

1 Einleitung

Es kommt vor, dass Fohlen mit Fehlentwicklungen des Schädels geboren werden. Dazu gehören: Unterbisse, Längsachsenkrümmungen des Oberschädels – sog. Campylognathia superior und Überbisse, bei denen die Unterkieferschneidezähne weiter zurückstehen als die des Oberkiefers (WISSDORF u. OTTO 2010). Überbisse treten von den genannten Fehlentwicklungen am häufigsten auf. Sie kommen bei 2 - 5% aller Pferde vor (BAKER 2005).

Abhängig vom Schweregrad der Erkrankung zeigen betroffene Tiere unterschiedliche klinische Symptome. Bei starker Ausprägung des Fehlbisses zeigen die Tiere oftmals Schwierigkeiten beim Grasens. Bei gleichzeitig auftretenden Verschiebungen der Backenzahnreihen treten Zahnschmerzen und Schleimhautwunden auf. Dies führt dazu, dass das Pferd sein Futter nicht optimal verwerten kann (BAKER 2005). Außerdem ist der Überbiss ein Ausschlusskriterium bei der Körung von Hengsten und bei Reitpferdeauktionen, führt er zu einer deutlichen Kaufpreisminderung (SCHULTE-NÖLKE 2009).

Bis heute ist es nicht gelungen, alle offenen Fragen über die equine Gebiss- und Schädel Fehlentwicklung umfassend zu klären. Es ist nicht bekannt, ob der Überbiss eine Fehlentwicklung des Oberkiefers (Prognathia superior) oder des Unterkiefers (Brachygnathia inferior) ist (KLUGH 2004). Um diesen Sachverhalt zu klären, sollen kephalometrische Analysen erstmals beim neugeborenen und heranwachsenden Pferd durchgeführt werden.

Ziel dieser Dissertation ist es, im Rahmen einer Reihenuntersuchung an den im Jahr 2011 auf einem Warmblutgestüt geborenen Fohlen, einen Überblick über die Häufigkeit, die Entwicklung und geeignete Vermessungsmethoden von Überbissen am Nachwuchs eines großen Pferdebestands zu bekommen. Der Überbissgruppe wurden die Fohlen zugeteilt, bei denen die Milchzangen bis zum Alter von zwei Wochen nicht vollständig aufeinander lagen. Als Kontrollgruppe wurden am selben Tag geborene, gesunde Fohlen genommen, die zu dem Zeitpunkt der Untersuchung keinen Überbiss aufwiesen. Diese beide Gruppen wurden vergleichend klinisch untersucht, geröntgt und vermessen.

Die Studie erfolgt mit Hilfe einer in der Pferdemedizin bislang nicht eingesetzten Vermessungsmethode, der sogenannten Kephalmetrie. Diese Vorgehensweise

Einleitung

ermöglicht eine sorgfältige Vermessung der Zahnstellung und des Längenwachstums einzelner Schädelknochen. Das Ziel der kephalometrischen Analyse besteht darin, mögliche skelettale Ursachen augenscheinlich dentaler Fehlentwicklung aufzuklären.

Ein seitliches Röntgenbild des Schädels, welches für diese Messungen genutzt wird, gibt diagnostische Aussagen über die Lagebeziehung von Oberkiefer zu Unterkiefer, die Achsenstellung der Inzisivi und die Position der Molaren (STEINER, 1959).

Neben der Erprobung dieser kephalometrischen Methode, gilt es zu untersuchen, wie sich der Überbiss bei den betroffenen Fohlen bis zu einem Alter von 12 Monaten entwickelt. Ein weiteres Ziel dieser Dissertation ist es, einzelne Messstrecken oder Verhältnisse von Messstrecken am Schädelknochen zueinander zu identifizieren, deren Werte eine Voraussage zulassen, ob sich der Überbiss bei einem Fohlen ohne Therapie positiv oder negativ entwickeln wird.

2 Publikation I

"Study of the relationship between overjet development and some skull bone measurements in Warmblood foals"

Natalia Domanska-Kruppa, Monica Venner and Astrid Bienert-Zeit

Veterinary Record

DOI: 10.1136/vr.104364

akzeptiert nach Revision am 01.07.2018

2. 1 Abstract

Overjet is defined as the projection of the maxillary incisors labial to their antagonists in a horizontal direction. This malocclusion in horses can lead to incorrect dental wear and is aesthetically undesirable. Whether lengthening of the maxilla or shortening of the mandible causes the condition has not yet been determined. Therefore, a measurement technique was developed to investigate the correlations between skull bone measurements in overjet-affected individuals. The position of the incisors in 650 Warmblood foals born in a private German stud were examined at two weeks of age, revealing the prevalence of overjet to be 2%. Five measurements were made on each foal's head and comparisons with a second set of measurements that were made later in the foals first year showed a change in the presence or degree of overjet over time. Nine of 13 foals diagnosed with measurable overjet at the beginning of the study resolved spontaneously. Thirteen foals had no evidence of overjet at birth, of which, four developed the condition during the first year of life. The methods used for measuring longitudinal changes in different skull bones and for the assessment of malocclusion in foals affected with overjet were considered effective.

3 Publikation II

"Cephalometric study of the overjet development in Warmblood foals"

Natalia Domanska-Kruppa, Monica Venner and Astrid Bienert-Zeit

Frontiers in Veterinary Science

Volume 6, Article 431

DOI: [10.3389/fvets.2019.00431](https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00431)

akzeptiert nach Revision am 14.11.2019

3.1 Abstract

Class II malocclusion is the most frequently occurring congenital malocclusion in horses. Radiographic cephalometric procedures adopted from human dentistry were used to study the development of overjet in a population of 650 Warmblood foals. Thirteen foals were diagnosed with measurable overjet at the beginning of the study. The malocclusion in nine foals resolved spontaneously and four foals without overjet at two weeks of age developed the condition during the first year of life. A cephalostat used in human orthodontics to immobilize the patient's head while being radiographed was replaced by a researcher-made head-holding device, whose size was based on the results of a pilot study. Laterolateral digital radiographs of each foal's head (cephalograms) were taken at five time points until the age of 12 months. Thirteen cephalometric points were identified and nine distances were measured on each radiograph. Additionally, the angle between the long axis of the upper and lower incisors was evaluated. Cephalometric measurements proved to be useful to identify foals that showed spontaneous regression of the malocclusion over the study time between 9 and 16 weeks of age.

4 Übergreifende Diskussion

4.1 Positive und negative Entwicklung von Überbissen

In die Studie wurden ursprünglich 13 Fohlen mit angeborenem Überbiss und 13 jeweils am selben Tag geborene Kontrollfohlen, die zum Zeitpunkt der Geburt keinen Überbiss aufwiesen, aufgenommen. Im Verlauf der Studie kam es zu einer überraschenden Situation bezüglich der Entwicklung der Kieferfehlbildungen. Bei neun Überbissfohlen hat sich der Überbiss spontan zurückentwickelt. Bei vier Kontrolltieren hat sich im Untersuchungszeitraum ein Überbiss entwickelt. Dies wurde als „positive Entwicklung“ des Überbisses bezeichnet. Eine derart „positive Entwicklung“ ist in der Literatur bereits beschrieben worden. Obwohl als angeboren betrachtet, weisen Studien von GIFT et al. (1992), GAUGHAN u. DEBOWES (1993), CRABILL u. SCHUMACHER (1998), und DEBOWES u. GAUGHAN (1998) nach, dass auch Fohlen, die zum Zeitpunkt der Geburt eine normale Okklusion hatten, zwischen dem ersten und sechsten Lebensmonat einen Überbiss entwickeln können. Es wurde bisher aber noch nicht beschrieben, dass diese Fehlbildung sich auch spontan zurückentwickeln kann (GIFT et al. 1992; GAUGHAN u. DEBOWES 1993). Dies ist mit der vorliegenden Arbeit erstmalig gelungen. Es muss jedoch betont werden, dass das Ausmaß des sagittalen Überbisses (Overjet) zum Zeitpunkt der Geburt maximal 8 mm betrug. Die Aussage über die spontane Rückentwicklung eines Überbisses mit stärkerem Ausmaß sollte daher mit Vorsicht getroffen werden.

4.1.1 Problematische Entstehung von kleinen Untersuchungsgruppen

Die Studie wurde so konzipiert, dass jedem Fohlen mit einem Überbiss ein Kontrollfohlen ohne Überbiss gegenübergestellt wurde. Als Kontrollgruppe dienten je am selben Tag geborene, gesunde Fohlen, die vergleichend untersucht, geröntgt und vermessen wurden. Es entstanden also 2 Untersuchungsgruppen: eine Überbiss- und Kontrollfohlen-Gruppe. Zu jede Gruppe gehörten 13 Fohlen, da im Jahrgang 2011 auf dem Gestüt 13 Fohlen mit Überbiss zur Welt gekommen sind. Durch die positive bzw. negative Entwicklung des Überbisses bei einzelnen Tieren haben sich dadurch im Laufe der Studie weitere Untergruppen entwickelt. Um die Ergebnisse auswerten zu können, war es nötig, die Fohlen in insgesamt vier kleinere Gruppen zu unterteilen. Die Gruppen sind wie folgt genannt worden: *Overjet*, *Negative Overjet*, *Control* und *Positiv Control*. Zur *Overjet* Gruppe gehörten vier

Fohlen, die mit einem Überbiss geboren wurden und diesen bis zum Ende der Studie aufwiesen. Die *Negative Overjet* Gruppe enthielt neun Fohlen bei denen sich der Überbiss spontan zurückgebildet hat. Vier Fohlen sind als *Positive Control* Gruppe klassifiziert worden. Sie sind ursprünglich als Kontrolle (ohne Überbiss geboren) ausgewählt worden, haben jedoch im Untersuchungszeitraum einen Überbiss entwickelt. Die letzte Gruppe umfasste neun gesunde Fohlen ohne Überbiss, die bis zum Ende der Studie unauffällig geblieben sind. Diese Gruppe wurde als *Control* bezeichnet. Diese ungeplante Entstehung von vier kleinen Gruppen war für die Auswertung der Ergebnisse problematisch, da zwei Gruppen nur vier Probanden umfassten. Eine statistische Auswertung ist mit derart kleinen Gruppengrößen schwierig. Zudem entstanden unterschiedlich großen Gruppen, was die Vergleichbarkeit einschränkt.

4.2 Unterschiedliche Fohlengröße als Hindernis für den Direktvergleich der Messungen

Bei jedem Fohlen wurde erstmalig im Alter von ungefähr zwei Wochen, bevor es den Abfohlstall verließ, die Widerristhöhe gemessen. Die Messung wurde in einer sogenannten Fohlenkarte vermerkt. Die Größe aller Probanden der Studie konnte so verglichen werden. Trotz gleichen Alters betrug der Größenunterschied zwischen den Fohlen bis zu 15 cm. Dies kann von verschiedenen Faktoren, wie z. B. der Anpaarung (Größe der Elterntiere) und der Geburt vor oder nach dem errechneten Geburtstermin, abhängen. Das kleinste Fohlen hatte eine Widerristhöhe von 96 cm, das größte Fohlen von 111 cm. Diese Größenunterschiede haben es unmöglich gemacht die Fohlen direkt miteinander zu vergleichen. Daher wurden bei jedem Fohlen die Verhältnisse der Messlinien untereinander zur Auswertung herangezogen (Publikation II), anstatt die Messstrecken einzelner Fohlen direkt miteinander zu vergleichen.

4.3 Schwierigkeiten seitlicher Röntgenaufnahmen beim Pferd

4.3.1 Positionierung des Fohlens

Eine korrekte und reproduzierbare Position des Fohlens beim Röntgen ist entscheidend für die Qualität und Interpretierbarkeit der Aufnahme. Nur eine exakte Positionierung des Kopfes zwischen dem Röntgengerät und der Röntgenkassette ermöglicht eine korrekte Darstellung der Filmebene zum Zentralstrahl. Die Sedierung der Fohlen und die Entwicklung von stabilisierenden Kopfunterlagen (Publikation I)

hat die Positionierung der Fohlen erheblich vereinfacht und zu reproduzierbaren Aufnahmen geführt.

4.3.2 Motorische Unruhe der Fohlen

Über die motorische Unruhe des Patienten im Kephalostaten wird in der Humanmedizin viel diskutiert (MAJOR et al. 1996, YOON et al. 2002, MALKOC et al. 2005, NARESH et al. 2013, GADDAM et al. 2015).

Kopfbewegungen des Menschen in allen Ebenen während der seitlichen Röntgenaufnahme entweder in sitzender oder stehender Position können die kephalographischen Messungen erheblich beeinflussen (LUNDSTROM 1992, COOKE A. WEI 1998, SOMMER 2004, RAVIPATI 2007). Auch bei Verwendung eines Kephalostaten kann der Kopf in eine fehlerhafte Position gebracht werden. Zudem kann er sich im Kephalostaten drehen. Um dieses Problem zu untersuchen und ggf. zu beheben, wurden in den letzten Jahren im Bereich der Humanmedizin eine Vielzahl von neuen Methoden entwickelt, die auf einer dreidimensionalen Kephalometrie basieren, um Fehler durch die Kopfpositionierung zu minimieren (TNG et al. 1993; MORI et al. 2001; MALKOC et al. 2005, PITTAYAPAT et al. 2013, PORTO et al. 2014).

Der Einsatz eines Kephalostaten am Fohlen wäre sehr gefährlich, da trotz Sedierung immer mit fluchtartigen, heftigen Bewegungen zu rechnen ist. Daher muß beim stehenden Tier auf den Kephalostaten verzichtet werden, was ein erhöhtes Risiko von Bewegungsartefakten mit sich bringt. Die motorische Unruhe beeinflusst die Lage der Messpunkte und die Bildqualität. Kephalometrische Messungen bei Tieren werden meistens in Allgemeinanästhesie durchgeführt (LOSKEN et al. 1994, ERIKSEN et al. 2012). Um das Risiko von wiederholten Narkosen zu vermeiden, wurden alle Fohlen im Stehen untersucht. Mit Hilfe der von uns entwickelten Kopfunterlage konnten die Bedingungen zum Vermessen und Röntgen verbessert und standardisiert werden (Publikation II). Durch die Sedierung wurden die unerwünschten Körperbewegungen minimiert. Die Unruhe von Kopf und Hals hatte einen negativen Einfluss auf die Lage der Messpunkte und Messwerte. Daher brauchten die untersuchenden Personen viel Geduld und Ruhe, um die Fohlen in die richtige Position zu bringen. Dennoch war es auch sehr wichtig, die seitlichen Röntgenaufnahmen geübt und schnell anzufertigen, um den Einfluss der

motorischen Unruhe des Fohlens auf die Bildqualität zu reduzieren. Diesbezüglich war eine deutliche Lernkurve des Teams zu verzeichnen.

4.3.3 Bedeutung der Teamarbeit

Während der gesamten Studie hat ein festes Team zusammengearbeitet, das sich aus einer Untersuchenden (ND-K) und zwei Helfern zusammensetzte. Die Untersuchende war immer für das Erstellen der Röntgenbilder verantwortlich, einer der Helfer hat das Fohlen fixiert und der zweite Helfer hat die Röntgenkassette im Kassettenhalter gehalten. Zur Verringerung der Strahlenbelastung haben sich die beiden Helfer bei den beiden Aufgaben abgewechselt. Der Arbeitsablauf bei der Untersuchung war immer der Gleiche: Die Helfer haben Stute und Fohlen in den Untersuchungsraum gebracht, das Fohlen wurde sediert, anschließend wurde die Kopfunterlage am Hals des Fohlens angebracht und das Fohlen wurde in der richtigen Position aufgestellt. Dadurch, dass jedes Teammitglied genau wusste, was es zu tun hatte, ist die Arbeit reibungslos und schnell abgelaufen.

4.4 Fehlerquellen des indirekten Messverfahrens

4.4.1 Projektionsbedingte Fehler

Die Entfernung zwischen dem Röntgengerät und dem geröntgtem Objekt führte zu einer Vergrößerung der gemessenen Strecken. Der Vergrößerungsfaktor an sich ist jedoch nicht problematisch, sondern die Differenz zwischen dem Vergrößerungsfaktor für die linke und die rechte Schädelhälfte. Dies führte bei paarig angelegten Strukturen, wie z. B. beim Corpus und Ramus mandibulae, zu Doppelkonturen, die auf dem Röntgenbild zu erkennen sind (AHLQVIST et al. 1983, AHLQVIST et al. 1986, BATTAGEL 1993). Die auf dem Röntgenbild sichtbare Differenz zwischen zwei Konturen von filmfern und filmnah liegenden anatomischen Punkten sollte möglichst auf ein Minimum reduziert werden (BLANC et al. 1997). Diese Differenz ist jedoch nicht vollständig zu vermeiden. Wenn die filmfern und filmnah liegenden Punkte weit voneinander entfernt lagen, wurde der Mittelwert der Entfernung für diese Messungen berechnet.

4.4.2 Fehler durch falsche Identifikation der Referenzpunkte

Die genaue Lokalisation kephalometrischer Referenzpunkte und Linien ist die Voraussetzung für eine zuverlässige Analyse. Es ist jedoch schwierig, verschiedene Knochenpunkte so genau zu definieren, dass sie von verschiedenen Untersuchern in gleicher Weise aufgefunden und analysiert werden können. Das Problem der