

# Diagnostik bei Erkrankungen des cranialen Halsbereiches mit Hilfe verschiedener moderner bildgebender Verfahren wie der ultrasonographischen Panoramabilddarstellung und der Kernspintomographie

Wolf-Dieter Wagner und Hartmut Gerhards

Klinik für Pferde, Universität München

## Zusammenfassung

Erkrankungen der Bursa subligamentosa nuchalis cranialis und der Bursa subligamentosa nuchalis caudalis, sowie des sie umgebenden Weichteilgewebes, stellen den Praktiker und Kliniker immer wieder vor eine Herausforderung. Nicht zuletzt, weil eine bildgebende Diagnostik in diesem Bereich bislang nur in unbefriedigendem Umfang möglich war oder nicht genutzt wurde. Ziel dieser Arbeit war es, die physiologischen Verhältnisse dieser beiden Genickschleimbeutel durch verschiedene moderne bildgebende Verfahren darzustellen und diese auch bei Patienten, die in der entsprechenden Region erkrankt waren, anzuwenden. Für die Untersuchungen wurden zum einen Präparate von 25 Pferden verwendet, die im Bereich des Halses klinisch gesund waren, zum anderen wurden acht lebende Patienten mit Erkrankungen im oberen Halsbereich untersucht. Die Präparate und die Patienten wurden jeweils mit Hilfe verschiedener bildgebender Verfahren untersucht. Dies umfasste die konventionelle Röntgentechnik, die digitale Röntgendarstellung, die herkömmliche Ultrasonographie, die ultrasonographische Panoramabilddarstellung, die dreidimensionale Ultraschallabbildung und die Bildgebung mit Hilfe des Kernspintomographen. Für die sonographische Darstellung der zwei Genickschleimbeutel wurden standardisierte Schallkopfpositionen entwickelt und für die Untersuchung mit dem Kernspintomographen wurde jeweils eine praktikable T1- und T2-gewichtete Untersuchungssequenz definiert. Anhand der Präparate gelang es sowohl mit den Ultraschalltechniken als auch mit der Kernspintomographie die Bursa subligamentosa nuchalis cranialis und die Bursa subligamentosa nuchalis caudalis jeweils in ihrer physiologischen Lage und Ausdehnung darzustellen. Dies wurde anschliessend auch durch die Sektion überprüft. Mit Hilfe der acht lebenden Patienten, die eine Erkrankung im oberen Halsbereich aufwiesen, konnten die an den Präparaten gewonnenen Erkenntnisse überprüft werden und die verschiedenen bildgebenden Darstellungstechniken nochmals in ihrer klinischen Anwendung verglichen werden. Die herkömmliche Sonographie zeigte sich als überaus effektive Ergänzung der Diagnostik, wobei sowohl Veränderungen im Weichteilgewebe als auch Schäden am knöchernen Skelett dargestellt werden konnten. Die Zuordnung innerhalb des anatomischen Umfeldes war oft schwierig. Hier ist die Panoramabilddarstellung und die dreidimensionale Ultraschalldarstellung eine sinnvolle Ergänzung. Die Kernspintomographie wies in der Weichteildifferenzierung das größte diagnostische Potential auf, wobei deren Möglichkeiten in Hinsicht auf die großen Variationsmöglichkeiten der Untersuchungssequenzen bei weitem noch nicht ausgereizt sind.

**Schlüsselwörter:** Halswirbelsäule, HWS, bildgebende Diagnostik, Ultraschall, Sonographie, MRT, Panoramabilddarstellung

## Anatomical examination of the cranial neck of the horse using ultrasonic panorama imaging and magnetic resonance imaging.

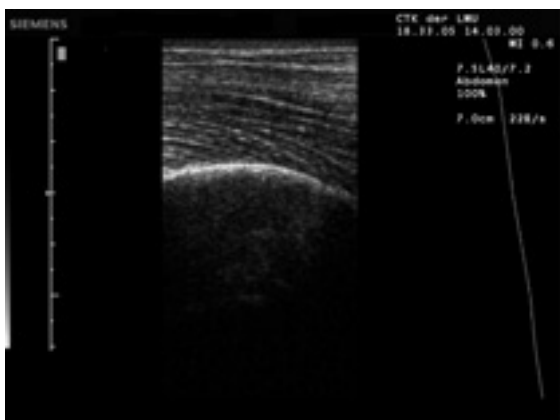
Diseases of the cranial nuchal subligamentary bursa, the caudal nuchal subligamentary bursa and their surrounding soft tissue can be extremely challenging for the practicing veterinarian and the clinician. This is primarily due to the fact that the production of diagnostic images is usually insufficient in this area. The aim of this study was the anatomical and physiological study of these two nuchal bursae using different modern methods of diagnostic imaging. These methods could be applied to patients with diseases of this cervical region. Anatomic preparations of 25 clinically healthy horses, that had to be euthanized for other reasons were used in these studies. On the other hand, eight live patients with disease of the upper cervical region were examined. The 25 anatomic preparations and the eight patients were examined using different methods of diagnostic imaging. These methods include conventional and digital radiography, conventional ultrasonography, the ultrasonic panorama imaging, the three-dimensional ultrasound and magnetic resonance imaging. Standardized positions of the ultrasonic transducer were developed for the ultrasound examination of the nuchal bursae. For the magnetic resonance imaging (MRI) a practicable T1 and T2-weight for the examination sequences was defined. Both the ultrasonography and the magnetic resonance imaging were able to portray the position and the extension of the two nuchal bursae. This was confirmed through dissection. The eight live patients were used to confirm the achieved perception of the anatomic preparations. It was also possible to compare the different diagnostic imaging techniques in their clinical application. As expected the radiography was not very useful in showing changes in the soft tissue in the upper cervical region. But indeed, as a wide spread standard diagnostic technique for representation of bony alterations, it deserves an importance in differential diagnosis. The conventional ultrasonography represents a very effective diagnostic method in this study. Both alterations in the soft tissue and in the bony skeleton could be portrayed with this method. Complications resulted in defining the anatomical region. With regard to this aspect, the panorama imaging and the three-dimensional ultrasound imaging were very useful. The magnetic resonance imaging showed the highest diagnostic potential in soft tissue differentiation. Unfortunately, due to the high technical and financial expense and the need for anaesthesia, this method will have to be reserved for only few indications in the nearest future.

**Keywords:** cervical spine, imaging technique, sonography, MRI, ultrasonic panorama imaging

## Einleitung

Erkrankungen im Bereich des Genicks, sowie des umgebenden Weichteilgewebes sind, wenn auch nicht allzu häufig auftretend, unangenehme und langwierige gesundheitliche Beeinträchtigungen des Pferdes. Hierbei handelt es sich meist um Insertionsdesmopathien des Ligamentum nuchae bzw. Mineralisationen dieses Bandes (Nowak und Tietje 1999), welches das zentrale Bindeglied zwischen Kopf und thorakolumbaler Wirbelsäule darstellt (Denoix und Pailloux 1996). Häufig handelt es sich bei Beschwerden in dieser Lokalisation auch um Bursitiden der cranialen bzw. caudalen Bursa subligamentosa nuchalis oder um isolierte Erkrankungen der Muskulatur und der Faszien der Genickregion (Nowak 1999).

Aufgrund der begrenzten klinischen Untersuchungsmöglichkeiten und der komplexen anatomischen Verhältnisse, ist der Tierarzt auf moderne diagnostische Verfahren angewiesen. Hierzu gehören bildgebende Verfahren wie Computertomographie, Sonographie, Computertomographie oder in seltenen Fällen sogar die Kernspintomographie.



**Abb. 1** Longitudinales Sonogramm auf Höhe des Atlas, Pferd ohne Bursa subligamentosa nuchalis cranialis  
*Logitudinal sonogramm of the Atlas, a horse without a cranial nuchal subligamentous bursa*

Ziel dieser Studie war es die normal-anatomischen Verhältnisse der Bursa subligamentosa nuchalis cranialis und caudalis durch mehrere verschiedene bildgebende Verfahren, anhand von Pferden die in dieser Körperregion klinisch gesund erschienen, darzustellen. Darüber hinaus wurden dieselben Verfahren auch bei Pferden die in der entsprechenden Region erkrankt waren angewandt. So sollte geprüft werden ob diese Methoden tatsächlich eine Bereicherung bezüglich Diagnosestellung, Prognostik und Therapieplanung darstellen.

## Material und Methode

Der erste Teil der Untersuchungen erfolgte an Halspräparaten von 25 Patienten die euthanasiert werden mussten oder akut verstarben. Voraussetzungen zur Aufnahme in die Studie waren ein guter Erhaltungszustand und Unversehrtheit im Halsbereich. Todesursache waren in jedem Fall andere als hier beschriebene Krankheiten. Der zweite Teil der Studie erfolgte an 8 lebenden Patienten der Chirurgischen Tierklinik der LMU München die aufgrund einer Erkrankung deren Ursache im vorderen Halsbereich vermutet wurde, zur Dia-

gnose und gegebenenfalls Therapie in der Klinik vorgestellt worden waren. Das Alter der Pferde lag zwischen 2 und 28 Jahren. Geschlecht, Alter und Rasse waren nach dem Zufallsprinzip vertreten, wobei somit überwiegend Warmblüter mittleren Alters in der Studie vertreten waren.

Die Präparate und die Patienten wurden jeweils mit Hilfe verschiedener bildgebender Verfahren untersucht. Dies umfasste die digitale Röntgentechnik (Fujix FCR AC-2, Fuji), die herkömmliche Sonographie (SONOLINE Elegra, Siemens), die ultrasonographische Panoramabild Darstellung (SieScape™, Siemens), die dreidimensionale Ultraschallabbildung (3-Scan™, Siemens) und die Bildgebung mit Hilfe des Kernspintomographen (MAGNETOM open viva, Siemens).

Für die Ultraschalluntersuchungen wurde ein 7.5 MHz-Schallkopf verwendet. Der lineare Untersuchungsmodus ermöglichte eine verzerrungsfreie Abbildung der Strukturen. Für die sonographische Darstellung der zwei Genickschleimbeutel wurden standardisierte Schallkopfpositionen entwickelt und für die Untersuchung mit dem Kernspintomographen



**Abb. 2** Longitudinales Sonogramm auf Höhe des Atlas, Pferd mit Bursa subligamentosa nuchalis cranialis  
*Logitudinal sonogramm of the Atlas, a horse with a cranial nuchal subligamentous bursa*

wurde jeweils eine praktikable T1- und T2-gewichtete Untersuchungssequenz definiert.

Vor der bildgebenden Diagnostik erfolgte bei jedem Patienten eine adspektorische Untersuchung auf eventuelle Schwellungen, abnorme Kopf-Hals-Haltung oder Muskelatrophien. Hierauf erfolgte eine Palpation der Halsregion auf etwaige schmerzhafte Regionen, Bezirke die vermehrt warm erschienen wären, oder Schwellungen die der vorangegangenen Adspektion entgangen wären. Auch Flexionsproben in verschiedene Richtungen wurden durchgeführt, um die Flexibilität im Halsbereich zu Überprüfen und etwaige schmerzhafte Reaktionen zu erkennen.

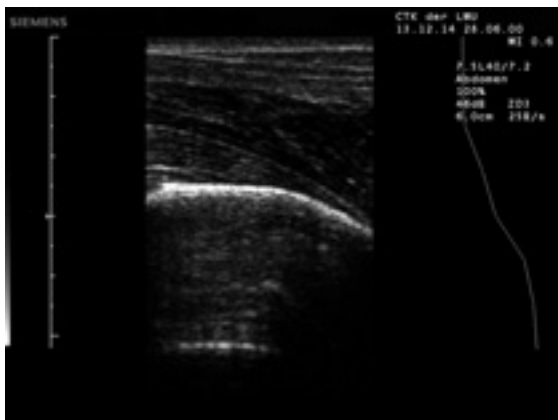
## Ergebnisse

### Ultrasonographische Untersuchung

Die Bursa subligamentosa nuchalis cranialis und die Bursa subligamentosa nuchalis caudalis ließen sich ultrasonographisch nur von dorsolateral darstellen. Dorsal wird der

Zugang durch das Kammfett verhindert. Sollte dieses über dem Atlas einmal so gering ausgeprägt sein, dass eine Darstellung der darunterliegenden Strukturen möglich ist, dann absorbiert das Kammfett dennoch so viele Ultraschallwellen, dass der darunter liegende Funiculus nuchae und der eventuell vorhandene Schleimbeutel von einem Schallschatten überlagert werden. Nach entsprechenden Voruntersuchungen erschien nur die longitudinale Darstellungsebene sinnvoll um klinisch relevante Bilder der Genickschleimbeutel zu erhalten.

Zur Auffindung und bei gegebenem Vorhandensein auch zur Darstellung der Bursa subligamentosa nuchalis cranialis in Längsrichtung wird der Schallkopf an der Übergangslinie zwischen Kammfett und Halsmuskulatur so aufgesetzt, dass das kraniale Ende des Schallkopfes in Höhe des kranialen Endes des gut tastbaren Atlasflügels liegt. Sonographische Leitstruktur ist das Tuberculum dorsale des Atlas, welches sich als dorsal konvexe, echoreiche Linie mit ventraler Schallauslöschung darstellt. Über dem Tuberculum befinden sich die deutlich septierten Muskelfasern des M. rectus capitis dorsalis minor und des M. rectus capitis dorsalis major, die sonographisch



**Abb. 3** Longitudinales Sonogramm auf Höhe des Axis, Pferd ohne Bursa subligamentosa nuchalis caudalis  
*Logitudinal sonogramm of the Axis, a horse without a caudal nuchal subligamentous bursa*

kaum zu trennen sind. Hierbei sind die Muskelfasern echoarm und die fibrösen Septen echoreich. Direkt oberhalb dieser Muskeln verläuft der echoreichere, paarige Funiculus nuchae der durch einen schmalen, echoarmen Saum von der Muskulatur getrennt werden kann.

In den Fällen, in denen eine Bursa subligamentosa nuchalis cranialis auffindbar war, ließ sich diese zwischen Tuberculum dorsale und M. rectus capitis dorsalis minor bzw. M. rectus capitis dorsalis major durch einen echofreien, elliptischen Bereich darstellen. Jedoch war selbst bei den älteren Pferden sonographisch oft keine Bursa darstellbar, wobei hier in allen Fällen auch bei der anschließenden Sektion kein Schleimbeutel auffindbar war, also davon ausgegangen werden kann, dass sich bei diesen Tieren keine Bursa subligamentosa nuchalis cranialis ausgebildet hatte.

Als sonographische Leitstruktur zur Darstellung der Bursa subligamentosa nuchalis caudalis dient die markante dorsale Kontur des Processus spinosus des Axis, welcher in seinem kaudalem Drittel, im Bereich seiner Aufgabelung, einen Knick nach ventral aufweist. Auch in dieser Position wird der Schall-

kopf an der Übergangslinie zwischen Kammfett und Halsmuskulatur senkrecht zur Hautoberfläche so aufgesetzt, dass das Zentrum der Schallwellen in Richtung Processus spinosus des Axis ausgerichtet ist. In der Bildmitte erscheint die echoreiche, dorsal konvexe, leicht geknickte Knochenkontur des Processus spinosus des Axis, durch dessen starke Schallreflexion der darunter liegende Schallschatten hervorgerufen wird. Direkt über dem Axiskamm ist die echoärmere gefiederte Textur des M. rectus capitis dorsalis major zu erkennen, der ja beiderseits am Axiskamm seinen Ursprung hat und nach kranial zieht.

Je nachdem wie stark der Hals des Tieres (bzw. des Präparates) eingebeugt war, zeigt sich dorsal im Anschluss an den M. rectus capitis dorsalis major entweder der relativ echoreiche Funiculus nuchae, der bei stark eingebeugtem Hals stärker gespannt wird oder der echoärmere M. semispinalis capitis, der dem Nackenstrang verschieblich angelagert ist und bei schwach gebeugtem Hals unter diesem zu liegen kommt. Je nach Anschallwinkel kann sich jedoch auch die Muskulatur echoreicher darstellen. Darüber befindet sich am dorsalen Bildende das Echo von Haut und Unterhaut.



**Abb. 4** Longitudinales Sonogramm auf Höhe des Axis, Pferd mit Bursa subligamentosa nuchalis caudalis  
*Logitudinal sonogramm of the Axis, a horse with a caudal nuchal subligamentous bursa*

In den Fällen, in denen sich eine Bursa subligamentosa nuchalis caudalis darstellen ließ, befand sich deren annähernd echofreie Abbildung direkt über der kaudalen Hälfte des Axiskammes. Der Schleimbeutel zeigte stets eine elliptische Form.

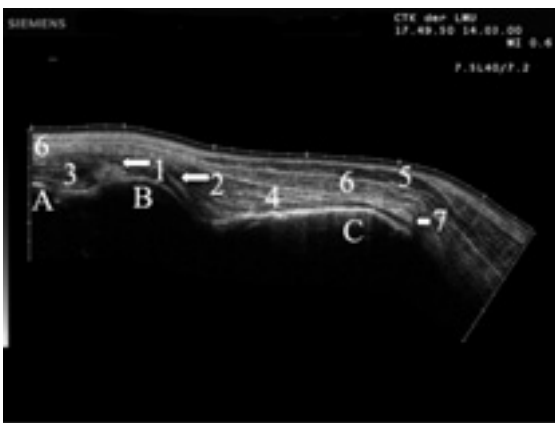
#### *Ultrasonographische Panoramabild Darstellung*

Bei der Panoramabild Darstellung handelt es sich um ein Verfahren, bei dem durch die Software des SieScape™-Bildfassungssystem aus vielen einzelnen Ultraschallbildern ein zweidimensionales Panoramabild erstellt wird. Der Schallkopf wurde kurz hinter den Ohren am Os occipitale in Längsrichtung angesetzt und in einer ruhigen, gleichmäßigen Bewegung bis über den zweiten Halswirbel geführt. Die Ankopplung zwischen Schallkopf und Haut musste über die gesamte Strecke optimal gewährleistet sein. Als Führungslinie galt wiederum die Einziehungslinie zwischen Kammfett und Halsmuskulatur. Als sonographische Leitstruktur galten die echoreichen Konturen von Os occipitale, Atlas und Axis. Hierfür musste der Schallkopf ungefähr senkrecht zur Haut-

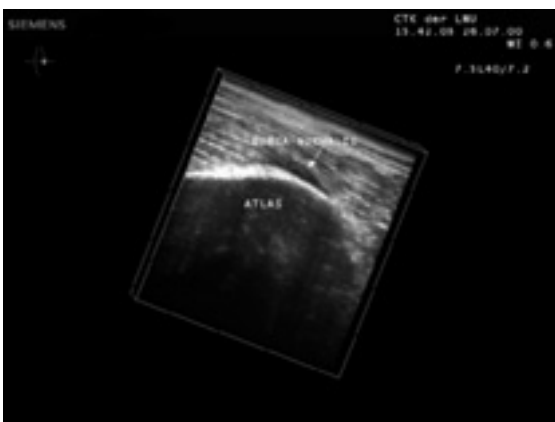
oberfläche angesetzt werden und dieser Anschallwinkel durfte sich über die gesamte Untersuchungsstrecke kaum ändern, da sonst starke Krümmungsartefakte in den Abbildungen entstanden. Wie bei den Einzelschnittbildern, so dienen auch bei der Panoramabild Darstellung die äußerst echo-reichen Knochenkonturen der Halswirbel, die meist einen ventralen Schallschatten erzeugen, zur Orientierung. Die relativ echoarme Muskulatur ist durch ihre Fiederung vom echo-reicheren, homogenen Funiculus nuchae zu unterscheiden. Schleimbeutel und synoviale Einrichtungen stellen sich als echoarme Bereiche dar.

### Dreidimensionale Ultraschallrekonstruktion

Nachdem der interessierende Bereich durch die herkömmliche Ultraschalltechnik untersucht worden war, wurde am Ultraschallgerät der 3-Scape™ aktiviert und jene Zone, in



**Abb. 5** Longitudinales Panoramabild der kranialen Halsregion. *Longitudinal panorama image of the cranial region of the neck.* A) Os Occipitale, B) Atlas, C) Axis, 1) Mineralisation in der Muskulatur, 2) Gelenkaussackung des Atlantoaxialgelenkes, 3) M. rectus capitis dorsalis minor, 4) M. rectus capitis dorsalis major, 5) M. semispilialis capitis, 6) Funiculus nuchae, 7) Bursa subligamentosa nuchalis caudalis



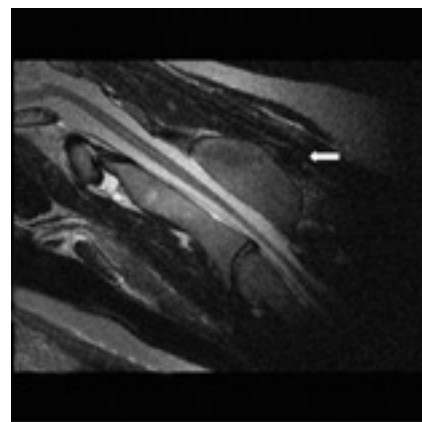
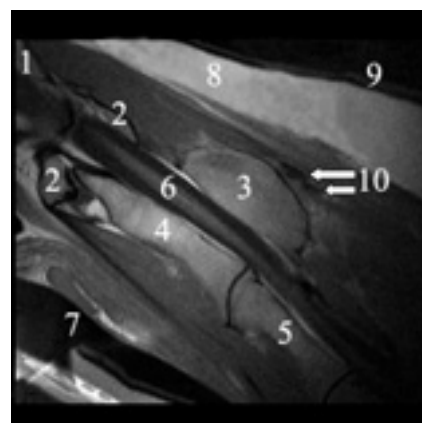
**Abb. 6** Dreidimensionale Ultraschallrekonstruktion des Atlas und der Bursa subligamentosa nuchalis cranialis. *Sonographic 3-D reconstruction of the atlas and the cranial subligamentous bursa.*

diesem Fall das Tuberculum dorsale des Atlas, mit dem Schallkopf abgefahren. Aus den im B-Mode erstellten Ultraschallbildern errechnete der im Gerät integrierte Computer mit Hilfe des ‚3-Scape™‘ ein dreidimensionales Bild. Hiervon wurden mit dem Track-Ball verschiedene Schnittebenen auf-

gerufen. Wie schon bei den herkömmlichen Ultraschallaufnahmen zeigte sich auch hierbei die Knochenlinie des Atlas als Bereich hyperechogener Schallreflexion im Gegensatz zum vorderen Genickschleimbeutel der sich wiederum echoarm darstellte.

### Kernspintomographische Darstellung

In Bezug auf die Untersuchungssequenzen mussten zuerst einige Voruntersuchungen gemacht werden um praktikable Einstellungen zu finden, d.h. optimale Weichteilkontraste bei guter Bildqualität und kurzer Messzeit. Hierbei bewährten sich sowohl T1- als auch T2-gewichtete Untersuchungssequenzen, welche jeweils in der sagittalen und transversalen Untersuchungsebene gemessen wurden. Für die T1-gewichteten Gradientenechosequenzen wurde eine Repetitionszeit von 640 ms



**Abb. 7** Medianschnitt durch den Hals eines 11-jährigen Warmblut Wallachs mit Bursa subligamentosa nuchalis caudalis, oben T1-gewichtet, unten T2-gewichtet.

*Median section through the collum of a 11-year-old warmblood gelding with a caudal subligamentous bursa, above T1-weighted, below T2-weighted.*

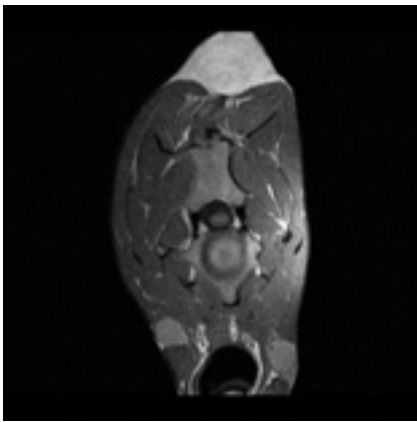
1) Os occipitale 2) Atlas 3) Processus spinosus des Axis 4) Corpus vertebrae und Dens des Axis 5) 3. Halswirbel 6) Rückenmark 7) Luft-röhre 8) Kammfett 9) Haut und Unterhaut 10) Bursa subligamentosa nuchalis caudalis

und eine Echozeit von 30 ms gewählt. Für die T2-gewichteten Gradientenechosequenzen wurde eine Repetitionszeit von 3000 ms und eine Echozeit von 102 ms gewählt. Die Schicht-dicken wurden auf 6 mm eingestellt, der Schichtabstand betrug 0,2 mm.

Die Kernspintomographie ermöglichte eine besonders gute Differenzierung von Fett, Muskel, Knochen und Knorpel. Dies galt vor allem für die T1-gewichteten Untersuchungssequenzen, welche ein hohes Signal/Rausch-Verhältnis boten und vor allem eine detailgetreue morphologische Darstellung ermöglichen. Die T2-gewichteten Aufnahmen stellten Fett und Muskulatur signalärmer dar als in der T1, dafür wurden aber pathologische Veränderungen wie Entzündungen und Tumoren signalintensiv abgebildet und kontrastierten gegenüber Fett und Muskulatur.

#### Pathologisches Fallbeispiel

Eine 6-jährige braune Bayerische Warmblut Stute wurde wegen akut aufgetretenen Bewegungsstörungen vorgestellt, nachdem sie festliegend auf der Weide aufgefunden worden war. Bei der klinischen Untersuchung zeigte sich eine Bewe-



**Abb. 8** T1-gewichteter Transversalschnitt durch den Hals desselben Pferdes wie in Abb.: 7, auf Höhe des Axis.  
*Transversal section at the level of the axis, T1-weighted, same horse as in Abb.7.*

gungseinschränkung im Kopf-Halsbereich sowie eine deutliche Koordinationsstörung der Gliedmaßen. Vor allem vertikale Bewegungen des Kopfes bereiteten der Stute erhebliche Schwierigkeiten, eine passive Einbeugung der Halswirbelsäule in beide horizontale Richtungen war bei nur geringer Schmerzäußerung möglich. Im Bereich zwischen Genick und erstem Halswirbel lag eine schmerzhafte Schwellung des Weichteilgewebes vor.

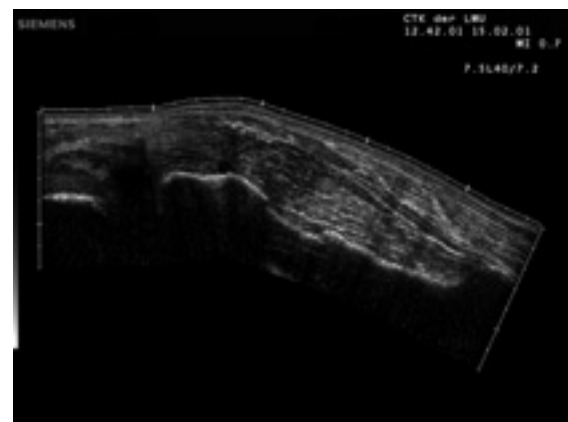
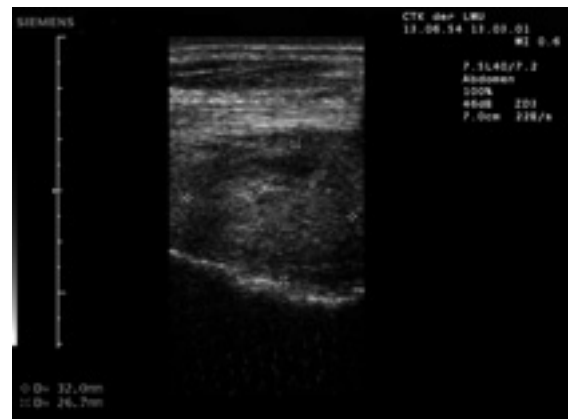
Die sofort durchgeführte röntgenologische Untersuchung der Halswirbelsäule zeigte keine pathologischen Veränderungen und auch die hämatologische Untersuchung brachte keinen Verdacht auf ein infektiöses Geschehen. Auch lag keine Temperaturerhöhung vor.

Bei der sonographischen Untersuchung konnte daraufhin eine ca. 3x3 cm große Strukturauflockerung etwas kaudal des Os occipitale dargestellt werden. Die Strukturauflockerung zeigte eine hypoechogene Umrandung und in ihrem Zentrum eine uneinheitliche Struktur. Mit Hilfe des SieScape-Modus konnte diese Veränderung noch besser lokalisiert werden. Aufgrund dieser Befunde konnte von einer entzündlichen Bursitis (Talpa) ausgegangen werden. Zur Sicherung dieser Diagnose wurde zusätzlich eine kernspintomographische Untersuchung in Vollnarkose durchgeführt. Die T1-gewichtete Darstellung zeigte zwar die anatomischen Verhältnisse, die

pathologischen Prozesse zwischen Hinterhaupt und erstem Halswirbel konnten hier jedoch lediglich erahnt werden. Diese stellten sehr signalintensiv in der daraufhin durchgeführten T2-gewichteten Darstellung, sowohl in der sagittalen als auch in der transversalen Ebene dar, da in diesem Modus pathologische Veränderungen wie Entzündungen und Tumoren ebenso wie Flüssigkeiten signalintensiv dargestellt werden und deutlich gegenüber Fett und Muskulatur kontrastieren.

#### Diskussion

Ultrasonographisch war es stets einfach die dorsal konvexe echoreiche Linie des Tuberculum dorsale des Atlas aufzufinden. Diese entspricht dem in der Literatur beschriebenen sonographischen Normalbefund knöcherner Strukturen (Dubs-Kunz 1990, Reef 1998). Dorsal des Tuberculum dorsale waren deutlich septierte Muskelfasern darzustellen die in



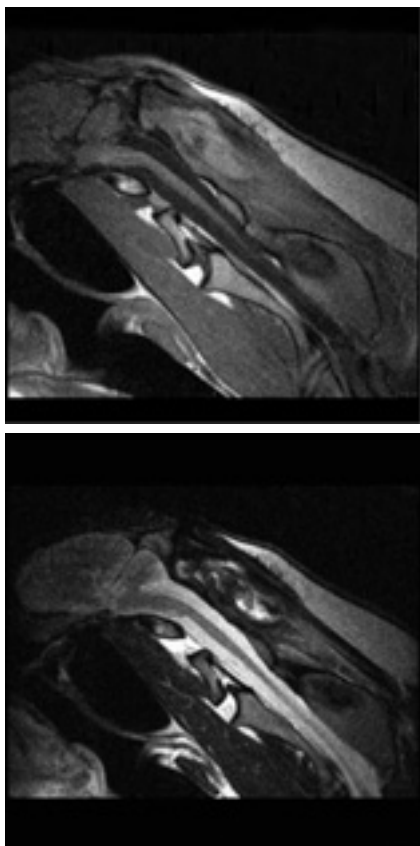
**Abb. 9** oben: Longitudinales Ultrasonogramm mit Strukturauflockerung zwischen dem Processus paracondylaris des Os occipitale und dem Ligamentum nuchae. Unten: Longitudinales Panoramabild, links ist cranial.

*Above: Longitudinal sonogramm with less density of structure between the Os occipitale and the nuchal ligament. Below: Longitudinal panorama imaging, cranial is on the left side.*

diesem Verlauf exakt den Beschreibungen des M. rectus capitis dorsalis major und des kranialeren M. rectus capitis dorsalis minor von Ashdone und Done (1988) entsprachen. Sonographisch sind die Anteile dieser zwei Muskeln jedoch schwer zu differenzieren. Über diesen Muskelfasern konnte der echoreiche, paarige Funiculus nuchae dargestellt werden, dessen zwei Anteile teilweise differenziert werden konnten. Lies sich eine Bursa subligamentosa nuchalis cranialis dar-



stellen, zeigte sich diese stets als echofreier elliptischer Bereich direkt über dem Tuberculum dorsale des Atlas, umrahmt von M. rectus capitis dorsalis minor bzw. major und entsprach somit seiner von *Henkels* (1928), *Schmaltz* (1939) sowie *Ashdone* und *Done* (1988) beschriebenen Lage. Laut *Getty* (1975), *Dyce et al* (1991), *Seiferle* und *Frewein* (1992) sowie *Wissdorf et al.* (1998) befindet sich der Schleimbeutel allerdings direkt zwischen Tuberculum dorsale des Atlas und Funiculus nuchae. Eine Erklärung hierfür wäre, dass die Lage des Schleimbeutels im Verhältnis zu seiner Umgebung abhän-



**Abb. 10** Medianschnitt durch den Hals der 6-jährigen Warmblut Stute, oben T1-gewichtet, unten T2-gewichtet. Median section through the collum of the 6-year-old warmblood mare, above T1-weighted, below T2-weighted.

gig vom Grad der Beugung des Halses differiert, indem bei starker Einbeugung durch den Zug des Genicks am Funiculus nuchae sich das Nackenband nach unten, zwischen die zwei Anteile des M. rectus capitis dorsalis minor bzw. major, absenkt und diese Muskelanteile nach lateral verdrängt. In diesem Fall wären in beiden Meinungen der verschiedenen Autoren kein Widerspruch zu sehen. Der Ansicht von *McIll-Wraight* (1989), der die Lage des Schleimbeutels zwischen M. rectus capitis dorsalis major und Funiculus nuchae beschreibt, muss jedoch widersprochen werden.

In den Fällen in denen eine Bursa subligamentosa nuchalis caudalis gefunden wurde, zeigte sich diese direkt dorsal des Axiskammes (*Grau* 1943, *Getty* 1975, *Wissdorf et al.* 1998). Der Aussage von *Henkels* (1928), der die Position des kaudalen Genickschleimbeutel über dem M. rectus capitis dorsalis major beschreibt, muss hiermit widersprochen werden. Bei allen acht Patienten die mit Veränderungen im kranialen

Halsbereich zur sonographischen Untersuchung zur Verfügung standen, konnten die pathologischen Veränderungen mit Hilfe der Ultrasonographie dargestellt werden, wobei diese stets mit Hilfe eines anderen bildgebenden Darstellungsverfahrens verifiziert werden konnten. Die Erkrankungen reichen von entzündeten Schleimbeuteln, einer Umfangsvermehrung im Atlantooccipitalgelenk, Mineralisationen über dem Atlas bis zu einer Abrissfraktur am Os occipitale. Somit konnten sowohl reine Weichteilveränderungen als auch knöcherne Erkrankungen dargestellt werden und dies schon zu Beginn der Symptomatik. Dies unterstützt die Aussage von *Plätzer* (1998), dass die Sonographie als weiterführende Untersuchung eine wichtige Ergänzung zur herkömmlichen klinischen und röntgenologischen Diagnostik im Bereich des Halses des Pferdes darstellen kann. Als Nachteil kann eingewendet werden, dass durch den begrenzten Bildausschnitt eine räumliche Zuordnung bestimmter Schnittbilder oft schwerfällt.

Zur Erzeugung der Panoramabilder wurde der Bereich vom Os occipitale bis kaudal des Axis entlang der Einziehungslinie zwischen Kammfett und Halsmuskulatur abgefahren. Somit entspricht ein Panoramabild in diesem Fall einem in Wahrheit ungefähr 30 cm langen Bereich. Der große Vorteil dieses Verfahrens liegt in der optimalen Darstellung der topographischen Verhältnisse und ermöglicht so eine verbesserte Zuordnung bestimmter Strukturen wie z.B. pathologischer Veränderungen. Die Panoramabild Darstellung ist somit eine optimale Ergänzung der herkömmlichen Sonographie und trägt wesentlich zum besseren Verständnis der anatomischen Topographie und somit zu einer verbesserten Diagnostik bei (*Kriz und Boyd* 1999). Die dreidimensionale Ultraschalldarstellung ist eine Ergänzung der herkömmlichen Ultraschalluntersuchung indem sie das räumliche Vorstellungsvermögen unterstützt, jedoch lieferte es in dieser Arbeit keine neuen Fakten ohne die eine Diagnosestellung unmöglich gewesen wäre.

Die Kernspintomographie ermöglicht eine besonders gute Differenzierung von Fett, Muskel, Knochen und Knorpel (*Gollob-Kammerer* 1996). Dies gilt vor allem für die T1-gewichteten Untersuchungssequenzen, welche ein hohes Signal/Rausch-Verhältnis bieten und vor allem eine detailgetreue morphologische Darstellung ermöglichen (*Reiser et al.* 1997). In dieser Untersuchung wurden sowohl T1-, als auch T2-gewichtete Transversal- und Sagittalschnitte angefertigt. Somit wurde auch der Forderung von *Reiser et al.* (1997), das interessierende Gebiet in mindestens 2 aufeinander senkrechten Ebenen darzustellen, Rechnung getragen. Die Graustufung des Schleimbeutels in den T1-gewichteten Abbildungen entspricht in etwa der Graustufung des Liquor im Rückenmarkskanal, also seröser Flüssigkeit.

Die T2-gewichteten Aufnahmen stellen Fett und Muskulatur signalärmer dar als in der T1, dafür werden aber pathologische Veränderungen wie Entzündungen und Tumoren signalintensiv abgebildet und kontrastieren gegenüber Fett und Muskulatur (*Reiser et al.* 1997).

Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Kernspintomographie ein ausgezeichnetes bildgebendes Verfahren zur Diagnostik im kranialen Halsbereich erkrankter Pferde darstellt, wobei immer mit Hilfe mehrerer verschiedener Untersuchungssequenzen in mindestens 2 aufeinander senkrechten Ebenen untersucht werden sollte. Die Gestaltung der

Untersuchungssequenzen stellt bislang lediglich einen ersten Schritt dar und ist mit Sicherheit noch verbesserungsfähig. Leider wird dieses Verfahren aufgrund seines hohen technischen und finanziellen Aufwandes, sowie der Notwendigkeit einer Vollnarkose auch in nächster Zukunft wenigen Indikationen vorbehalten bleiben müssen.

## Literatur

- Ashdone R. und S. Done (1988) Topographische Anatomie des Pferdes. Verlag Enke, Stuttgart, S.51-66
- Denoix J. M. und J. P. Pailloux (1996) Physical therapy and massage for the horse. Dah Hua Printing Press Co., Hong Kong, S. 23-37
- Dubs-Kunz B. (1990) Sonographie des Bewegungsapparates. Verlag Huber, Bern, S.24-63
- Dyce K. M., W. O. Sack und C. J. G. Wensing (1991) Anatomie der Haustiere. Verlag Enke, Stuttgart, S.427-428
- Getty R. (1975) Sisson and Grossman's anatomy of the domestic animals. 5th.ed., Vol. Saunders Company, Philadelphia, S.351-352
- Gollob-Kammerer E. (1996) Die sonographische Darstellung des Atlantookzipitalgelenkes beim Pferd. Wien, Vet. Uni., Diss.
- Grau H. (1943) Das Muskelsystem. Der aktive Bewegungsapparat. in: Ellenberger, W. u. H. Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 18. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, S.194-330
- Henkels P. (1928) Die Chirurgie des Tierarztes. Verlag Paul Parey, Berlin, S.243-256
- Kriz N. G. und J. S. Boyd (1999) Das Panoramabildverfahren in der Ultraschalldiagnostik beim Pferd: Klinische Erfahrungen bei über 300 Pferden. Pferdeheilkunde 15, 129-138
- McIlwraith (1989) Erkrankungen der Schleimbeutel und der periartikulären Gewebe. in: Stashak T. S. (Hrsg.): Adams' Lahmheit bei Pferden. 4. Auflage, Deutsche Bearbeitung: Wissdorf W. Verlag Schaper, Alfeld- Hannover, S.481-485
- Nowak M. (1999) Vergleich der Ergebnisse von Ultraschall- und Computertomographischen Untersuchungen im Genickbereich des Pferdes. 13. Tagung über Pferdekrankheiten, Vortrag, Equitana, Essen 1999
- Nowak M. und S. Tietje (1999) Krankheiten des Schädels, der Wirbelsäule und des Beckens. in: Dietz O., B. Huskamp (Hrsg.): Handbuch Pferde Praxis. 2.Auflage Verlag Enke, Stuttgart, S.754-764
- Plätzer K. (1998) Die sonographische Untersuchung der Halswirbelsäule des Pferdes. Diss. Vet. Med. Wien
- Reef V. B. (1998) Equine Diagnostic Ultrasound. Verlag W. B. Saunders, Philadelphia, S.20-76
- Reiser M., A. Heuck und A. Stäbler (1997) Haltungs- und Bewegungsapparat. in: Reiser M. u. W. Semmler (Hrsg.): Magnetresonanztomographie. 2. Auflage, Verlag Springer, Berlin, S.685-759
- Schmaltz R. (1939) Anatomie des Pferdes. 1. Teil, 5. Auflage Verlag Schoetz, Berlin, Tafel 12 u.13
- Seiferle E. und J. Frewein (1992) Aktiver Bewegungsapparat, Muskel-system, Myologia. in: Nickel R., A. Schummer, E. Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band 1, 6. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S.273-569
- Wagner W.-D. (2002) Untersuchungen zur topographischen Anatomie der Bursa subligamentosa nuchalis cranialis und caudalis des Pferdes mittels verschiedener moderner bildgebender Verfahren wie der ultrasonographischen Panoramabilddarstellung und der Kernspintomographie. Med. Vet. Diss. München
- Wissdorf H., B. Otto und H. Gerhards (1998) Hals. In: Wissdorf H., H. Gerhards und B. Huskamp (Hrsg): Praxisorientierte Anatomie des Pferdes. 1. Auflage, Verlag Schaper, Alfeld-Hannover, S.186-211

Prof. Dr. Hartmut Gerhards  
Klinik für Pferde  
Universität München  
Veterinärstr. 13  
80539 München  
gerhards@lmu.de