt. Kein Pferd in der Studie erhielt eine antiarrhythmische Therapie ab dem 2. Tag nach der TVEC bis zur Beendigung des 24 Stunden Holter EKGs. Bei 26 Pferden (23 Warmblüter, 2 Traber, 1 Friesen) trat ein erneutes Vorhofflimmern innerhalb eines Jahres auf. Die mittlere Zeit bis zum Wiederauftreten lag bei 125 Tagen (Spanne 14–359). Innerhalb von 5 Tagen nach der TVEC wiesen 4 Pferde ein erneutes Vorhofflimmern auf. Insgesamt betrug die Rate des Wiederauftretens 36%. Pferde, welche innerhalb eines Jahres wieder ein Vorhofflimmern zeigten, wiesen eine signifikant höhere Anzahl APDs auf, verglichen mit der Gruppe die kein erneutes VF entwickelte. Folgende Faktoren führen zu einem Auftreten eines Vorhofflimmerns. Die Anzahl von > 25 APD in 24 Stunden, die Gabe von Sotalol vor der TVEC, eine Sotalol-Verabreichung nach dem 24 Stunden EKG, Körpergewicht, Vorhandensein einer Mitralisinsuffizienz, Grad der Mitralisinsuffizienz, vorherige nicht erfolgreiche pharmakologische Kardioversionsversuche. Die Rate des Wiederauftretens stieg auf 56% wenn Patienten > 25 APDs in 24 Stunden aufwiesen verglichen mit denen die < 25 APD zeigten. Hierbei fielen 26% wieder in ein Vorhofflimmern zurück. Das Vorhandensein einer Mitralisinsuffizienz führte zu einem 48%igen Wiederauftreten eines Vorhofflimmerns. Im Gegensatz dazu reduzierte sich das Wiederauftreten um 18% wenn keine Mitralisinsuffizienz vorhanden war. Flächenveränderungen des linken Vorhofs von < 9,6% und ein niedriges Körpergewicht waren signifikant assoziiert mit einem Wiederauftreten eines Vorhofflimmerns. ad

Equine Carditeam Ghent University, Department of Large Animal Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Merelbeke, Belgium

Wirkungen eines diätetischen Zusatzfutters auf die Insulin- und Adipokinkonzentrationen beim equinen metabolischen Syndrom/Insulindysregulation

Investigation of the effects of a dietary supplement on insulin and adipokine concentrations in equine metabolic syndrome/insulin dysregulation

J. M. Manfred, E. D. Stapley, J. A. Nadeau, D. Nash (2020)
J. Equine Vet. Sci. 88, 1–6

Das equine metabolische Syndrom (EMS) äußert sich durch Adipositas sowie Insulindysregulation und kann eine Hufrehe hervorrufen, welche zum sportlichen Karriereende führen kann. Bei normalen Pferden und Ponys ließ sich durch die Gabe von hohen Insulinkonzentrationen eine Hufrehe auslösen. In vielen kleinen Studien wird eine Diät zur Prävention einer Hufrehe oder der Behandlung von EMS kranken oder insulindysregulierten Pferden empfohlen, ebenso eine diätetische Supplementation oder medikamentöse Therapie im Falle einer Insulindysregulation. Im Fokus stand das

Metformin, welches in einer Studie die Glukose- und Insulinkonzentration verbesserte. In anderen Studien konnte dies aber aufgrund der schlechten Bioverfügbarkeit nicht belegt werden. Weiterhin wurde die Gabe von kurzkettigen Fruktio-Oligosacchariden kombiniert mit diätetischer Restriktion empfohlen, die in einigen Fällen zu einer Verbesserung der Insulinsensitivität geführt hat. In einer vorherigen Studie bewirkte in einem dynamischen Test der Einsatz von hochdosiertem Resveratrol (ein Polyphenol) alleine eine Verbesserung der Insulinkonzentration. Jedoch ist die hohe Dosierung, welche einen klinischen Effekt bei Menschen bewirkt kaum zu erreichen, folglich ist der Einsatz für die Pferdemedizin sehr unpraktisch. Die Zugabe von Leucin kann eine Gewichtsreduktion bewirken. Klinisch optimal wäre, wenn Polyphenol plus Leucin als synergistische Kombination das Risiko der Entwicklung einer Hufrehe durch ein Verhindern von hohen Insulinpeaks und eine Verbesserung der Insulingewebesensitivität durch hochmolekulare Adiponektin-Konzentrationen bei EMS/ID Pferden verhindern kann.

Das Ziel der Studie war es die Auswirkungen von niedrig und hoch dosiertem Polyphenol plus Leucin als diätetisches Zusatzmittel auf die Insulinantwort im Rahmen eines dynamischen Testverfahrens wie den oralen Zuckertest (OST) zu untersuchen, sowie die Auswirkungen auf die Adipokine basal und inflammatorische Biomarker, die beim Pferd im Rahmen eines EMS oder einer Insulindysregulation nachweisbar sind. Für die Studie konnten 15 adulte Pferde (10 Wallache und 5 Stuten) mit einem mittleren Alter von 10 ± 6 Jahren, einem durchschnittlichen BCS von $7 \pm 0,8$ und vorher nachgewiesener Insulindysregulation eingeschlossen werden. Lediglich ein Pferd hatte eine Hufrehevorgeschichte mit deutlichen Schmerzen. Während der Studie war diese aber asymptomatisch. Im Sommer drei Jahre vor der Studie war bei den Pferden bereits entweder ein OST oder ein FSIGT Test durchgeführt worden. Für die vorliegende Studie wurde vor Beginn (Juni) ein OST (prä) wiederholt. Die Pferde erhielten einmal täglich entweder eine Supplementation mit niedriger oder hoher Dosierung von Polyphenol und Leucin. Am Ende der 6 Wochen erfolgte erneut ein OST. Der BCS, die Vorgeschichte einer Hufrehe und Körpergewicht wurden vor und nach der Supplementgabe dokumentiert. Während der Studie erhielten die Pferde eine typische Diät für EMS-Patienten mit einem niedrigen Gehalt von Nichtstrukturkohlenhydraten. Zusätzlich erfolgte die Heufütterung einige Wochen vor Studienbeginn aus der gleichen Raufe. Jedes Tier wurde individuell gefüttert und Futterrückstände wurden zurückgewogen. Während der Studie erhielten alle Pferde die gleiche Menge Auslauf oder leichte Arbeit wie zuvor. Für den OST erhielten die Pferde ab 22 Uhr des Vorabends kein Futter. Am Morgen wurde ein venöser Verweilkatheter in die Jugularvene gelegt.

Danach erhielten die Pferde einen Kornsirup oral in einer Dosierung von 0,25 ml/kg Körpergewicht. Im Anschluss wurde zu den Zeitpunkten 15, 30, 60, 75, 90, 120, 150 und 180 Blutproben für Insulin genommen, diese abzentrifugiert und eingefroren. Nach der Durchführung des OST und der klinischen Untersuchung erhielten die Pferde über 6 Wochen 28 g eines Polyphenols plus Leucin Zusatzfutters entweder in einer niedrigen oder in einer hohen Dosierung vermischt mit einem kommerziellen Getreide. Jedes Pferd wurde randomisiert in eine der beiden Gruppen verteilt. Täglich wurde überprüft, ob alle Pferde ihre Zusatzfuttermittelration komplett leer gefressen hatten. Labormedizinisch wurden folgende Parameter sowohl vor Studienstart (prä) als auch danach (post) analysiert: Adiponektin, Leptin, Triglyceride, unveresterte freie Fettsäuren und der Tumor Nekrosefaktor alpha.

Die Insulinkonzentrationen wurden zu den Zeitpunkten des OSTs untersucht. Das Zusatzfuttermittel mit Leucin war für alle Pferde sehr schmackhaft und es ließen sich keine Nebenwirkungen erkennen. Lediglich ein Pferd entwickelte das Potomac horse fever und musste mit Antibiotika behandelt werden. Die Pferde wiesen nach der 6-wöchigen Supplementierung einen statistisch signifikanten auf. Dies unterschied sich allerdings nicht zwischen der hoch- oder der niedrigdosierten Gruppe.

Es gab keine signifikanten Veränderungen des BCS und der regionalen Adipositas. Kein Pferd entwickelte während der Studie eine Hufrehe. Zu Studienende wiesen die Pferde im Vergleich zum Studienbeginn eine erhöhte Konzentration der Adiponektine auf. Diese nach der Supplementierung gestiegene Adiponektin-Konzentration ist hinweisend für eine gesteigerte Insulinsensitivität. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen der niedrigdosierten und der hochdosierten Gruppe. Zusätzlich gab es aufgrund der 6-wöchigen Supplementierung keine statistischen Unterschiede in Hinblick auf die Konzentrationen von Leptin, TG, NEFA oder TNF alpha. Die Ergebnisse des OST's zeigten, dass nach Ablauf der Supplementations-Phase eine signifikant niedrigere Insulinkonzentration zu den Zeitpunkten 60 und 75 Minuten vorlag. Insgesamt konnten keine Unterschiede zwischen der niedrig- und hochdosierten Gruppe festgestellt werden. 10 der 15 Pferde wiesen nach der Supplementierung niedrigere Insulinkonzentrationen auf. 4 Pferde wurden vorher als insulindysreguliert eingestuft und fielen basierend auf dem OST auf einen normalen Insulinwert. 5 Pferde sprachen nicht auf die Therapie an. Die Insulinreaktionen erhoben über den OST (Zeitpunkt 0 und 60 Minuten) waren vor der Supplementations-Phase im Vergleich zu den Ergebnissen am Ende der Studie sowie zu den Ergebnissen erhoben vor drei Jahren signifikant höher. Hiermit bestätigt sich der positive Effekt eines Zusatzfuttermittels unabhängig von der verwendeten Dosierung. ad

Department of Pathobiology and Diagnostic Investigation, Michigan State University, College of Veterinary Medicine, East Lansing, MI

Pathologische Bradyarrhythmie bei Pferden

Pathological bradyarrhythmia in horses

J.A. Keen (2020)

Vet. J. 259–260, dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105463

Bradyarrhythmien entstehen durch Veränderungen der impulsgebenden Regionen des Herzens. Viele Bradyarrhythmien repräsentieren einen physiologischen Zustand. Pathologische Bradyarrhythmien sind im Allgemeinen mit klinischen Symptomen wie schlechtes Allgemeinbefinden, eine reduzierte Leistungsfähigkeit und Kollaps versehen. Ein Kollaps stellt hierbei eine Synkope da. Die bedeutet eine ausgeprägte Hypotension mit einem Verlust der Blutversorgung des Gehirns und einem Versagen des Muskeltonus. Pathologische Bradyarrhythmien sind sehr selten bei Pferden im Vergleich zu Hunden und Menschen, sie haben aber aufgrund der reiterlichen Nutzung schwere Konsequenzen. Die Ursachen für plötzliche Synkopen sind unbekannt, es ist nicht klar ob die Auslöser extrinsische oder intrinsische Faktoren sind. Nachfolgend werden die Anatomie und Physiologie der impulsgenerierenden und weiterleitenden Regionen des equinen Herzens beschrieben und anhand der Literatur die Diagnostik und Behandlungsoptionen

pathologischer Bradyarrhythmien beschrieben. Der Sinusknoten liegt zwischen der Vena cava und der freien Wand des rechten Atriums parallel zum Sulcus terminalis. Zentral des Sinusknotens ist ein Blutgefäß das vom Ast circumflexa der linken Coronararterie entspringt. Um dieses Blutgefäß liegen Pacemakerzellen, die den Impuls generieren, umgeben von Transitionalzellen und atrialen myokardialen Zellen in den weiter außen liegenden Arealen des Knotens. Um den Knoten befinden sich autonome Nervenfasern, die aus dem Nervus vagus entspringen.

Die Morphologie der P-Zacke variiert zwischen bifid, biphasisch oder monophasisch in Abhängigkeit von der Herzfrequenz und dem Ursprung der Pacemaker innerhalb des Sinusknotens. Der Atrioventrikularknoten markiert den Übergang von den Vorhöfen zu den Ventrikeln. Bei Pferden ist der Knoten schwer zu identifizieren. Er ist ähnlich zusammengesetzt wie der Sinusknoten, wird von zahlreichen autonomen Nervenfasern innerviert und wird durch die rechte Coronararterie versorgt. Er leitet die elektrischen Impulse des Vorhofs durch den Knoten in die Hischen Bündel. Das autonome Nervensystem hat eine signifikante Kontrolle über die Herzfrequenz und den Rhythmus. Physiologische Veränderungen des autonomen Tonus des Sinusknotens können zu einer Sinusarrhythmie, Sinuspausen und Sinusknotenausgangsblokkaden führen. Solche Rhythmusalterationen sind seltener als Veränderungen im Atrioventrikularknoten. AV-Blocks ersten und zweiten Grades sind bei Sportpferden im Leistungstraining häufig. Im Gegensatz hierzu treten pathologische Bradyarrhythmien selten auf. In der Regel sind sie mit klinischen Symptomen assoziiert. Grundsätzlich sind Pferde, die persistierend mindestens zwei blockierte Herzzyklen des Sinusknotens oder des AV-Knotens haben, welche nicht unter Belastung verschwinden, als auffällig einzustufen. Die Dysfunktion des Sinusknotens tritt selten bei Pferden auf. Bislang gibt es nur einen Fallbericht zu einem Pferd, welches unter Belastung kollabierte.

Bei ihm wurde das Sick-Sinus-Syndrom diagnostiziert, und es wurde erfolgreich mit einem Herzschrittmacher behandelt. Pathologien des AV-Knotens entstehen durch toxische Agenzien, entzündliche oder fibröse Alterationen, neoplastische Erkrankungen und kongenitale Anomalien. Auch bei Elektrolytungleichgewichten, bei Toxämien oder sekundär nach Kardioversion können temporäre Dysfunktionen des AV-Knotens auftreten. Die Symptome pathologischer Bradyarrhythmien können mild, kaum wahrnehmbar bis hin zu episodisch auftretendem Kollaps sein. Bei der Untersuchung fällt ein langsamer peripherer Puls, in schweren Fällen eine ungewöhnlich stark gefüllte Jugularvene und ein ventrales Ödem auf. Die Herztöne variieren in ihrer Intensität. Die Diagnostik erfolgt über ein in Ruhe durchgeführtes EKG, erweitert werden kann die Diagnostik über ein Belastungs-EKG und ein Langzeit-EKG. Die Anwendung von Medikamenten, welche die autonome Funktion und die Herzphysiologie beeinflussen, können zur Unterscheidung physiologischer und pathologischer Bradyarrhythmien wichtig sein und dienen des Weiteren der Abschätzung ob eine medikamentöse Therapie sinnvoll ist. Pharmakologisch können in der Langzeittherapie Glukokortikoide zur Behandlung von Entzündungsreaktionen um den Knoten herum eingesetzt werden. Als Alternative werden Parasympatholytika und Sympathomimetika in der Behandlung eingesetzt. Eine chirurgische Herangehensweise ist die Implantation eines Schrittmachers. sl

Equine Hospital, Department of Veterinary Clinical Studies, The Royal School of Veterinary Studies and The Roslin Institute, University of Edinburgh, UK

Effektivität paravertebraler Nerven-anästhesie versus Lokalanästhesien der Zugänge beim laparoskopischen Verschluss des Milz-Nieren Raumes: Eine Pilotstudie

Effectiveness of a paravertebral nerve block versus local portal blocks for laparoscopic closure of the nephrosplenic space: A pilot study

M. M. Delli-Rocili, N. C. Cribb, D. R. Trout, J. J. Thomason, A. Valverde (2020)

Vet. Surg. 49, 1007–1014

Die Verlagerung des Dickdarms in den Milz-Nieren Raum ist eine häufig auftretende Kolikursache mit hoher Rezidivrate nach chirurgischer Lagekorrektur. Der chirurgische Verschluss des Milz-Nieren Raumes bietet eine Langzeitleistung im Sinne des Wohlbefindens des Pferdes und den finanziellen Belangen der Besitzer. Der Eingriff kann minimalinvasiv laparoskopisch am stehenden Patienten durchgeführt werden. Ziel der Studie war ein Vergleich der Effektivität einer paravertebralen Nerven-anästhesie mit der von Lokalanästhesien der Zugänge beim laparoskopischen Verschluss des Milz-Nieren Raumes am stehenden, sedierten Pferd. Es wurden 12 Pferde einer Herde, die Forschungszwecken dient in zwei Gruppen aufgeteilt ($n = 6$ Pferde pro Gruppe). Die Pferde der ersten Gruppe wurden jeweils nach aseptischer Vorbereitung paravertebral an den Lokationen T18, L1 und L2 anästhesiert. Genutzt wurde eine 18 Gauge, 15,2 cm Spinalkanüle, die 5 cm lateral der dorsalen Mittellinie am kaudalen Ende der letzten Rippe gesetzt wurde. Die Spinalnadel wurde bis zum Kontakt des Prozesses transversus vorgeschoben und von dort über die kraniale Ecke bis zum intertransversalen Ligament geschoben. Dort wurde 15 ml 2%iges Lidocain oder Kochsalzlösung abgesetzt. In dieser Weise wurde Lidocain bzw. Kochsalzlösung am ventralen Ast von L2 abgesetzt.

Daraufhin wurde die Nadel wieder zurückgezogen, wieder der Prozesses transversus identifiziert und nun 15 ml am dorsalen Ast von L2 abgesetzt. Um den Nerv L1 zu anästhesieren wurde die eben beschriebene Technik wiederholt und zwar 5–6 cm kranial von der Injektionsstelle von L2. Für die Anästhesie von T18 wurde die Nadel wiederum um 5–6 cm nach kranial versetzt. Die Pferde der zweiten Gruppe erhielten Lokalanästhesien an den drei laparoskopischen Zugangsstellen. Die erste Zugangsstelle lag in der Mitte zwischen dem kaudalen Rand der letzten Rippe und dem kranialen Randes des Tuber coxae auf Höhe Mitte von Tuber coxae. Die zweite Lokalisation war im 17. Interkostalraum lokalisiert auf Höhe des dorsalen Randes des Tuber coxae. Die dritte Zugangsstelle lag in der paralumbalen Fossa annähernd 3 cm ventral zur ersten Zugangsstelle. Die Pferde beider Gruppen wurden mit Dexmedetomidin (Bolus $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ i.v. und Dauertropfinfusion von $2,5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$) und Morphium (Bolus $50 \mu\text{g}/\text{kg}$ i.v. und Dauertropfinfusion von $30 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$) sediert. Je nach Gruppenzugehörigkeit wurde ihnen entweder 20 ml Lidocain oder Kochsalzlösung in jede paravertebrale Nervenseite oder an die drei Zugänge zur Laparoskopie für den Verschluss des Milz-Nieren Raumes injiziert.

Die Gesamtqualität der Sedierung, der Analgesie, des während des Eingriffs gezeigten Verhaltens und die Leichtigkeit der Durchführung der Operation wurden durch die Anwendung einer visu-

ellen Analogskala blind bewertet. Bei den Pferden der Studienpopulation handelte es sich um Stuten in einem Alter zwischen drei und 21 Jahren mit einem durchschnittlichen Body Condition Score von 5,6/9. Weder Alter, Gewicht noch BCS wiesen einen Einfluss auf die für die Anästhesie erforderliche Zeit auf. Allerdings war es schwieriger die anatomischen Bezugspunkte für die Lokalanästhesien bei Pferden mit einem BCS ≥ 4 zu ertasten. Die Dauer für die Durchführung der jeweiligen Anästhesie war für beide ähnlich lang. Auch bei der Bewertung durch die visuelle Analogskala gab es keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Die Gesamtdauer des Eingriffs war in beiden Gruppen ähnlich lang und lag bei der Gruppe mit den paravertebralen Anästhesien bei 79 ± 16 Minuten und in der Lokalanästhesie Gruppe bei 85 ± 25 Minuten. Die paravertebrale Nerven-anästhesie und die lokale Anästhesie der laparoskopischen Zugänge bieten ähnliche Bedingungen für die Durchführung eines laparoskopischen Verschlusses des Milz-Nieren Raumes und sind beide wahlweise anwendbar. Die paravertebrale Nerven-anästhesie ist einfach durchführbar und könnte bei chirurgischen Eingriffen sinnvoll sein. sd

Department of Clinical Studies, Ontario Veterinary College, University of Guelph, Guelph Ontario, Canada

Einportale perkutane Bohrtechnik zur Durchführung einer Hemiepiphysiodese des distalen Metakarpus bei Fohlen mit metakarpophalangealer Varus Deformation

Single-incision percutaneous drilling technique of achieves hemiepiphysiodesis of the distal metacarpus in foals with metacarpophalangeal varus deformation

B. B. Dubois und D. H. Rodgerson (2020)

Vet. Surg. 49, 940–946

Gliedmaßenfehlstellungen stellen eine Prädisposition für Verletzungen dar und gelten als offensichtlicher Mangel bei Auktionen. Gliedmaßenfehlstellungen können angeboren oder erworben sein. Diese gehen am häufigsten von der distalen Röhreinepiphysenfuge und der distalen Radiusepiphysenfuge aus. Zahlreiche Fehlstellungen korrigieren sich spontan oder mit konservativen Maßnahmen. Eine chirurgische Korrektur zielt auf eine Wachstumsbeschleunigung auf der konkaven Seite mittels Periostdurchtrennung oder auf eine Wachstumsverzögerung auf der konvexen Seite. Zwecks letzterem werden Metallklammern, Schraubencerclagen oder transphyseale Schrauben eingebracht, die in einem zweiten Eingriff wieder entfernt werden. In der vorliegenden Studie sollte eine bereits in der Humanmedizin im Einsatz befindliche einfache perkutane Bohrtechnik für die distale laterale metakarpale Epiphysenfuge beschrieben werden. Dabei handelt es sich um eine retrospektive klinische Studie aus dem Jahr 2017. Eingeschlossen wurden über 90 Tage alte Fohlen, die in Vollnarkose in Seitenlage mit der betroffenen Gliedmaße nach oben abgelegt wurden. Auf einen 1 cm langen Hautschnitt über der lateralen distalen metakarpalen Wachstumsfuge folgte eine transversal fächerartige Aufbohrung des lateralen Drittels der Epiphysenfuge mit einem 4,5 mm Bohrer unter röntgenologischer Kontrolle und unter Verwendung einer Bohrhülse.

Der Hautschnitt wurde mit einem einzelnen Hautheft verschlossen und die Gliedmaße für 14 Tage einbandagiert. Innerhalb der ersten 7 Tage erhielten die Fohlen ein Trimethoprim-Sulfonamidpräparat. Kontrollröntgenaufnahmen wurden spätestens bei den Jährlingsauktionen angefertigt und der weitere Verlauf klinisch erhoben oder telefonisch abgefragt. Insgesamt gelangten 16 Hemiepiphyiodesen bei 11 Fohlen mit progredientem Fesselgelenksvarus nach medial in die Auswertung. Dabei handelte es sich um 5 Hengst- und 6 Stutfohlen im mittleren Alter von 114 Tagen von 6 verschiedenen Gestüten. Alle Fohlen konnten noch am Tag des Eingriffs entlassen werden. Bis auf eine vorübergehende gering- bis mittelgradige Wundschwellung war der postoperative Verlauf komplikationslos. Das Ergebnis der Eingriffe wurde über einen mittleren Zeitraum von 422 Tagen nachverfolgt. Alle Gestütwärter waren vollkommen zufrieden mit dem kosmetischen und dem klinischen Resultat des Eingriffs und empfahlen diesen weiter. Der Vorteil der hier vorgestellten Methode scheint in einer unmittelbar herbeigeführten und permanenten Wachstumsbegrenzung der aufgebohrten Epiphysenfuge zu liegen, wonach zudem kein Fremdmaterial entfernt werden muss.

Aus Untersuchungen vom Menschen ist bekannt, dass sich eine aufgebohrte Epiphysenfuge durch ein Hämatom füllt, welches durch trabekulären Knochen ersetzt wird, der Metaphyse und Epiphyse dauerhaft knöchern verbindet. Der Heilungsprozeß erscheint wenig schmerzhaft zu sein. Der Eingriff ist leicht ausführbar und scheint auch unter Feldbedingungen in Injektionsnarkose machbar. Es wird vermutet, dass Frakturen durch eine postoperative Instabilität nicht zu erwarten sind, solange nicht mehr als ein Drittel der Epiphysenfuge ausgebohrt wird. Bei unter 90 Tage alten Fohlen bevorzugen die Autoren nach wie vor eine temporäre Epiphysiodese mit Schraubenimplantaten, weil sonst aufgrund des längeren Wachstumspotentials ein ungleiches Längenwachstum auftreten kann. Einschränkend bot die hier vorgelegte Studie keine Möglichkeit für regelmäßige und quantitativ auswertbare Röntgenkontrollen. Klinische Bewertung und Röntgenbefund müssen bekanntermaßen nicht übereinstimmen. Die Hemiepiphyiodese, welche am Fesselgelenk eine Stellungsänderung herbeigeführte, könnte gleichzeitig ebenso eine Stellungsänderung weiter proximal hervorrufen, was vorliegend nicht erfasst wurde. Die Autoren sind zu der Einschätzung gelangt, dass die hier vorgestellte Methode weiterverfolgt werden sollte. pp

Marion Dupont Scott Equine Medical Center, Virginia-Maryland College of Veterinary Medicine Tech, Leesburg, Virginia, USA

Bakterielle Translokation bei Pferden mit Kolik und die mögliche Assoziierung mit postoperativen Wundinfektionen: eine Pilotstudie

Bacterial translocation in horses with colic and the potential association with surgical site infection: a pilot study

M. Hann, D. Timofte, C. M. Isgren, D. C. Archer (2020)
Vet. Rec. doi: 10.1136/vr.105788

Postoperative Wundinfektionen (SSI; surgical site infection) gehören zu den häufigsten Nebenwirkungen nach Kolikoperationen. SSI führt zu langen Klinikaufenthalten, erhöhten Kosten und stellt

ein Risiko für die Entwicklung von Hernien an der Schnittstelle dar. Diese kann später den Sporteinsatz des Pferdes einschränken. SSI hat nach Kolikoperationen eine Prävalenz von 7,4% bis 40%, während nach Fraktur-OPs die Häufigkeit von SSI bei 27,6% und nach minimal invasiver Chirurgie bei 0 bis 1,5% liegt. Es sind bereits viele Risikofaktoren identifiziert worden, welche die Wahrscheinlichkeit von SSI erhöhen. Allerdings variieren diese Faktoren in den unterschiedlichen Studien stark. Eine Theorie, wie SSI entsteht, ist die bakterielle Translokation, bei der Bakterien durch die Darmwand zu Geweben außerhalb des Darmes gelangen. Ob dabei das Blut als Transportmittel genutzt wird, ist bisher selbst beim Menschen nicht untersucht worden, da davon ausgegangen wird, dass die Bakteriämie eine Folge der SSI und nicht deren Ursache ist. In einer Studie wurde von einer bakterieller Translokation bei 13,8% der Pferde nach Kolikoperationen berichtet, allerdings wurden in dieser Studie weder Proben zum Zeitpunkt vor der Operation, noch Proben von Peritonealflüssigkeit und Blut nach der Operation untersucht. In dieser Studie soll untersucht werden, ob bakterielle Translokationen bei Pferden mit Kolik stattfinden und ob es einen Zusammenhang zur Entwicklung von SSI gibt. Proben von peripherem venösem Blut und von Peritonealflüssigkeit wurden bei Einlieferung der Pferde mit Kolik genommen und am Ende der Kolikoperation wurde erneut Peritonealflüssigkeit genommen. Jegliche Wundflüssigkeit, die aus dem Wundverschluss austrat, wurde ebenfalls gesammelt, und alle Proben wurden zur Bestimmung von vorhandenen Bakterien ins Labor geschickt. 7,7% (3/39) der Blutproben und 11,8% (4/34) der Peritonealflüssigkeit-Proben, die bei Einlieferung in die Klinik gewonnen wurden, hatten einen positiven Bakteriennachweis. Bei der Bakterienkultivierung der Peritonealflüssigkeit, die am Ende der Operation gewonnen wurde, lag bei 8,7% (2/23) der Proben ein positives Ergebnis vor. SSI trat bei 10,2% der operierten Pferde auf. Es konnte aber kein Zusammenhang zwischen einem positiven Ergebnis der Bakterienkultur der Blut- oder Peritonealflüssigkeitsproben und der Entwicklung von SSI oder dem Überleben bis zur Entlassung aus der Klinik festgestellt werden. In dieser Studie wurde nur eine geringe Anzahl von Pferden untersucht und es gab nur wenige Pferde, die eine SSI entwickelten, so dass die Aussagekraft der Studie gering ist. ir

Institute of Veterinary Science, University of Liverpool, Neston, UK

Ex vivo-Modellierung der Luftstromdynamik sowie zwei- und dreidimensionale biomechanische Effekte der Nahtplatzierung im Rahmen einer prothetischen Laryngoplastik bei Pferden

Ex vivo modeling of the airflow dynamics and two- and three-dimensional biomechanical effects of suture placements for prosthetic laryngoplasty in horses

N. P. Lynch, S. A. Jones, L. G. Bazley-White, Z. F. Wilson, J. Raffetto, T. Pfau, J. Cheetham, J. D. Perkins (2020)
Am. J. Vet. Res. 81, 665–672

Eine Neuropathie des N. recurrens beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit von Sportpferden. Mit einem Abduktionsverlust des Arytenoidknorpels reduziert sich die Querschnittsöffnung der Rima glottidis und der inspiratorische Atemwiderstand erhöht sich.

Mögliche Behandlungsmethoden sind die Fadenzügelungs-Laryngoplastik nach Marks aus den 1970, eine Arytenoidektomie, eine Ventrikulordecktomie sowie eine Transplantation des ersten oder zweiten Zervikalnerven. Die Fadenzügelung nach Marks wird bis dato am häufigsten verwendet. Dabei wird mittels Fadenführung zwischen Cricoid und Processus muscularis des Arytenoids eine permanente Abduktionsstellung des Arytenoids herbeigeführt. Übermäßige Abduktion wird mit erhöhtem Risiko für postoperative Funktionsstörungen wie Husten, Nasenausfluss, Dysphagie bis hin zu Aspirationspneumonie in Verbindung gebracht. In der folgenden Studie an Ex vivo-Modellen sollte untersucht werden, welcher minimale Abduktionsgrad erforderlich ist, um einen Luftstrom zu ermöglichen, wie er unter maximaler Belastung vorliegt (56–76 L/s). Dabei sollte ebenfalls der Einfluss der Fadenführung überprüft werden.

Zu diesem Zweck wurden 7 Kehlköpfe von Pferden mit einer Widerristhöhe von über 160 cm postmortal entnommen und in 2%igem Phenoxyethanol bei 4 Grad aufbewahrt und für die Versuchsdurchführung auf Raumtemperatur gebracht. Nach Entfernung des M. arytenoideus dorsalis fixierte man die Präparate auf einer Arbeitsplatte. Der rechte Arytenoidknorpel wurde mittels Fadenzügelung in Maximalstellung fixiert. Hierzu wurde ein 2 mm großes Loch in das Cricoid 1,5 cm lateral der Medianen und im Abstand von 1,5 cm vom Kaudalrand gebohrt, ein geflochtener Polyesterfaden der Stärke 1 durchgeführt und weiter mediolateral durch den Proc. muscularis des Arytenoid geführt. Die Kraft, die nötig war, um eine maximale Abduktion zu erreichen beziehungsweise unter der keine weitere Vergrößerung der Querschnittsöffnung der Rima zu erzielen war, wurde ermittelt. Hierzu erfolgte ein Anknoten der Fadenenden an einen Kraftmesser. Dieser gemessene Maximalwert wurde durch 12 geteilt und der linksseitig eingebrachte Fadenzügel in Zwölferschritten bis zum Maximalwert angezogen und für jede Stufe die Querschnittsöffnung der Rima ermittelt. Der gleiche Versuchsaufbau erfolgte nach Fadenentfernung links und neuerlichem Einbringen des Fadenzügels links in kaudokraniel Richtung durch den Processus muscularis. Zusätzlich wurde mit einem Luftstromsensor der durch einen Staubsauger erzeugte Luftstrom auf Höhe des Cricoid unter verschiedenen Abduktionsstellungen gemessen. Die unterschiedlichen Abduktionsstellungen wurden zudem mit einer Digitalkamera erfasst und quantitativ visuell ausgewertet. Die unterschiedlichen Abduktionsstellungen wurden zudem mittels 8-Schicht CT mit einer Schichtdicke von 1,5 mm erfasst, dreidimensional rekonstruiert und anhand vorab eingebrachter anatomischer Marker quantifiziert.

Solange die Fäden nicht angezogen wurden, lag der Luftstrom unter 30 L/s. Bei Anwendung von 50 % des Maximalwertes war ein Luftstrom von etwa 55–68 L/s messbar. Bei maximaler Abduktion erhöhte sich der Luftstrom auf 60–70 L/s. Unter Einwirkung von mehr als 50 % der maximalen Abduktionskraft war demnach keine weitere Luftstromverbesserung zu beobachten, die Messwerte erreichten ein Plateau. Die unterschiedliche Fadenführung durch den Proc. muscularis, also mediolateral gegenüber kaudokraniel, zeigte keinen Einfluss auf die Messergebnisse. Der Abduktionswinkel des rechten Arytenoids lag relativ konstant bei knapp 40 Grad, der des linken variierte entsprechend der angewandten Abduktionskraft auf den Fadenzügel. Die Querschnittsöffnung der Rima korrespondierte mit dem Abduktionsgrad des linken Arytenoids. Eine dreidi-

mensionale Stellungsänderung war bei höheren Abduktionskräften darstellbar. Die Daten wurden so interpretiert, dass eine weitere Steigerung des Luftstroms über eine 50 % Abduktionsstellung hinaus durch den Durchmesser der Trachea limitiert ist. Denn beim Pferd liegt das Lumen der Trachea im Durchmesser 20 % unter dem des gesunden Larynx. Bei kaudokraniel Fadenführung war der Öffnungsquerschnitt der Rima glottidis größer als bei mediolateraler Fadenführung. Der Unterschied war nicht signifikant. Es wird spekuliert, dass bei mediolateraler Fadenführung das Arytenoid stärker nach medial rotiert als nach kaudokraniel Fadenführung. Bedeutsamer scheint, dass bei einer Öffnungsstellung von 30 Grad physiologische Luftströme analog zu Messungen bei Pferden im Galopp erreicht wurden. Die ausbleibende Steigerung des Luftstroms bei Abduktionskraft von mehr als 50 % könnte auf eine vermehrte Rotation des Arytenoids nach medial und in den Luftstrom hinein zurückzuführen sein. Diese Rotation könnte sich nachteilig auswirken. Schließlich könnte auch eine Arytenoidstellung unter geringer körperlicher Belastung eine andere optimale Position erfordern als eine Stellung unter Höchstbelastung. pp

Department of Veterinary Clinical Sciences, Royal Veterinary College, University of London, England

Nadel-Arthroskopie der Radiokarpal- und Interkarpalgelenke am stehenden, sediertem Pferd

Needle arthroscopy of the radiocarpal and middle carpal joints in standing sedated horses

*D. T. N. Kadic, L. Miagkoff, A. G. Bonilla (2020)
Vet. Surg. 49, 894–904*

Rennpferde leiden häufig an Verletzungen der dorsalen mittleren Karpalgelenksregion infolge einer Überextension durch sportliche Belastung. Hierzu gehören Slab-Frakturen, die röntgenologisch unerkannt bleiben können und bei denen durch eine Arthroskopie die endgültige Diagnose gestellt werden kann. Bei Reitpferden ist häufiger das Radiokarpalgelenk betroffen. Aufgrund des Narkoserisikos wird eine diagnostische Arthroskopie im Frühstadium einer Karpalerkrankung oftmals zurückgestellt. Eine Arthroskopie am stehenden Pferd mittels Nadel-Arthroskop ist bereits am Knie- und am Fesselgelenk beschrieben und sollte in der vorliegenden Studie am Radiokarpal- und Interkarpalgelenk erarbeitet werden. In der Pilotphase dieser Studie wurde bei 3 Pferden festgestellt, dass eine Karpalbeugung von 110 Grad mit einem Nadel-Arthroskop einen guten Einblick in beide Gelenke zu gewähren schien. Darauf basierend wurden 6 Vordergliedmaßen von euthanasierten Pferden in einen Schraubstock in 110 Grad Karpalbeugstellung eingeschraubt. Über die dorsolateralen, dorsomedialen, palmarolateralen und palmaromedialen Standardzugänge wurden beide Gelenke mit einem 10 Grad-Nadel-Arthroskop mit einer Länge von 65 mm und einem Durchmesser von 1,2 mm untersucht. Der Gelenkeintritt erfolgte über einen 3 mm Hautschnitt mittels Trokar. Anatomische Strukturen wurden systematisch abgefahren und mittels visueller Analogskala in Abhängigkeit ihrer Visualisierung zwischen 0 und 3 bewertet. Eine Nadelarthroskopie wurde daraufhin ebenso bei

6 gesunden Versuchspferden über die beiden dorsalen Zugänge durchgeführt.

Hierzu wurde eine verstellbare Orthese angefertigt, in der die Vordergliedmaße in 110 Grad Beugstellung abgestellt werden konnte. Die Arthroskopie erfolgte an der geschorenen Gliedmaße im Untersuchungsstand in Stehend-Sedation mit Acepromazin, Detomidin und Butorphanol sowie unter Ringblock- und intraartikulärer Lokalanästhesie und steriler Abdeckung der Region. Zwei Helfer hielten das Pferd am Kopf und an der Vordergliedmaße. Zur Verbesserung der intraartikulären Sichtverhältnisse wurde eine Spülkanüle im rechten Winkel zum Arthroskop eingeführt. Zur Zwischendesinfektion der Instrumente verwendete man Hydrogenperoxid. Nach der Arthroskopie erhielten die Pferde Phenylbutazon und für 6 Tage Boxenruhe. Bei der Kadaver-Arthroskopie konnte ein mittlerer Visualisierungsscore von 2,77 (0–3) für die anatomischen Strukturen des Radiokarpalgelenks (RCJ) und von 2,74 (0–3) im Interkarpalgelenk (ICJ) ermittelt werden. Dabei ließen sich über einen palmarolateralen Zugang auch das laterale palmare Interkarpalband, das Os carpi intermedium und das Os carpi tertium darstellen, was mittels 4 mm Standard-Arthroskop zumeist nicht möglich ist. Hingegen waren aufgrund des 10 Grad Blickwinkels das Os carpi ulnare und das Os carpi secundum nadelarthroskopisch nur eingeschränkt einsehbar. Die Lebenduntersuchungen erfolgten an Pferden im Alter von 3–13 Jahren bei einem Körpergewicht von 380–528 kg. Dabei wurde neben dem Radiokarpalgelenk nur bei 3 von 6 Pferden das Interkarpalgelenk arthroskopiert, weil die Pferde mit angelegtem Splint nicht durchgehend still standen und weil eine stärkere Beugstellung wünschenswert gewesen wäre, um das Risiko iatrogenen intraartikulärer Verletzungen zu minimieren.

Eine stärkere Beugung wurde nicht versucht, weil nicht klar war, ob die Pferde dies unter der gewählten Ruhigstellung tolerieren würden. Über die dorsalen Zugänge darstellbare Strukturen wurden nach dem Visualisierungsscore mit 2,5 (0–3) bewertet. Die durchschnittliche Eingriffsdauer für die Arthroskopie betrug für das RCJ im Schnitt 6,5 Minuten und für das ICJ 10,0 Minuten. Infolge von Beinbewegungen musste das Arthroskop in 3 von 18 Fällen erneut eingeführt werden. Gelegentliche Blutungen stoppten nach einer Spülung, iatrogene Gelenkschäden traten in 30% der Arthroskopien auf und betrafen oberflächliche Knorpeldefekte. Das Arthroskop kostete 500 US Dollar und es nahm keinen Schaden durch die Eingriffe. Die Nadel-Arthroskopie könnte bei Pferden mit einer Karpallahmheit und unklarem Röntgenbefund diagnostisch weiterführen, eine bessere prognostische Einschätzung ermöglichen und als Verlaufsuntersuchung von Karpalerkrankungen Verwendung finden. Allerdings wird empfohlen, den Eingriff auf eine karpale Gelenksetage zu beschränken, weil mit zunehmender Manipulation eine abnehmende Toleranz der Pferde zu erwarten ist. Der dorsolaterale Zugang bot eine gute Einsicht und könnte fallweise als alleiniger Zugang ausreichen. Die intraartikuläre Rundumsicht mit einer 10 Grad Optik lieferte ein kleineres Blickfeld im Vergleich zu der Standard-30-Grad-Optik. Dafür lässt sich das Nadel-Arthroskop leichter manövrieren. Die in der vorliegenden Studie an Kadavern durchgeführten Nadel-Arthroskopien über palmare Zugänge konnten in dieser Studie noch nicht klinisch umgesetzt werden, könnten aber ebenso einen diagnostischen Stellenwert bekommen. pp

Department of Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, University of Montreal, Quebec, Canada

Prospektive Untersuchung zu Schlehdornverletzungen und Synovitis bei 35 Pferden

Prospective study of blackthorn injury and synovitis in 35 horses

N. M. Ashton (2020)

Equine vet. Educ. 32, 492–499

Der Schlehdorn gehört zu den Rosengewächsen, der beim Menschen nach Kontakt zu Gewebereizungen und Hautreaktionen führt. Die Schlehdornsynovitis ist beim Menschen eine sehr selten auftretende Monoarthritis, die schwer zu diagnostizieren ist. In der Klinik des Autors ist die Pflanzendornensynovitis ein bekanntes Problem bei Pferden, welche zur Jagd eingesetzt werden. Diese Pferde springen über Hecken mit Schlehdorn und es können verschiedene synoviale Strukturen durch die Dornen penetriert werden. Beim Menschen ist die ultraschallgeleitete Entfernung von Fremdkörpern und deren Lokalisation mit Nadeln bereits beschrieben. Das endoskopische Débridement und die Lavage synovialer Einrichtungen zur Therapie der Sepsis sind in der Human- und in der Veterinärmedizin beschrieben. Schlehdorn ist eine heimische Buschpflanze mit großen Dornen, welche in England und anderen europäischen Ländern zur Einzäunung von Rinderwiesen verwendet wird. In der nachfolgenden Untersuchung wurden das klinische Bild, die Diagnose, die Behandlung und der Heilungsverlauf einer Schlehdornsynovitis bei 35 Pferden beschrieben. Zusätzlich wird genauer auf die chirurgische Versorgung der Patienten eingegangen. Zur Anwendung kam hierbei eine elektrochirurgische Technik mit einer ultraschallgeleiteten Nadel als Führung für den Schnitt auf dem Dornenfragment oder zur Entfernung perisynovialer Dornenfragmente.

Alle in die Studie eingeschlossenen Patienten waren Jagdpferde die zwischen Oktober 2013 und März 2015 mit akuter Synovitis 24 Stunden nach der Jagd vorgestellt wurden. In allen Jagden waren Sprünge über Schlehdornhecken eingeschlossen. Die Penetration der Dornen wurde durch das Vorhandensein von schwarzem Pflanzenmaterial vor oder während des chirurgischen Eingriffs bestätigt. Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurde eine Synoviozentese vor dem chirurgischen Eingriff durchgeführt. Die Diagnose der Gelenkinfektion erfolgte aufgrund der erhöhten Leukozytenanzahl und des erhöhten Gesamteiweißgehalts. Vor dem chirurgischen Eingriff wurde eine sonographische Untersuchung zur potentiellen Identifikation und Lokalisation der Dornen durchgeführt. Die entsprechende Lokalisation wurde mit Klammern auf der Haut markiert. Die Patienten erhielten Flunixin und Oxytetracyclin bereits vor dem chirurgischen Eingriff. Unter Allgemeinnarkose in Rückenlage erfolgte die Identifikation des Dorns mit einer hypodermalen Nadel. Mit einem monopolaren elektrochirurgischen Instrument erfolgte der Schnitt direkt auf der Nadel. Das Pflanzenmaterial wurde mit Moskitoklemmen entfernt. Nach Spülung der Wundhöhle erfolgte der perisynoviale Wundverschluss. Die arthroskopische Untersuchung wurde über die Standardzugänge durchgeführt. Große Dornen wurden mit einem Rongeur, kleinere Fragmente mit einer Synoviaresektor-klinge entfernt.

Zur Minimierung der erforderlichen Zugänge wurden ganz kleine Fragmente durch Spülung mit einer Nadel entfernt. Alle synovialen Einrichtungen wurden im Anschluss mit mindestens fünf Litern Kochsalzlösung gespült. Bei mehreren Fragmenten kamen auch

größere Volumina zum Einsatz. Die definitive Diagnose erfolgte durch die makroskopische Beurteilung des Pflanzenmaterials oder durch den mikroskopischen Nachweis aus der Spülflüssigkeit. Der Therapieerfolg wurde nach vier und nach 12 Wochen telefonisch erfragt. Insgesamt erfüllten 35 Pferde die Einschlusskriterien der Untersuchung. Alle Pferde wurden mit den klinischen Anzeichen einer Infektion synovialer Einrichtungen vorgestellt. Der mittlere Lahmheitsgrad lag bei 4/5. Es waren doppelt so viele Vorder- als Hintergliedmaßen erkrankt. Bei allen Pferden konnte schwarzes Pflanzenmaterial peri- oder intrasynovial nachgewiesen werden. Am häufigsten waren die Strecksehnscheide und das Fesselgelenk betroffen. Alle synovialen Kulturen waren negativ. 28 Patienten waren fünf Tage nach der Operation beschwerdefrei, sieben Pferde waren im Schritt ohne Lahmheit, wurden aber im Trab nicht kontrolliert. Innerhalb von acht Wochen kehrten alle Patienten zur vollen Arbeit zurück. sl

Oakham Veterinary Hospital, Equine Surgery, Oakham, Rutland, UK

Kräuterzubereitungen für Hauttumore beim Pferd beinhalten eine große Menge von Zinkchlorid

'Herbal' preparations for equine dermal neoplasms contain large amounts of zinc chloride

D. W. Ramey und R. Poppenga (2020)
Equine vet. Educ. 32, 3–6

Die Behandlung von Hauttumoren beim Pferd wie zum Beispiel dem Sarkoid kann für den Praktiker frustrierend sein. Obwohl unterschiedliche Therapieoptionen existieren, konnte bei keiner ein einheitliches Erfolgsergebnis erzielt werden. Zu diesen Behandlungsoptionen gehören auch unterschiedliche Kräuterzubereitungen. Der primäre aktive Wirkstoff in derartigen Produkten soll Blutwurzeln sein. Diesem wurde in unterschiedlichen In vitro-Studien immunogene sowie anti-karzinogene Eigenschaften zugesprochen. Bei der oralen Aufnahme von Blutwurzeln treten Vergiftungserscheinungen auf einschließlich Erbrechen, Verbrunnenungszeichen der Kontaktschleimhäute, Verlust des Sehvermögens, kardiale Inhibition und eventuell Todesfälle. Des Weiteren kann bei topischer Anwendung von Blutwurzelnprodukten schwere Hautreaktion auftreten. Interessanterweise lösen die Blutwurzelnprodukte hochgradige Nebenwirkungen hervor, die direkte Applikation des reinen Safts des Stammes oder des Wurzelstocks verursachen nur eine milde Kontaktdermatitis. Sind die genauen Anteile der Inhaltsstoffe der Produkte nicht bekannt, so wird in der Regel aufgeführt, dass das Produkt Zinkchlorid enthält. In reiner Form ist Zinkchlorid ein ätzender Stoff. In einer Konzentration von unter einem Prozent gilt Zinkchlorid als sicher in der Verwendung als Adstringent mit geringgradiger, antimikrobieller Wirkung. In hohen Konzentrationen wurde es zur Warzenbehandlung bei Menschen eingesetzt. Da die in der Veterinärmedizin verwendete schwarze Kräutersalbe ebenfalls Zinkchlorid enthalten soll, sollte in der vorliegenden Untersuchung die Konzentration von Zinkchlorid in diesem Produkt untersucht werden. Es wurden drei Proben von unterschiedlichen Blutwurzelnpräparaten analysiert. Die Bestimmung der Konzentration von Zink und anderen Elementen wurde mit Atomemissionsspektroskopie mit gekoppeltem Plasma gemessen. Die Chloridkonzentrationen wurden mithilfe der Ionenchromato-

graphie bestimmt. Die analysierten Produkte enthielten zwischen 11,6% und 25% Zinkchlorid. Somit sollte man sich beim Einsatz dieser Präparate bewusst sein, dass diese Salben beträchtliche Mengen Zinkchlorid enthalten – eine ätzende, korrosive Chemikalie. Des Weiteren sollte sich der Pferdemediziner klar sein, dass unterschiedliche internationale Regierungsbehörden vor dem Einsatz von schwarzer Kräutersalbe im Rahmen der Krebstherapie bei Menschen warnen. Die Autoren vermuten, dass Blutwurzeln nicht anti-karzinogen ist und die beim equinen Sarkoid verwendete schwarze Kräutersalbe wirksam scheint, diese Wirksamkeit auf den hohen Mengen von Zinkchlorid beruhen könnte. ag

Ramey Equine, Encino, California and CAHFS Toxicology Laboratory, School of Veterinary Medicine, University of California, Davis, California, USA

Langzeit-Behandlungserfolg bei einem Esel mit kutanem Lupus erythematosus mit Methotrexat

Long-term successful treatment of a donkey with cutaneous lupus erythematosus with methotrexate

M. Mosca, P. Randleff-Rasmussen, N. Milhau, P. Panzuti, M. Meylan, I. Desjardin, D. Pin (2020)
Vet. Dermatol. 31, 313–378

Ein fünf Jahre alter Esel wurde aufgrund einer generalisierten Dermatoze über acht Monate in der Klinik vorgestellt. Vorherige Behandlungen für diese Hauterkrankung umfassten die Gabe von Ivermektin, Griseofulvin, Chlorhexidin-Shampoo, Antibiotika und Kortikosteroiden. Diese Therapien erzielten eine partielle und temporäre Verbesserung der Symptome. Bei der Vorstellung des Esels zeigten sich generalisierte kutane Läsionen in Form von dicken und festsitzenden Krusten, Erythema sowie Schuppen und Alopezie. Die Veränderungen waren weder schmerzhaft noch wiesen sie einen Juckreiz auf. Bei der zytologischen Untersuchung eines Hautgeschabsels wurden neutrophile Granulozyten und einige Kokken festgestellt. Allerdings zeigte sich kein infektiöser Keim unterhalb der Krusten. Die angelegte Pilzkultur war negativ. Die histopathologische Untersuchung von Hautbiopsien ergab eine hydropische lichenoid Interface-Dermatitis der Epidermis und eine murale Interface folliculäre Dermatitis. Die entzündlichen Infiltrate umfassten Histiozyten, Plasmazellen, Mastzellen und viele Lymphozyten. Durch die immunohistochemische Analyse wurden CD3+ Lymphozyten sowie Lymphozyten, welche CD8+ als auch CD4+ exprimierten nachgewiesen. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde die Diagnose generalisierter, exfoliativer kutaner Lupus erythematosus assoziiert mit einem mittelgradigen, sekundären bakteriellen Überwachsen gestellt. Der Esel wurde daraufhin über zehn Tage ohne therapeutischen Erfolg mit Trimethoprim Sulfonamiden behandelt. Eine immunsuppressive Therapie mit Prednisolon (0,4 mg/Kilogramm p. o. 2 × tgl.) kombiniert mit der subkutanen Injektion von 25 mg Methotrexat (0,1 mg/kg einmal in der Woche) wurde initiiert. Es wurden keine Nebenwirkungen festgestellt. Innerhalb von drei Wochen zeigte sich ein neues Haarwachstum und die Anzahl der Läsionen verringerte sich um 70%.

Nach drei Monaten wurde die Therapie mit Prednisolon verringert und die Gabe von Methotrexat auf 50 mg einmal wöchent-

lich gesteigert. Die Läsionen waren deutlich reduziert und weitere drei Monate später wurde die Prednisolon-Therapie langsam abgesetzt. Die Verabreichung von Methotrexat wurde erneut gesteigert auf 75 mg einmal wöchentlich. Innerhalb der nächsten zwei Wochen konnte eine komplette Revision festgestellt werden. Die nach einem Jahr entnommenen Hautproben wiesen im Rahmen der histopathologische Untersuchung kein Anzeichen von zytotoxischen Lymphozyten auf. Nach einem Jahr wurde die Dosis von Methotrexat auf 50 mg pro Woche verringert. In den nachfolgenden elf Monaten konnte keine Verschlechterung des Krankheitsbildes festgestellt werden und ebenso keine Nebenwirkungen. Im Behandlungszeitraum waren monatlich Blutproben genommen worden und ein komplettes Blutbild sowie biochemische Untersuchungen durchgeführt. Die Werte dieser Untersuchungen verblieben immer im Normbereich. Der kutane Lupus erythematosus ist eine Autoimmunerkrankung, welche bei Menschen, Hunden und Katzen oft auftritt, selten beim Pferd und noch nie beim Esel beschrieben worden ist. Die Prognose ist in der Regel gut, doch muss dabei beachtet werden, dass die Behandlung lebenslang erfolgen muss. Methotrexat ist ein Folsäure-Analogon und es wirkt entzündungshemmend, anti-proliferativ und immunsuppressiv. 98 % der humanen Patienten mit kutanem Lupus erythematosus zeigen eine positive klinische Reaktion auf das Medikament. In vorherigen Studien zeigten Pferde aufgrund dieses Medikamentes schwere Nebenwirkungen. In diesen Fällen war die Dosierung höher. Dieser Fallbericht zeigt, dass die einmal wöchentliche Gabe von Methotrexat in einer Dosierung von 0,1–0,3 mg/kg zur Behandlung des Lupus erythematosus beim Esel effektiv war und die Erkrankung über zwei Jahre ohne Anzeichen von Nebenwirkungen kontrollieren konnte.

Université Lumière Lyon 2, VetAgro Sup, UP Interactions Cellules Environnement, Marcy l'Etoile, France

Spray mit essentiellen Fetten reduziert die klinischen Symptome der Insektenhypersensitivität bei Pferden

Essential oil spray reduces clinical signs of insect bite hypersensitivity in horses

A. Cox, K. Wood, G. Coleman, A. J. Stewart, F.-R. Bertin, H. Owen, W. W. Suen, C. E. Medina-Torres (2020)
Aust. Vet. J. 98, 411–416

Die Insektenhypersensitivität (IBH) ist eine saisonale allergische Hauterkrankung bei welcher eine genetische Prädisposition vermutet wird und welche mit einer Prävalenz von 3 % in der UK, von 37 % in Deutschland und bis zu 60 % in Australien auftritt. Die Erkrankung mit hochgradigem Juckreiz ist charakterisiert durch eine chronische Hyperreaktivität des Immunsystems. Es handelt sich um eine Typ I und Typ IV-Hypersensitivitätsreaktion auf den Speichel von Culicoides spp. und anderen Insekten. Eine Assoziation zwischen dem Nachweis von IgE Antikörper gegen Culicoides Speicheldrüsenproteinen und den klinischen Symptomen von IBH wurde oft dokumentiert. Diese Antikörper induzieren die Degranulation von Mastzellen, wodurch unterschiedliche entzündungsbedingte Vorgänge ausgelöst werden.

Histamin und Serotonin werden von den Mastzellen freigesetzt, wodurch Juckreiz ausgelöst werden kann. Durch die Induktion der Degranulation der Mastzellen sind die Antikörper die direkte Verbindung zwischen der Immunreaktion auf die Bisse der Culicoides und den klinischen Symptomen der IBH bei erkrankten Pferden. Effiziente Therapieoptionen stehen nicht wirklich zur Verfügung, da die Erfolgsraten bei unter 50 % für die Hyposensibilisierung und die steroidbasierte Immunsuppression liegen. Eine kürzlich durchgeführte doppelt verblindete, zufallsbasierte, placebokontrollierte Studie konnte keinerlei therapeutische Wirkung der allergenspezifischen Immuntherapie nachweisen. Ölextrakte von bestimmten Pflanzen wie Cinnamomum camphora, Cymbopogon citratus, Litsea cubeba, Mentha piperita und Pogostemon cablin werden immunmodulierende, antihistaminerge, juckreizstillende, antiinflammatorische, antiallergische, analgetische, larvizide sowie insektenvertreibende Eigenschaften zugesprochen. Somit könnten diese Öle im Rahmen der Therapie von IBH eingesetzt werden. Das Ziel der vorliegenden Studie war die Beurteilung der Wirkung einer Kräuterformulierung auf die klinischen Symptome von Pferden mit IBH. Es handelte sich um einen doppelt-verblindeten, placebo-kontrollierten klinischen Versuch, welcher im Sommer durchgeführt worden war.

Die getestete Kräuterformulierung beinhaltete Pfefferminz, Zitronengras, May Chang, Kampfer sowie Patschuli. Impfung einer Emulsion von Pflanzenöl und Wasser. Die Placebolösung enthielt Pflanzenöl, Wasser, Methylhexylketon, Polysorbat und natürliches Konservierungsmittel. Die 20 adulten Pferde in einem Alter zwischen zwei und 25 Jahren mit klinischer Symptomatik der IBH wurden täglich entweder mit der Kräuterformulierung oder dem Placebo über 28 Tage behandelt. Behandelt wurden die erkrankten Bereiche entweder über ein Spray oder ein Roll-on im Bereich des Kopfes oder des Schweifes. Die Wash-out-Periode zwischen den beiden Behandlungen lag bei vier Wochen. Die Pferde waren vor sowie nach der Behandlungszeit klinisch untersucht worden. Die klinische Untersuchung der Läsionen umfasste eine Graduierung (0–5) der Alopezie, Exkoration und Lichenifikation. Eine histopathologische Untersuchung wurde bei vier Pferden durchgeführt. Des Weiteren wurden zu den Untersuchungszeitpunkten Blutproben genommen für die Erstellung eines Differenzialblutbildes und eines biochemischen Serumprofils. Es wurden keine Nebenwirkungen während des Studienzeitraumes beobachtet. Das Kräuterspray reduzierte den Schweregrad aller erhobenen Parameter einschließlich Juckreiz, Lichenifikation, Exkorationen und Alopezie im Vergleich zu den Befunden vor Beginn der Behandlung. Die Besitzer erfassten eine Verbesserung des Juckreizes bei 95 % der Pferde und eine komplette Linderung des Juckreizes bei 85 % der Pferde. Die histopathologische Untersuchung der Hautbiopsien wies eine reduzierte Dicke des Stratum spinosum bei zwei von vier Pferden, eine komplette Heilung der Veränderungen bei einem von vier Pferden nach Behandlung und eine Heilung der Orthokeratose bei allen Pferden nach. Nach Behandlung mit dem Placebo zeigten sich keine Veränderung der histopathologischen Läsionen oder eine Verschlechterung. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass das getestete Kräuterspray eventuell für das Management der IBH bei Pferden effektiv sein könnte. ag

School of Veterinary Science, The University of Queensland, Gatton, Queensland, Australia

Veranstaltungsübersicht

13. November	Baden-Baden	Röntgen-Aktualisierungskurs Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
13.–14. November	Baden-Baden	Kolik Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
4.–5. Dezember	Baden-Baden	Reproduktion Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
21.–22. Januar	Hamburg	Geburt und Fohlenmedizin Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
22. Januar	Hamburg	Röntgen-Aktualisierungskurs Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
5. Februar	Berlin	Röntgen-Aktualisierungskurs Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
19.–20 Februar	Baden-Baden	Haltung, Verhalten und Nutzung des Pferdes Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
12.–13. März	Berlin	Kardiologie/Sonokardiographie Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
19.–20 März	Neustadt Glewe	Sonographie des Fohlens Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
9. April	Baden-Baden	Röntgen-Aktualisierungskurs Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
9.–10. April	Baden-Baden	SonographieThorax/Abdomen Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
7. Mai	Baden-Baden	Röntgendiagnostik Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
28.–29. Mai	Baden-Baden	Hartmut Gerhards-Symposium "Ophthalmologie des Pferdes" Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
17. September	Berlin	Röntgen-Aktualisierungskurs Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
17. –18. September	Berlin	Endokrinologie Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
15. Oktober	Hamburg	Röntgen-Aktualisierungskurs Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc
14.–15. oktober	Hamburg	Reproduktion Curricula, curricula@hippiatrika.com	www.curricula.cc