

Magnetresonanztomographische Studien an Kopf und Hals des Pferdes mit Fallberichten

C. Junker*, T. Hoppe*, W. Horstmann*, H. Gerhards* und K. Matiasek^o

* Chirurgische Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität, Pferdeabteilung

^o Institut für Tierpathologie, Lehrstuhl für Allgemeine Pathologie und Neuropathologie München

Zusammenfassung

Anhand von 6 frischen Präparaten von Pferden im Alter von 5 Monaten bis 18 Jahren wurden mittels Magnetresonanztomographie (MRT) transversale, sagittale und coronare Schichtbilder von Kopf und Hals erstellt, die u. a. dem Vergleich zu 3 Fällen pathologischer Prozesse (Pulpitis/Parodontitis, retrobulbäres Neuroepitheliom, medulläres Ödem/Kleinhirnhypoplasie) dienten. Bei den zwei ersten (lebenden) Patienten konnten durch die Untersuchungen präoperativ wesentliche Informationen über den Charakter der Veränderung sowie deren exakte Lokalisation ermittelt werden. Das offene Design des 0,2 Tesla starken MAGNETOM OPEN viva (SIEMENS, Erlangen) zeigte sich hierbei bezüglich der Logistik und der Untersuchungsmöglichkeiten als äußerst vorteilhaft für die Untersuchung von Pferden.

Schlüsselwörter: Magnetresonanztomographie (MRT), Pferd, Kopf, Hals

Studies on head and collum of the horse by means of Magnetic Resonance Imaging with case reports

Using 6 fresh specimen of horses (age: 5 month to 18 years) transversal, sagittal and coronar section images of head and collum were performed by Magnetic Resonance Imaging (MRI), among other things for comparison with 3 pathologic cases (pulpitis/periodontitis, retrobulbar neuroepithelioma, edema of the spinal cord/cerebellar hyperplasia). At the first two patients (alive), the examination led to fundamental information on the character and the exact location of the lesion. The open design of the 0,2 Tesla Magnetom Open viva (SIEMENS, D-Erlangen) proved to be particularly beneficial concerning logistic and examination possibilities.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging (MRI), horse, head, collum

Einleitung

Im Zuge wissenschaftlich-technischer Entwicklung hat sich die Magnetresonanztomographie zum wesentlichen Bestandteil in der humanmedizinischen Diagnostik entwickelt. Durch sie konnten zum großen Teil vorher nur unzureichend darstellbare Körpergewebe erstmals dem Mediziner zur Interpretation vorgelegt werden. Mit der Etablierung dieses Systems und weitverbreiteter Anwendung, begegnet es nun auch in der Pferdeheilkunde wachsendem Interesse.

Die bildgebende Diagnostik des Kopf- und Halsbereichs des Pferdes schließt üblicherweise röntgenologische, endoskopische und szintigraphische Untersuchungen ein, die jedoch in Bezug auf die Weichteil- und Nasennebenhöhlendarstellung schnell an ihre Grenzen stoßen. Einblick in dort lokalisierte pathologische Prozesse verschaffte lediglich die Computertomographie. Eine deutlich kontrastreichere und bezüglich molekularer Umbauvorgänge empfindlichere Technik steht mit der Magnetresonanztomographie zur Verfügung, die dem Untersucher eine dem Präparatschnitt ähnliche Darstellung zur Beurteilung vorlegt.

Bisherige Veröffentlichungen in diesem Bereich beschäftigen sich mit der normalanatomischen Darstellung des Gehirns neugeborener Fohlen (Chaffin et al. 1997), der nasalen Luftwege und Nasennebenhöhlen erwachsener Pferde (Arencibia et al. 2000) sowie des equinen Auges und der Orbita (Morgan und Daniel 1993). Zwei neuere Arbeiten berichten über mittels MRT ermittelte Darstellungen pathologischer Läsionen am Pferdekopf im Vergleich zu computertomographischen Ergebnissen (Kraft und Gavin 2001, Tucker und Farrell 2001).

Material und Methodik

Alle Untersuchungen fanden in der Pferdeabteilung der Chirurgischen Tierklinik sowie im Institut für Tierpathologie der Ludwig-Maximilians-Universität München statt.

Zur Beurteilung pathologischer Veränderungen wurden mittels MRT normalanatomische Studien von 6 frischen Präparaten, aus nicht zu berücksichtigenden Gründen euthanasierter Pferde im Alter zwischen 5 Monaten und 18 Jahren erstellt. Die sagittale Darstellung des Gehirns wird ergänzt durch einen Präparatschnitt (Kerntemperatur: -19°C , Kunstlichtfilm 64T). Die aufgeführten pathologischen Befunde stammen von an der hiesigen Klinik stationär behandelten Patienten. Der übliche Messablauf beginnt nach Ablegen des Patienten, Verbringen in den MR-Raum, Narkoseerhaltung mittels Inhalationsanästhesie, Anpassung der HF-Spule und Lagerung im Permanentmagneten.

Die magnetischen Momente der aufgrund intramolekularer Bindungen im Körper unterschiedlich reagierenden Wasserstoffatome präzessieren¹ unter Betrachtung einer Volumeneinheit identischen Gewebes in Abhängigkeit von der eigenen potentiellen Energie entweder parallel oder antiparallel in einem definierten Winkel zum permanenten Magnetfeld (hier: 0,2 Tesla). Nach Anregung durch die Hochfrequenzspule verschiebt sich das Verhältnis dieser beiden Energieniveaus, wobei der Zeitpunkt der Messung des in der HF-Spule durch die magnetischen Momente induzierten Stroms – und damit der Kontrast unterschiedlichen Gewebes – unter Berücksichtigung der Relaxation in den ursprünglichen Zustand variiert werden kann (T1-, T2-Relaxation).

¹ Präzession: ausweichende Bewegung der Kreiselrotationsachse bei Krafteinwirkung (z.B. Gravitationskraft)

Verwendet wurde der Kernspintomograph MAGNETOM der Generation OPEN viva (Geräteerkennung: MRM 1023) der Fa. SIEMENS, Erlangen (Abb. 1). Der resistive Magnet erzeugt ein während sämtlichen Messungen des Patienten eingeschaltetes vertikales magnetisches Feld der Stärke 0,2 Tesla. Bei angelegter Verkleidung beträgt der Zwischenraum, in dem der Patient zu lagern ist, 40 cm. Aufgrund unterschiedlichstem zu messenden Umfang fanden verschiedene Hochfrequenzspulen Anwendung (Messbereich längs des Körpers: 31 bzw. 5 cm), die üblicherweise transversal angelegt werden und Schnitte in beliebigen Raumebenen errechnen (Abb. 2). Eine Übersicht der Routinesequenzen ist in Tab.1 dargestellt.

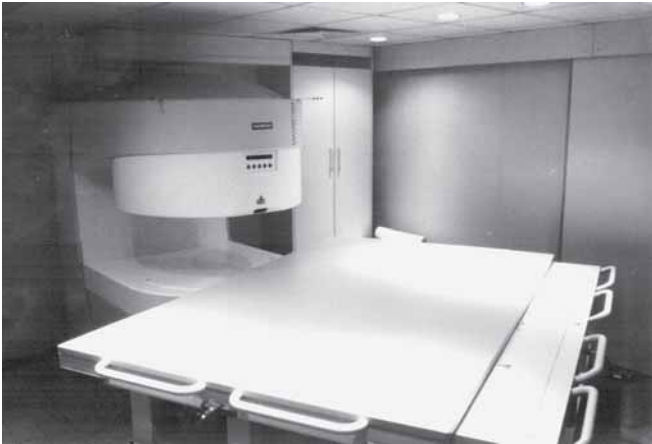


Abb. 1: Der bezüglich des Magnetfelds inerte Patiententisch für Pferde (l: 2,60 m, h: 0,855 m, b: 1,60 m) besteht aus rostfreiem Stahl der Nr. 1.43.01 und glasfaserverstärktem Kunststoff (Trumpf-Medizin Systeme GmbH, Saalfeld).

The patient table for horses, inert to the magnetic field consists of stainless steel No. 1.43.01 and plastic, strengthened with glass fibre (Trumpf-Medizin Systeme GmbH, D-Saalfeld).

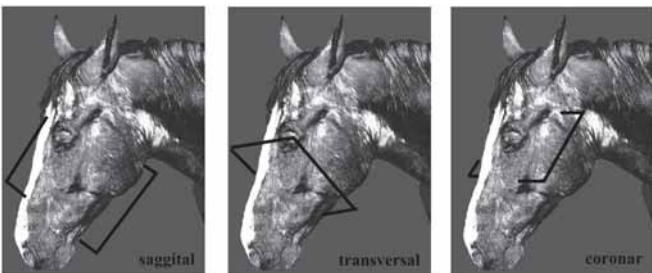


Abb. 2: Übersicht der Schnittebenen.

Overview of sectional planes.

Ergebnisse

Fall 1:

Der 8-jährige Andalusier-Mix Schimmelwallach, wurde wegen rezidivierendem, eitrigem Nasenausfluss aus der linken Nüster vorgestellt. Die linken Lnn. mandibulares maßen ca. 4x3x2,5 cm. Röntgenologisch zeigten sich Flüssigkeitsspiegel im Sinus maxillaris, jedoch konnte kein veränderter Zahn ermittelt werden. Endoskopisch wurde die Entleerung von eitrigem Sekret aus der Apertura nasomaxillaris festgestellt. Unmittelbar vor der Operation wurde eine Magnetresonanztomographie durchgeführt, in der die Ausdehnung des Befalls deutlich wurde. In der sagittalen Darstellung der Zähne

(Abb. 3 und 4) zeigte der M2 des Oberkiefers eine auffallend helle Umrandung, was den Verdacht auf ein entzündliches Geschehen im Zahnfach desselben lenkte, weswegen dieser nach Trepanation ausgestempelt wurde. Makroskopisch konnte dessen Beteiligung auch aufgrund einer bestehenden Pulpitis bestätigt werden. Aufgrund der in der magnetresonanztomographischen Untersuchung veranschaulichten starken Eiteransammlung der Nasenmuscheln wurde eine Verbindung zum Sinus conchae ventralis erstellt, dieser gespült und wegen der starken Beeinträchtigung der Schleimhaut Teile der ventralen Nasenmuschel entfernt.

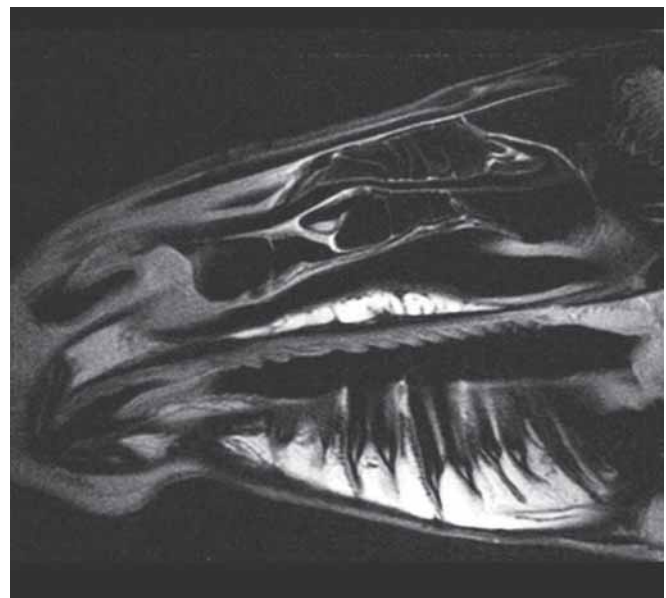
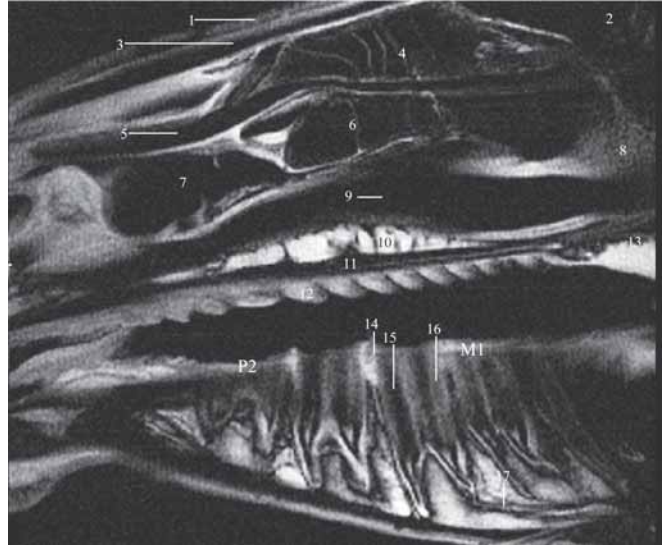


Abb. 3: Sagittale Darstellung der mandibularen Molaren eines 10-jährig. Warmblutwallachs im Vergleich der Sequenzen Flash2d (li.) und T1:

Sagittal representation comparing Flash2d (left)- and T1-sequences of the mandibular molars of a 10-year old warmblood gelding:

1: Os nasale -2: Sinus conchofrontalis -3: Meatus nasi dorsalis -4: Bulla conchalis dors: mit Cellulae -5: Meatus nasi medius -6:/7: Bulla/ Rec. conchae nasalis ventralis -8: Maxilla mit (rostral) Anteilen der Concha nasalis ventralis -9: Meatus nasi ventr. -10: Plexus venosi nasales -11: Lamina horizontalis ossis palatini -12: Rugae palatini -13: Palatum molle -14:-16: Enamelum, Cavum und Dentinum pulpae dentis des P4 -17: der kaudalen Radix des P4 zugehörnde Gefäß- (Rami dentales) und Nervenversorgung (Rami alveolares inferiores).

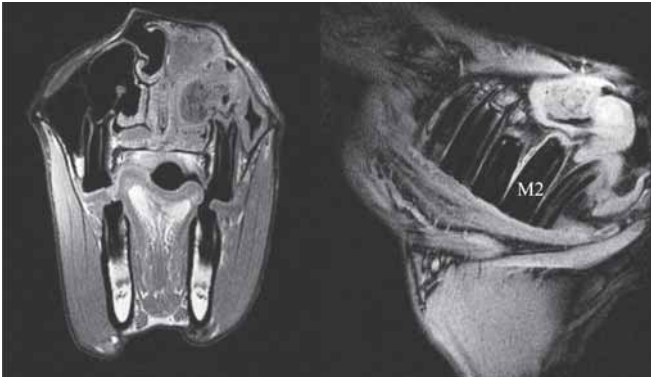


Abb. 4: Links: Transversalschnitt in Höhe des rostralen Randes des M3 (T1): verdickte Nasenschleimhäute und die Hohlräume vollständig ausfüllende Sekretansammlung in beiden Muschelhöhlen und im Sinus maxillaris.
Rechts: Sagittalschnitt durch die linksseitigen Backenzähne des Oberkiefers (FL2d): M2 hell umrandet, darüber die zuvor erwähnten pathologischen Veränderungen.

Left: Transversal section at the level of the rostral edge of M3 (T1): swollen nasal mucous membranes and both conchal sinuses and sinus maxillaris filled with secretion.
Right: Sagittal section through the leftside maxillar molars (FL2d): M2 with light borders, above the already mentioned pathologic lesions.

Fall 2

Bei der 11-jährigen Vollblutmixstute fiel erstmals 3 Monate zuvor ein blutunterlaufenes linkes Auge einschließlich verdickten Augenlidern, Exophthalmus und supraorbitaler Schwellung auf. Nach einer sonographischen Untersuchung wurde die Schwellung vorerst als gekammerter Bluterguss benannt. Bei einem Biopsieversuch konnte kein Gewebe gewonnen werden. Die Befunde deuteten auf eine traumatische Genese und die eingeleitete antiphlogistische Therapie zeigte Besserung der begleitenden Symptomatik.

Da die eigentliche Schwellung trotzdem nicht nennenswert abklang, wurde das Pferd zur weiteren Abklärung überwiesen (Abb. 5). Dort stellten sich als Befunde ggrdg. gestaute Gefäße am Augenhintergrund (direkte Ophthalmoskopie), ein auf 50 mmHg erhöhter Augeninnendruck (elektronisches Applanationstono-



Abb. 5: Retrobulbäres Neuroepitheliom:
: kennzeichnen die, durch den Exophthalmus bedingte Tränenstraße.

Retrobulbar neuroepithelioma:

: mark the exophthalmus conditioned epiphora.

meter, rechtes Auge: 25 mmHg) und die nach wie vor gegebene supraorbitale, derbe Schwellung einschließlich Exophthalmus dar, welche auch sonographisch nicht sicher differenziert werden konnte. Auch auf die Größe und Ausdehnung konnte nicht geschlossen werden.

Im Magnetresonanztomographen konnten erstmals die Abgrenzungen und der Gewebecharakter des Prozesses eruiert werden. Letzterer ließ, aufgrund der unterschiedlichen Signalstärke in den beiden Grundrichtungen (T1: mittelgrau, T2: hellgrau) und der, besonders in der T2-Wichtung auffälligen Strukturierung eher auf eine abgekapselte, eindeutig von Auge und Sehnerv abzugrenzende Neoplasie denn einem Hämatom schließen (Abb. 6, 7 und 8).

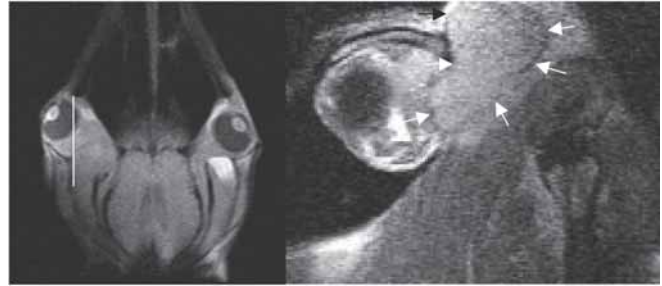


Abb. 6: Retrobulbäres Neuroepitheliom.

Rechts: Sagittalschnitt in Höhe des Auges (T2, Schnittlage links im coronaren Übersichtsbild). Anhand der verschiedenen Raumebenen konnte die genaue Lokalisation ermittelt werden. Das Auge selbst ist nicht betroffen, es wird aber dorso- und mediokaudal von der Veränderung () flankiert.

Retrobulbar neuroepithelioma.

Right: sagittal section at eye-level (T2, section level in the left coronar overview). The precise location could be determined by the space plains. The eye itself is not affected, but dorso- and mediocaudal flanked by the lesion ().

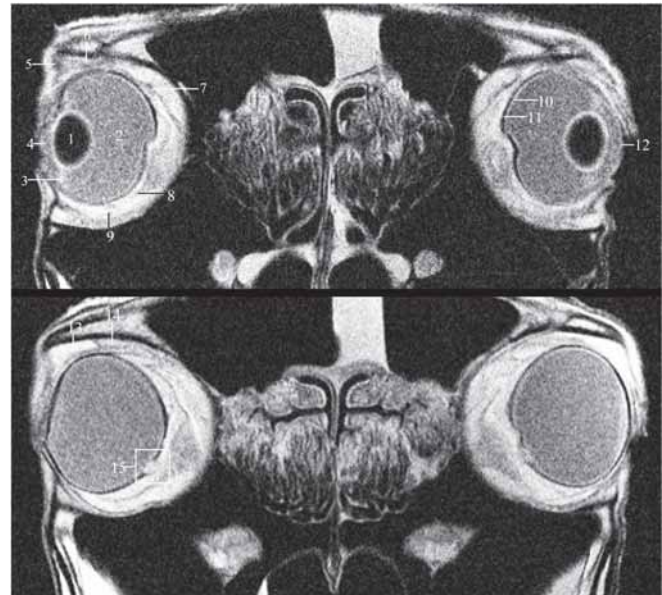


Abb. 7: Transversalschnitt durch die Augen eines 9-jährigen Warmblutwallachs in Höhe der Linse (oben) und etwas weiter kaudal (T1):

Transversal section through the eyes of a 9-year-old warmblood gelding at the level of the lens (above) and a bit more caudal (T1):

1: Lens mit Capsula lentis (hell) -2: Corpus vitreum -3: Corpus ciliare -4: Camera anterior bulbi -5: M. orbicularis oculi -6: M. obliquus dors. -7: M. rectus dors. -8: M. retractor bulbi -9: M. rectus ventr. -10: Choroidea -11: Sclera -12: Substantia propria corneae -13: Gld. lacrimalis -14: M. levator palpebrae superioris -15: Discus n. optici

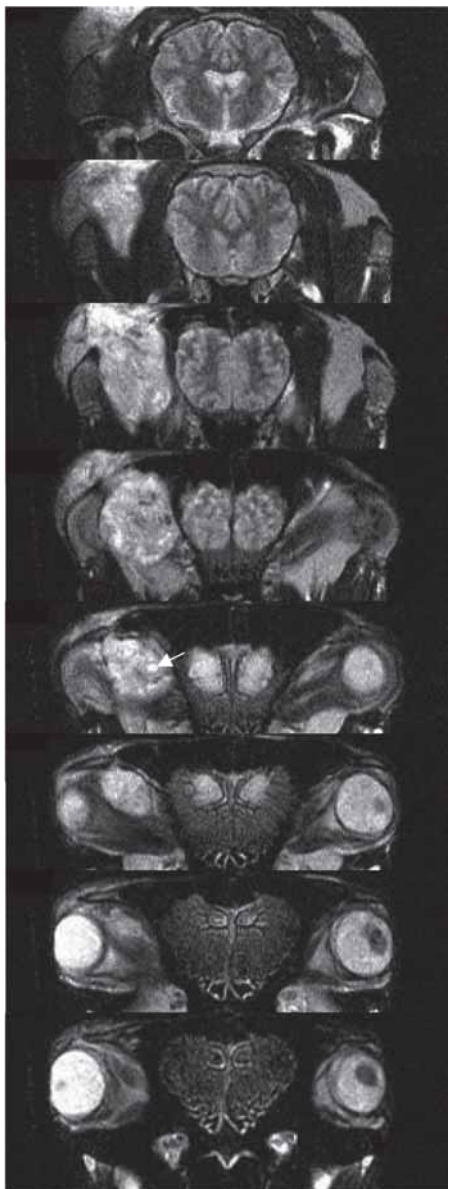


Abb. 8: Retrobulbäres Neuroepitheliom. Transversalschnitte von kaudal nach rostral (T2, Blickrichtung: rostral): im obersten Bild ist nur noch ein kleiner Rest der Umfangsvermehrung zu sehen, das helle Signal stammt von zurückgedrängtem supra-orbitalem Fettgewebe (: Gefäßanschnitt).

Retrobulbar neuroepithelioma. Transversal sections from caudal to rostral (T2, view direction: rostral): on the top picture only a little rest of the enlargement can be seen, the light signal stem from the supra-orbital adipose tissue which is forced back (: vessel).

Einige Tage später wurde anhand eines operativen Zugangs über die Regio supraorbitalis das retrobulbäre Gebiet unter größtmöglicher Schonung der hier verlaufenden Nerven ausgeräumt und das stark durchblutete, zum Zerfall neigende Gewebe der histopathologischen Untersuchung zugeführt. Die Veränderung wurde daraufhin als seltenes primitives Neuroepitheliom definiert.

Fall 3

Eine 4-jährige Friesenstute wurde nach beobachtetem Genickanschlagen an der Deckenkonstruktion mit hgrdg. ataktischer Symptomatik eingeliefert. Bei jeglicher Bewegung konnte ein leichtes Schwanken beobachtet werden und mindestens einmal täglich fiel sie plötzlich um und lag für kurze Zeit fest. Röntgenologisch ließ sich keine eindeutige Ursache ermitteln. Eine infektiöse Genese konnte nach entsprechenden Untersuchungen ausgeschlossen werden. Da sie auf eine intensive Therapie mit entzündungshemmenden Mitteln in keinsten Weise ansprach, musste eine äußerst ungünstige Prognose gestellt werden und es wurde zur Euthanasie geraten.

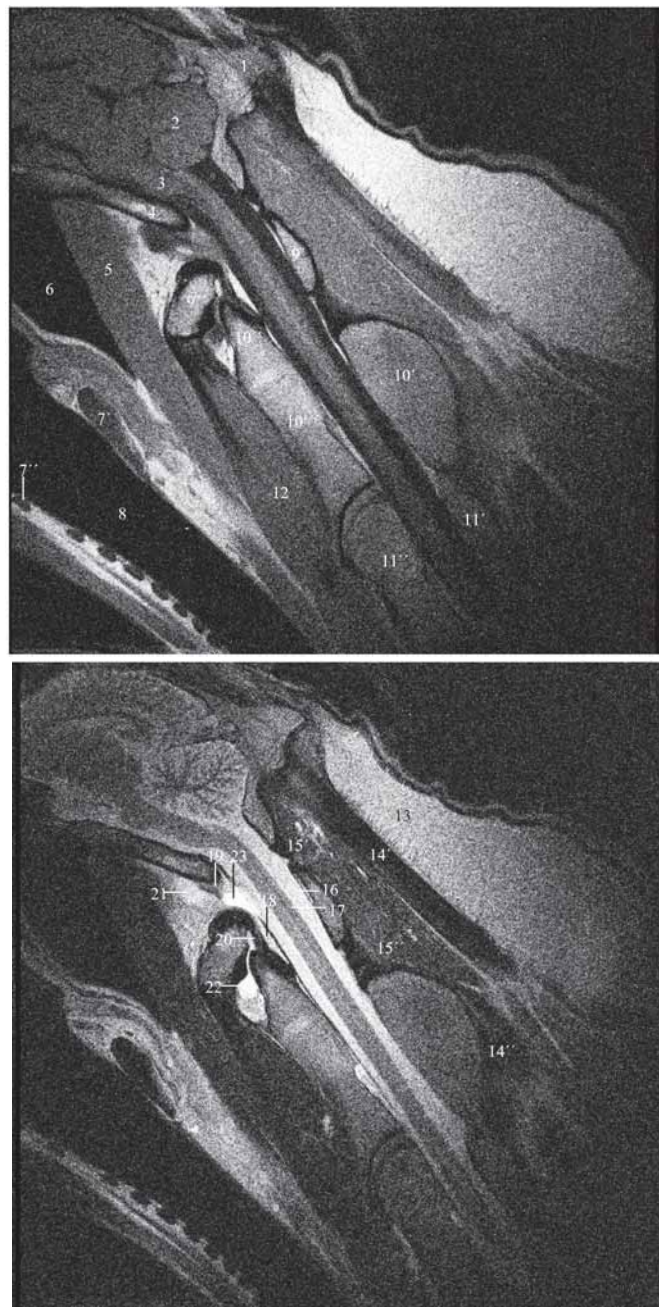


Abb. 9: Medianschnitt durch den Hals einer 18-jährigen Warmblutstute in Höhe der ersten zwei Halswirbel im Vergleich der Sequenzen T1 (li.) und T2:

Median section through the collum of a 18-year-old warmblood mare at the level of the first two cervical vertebra comparing T1 (left)- and T2-sequences:

1: Protuberantia occipitalis -2: Cerebellum -3: Medulla oblongata -4: Basioccipitale -5: M. longus capitis -6: Diverticulum tubae auditivae (Rec. med. des Sinus medialis) -7',7'': Cartilago cricoidea (Lamina et Anulus) -8: Lumen tracheae -9',9'': Arcus dors. et ventr. atlantis -10',10'',10''': Axis: Proc. spinosus, Dens, Corpus (zw. 10'' und 10'''' ehem. kran. Epiphyse [helle Struktur]) -11',11'': Arcus vertebrae et Corpus vertebralis des 3. HW -12: M. longus colli -13: Corpus adiposum nuchae -14',14'': Lig. nuchae: Funiculus et Lamina (nur deren Ansatz am 2. HW ist angeschnitten) -15',15'': M. rectus capitis dors. minor et major -16: Cisterna subarachnoidea mit Liquor cerebrospinalis -17: Medulla spinalis mit Canalis centralis -18: Cavum epidurale (dorsal: Dura mater) -19: Lig. longitudinale (angeschnitten) -20: Ligg. alaria -21: Anschnitt des linksseitigen Gelenksackes der Art. atlantooccipitalis -22: Gelenksack der Art. atlantoaxialis -23: Anastomose des Plexus vertebralis internus ventralis

Nach Eintritt des Todes wurde sie aus wissenschaftlichem Interesse der magnetresonanztomographischen Untersuchung zugeführt. Hierbei zeigten sich deutliche Aufhellungen des Rückenmarks im T2-gewichteten Bild in den Gelenkebenen C1/2 und C2/3, was als Flüssigkeitsinfiltration, und damit als Ödem bewertet werden kann (Abb. 9 und 10). Leider konnte eine Beteiligung des Rückenmarks histopathologisch nicht nachgewiesen werden, was aber offenbar keinen Einzelfall darstellt (Kippenes 2001).

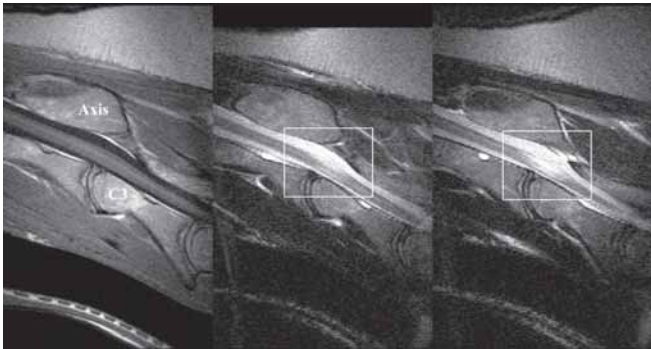


Abb. 10: Ödem des Rückenmarks. Medianschnitte in Höhe C2/C3 (v.l.n.r.: T1/T2/T2): in der T1-Wichtung nicht sichtbar, T2-gewichtet über alle Schnitte des Rückenmarks gehend. Zusätzlich stellt sich eine leichte Verdickung der Medulla dar.

Edema of the spinal cord.

Median sections at the level of C2/C3 (T1/T2/T3): T1-weighted not visible, T2-weighted throughout all sections. In addition, a slight medullar swelling is apparent.

Tab. 1: Routinesequenzen bei der Untersuchung von Kopf und Hals des Pferdes:

Routine sequences from the examination of the horse's head and collum

Protokoll der T1-Routinesequenz:		
Sequence file: se_30b33.uhc	Pixel Size: 1,67 x 1,37	Scan Time: 5'04''
TR: 640 ms	TE: 30 ms	Flip Angle: 90°
No. Slices: 11	Thickness: 5 mm	Dist.Factor: 0,20
FOV (Field Of View): 350 mm	No.Acq.: 3	
Protokoll der T2-Routinesequenz:		
Sequence file: tse7_17b56.uhc	Pixel Size: 1,33 x 1,09	Scan Time: 6'02''
TR: 3000 ms	TE: 102 ms	Flip Angle: 90°
No. Slices: 11	Thickness: 5 mm	Dist.Factor: 0,20
FOV (Field Of View): 350 mm	No.Acq.: 4	
Protokoll der T3-Routinesequenz:		
Sequence file: f12d_17b56.uhc	Pixel Size: 1,33 x 1,09	Scan Time: 8'20''
TR: 500 ms	TE: 17 ms	Flip Angle: 40°
No. Slices: 11	Thickness: 4 mm	Dist.Factor: 0,20
FOV (Field Of View): 280 mm	No.Acq.: 6	

Die pathologische Untersuchung ergab also letztendlich lediglich eine cerebelläre Hyperplasie unklarer (kongenitaler?) Genese, einschließlich Verformung des Schädels (Abb. 11 und 12). Allerdings lässt ein solcher, offensichtlich älterer Prozess nicht auf ein so akutes Geschehen schließen. Somit ist die Affektion des Rückenmarks als Ausgangspunkt der Symptomatik des vorliegenden Falles wahrscheinlicher.

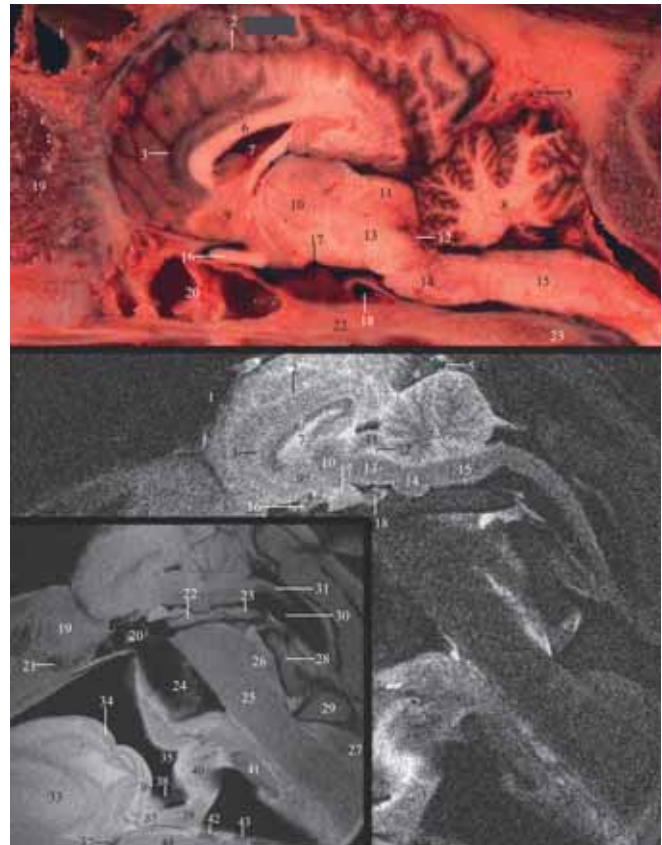


Abb. 11: Paramedianschnitt durch das Gehirn und anliegende Organe eines 12-jährigen Warmbluthengstes (oben: Gefrierschnitt, unten: T2 und T1 [links unten]):

Paramedian sections through the brain and adjoining organs of a 12-year-old warmblood stallion (above: frozen section, below: T2 and T1 [left below]):

1: Sinus temporalis -2: Sulcus cinguli der re. Hirnhemisphäre -3: Sulcus endogenualis -4: Tentorium cerebelli osseum -5: Confluens sinuum -6: Truncus corporis callosi -7: Pars centralis des re. Ventriculus lat. -8: Corpus medullare cerebelli mit ausstrahlenden Marklamellen -9: Abschnitt des Gyrus paraterminalis -10: Thalamus -11: Lamina tecti sive quadrigemina -12: Aquaeductus mesencephali -13: Tegmentum mesencephali -14: Pons mit Tegmentum pontis -15: Medulla oblongata -16: re. N. opticus mit darüberliegender Crista orbitosphenoidalis -17: Hypophyse (Präp.: farbliche Veränderung präparatorisch bedingt) -18: Sinus intercavernosus caud. (begrenzt von Pachymeninx) mit A. intercarotica caud. -19: Labyrinthus ethmoidalis -20: Sinus sphenoidal -21: Sinus palatinus -22: Os basisphenoidale -23: Os occipitale -24: re. Diverticulum tubae auditivae -25: M. longus capitis -26: M. rectus capitis ventr. -27: M. longus colli -28: Atlas -29: Axis (HWS schräg angeschnitten, sodaß Strukturen sehr unregelmäßig erscheinen) -30: Cavum leptomeningicum (abgetrennter Kopf mit abgelauften Liquor, deswegen T2-gewichtet nicht hell dargestellt) -31: Medulla spinalis mit angedeutetem Can. centralis -32: Basihyoideum -33: Radix linguae -34: Velum palatinum -35: kaudale Begrenzung des Ostium intrapharyngeum (Oesophagusöffnung) -36: Epiglottis -37: Basis der Cart. Thyroidea -38: Plica vestibularis -39: Plica vocalis (zw. 38. und 39.: Zugang zum Ventr. laryngis) -40: Cart. Arytaenoidea -41 und 42: Lamina et Arcus cartilaginis cricoideae -43: 1. Knorpelspange der Trachea -44: Mm. sterno- et omohyoideus.

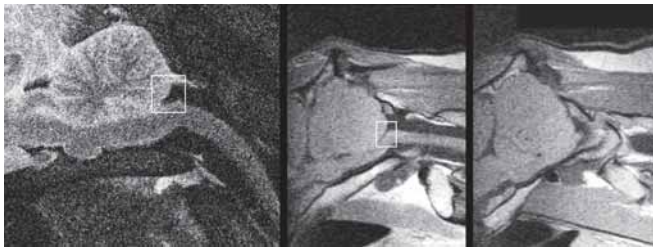


Abb. 12: Kleinhirnhyperplasie.

Links: Medianschnitt in Höhe eines gesunden Cerebellums (T2).
Mitte/Re.: Medianschnitt in Höhe des vergrößerten Cerebellums (T1):
im Vergleich der Größe des Rückenmarks zum Kleinhirn zeigt sich die
Unstimmigkeit. Auffallend auch die, wie vom Kleinhirn ausgestopft
erscheinende kaudale Schädelhöhle.

: kennzeichnet den Bereich des Rec. caudalis ventriculi IV, der im
vorliegenden Fall vollkommen verstrichen ist.

Cerebellar hyperplasia.

Left: median section at the level of a healthy cerebellum (T2).

*Mid./Right: median section at the level of the extended cerebellum
(T1): the discrepancy is seen in comparing the medullar size to the
cerebellum. The cranial cavity which seems to be stuffed with cerebellar
mass is also conspicuous.*

*: marks the region of the Rec. caudalis ventriculi IV, which is
completely gone in the present case.*

Diskussion

In der Veterinärmedizin findet die Magnetresonanztomogra-
phie insbesondere bei der Untersuchung der Wirbelsäule, des
Zentralen Nervensystems sowie des Muskuloskelettalen Systems
Anwendung (Crass et al. 1992, Martinelli et al. 1997, San-
ders et al. 2001, Thomson et al. 1993, Tucker et al. 1999).
Bedeutung erlangt sie bei der Diagnostik und prognostischen
Beurteilung von Entzündungen, Gewebstrennungen, hypo-
sich-ischämischen Enund Neoplasien. Bei zentralnervöser
Symptomatik gilt es, zwischen der Gefahr postanästhetischer
neurologischer Verschlechterung und dem kurativen Sinn der
Untersuchung abzuwägen.

Die sehr dünnen Schädelknochen (Kortikalis: hypointenses Si-
gnal) erfahren durch die ionisierende Strahlung der Compu-
tertomographie eine zufriedenstellendere Darstellung. Jedoch
ist in der Weichteil- und Zahnabbildung die in beliebig orien-

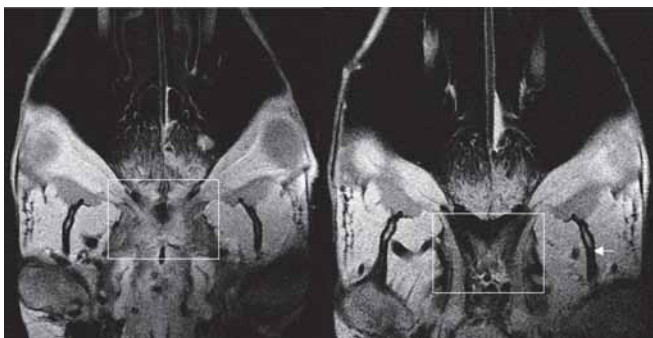


Abb. 13: Ansicht der Sehnervenkreuzung im Coronarschnitt (T1).

: kennzeichnet den Proc. coronoideus des Ramus mandibulae; hier
wird die Problematik der Knochendarstellung deutlich (hypointens:
Kortikalis, hyperintens: Spongiosa).

Coronar view of the chiasma opticum (T1).

: marks the mandibular Proc. coronoideus; the problematic nature
of the bone representation becomes comprehensible (hypointens:
corticalis, hyperintens: spongiosa).

tierten Schichtebenen durchführbare und gegenüber frühen Stadien pathologischer Veränderungen sensitivere Magnetresonanztomographie zweifellos der Computertomographie überlegen (Messzeit CT:MRI ca. 1:2). (Abb. 13).

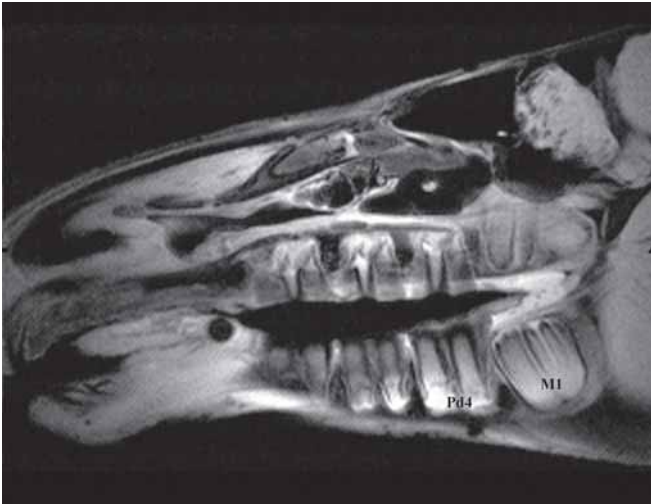


Abb. 14: Sagittale Darstellung der Molaren eines 5-monatigen Hengstfohlens (F12d). M1 noch nicht durchgebrochen.

Sagittal molar representation of a 5-month-old colt (F12d). M1 has not come through yet.

Der Einsatz spezieller Sequenzen zur differenzierten Hervorhebung bzw. Unterdrückung von Signalen bestimmter Gewebe ist nicht immer von Nöten. Meist reichen zur Charakterisierung pathologischen Gewebes einfache T1- bzw. T2- Wichtungen, die eine zufriedenstellende Kontrastierung bei guter Bildqualität und zumeist kürzeren Messzeiten erstellen. Der Einsatz von paramagnetischem Kontrastmittel (Gadolinium-DTPA) war bei den zu dieser Arbeit behandelten Fällen nicht indiziert. In Fragen bezüglich der Zahnpathologie hat sich die F12d-Sequenz aufgrund der besseren Darstellung der Zahnstruktur und der ausgewogeneren Kontrastierung in dem sonst sehr überzeichnet erscheinenden mandibulären Bereich bestens bewährt (Abb. 14).

Mit stärkeren Magnetfeldern lassen sich eine Verringerung der Messzeit und höhere Auflösung erzielen, wobei man aus technischen Gründen an engere Platzverhältnisse gebunden ist (geschlossene Systeme). Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass die Niederfeldanlage in Bezug auf die Abbildung klinisch relevanter Strukturen eine im Pferdebereich zur Zeit vollkommen zufriedenstellende mit Magnetresonanz arbeitende Apparatur darstellt. Ob, und wenn ja welche höheren Anforderungen (diffusion-weighted MRI, Cine MRI, functional MRI, etc.) in Zukunft an diese Technik gestellt werden müssen, hängt von der Entwicklung in der Pferdemedizin der kommenden Jahre ab. Die MRT ist bei spezifischen Fragestellungen ein kurativ not-

wendiger Faktor bei der Erkennung und Behandlung von Krankheiten des Pferdes, und ein ihr angemessener häufiger Einsatz in der hippiatrischen Diagnostik ist vorauszusehen. Gegenwärtige limitierende Faktoren stellen hierbei die Kosten der Beschaffung und des Unterhalts der Anlage dar.

Literatur

- Arencibia, A., J. M. Vazquez, R. Jaber, F. Gil, J. A. Ramirez, M. Rivero, N. Gonzales and 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
- Chaffin, M. K., M. A. Walker, N. H. McArthur, E. E. Perris and N. S. Matthews (1997): Magnetic Resonance Imaging of the brain of normal neonatal foals. *Vet Radiol & Ultrasound* 38, 102–111
- Crass, J. R., R. L. Genovese, J. A. Render and E. M. Bellon (1992): Magnetic Resonance, Ultrasound and histopathologic correlation of acute and healing equine tendon injuries. *Vet Radiol & Ultrasound* 33, 206–216
- Kippenes, H. (2001): Dpt. of Vet. Radiol. UppsalaUniversity (persönl. Mitteilung)
- Kraft, S. L. and P. Gavin (2001): Physical principles and technical considerations for equine Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging. *Vet Clin North Am Equine Pract* 17, 115–130
- Martinelli, M. J., I. V. Kuriashkin, B. O. Carragher, R. B. Clarkson and G. J. Baker (1997): Magnetic Resonance Imaging of the equine metacarpophalangeal joint: three-dimensional reconstruction and anatomical analysis. *Vet Radiol & Ultrasound* 38, 193–199
- Morgan, R. V. and G. B. Daniel (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 and P. R. Gavin (2001): Magnetic Resonance Imaging features of equine nigropallidal encephalomalacia. *Vet Radiol & Ultrasound* 42, 291–296
- Thomson, CH. E., J. N. Kornegay, R. A. Burn, B. P. Drayer, D. M. Hadley, D. C. Levesque, L. A. Gainsburg, S. B. Lane, N. J. H. Sharp and S. J. Wheeler (1993): Magnetic Resonance Imaging – A general overview of principles and examples in veterinary neurodiagnosis. *Vet Radiol & Ultrasound* 34, 2–17
- Tucker, R. L. and Farrell, E. (2001): Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging of the equine head. *Vet Clin North Am Equine Pract* 17, 131–144
- Tucker, R. L., P. R. Gavin, R. D. Sande and R. K. Schneider (1999): Magnetic Resonance Imaging of live horses in a High-Field Strength Magnet System. *Vet Radiol & Ultrasound* 40, 201

Ch. Junker

Chirurgische Tierklinik
Ludwig-Maximilians-Universität
Veterinärstr. 13
80539 München

Tel.: 089/2180-3747

Fax: 089/ 394272

e-mail: H.Gerhards@chir.vetmed.uni-muenchen.de