

Kernspintomographische Untersuchungen von Erkrankungen der Kopfregion des Pferdes – drei Fallberichte

Christoph T. Hoppe, Wigo Horstmann und Hartmut Gerhards

Pferdeabteilung der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München

Zusammenfassung

Die Kernspintomographie (Magnetresonanztomographie MRT, magnetic resonance imaging MRI) wurde mit dem MAGNETOM Open (Firma Siemens, Typ OPEN viva, 0,2 Tesla) durchgeführt. Als Empfänger des Resonanzsignals diente eine Körper-/ Wirbelsäulenspule. Im Vorfeld wurden alle Pferde einer klinischen und radiologischen Untersuchung unterzogen. Fallabhängig ergänzten die Endoskopie und die Sonographie die Befunderhebung. Für die Untersuchung des Gesichtsschädels wurden transversale und sagittale Schichtbilder angefertigt. Zur Beurteilung des Hirnschädels wurden zusätzlich koronale Tomogramme erstellt. In Abhängigkeit von den zu untersuchenden pathologischen Veränderungen der genannten Regionen wurden eine T1- und/oder T2-Gewichtung vorgenommen. Mittels MRI wurden Erkrankungen der Nasen- und Nasennebenhöhlen (Sinuszyste, ossifizierendes Fibrom) sowie eine Neoplasie der Orbita (Neuroblastom) diagnostiziert. Aufgrund des ausgezeichneten Weichteilkontrastes und der Möglichkeit der variablen Schichtpositionierung hat sich die Kernspintomographie aus klinischer Sicht als hervorragendes Diagnoseverfahren für die Beurteilung von Kopferkrankungen des Pferdes bewährt.

Schlüsselwörter: Kernspintomographie, Magnetresonanztomographie (MRT), magnetic resonance imaging (MRI), Kopf, Neoplasie, Sinus paranasales, Orbita

Examination of disorders of the equine head with magnetic resonance imaging – three case reports

Magnetic resonance imaging (MRI) was performed with a 0,2 tesla MR-scanner (MAGNETOM Open/OPEN viva, Siemens) and a body/spine receiver coil. All horses underwent clinical and radiographic examination. In addition the preliminary diagnostic investigations were completed by endoscopy and sonography. For the evaluation of the head images in the transverse and the sagittal planes were acquired. For the examination of the brain and the eyes extra images in the coronal plane were obtained. Depending on the pathological alterations of the above-mentioned regions T1- and/or T2-weighted MR images were acquired. MRI revealed disorders of the nasal cavity and the paranasal sinuses (sinus cyst, ossifying fibroma) and a neoplasm of the orbit (neuroblastoma). From a clinical point of view MRI has proved to be an excellent diagnostic technique for the evaluation of disorders of the equine head because of the superior contrast resolution of soft tissue and the possibility of multiplanar imaging.

Keywords: magnetic resonance imaging (MRI), head, neoplasm, paranasal sinuses, orbit

Einleitung

Bei der Kernspintomographie handelt es sich um ein relativ neues Diagnoseverfahren, welches erst seit Ende der 90er-Jahre in der Pferdemedizin zur Untersuchung an lebenden Patienten angewendet wird. Der Einsatz der MRI-Technik ist derzeit aufgrund der Bauart der zur Verfügung stehenden Geräte, die der Humanmedizin entlehnt sind, auf den Kopf, die kraniale Halswirbelsäule und die distalen Gliedmaßenabschnitte beschränkt. Die Vorteile der Magnetresonanztomographie liegen in dem ausgezeichneten Weichteilkontrast und der Möglichkeit Bilder der zu untersuchenden Körperregion in jeder beliebigen Schichtebene ohne Umlagerung des Patienten anfertigen zu können.

Bis dato liegen anatomische kernspintomographische Studien beim Pferd über Auge und Orbita (Morgan et al. 1993), Nasen- und Nasennebenhöhlen (Arencibia et al. 2000), Kiefergelenk (MacDonald et al. 2000) und Gehirn (Chaffin et al. 1997, Arcencibia et al. 2001, Vazquez et al. 2001) vor.

Am lebenden Patienten gelang der magnetresonanztomographische Nachweis einer Kleinhirnhyperplasie (Junker et al. 2002), eines Hydrocephalus (Hoskinson et al. 1997, Tucker und Farell 2001), einer Nigropallidalen Enzephalomalazie (Sanders et al. 2001), eines mykotischen Hirnabszesses (Kraft und Gavin 2001), eines zerebralen Hämatoms und Ödems sowie einer Hirnläsion infolge einer Sarcocystis neuronae-Infektion (Tucker und Farell 2001). Gray et al. (2001) wendeten bei einem Pferd, bei dem der Verdacht auf eine Myeloenzephalitis bestand, die MRT an. Des weiteren ließen sich im Rahmen einer kernspintomographischen Untersuchung Frakturen des Os basisphenoidale (Tucker und Farell 2001), des Stylohyoids (Tucker und Farell 2001) und des Os nasale (Hoppe 2003), Abszesse der Kau- und Schlundkopfmuskulatur (Hoppe 2003) sowie Entzündungen und Zysten der Nasennebenhöhlen (Junker et al. 2002, Hoppe 2003) darstellen. Mittels MRI konnten zudem Neoplasien der Mandibula, der Orbita, der Sinus paranasales und der Hypophyse lokalisiert werden (Junker et al. 2002, Hoppe 2003).

Material und Methode

Im Zeitraum von Februar 2001 bis September 2002 wurde die Kopfregion von 32 Pferden im Alter von einem bis 18 Jahren (\bar{x} 8,9 Jahre) in der Pferdeabteilung der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München mit Hilfe eines humanmedizinischen Kernspintomographen, dem MAGNETOM Open (Firma Siemens, Typ OPEN viva) (Abb. 1), untersucht.

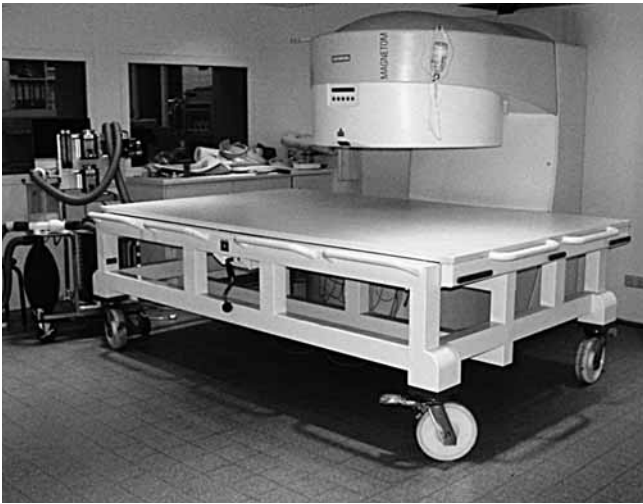


Abb 1: MAGNETOM Open, Patiententisch und Narkosegerät
MAGNETOM Open, specially designed support table for horses and anesthetic machine

Bei diesem Gerät handelt es sich um einen wassergekühlten Widerstandsmagneten. Das Hauptmagnetfeld von 0,2 Tesla wird durch zwei Magnetspulen in Form von runden, waagrecht, senkrecht übereinanderstehenden Polschuhen, welche über ein Joch verbunden sind, erzeugt. Durch die C-Form des Tomographen wird der Zugang bei der Lagerung des Pferdeschädels im Zentrum des Magneten erleichtert. Die Gantry hat eine Höhe von 44 cm. Als Empfänger des Signals dient eine Körper-/ Wirbelsäulenspule, die genau an den jeweiligen Umfang des Kopfes angepasst werden kann. Der Untersuchungsraum besitzt eine Hochfrequenzabschirmung, um eine möglichst große Homogenität des Magnetfeldes zu gewährleisten. Der 2,6 m lange, 0,85 m hohe und 1,6 m breite Patiententisch (Abb. 1) ist eine Sonderanfertigung der Firma Blanco Med. Die manuell bewegliche Tischplatte besteht aus Kunststoff, der Unterbau mit Hartplastikrädern aus Stahl. Eine 4 cm dicke Kunststoffauflage dient zur Polsterung der Patienten.

Die kernspintomographische Untersuchung wurde unter Allgemeinanästhesie (Inhalationsnarkose) in rechter Seitenlage durchgeführt. Das Narkosegerät konnte risikolos in ca. 1,5 m Abstand vom Magneten platziert werden, ohne dass es von diesem angezogen wurde. Mittels einer 19 Sekunden dauernden Impulssequenz (Scout) wurden Übersichtsbilder in den drei orthogonalen Raumebenen (sagittal, transversal, koronal) angefertigt. Am Bildmonitor konnten anhand dieser Referenzbilder der gewünschte Aufnahmebereich (field of view) und die geeigneten Schichtpositionen festgelegt werden. Zur Beurteilung der Nasen- und Nasennebenhöhlen, der Zähne, des Unterkiefers, der Pharynx- und der Larynxregion wurden

transversale und sagittale Tomogramme, für die Untersuchung des Gehirns und der Augen zusätzlich koronale Schichtbilder erstellt. Entsprechend der diagnostischen Fragestellung und der Art der zu untersuchenden Gewebestruktur wurden T1- und/oder T2-gewichtete Aufnahmen, unter Verwendung der vorgefertigten Untersuchungsprotokolle (Tab. 1 und 2), angefertigt.

Tab 1: Parameter des Untersuchungsprotokolls für die T1-Gewichtung der kernspintomographischen Bilder
Parameters for acquiring T1-weighted MR images

Repetitionszeit	640 ms
Echozeit	30 ms
Schichtdicke	5 mm
Schichtabstand	2 mm
Schichtanzahl	11
Field of view	350 mm
Matrix	157 x 256 Pixel
Pixelgröße	1,67 x 1,37 mm
Untersuchungszeit	5 min 4 s

Tab 2: Parameter des Untersuchungsprotokolls für die T2-Gewichtung der kernspintomographischen Bilder
Parameters for acquiring T2-weighted MR images

Repetitionszeit	3000 ms
Echozeit	102 ms
Schichtdicke	5 mm
Schichtabstand	2 mm
Schichtanzahl	11
Field of view	350 mm
Matrix	238 x 256 Pixel
Pixelgröße	1,60 x 1,48 mm
Untersuchungszeit	6 min 2 s

Ergebnisse

Fall 1

Anamnese

Der einjährige Warmbluthengst fiel seit drei Wochen durch Nasenausfluss aus der linken Nüster auf.

Klinische, radiologische und endoskopische Untersuchung

Auch bei der klinischen Untersuchung zeigte das Pferd einseitigen seromukösen Nasenausfluss. Die Perkussion der linken Kieferhöhle wies eine helle Schallqualität auf. Es wurde eine Umfangsvermehrung an der linken Seite des Oberkiefers festgestellt, die weder vermehrt warm, noch schmerzhaft war. Die radiologische Untersuchung blieb ohne besonderen Befund. Wegen einer Stenosierung des linken ventralen Nasenganges war eine endoskopische Untersuchung nicht möglich.

Kernspintomographie

Auf den T2-gewichteten transversalen Bildern (Abb. 2a - d) konnte eine Flüssigkeitsansammlung in der rostralen und kaudalen Abteilung der linken Kieferhöhle sowie in der linken ventralen und dorsalen Nasenmuschel dargestellt werden. Es wurde zudem eine Deformation der Maxilla festgestellt.

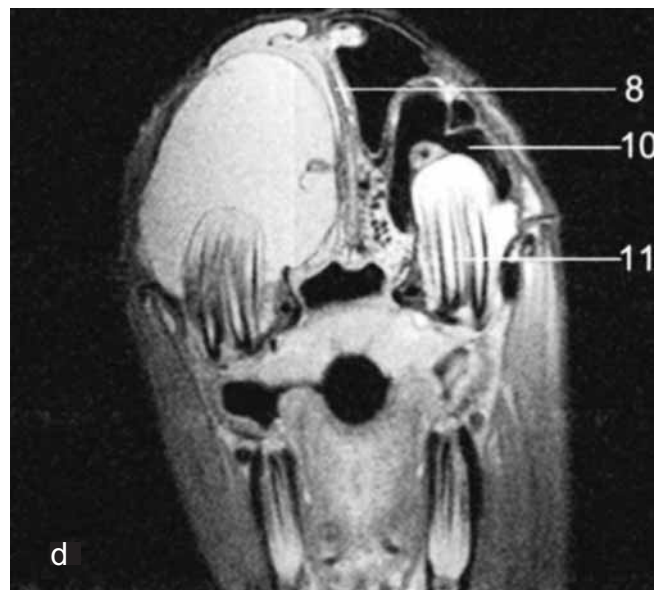
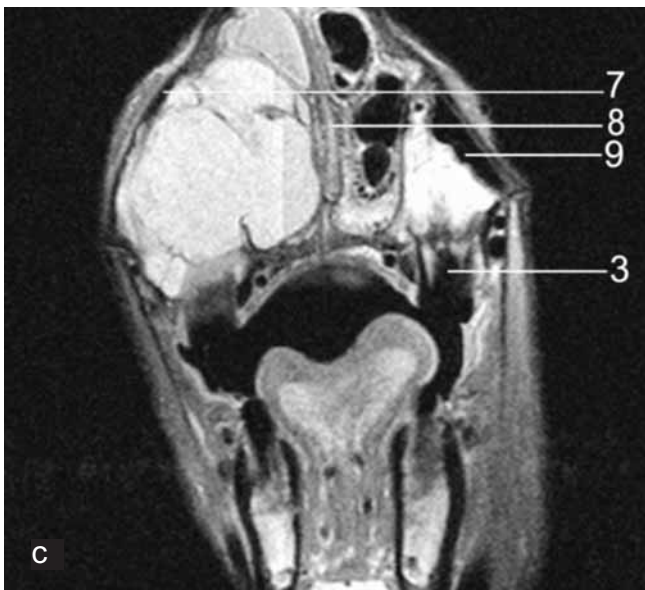
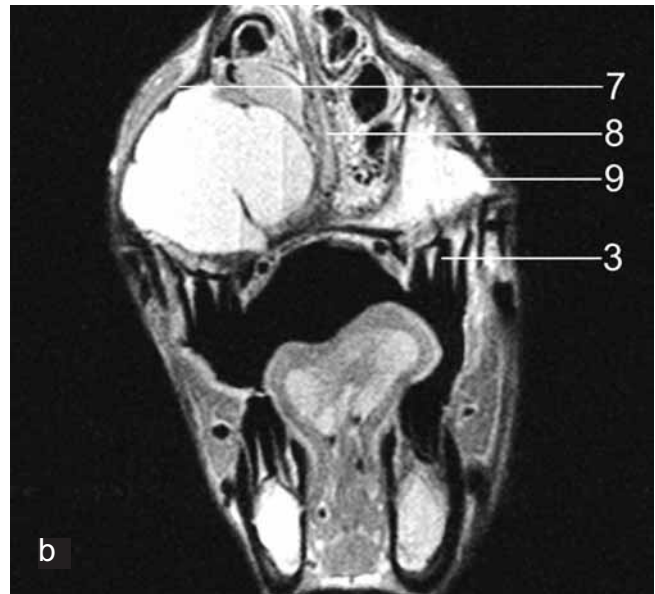
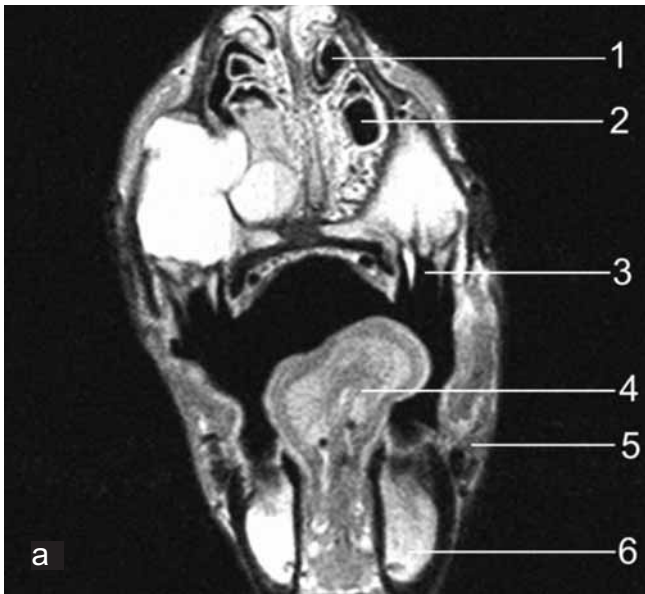


Abb. 2a – d: transversale T2-gewichtete kernspintomographische Bilder der Zyste im linken Sinus maxillaris rostralis und caudalis
Transverse T2-weighted MR images demonstrating a cyst in the left rostral and caudal maxillary sinus

1) Concha nasalis dorsalis, 2) Concha nasalis ventralis, 3) Pd4, 4) Lingua, 5) Musculus masseter, 6) Corpus mandibulae, 7) Deformatio maxillae, 8) Deviatio septi nasi, 9) Sinus maxillaris rostralis, 10) Sinus maxillaris caudalis, 11) M1

Außerdem fielen eine Septumdeviation sowie eine Kompression bzw. Verdrängung der Conchae nasales auf.

Therapie

Es erfolgte eine Trepanation der linken Kieferhöhle. Bei der Eröffnung der Zyste ergoss sich eine rötliche seromuköse Flüssigkeit. Nach der Spülung des Sinus maxillaris zeigte sich, dass die dorsale und die ventrale linke Nasenmuschel schleimige Degenerationserscheinungen aufwiesen. Diese veränderten Bereiche wurden reseziert.

Fall 2

Anamnese

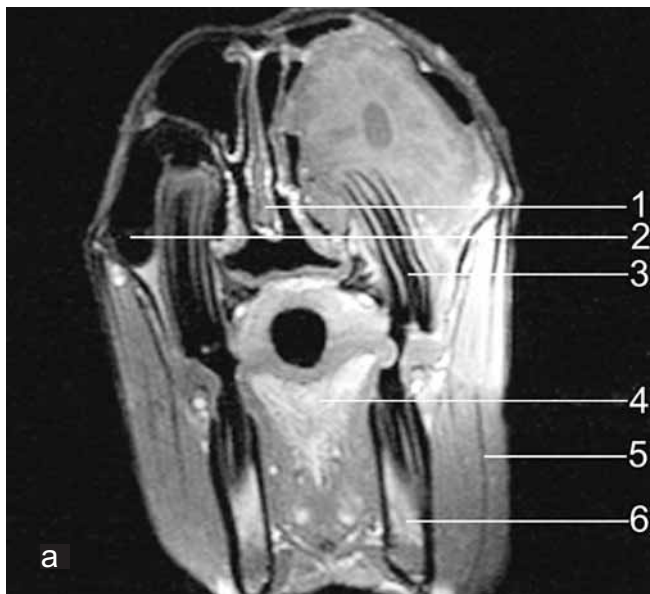
Die zweijährige Warmblutstute fiel seit drei Monaten durch ein Atemgeräusch auf. Seit einer Woche trat zusätzlich Nasenausfluss aus der rechten Nüster auf.

Klinische, radiologische und endoskopische Untersuchung

Bei der klinischen Untersuchung zeigte das Pferd einseitigen mukopurulenten Nasenausfluss. Es wurden inspiratorische und expiratorische Atemgeräusche festgestellt. Die radiologische Untersuchung blieb ohne besonderen Befund. Wegen einer Stenosierung des rechten ventralen Nasenganges war eine endoskopische Untersuchung nicht möglich.

Kernspintomographie

Auf den T1-gewichteten transversalen Bildern (Abb. 3a - c) zeigte sich im rechten Sinus maxillaris ein raumfordernder Prozess, der sich bis in den Sinus frontalis bzw. in die Conchae nasales ausdehnte. Dieser stellte sich als strukturiertes Gebilde verschiedener Graustufen mit einem ovalen dunkleren Zentrum dar. Außerdem wurden eine Septumdeviation



Transverse T1-weighted MR images demonstrating an ossifying fibroma in the right caudal maxillary sinus and in the right frontal sinus

1) Deviatio septi nasi, 2) Sinus maxillaris caudalis, 3) M2, 4) Lingua, 5) Musculus masseter, 6) Corpus mandibulae, 7) Sinus frontalis, 8) Bulbus oculi, 9) Conchae ethmoidales

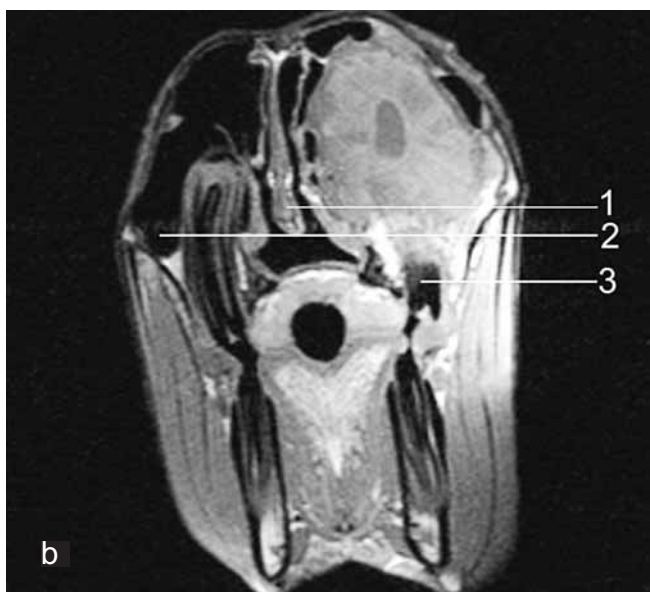
sowie eine Kompression bzw. Verdrängung der Nasenscheln festgestellt.

Therapie

Für die Exstirpation der Neoplasie wurde die „Bone-Flap-Technik“ angewendet, wobei mit einer oszillierenden Säge ein Knochenfenster über dem Sinus maxillaris und dem Sinus conchofrontalis angelegt wurde.

Pathologie

Das Untersuchungsgut bestand aus bizarr geformten, ausgefranst, harten Gewebestücken. Es wurde pathohistologisch als fibröses Bindegewebe, das von schmalen Knochen trabekeln durchsetzt war, beurteilt. Bei diesem Patienten lag ein ossifizierendes Fibrom vor. Es bestanden keine Hinweise auf eine maligne Entartung.



Fall 3

Anamnese

Die 17-jährige Traberstute fiel seit zwei Wochen durch eine größer werdende Umfangsvermehrung über dem rechten Auge auf.

Klinische, radiologische und sonographische Untersuchung

Bei der klinischen Untersuchung wurde eine Schwellung im Bereich der rechten Fossa supraorbitalis festgestellt. Sowohl die radiologische als auch die sonographische Untersuchung blieben ohne besonderen Befund.

Kernspintomographie

Sowohl auf den transversalen T1- (Abb. 4a) und T2- (Abb. 4b) gewichteten Bildern als auch auf den T1-gewichteten koronalen Aufnahmen (Abb. 4c u. d) war die Neoplasie, die sich bis in die Siebbeinregion ausdehnte, ventromedial des rechten Bulbus oculi erkennbar und zeigte bei der T2-Gewichtung eine höhere Signalintensität.



Pathologie

Aufgrund der ungünstigen Prognose entschied sich der Besitzer für die Euthanasie des Pferdes. Bei der anschließenden pathologischen Untersuchung konnte makroskopisch eine

Abb 3a - c: transversale T1-gewichtete kernspintomographische Bilder des ossifizierenden Fibroms im rechten Sinus maxillaris caudalis und im rechten Sinus frontalis

solide gekammerte Umfangsvermehrung im Bereich der Augenmuskulatur nachgewiesen werden. Die Neoplasie wurde pathohistologisch als Neuroblastom mit paragangliomartigem Habitus beurteilt.

Diskussion

Für Niedrigfeldsysteme wie das MAGNETOM Open spricht, dass sowohl die Anschaffungs- als auch die Betriebskosten geringer sind als für Kernspintomographen höherer Feldstärken. Ein weiterer Vorteil ist, dass weniger Bildartefakte entstehen bzw. ein besserer Bildkontrast erreicht werden kann, ohne dass man Einbußen bezüglich der Auflösung in Kauf nehmen muss. Außerdem können konventionelle Narkosegeräte ohne Risiko in der Umgebung des Magneten platziert werden. Kostspielige Sonderanfertigungen sind daher nicht erforderlich (Choquet et al. 2000).

In Übereinstimmung mit den Angaben von Arencibia et al. (2000) ließen sich Zahn, Zahnwurzel und Zahnfach, Septum nasi, Conchae nasales, Conchae ethmoidales, Meatus nasi und Sinus paranasales mit einer exzellenten anatomischen Detailgenauigkeit darstellen. Anhand der eigenen MR-Bilder der Patienten mit Erkrankungen der Nasen- und Nasennebenhöhlen konnte eine klare Aussage darüber getroffen werden, ob Sinus maxillaris und/oder frontalis oder Conchae nasales betroffen waren bzw. wie weit sich die pathologischen Veränderungen nach rostral oder kaudal ausdehnten. Das ossifizierende Fibrom konnte zwar problemlos lokalisiert werden, jedoch erbrachte erst die pathohistologische Untersuchung eine endgültige Diagnose. Die sagittalen kernspintomographischen Aufnahmen ermöglichten es, den Pferdeschädel in seiner gesamten Länge darzustellen. Auf den transversalen MR-Bildern konnte ein Rechts-/Linksvergleich vorgenommen werden. Sie waren besonders dafür geeignet die Deviation des Septum nasi und die Deformation der Maxilla zu erkennen.

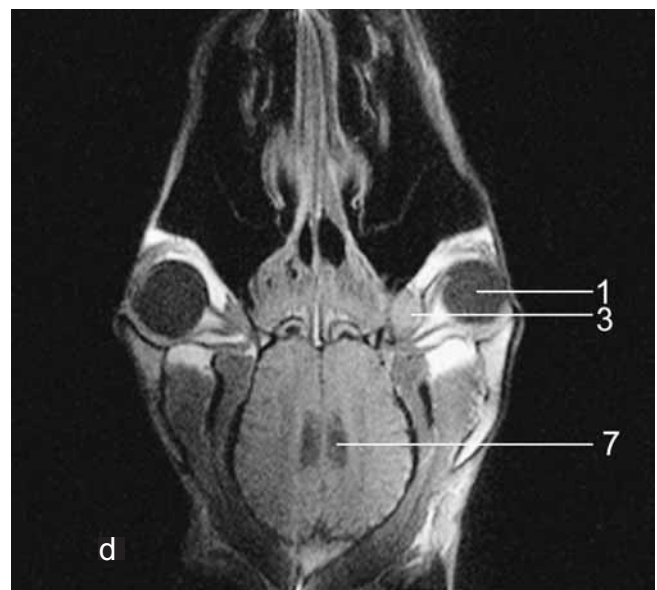
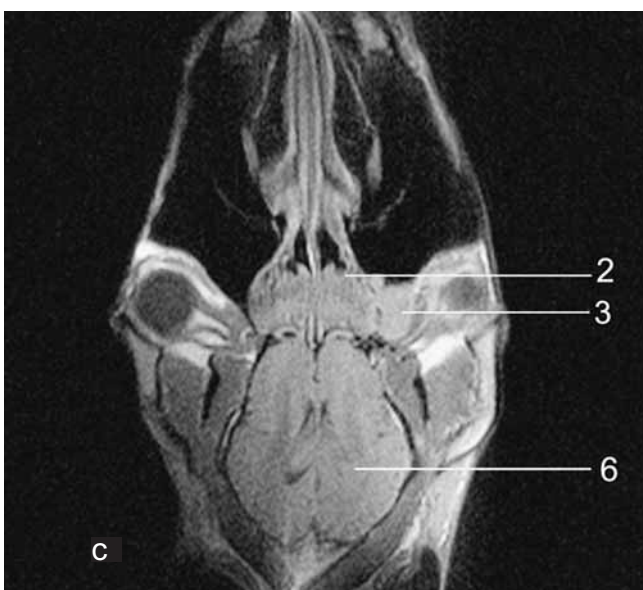
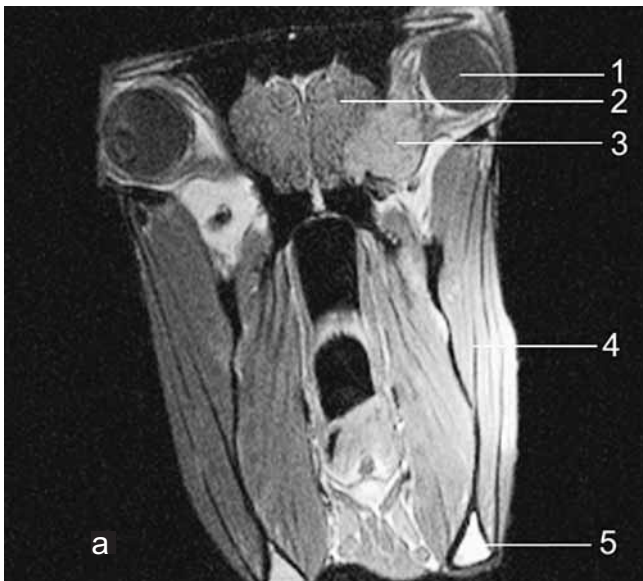


Abb 4a - d: transversale T1- und T2-gewichtete und koronale T1-gewichtete kernspintomographische Bilder des Neuroblastoms der rechten Orbita

Transverse T1- und T2-weighted and coronal T1-weighted MR images demonstrating a neuroblastoma of the right orbit

1) Bulbus oculi, 2) Conchae ethmoidales, 3) Neoplasia, 4) Musculus masseter, 5) Angulus mandibulae, 6) Cerebrum, 7) Ventriculus lateralis

Das herausragende diagnostische Potential der Kernspintomographie zeigte sich in seiner vollen Entfaltung bei der Darstellung des Auges. Wie bei Morgan et al. (1993) waren auf den transversalen MR-Bildern Orbita, Tränendrüse und retrobulbäres Fettgewebe am deutlichsten zu erkennen. Koronale Tomogramme eigneten sich am besten für die Befunderhebung an den Augenmuskeln, wobei sich Musculi recti oculi, Musculi obliqui oculi sowie Musculus retractor bulbi unterscheiden ließen. Linse und Glaskörper hoben sich klar voneinander ab. Die hochauflösende MRI-Technik war sogar in der Lage feinste Strukturen wie Nervus opticus und Chiasm opticum sichtbar zu machen. Bei dem Patienten mit der Neoplasie der Orbita war die retrobulbäre Umfangsvermehrung zwar auf den T1-gewichteten Aufnahmen erkennbar, jedoch zeigte sie bei der anschließend durchgeführten T2-Gewichtung eine höhere Signalintensität und ließ sich daher besser von den benachbarten Gewebestrukturen unterscheiden. Auch hier wurde die endgültige Diagnose erst durch die pathohistologische Untersuchung gestellt.

Wegen des hohen technischen und finanziellen Aufwandes sowie der unerlässlichen Allgemeinanästhesie kann die Kernspintomographie nicht als Routinediagnostikum zum Einsatz kommen. Dennoch ist eine Anwendung dieser Technik zur Anfertigung überlagerungsfreier Tomogramme des Knochen- und Weichteilgewebes vor allem dann gerechtfertigt, wenn sich unmittelbar an die MRT ein chirurgischer Eingriff anschließen lässt, so dass keine zweite Narkose erforderlich ist. Die herausragende diagnostische Bedeutung der Kernspintomographie bzw. ihre Überlegenheit im Vergleich zur Computertomographie beruht, neben der Möglichkeit der variablen Schichtpositionierung, auf dem ausgezeichneten Weichteilkontrast. Mit der T1- und der T2-Gewichtung der hochauflösenden MRI-Technik ist es möglich Gewebe bzw. Organe, die sich bezüglich ihrer Protonendichte nur geringfügig unterscheiden, voneinander abzugrenzen. Dieses enorme diagnostische Potential kann jedoch in der Pferdemedizin nur ansatzweise genutzt werden, da diesem, im Hinblick auf eine möglichst kurze und schonende Vollnarkose, die relativ lange Messzeit entgegen steht.

Literatur

Arencibia A., J. M. Vazquez, J. Raduan, F. Gil, J. A. Ramirez, M. Rivero, N. Gonzalez und E. R. Wisner (2000): Magnetic resonance imaging and cross sectional anatomy of the normal equine sinuses and nasal passages. *Vet. Radiol. & Ultrasound* 41, 313-319

- Arencibia A., J. M. Vazquez, J. A. Ramirez, G. Ramirez, J. M. Vilar, M. A. Rivero, S. Alayon und F. Gil (2001): Magnetic resonance imaging of the normal equine brain. *Vet. Radiol. & Ultrasound* 42, 405-408
- Chaffin M. K., M. A. Walker, N. H. McArthur, E. E. Perris und N. S. Matthews (1997): Magnetic resonance imaging of the brain of normal neonatal foals. *Vet. Radiol. & Ultrasound* 38, 102-111
- Choquet P., H. Sick und A. Constantinesco (2000): MRI of the equine digit with a dedicated low-field magnet. *Vet. Record* 146, 616-617
- Gray L. C., K. G. Magdesian, B. K. Sturges und J. E. Madigan (2001): Suspected protozoal myeloencephalitis in a two-month-old colt. *Vet. Record* 149, 269-273
- Hoppe C. T. (2003): Kernspintomographische Untersuchungen von Erkrankungen der Kopf- und Nackenregion des Pferdes. *Med. vet. Diss. Universität München*
- Hoskinson J. J., R. L. Tucker, J. Lillich und J. J. Bertone (1997): Advanced diagnostic imaging modalities available at the referral center. *Vet. Clin. North Am.: Equine Practice* 13, 601-611
- Junker C., T. Hoppe, W. Horstmann, H. Gerhards und K. Matiasek (2002): Magnetresonanztomographische Studien an Kopf und Hals des Pferdes mit Fallberichten. *Pferdeheilkunde* 18, 351-358
- Kraft S. und P. Gavin (2001): Physical principles and technical considerations for equine computed tomography and magnetic resonance imaging. *Vet. Clin. North Am.: Equine Practice* 17, 115-129
- MacDonald M., E. J. Herrgesell, C. L. Gillis, N. Slovis und L. M. van Hoogmoed (2000): Evaluation of the normal anatomy of the temporomandibular joint in the equine jaw using specialized imaging techniques. *J. Equine Vet. Science* 20, 843
- Morgan R. V., G. B. Daniel und R. L. Donnell (1993): Magnetic resonance imaging of the normal eye and orbit of the horse. *Prog. Vet. Comp. Ophthalmol.* 3, 127-133
- Sanders S. G., R. L. Tucker, R. S. Bagley und P. R. Gavin (2001): Magnetic resonance imaging of equine nigropallidal encephalomalacia. *Vet. Radiol. & Ultrasound* 42, 291-296
- Tucker R. L. und E. Farell (2001): Computed tomography and magnetic resonance imaging of the equine head. *Vet. Clin. North Am.: Equine Practice* 17, 131-143
- Vazquez J. M., M. Rivero, F. Gil, J. A. Ramirez, G. Ramirez, J. M. Vilar und A. Arcencibia (2001): Magnetic resonance imaging of two normal equine brains and their associated structures. *Vet. Record* 148, 229-232

Christoph T. Hoppe
Chirurgische Tierklinik
Ludwig-Maximilians-Universität München
Veterinärstr. 13
80539 München