

Osteogenese des Schädels beim Pferdefötus

Silvana Soana¹, G. Bertoni², A. Corradi³, G. Gnudi² und P. Botti⁴

Istituto di Fisiologia Veterinaria¹,
Istituto di Radiologia Sperimentale²,
Istituto di Anatomia Patologica Veterinaria³,
Istituto di Clinica Chirurgica Veterinaria⁴
der Universität Parma

Die Arbeit wurde zu 60 % aus MPI-Mitteln (des Jahres 1988) ermöglicht.

Einleitung

Bei der Entwicklung des Schädels kann man drei aufeinanderfolgende Phasen unterscheiden: eine erste Phase, in der man nur Mesenchym vorfindet (primordiale, membranöses Neuro- und Splanchnocranium); eine zweite Phase, in der die Schädeldecke membranös bleibt, während die Basis bereits verknorpelt; schließlich die dritte Phase, bei der es zur Ossifikation kommt und der Schädel seine ursprüngliche Form annimmt.

Die Entwicklung des Schädels erfolgt durch komplexe Mechanismen, wobei die daran beteiligten Knochen sich perfekt untereinander ergänzen. Man unterscheidet je nach Embryonalgewebe die desmale von der enchondralen Ossifikation. Der größte Teil des Viserocranium formt sich gleichzeitig mit der Entwicklung der Knorpelspangen, die den Kiemenspangen entsprechen (Tab. 1), und der ektodermalen Vergrößerung der Gesichtsfläche, das heißt der fronto-nasalen Erhebung (Tab. 2). Das Gesichtsskelett entwickelt sich aus dem Ektoderm, das seinerseits aus den Neuralwülsten entsteht. Sowohl die Gesichtsknochen als auch die flachen Deckknochen des Desmocraniums stammen aus der desmalen Ossifikation. Im Gegensatz dazu entstehen die Knochen, die die Schädelbasis und die ventralen Teile der Schädeldecke bilden, aus dem Mesenchym und den occipitalen Ursegmenten; hierbei handelt es sich um eine enchondrale Ossifikation, der ein Knorpelmodell vorangestellt wird (Latsbaw, 1987).

Die Knochen, welche die Schädelhöhle begrenzen, bilden das Neurokranium, während die übrigen Elemente das Splanchnocranium formen, das die ersten Teile des Atmungs- und Verdauungsapparates in sich birgt (Tab. 3). In Anbetracht der Komplexität des Argumentes wollte

Zusammenfassung

Mit Hilfe von Röntgenaufnahmen nach Silberimprägnation und der doppelten Färbung nach Paul identifizierten und beschrieben die Autoren die Ossifikationszentreön, die für die Bildung des Schädels beim Pferdefötus verantwortlich sind. Zu diesem Zweck untersuchte man die Schädel von 11 Föten im Alter von 94 bis 158 Tagen, ein Zeitraum, der mit dem Anfang und Verlauf der Knochenbildung im Schädelbereich zusammenfällt.

Skull osteogenesis in equine fottus

The Authors studied the sites, number and development of ossification centres of the skull in equine fetuses. Methods used were radiographical, after silver impregnation, and double staining by Alizarin rad and Alcian bleu. Eleven fottuses of the same breed were considered. The age of specimens, ranged from 94 to 158 days, corresponde to appearance and evolution of the cranial osteogenetic activity.

unsere Untersuchung die Schädelknochen unmittelbar beschreiben, so wie sie ab einem bestimmten Alter des Fötus erkennbar sind.

Material und Methode

Unsere Untersuchung wurde an 11 Pferdeföten beider Geschlechter (6 männliche und 5 weibliche) durchgeführt, die aus Stuten verschiedener Rassen (Zugpferde aus den östlichen Ländern) in normalem Gesundheitszustand, im Alter zwischen 8 und 10 Jahren, stammten, welche am öffentlichen Schlachthof in Parma geschlachtet wurden. Nachdem das genaue Datum der Befruchtung nicht bekannt war, wurde das Alter der Föten (in Tagen) wie folgt errechnet:

- 1) der Abstand, in cm, zwischen dem Stirnbein und dem kaudalen Rand des Sitzbeinhöckers (Crown-Rump = C-R);
- 2) der auf der Röntgenaufnahme vermessene Abstand, in mm, zwischen Hinterhauptstachel und der Lippenfläche des Corpus ossi incisivi. Mit dieser letzten Methode konnte man das Alter des Fötus errechnen, indem man die folgende Formel anwandte: $L \text{ (mm)} \times 0,9537 + 38,5$ (Gjesdal, 1969).

Wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist, ergaben die beiden Kalkulationsmethoden sehr ähnliche Ergebnisse. Aufgrund der obengenannten Parameter waren die untersuchten Föten im Alter zwischen 94 und 158 Tagen. Die verschiedenen von uns untersuchten Altersgruppen (Tab. 5) befinden sich in einem Zeitraum, in dem sich ein Großteil der Ossifikationszentren des Pferdekopfes bereits gebildet haben.

Mit folgenden Untersuchungsmethoden wurde gearbeitet:

- a) Routineröntgenaufnahme;
- b) Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation;
- c) Doppelfärbung.

Die Röntgenaufnahmen wurden mit einem Film „Agfa Curix Rpl“ mit Röntgenverstärkerfolien angefertigt.

Die Aufnahmewerte wurden, je nach dem Alter der Föten und der damit verbundenen Größe der Köpfe und deren unterschiedlicher Strahlendurchlässigkeit, von 36 kV/5mAs bis 45 kV/6mAs variiert.

Tab. 1: Strukturen des Splanchnocraniums, die aus der ersten und zweiten Knorpelspange entstehen

I Knorpelspange (Knorpelbogen) dermale Knochen	Mandibula Maxilla Hammer, Amboß Os pterygoideum Os palatinum Os temporale Pars squamosa des Os temporale Os zygomaticum
II Knorpelspange (Zungenbeinbogen)	Steigbügel Paukenblase Aufhängeapparat des Zungenbeins

nach Latshaw, W. K. (1987), verändert.

Einige Köpfe (Fall 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8) wurden nach dem Einfrieren längs der Achse Hinterhauptstachel – Lippenfläche des Corpus ossi incisivi in zwei spiegelgleiche Hälften geteilt. Von der einen Hälfte wurde eine Röntgenaufnahme angefertigt, während die andere Hälfte mit einer doppelten Färbung nach Paul (1977) angefärbt wurde. Die Köpfe der Fälle 9, 10 und 11 wurden dagegen im ganzen einer Silberimpregnation unterzogen und dann mit lateromedialer und dorsovolarer Aufnahme richtung geröntgt, nachdem der Unterkiefer ausgereinigt und entfernt worden war. Der Kopf von Fall 6 wurde im ganzen mit einer Doppelfärbung gefärbt.

Man verwendete Silbersalze, da sie sich im Knochengewebe ablagern, die Strahlenopazität erhöhen und somit die Auflösung verbessern.

Die Doppelfärbung basiert auf der Kombination der Alicanblau-Färbung mit Alizarin, was eine direkte Unterscheiden von fötalem Knochen- und Knorpelgewebe ermöglicht. Die Stellen, die noch aus Knorpelgewebe bestehen, nehmen eine Blaufärbung an, während die bereits verknöcherten Stellen sich rot färben. In den Fällen 1, 2, 3, 4, 5, 7 und 8, bei denen man die eine Schädelhälfte geröntgt hatte, während die spiegelgleiche Hälfte einer Doppelfärbung unterzogen wurde, führte man einen direkten Vergleich der beiden Methoden durch.

Tab. 2: Strukturen, die aus dem embryonalen Splanchnocranium entstehen

Embryonalstrukturen	entstandene Skelettstrukturen
fronto-nasale Erhebung	Os frontale
lateraler Processus nasalis	Os nasale Os lacrimale
medialer Processus nasalis	Vomer Os incisivum Teile des Siebbeins
Processus maxillae	Maxilla Os palatinum Os pterygoideum Os zygomaticum Pars squamosa des Os temporale
Processus mandibulae	Mandibula

nach Latshaw, W. K. (1987), verändert.

Tab. 3: Ossifikation des Schädels beim Pferd

NEUROCRANIUM			
Knochen (os)	Beginn pränatale Ossifikation	Ossifikations-typ	Anzahl Ossifikations-zentren
occipitale interparietale sphenoidale	II–III Monat III Monat III–IV Monat	enchondral desmal enchondral	5 2 4 Praesphen. 6 Basisphen. 6
ethmoidale	V Monat	enchondral desmal	6
parietale temporale	II–III Monat IV–V Monat	desmal enchondral	1 multiple Zentren
frontale	II–III Monat	desmal	1
SPLANCHNOCRANIUM			
Knochen (os)	Beginn pränatale Ossifikation	Ossifikations-typ	Anzahl Ossifikations-zentren
nasale Maxilla palatinum pterygoideum zygomaticum	III Monat III Monat III Monat III–IV Monat III–IV Monat	desmal desmal desmal desmal desmal	1 1 + 3 zusätzl. 1 1 1 + 1 oder 2 zusätzlich 1 + 1 zusätzl.
lacrimale Nasenmuschel obere untere Vomer	III–IV Monat V Monat	desmal enchondral	1 1 1
Mandibula	III Monat II Monat	desmal hauptsächlich desmal	1 multiple Zentren
Zungenbein	letzte Trächtigkeitsmonate	enchondral	4

nach Zimmerl (1929), Barone (1966), verändert.

Tab. 4: Angenommenes Alter in Tagen der Pferdeföten, errechnet aus dem Abstand in cm „crown-rump“ (C→R) sowie aus dem Abstand L in mm vom Hinterhauptstachel und der Lippenfläche des Corpus ossi incisivi

Zahl der Fälle	C→R (cm)	Alter (Tage)	L (mm)	Alter (Tage)
1	17	94	49	85
11	18	95	54	90
4	20,50	108	65	100
6	21	109	63	99
10	26	125	81	116
7	30	131	96	130
2	33	138	90	124
5	35	150	124	157
8	37	153	127	159
9	38	155	130	162
3	39	158	129	161

Tab. 5: Altersklasse (M = Monate, Tg = Tage)

Klasse	Zahl der Fälle	genaues Alter
I	4	3 M + 4 Tg. 3 M + 5 Tg. 3 M + 18 Tg. 3 M + 19 Tg.
II	3	4 M + 5 Tg. 4 M + 11 Tg. 4 M + 18 Tg.
III	4	5 M 5 M + 3 Tg. 5 M + 5 Tg. 5 M + 8 Tg.
gesamt: 11		



Abb. 1 – Fall 1: lateromediale Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation; Schädel eines Pferdefötus mit 94 Tagen; Sagittalschnitt.

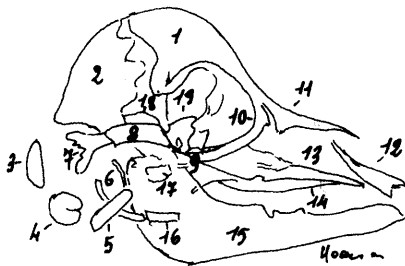


Abb. 2 – Fall 1 – Schema zur Röntgenaufnahme in Abb. 1: 1 – Os frontale; 2 – Os parietale; 3 – Squama occipitalis; 4 – Condylus occipitalis; 5 – Pars basilaris des Os occipitale; 6 – Pars petrosa des Os temporale; 7 – Processus mastoideus; 8 – Processus zygomaticus der Squama occipitalis; 9 – Os zygomaticum; 10 – Os lacrimale; 11 – Os nasale; 12 – Os incisivum; 13 – Maxilla; 14 – Processus palatinus maxillae; 15 – Mandibula; 16 – Stylohyoideum; 17 – Caput mandibulae des Processus condylaris; 18 – Processus coronoideus mandibulae; 19 – Basisphenoid.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

1. Altersklasse: 3 Monate

Bei der seitlichen Röntgenaufnahme des Os occipitale eines Fötus im Alter von etwa 3 Monaten und 4 Tagen (Fall 1, Abb. 1 und 2) konnten wir vier voneinander unabhängige Ossifikationszentren erkennen, die durch die Silberimprägnation gut sichtbar wurden. Es handelte sich um die Ossifikationszentren der Squama occipitalis, der beiden Condylus occipitales und der Pars basilaris des Okzipitale. Man konnte kein Ossifikationszentrum des Os interparietale erkennen. In bezug auf den Os temporale, der sich aus mehreren Ossifikationszentren formt, konnten wir den Processus mastoideus mit seiner Trichterform und den Processus zygomaticum partis squamosae identifizieren. Die Pars tympanica (dermalen Entstehung) wird in diesem Entwicklungsstadium von einer durch zwei gebogene Knöchelchen umschriebenen Fläche gebildet, die dem Paukenring ähnelt, bei dem ein kleiner Teil fehlt. Rostral der Pars basilaris des Okzipitale beobachtet man in Höhe des Unterkieferastes den mittleren Zungenbeinast.

In diesem Stadium beginnt der Os parietale seine dermale

Ossifikation und ist noch vollständig unabhängig von Stirnbein, Hinterhauptbein und Schläfenbein.

Auch der Os frontale beginnt seine dermale Osteogenese. Er läßt eine sehr feine Bälkchenspongiosa erkennen. Im Bereich der Augenhöhlenplatte zeigt das Röntgenbild jedoch eine stärkere Verschattung, was auf eine fortgeschrittene Osteogenese hindeutet. Die Ossifikation des Os nasale, im Bereich des Processus rostralis, des Os lacrimale, des Os zygomaticum, des Os incisivum, sowie des Processus palatinus der Maxilla ist zwar immer nur ansatzweise, aber doch deutlich zu erkennen.

Zwischen dem Processus zygomaticus des Os temporale und dem Os zygomaticum kann man die beidseitigen Flügel des Os sphenoidale erkennen, die die Außenfläche der Augenhöhle bilden.

Das Oberkieferbein und der Unterkiefer sind noch radio-transparent und kaum verknöchert.

In dorsovolarer Aufnahmeerichtung eines Fötus (Fall 11, Abb. 3 und 4), der etwas älter als der vorhergehende ist (3 Monate und 5 Tage), kann man im kaudalen Bereich des Schädels deutlich das breite Foramen magnum erkennen, das von der Squama occipitalis dorsoventral, von den Condylus lateral und von der Pars basilaris des Okzipitale oroventral begrenzt wird. Rostroventral an beiden Seiten der Basis des Schläfenbeins wird die Paukenblase in der Pars tympanica des Os temporale sichtbar.

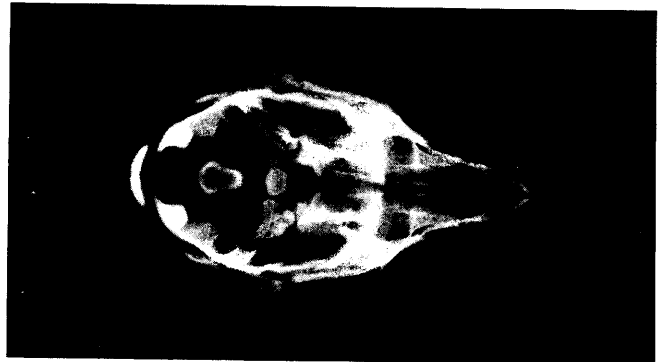


Abb. 3 – Fall 11: dorsovolare Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation; Schädel eines Pferdefötus mit 95 Tagen; Unterkiefer entfernt.

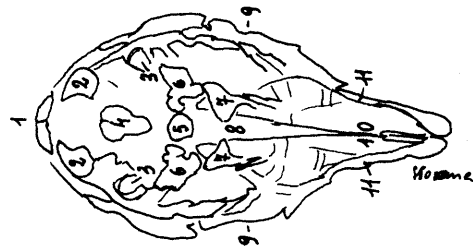


Abb. 4 – Fall 11 – Schema zur Röntgenaufnahme in Abb. 3: 1 – Squama occipitalis; 2 – Condylus occipitalis; 3 – Bulla tympanica; 4 – Pars basilaris des Os occipitale; 5 – Körper des Os sphenoidale; 6 – Flügel des Os sphenoidale; 7 – Praesphenoid; 8 – Vomer; 9 – Os zygomaticum; 10 – Processus palatinus maxillae; 11 – Processus alveolaris der Maxilla.

Rostral der Pars basilaris des Okzipitale liegen aboral der Körper des Basisphenoid und oral der Praesphenoid. Man kann 10 Ossifikationszentren des Os sphenoidale erkennen: 4 für den Praesphenoid und 6 für den Basisphenoid. Bei unserer Untersuchung waren die beiden Flügel des Praesphenoids, sowie Körper und Flügel des Basisphenoids, die an geöffnete Flügel einer Fledermaus erinnern, welche sich in dorsolaterale Richtung ausbreiten, in medianer Position erkennbar. Auch der Processus pterygoideus war sichtbar, der ebenfalls in seitlicher Projektion auf einer Röntgenaufnahme dargestellt werden kann.

Wenn man die Beobachtungen in rostraler Richtung fortsetzt, entdeckt man den Vomer, der sich zwischen der Schädelbasis und dem rostralen Teil des Nasenbodens erstreckt. Er besteht aus zwei Seitenplatten, die eine dorsal geöffnete Hohlsonde bilden und sich aboral der ventralen Fläche des Praesphenoids anpassen. Anterior ist er mit der Crista nasalis des Nasenbodens verbunden, die aus der Sutura palatina mediana entsteht.

Wie man anhand der Röntgenaufnahmen sehen kann, erlaubt uns die dorsovolare Aufnahmerichtung, das Neurokranium deutlich vom Splanchnocranium zu unterscheiden.



Abb. 5 – Fall 4 – lateromediale Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation; Schädel eines Pferddefötus mit 108 Tagen; Sagittalschnitt.

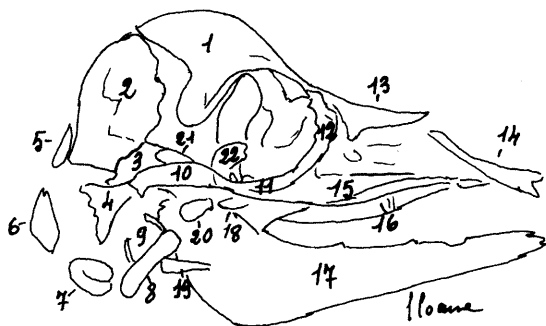


Abb. 6 – Fall 4 – Schema zur Röntgenaufnahme in Abb. 5: 1 – Os frontale; 2 – Os parietale; 3 – Pars squamosa des Os temporale; 4 – Processus mastoideus; 5 – Os interparietale; 6 – Squama occipitalis; 7 – Condylus occipitalis; 8 – Pars basilaris des Os occipitale; 9 – Pars petrosus des Os temporale; 10 – Processus zygomaticus partis squamosae des Os temporale; 11 – Os lacrimale; 12 – Os nasale; 13 – Os nasale; 14 – Os incisivum; 15 – Maxilla; 16 – Processus palatinus maxillae; 17 – Mandibula; 18 – Hamulus pterygoideus; 19 – Stylohyoideum; 20 – Caput mandibulae des Processus condylaris; 21 – Processus coronoideus mandibulae; 22 – Basisphenoid.

Bei einem Fötus im Alter von 3 Monaten und 18 Tagen (Fall 4, Abb. 5 und 6) sieht man, daß in diesem Alter der Os interparietale frei, in Form eines sagittal verlängerten Rechtecks oberhalb der Squama occipitalis in Höhe der Scheitelbeine entsteht.

In dem Entwicklungsbereich des Paukenteils und des Felseanteils des Os temporale zeichnet sich ein anderer kleiner Knochen ab, der nicht eindeutig zu identifizieren ist. Der Paukenring differenziert sich weiter.

Im Vergleich zu den vorher beschriebenen Fällen zeigt sich der Rand des Os parietale nun weniger ausgefranst, aber immer noch deutlich von den Knochen getrennt, mit denen er sich später verbinden wird.

Bei den anderen Knochen kann man in diesem Alter keine weiteren Veränderungen feststellen, mit Ausnahme der Maxilla, bei der die Bälkchenstruktur deutlicher wird, die für die Spongiosa des Knochens charakteristisch ist.

Im Processus alveolaris des Oberkieferbeins und im Arcus alveolaris des Unterkiefers heben sich die Alveoli dentales ab, welche die späteren Sitze der Prämolaren begrenzen.

II. Altersklasse: 4 Monate

Wir teilten den Schädel eines Fötus (Fall 10, Abb. 7 und 8) im Alter von 4 Monaten und 5 Tagen der Länge nach und



Abb. 7 – Fall 10: lateromediale Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation; Schädel eines Pferddefötus mit 125 Tagen; Unterkiefer entfernt.

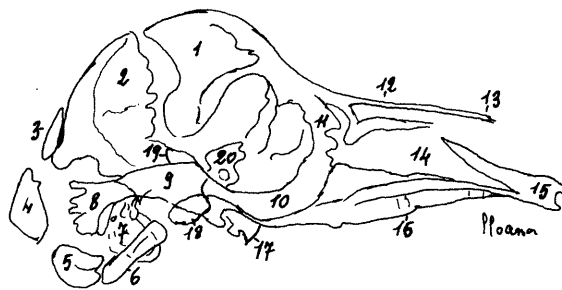


Abb. 8 – Fall 10 – Schema zur Röntgenaufnahme in Abb. 7: 1 – Os frontale; 2 – Os parietale; 3 – Os interparietale; 4 – Squama occipitalis; 5 – Condylus occipitalis; 6 – Pars basilaris des Os occipitale; 7 – Pars petrosus des Os temporale; 8 – Processus mastoideus; 9 – Processus zygomaticus partis squamosae des Os temporale; 10 – Os zygomaticum; 11 – Os lacrimale; 12 – Os nasale; 13 – Processus rostralis des Os nasale; 14 – Maxilla; 15 – Os incisivum; 16 – Processus palatinus maxillae; 17 – Hamulus pterygoideus; 18 – Caput mandibulae des Processus condylaris; 19 – Processus coronoideus mandibulae; 20 – Basisphenoid.

erstellten eine seitliche Röntgenaufnahme, nachdem der Unterkiefer entfernt wurde.

Nach einer kurzen Untersuchung dieses Falles konnte man feststellen, daß alle Ossifikationszentren deutlich stärker verknöchert sind.

Die 5 Ossifikationszentren des Os occipitale sind größer geworden, weisen aber keine neuen Charakteristiken auf. Der Os parietale nimmt seine definitive Muschelform an, ist aber immer noch von den angrenzenden Knochen getrennt.

Im Bereich des Os temporale, d. h. im Felsenteil und Paukenteil, in dem sich der Gehörapparat entwickelt, zeichnen sich die Knochenkanten der Paukenblase deutlich in Form eines kleinen Kruges ab, oberhalb dessen zwei kleine, symmetrische und zueinander parallele Knöchelchen sichtbar werden. Wir vermuten in ihnen die Anlagen der Gehörknöchelchen. Zum erstenmal lassen sich die Anlagen der Siebbeinmuskeln erkennen.

In dorsovolarer Aufnahmerichtung erkennt man keine neuen Strukturen; die Knochen der vorher beschriebenen Altersgruppen sind aber deutlicher zu sehen (Abb. 9 und 10).

Bei einem Fötus im Alter von 4 Monaten und 18 Tagen (Fall 2, Abb. 11 und 12), dessen Schädel längsgespalten in seitlicher Aufnahmerichtung geröntgt wurde, war die Knöchendichte der Paukenblase bereits sichtbar erhöht. Die Siebbeinmuskeln sind nun deutlich zu sehen, auch wenn sie noch extrem fein erscheinen. Der kaudale Teil der Stirn-



Abb. 9 – Fall 10: dorsovolare Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation; Schädel eines Pferddefötus mit 125 Tagen.

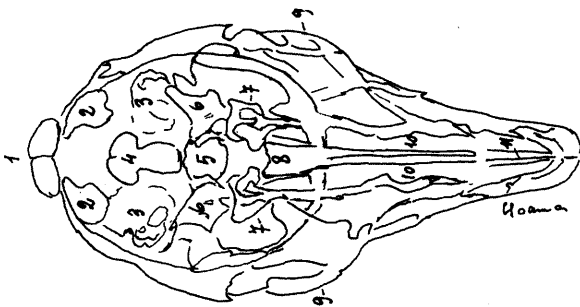


Abb. 10 – Fall 10 – Schema zur Röntgenaufnahme in Abb. 9: 1 – Squama occipitalis; 2 – Condylus occipitalis; 3 – Bulla tympanica; 4 – Pars basilaris des Os occipitale; 5 – Körper der Os sphenoidale; 6 – Flügel des Os sphenoidale; 7 – Praesphenoid; 8 – Vomer; 9 – Os zygomaticum; 10 – Processus palatinus maxillae; 11 – Os incisivum.



Abb. 11 – Fall 2: lateromediale Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation; Schädel eines Pferddefötus mit 138 Tagen; Sagittalschnitt.

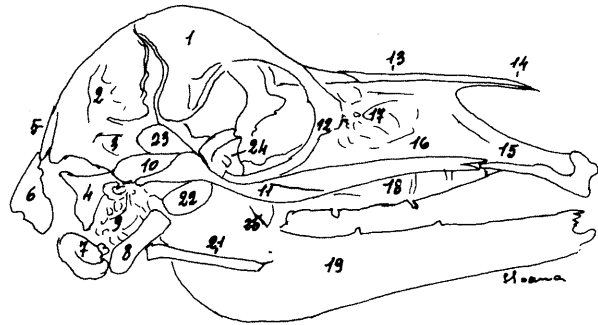


Abb. 12 – Fall 2 – Schema zur Röntgenaufnahme in Abb. 11: 1 – Os frontale; 2 – Os parietale; 3 – Pars squamosa des Os temporale; 4 – Processus mastoideus; 5 – Os interparietale; 6 – Squama occipitalis; 7 – Condylus occipitalis; 8 – Pars basilaris des Os occipitale; 9 – Pars petrosa des Os temporale; 10 – Processus zygomaticus partis squamosae des Os temporale; 11 – Os zygomaticum; 12 – Os lacrimale; 14 – Processus rostralis des Os nasale; 15 – Os incisivo; 16 – Maxilla; 17 – Ethmoturbinalia; 18 – Processus palatinus maxillae; 19 – Mandibula; 20 – Hamulus pterygoideus; 21 – Stylohyoideum; 22 – Caput mandibulae des Processus condylaris; 23 – Processus coronoideus mandibulae; 24 – Basisphenoid.

höhlen sowie die Kieferhöhlen sind gerade noch identifizierbar.

Gut sichtbar sind die Fächer für die Prämolaren und zwei Alveoli dentales in der Maxilla, etwas weniger deutlich abgegrenzt zwei im Arcus alveolaris des Unterkiefers.

III. Altersklasse: 5 Monate

Die vier von uns untersuchten Föten dieser Altersklasse, im Alter von 5 Monaten, 5 Monaten und 3 Tagen, 5 Monaten und 5 Tagen und 5 Monaten und 8 Tagen, wiesen keine großen Unterschiede auf.

Der Os interparietale des Fötus mit 5 Monaten (Fall 5, Abb. 13 und 14), dessen Schädel längsgespalten und seitlich geröntgt wurde, beginnt mit den Scheitelbeinen zusammenzuwachsen.

Im Bereich des Felsenteils und Paukenteils des Os temporale schreitet die Osteogenese fort, so daß man deutliche Kanäle identifizieren kann, die von kompaktem Knochengewebe umgeben sind.

In der Stirnhöhle sieht man nun außer dem kaudalen Teil, der bereits mit 4 Monaten und 18 Tagen erkennbar war, auch den rostralen Teil.



Abb. 13 – Fall 5: lateromediale Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation; Schädel eines Pferdefötus mit 150 Tagen; Sagittalschnitt.

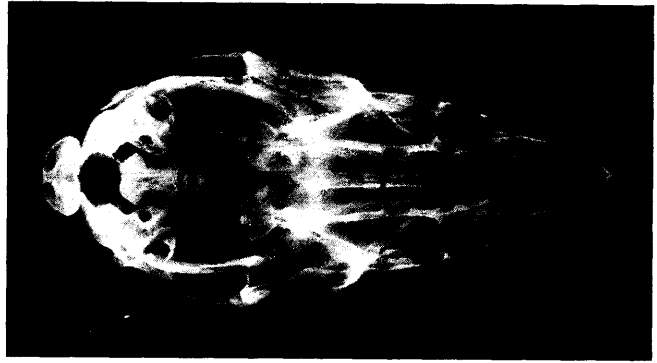


Abb. 15 – Fall 9: dorsovolare Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation; Schädel eines Pferdefötus mit 155 Tagen; Unterkiefer entfernt.

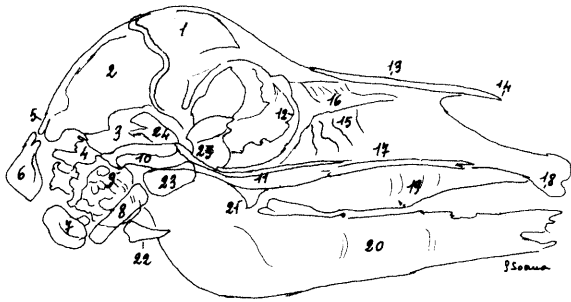


Abb. 14 – Fall 5 – Schema zur Röntgenaufnahme in Abb. 13: 1 – Os frontale; 2 – Os parietale; 3 – Pars squamosa des Os temporale; 4 – Processus mastoideus; 5 – Os interparietale; 6 – Squama occipitalis; 7 – Condylus occipitalis; 8 – Pars basilaris des Os occipitale; 9 – Pars petrosa des Os temporale; 10 – Processus zygomaticus des Os temporale; 11 – Os zygomaticum; 12 – Os lacrimale; 13 – Os nasale; 14 – Processus rostralis des Os nasale; 15 – Ethmoturbinalia; 16 – Sinus maxillaris; 17 – Maxilla; 18 – Os incisivum; 19 – Processus palatinus maxillae; 20 – Mandibula; 21 – Hamulus pterygoideus; 22 – Stylohyoideum; 23 – Caput mandibulae des Processus condylaris; 24 – Processus coronoideus mandibulae; 25 – Basisphenoideum.

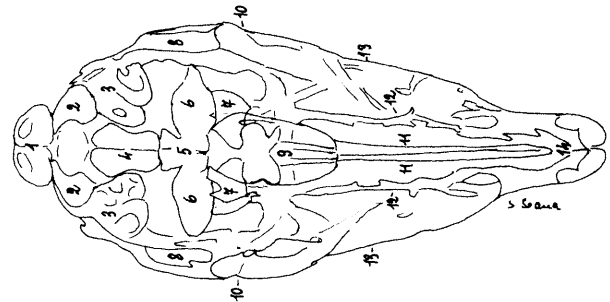


Abb. 16 – Fall 9 – Schema zur Röntgenaufnahme in Abb. 15: 1 – Squama occipitalis; 2 – Condylus occipitalis; 3 – Bulla tympanica; 4 – Pars basilaris des Os occipitale; 5 – Körper des Os sphenoidale; 6 – Flügel des Os sphenoidale; 7 – Praesphenoid; 8 – Augenhöhle; 9 – Seitenplatten des Vomer; 10 – Arcus zygomaticus; 11 – Processus palatinus maxillae; 12 – Processus palatinus maxillae; 13 – Maxilla; 14 – Os incisivo.

In der Maxilla treten die Kieferhöhlen mit ihren beiden Teilen, rostral und kaudal, nun deutlicher hervor. Im Processus alveolaris des Oberkieferbeins grenzen sich die Zahnanlagen von zwei Prämolaren und einem Molaren ab. Die Anlagen der Schneidezähne sind nicht sichtbar. Im Bereich des Unterkiefers sind die Anlagen für drei Prämolaren und zwei Molaren erkennbar. Die letzte fehlende Anlage ist nicht zu sehen. Auch im Unterkieferbereich sind keine Schneidezahnanlagen zu entdecken.

Der Schädel des neunten Falles (Abb. 15 und 16) wurde im Alter von 5 Monaten und 5 Tagen in dorsovolare Aufnahme geröntgt. Man kann keine neuen anatomischen Formationen entdecken, außer daß die Alveoli dentales der 6 oberen Schneidezähne deutlich abgegrenzt sind. Die entsprechenden Zahnanlagen sind noch nicht erkennbar.

Im Fall 3 (Abb. 17 und 18), im Alter von 5 Monaten und 8 Tagen, waren keine neuen Strukturen zu erkennen; die Knochenkonturen waren aber klarer sichtbar.

Schlußfolgerungen

Im allgemeinen bestätigten die Beobachtungen an den spiegelgleichen Schädelhälften, welche mit Doppelfärbung

angefärbt wurden (Abb. 19, 20, 21, 22, 23, 24 und 25), die Ergebnisse unserer Röntgenauswertung. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Techniken besteht darin, daß die Röntgenaufnahmen nach Silberimprägnation die Ossifikationszentren ohne genaue Grenzlinien aufzeigt, während die Doppelfärbung es ermöglicht, den bereits verknöcherten Teil (rot) von dem Knorpelgewebe (blau) gut zu unterscheiden. Das ist besonders deutlich an den Condylis occipitales, an der Pars basilaris des Okzipitale, an den Extremitäten des Stylohyoids, am anterioren Teil des Unterkiefers (Foramen mentale), an den Siebbeinmuskeln sowie an den Stirn- und Kieferhöhlen erkennbar. Es ist klar, daß das Knorpelgewebe mit fortschreitender Osteogenese langsam völlig von Knochengewebe ersetzt wird.

Nachdem man in den Abbildungen so deutlich die Entstehungszeiten und die Anzahl der Ossifikationszentren des Schädels erkennen kann, ist es schwierig, die Aussagekraft in Worten noch zu steigern. Grundsätzlich haben wir festgestellt, daß sowohl die Entstehungsmomente als auch die Anzahl der Ossifikationszentren in dem von uns untersuchten Altersbereich (zwischen 3 und 5 Monaten) mit Untersuchungen anderer Autoren übereinstimmen. Allerdings ist anhand unserer Röntgenaufnahmen eindeutig erkennbar, daß der Os interparietale im fünften Monat mit den Scheitelbeinen zusammenwächst, während nach ver-

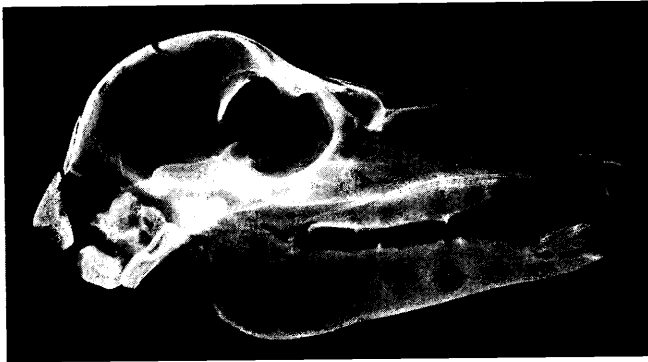


Abb. 17 – Fall 3: lateromediale Röntgenaufnahme nach Silberimprägnation; Schädel eines Pferdefötus mit 158 Tagen; Sagittalschnitt.

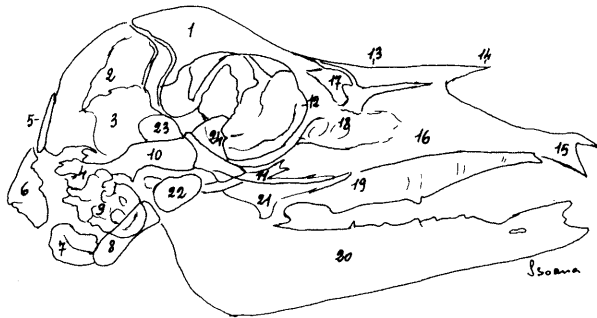


Abb. 18 – Fall 3 – Schema zur Röntgenaufnahme in Abb. 17: 1 – Os frontale; 2 – Os parietale; 3 – Pars squamosa des Os temporale; 4 – Processus mastoideus; 5 – Os interparietale; 6 – Squama occipitalis; 7 – Condylus occipitalis; 8 – Pars basilaris des Os occipitale; 9 – Pars petrosa des Os temporale; 10 – Processus zygomaticus der Pars squamosa des Os temporale; 11 – Os zygomaticum; 12 – Os lacrimale; 13 – Os nasale; 14 – Processus rostralis des Os nasale; 15 – Os incisivo; 16 – Maxilla; 17 – Sinus maxillaris; 18 – Ethmoturbinali; 19 – Processus palatinus maxillae; 20 – Mandibula; 21 – Hamulus pterygoideus; 22 – Caput mandibulae des Processus condylaris; 23 – Processus coronoideus mandibulae; 24 – Basisphenoideum.



1

Abb. 19 – Fall 1: Schädel eines Pferdefötus mit 94 Tagen in Doppelfärbung; Sagittalschnitt.



4

Abb. 20 – Fall 4: Schädel eines Pferdefötus mit 108 Tagen in Doppelfärbung; Sagittalschnitt.



Abb. 21 – Fall 7: Schädel eines Pferdefötus mit 131 Tagen in Doppelfärbung; Sagittalschnitt.

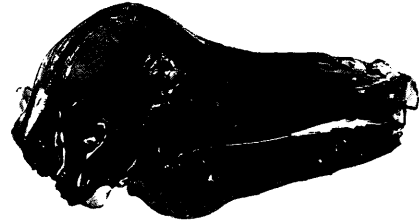


Abb. 22 – Fall 2: Schädel eines Pferdefötus mit 138 Tagen in Doppelfärbung; Sagittalschnitt.



Abb. 23 – Fall 5: Schädel eines Pferdefötus mit 150 Tagen in Doppelfärbung; Sagittalschnitt.



Abb. 24 – Fall 8: Schädel eines Pferdefötus mit 153 Tagen in Doppelfärbung; Sagittalschnitt.



Abb. 25 – Fall 3: Schädel eines Pferdefötus mit 158 Tagen in Doppelfärbung; Sagittalschnitt.

schiedenen Literaturangaben dieser Prozeß erst nach der Geburt stattfindet.

Auch wenn in dem von uns untersuchten Alterszeitraum die Ossifikationszentren entstehen, wäre es sicher auch interessant gewesen, ältere Föten zu untersuchen. Daher sind wir der Meinung, daß noch weitere Untersuchungen zum Thema der Ossifikationszentren des Schädels beim Pferdefötus notwendig sind, um dieses wenig erforschte Gebiet besser zu ergründen.

Literatur

- Barone, R. (1974): Anatomia Comparata dei Mammiferi Domestici. Ed. It. Bortolami, R., Edagricole, Bologna.
- Bergin, W. C., Gier, H. T., Frey, R. A., und Marion, G. B. (1967): Developmental horizons and measurements useful for age determination of equine embryos and fetuses. Proc. 13th Annual Am. Ass. Equine Pract. 13, 179.
- Bossi, V., Caradonna, G. B., Stampani, G., Varaldi, L., und Zimmerl, U. (1909): Trattato di Anatomia Veterinaria, vol. I, Vallardi, Milano.
- Body, J. S., und Hart, G. (1980): Skull radiographs: silver impregnation as an interpretation aid. Vet. Radiology 21, 82.
- Bruni, A. C., und Zimmerl, U. (1947): Anatomia degli Animali Domestici, vol. I, Vallardi, Milano.
- Evans, H. E., und Sack, W. O. (1973): Prenatal development of domestic and laboratory mammals: growth curves, external features and selected references. Anat. Istol. Embriol. 2, 11.
- Fransson, R. D. (1987): Anatomia, Fisiologia, Morfologia degli Animali Domestici. Ed. It. Pelagalli, G. V., Botte, V., Edi-Ermes, Milano.
- Gjesdal, F. (1969): Age determination of bovine foetuses. Acta Vet. Scand. 10, 197.
- Hertsch, B., und Grimmelmann, E. (1979): Röntgenologische Untersuchung der Ossifikationsvorgänge am Widerrist beim Pferd. Zbl. Vet. Med. A, 26, 191.

- Hood, R. C. W. S., und Neil, W. M. (1948): A modification of Alizarin Red S technic for demonstrating bone formation. Stain Techn. 23, 209.
- Latschaw, W. K. (1987): Lo sviluppo degli animali domestici. Embriologia ad orientamento clinico. Ed. It. Canavese, B., Ferrandi, B., Casa Ed. Ambrosiana, Milano.
- MacCallum, F. J., Latschaw, W. K., und Kelly, R. E. (1970): Identification of postnatal ossification sites: a contribution to radiographic interpretation. Br. Vet. J. 127, 83.
- Noden, D. M., und De Labunta, A. (1991): Embriologia degli Animali Domestici. Ed. It. Ceccarelli, P., Ferrandi, B., Edi-Ermes, Milano.
- Paul, W. J. (1977): Double staining of fetal skeletons for cartilage and bone. In: „Methods in prenatal toxicology“, Neubert, H. Ed., Berlin.
- Pilone, A. (1982): Identificazione delle sedi di ossificazione del cranio dei feti bovini. Acta Med. Vet. 28, 249.
- Pozzi, L. (1981): Studio radiologico delle sedi di ossificazione nei feti bovini abortiti. Atti. Soc. It. Sc. Vet. 35, 75.
- Rosdale, P. D., und Ricketts, S. W. (1980): Equine Stud Farm Medicine. 2nd Ed., Lea & Febiger, Philadelphia.
- Sissons, S., und Grossman, J. D. (1969): The Anatomy of the Domestic Animals. Fourth Ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia and London.
- Soana, S., Corradi, A., und Botti, P. (1987): Studio sulla comparsa e sullo sviluppo dei centri di ossificazione nello scheletro appendicolare del feto bovino. Ann. Fac. Med. Vet. Parma 7, 239.
- Soana, S., Botti, P., und Bertoni, C. (1991): Tempi di comparsa e di sviluppo dei centri di ossificazione dello scheletro appendicolare del feto equino. Ippologia 2, 35.

Professa Silvana Soana
Prof. Giorgia Bertoni
Dott. Attilio Corradi
Dott. Giacomo Gnudi
Prof. Paolo Botti
Medicina Veterinaria
Università di Parma
Via del Taglio 8
I-43100 Parma
Tel. 00 39/521/29 38 54

Kurzreferat

Trichomonaden-Infektionen der Mundhöhle bei Pferden in Süddeutschland

Infections of trichomonades in the oral cavity of horses in Southern Germany

Heidrun Schöl, Pamela Beelitz und R. Gothe (1992)

Tierärztl. Prax. 20, 608-610

Trichomonaden der Mundhöhle wurden bei 9 von 60 untersuchten Pferden festgestellt. Die klinische Untersuchung ergab Zahnstein ohne sonst auffällige Mundhöhle bei allen Trichomonaden-positiven Pferden sowie zusätz-

lich Kolik und Husten bei jeweils 4 Tieren und Lumbago bei 1 Pferd. Die Trichomonaden stellten sich rasterelektronenmikroskopisch als rundliche bis birnenförmige Parasiten dar, verfügten über vier Vordergeißeln, eine undulierende Membran ohne freies Geißelende sowie über einen das Hinterende überragenden Achsenstab und sind daher der Gattung Trichomonas zuzuordnen, die mit den Trichomonaden der Mundhöhle von Katzen und Hunden morphologisch völlig übereinstimmen. Unabhängig vom Artstatus sind auch die in der Mundhöhle von Pferden siedelnden Trichomonaden nur als schwach oder fakultativ pathogene Parasiten zu kennzeichnen, die vermutlich erst in synergistischem Zusammenwirken mit bisher noch unbekanntem erregerunabhängigen Faktoren eine klinisch erkennbare Schädigung bewirken. Ein Übergehen dieser zunächst klinisch unauffälligen Parasiten in eine Krankheit ist aber sicherlich nicht auszuschließen. In diesem Fall ist eine kausale Chemotherapie mit Nitromidazol-Präparaten zur Einschränkung selektiv parasitenbedingter Schädigungen erforderlich.