

Die Röntgenologie der Halswirbelsäule beim Pferd

Katherine E. Whitwell und Sue Dyson

Pathology Unit und Equine Clinical Unit,
Animal Health Trust

Einleitung

Die Indikation für eine Röntgenuntersuchung der Halswirbelsäule beinhaltet Ataxie, abweichende Kopf-Hals-Haltung, Muskelatrophie, Schwellungen im Halsbereich, steifen Gang oder Schmerzen, Unvermögen zu stehen und gelegentlich Lahmheit der Vordergliedmaßen.

Dieser Artikel hat das Ziel, einen Leitfaden zu erstellen für das röntgenologische Erkennen von Halswirbelsäulenschäden und deren Einschätzung hinsichtlich einer möglichen klinischen Bedeutung.

Es ist wichtig, daß andere klinische und labordiagnostische Untersuchungen miteinbezogen werden, wenn es darum geht, die Bedeutung der röntgenologischen Befunde der speziellen klinischen Fragestellung zuzuordnen. Eine Reihe normaler Halsaufnahmen und scharfer Halswirbelaufnahmen ist für den beabsichtigten Zweck unumgänglich.

Röntgentechnik

Diese Arbeit beschränkt sich auf die Interpretation von Röntgenbildern, und die Myelographie wird hierbei nicht berücksichtigt. Am stehenden Pferd ist die Röntgenuntersuchung auf die seitliche Projektion beschränkt. Dies wird sowohl im Strahlengang von links nach rechts als auch umgekehrt erreicht.

Leicht schräge Röntgenbilder sind schwer interpretierbar, und zumeist ist nur die rein seitliche Röntgenebene wesentlich. Die Sedation des Pferdes mit Xylazin oder Detomidine kann nützlich sein, da sich das Pferd dann wenig bewegt und die Tendenz hat, Kopf und Hals zu senken.

Obwohl gute Aufnahmequalität im kranialen und mittlere

ren Halsbereich mit einem tragbaren Röntgengerät erreicht werden kann, ist für den kaudalen Halsbereich (7. Halswirbel: C7) eine stärkere Röntgenanlage unumgänglich, außer bei sehr kleinen Pferden. Ein Raster ist zwar für das kaudale Halsdrittel notwendig, aber es erübrigt sich weiter vorne. Bei Anwendung von hochempfindlichen Filmen, kombiniert mit Seltenen-Erden-Folien und Kreuzgitterraster, schwanken die Belichtungswerte von 65 kV und 40 mA im vorderen Bereich des Halses bis zu 80 kV und 65 mA im Halsbasisbereich eines 500 kg schweren Pferdes. Für eine bessere Orientierung im Halswirbelbereich sind große Kassetten (35 × 43 cm) hilfreich, so daß 3 Halswirbel zumindest teilweise auf jede Kassette projiziert werden. Passives Abbeugen des Halses am anästhesierten Pferd verdeutlicht eine vorhandene Subluxationsstellung, die im seitlichen Strahlengang erkennbar ist. Dabei sollte die Zeitspanne des Abknickens des Endotrachealtubus möglichst kurz gehalten werden. Falls ventrodorsale Röntgenbilder erforderlich sind, sollte das Pferd in Allgemeinnarkose in Rückenstellung gelagert werden. Selbst bei Hochleistungs-röntgengeräten ist es schwierig, Aufnahmen guter Qualität kaudal von C5 zu erhalten, da das Weichteilgewebe hier besonders stark ausgebildet ist.

Röntgenanatomie

Es gibt 7 Halswirbel (C1 bis C7), die von C3 bis C7 (Abb. 1, 2 und 3) kürzer und breiter werden. Der 3., 4. und 5. Wirbel sind in der Form ähnlich, während der Rest unverwechselbare Merkmale besitzt. Die beiden Seiten des Wirbelbogens (Wirbelbogenwurzeln) und der Wirbelkörper bilden das Foramen vertebrale, in dem das Rückenmark Platz findet (Abb. 4). Die Aneinanderreihung der Foramina vertebralia läßt so zusammen den Wirbelkanal entstehen. Der dorsoventrale (sagittale) Durchmesser des Wirbelkanals hat die Tendenz, im mittleren Halsbereich enger zu sein, verglichen mit den mehr kranialen oder kaudalen Abschnitten. Das Foramen vertebrale eines jeden Wirbels besitzt annähernd rechteckige Gestalt, und sein sagittaler Mindestdurchmesser läßt sich auf dem Röntgenbild direkt abmessen (Abb. 2). Dies ist durchaus sinnvoll, um die Halswirbel miteinander zu vergleichen. Vergleiche von Pferden untereinander sind aber auf Grund der durch die unterschiedliche Vergrößerung bedingten Fehlerquote nicht zu-

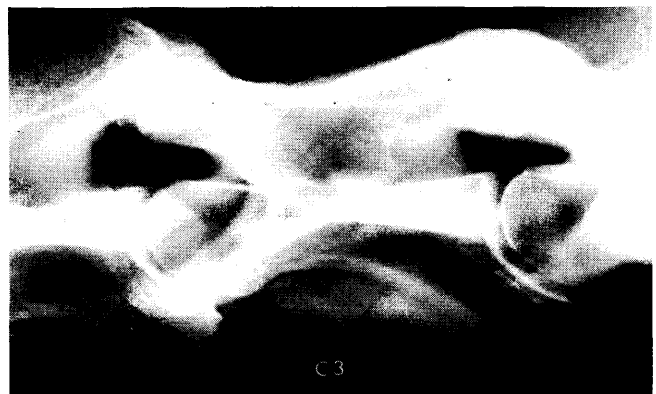


Abb. 1: Seitenansichten der kranialen Halswirbel C1 bis C4 beim gesunden erwachsenen Pferd.

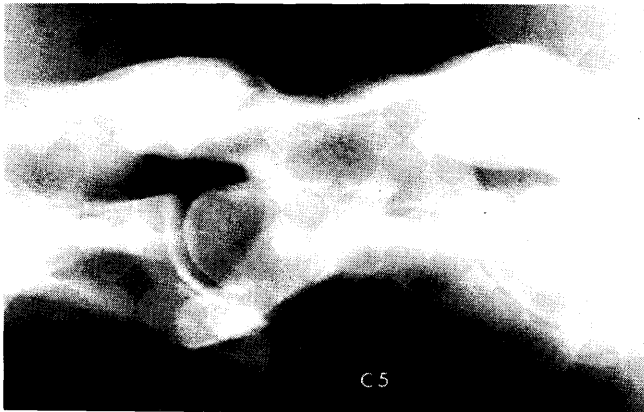
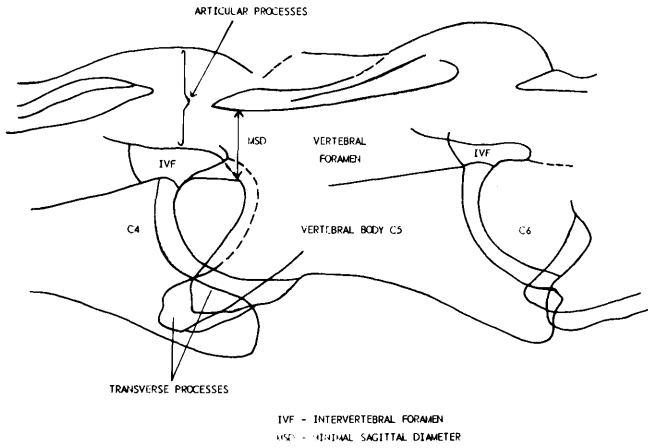


Abb. 2: Seitenansicht (röntgenologisch und schematisch) von C4 zu C6 beim gesunden erwachsenen Pferd.

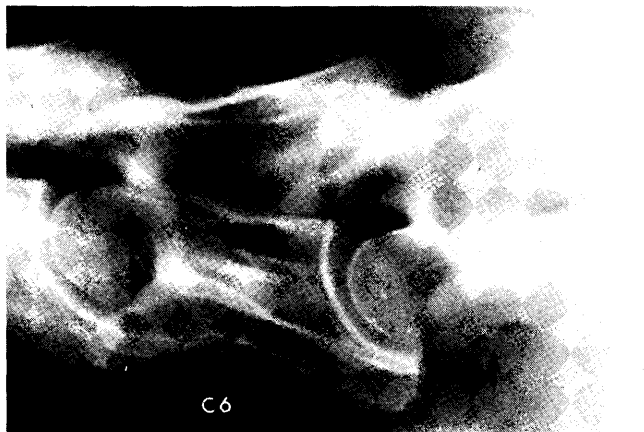


Abb. 3: Seitenansicht einschließlich C6 und C7 beim erwachsenen Pferd. Normale Konfiguration der ventralen Processus bei C6. Beachte den kleinen spondylotischen Vorsprung bei ventraler Ansicht von C7 (Pfeil).

lässig. Bei der Geburt sind von C3 bis C7 die kraniale und kaudale Epiphyse auf beiden Seiten des Wirbelkörpers vorhanden (Abb. 5). Der Epiphysenfugenschluß (Synchondrose) ist ein schrittweiser Prozeß mit individueller Schwankungsbreite. Der Schluß der kranialen Wachstumsfuge beginnt ventral und stellt sich röntgenologisch komplett abgeschlossen im Alter von 2 Jahren dar. Die kaudale Wachstumsfuge bleibt bis zum 4. bzw. 5. Lebensjahr offen, ihr Zusammenschluß beginnt dorsal. Beim ausgewachsenen Pferd sind die Enden der Halswirbelkörper stark abgerun-

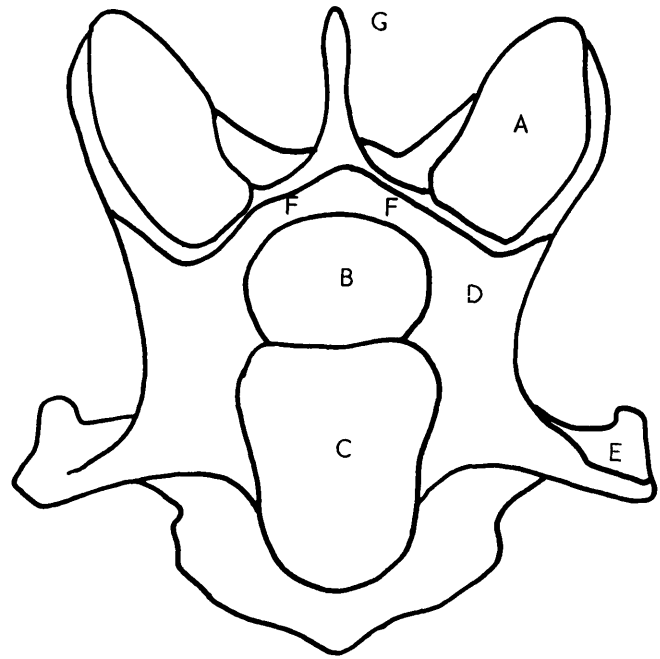


Abb. 4: Diagramm von C7 aus kaudokranieller Sicht: A - Gelenkfläche des kranialen Gelenkfortsatzes; B - Foramen vertebrale; C - Wirbelkörperkopf; D - lateraler Wirbelbogen oder Wirbelbogenwurzel; E - Processus transversus; F - dorsale Knochenleiste, die den Wirbelbogen bildet; G - Dornfortsatz.

det, und ihre Kranialflächen sind konvex, während die Kaudalflächen konkav ausgebildet sind.

Von C3 bis C7 besitzt jeder Wirbel einen kranialen und kaudalen Processus articularis, der sich an den Rändern der Wirbelkörper abzeichnet. Die Fortsätze der Processus articulares besitzen Gelenkflächen, die mit hyalinem Knorpel überzogen sind, um mit den sehr eng angelagerten benachbarten Wirbeln ein Gelenk bilden zu können. Die Halsnerven verlassen den Wirbelkanal durch die Foramina intervertebralia (Abb. 1 und 3). Der Atlas (C1) weist weder Wirbelkörper noch Gelenkfortsätze auf. Der Epistropheus (C2) hat getrennte Ossifikationszentren für Dens (Processus odontoides), Kopf, Körper und die kaudale Epiphyse (Abb. 5). Ungefähr im Alter von 7 Monaten vereinigt sich der Dens mit dem Kopf. Der 6. Halswirbel unterscheidet sich vom C5 dadurch, daß er einen weiteren Processus transversus aufweist - eine zusätzliche ventrale Knochenlamelle bzw. einen Processus, der sich kaudal und ventral abzeichnet (Abb. 3). Als normale Variante können ein oder beide ventralen Processus, auf die ventrale Oberfläche des C7 transponiert, vorkommen. Wenn dies beiderseits vorkommt, hat die ventrale Oberfläche des C6 das gleiche röntgenologische Aussehen wie C5. Die ventralen Processus von C6 besitzen kleine Verknöcherungszentren an ihren kaudalen Begrenzungen, die röntgenologisch sichtbar sind und nicht mit Frakturlinien verwechselt werden sollten (Abb. 7). C7 besitzt einen kleinen, in der Höhe variierenden Processus spinosus.

In Ruhestellung besitzt die normale Halswirbelsäule eine S-Form mit geschmeidigen Übergängen in der Winkelung zwischen den einzelnen Wirbeln, und zwar von dorsalkonvex im kranialen Bereich zu dorsalkonkav im kaudalen Halsabschnitt. Offensichtliche Hyperflexion bzw. Sublu-



Abb. 5: Seitenansicht der kranialen Halswirbel eines 6 Wochen alten Vollblutfohlens. Beachte die getrennten Ossifikationszentren des Dens von C2 (weißer Pfeil). Die Wirbelkörper von C2 und C3 haben nicht vereinigte Epiphysen.

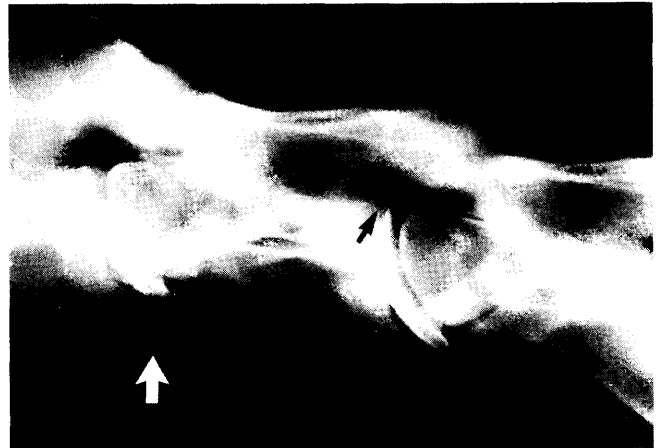


Abb. 8: Seitenansicht von C2 zu C4 bei einem ataktischen Jährling. Subluxationsstellung von C2 zu C3 ist erkennbar (weißer Pfeil), aber die dorsoventralen Wirbelkanaldurchmesser waren nicht signifikant verengt. Rückenmarkskompression wurde im C6-C7-Bereich in Verbindung mit einer ernsthaften Arthropathie festgestellt. Beachte die angemessene Erweiterung der kaudalen Epiphyse von C3 (schwarzer Pfeil).



Abb. 6: Seitenansicht von C6 und C7. 7 Jahre alter Hunter-Wallach mit Ataxie seit 4 Wochen. Große Knochensäule (schwarzer Pfeil) am kranialen Gelenkfortsatz von C7, teils das Foramen intervertebrale von C6 zu C7 verlegend (offener Pfeil). Rückenmarksquetschung in diesem Bereich konnte bestätigt werden, verursacht durch eine Ausbeulung der Gelenkkapsel. Beachte die Transposition beider Knochenleisten von C6 zu C7 (vgl. Abb. 3).



Abb. 9: Leicht schräge Seitenansicht der mittleren Halsregion eines erwachsenen Pferdes. Es ist eine diffuse Verkalkung im Weichteilgewebe vorhanden, die einer i. m. Injektion folgte. Die Röntgenverschattung entsteht durch teilweise Überlagerung mit dem Gelenk von C4 zu C5 und sollte nicht mit Wirbelschädigungen verwechselt werden.



Abb. 7: Seitenansicht der kaudalen Halswirbelsäule eines ataktischen Vollblutjährlingsfohlens. Stenose des kranialen Orificiums von C6 (schwarzer Pfeil) läßt das Foramen vertebrale im Schnitt dreieckig erscheinen. Rückenmarkskompression wurde bei C5 und C6 bestätigt. Die getrennten Ossifikationszentren bei kaudaler Ansicht der ventralen Fortsätze von C6 (weißer Pfeil) sollten nicht mit Frakturen verwechselt werden.



Abb. 10: Seitenansicht der kranialen Halswirbel eines Araberjährlings mit vollausgebildeter Ataxie und abnormalem Hervortreten der Atlasflügel. Der Atlas ist mit dem Hinterhauptsbein verschmolzen, und C2 ist mißgebildet – eine atlantookzipitale Achsenfehlstellung (vgl. mit Abb. 1 und 5).



Abb. 11: Seitenansicht von C5 bis T1 bei einem 5 Monate alten Vollblutfohlen. C6, C7 und T1 sind mißgebildet und verschmolzen (Synostose). Bei der postmortalen Untersuchung kam eine kleine ventrale Meningomyelozele zum Vorschein, die bis in eine Mittelspalte des Wirbelkörpers von C7 reichte.

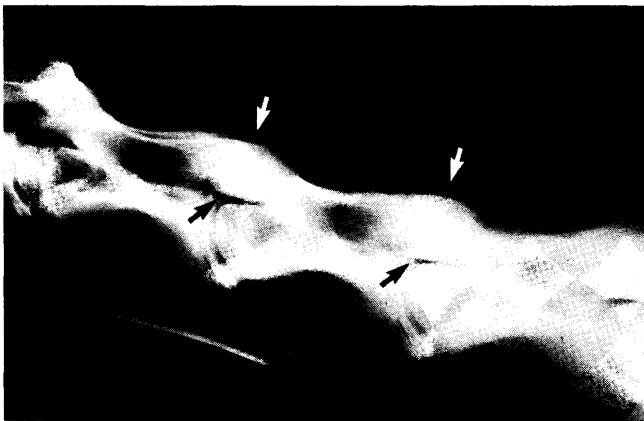


Abb. 12: Seitenansicht der Wirbel des mittleren Halsbereiches eines ataktischen 2 Jahre alten Vollblutfohlens. Die Wirbelstenose von C4 und C5 (weiße Pfeile) ist verbunden mit kurzen Wirbelbogenwurzeln und tiefgewölbten Gelenkfortsätzen, die das Lumen der Foramina intervertebralia verringern (schwarze Pfeile). Rückenmarkskompression wurde bei C3 zu C4 und C4 zu C5 festgestellt.

xation im Bereich der Gelenkverbindung zwischen C2 und C3 oder C3 und C4 können beim Pferd mit einem großen sagittalen Mindestdurchmesser ohne klinische Bedeutung bleiben (Abb. 8).

Bei der Beurteilung von Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule ist es wichtig, nicht nur die einzelnen Wirbel zu untersuchen, sondern den Hals als Ganzes zu betrachten, ebenso wie die Form des Wirbelkanals, die Ausrichtung der Wirbelkörper, die Größe und Form der Epiphysenfugen, die Regelmäßigkeit der intervertebralen Artikulationen und die Größe der Foramina intervertebralia.

Kalkige Einlagerungen im Weichteilgewebe, d. h. als Folge einer intramuskulären Injektion, sollten nicht mit pathologischen Veränderungen der Wirbel verwechselt werden.

Röntgenologische Abnormitäten

Angeborene Abnormitäten der Halswirbelsäule

Mißbildungen der Wirbel sind selten. Obgleich Steifheit und Verdrehungen des Halses sowie Ataxie schon kurz nach der Geburt bemerkt werden, sind manche Schäden



Abb. 13: Seitenansicht der mittleren Halsregion eines ataktischen 7 Monate alten Vollblutfohlens. Die kaudalen Epiphysen von C3 und C4 sind erweitert.

über mehrere Monate klinisch inapparent, bis das Rückenmark in Mitleidenschaft gezogen wird.

Die häufigste Abweichung von der Norm betrifft das Hinterhauptbein und die ersten beiden Halswirbel und ist als atlantookzipitale Achsenfehlstellung bekannt. Diese Art der Läsion tritt am häufigsten bei Araberpferden auf, wo eine Familienhäufigkeit besteht, aber sie erscheint auch bei anderen Rassen. Die Wirbeldefekte umfassen Verknöcherung derselben miteinander und verschiedenartige Fehlstellungsformen, die symmetrisch (Abb. 10) oder asymmetrisch sein können. An einer Wirbelkörperverknöcherung oder Synostosis können 2 oder mehrere Wirbel distal am Hals beteiligt sein. Das Fehlen von Reizkallus läßt die angeborene knöcherne von der frakturbedingten Verschmelzung unterscheiden.

Entwicklungsbedingte Normabweichungen

Die Halswirbelsäule und ihre Artikulationsflächen durchleben Umformungsvorgänge, die durch den auf sie ausgeübten biomechanischen Druck und die Knochenumsatzrate beeinflusst werden. Pferde können ein oder mehrere Halswirbeldeformationen aufweisen, wodurch Druck auf das Rückenmark ausgeübt wird, was wiederum zur Ataxie führen kann bzw. prädisponierend wirkt. Die Ätiologie und der Zeitbeginn dieser Umformungen sind nicht sicher; sie werden insgesamt als entwicklungsbedingte Normabweichungen bezeichnet.

Wirbelstenose

In diesem Fall ist der sagittale Minimaldurchmesser bei einem oder mehreren Halswirbeln von C3 bis einschließlich C7 verringert. Es ist in vielen Fällen die Hauptursache für Rückenmarkschäden bzw. Ataxie und kommt vor allem bei jungen männlichen Vollblütern vor.

Im kaudalen Halswirbelbereich ist die Stenose generell mehr in Richtung kranialer Wirbelöffnung ausgeprägt, so daß die Öffnung des Wirbelkörpers anstatt einer rechteckigen eine mehr dreieckige Form aufweist (Abb. 7).

Eine weitere Hilfe für das Erkennen von Wirbelstenosen erfordert eine Untersuchung der Stellung der Gelenkfortsätze. Bei Vorhandensein einer Halswirbelstenose sind die

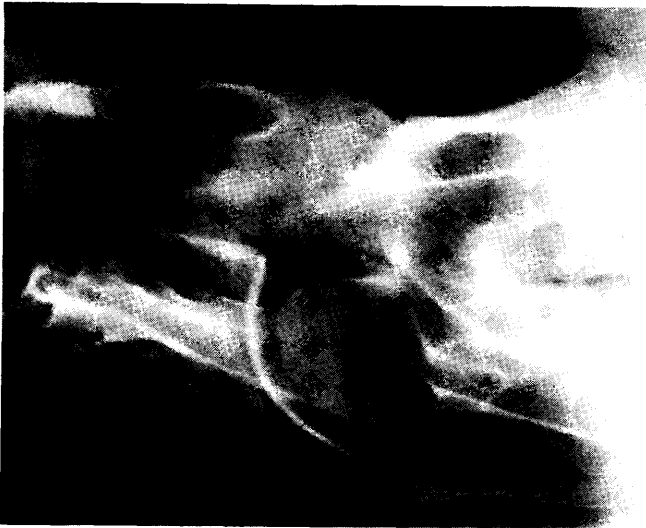


Abb. 14: Seitenansicht von C6 und C7 eines erwachsenen Pferdes mit Umformung und Vergrößerung der Gelenkfortsätze. Dies ist eine gewöhnliche, zufällige Normabweichung, aber möglicherweise von Signifikanz die Ataxie des Pferdes betreffend. Beachte die Transposition beider ventraler Processus von C6 auf C7 und das Fehlen von Körpersäulen.



Abb. 15: Seitenansicht der kaudalen Halswirbel eines ataktischen Vollblutjährlings. Es existiert eine schwere Arthropathie bei C6 zu C7 und eine unregelmäßige Gelenkkontur. Partiiell strahlendurchlässige Bezirke (schwarze Pfeile) stellen die tiefen Gruben in den Wirbelbogenwurzeln dar. Rückenmarkskompression wurde bei C6 zu C7 bestätigt, verbunden mit einer Synovialzyste. Ein ventraler Processus war von C6 auf C7 transponiert (offener Pfeil).

Wirbelbogenwurzeln (äußerer Rand des Foramen vertebrale) kurz, und der Gelenkfortsatz weist nur eine gewisse Randschärfe im Bereich des Foramen intervertebrale auf (Abb. 12).

Erweiterung der kaudalen Epiphysen

Die kaudalen Epiphysen von C2 bis C7 bilden den hintersten Bodenanteil eines jeden Foramen vertebrale. Die dorsale Erweiterung einer oder mehrerer kaudaler Epiphysen kann den Längsdurchmesser des Foramen vertebrale beträchtlich einschränken, und so können Rückenmarksquet-



Abb. 16: Seitenansicht der kranialen Halswirbelsäule eines ataktischen 2-jährigen Vollblutfohlens. Es ist eine gravierende Hyperflexion bei C2 zu C3, typisch für eine Ronney-Typ-I-Läsion, vorhanden.

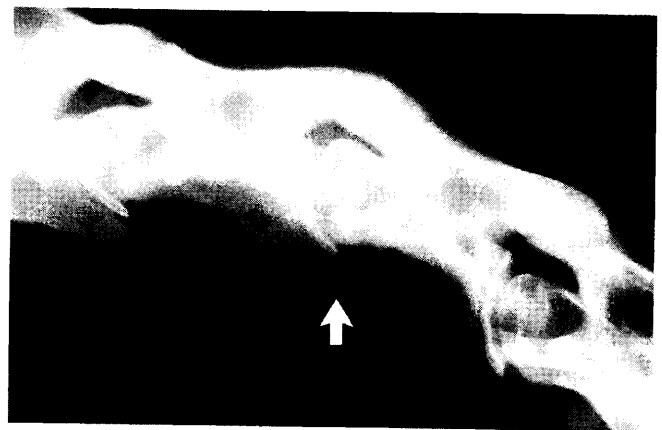


Abb. 17: Seitenansicht aus der mittleren Halsregion eines ataktischen Vollblutjährlingsfohlens. Es ist eine Subluxation von C3 und C4 (Pfeil) mit Verringerung des sagittalen Mindestdurchmessers vorhanden. Rückenmarksquetschung in diesem Bereich wurde sicher festgestellt.

schungen und Ataxie entstehen, die normalerweise in den ersten fünf Lebensjahren zutage treten (Abb. 13).

Arthropathie der Synovialgelenke des Halses

Bei jungen Pferden besitzen die normalen Synovialgelenke ein glattes Profil. Anatomische Studien haben ergeben, daß bei ca. 50 % der normal ausgewachsenen Pferde geringe ein- oder beidseitige Umformungen an den Artikulationsflächen von C6 zu C7 (Whitwell, unveröffentlichte Ergebnisse) auftreten. Dies ist oft mit einer Vergrößerung des Fasernorpels über die kraniale Begrenzung des dorsalen Wirbelbogens von C7 hinaus und mit einer unregelmäßigen Verbreiterung der Gelenkfortsätze verbunden. Die Veränderungen sind röntgenologisch als verschwommene Konturen erkennbar (Abb. 14).

Der Dornfortsatz von C7 kann bei Kontakt mit C6 abgeflacht oder sogar abgebrochen werden, wenn der Hals eine Hyperextensionsstellung einnimmt. Obwohl dies normale röntgenologische Abweichungen von der Norm sind, sind sie nicht notwendigerweise von klinischer Bedeutung.

Diese Umformungsvorgänge sind jedoch Grundvoraussetzung für das Entstehen epiduraler Synovialzysten, die eine häufige Ursache für Rückenmarksquetschungen im Be-



Abb. 18: Seitenansicht der kranialen Halsregion eines 9 Wochen alten Vollblutfohlens, das Halsstarre, Schmerzen, Halskoliose und später Ataxie aufwies, nachdem es auf einen Zaun geprallt war. Röntgenbilder, die 19 Tage später gemacht wurden, lassen eine Atlasfraktur erkennen, die durch die Knorpelfuge zwischen oberem und unterem Wirbelbogen (Pfeile) zieht und eine Einklemmung des Dens des Atlas auf einem Kondylus des Hinterhauptbeines aufweist. Das Rückenmark war, durch die Verschiebung des Atlas nach oben, gequetscht.

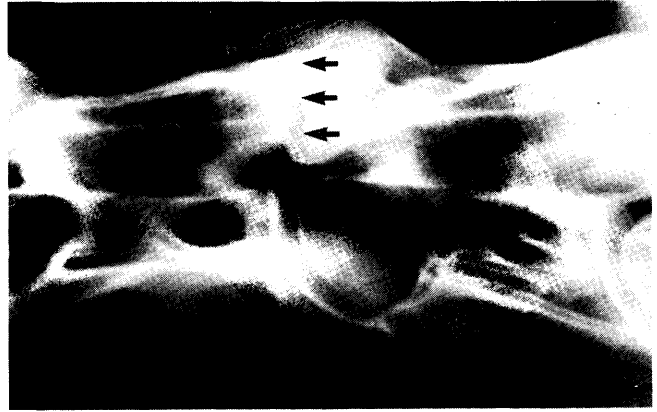


Abb. 21: Seitenansicht der kaudalen Halswirbelsäule eines ataktischen 2 Jahre alten Vollblutfohlens. Es besteht eine Frakturlinie durch die Gelenkfortsätze bei C5 und C6 (Pfeile) infolge einer Arthropathie. Die postmortale Untersuchung bestätigte, daß eine Fraktur durch den linken kranialen Gelenkfortsatz von C6 bestand. Die kraniale Wirbelkörperöffnung von C6 war eingeeengt, dies wurde als Hauptursache der Rückenmarksquetschung im Bereich von C6 zu C7 angesehen.

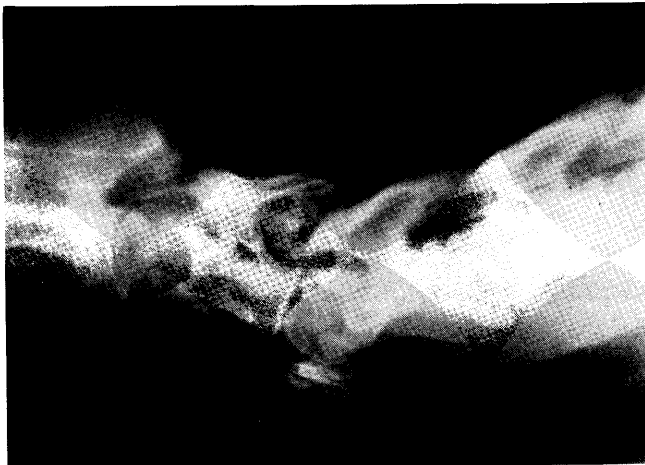


Abb. 19: Seitenansicht eines Vollblutfohlens mit „verdrehtem Hals“. Es liegen Trümmerfrakturen der Wirbelkörper und Gelenkfortsätze von C3 und C4 vor, wodurch Stellungsanomalien entstanden sind.

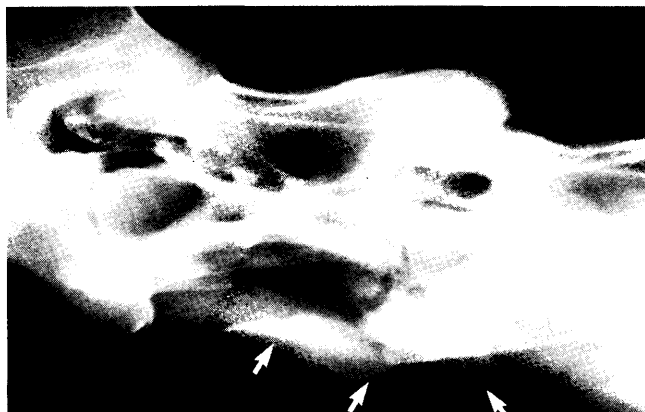


Abb. 20: Leicht schräge Ansicht von C2 bis C4 einer 8 Jahre alten Stute, die Genickstarre und im mittleren Halsbereich beidseits Muskelatrophie, aber keine Ataxie zeigte. Es liegt eine verschobene Fraktur im ventrokaudalen Bereich des Wirbelkörpers von C3 vor, die Folge eines Sturzes kopfüber.

reich des Gelenkes von C6 zu C7 sind (*Whitwell, 1980*). Schwerwiegendere pathologische Veränderungen können einseitig oder beidseitig im Bereich der Synovialgelenke des Halses entstehen (*Abb. 15 und 21*). Erosionen, Fissuren und sogar pathologische Frakturen über der Gelenkoberfläche sind darin eingeschlossen. Sie werden begleitet von Gelenkerweiterung und manchmal von erhabenen periartikulären Knochenbildungen. Gelegentlich weist die Außenfläche der Wirbelbogenwurzeln bzw. der Knochenleisten Vertiefungen in unmittelbarer Nachbarschaft eines von der Norm abweichenden Synovialgelenkes auf. Wenn die Einbuchtungen tief sind, entstehen partiell strahlendurchlässige Hohlräume (*Abb. 15*). Röntgenaufnahmen von beiden Seiten des Halses können hilfreich sein, die Seite festzustellen, auf der die einseitige Schädigung vorhanden ist. Dies entsteht, weil die kassettennahe Läsion sich schärfer abzeichnet und einen geringeren Vergrößerungseffekt hat als eine kontralateral angefertigte Aufnahme des Halses.

Ein häufig anzutreffender Röntgenbefund sowohl beim gesunden als auch beim ataktischen Pferd ist das Vorhandensein einer knöchernen Auftreibung auf der Unterfläche eines oder beider Processus articulares. Wenn sie stark ausgebildet ist, stellt sie einen Pfeiler dar, der den Wirbelkörper oder Wirbelbogen des kranial davor gelegenen Halswirbels beeinflusst und mit ihm ein falsches Gelenk bildet. Der „Pfeiler“ verlegt teilweise das Foramen intervertebrale (*Abb. 6*), aber dies ist nicht generell von klinischer Bedeutung, es sei denn, die Gelenkkapsel ist medial ausgesackt und drückt auf das Rückenmark. Anatomische Studien haben ergeben, daß knöchernen Auftreibungen zunächst bei C7 vorkommen (18 % der „normalen“ männlichen Pferde haben zumindest eine Auftreibung). Sie treten aber auch bei C3 (11 %) und C5 (Rooney-Typ-II-Läsion) auf und können Rückenmarksquetschungen hauptsächlich bei Fohlen (*Rooney, 1963*) hervorrufen. Diese Schäden sind im seitlichen Strahlengang nicht zuverlässig sichtbar und bei dorsoventraler Aufnahmetechnik nur schwer auszumachen. *Rooney (1963)* beschreibt außerdem eine seltene, aber un-



Abb. 22: Seitenansicht der Halswirbelsäule einer 5 Jahre alten Vollblutstute mit starker Halsstarre, persistierender Leukozytose und Neutrophilie und Anstieg von β -Globulinen. Es existieren partiell strahlendurchlässige Bezirke der Wirbelkörper (Pfeile), die von einem sklerotischen Saum umgeben waren. Postmortal wurde eine tuberkulöse Osteomyelitis festgestellt.

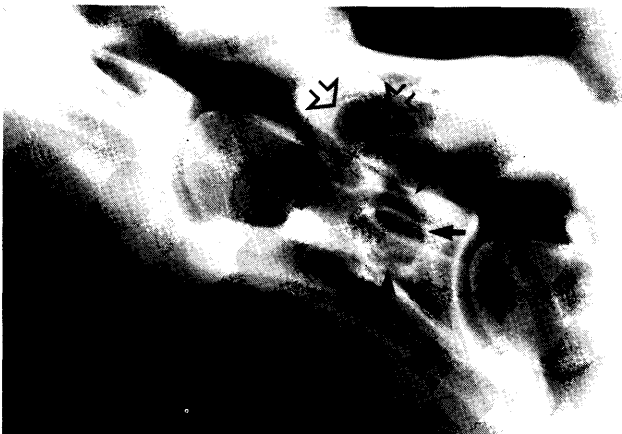


Abb. 23: Seitenansicht der kaudalen Halswirbelsäule eines 2 Jahre alten Vollblutfohlens mit Halsstarre, Schwitzfleck im linken Halsbereich, Atrophie des Musculus supraspinatus und Lahmheit, vorne links. Im Bereich der Wirbelkörper sind partiell strahlendurchlässige Bezirke (schwarze Pfeile) und in einem der Wirbelbogenwurzeln von C6 (offene Pfeile) als Folge ein Eindringen von neurofibromatösem Gewebe. Das Pferd starb plötzlich wegen völligen Zusammenbruchs des geschwächten C6 und infolge Verletzung des Rückenmarks.

verkennbare Normvariante (Typ-I-Läsion), die nur im Gelenk von C2 zu C3 auftritt, das eine ständige Hyperflexionsstellung einnimmt, verbunden mit Fehlstellung der Gelenkfortsätze. Der Wirbelkanal ist folglich stark eingengt, und dies wiederum führt zu Rückenmarksquetschungen. Pferde mit dieser Mißbildung haben eine normale Genickstellung, und die Röntgenaufnahme ist charakteristisch (Abb. 16) dafür.

Instabilität der Wirbel bzw. Subluxation

Eine Änderung der biomechanischen Kräfte auf die Halswirbel kann für Fehlstellungen verantwortlich sein, die manchmal zwischen benachbarten Wirbeln auftreten. Von dieser Veränderung ist zumeist die Gelenkverbindung von C3 zu C4 dort betroffen, wo im seitlichen Strahlengang die Subluxationsstellung des 4. Halswirbels erscheint. Sie

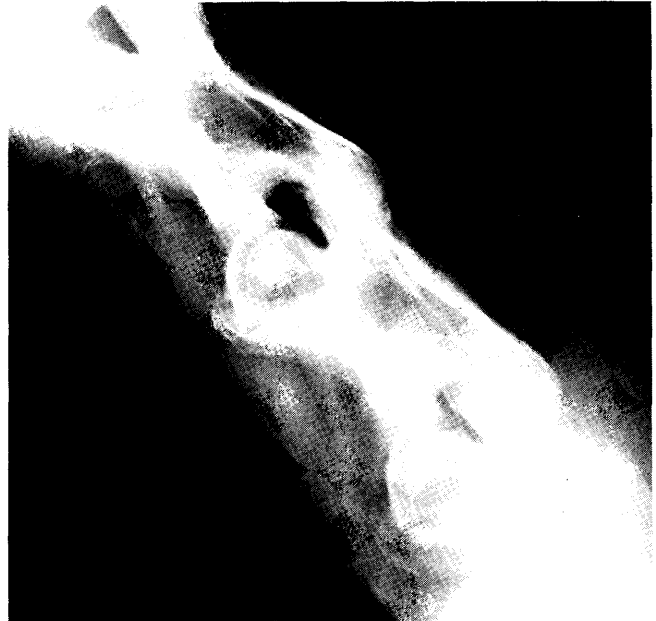


Abb. 24: Seitenansicht der mittleren Halsregion eines 18 Jahre alten Ponywallachs. Beachte die diffuse Osteoporose, die die Knochenbälkchen unnatürlich hervortreten läßt. Der Mangel an Knochendichte resultiert aus der schlechten Differenzierung der Halswirbel auf der Unterseite mit dem umgebenden Weichteilgewebe.

ist oft schon in Ruhehaltung sichtbar und wird beim Abbiegen des Halses betont. Die Subluxationsstellung ist häufig von einer oder mehreren der oben beschriebenen Entwicklungsanomalien begleitet, und gemeinsam führen sie zu einer örtlich signifikanten Verkürzung des Längsdurchmessers des Wirbelkanals (Abb. 17). Dies hat häufig Rückenmarksquetschungen zur Folge. Gelegentlich gibt es eine wechselseitige Hyperextension bei vermehrt kaudaler Artikulation, was in Ruhestellung zur Zickzackanordnung der Halswirbel führt.

Frakturen

Halswirbelfrakturen sind unmittelbare Folge eines Traumas oder erfolgen sekundär nach vorhergehendem pathologischem Geschehen. Ihre Bedeutsamkeit hängt von der Frakturlinienführung und der Kallusbildung sowie von der Verlagerung der Fragmente ab. Bei jungen Pferden kann eine Fraktur die unverschmolzenen Knorpelfugen durchqueren. Dies geschieht bevorzugt beim Atlas von Fohlen, wo die Knorpelfugen relativ ungeschützt sind (Abb. 18). Frakturen, die den das Foramen vertebrale umgebenden Knochen betreffen (Abb. 19), führen häufig zu Rückenmarkschäden. Frakturen der Gelenkflächen und/oder der Gelenkfortsätze können zu chronischen Schmerzen des Halses oder zu Steifheit führen.

In beiden Fällen ist eine vorsichtige Prognose zu stellen. Frakturen an anderer Stelle (z. B. Querfortsätze, Epiphysenfugen) haben eine wesentlich günstigere Prognose. Eine Impressionsfraktur des Wirbelkörpers kann von einem Sturz kopfüber herrühren. Ein dreieckiges Knochenbruchstück aus dem ventralen Bereich der kranialeren Anteile, der beiden eingeklemmten Wirbelkörper, ist verschoben (Abb. 20). Es kann als röntgenologische Normabweichung ohne klinische Bedeutung abheilen.

Pathologische Frakturen können so zu einer Arthropathia deformans der synovialen Wirbelgelenke führen. Normalerweise verschieben die Frakturenden sich nur wenig, aber sie hinterlassen röntgenologisch eine partiell strahlendurchlässige Linie (Abb. 21). Wenn die Fraktur mit einer Ataxie verbunden ist, rechtfertigt dies nur eine sehr schlechte Prognose. Eine Fraktur des Dornfortsatzes von C7 kann zu einer ernsthaften Arthropathie von C6 zu C7 führen.

Infektionsbedingte Osteomyelitis

Systemische Infektionen (z. B. *Salmonella typhimurium*, *Rhodococcus equi*, *Escherichia coli*, β -hämolisierende Streptokokken) werden bei normalem oder traumatisiertem, in Auflösung befindlichem Knochen oftmals im Bereich der Wirbelkörper vorgefunden. Örtlich begrenzte, partiell strahlendurchlässige Gebiete stellen sich bei Osteomyelitis röntgenologisch dar, wobei viele Fohlen sterben, bevor osteosklerotische Knochenumbauprozesse stattfinden können. Bei älteren Pferden kann die Ausdehnung einer chronischen Weichteilenzündung oder systemischen granulomatösen Infektion (z. B. Tuberkulose) ebenfalls zur Osteomyelitis führen, wobei sie sich klinisch als Steifheit im Halsbereich darstellt. Meist sind die Wirbelkörper betroffen, woraus partiell strahlendurchlässige Bezirke unterschiedlicher Form und Größe resultieren, die von osteosklerotischen Knochenzonen umgeben sind (Abb. 22).

Neoplasien

Gewebsneubildungen der Halswirbel sind selten. Ungleichmäßige Strahlendichte der Wirbelkörper, die einen diffus verschwommenen Eindruck hinterlassen, sind für Neopla-

sien des Knochenmarks verdächtig (z. B. Lymphosarkomatose, Plasmazelltumor). Sie können zu Osteomalazie und spontanen Wirbelfrakturen führen. Neoplasien (und Mißbildungen des Nervensystems) können heimtückischen Druck auf die Wirbel ausüben. Daraus resultieren glatte Verformungen des Knochens, um den erweiterten Gewebestrukturen Platz zu schaffen. Die Neurofibromatose verursacht eine Erweiterung der Foramina transversa und intervertebralia der Wirbelkörper und -bögen (Abb. 23).

Altersabhängige Normabweichungen

Spondylosis des Halses

Kleine spondylarthrotische Fortsätze werden mitunter als Zufallsbefund auf der Ventralfläche der Wirbelkörper angetroffen, eng benachbart zu einer oder mehreren zentralen Gelenkverbindungen. Es wurde dabei keine tiefgreifende, klinisch bedeutsame Schädigung gesehen.

Diffuse Osteoporose der Wirbel

Das Fehlen von Knochensubstanz gipfelt im Verlust der Strahlendichte, zunehmender Kontrastierung zwischen Knochensubstanzverlust und Kortikalis sowie einem stärker hervortretenden Bälkchenmuster (Abb. 24). Osteoporose wird gewöhnlich bei älteren Pferden zufälligerweise gefunden, die wegen anderer Probleme geröntgt werden. Die damit zunehmende Zerbrechlichkeit der Halswirbel macht sie für Frakturen anfällig, die durch geringfügige Traumatisierung ausgelöst werden können. Osteoporose tritt außerdem bei Pferden mit Cushing-Syndrom oder mit sekundären neoplastischen Ablagerungen im Halswirbelbereich auf.

Literatur

- Mayhew, I. (1978): Congenital Occipitoatlantoaxial Malformations in the Horse. *Equine Vet. J.* 10, 103-113.
- Mayhew, I., Whitlock, R., und De Labunta, A. (1978): Spinal Cord Disease in the Horse. *Cornell Vet.* 68, Suppl. 6, 44-68.
- Rantanen, N. W., Gavin, P. R., Barbee, D. D., und Sande, R. D. (1981): Ataxia and Paresis in Horses. Part II: Radiographic and Myelographic Examination of the Cervical Vertebral Column. *Cont. Educ.* 3, 161-171.
- Rooney, J. R. (1963): Equine Incoordination I. *Gross Morphologie.* *Cornell Vet.* 53, 411-422.
- Schebitz, H., und Wilkens, H. (1978): Atlas of Radiographic Anatomy of the Horse. 3rd edn., Paul Parey, Berlin und Hamburg, 43-49.
- Withwell, Katherine E. (1980): Causes of Ataxia in Horses. *Vet. Rec. Suppl. In Prac.* 2, 17-24.

Mitarbeitern, die die Fälle der Animal-Health-Trust-Forschung zukommen ließen, ohne die diese Arbeit nicht hätte geschrieben werden können.

Sue Dyson
Equine Clinical Unit
Animal Health Trust
Balaton Lodge
Newmarket, Suffolk CB8 7DW
England

Übersetzt und veröffentlicht mit freundlicher Genehmigung der British Equine Veterinary Association