

Die Bedeutung der Kopf-Hals-Haltung bei der röntgenologischen Darstellung der Foramina intervertebralia des Pferdehalses in der seitlichen Projektion

Dagmar Berner, Walter Brehm und Kerstin Gerlach

Chirurgische Tierklinik, Universität Leipzig

Zusammenfassung

Spondylarthrotische Prozesse von Facettengelenken der Halswirbelsäule können durch Kompression des Rückenmarkes und der Nervenwurzeln zu Schmerzen und Steifheit des Halses führen und möglicherweise Ataxie und Vorderhandlahmheit verursachen. In der röntgenologischen Diagnostik sind diese pathologischen Veränderungen unter anderem durch Verkleinerungen der Foramina intervertebralia charakterisiert. Die vorliegende Studie geht der Hypothese nach, dass auch die Kopf-Hals-Haltung die röntgenologisch dargestellte Größe dieser Foramina verändert. Halswirbelsäulen klinisch unauffälliger Pferde wurden in drei verschiedenen Kopf-Hals-Haltungen mit seitlichem Strahlengang röntgenologisch dargestellt und die Länge der Wirbelkörper vermessen. Die Größe der Foramina intervertebralia wurde mit Hilfe der Distanz zwischen der Extremitas cranialis und den Processus articulares craniales desselben Wirbels und der Distanz zwischen der Extremitas caudalis und den Processus articulares craniales des darauf folgenden Wirbels bestimmt. Die Länge der Wirbelkörper und die Distanz zwischen der Extremitas cranialis und den Processus articulares craniales desselben Wirbels wiesen keine wesentlichen Unterschiede bei den getesteten Kopf-Hals-Haltungen auf. Die Distanz zwischen der Extremitas caudalis und den Processus articulares craniales des darauf folgenden Wirbels vom vierten bis zum siebten Halswirbel war bei Flexion signifikant größer als in Extension und physiologischer Kopf-Hals-Haltung. Zwischen Extension und physiologischer Kopf-Hals-Haltungen fanden sich allerdings nur Unterschiede in der Distanz zwischen der Extremitas caudalis und den Processus articulares craniales des darauf folgenden Wirbels des siebten Halswirbels. Bei der Beurteilung von Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule von Pferden sollte daher immer die Kopf-Hals-Haltung berücksichtigt bzw. standardisiert werden.

Schlüsselwörter: Pferd / Halswirbelsäule / Foramina intervertebralia / Flexion / Extension / Röntgen / bildgebende Diagnostik

The influence of head and neck position on radiographic examination of the intervertebral foramina of the neck of horses at latero-lateral projection

Spondylarthrosis of the cervical articular process joints can lead to compression of the spinal cord and the nerve roots. Affected horses may show neck pain and stiffness as well as ataxia and forelimb lameness. Among other signs, these pathological changes can be identified by the reduction of the intervertebral foramina on radiographs. This study tests the hypothesis that head and neck position influences the size of the intervertebral foramina as depicted radiographically. Radiographs in latero-lateral projection were taken of the cervical spines of clinically unaffected horses in three different head and neck positions and the lengths of the vertebral bodies were measured. The dimensions of the intervertebral foramina was determined with the aid of the distance between the extremitas cranialis and the cranial articular processes of the same vertebra and the distance between the extremitas caudalis and the cranial articular processes of the following vertebra. The lengths of the vertebral bodies and the distance between the extremitas cranialis and the cranial articular processes of the same vertebra showed no variations. The distance between the extremitas caudalis and the cranial articular processes of the following vertebra of the fourth to seventh cervical vertebrae were significantly greater in flexion than in physiological and extended positions. When comparing the extended and physiological positions a significant difference could be detected for the distance between the extremitas caudalis and the cranial articular processes of the following vertebra of the seventh cervical vertebra only. Our study demonstrates the importance of the head and neck position when evaluating radiographs of cervical spines of horses. For a sound evaluation of such radiographs, the head and neck position of the horse should be standardized.

Keywords: horse / cervical spine / intervertebral foramina / flexion / extension / radiography / imaging diagnostic

Einführung

Die sieben Halswirbel des Pferdes sind S-förmig angeordnet und durch synoviale Facettengelenke beweglich miteinander verbunden. Zwischen den einzelnen Wirbeln befinden sich die Foramina intervertebralia, die dorsal von den Facettengelenken und ventral von den Wirbelkörpern begrenzt werden. Spondylarthrotische Prozesse der Facettengelenke treten besonders häufig im kaudalen Abschnitt der Halswirbelsäule auf und führen unter anderem zur Verkleinerung der Foramina intervertebralia. Kommt es dadurch zur Kompression des Rückenmarks und der Nervenwurzeln, können betroffene Pferde Ataxie und Vorderhandlahmheit sowie

Schmerzen und Steifheit des Halses zeigen (Powers et al. 1986, Gerber et al. 1989). Beurteilung der Form, Größe und Begrenzung der Foramina intervertebralia dienen deswegen in der röntgenologischen Diagnostik von Halswirbelsäulenerkrankungen zur Erkennung pathologischer Veränderungen der Facettengelenke (Lautenschläger 2007, Down und Henson 2009). Es wird allerdings auch vermutet, dass die Beugung des Pferdehalses zur Öffnung der Foramina intervertebralia führt (Denoix und Paillox 2000), jedoch gibt es keine genauen Angaben zu dieser Aussage. Beim Menschen führt Halsbewegung zu Größenveränderungen der Foramina intervertebralia, wobei Beugung vergrößert und

Streckung verkleinert (Yoo et al. 1992, Muhle et al. 2001, Kitagawa et al. 2004).

Eine neue computertomographische Studie von Sleutjens et al. (2010) bestätigt diese Aussage für Präparate der Halswirbelsäulen von Warmblutpferden. Als Standardaufnahmen des Halses gelten laterolaterale Röntgenbilder in physiologischer Position (Butler 2008, Withers et al. 2009, Dimock und Puchalski 2010), da eine computertomographische Untersuchung des kaudalen Pferdehalses am lebenden Tier wegen der Größenverhältnisse schwierig ist. Ziel dieser Studie war die Beurteilung der Auswirkung verschiedener Kopf-Hals-Haltungen auf die Größe der Foramina intervertebralia am stehenden Pferd.

Material und Methoden

25 Pferde wurden röntgenologisch untersucht (zehn Haflinger, zwei Reitponys, ein Araber und zwölf Warmblüter; drei Hengste, zehn Wallache und zwölf Stuten). Das Alter der Pferde lag zwischen drei und 22 Jahren. Zwei der Pferde wurden regelmäßig geritten, bei den anderen handelte es sich um fünf Zuchtstuten, 15 Weidepferde und drei Freizeitpferde, die nur selten geritten wurden.

Nach der Allgemeinuntersuchung erfolgte bei allen Pferden die Adspektion und Palpation der Halsmuskulatur sowie die Beurteilung der dorsoventralen Beweglichkeit, Lateroflexion und -rotation des Halses. Danach wurden eine neurologische Untersuchung sowie eine Lahmheitsuntersuchung durchgeführt, um Ataxien oder andere neurologische Defizite auszuschließen. Eingeschlossen wurden nur Pferde, die nach diesen Untersuchungen keine Anzeichen einer Erkrankung der Halswirbelsäule aufwiesen.

Radiologie

Nach Sedation mit Romifidin (Sedivet®, 0,04-0,08 mg/kg KGW, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim am Rhein) in Kombination mit Butorphanol, (Alvegesic®,

0,01mg/kg KGW, CP-Pharma Handelsgesellschaft mbH, Burgdorf) wurden die Pferde in den drei folgenden Positionen geröntgt: Pferdemaul auf Höhe des Schultergelenkes (physiologische Kopf-Hals-Haltung, S1), auf Höhe des Karpalgelenkes (Flexion, S2) und auf Höhe des Widerristes (Extension, S3) (Abb. 1-3).

Zu einer horizontal verlaufenden Linie ergaben sich folgende Winkel für die Halswirbelsäulen in den einzelnen Positionen: physiologische Kopf-Hals-Haltung (S1) 45°, Flexion (S2) 0° und Extension (S3) 60°. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Pferde alle Gliedmaßen gleichmäßig belasteten. Zusätzlich wurden die Vordergliedmaßen möglichst weit nach kaudal gestellt, um die Überlagerung des Schultergelenkes mit dem Gelenk zwischen letztem Halswirbel und erstem Brustwirbel zu vermeiden.

In jeder Position wurden jeweils laterolaterale, digitale Aufnahmen vom mittleren (C3-C5, 70 kV, 125 mAs) und vom kaudalen (C5-C7, 81 kV, 100 mAs) Drittel des Halses ange-



Abb. 2 Kopf-Hals-Haltung in Flexion S2, Pferdemaul auf Höhe des Karpalgelenkes
Head and neck position in Flexion S2, mouth at the level of the carpal joint

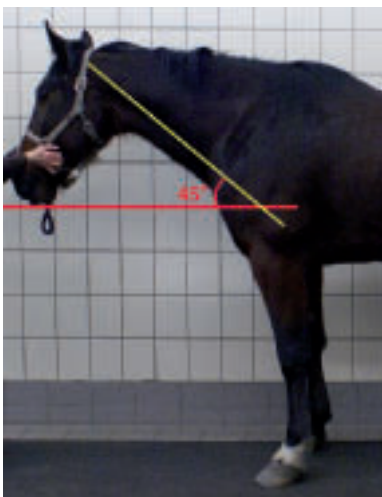


Abb. 1 Physiologische Kopf-Hals-Haltung S1, Pferdemaul auf Höhe des Schultergelenkes
Physiological head and neck position S1, mouth at the level of the shoulder joint

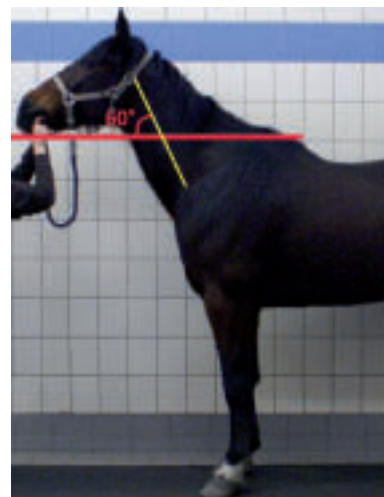


Abb. 3 Kopf-Hals-Haltung in Extension S3, Pferdemaul auf Höhe des Widerristes
Head and neck position in extension S3, mouth at the level of the withers

fertigt (Siemens Polydoros 100[®], München, Fujifilm FCR 5000, Düsseldorf). Die Kassetten (Fujifilm Casette Type C, 35 x 43 cm, Fujifilm, Düsseldorf) wurden so dicht wie möglich am Hals positioniert, um den Vergrößerungseffekt so gering wie möglich zu halten. Zur Verminderung der Streustrahlung wurde ein Bucky-Raster (r12, N40, Pb, Siemens AG, München) genutzt. Der Film-Fokus-Abstand betrug ca. 100 cm.

Röntgenologische Messungen

Folgende drei Distanzen wurden auf den Röntgenbildern mit dem Programm Cura Smart Client[®] (Curasystems, Ettlingen) ausgemessen (Abb. 4 und 5):

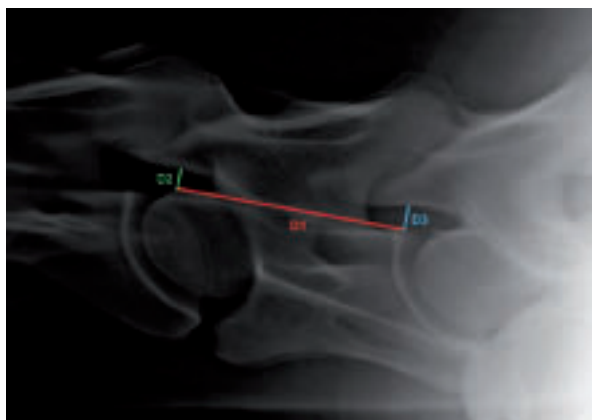


Abb. 4 Röntgenaufnahme eines 6. Halswirbels (links ist kranial) in Flexion zur Messung der Länge des Wirbelkörpers zwischen Extremitas cranialis und Extremitas caudalis (D1), der Distanz zwischen der Extremitas cranialis und den Processus articulares craniales desselben Wirbels (D2) und der Distanz zwischen der Extremitas caudalis und den Processus articulares craniales des darauf folgenden Wirbels (D3)

Radiograph of the 6th cervical vertebra (left is cranial) in Flexion for the measurement of the length of the vertebral body (D1), the distance between the extremitas cranialis and the cranial articular processes of the same vertebra (D2) and the distance between the extremitas caudalis and the cranial articular processes of the following vertebra (D3)

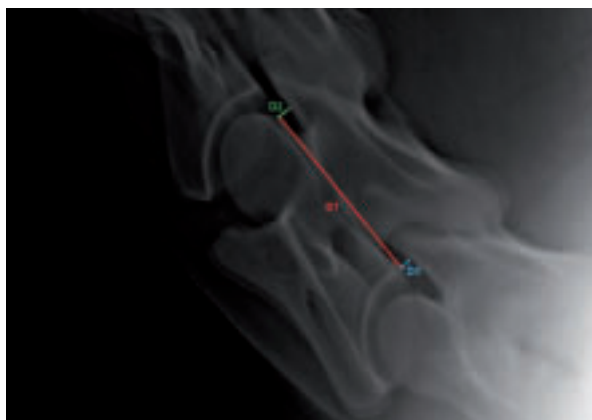


Abb. 5 Röntgenaufnahme eines 6. Halswirbels (links ist kranial) in Extension des selben Pferdes wie in Abb. 4. Sowohl D1 als auch D2 sind unverändert. D3 stellt sich deutlich kleiner dar.

Radiograph of the 6th cervical vertebra (left is cranial) in Extension of the same horse as in Abb. 4. D1 and D2 show no variation. D3 is clearly smaller.

1. Die Länge des Wirbelkörpers zwischen Extremitas cranialis und Extremitas caudalis (D1)
2. Die Distanz zwischen der Extremitas cranialis und den Processus articulares craniales desselben Wirbels (D2),
3. Die Distanz zwischen der Extremitas caudalis und den Processus articulares craniales des darauf folgenden Wirbels (D3)

Sowohl D2 als auch D3 verlaufen senkrecht zu D1 und beginnen am Anfang bzw. am Ende dieser Strecke. D1 und D2 sind durch Knochenpunkte am selben Wirbel definiert, so dass sie sich bei Bewegung nicht verändern. Beide Strecken konnten zur Überprüfung des Versuchsaufbaus genutzt werden.

Weiterhin wurde der Winkel der Wirbelkörper im Raum gemessen. Als Bezug von 0° diente eine Parallele zum Boden, welche durch den unteren Bildrand repräsentiert wurde. Der Winkel zwischen zwei aufeinander folgenden Wirbeln konnte danach durch die Differenz zwischen den Winkeln des kranialen und kaudalen Wirbels berechnet werden.

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm Excel (Version 2007, Microsoft) und dem Statistikprogramm SPSS 18 (SPSS Software GmbH, München). Um die Genauigkeit der Messungen zu überprüfen, wurde der relative Variationskoeffizient (Vk%) berechnet. Dieser ergab bei 3fach-Messungen einen Wert von 2% - 6% und zeigt somit eine gute Reproduzierbarkeit der Einzelmessungen im gemeinsamen Mittelwert. Anhand dieser Mittelwerte erfolgte die deskriptive Statistik und es wurden Mittelwerte, Standardabweichungen und 95 %-Konfidenzintervalle berechnet.

Die statistische Analyse der Längenmessungen erfolgte mit der ANOVA, dem Levene-Test und dem Mehrfachvergleich mittels Bonferroni-Verfahren. Für die Signifikanzberechnungen zwischen den Winkeln wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Es galt ein Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$.

Ergebnisse

Bei allen untersuchten Wirbeln zeigten sowohl D1 als auch D2 keine signifikanten Änderungen zwischen den einzelnen Kopf-Hals-Haltungen (Abb. 6 und 7).

Beide Strecken sind von der Kopf-Hals-Haltung unabhängig und konnten somit zum Vergleich der einzelnen Aufnahmen genutzt werden. Für D3 des dritten Halswirbels konnte eine signifikante Vergrößerung ($p < 0,05$) bei Flexion (S2) gegenüber Extension (S3) festgestellt werden, jedoch wurde kein Unterschied zwischen Flexion (S2) und physiologischer Kopf-Hals-Haltung (S1) gemessen (Abb. 8).

Bei Flexion (S2) war D3 vom vierten ($p < 0,05$) bis zum siebten Halswirbel ($p < 0,001$) signifikant größer als bei Extension (S3) oder physiologischer Kopf-Hals-Haltung (S1). Zwischen Extension (S3) und physiologischer Kopf-Hals-Haltung (S1) wurde nur für D3 des siebten Halswirbels ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) festgestellt.

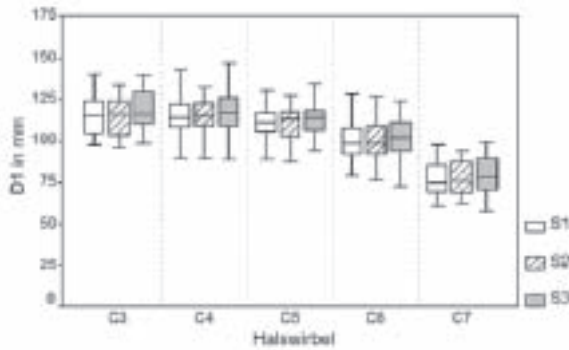


Abb. 6 Länge der Wirbelkörper (D1) von C3 bis C7 in den drei gewählten Kopf-Hals-Haltungen S1-S3. S1 = physiologische Kopf-Hals-Haltung, S2 = Flexion, S3 = Extension
Length of the vertebral bodies (D1) from C3 to C7 at the three different head and neck positions S1-S3. S1 = physiological, S2 = flexion, S3 = extension

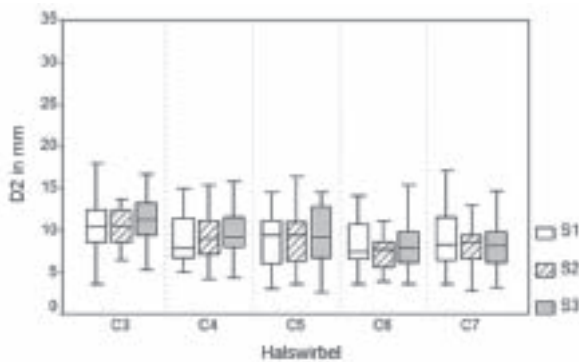


Abb. 7 Distanzen zwischen der Extremitas cranialis und den Processus articulares craniales desselben Wirbels (D2) von C3 bis C7 in den drei gewählten Kopf-Hals-Haltungen S1-3. S1 = physiologische Kopf-Hals-Haltung, S2 = Flexion, S3 = Extension
Distances between the extremitas cranialis and the cranial articular processes of the same vertebra (D2) from C3 to C7 at the three different head and neck positions S1-S3. S1 = physiological, S2 = flexion, S3 = extension

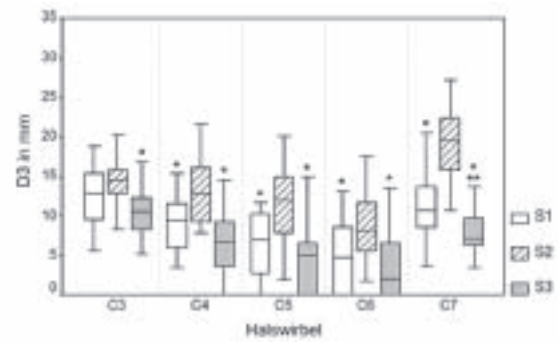


Abb. 8 Messwerte der Distanzen zwischen der Extremitas caudalis und den Processus articulares craniales des darauf folgenden Wirbels (D3) in den drei verschiedenen Kopf-Hals-Haltungen S1-S3. S1 = physiologische Kopf-Hals-Haltung, S2 = Flexion, S3 = Extension. * = signifikanter Unterschied zu S2 ($p < 0,05$). ** = signifikanter Unterschied zu S1 ($p < 0,05$)
*The distances between the extremitas caudalis and the cranial articular processes of the following vertebra D3 from C3 to C7 at the three different head and neck positions S1-S3. S1 = physiological, S2 = flexion, S3 = extension. * = significant difference to S2 ($p < 0.05$). ** = significant difference to S1 ($p < 0.05$)*

D1 nahm vom dritten bis zum siebten Halswirbel ab, D2 blieb relativ konstant. Bei Flexion (S2) stellte sich D3 des siebten Halswirbels größer als die der anderen Wirbel dar, bei Extension (S3) und physiologischer Kopf-Hals-Haltung (S1) war hingegen jeweils D3 des dritten Halswirbels am größten.

Der Winkel zwischen dem dritten und vierten Halswirbel war sowohl in physiologischer Kopf-Hals-Haltung als auch in Flexion (S2) negativ, in Extension (S3) war er hingegen positiv ($p < 0,001$) (Tab. 1).

Zwischen viertem und fünftem Halswirbel unterschied sich der Winkel signifikant zwischen Extension (S1) und Flexion (S2) ($p < 0,05$). Bei den kaudalen Wirbeln (fünfter bis siebter Hals-

Tab. 1 Winkel zwischen zwei angrenzenden Wirbeln in den drei gewählten Kopf-Hals-Haltungen S1-S3. S1 = physiologische Kopf-Hals-Haltung, S2 = Flexion, S3 = Extension. C3-C4 = 3. und 4. Halswirbel, C4-C5 = 4. und 5. Halswirbel, C5-C6 = 5. und 6. Halswirbel, C6-C7 = 6. und 7. Halswirbel. * = signifikanter Unterschied zu S3 ($p < 0,05$). ** signifikanter Unterschied zu S1 ($p < 0,05$)
*Angle between adjacent vertebrae at the three different head and neck positions S1-S3. S1 = physiological, S2 = flexion, S3 = extension. C3-C4 = 3rd and 4th cervical vertebrae, C4-C5 = 4th and 5th cervical vertebrae, C5-C6 = 5th and 6th cervical vertebrae, C6-C7 = 6th and 7th cervical vertebrae. * = significant difference to S3 ($p < 0.05$). ** = significant difference to S1 ($p < 0.05$)*

Lokalisation	Kopf-Hals-Haltung	Winkel in °	Standard-abweichung	95%-Konfidenzintervall	
				Untergrenze	Obergrenze
C3-C4	S1	-2,35 *	3,72	-3,99	-0,70
	S2	-3,34 *	3,28	-4,83	-1,85
	S3	4,07	6,78	1,06	7,07
C4-C5	S1	3,46	5,73	1,10	5,83
	S2	2,76 *	7,69	-0,41	5,93
	S3	6,32	5,41	4,04	8,61
C5-C6	S1	7,67	6,91	4,82	10,52
	S2	0,25 * **	7,02	-2,65	3,15
	S3	5,87	13,31	0,37	11,36
C6-C7	S1	17,96	4,47	16,11	19,80
	S2	11,73* **	6,23	9,10	14,36
	S3	20,12	4,88	18,10	22,13

wirbel) waren die Winkel in der Flexion (S2) signifikant kleiner als in Extension (S3) und in physiologischer Kopf-Hals-Haltung (S1) ($p < 0,001$).

Die größte Winkeländerung beim Vergleich aller drei Kopf-Hals-Haltungen konnte zwischen dem sechsten und siebten Halswirbel festgestellt werden.

Diskussion

Es konnte am stehenden Pferd nachgewiesen werden, dass D3 im seitlichen Röntgenbild bei Flexion (S2) deutlich größer als bei den anderen beiden Kopf-Hals-Haltungen (S1 und S3) erscheint und sich somit die Foramina intervertebralia größer abbilden. Zwischen Extension (S3) und physiologischer Kopf-Hals-Haltung (S1) konnten, außer für D3 des siebten Halswirbels, keine Unterschiede festgestellt werden. Für D1 und D2 wurden erwartungsgemäß keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Kopf-Hals-Haltungen nachgewiesen. Gleichzeitig konnte dadurch der Versuchsaufbau bestätigt werden.

Die relativ große Standardabweichung der ermittelten Werte ergab sich durch ein relativ heterogenes Untersuchungsmaterial in Bezug auf Alter und Größe der untersuchten Tiere. Jedoch konnten bei der statistischen Auswertung der erhobenen Daten trotzdem signifikante Unterschiede ermittelt werden. Die dorsoventrale Beweglichkeit des Halses ist im Atlantooccipitalgelenk am größten, nimmt im Atlantoaxialgelenk ab und steigt in den kaudalen Facettengelenken wieder an (Clayton und Townsend 1989a). Bei Fohlen ist die Beweglichkeit der Facettengelenke sogar noch größer als bei erwachsenen Pferden, nur die dorsoventrale Beweglichkeit der Facettengelenke C6/C7 und C7/Th1 zeigt keine altersabhängige Veränderung (Clayton und Townsend 1989b). Diese größere Beweglichkeit der kaudalen Halswirbelsäule führte in unserer Studie zu stärkeren Veränderungen von D3 im Bereich des fünften bis siebten Halswirbels als im Bereich des dritten und vierten Halswirbels. Ebenso stellten wir zwischen sechstem und siebtem Halswirbel die größte Winkeländerung fest.

Slautjens et al. (2010) fanden bei der Untersuchung von Wirbelsäulenpräparaten von Warmblütern im Computertomographen eine Verkleinerung der Foramina intervertebralia bei Extension des Halses im Vergleich zur Flexion des Halses. Zwischen physiologischer Kopf-Hals-Haltung und Flexion wurde jedoch kein Unterschied gefunden. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen unserer Studie, in der sowohl Unterschiede zwischen Flexion und physiologischer Kopf-Hals-Haltung und Extension als auch zwischen Extension und physiologischer Kopf-Hals-Haltung gefunden wurden. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass wir leicht abweichende Kopf-Hals-Haltungen gewählt haben. Unsere Haltungen wurden anhand von Bezugspunkten des Pferdes gewählt, um zu testen, ob am stehenden Pferd die Größe der Foramina beeinflussbar ist. Die physiologische Kopf-Hals-Haltung (S1) und die Extension (S3) stimmen relativ gut mit denen von Slautjens et al. (2010) überein. Jedoch weichen die gewählten Flexionshaltungen voneinander ab. Die Nasenrückenlinie verläuft bei der von uns gewählten Haltung senkrecht zum Boden. Slautjens et al. (2010) Position ent-

sprach der Rollkurposition, bei der die Nasenrückenlinie weit hinter der Senkrechten verläuft und gleichzeitig das Pferdemaul in Richtung des Pferdekörpers bewegt wird (Elgersma et al. 2010). Ebenso ist zu berücksichtigen, dass die Bewegungsmöglichkeiten lebender Pferde von Wirbelsäulenpräparaten abweichen.

Eine Absenkung des Kopfes führt zu einer größeren Inkongruenz der Facettengelenke (Denoix und Paillox 2000). Lautenschläger et al. (2009) vermuteten, dies könnte zu einer Verschattung der Foramina intervertebralia führen. In unserer Studie stellten sich die Foramina intervertebralia jedoch gerade bei abgesenktem Kopf am größten dar.

Röntgenaufnahmen des Halses in seitlicher Projektion gelten als Standard zur Darstellung knöcherner Veränderungen der Halswirbelsäule. Um optimale Röntgenaufnahmen zu erhalten, sollte der Zentralstrahl senkrecht zur zu untersuchenden Struktur verlaufen. Da bei unserer gewählten Flexionsposition alle Halswirbel auf einer Höhe waren, war es in dieser Stellung am einfachsten, jeden Wirbel auf der gleichen Höhe zu treffen. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass sich im Vergleich zur physiologischen Kopf-Hals-Haltung die Anordnung der Wirbel verändern kann und deren Beurteilung schwieriger wird (Butler 2008). Strukturen werden auf Röntgenaufnahmen immer vergrößert dargestellt, so dass unsere Messwerte größer als die wirklichen anatomischen Strukturen ausfielen. Ebenfalls muss beachtet werden, dass der Vergrößerungsfaktor von der Bildmitte zu den Rändern zunimmt, und so eine gewisse Verzerrung auf den Röntgenbildern entsteht. Dieser Vergrößerungsfaktor ist sowohl vom Film Fokus-Abstand als auch vom Film-Objekt-Abstand abhängig. Beide wurden in unserer Studie möglichst konstant gehalten, jedoch war dies durch die zwangsläufige Halsbewegung zwischen den einzelnen Aufnahmen nur eingeschränkt möglich. Darauf sind die geringgradigen Messunterschiede für D1 und D2 desselben Wirbels in unserer Studie auf den verschiedenen Aufnahmen zurückzuführen (Abb. 6 und 7).

Arthrose der zervikalen Facettengelenke kann durch Knochenzubildungen und Zystenbildung zur Verkleinerung der Foramina intervertebralia führen. Diese Veränderungen treten am häufigsten im kaudalen Abschnitt der Halswirbelsäule auf (Powers et al. 1986, Gerber et al. 1989). Dadurch kann es zu Druck auf die Nervenwurzeln und das Rückenmark kommen, wodurch Schmerzen und Steifheit des Halses, Ataxie und Vorderhandlahmheit auftreten können (Gerber et al. 1989). Eine objektive Methode zur Identifizierung von pathologisch veränderten Facettengelenken stellt die Messung auf lateralen Röntgenaufnahmen dar (Hett et al. 2006). Ventrale Knochenzubildungen der Facettengelenke können zu Verschattungen der Foramina intervertebralia führen, so dass diese verkleinert erscheinen und zur Identifizierung pathologischer Facettengelenke genutzt werden können (Lautenschläger 2007, Lautenschläger et al. 2009, Down und Henson 2009). Nur bei jungen Pferden oder in sehr starken Ausprägungen sollte dies als pathologisch angesehen werden, da keine Korrelation zwischen röntgenologischen Befunden und klinischen Anzeichen gefunden werden konnten (Down und Henson 2009). Studien von Lautenschläger (2007) und Lautenschläger et al. (2010) beschreiben ein Messsystem auf Schrägaufnahmen, um gesunde von erkrankten Facettengelenken abzugrenzen.

Jedoch wurden bei einer Überprüfung dieser Methoden in einer kürzlich veröffentlichten Studie festgestellt, dass sich die Abweichungen der Werte zwischen verschiedenen Gutachtern im gleichen Bereich wie die Unterschiede der Messwerte für gesunde und kranke Facettengelenke befanden (Lischer et al. 2010).

Beim Menschen sind klinische Erkrankungen abhängig von der Position der dorsalen Nervenwurzeln. Eine Radikulopathie durch Verkleinerung der Foramina intervertebralia ist bei proximal gelegenen dorsalen Nervenwurzeln wahrscheinlicher als bei distal gelegenen (Yabuki und Kikuchi 1995). Dies könnte auch bei Pferden eine Rolle spielen und würde erklären, wieso bei verschiedenen Pferden mit ähnlichen röntgenologischen Befunden unterschiedliche Ausprägungen klinischer Symptome auftreten.

Flexion und Extension der Halswirbelsäule führen zu einer Veränderung der Distanz zwischen der Extremitas caudalis und den Processus articulares craniales des darauf folgenden Wirbels (D3), dadurch erscheinen die Foramina intervertebralia größer. Dies war besonders im kaudalen Halsdrittel aufgrund der größeren Beweglichkeit der Halswirbel deutlich. In Flexion (S2) sind die Foramina intervertebralia am größten und dadurch am besten zu beurteilen. Daraus folgt, dass bei der Beurteilung der Foramina intervertebralia immer auch die Kopf-Hals-Haltung berücksichtigt werden muss und nur Aufnahmen in der gleichen Haltung miteinander verglichen werden sollten. Gleichzeitig ist über eine Standardisierung der Aufnahmen nachzudenken, um durch verbesserte Vergleichbarkeit Manipulationen und Fehlinterpretationen einzuschränken.

Literatur

- Butler J. A. (2008) The Spine. In: Butler J. A. [Hrsg.]: Clinical radiology of the horse. 3rd. ed., Wiley-Blackwell Science, Oxford, 505-535
- Clayton H. M. und Townsend H. G. G. (1989a) Kinematics of the cervical spine of the adult horse. *Equine Vet. J.* 21, 189-192
- Clayton H. M. und Townsend H. G. G. (1989b) Cervical spine kinematics: a comparison between foals and adult horses. *Equine Vet. J.* 21, 193-195
- Denoix J. M. und Pailloux J. P. (2000) Physiotherapie nach Region. In: Denoix J.-M. und Pailloux J.-P. (Hrsg.): Physiotherapie und Massage bei Pferden. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, Hohenheim, 169-208
- Dimock A. N. und Puchalski S. M. (2010) Cervical radiology. *Equine Vet. Educ.* 22, 83-87
- Down S. S. und Henson F. M. D. (2009) Radiographic retrospective study of the caudal cervical articular process joints in the horse. *Equine Vet. J.* 41, 518-524
- Elgersma A. E., Wijnberg I. D., Sleutjens J., Van der Kolk J. H., Van Weeren P. R. und Back W. (2010) A pilot study on objective quantification and anatomical modelling of in vivo head and neck positions commonly applied in training and competition of sport horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 38, 436-443

- Gerber H., Fankhauser R., Straub R. und Ueltschi G. (1980) Spinale Ataxie beim Pferd, verursacht durch synoviale Cysten in der Halswirbelsäule. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 122, 95-106
- Gerber H., Ueltschi G., Diehl M., Schatzmann U. und Straub R. (1989) Untersuchungen an der Halswirbelsäule des Pferdes – Eine klinisch-radiologische Studie. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 131, 311-321
- Hett A. R., Busato A. und Ueltschi G. (2006): Radiologische Messungen an der arthrotisch veränderten Halswirbelsäule des Pferdes – eine retrospektive, statistische Studie. *Pferdeheilkunde* 22, 241-249
- Kitagawa T., Fujiwara A., Kobayashi N., Saiki K., Tamai K. und Saotome K. (2004) Morphologic Changes in the Cervical Neural Foramen due to Flexion and Extension. *Spine* 29, 2821-2825
- Lautenschläger I. (2007) Die röntgenologische und ultrasonographische Darstellung der Facettengelenke der Halswirbelsäule beim Warmblutpferd. *Vet. Med. Diss. Hannover*
- Lautenschläger I., Baumann I., Schulze M., Martens I., Rohn K. und Stadler P. (2009) Die röntgenologische Darstellung der kaudalen Facettengelenke der Halswirbelsäule beim Warmblutpferd. *Pferdeheilkunde* 25, 544-553
- Lautenschläger I., Baumann I., Martens I., Schulze M., Rohn K. und Stadler P. (2010) Radiologische Messung an der Halswirbelsäule des Warmblutpferdes. *Pferdeheilkunde* 26, 122-129
- Lischer C. J., Withers J. M. und Parkin T. (2010) Accuracy of radiographic measurements of the Cervical Articular Process Joints of the horse. *Pferdeheilkunde* 26, 553-558
- Muhle C., Resnick D., Ahn J. M., Sudmeyer M. und Heller M. (2001) In vivo changes in the neuroforaminal size at flexion-extension and axial rotation of the cervical spine in healthy persons examined using kinematic magnetic resonance imaging. *Spine* 26, E287-E293
- Powers B. E., Stashaka T. S., Nixon J., Yovich J. V. und Norrdin N. R. W. (1986) Pathology of the Vertebral Column of Horses with Cervical Static Stenosis. *Vet. Pathol.* 23, 392-399
- Sleutjens J., Voorhout G., Van der Kolk J. H., Wijnberg I. D. und Back W. (2010) The effect of ex vivo flexion and extension on intervertebral foramina dimensions in the equine cervical spine. *Equine Vet. J. Suppl.* 38, 425-430
- Withers J. M., Voute L. C., Hammond G. und Lischer C. J. (2009) Radiographic anatomy of the articular process joints of the caudal cervical vertebrae in the horse on lateral and oblique projections. *Equine Vet. J.* 41, 895-902
- Yabuki S. und Kikuchi S. (1996) Positions of Dorsal Root Ganglia in the Cervical Spine: An Anatomic and Clinical Study. *Spine* 21, 1513-1537
- Yoo J. U., Zou D., Edwards W. T., Bayley J. und Yuan H. A. (1992) Effect of cervical spine motion on the neuroforaminal dimensions of human cervical spine. *Spine* 17, 1131-1136

Dagmar Berner
Chirurgische Tierklinik der Universität Leipzig
An den Tierkliniken 21
04103 Leipzig
dagmar.berner@vetmed.uni-leipzig.de