

# Vorkommen von unterschiedlichen Ausprägungen der Processus transversi im Bereich der letzten beiden Halswirbel des Pferdes

Kerstin Gerlach, Patrick Schad, Julia Offhaus, Walter Brehm und Anna Pelli

Klinik für Pferde, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, Leipzig

**Zusammenfassung:** Im Bereich der kaudalen Halswirbelsäule des Pferdes werden Veränderungen der sechsten (C 6) und siebten (C 7) Halswirbel beschrieben. An C 6 tritt in den meisten Fällen beidseits eine Lamina ventralis des Processus transversus auf, welche ein- oder beidseits auf den siebten Halswirbel als Protuberanz verlagert sein kann. Die Bedeutung dieser Transposition wird klinisch von hochgradigen Störungen bis zu unauffälligen Befunden beschrieben. Aus diesem Grund sollte das eigene Patientengut hinsichtlich auftretender Transpositionen auf Höhe der letzten beiden Halswirbel beurteilt werden. Für die Studie wurden retrospektiv die Aufnahmen von seitlich geröntgten Halswirbelsäulen ausgewertet, wenn diese ausreichend orthograd aufgenommen waren. Zunächst wurden alle möglichen auftretenden Varianten zugrunde gelegt: beide Laminae ventrales an C 6 vorhanden und keine Protuberanz an C 7, Lamina ventralis fehlt asymmetrisch an C 6, Lamina ventralis fehlt symmetrisch an C 6, keine Protuberanz an C 7, eine Protuberanz an C 7, zwei Protuberanzen an C 7. Diese Kategorien wurden anschließend kombiniert. 129 Pferde erfüllten die Einschlusskriterien. Darunter befanden sich 32,6% Stuten, 8,5% Hengste, 54,2% Wallache und 4,7% ohne Angabe. 78,3% konnten den Warmblütern, 2,3% den Vollblütern, 7,9% den Ponys und Kleinpferden und 8,1% weiteren Rassen zugeordnet werden. Das mittlere Alter der Pferde betrug 10 Jahre, wobei zum Zeitpunkt der Untersuchung das jüngste Pferd zwei Jahre und das älteste 24 Jahre alt waren. Zudem waren 17% unter 5 Jahre alt, 79% waren 5 Jahre oder älter. Bei 4,0% Pferden konnten auch hier keine Angaben gemacht werden. Insgesamt konnten bei 20,9% unterschiedliche Varianten im Bereich der beiden letzten Halswirbel festgestellt werden. Absolut traten die als Normvarianten am sechsten Halswirbel beidseits vorkommenden Laminae ventrales bei 78,8% der Pferde auf; bei 80,6% aller Patienten fehlten beide Protuberanzen an C 7. Die Kombination beider letztgenannten Befunde konnte bei 79,1% der Halswirbelsäulen nachgewiesen werden. In der Häufigkeit folgend wurden asymmetrische Anomalien der Lamina ventralis einseitig an C 6 mit der gleichen Anzahl von einem Fortsatz am siebten Halswirbel mit 11,6% festgestellt, welche in der Kombination bei 10,8% lagen. Danach folgten symmetrische Varianten (symmetrisches Fehlen beider Laminae ventrales an C 6 und Vorkommen zweier Fortsätze an C 7) mit 7,7%. Vereinzelt konnten auch andere Kombinationen festgestellt werden, allerdings waren bei keinem Pferd gleichzeitig beide Laminae an C 6 und beide Fortsätze an C 7 ausgeprägt. Die Verteilung der Veränderungen im Bereich der Processus transversi der beiden letzten Halswirbel entsprach mit ca. 20,9% im eigenen Patientengut den Angaben der Literatur. Da hauptsächlich Warmblüter untersucht worden sind, lässt sich keine Aussage zur rasse typischen Erscheinung treffen. Das Auftreten in den Altersgruppen war gestreut, 17% waren unter fünf Jahre alt. Aufgrund des unterschiedlichen Auftretens fast aller Kombinationen der Laminae ventrales bzw. des kaudalen Tuberkels des Processus transversus und der Fortsätze am siebten Halswirbel, empfehlen wir diese als morphologische Varianten zu bezeichnen. Eine einheitliche Röntgentechnik und multizentrische Studien älterer Pferde zur Erhebung der klinischen Relevanz sind notwendig.

**Schlüsselwörter:** Pferd, Halswirbelsäule, Processus transversus, Transposition, Lamina ventralis, Equine Caudal Cervical Morphological Variation

## Incidence of variations of the transverse processes of the sixth and seventh cervical equine vertebrae

Variations in the appearance of the caudal cervical spine have been acknowledged in horses, particularly with regard to the sixth (C6) and seventh (C7) cervical vertebra. The sixth cervical vertebra can show a symmetrical lamina ventralis at the level of the transverse process. In addition, a unilateral or bilateral transposition of the lamina ventralis from C6 onto C7 is a common finding in horses. In this case, the transposed ventral lamina appears as a bony protuberance at the ventral aspect of the last cervical vertebra. The clinical relevance of this transposition remains unknown; such variations can be associated with severe clinical signs or appear as incidental findings. The aim of the current study was to determine the prevalence of possible transpositions at the level of the last two caudal cervical vertebrae in our population. This retrospective study evaluated standard latero-lateral radiographic images of the cervical spine, acquired with an orthograde beam path. First, the range of possible occurring variations was defined as follows: bilateral ventral lamina at C6, unilaterally missing ventral lamina at C6, bilaterally missing ventral lamina at C6, no bony protuberances at C7, unilateral bony protuberance at C7, bilateral bony protuberances at C7. Then the occurrence of these findings, including concurrent incidence of two or more categories, was analysed. 129 horses fulfilled the study inclusion criteria. The patient collective consisted of 32.6% mares, 8.5% stallions, 54.2% geldings and 4.2% horses where data concerning the sex was missing. 78.3% of the examined horses were Warmbloods, 2.3% Thoroughbreds, 7.9% Ponies and small horses and 8.1% of the patients belonged to other breeds. The average age of the horses at the time of radiographic examination was 10 years (range 2–24 years). 17% of the horses were younger than 5 years of age, whereas most of the patients were at least 5 years or older (79%). For 4% of the horses data concerning the age was not retrievable. 20.9% of the horses showed altered appearance of the last two cervical vertebrae. The most frequently encountered variations consisted in a bilaterally present ventral lamina at C6 (78.8%) and no bony protuberances at C7 (80.6%). A combination of these two findings was observed in 79.1% of the horses. These variations were followed in frequency by unilaterally missing ventral lamina at C6 and unilaterally present protuberance at C7. When considered separately, they occurred with an incidence of 11.6%, whereas they were found simultaneously in 10.8% of the horses. In 7.7% of the patients, symmetrical findings, by means of a bilaterally missing ventral lamina at C6 and the presence of a bilateral protuberance at C7, were detected. Further variations were recorded with a low frequency in the patient group. Moreover, no horse showed a bilateral ventral lamina at C6 associated with the presence of two protuberances at C7. The

prevalence of morphological variations at the level of the transverse processes of C6 and C7 encountered in this study (20.9%) is in line with data mentioned in the current literature. Mostly Warmblood horses were examined in the present study, so a possible relation between breed and the occurrence of the radiologic findings mentioned above could not be determined. Variations occurred among horses of different ages, with 17% of the patients being younger than 5 years. Since the variations described are congenital, age was not of relevance for the present study. Given the variable appearance of the ventral laminae or caudal tubercle of C6 and the variable occurrence of bony protuberances at C7 observed in the present study, the authors suggest referring to these findings as “morphological variations”. However, multicentre studies, including mature horses examined via standardised techniques are required to elucidate a possible clinical relevance of caudal cervical spine variations.

**Keywords:** horse, cervical vertebra, transverse process, transposition, ventral lamina, Equine Caudal Cervical Morphological Variation

**Zitation:** Gerlach K., Schad P., Offhaus J., Brehm W., Pelli A. (2021) Vorkommen von unterschiedlichen Ausprägungen der Processus transversi im Bereich der letzten beiden Halswirbel des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 37, 605–610; DOI 10.21836/PEM20210606

**Korrespondenz:** PD Dr. Kerstin Gerlach, Universität Leipzig, Veterinärmedizinische Fakultät, Klinik für Pferde, An den Tierkliniken 21, 04103 Leipzig, gerlach@vetmed.uni-leipzig.de

**Eingereicht:** 2. März 2021 | **Angenommen:** 16. August 2021

## Einleitung

Die röntgenologische Untersuchung der Halswirbelsäule des Pferdes wird im Rahmen des orthopädischen und neurologischen Untersuchungsganges relativ häufig durchgeführt (Down und Henson 2005, Butler et al. 1996). Es ist bekannt, dass es insbesondere am sechsten und siebten Halswirbel zu anatomischen Veränderungen kommen kann (Butler et al. 1996). Beschrieben werden diverse ein- oder zweiseitige Veränderungen des Processus (Proc.) transversus oder der Foramina intervertebralia (Veraa et al. 2016). Weiterhin können die ersten Brustwirbel und die ersten Rippen betroffen sein (May-Davis 2017, May-Davis et al. 2014). Erst in jüngster Zeit wurde diesen Veränderungen mehr Aufmerksamkeit gewidmet und ein Zusammenhang mit Erkrankungen vermutet (DeRouen et al. 2016, Veraa et al. 2016, May-Davis und Walker 2015). Anfänglich wurden diese als angeborene Missbildungen bezeichnet (May-Davis 2014) und mit propriozeptiven und neurologischen Dysfunktionen in Verbindung gebracht. Mit den unterschiedlichen Ausprägungen gehen Variationen der Insertion des Musculus longus colli einher, welche eine unterschiedliche mechanische Belastung verursachen können (May-Davis und Walker 2015). Fast gleichzeitig wurden diese Veränderungen aber auch als anatomische Variationen bezeichnet (Santinelli et al. 2014).

Computertomographische Untersuchungen von Veraa et al. 2016 wurden an Präparaten vorgenommen, welche sich mit den Transpositionen im kaudalen Bereich von C 6 und C 7 als homologe Variationen auseinandersetzen (Veraa et al. 2016). Mit „Transposition“ wird in dem Fall das Versetzen der Laminae ventralis vom sechsten auf den siebten Halswirbel beschrieben. Es bestätigte sich die Annahme, dass diese Veränderungen gehäuft auch bei Pferden ohne Erkrankungen vorkommen (Veraa et al. 2020, Fritsche et al. 2020).

Im englischen Sprachraum hat sich die Bezeichnung Equine Caudal Cervical Morphological Variation (ECCMV) etabliert (Gee et al. 2020). Damit werden angeborene Variationen im Bereich von Knochen und Weichteilen von C 6, C 7, den ersten beiden Rippen, der Muskulatur (Musculus longus colli und Musculus scalenus ventralis) und der Nerven (Nervus phre-

nicus und Plexus brachialis) zusammengefasst (May-Davis 2017, May-Davis 2014, May-Davis and Walker 2015, Gee et al. 2020). Am häufigsten ist dabei der Processus transversus von C 6 betroffen (Gee et al. 2020).

Bei Betrachtung diverser anatomischer Quellen fällt auf, dass die Nomenklatur in diesem Bereich sehr unterschiedlich gehandhabt wird. Einigkeit besteht darüber, dass die Varianten am jeweiligen Processus transversus auftreten. Dieser besitzt ein Tuberculum ventrale und dorsale (Wissdorf et al. 2002), welche immer unverändert auftreten. Im englischsprachigen Raum werden oft zwei ventrale Tuberkel an C 6 beschrieben, ein kranialer und ein kaudaler Tuberkel. Betroffen von anatomischen Variationen ist dabei der kaudale Tuberkel (May-Davis und Walker 2015). Manchmal ist auch nur vom ventralen Processus die Rede (Santinelli et al. 2014), was zu Verwirrungen führen kann. Der sechste und der siebte Halswirbel unterscheiden sich anatomisch von den vorhergehenden Halswirbeln. Laut gängigen Anatomiebüchern wird am sechsten Halswirbel das kranial gelegene Tuberculum ventrale durch eine plattenförmige Verdickung, die Lamina ventralis, ersetzt (König et al. 2015, Nickel et al. 2004, Wissdorf et al. 2002) bzw. zu dieser Lamina verbreitert (Salomon et al. 2008). Diese Beschreibungen sind recht ungenau, da das kranial gelegene Tuberculum ventrale auch mit der Lamina ventralis trotzdem noch als Knochenpunkt ansprechbar ist und das zweite ventrale, kaudal gelegene Tuberculum nicht beschrieben ist. Diese Strukturen bilden zusammen mit dem Tuberculum dorsale den Processus transversus. Am siebten Halswirbel existiert nur das Tuberculum dorsale (Wissdorf et al. 2002). Des Weiteren besitzt der sechste Halswirbel eine nur unbedeutende Crista ventralis, welche am siebten Halswirbel komplett fehlt (Wissdorf et al. 2002).

Die in der Veröffentlichung dargelegte Transposition beschreibt somit das Fehlen der Lamina ventralis. Stattdessen ist diese als Protuberanz am Querfortsatz des siebten Halswirbels ausgeprägt (DeRouen et al. 2016, Veraa et al. 2016).

Ziel dieser Studie war die Überprüfung von seitlich geröntgten kaudalen Halswirbeln auf das Vorkommen und die Ausprägung der Processus transversi im eigenen Patientengut.

## Material und Methoden

Für die vorliegende Studie wurden retrospektiv die Röntgenaufnahmen von seitlich geröntgten Halswirbelsäulen von Pferden ausgewählt, die zwischen Januar 2011 und September 2020 in der Klinik für Pferde an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig untersucht wurden. Einschlusskriterien waren das Vorhandensein einer laterolateralen Röntgenaufnahme der Halswirbelsäule des Patienten mit Auswertbarkeit des sechsten und siebten Halswirbels. Pferde mit einem Alter von unter drei Jahren wurden nur dann in die Studie einbezogen, wenn die für die Auswertung notwendigen Knochenpunkte ausgebildet und eindeutig zu sehen waren.

Zu jedem Patienten wurden Rasse, Alter bei Untersuchung sowie Geschlecht aufgenommen.

Bezogen auf das jeweilige Vorhandensein einer Transposition wurden die Pferde in fünf Kategorien eingeteilt, wobei Doppelbelegungen möglich waren.

- Kategorie 0: Lamina ventralis beidseits an C 6, keine Protuberanz an C 7
- Kategorie 1: Lamina ventralis fehlt asymmetrisch bei C 6,
- Kategorie 2: Symmetrisches Fehlen der Lamina ventralis bei C 6
- Kategorie 3: Keine Protuberanz an C 7
- Kategorie 4: Eine Protuberanz an C 7
- Kategorie 5: Zwei Protuberanzen an C 7

Weiterhin wurden beide Wirbel gemeinsam betrachtet und alle möglichen Kombinationen des Auftretens der Lamina ventralis an C 6 und der Protuberanzen an C 7 vermerkt.

Die Sedation für die Untersuchung erfolgte intravenös mit Detomidinhydrochlorid (Detogesic® Zoetis; 0,01–0,04 mg/kg Körpermasse (KM), Salo, Finnland), oder Romifidinhydrochlorid (Sedivet® Boehringer Ingelheim; 0,04–0,08 mg/kg KM, Ingelheim, Deutschland) in Kombination mit Butorphanoltartrat (Butorgesics, CP Pharma Handelsgesellschaft MbH, Burgdorf,

**Tab. 1** Zuordnung der der untersuchten Pferde (n = 129) mit röntgenologisch feststellbaren Veränderungen der Lamina ventralis des Processus transversus des sechsten (C 6) und siebten (C 7) Halswirbels in die verschiedenen Kategorien bei separater Betrachtung eines Wirbels. | *Assignment of the examined horses (n = 129) with radiographic variances of the ventral lamina of the transverse process of the sixth (C 6) and seventh (C 7) cervical vertebra to different categories by considering the two vertebrae separately.*

Kategorie	Anzahl der Pferde	Anzahl der Pferde in %
Kategorie 0: beide Laminae an C 6 vorhanden	103	78,8
Kategorie 1: Lamina ventralis asymmetrisch an C 6 vorhanden	15	11,6
Kategorie 2: Lamina ventralis fehlt symmetrisch an C 6	11	8,5
Kategorie 3: keine Protuberanz an C 7	104	80,6
Kategorie 4: eine Protuberanz an C 7	15	11,6
Kategorie 5: zwei Protuberanzen an C 7	10	7,8

Deutschland; 0,02 mg/kg Körpergewicht). Teilweise erfolgte außerdem eine Verabreichung von Acepromazin (Vetranquil® Ceva Tiergesundheit GmbH; 0,02–0,04 mg/kg KM, Düsseldorf, Deutschland).

Es handelt sich um eine sekundär deskriptive Studie. Die erhobenen Daten wurden mit Hilfe von Microsoft Excel® (Microsoft Corporation) erfasst und deskriptiv ausgewertet.

## Ergebnisse

129 Pferde erfüllten die Einschlusskriterien. Darunter befanden sich 42 Stuten (33%), 11 Hengste (8%), 70 Wallache (54%) und 6 Pferde ohne Angabe des Geschlechts (5%). Dabei konnten 101 Pferde den Warmblütern (78%), drei den Vollblütern (2%), 10 den Ponys und Kleinpferden (8%) und 10 zu weiteren Rassen (8%) zugeordnet werden (Friesen, Traber, Paint Horse, Quarter Horse, Tennessee Walking Horse). Bei fünf Pferden konnte in dieser Kategorie keine Angaben gemacht werden (4%).

Das mittlere Alter der Pferde betrug 10 Jahre, wobei zum Zeitpunkt der Untersuchung das jüngste Pferd zwei Jahre und das älteste 24 Jahre alt waren. Zudem waren 22 Pferde unter 5 Jahre alt (17%) und 102 Pferde waren 5 Jahre oder älter (79%). Bei fünf Pferden konnten keine Angaben zum Alter gemacht werden (4%).

Entsprechend den Ergebnissen der Untersuchung konnten die Pferde wie folgt zugeordnet werden (Tab. 1 und Tab. 2).

Bei dem größten Anteil der untersuchten Pferde (79,1%) konnte der als anatomisch normal bezeichnete Zustand mit zwei ausgebildeten Laminae ventrales an C 6 und ohne Pro-

**Tab. 2** Zuordnung der untersuchten Pferde (n = 129) der Kombinationen aller Kategorien der röntgenologischen Veränderungen der sechsten (C 6) und siebten (C 7) Halswirbel bei kombinierter Betrachtung beider Wirbel. | *Assignment of the examined horses (n = 129) with radiographic variances of the sixth (C 6) and seventh (C 7) cervical vertebra to combined categories by considering both vertebrae simultaneously.*

Kombinationen der Kategorien	Anzahl der Pferde	Anzahl der Pferde in %
Beide Laminae ventrales vorhanden an C 6, keine Protuberanz an C 7	102	79,1
Beide Laminae ventrales vorhanden an C 6, eine Protuberanz an C 7	1	0,8
Beide Laminae vorhanden an C 6, zwei Protuberanzen an C 7	0	0,0
Eine Lamina ventralis asymmetrisch an C 6; keine Protuberanz an C 7	1	0,8
Eine Lamina ventralis vorhanden asymmetrisch an C 6; eine Protuberanz an C 7	14	10,8
Lamina ventralis fehlt symmetrisch an C 6; kein Fortsatz an C 7	1	0,8
Lamina ventralis fehlt symmetrisch an C 6; zwei Fortsätze an C 7	10	7,7

tuberanzen an C 7 festgestellt werden (Abb. 1). Damit sind bei 20,9% der Pferde Veränderungen in der Ausbildung der Processus transversi festgestellt worden. Bis auf die Kombination, dass an C 6 keine Anomalie und trotzdem zwei Protuberanzen an C 7 vorhanden waren, konnten alle anderen Kombinationen in unterschiedlichen Häufigkeiten nachgewiesen werden. Am zweithäufigsten konnte die asymmetrische Transposition einer Lamina von C 6 auf C 7 (10,8%) nachgewiesen werden (Abb. 2), gefolgt von der symmetrischen Transposition beider ventraler Laminae auf C 7 (7,7%) (Abb. 3). Die restlichen drei Kombinationen traten nur sporadisch in jeweils einem Fall auf.



**Abb. 1** Seitliche Röntgenaufnahme einer kaudalen Halswirbelsäule, links ist kranial. Die Kombination mit der Ausprägungen beider Laminae ventrales am sechsten Halswirbel (Pfeile) mit dem Fehlen der Protuberanzen am siebten Halswirbel tritt am häufigsten auf. | *Latero-lateral radiographic image of the caudal cervical spine, cranial is to the left. The most frequent morphological variation consists in the combination of a symmetrical (bilateral) ventral lamina at C 6 (arrows) and a lack of bony protuberances at C 7.*



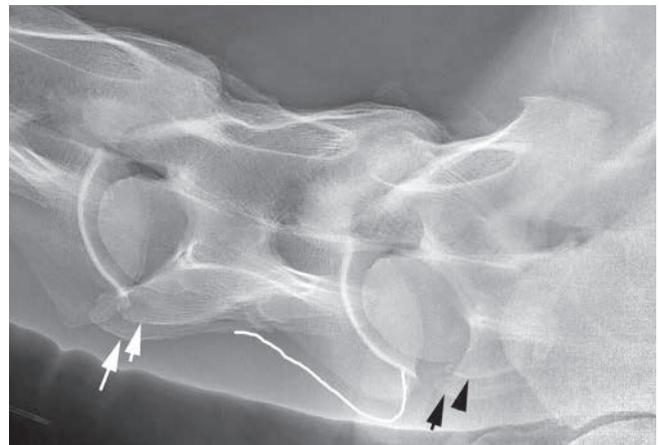
**Abb. 2** Seitliche Röntgenaufnahme einer kaudalen Halswirbelsäule, links ist kranial. Die asymmetrische Ausprägung einer Lamina ventralis am sechsten Halswirbel (weißer Pfeil) und einer Protuberanz am siebten Halswirbel (schwarzer Pfeil) tritt am zweithäufigsten auf. | *Latero-lateral radiographic image of the caudal cervical spine, cranial is to the left. The second most frequent morphological variation consists in an asymmetrically (unilaterally) missing lamina ventralis at C 6 (white arrow) and asymmetrical (unilateral) bony protuberance at C 7 (black arrow).*

## Diskussion

Die Verteilung der Veränderungen im Bereich der Processus transversi der beiden letzten Halswirbel entsprach mit ca. 20,9% im eigenen Patientengut den Angaben aus der Literatur, welche von 13,3% bis zu 38% variieren (Santinelli et al. 2014, May-Davis 2014, DeRouen et al. 2016, Veraa et al. 2016, Veraa et al. 2020).

Die untersuchten Rassen weisen ein breites Spektrum auf. Die ersten Feststellungen wurden für Vollblüter und deren Kreuzungen getroffen (May-Davis 2014), welchen eine Rasseprädisposition zugesprochen wird. Dabei wird eine Prävalenz von 40%, gefolgt von den Warmblütern mit 30% und den Quarter Horses mit 16% festgestellt (Veraa et al. 2016, Santinelli et al. 2016 und DeRouen et al. 2016). Andere Autoren haben ein stärkeres Auftreten bei Quarter Horses (23%) und Arabern herausgearbeitet (Santinelli et al. 2016). In jüngsten Veröffentlichungen wurde auf einen hohen Anteil von Warmblütern zurückgegriffen (DeRouen et al. 2016, Veraa et al. 2020). Dies entspricht dem Ergebnis unserer Untersuchungen: von 129 untersuchten Pferden waren 101 Warmblüter (78,3%). Da das Patientengut fast ausschließlich aus Warmblütern bestand, ist eine Beurteilung der Rassedisposition hier nicht möglich. Auch eine erhöhte Prävalenz bei Vollblütern wie bei May-Davis und Walker 2015 konnte in der vorliegenden Arbeit nicht beschrieben werden, da sich nur drei Vollblüter unter den Patienten befanden und keines dieser Pferde eine Transposition der Querfortsätze aufwies.

In den eigenen Fällen waren etwas mehr Wallache als Stuten betroffen, 13 Wallache (48,1%) und 11 Stuten (40,7%). Ein Zusammenhang zwischen der Transposition des Processus



**Abb. 3** Seitliche Röntgenaufnahme einer kaudalen Halswirbelsäule, links ist kranial. Die Kombination aus symmetrisch nicht ausgebildeten Laminae ventrales am sechsten Halswirbel und zwei Protuberanzen am siebten Halswirbel (schwarzer Pfeil) tritt am dritthäufigsten auf. Mit den weißen Pfeilen sind jeweils das rechte und linke Tuberculum ventrale des jeweiligen Processus transversus von C 6 markiert. Die weiße Linie markiert eine bei C 6 fehlende Lamina ventralis. | *Latero-lateral radiographic image of the caudal cervical spine, cranial is to the left. The third most frequent morphological variation consists in symmetrically (bilaterally) missing ventral lamina at C 6 and symmetrical (bilateral) bony protuberances at C 7 (black arrows). The right and left ventral tubercles of the transverse processes of C 6 are marked with white arrows. The white line indicates the missing ventral lamina of C 6.*

transversus und dem Geschlecht wurde bei *Santinelli et al.* 2014 festgestellt, in jüngeren Studien jedoch nicht bestätigt (*DeRouen et al.* 2016, *Veraa et al.* 2020). In einer vorangegangenen Studie konnte eine höhere Prävalenz bei Stuten festgestellt werden (*Santinelli et al.* 2014).

Die Auswertung hinsichtlich des Alters ist streng genommen nicht relevant, weil die Veränderungen angeboren sind und sich im Laufe der Entwicklung nicht verändern.

Interessant ist dabei lediglich, wie viele relativ junge Pferde untersucht werden, die bereits diverse klinische Symptome aufwiesen. Von den 129 untersuchten Pferden waren 22 Pferde unter fünf Jahre alt (17,1 %) und 102 fünf Jahre oder älter (79,1 %). Bei den Pferden, die jünger als drei Jahre alt waren, kann am kaudalen Teil der Lamina ventralis ein separates Ossifikationszentrum auftreten (*Butler et al.* 2017). Eine Verschiebung dieses Ossifikationszentrums (*Butler et al.* 2017) auf den siebten Halswirbel konnte nicht festgestellt werden, da keines dieser Pferde eine Transposition aufwies. In der Literatur konnte dieses Ossifikationszentrum bei 4,8% der Fälle an der Lamina ventralis am sechsten Halswirbel festgestellt werden, bei einem Pferd im sogar noch im 8. Lebensjahr (*Santinelli et al.* 2014).

Die aktuellste Publikation beschreibt eine symmetrische bilaterale oder asymmetrische unilaterale Abwesenheit der ventralen Lamina des Processus transversus (*Gee et al.* 2020). Unilaterale Veränderungen an beiden Halswirbeln waren im eigenen Patientengut die zweithäufigste Form des Auftretens, wie auch bei *Santinelli et al.* (2014). Allerdings wurde nicht vermerkt, ob dies auf der gleichen Seite der Fall war. Leichtes Verkippen kann im Röntgenbild bereits eine ungenaue Aussage ergeben. Die präzise Darstellung dieser Verhältnisse bleibt deshalb den genaueren computertomographischen Untersuchungen vorbehalten.

Im eigenen Patientengut konnten fast alle Kombinationen des Auftretens einer Lamina und der Protuberanzen vorgefunden werden. Damit stellt sich die Frage, ob es sich wirklich um eine Transposition oder sogar Fehlbildungen handelt und nicht nur um unterschiedliche Ausprägungen anatomischer Normvarianten. Diese Überlegung geht mit aktuellen Studien (*Veraa et al.* 2020) konform, die keinen Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser Veränderungen und klinischen Anzeichen herstellen konnten. In der klinischen Kontrollgruppe traten diese Veränderungen sogar häufiger auf (*Veraa et al.* 2020). *Veraa et al.* (2020) verwendete die Bezeichnung morphologische Variation statt Transposition oder sogar Missbildungen (*May-Davis* 2014). Klinische Erkrankungen erklärt man sich damit, dass durch das Fehlen der Lamina ventralis es zu Veränderungen der Insertion des Musculus longus colli und damit zu veränderten mechanischen Belastungen kommen kann. Daraus werden Dysfunktionen bis hin zu neurologischen Veränderungen abgeleitet (*May-Davis und Walker* 2015). Möglicherweise kann diese Situation auch zu vergrößerten mechanischen Belastungen im Bereich der Facettengelenke führen (*Beccati et al.* 2020).

Diese Krankheitskomplexe werden als Equine Complex Vertebral Malformation diskutiert (*May-Davis et al.* 2017). Allerdings müsste diese Begrifflichkeit besser von der Cervical

Vertebral Malformation abgegrenzt werden, welche zu Stenosen des Rückenmarkkanals führt und damit Ataxien bedingen kann (*Hahn et al.* 2008, *Levine et al.* 2010). Die genaue klinische Relevanz ist jedoch nachweislich noch nicht vollständig erforscht. Die bei *Veraa et al.* 2020 als Kontrollgruppe verwendeten Pferde waren zur Einschätzung dieser Hypothese nicht optimal geeignet, da es sich um jüngere Pferde von im Durchschnitt sieben Jahren im Rahmen von Kaufuntersuchungen handelte (*Veraa et al.* 2020).

Inwiefern sich die Variationen in unseren Fällen auf das klinische Bild des Patienten und die vorherrschende Biomechanik auswirken, kann hier nicht beurteilt werden. Diese Studie beschäftigt sich nur mit den anatomischen Begebenheiten des Vorkommens der Lamina ventralis am sechsten Halswirbel und den unterschiedlich auftretenden Protuberanzen am siebten Halswirbel, die als Transposition diskutiert werden. Es wurde kein Bezug auf andere Veränderungen an den Halswirbeln und dem klinischen Bild jedes einzelnen Patienten genommen. In den eigenen Untersuchungen wurde ein vorselektiertes Patientengut untersucht und alle Pferde wiesen eine klinische Indikation zur Röntgenuntersuchung der Halswirbelsäule auf.

Um die Relevanz der abweichenden Röntgenbefunde abzuklären wären weitere Studien an älteren gesunden Pferden notwendig. Zur verbesserten standardisierten Untersuchung des Bereiches der distalen Halswirbelsäule des Pferdes empfehlen *Gee und Mitarbeiter* (2020) standardisierte Röntgenaufnahmen der kaudalen Halswirbelsäule gesunder Pferde in einem Winkel von 30° (dorso-ventrale Abwinkelung), um die Lamina ventralis über die Trachea zu positionieren. Der mittlerweile beginnende Einsatz des Cone Beam-Computertomographen zur Darstellung des fraglichen Bereiches kann durch die Untersuchung der kaudalen Halswirbelsäule am stehenden Pferd mit einem Schnittbildverfahren zu einer genaueren Befundung führen (*Fritsche et al.* 2020). Damit könnten wissenschaftlich robuste Aussagen zur Bedeutung der hier diskutierten Veränderungen erhoben werden. Allerdings gibt es zu bedenken, dass aus tierschutzrelevanten und strahlenschutzrechtlichen Aspekten das Röntgen von Tieren ohne Indikation im Rahmen von Tierversuchsanträgen genehmigt werden muss. Weiterhin werden ausführliche Informationen der Besitzer und deren Zustimmung erforderlich. Interessant wären in diesem Zusammenhang die retrospektiven Auswertungen von Kaufuntersuchungen, wenn diese auch ältere Pferde einschließen. Ein höheres Alter der untersuchten Pferde wäre Voraussetzung dafür, dass das Auftreten orthopädischer oder neurologischer Symptome auch zu einem späteren Zeitpunkt wirklich ausgeschlossen werden kann.

Wir möchten mit diesem Artikel für dieses Thema sensibilisieren und weitere, vielleicht auch multizentrische Studien anregen.

## Literaturverzeichnis

*Beccati F, Pepe M., Santinelli I., Gialletti R., Di Meo A., Romero J. M.* (2020) Radiographic findings and anatomical variations of the caudal cervical area in horses with neck pain and ataxia: case-control study on 116 horses. *Vet. Rec.* 31, 187–189; DOI 10.1136/vr.105756

- Butler J. A., Colles C. M., Dyson S. J., Kold S. E., Poulus P. W. (2017) The Vertebral Column. In: *Clinical Radiology of the horse*. Blackwell, Chichester, 531–608
- DeRouen A., Spriet M., Aleman M. (2016) Prevalence of anatomical variation of the sixth cervical vertebra association with vertebral canal stenosis and articular process osteoarthritis in the horse. *Vet. Radiol. Ultrasound* 57, 253–258; DOI 10.1111/vru.12350
- Fritsche B., Lorenz I., Busch-Tenter B., Gerlach K. (2020) Cone Beam-Computertomographie der Halswirbelsäule am stehenden Pferd – Teil 1: Befunde und Klinik. *Pferdeheilkunde* 36, 430–437; DOI 10.21836/PEM20200506
- Hahn C., Handel I., Grenn S. L., Bronsvort M. B., Mayhew I. G. (2008) Assessment of the utility of using intra- and intervertebral minimum sagittal diameter ratios in the diagnosis of cervical vertebral malformation in horses. *Vet. Radiol. Ultras.* 95, 497–497; DOI 10.1111/j.1740–8261.2007.00308.x
- Levine J. M., Scrivani P. V., Divers T. J., Furr M., Mayhew I. J., Reed S., Levine G. J., Foreman J. H., Boudreau C., Tennent-Brown B. C. B., Cohen N. D. (2010) Multicenter case-control study of signalment, diagnostic features, and outcome associated with cervical vertebral malformation-malarticulation in horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 237, 812–822; DOI 10.2460/javma.237.7.812
- Liebich H.-G., König H.-E. (2015) Skelett des Stammes (Skeleton axiale). In: *Anatomie der Haussäugetiere, König H.-E., Liebich H.-G.* (Hrsg.), 6. Auflage, Schattauer, Stuttgart, 53–114
- May-Davis S. (2014) The Occurrence of a Congenital Malformation in the Sixth and Seventh Cervical Vertebrae Predominantly Observed in Thoroughbred Horses. *J. Equine Vet. Sci.* 34, 1313–1317; DOI 10.1016/j.jevs.2014.09.012
- May-Davis S., Walker C. (2015) Variations and Implications of the Gross Morphology in the Longus colli Muscle in Thoroughbred and Thoroughbred Derivate Horses Presenting with a Congenital Malformation of the Sixth and Seventh Cervical Vertebrae. *J. Equine Vet. Sci.* 35, 560–568; DOI 10.1016/j.jevs.2015.03.002
- May-Davis S. F. (2017) Congenital malformations of the first sternal rib. *Journal of Equine Veterinary Science* 49, 92–100; DOI 10.1016/j.jevs.2016.09.013
- May-Davis S., Minowa F., Monoe S. (2017). Preliminary Radiographic Protocols for Identifying Congenital Malformations of the Caudal Cervical Vertebrae. <https://thehorsesback.com/c6-xray/>
- Nickel R., Schummer A., Wille K. H., Wilkens H. (2004) Passiver Bewegungsapparat, Skelettsystem. In: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Frewein J., Wille K. H., Wilkens H.* (Hrsg.). 8. Auflage, Parey Verlag, Stuttgart, 15–272
- Popesko P. (2011) Pferd. Halswirbelsäule, Ansicht von dorsal (links) und ventral (rechts). In: *Atlas der topographischen Anatomie, Band I: Kopf und Hals, Geiger G., Weyrauch K. D.* (Hrsg.), 7. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, 176
- Salomon F. V. (2008) Bewegungsapparat. In: *Anatomie für die Tiermedizin, Salomon F. V., Geyer H., Gille U.* (Hrsg.), 2. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, 22–218
- Santinelli I., Beccati F., Arcelli R., Pepe M. (2014) Anatomical variation of the spinous and transverse processes in the caudal cervical vertebrae and the first thoracic vertebra in horses. *Equine Vet. J.* 48, 45–49; DOI 10.1111/evj.12397
- Veraa S., Bergmann W., van den Belt A.-J., Wijnbern I., Back W. (2016) Ex vivo computer tomographic evaluation of the morphology variations in equine cervical vertebrae. *Vet. Radiol. Ultrasound* 57, 482–488; DOI 10.1111/vru.12393
- Veraa S., De Graaf K., Winjberg I. K., Back W., Vernooij H., Nielen M., Belta A. J. M. (2020) Caudal cervical vertebral morphological variation is not associated with clinical signs in Warmblood horses. *Equine Vet. J.* 52, 219–224; DOI 10.1111/evj.13140
- Wissdorf H., Otto B., Gerhards H. (2002) Hals. In: *Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes, Wissdorf H., Gerhards H., Huskamp B., Deegen E.* (Hrsg.), 2. Auflage, M. & H. Schaper Alfeld-Hannover, 247–282