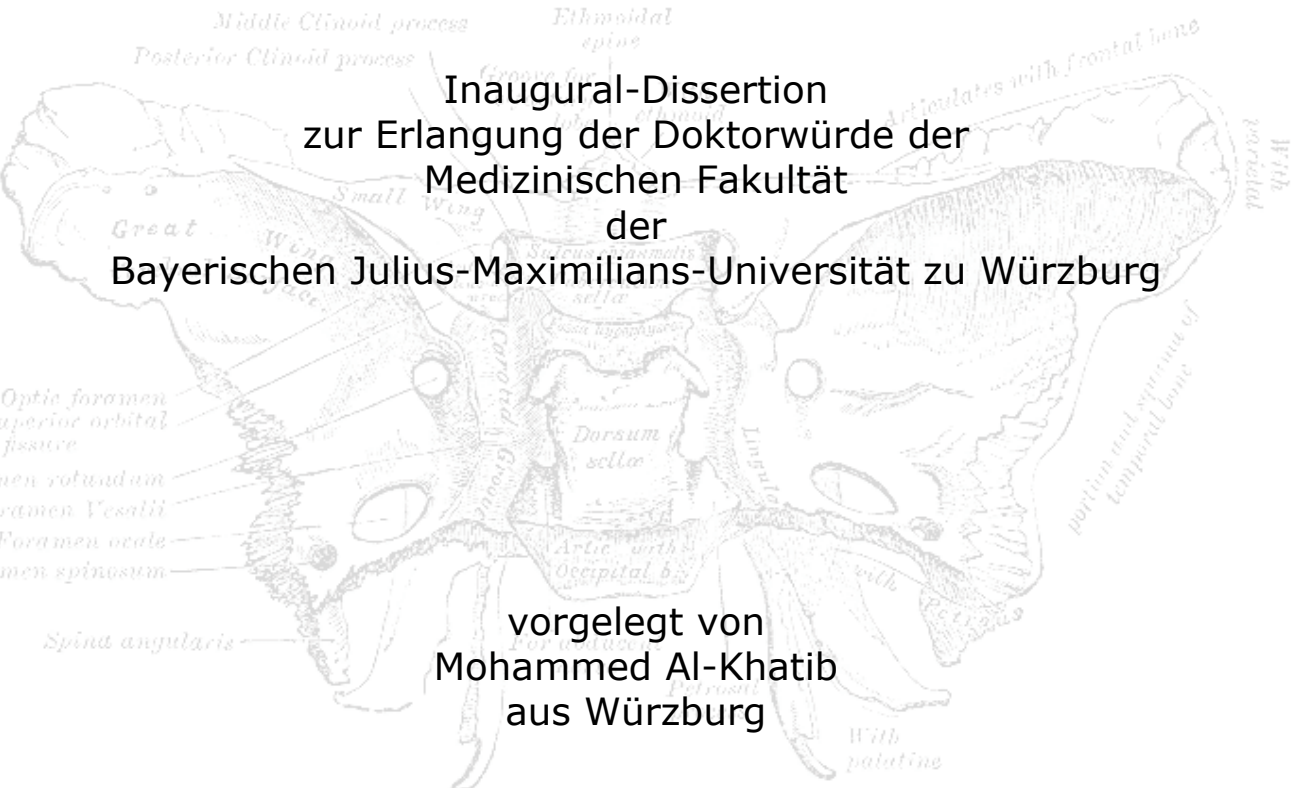


Aus dem Institut für Anatomie und Zellbiologie
Universität Würzburg
Lehrstuhl I / Vorstand: Professor Dr. H. Koepsell



DIE PTERYGOSPINOSEN STRUKTUREN BEIM MENSCHEN UND ANDEREN PRIMATEN



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von
Mohammed Al-Khatib
aus Würzburg

Würzburg, Mai 2006

Referent: Professor Dr. M. von Lüdinghausen

Korreferent: Privatdozent Dr. R. Kellersmann

Dekan: Professor Dr. G. Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 09. Februar 2007

Der Promovend ist Arzt

I. Einleitung	1
II. Hauptteil	
1. Entstehung des Schädels	
1.1. Os sphenoidale	2
1.2. Os temporale	4
2. Material und Methoden	5
3. Die Landmarken des infratemporalen Zuganges (Processus pterygoideus, Spina ossis sphenoidalis, Processus styloideus et mastoideus und Arcus osseus pterygospinosus) an mazerierten Schädeln	
3.1. Ergebnisse	8
3.2. Diskussion	17
4. Die Weite des infratemporalen Zugangstores zwischen den Processus pterygoideus et mastoideus	
4.1. Ergebnisse	19
4.2. Diskussion	19
5. Pterygospinöse Strukturen (Arcus osseus pterygospinosus, Lig. pterygospinosum, M. pterygospinosus) an Feuchtpräparaten	
5.1. Ergebnisse	19
5.2. Diskussion	25
6. Pterygospinöse Strukturen und Verzweigungsmuster von N. mandibularis und Chorda tympani	
6.1. Ergebnisse	26
6.2. Diskussion	28
7. Pterygospinöse Strukturen beim Menschen und anderen Mammalia	
7.1. Ergebnisse	28
7.2. Diskussion	30
8. Pterygospinöse Strukturen und bildgebende Verfahren	31
III. Zusammenfassung	33
IV. Anhang	34
V. Literaturverzeichnis	46
Danksagungen	50

I. Einleitung

Neben dem transnasalen oder transoralen, transpalatinalen und transpharyngealen Zugangswegen zur unteren Schädelbasis ist der laterale transzygomatische Zugang durch die tiefe Fossa infratemporalis zu den Spatia para- et retropharyngeum, kurz der „**laterale transzygomatische infratemporale Zugang**“, bei invasiv und verdrängend wachsenden Tumoren des Nasenrachenraumes oder bei basalen intrakraniellen Tumoren mit lateralem Wachstum indiziert.

Dieser wurde vor allem neben dem medialen transoralen oder transnasalen Zugang als ergänzende Massnahme zusätzlich von Jones et al. (1987), Fisch und Mattox (1988), Smith et al. (1986), Pellet et al (1989), Donovan et al. (1993), Sanna et al. (1995) und Day et al. (1997) bei Tumoren der äußeren Schädelbasis mit Ausdehnung in die Spatia para- und retropharyngica und in die Fossa infratemporalis empfohlen, weil er eine laterale Ausdehnung des Resektionsgebietes erlaubt.

Viele dieser Autoren bezeichnen das gleichzeitige mediale und laterale Vorgehen als „kontrollierte en-bloc-Resektion“.

Tumorarten, die durch den lateralen infratemporalen Zugang von den zuvor zitierten Autoren entfernt wurde:

- Karzinome des Naso- und Oropharynx
- Karzinome der Speicheldrüsen und Schleimzellen der Nasennebenhöhlen
- Nasopharyngeale Angiofibrome
- Meningeome und Chordome
- Zylindrome,
- Glomustumoren
- Neurinome der Nn. XI, X, XII.

Nach Fisch und Mattox (1988) und Balagura et al. (1985) ist dieser Zugang auch für Eingriffe am Foramen jugulare, der A. carotis interna und der Tuba auditiva geeignet.

Samii, Draf und Lang (1990) betonten bei operativen Eingriffen an der äußeren (und inneren) Schädelbasis die Notwendigkeit des interdisziplinären Handelns, um alle, auch die seltenen, anatomischen Strukturen rechtzeitig aufzudecken.

Härtel (1935) zufolge gehört ausreichendes präoperatives Röntgen zur Planung jeden Eingriffes an der Schädelbasis, wodurch möglichst alle anatomische Besonderheiten erkannt und morphologisch begründete Risiken verringert werden.

Es ist das Ziel der vorliegenden Arbeit, die Variationen und Anomalien der pterygospinösen Strukturen im Bereich der tiefen Fossa infratemporalis an einem großen Untersuchungsmaterial zu beschreiben, im Lichte moderner diagnostischer bildgebender Verfahren darzustellen, vergleichend anatomisch zu diskutieren und neu zu interpretieren.

II. Hauptteil

1. Entstehung des Schädels

Die Bildung des Kopfskeletts stellt phylo- und ontogenetisch einen äußerst komplizierten Vorgang dar. Nach Starck (1992) entsteht das Cranium, wie das Skelett überhaupt, unter den formenden Einflüssen seiner Umgebung. Dies trifft besonders für die Frühentwicklung des Schädels zu; sie wird von regionalen Wachstumsprozessen z.B. des Gehirnes sowie von formgestaltenden Kräften des Kauapparates bestimmt.

Der Schädel entwickelt sich um die Gehirnanlage aus knorpeligen (Endo- bzw. Chondrokranium) und bindegewebigen Anteilen, (Exo- und Desmokranium). In der Ontogenese ossifizieren die knorpeligen Anlagen der Schädelbasis mit den Labyrinthkapseln als Ersatzknochen und wachsen durch Apposition; nur am Nasenskelett bleibt Knorpel erhalten.

Die Prächordalplatte und Neuralleiste liefern das Mesektoderm für den vorderen Teil der Schädelbasis, den Gesichtsschädel und für das Pharyngealskelett (Johnson et al. 1979).

Das Seitenplattenmesoderm und kraniale Somiten bilden das Mesoderm für den okzipitalen Bereich und den kraniozervikalen Übergang (Müller et al. 1980).

II.1.1. Os sphenoidale

Entwicklung:

Nach Kuta et al. (1993) entwickelt sich das Os sphenoidale (Sphenoid) aus verschiedenen Anlagen. Bis zu 15 einzelne enchondrale und membranöse Knochenbildungszentren formen das Sphenoid. Während der Hauptanteil sich aus enchondralen Ossifikationsformationen entwickelt, entstehen Ala major und Lamina pterygoidea lateralis durch membranöse Ossifikation. Hauptsächlich entwickelt sich das Keilbein durch Ersatzknochenbildung in der Orbitotemporalregion. Der Keilbeinkomplex ossifiziert zunächst als hinteres und als vorderes Keilbein. Zu jedem dieser Teile gehören ein Flügelpaar und ein Basisteil. Das hintere Sphenoid entsteht aus der Basisverknöcherung als Basosphenoid. Durch Ossifikation der Alae temporales entstehen die späteren Alae majores. Das vordere Sphenoid entsteht aus drei basalen Knochenkernen, die zum Präsphenoïd verschmelzen. Die vorderen Alae orbitales werden zu den Alae minores.

Die Form der Schädelbasis wird beeinflusst durch den Rückenstrang, die Chorda dorsalis oder das Notochord welches von Mesenchym umgeben wird. Um den 40. Tag der Entwicklung wird das mesenchymale Gewebe zu Knorpelgewebe umgewandelt.

Kaudal der Fossa hypophysealis entsteht das Os sphenoidale. Die knorpeligen Vorstufen des Sphenoids werden zu Orbitosphenoid (Ala orbitalis), Alisphenoid (Ala temporalis), Praesphenoid und Postsphenoid (Sasaki et al. 1973).

Aus dem Orbitosphenoid entstehen kleiner Flügel und vorderer Clivus, aus dem Alisphenoid der grosse Flügel. Aus anterioren Knorpelansammlungen wird das Praesphenoid, aus dem sich das Corpus sphenoidale anterius bis zum Tuberculum sellae bildet. Zwei seitliche hypophyseale Knorpelzentren fusionieren zum basosphenoidalen Knorpel, der sich zu Sella turcica, Dorsum sellae und zum Corpus sphenoidale posterius entwickelt. Präsphenoïdale und postsphenoidale Knorpelzentren sind durch eine intersphenoidale Synchondrose getrennt. Kurz vor der Geburt kommt es zur Fusion dieser Knorpelzentren (Mann et al. 2000).

Der Clivus hat einen ähnlich komplexen Ursprung und entwickelt sich aus dem Basosphenoid und teilweise aus dem Basookzipitale, das aus parachordalen Knorpelzentren und den ersten vier okzipitalen Sklerotomen entsteht.

Bei Geburt ist das Os sphenoidale aus drei Anteilen zusammengesetzt, einem zentralen Segment aus Corpus und Alae minores und zwei lateralen Segmenten

bestehend aus Ala major und Processus pterygoideus. Nicht ossifizierte Knorpelanteile lassen sich im Corpus sphenoidale nachweisen. Im Verlauf des ersten postnatalen Jahres verschmelzen Alae majores mit dem Corpus sphenoidale um den Canalis nervi pterygoidei (Vidiani), die Alae minores weiten sich über die vordere Hälfte des Corpus aus und bilden ein Joch, das das Planum sphenoidale formt.

Prae- und Basosphenoid bleiben durch eine Knorpelfuge, Synchronosis intersphenoidalis, getrennt. Die Verschmelzung zum einheitlichen knöchernen Keilbeinkörper beginnt bereits pränatal (Madeline et al. 1995; Naidich et al. 1991 und 1996).

In der Neonatalperiode enthalten Corpus sphenoidale und Clivus primär rotes Knochenmark, in den ersten Lebensjahren wird dieses durch Fettmark ersetzt.

Die Pneumatisation des Sinus sphenoidalis beginnt mit der Invagination von Nasenschleimhaut in die paarigen Conchae sphenoidales (Ossicula Bertini). Dieser Prozess beginnt bei Geburt und ist im Regelfall bis zum 14. Lebensjahr abgeschlossen (Moore et al. 1996).

Osteologie:

Das Os sphenoidale besteht aus einem unpaaren Mittelstück und drei paarigen Fortsätzen. Im einzelnen sind dies: Keilbeinkörper (Corpus ossis sphenoidalis), kleiner Keilbeinflügel (Ala minor), großer Keilbeinflügel (Ala major) und Flügelfortsatz (Processus pterygoideus).

Das zentrale Corpus sphenoidale ist würfelförmig. Weiter anterior erstreckt sich das flache Planum sphenoidale von der Lamina cribriformis des Ethmoids bis hin zum Boden der vorderen Schädelgrube. Nach lateral bildet es das Dach des Canalis opticus und vereinigt sich mit dem Processus clinoides anterior. Das Tuberculum sellae liegt dorsal von der Fossa hypophysialis oder Sella turcica mit der Hypophyse (Vidic 1968).

Topographie:

Die lateralen Anteile des Corpus sphenoidale werden von den Sinus cavernosi bedeckt. An beiden Seiten des Keilbeinkörpers verläuft der S-förmige Sulcus caroticus für den intrakraniellen Teil der A. carotis interna. Die beiden Arterien liegen der seitlichen Wand des Sinus sphenoidalis direkt an. Die Processus pterygoidei wachsen aus den anterolateralen Teilen des Corpus sphenoidale an der Verbindungsstelle mit der Ala major heraus.

Der große Flügel entspringt paarig vom hinteren Teil des Corpus sphenoidale, dehnt sich von beiden Seiten des Corpus nach superior und lateral aus und bildet einen Teil der mittleren Schädelgrube, der Orbita sowie der Fossae temporalis, infratemporalis und pterygopalatina. Der Wurzelabschnitt wird vorn vom Foramen rotundum (N. V2) und hinten vom Foramen ovale (N. V3) durchbohrt. Die innere Facies cerebralis läuft nach hinten-lateral in der Spina ossis sphenoidalis aus. Dicht vor der Spina, lateral des Foramen ovale, liegt das Foramen spinosum (Durchtritt der A. meningea media).

Der große Keilbeinflügel ist über die Sutura sphenofrontalis mit dem Stirnbein, über die Sutura sphenoparietalis mit dem Scheitelbein, über die Sutura sphenosquamosa mit der Squama des Schläfenbeins und über die Fissura sphenopetrosa mit der Schläfenbeinpyramide verbunden. Der posterolaterale Rand des Ala major berührt die Pars petrosa des Os temporale an der Synchronosis sphenopetrosa (Starck 1992; Laine et al. 1990).

Der posteromediale Rand bildet die Vorderkante des Foramen lacerum und enthält den Canalis nervi pterygoidei an der Basis des Processus pterygoideus. Nach medial begrenzt das freie Ende der Facies orbitalis der Ala major die Fissura orbitalis superior, nach kaudal umrandet der Unterrand die Fissura orbitalis inferior.

Die Alae minores sind dreieckige Knochenteile, die sich lateral des Planum sphenoidale erstrecken und den hinteren Boden der vorderen Schädelgrube bilden.

Medial erreichen sie das Corpus sphenoidale mit zwei Wurzeln, die den Canalis opticus begrenzen. Zwischen den Alae major und minor bleibt die Fissura orbitalis superior ausgespart (Durchtritt der Nn. III, IV, V1, VI und der V. ophthalmica superior).

Der Flügelfortsatz spaltet sich in die Lamina lateralis und medialis, die durch die Fossa pterygoidea getrennt werden (Henle 1855; Fawcett 1905).

Die Lamina lateralis bildet die mediale Wand der Fossa infratemporalis und ist Ursprung der Mm. pterygoidei lateralis et medialis. Die anteriore Kante der Lamina lateralis ist die hintere Begrenzung der Fissura pterygomaxillaris. Die Lamina lateralis endet unten abgerundet, ihr hinterer Rand bildet oft mehrere Zacken (Civinini 1839; v. Brunn 1891 ; Grosse 1893, Lang und Baumeister 1982 und 1984, Lang und Hetterich 1983).

II.1.2. Os temporale

Entwicklung:

Die knorpelig präformierte Labyrinthkapsel verknöchert von mehreren Punkten aus und wird dann als Felsenbein bezeichnet. Ihr schließt sich früh das obere Ende des Zungenbeinbogens an, das als Ersatzknochen viszeraler Herkunft ossifiziert und zum Processus styloideus wird (Starck 1992). Mit diesem Ersatzknochen vereinigen sich zwei Deckknochen.

Die Pars squamosa entsteht als Deckknochen in der Schädelseitenwand. Ihr rostral gerichteter Fortsatz beteiligt sich an der Bildung des Jochbogens und trägt die Kiefergelenkpfanne. Die Pars tympanica ist ursprünglich ein Deckknochen des primären Unterkiefers (Meckel'scher Knorpel). Sie umfasst den äußeren Gehörgang und einen Teil der Cavitas tympanica von unten und ermöglicht so die Bildung einer von Knochen umschlossenen Mittelohrkapsel.

Osteologie:

Das Schläfenbein ist an der gleichzeitigen Bildung der Basis und Seitenwand des Schädels beteiligt. Es umschließt Innenohr, Mittelohr sowie Teile des äußeren Gehörgangs und umhüllt zahlreiche Gefäße und Nerven.

Man unterscheidet: das Felsenbein (Pars petrosa), den Paukenteil (Pars tympanica), der Boden sowie Vorder- und Hinterwand der Paukenhöhle und des knöchernen äußeren Gehörgangs formt und die Schläfenbeinschuppe (Pars squamosa), die zwischen Os sphenoidale und Os occipitale die Schädelseitenwand bildet und an der basalen Fläche mit dem Gelenkkopf des Unterkiefers artikuliert.

Topographie:

Die Pars petrosa erreicht zwischen Pars squamosa und Os occipitale die freie Außenfläche des Schädels und formt hinter dem äußeren Gehörgang den Processus mastoideus. Der Processus mastoideus (Mastoid) grenzt an das Scheitelbein (Sutura parietomastoidea) und an das Hinterhauptbein (Sutura occipitomastoidea), wird von der Paukenhöhle (Cavitas tympanica) aus pneumatisiert und enthält die Cellulae mastoideae. Das Mastoid dient als Ansatzstelle für Nacken und Halsmuskeln (Williams et al. 1989).

Der mediale Teil der Pars petrosa bildet zusammen mit der Pars tympanica und dem Processus styloideus die Schläfenbeinpyramide. Pyramidenspitze und Hinterrand der Ala major ossis sphenoidalis begrenzen das Foramen lacerum, das sich nach lateral in die Fissura sphenopetrosa fortsetzt und durch Faserknorpel verschlossen ist.

Über den Fazialiskanal tritt der N. petrosus major am Hiatus canalis nervi petrosi majoris durch die Vorderwand des Felsenbeins und zieht zum Foramen lacerum. Parallel dazu verläuft der N. petrosus minor (aus N. IX) in seiner Knochenrinne.

Über die Synchronosis petrooccipitalis entsteht eine Verbindung mit der Pars basilaris des Occiput (Madeline et al. 1995). In dieser Knorpelfuge bleibt die Incisura jugularis ausgespart, die zusammen mit der Inzisur des Os occipitale das Foramen jugulare begrenzt.

An der hinteren Fläche der Pyramide beginnt der innere Gehörgang (Meatus acusticus internus) mit dem Porus acusticus internus, durch den die Nn. facialis und vestibulocochlearis sowie die Vasa labyrinthi treten.

Die untere Pyramidenfläche ist Teil der äußeren Schädelbasis. Sie bildet den Boden der Paukenhöhle und des Canalis musculotubarius. In der Mitte der Facies inferior beginnt der Canalis caroticus. Hinter der äußeren Öffnung des Canalis caroticus liegt die Fossa jugularis. Seitlich dieser Fossa geht der Processus styloideus mit der Pyramidenbasis hervor.

Zwischen Processus mastoideus und Processus styloideus mündet der Facialiskanal mit dem Foramen stylomastoideum. Die Pars tympanica bildet mit ihrem Unterrand die Vagina processus styloidei und scheidet die Wurzel des Griffelfortsatzes ein. Nach medial vereinigen sich Pars tympanica und Pars petrosa zum Boden der Paukenhöhle.

Zwischen Pars squamosa und Pars tympanica entstehen zwei Spalten, die Fissura petrosquamosa und davor die Fissura petrotympanica, in der die Chorda tympani aus der Paukenhöhle zur äußeren Schädelbasis verläuft (Leonhardt et al. 1992).

Die Pars squamosa grenzt an die Ala major des Os sphenoidale (Sutura sphenosquamosa) und an das Os parietale (Sutura squamosa). Die Außenfläche, Facies temporalis, bildet den größten Teil des Ursprungsfeldes des M. temporalis.

Das Schläfenbein enthält verschiedene Binnenräume. Das Labyrinthorgan ist in der Pars petrosa eingeschlossen. Sekundär entsteht das Raumsystem des Mittelohrs (Paukenhöhle und Tube). Des weiteren liegen in der Pars petrosa der Canalis caroticus für die A. carotis interna und den Plexus caroticus internus sowie der Canalis facialis (Frick et al. 1992).

Weitere Kanäle sind der Canalis musculotubarius für M. tensor tympani und für die Ohrtrompete, der Canaliculus tympanicus für N. tympanicus und A. tympanica, der Canaliculus chordae tympani für die Chorda tympani und die A. tympanica posterior, der Canaliculus mastoideus für den Ramus auricularis N. vagi, der Aquaeductus vestibuli für den Ductus endolymphaticus sowie der Canaliculus cochleae für den Aquaeductus cochleae.

II.2. Material und Methoden

Für Messungen standen 83 menschliche Schädel des Anatomischen Instituts der Humboldt-Universität Berlin zur Verfügung. Da die Schädel teilweise beidseitig vermessen wurden, erhielten wir 97 Messwerte.

Die knöchernen Landmarken und Begrenzungen für die Fossa infratemporalis: die Lamina lateralis des Processus pterygoideus, die Spina ossis sphenoidalis und der Processus mastoideus ; letzterer war wegen seiner gleichförmigen Gestalt als Landmarke besonders geeignet (Abb. 1).

Die Fläche A1 wird vom Processus mastoideus dorsal und Processus pterygoideus mit der Lamina lateralis rostral sowie von einer Geraden durch die Basis der Spina ossis sphenoidalis parallel zur Frankfurter Horizontalen und einer weiteren Parallelen zur Frankfurter Horizontalen auf Höhe der Mastoidspitze bzw. der Spitze des Processus pterygoideus kranial bzw. kaudal begrenzt. Diese Fläche entspricht der bei einem lateralen Zugang maximal zur Verfügung stehenden Zugangswerte bzw. der Weite des Zugangstors zu den Spatia para- et retropharyngeum (Abb. 2).

Anhand des mitfotografierten Millimeter-Maßstabes konnten neben den Distanzen der einzelnen knöchernen Landmarken auch die Flächeninhalte berechnet werden.

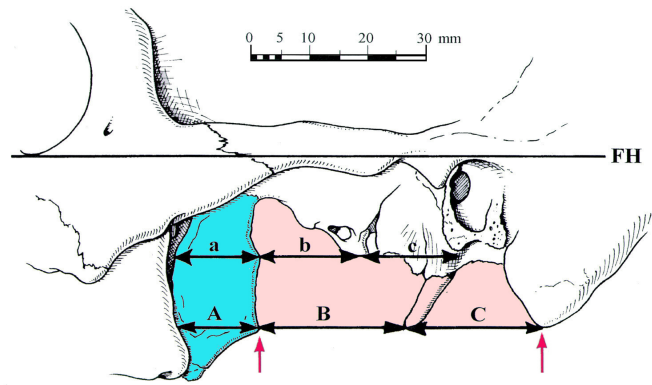


Abb 1: Linkseitige Fossa infratemporalis mit ihren knöchernen Landmarken und den entsprechenden Distanzen zur Bestimmung der Weite des Zugangstores zu den Spatia para- et retropharyngeum.

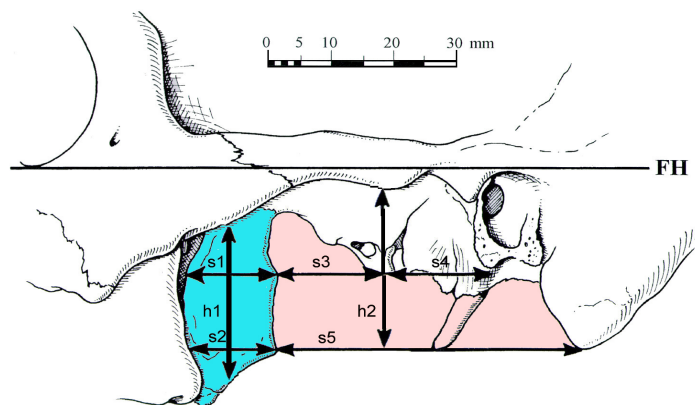


Abb. 2: Linkseitige Fossa infratemporalis mit pfeilmarkierten knöchernen Landmarken für die Bestimmung der Weite des Tores für den lateralen Zugang zu den Spatia para- et retropharyngeum (A1 rosa bzw. hellgrau) und der Fläche der Lamina lateralis (A2 blau bzw. dunkelgrau); Frankfurter Horizontale (FH)

Um die Größe der Lamina lateralis des Processus pterygoideus zu bestimmen, wird die Lamina als Rechteck betrachtet, von dem die mittlere Höhe und Breite mit Hilfe einer Schublehre ausgemessen werden.

Schließlich wird eine Korrelation zwischen dem Gewicht des Schädels und der Fläche der Lamina lateralis hergestellt.

Um die Entfernung und Abstände der Punkte bestimmen zu können, fotografierten wir die einzelnen Schädel von lateral nach einem standardisierten Schema im jeweils selben Abstand zur Fotoquelle. Der Abstand zwischen Linse und Schädel betrug 65 cm, zwischen Film und Schädel 75 cm. Zusätzlich wurden vier Lichtquellen jeweils in einer Ecke plazierte. Dabei wurde ein Maßstab in Form eines Millimeterlineals mitfotografiert. So konnten die einzelnen Strecken auf den Aufnahmen mit Hilfe eines Zirkels am Millimeterlineal abgelesen werden.

Aufgrund der ausgeprägten Variabilität des Processus styloideus (z.B. ein langer und gebogener Processus styloideus, Abb 3) und da das Kontrastprogramm nur zusammenhängende Flächen erfasst und berechnet, war der Processus styloideus als Eckpunkt bzw. als Landmarke oder begrenzende Markierung nicht geeignet und wurde aus dem Bild genommen.

Zur Bestimmung der Flächengrößen wurden auf den zuvor „eingescannten“ Fotografien von der seitlichen Schädelbasis die pfeilmarkierten knöchernen Landmarken computergestützt „abgetastet“ und am Computer berechnet. Mit Hilfe von speziellen Grafik- und Kontrastprogrammen konnten die Flächen in Quadratzentimeter bis zur vierten Dezimalstelle angegeben werden. Der jeweilige Umrechnungsfaktor von Bildgröße am Computer zur reellen Größe am Schädel wurde vom Programm errechnet.

Zur Präparation gelangten ferner 68 Kopfhälften aus dem Präpariersaal des Instituts für Anatomie und Zellbiologie der Universität Würzburg der Jahre 1996-1998. Studierende der Zahnmedizin hatten hier zunächst die oberflächlichen, dann die tiefen Schichten der Regio faciei lateralis freigelegt. Um die für diese Arbeit gestellten Fragen beantworten zu können, wurde die tiefe seitliche Gesichtsregion sorgfältig weiterpräpariert und die Übergangsstrukturen zwischen der Fossa infratemporalis und dem Spatium parapharyngicum dargestellt. Dazu wurden die beiden Bäuche des M. pterygoideus lateralis weitgehend entfernt und insbesondere auf das Vorkommen eines AOPS, eines Lig. und/oder M. pterygospinosus geachtet. Das Verzweigungsmuster des N. mandibularis wurde berücksichtigt. Zusätzlich wurde an drei fetalen Köpfen die gleiche Präparation durchgeführt. Zudem wurden zwei fetale Köpfe von *Macaca fuscata* aus der Zoologischen Staatssammlung in München präpariert.

Zur Verfügung standen weiter 22 gut erhaltene Schädel von *Macaca fuscata Japonica* und 20 Schädel von *Papio cynocephalus* aus der Zoologischen Staatssammlung in München. Deren Schädel wurden mit Hilfe einer elektronischen Waage mit einer Messgenauigkeit von 0,5 Gramm gewogen.

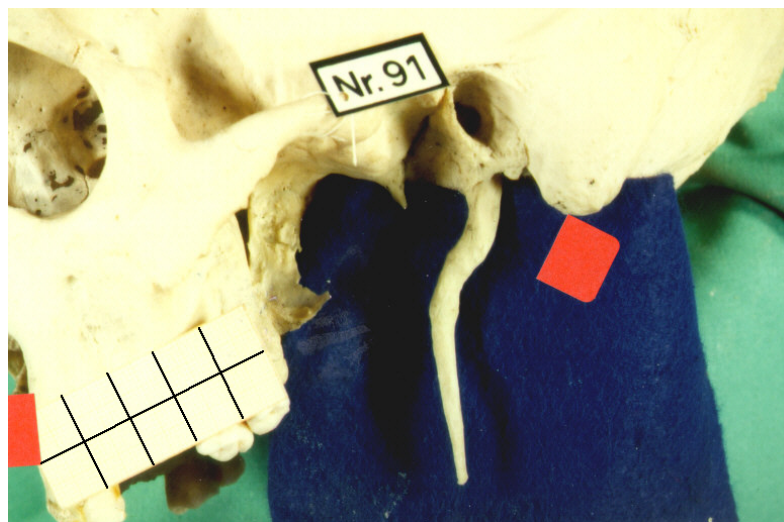


Abb. 3: Beispiel für einen sehr langen, in sich geknickten Processus styloideus

Alle an menschlichen Schädeln und Präparaten sowie an Affenschädeln gewonnenen Befunde wurden mit einer Nikon-Kamera mit Nikkor-Linse und Kodak-Filmen Ektachrom (ASA 100) dokumentiert.

II.3. Die Landmarken des infratemporalen Zuganges (Processus pterygoideus, Spina ossis sphenoidalis, Processus styloideus et mastoideus und Arcus osseus pterygospinosus) an mazerierten Schädeln

II.3.1. Ergebnisse

Die Abbildungen 4.1 bis 4.7 enthalten die an den Schädeln erhobenen Meßwerte zwischen den knöchernen Landmarken der Fossa infratemporalis.

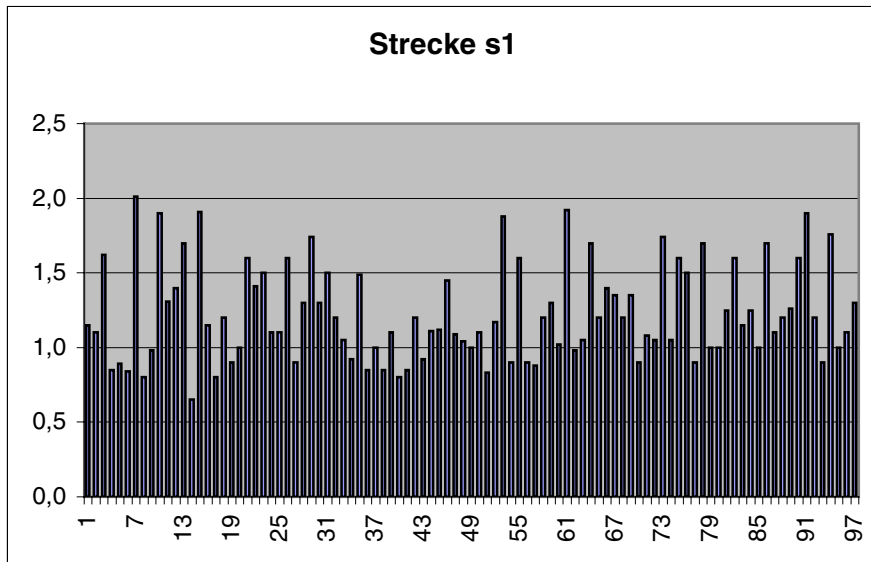


Abb. 4.1. : Obere Breite der Lamina lateralis (X-Achse Schädel-Nr.;Y-Achse s1 in cm); Anzahl (n) = 97; s1(min): 0,65cm; s1(max): 2,01cm; Mittelwert: 1,23cm

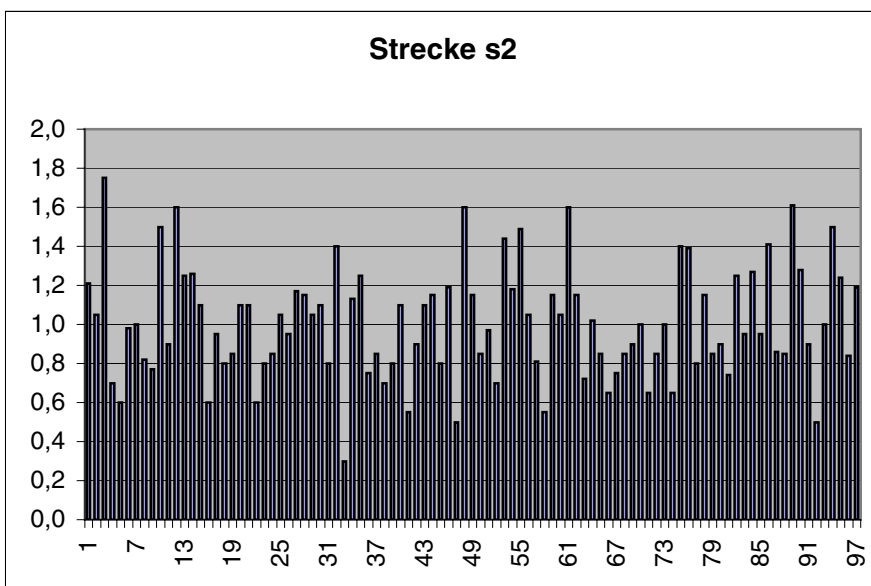


Abb. 4.2. : Untere Breite der Lamina lateralis (X-Achse Schädel-Nr.;Y-Achse s2 in cm); N = 97; s2(min) 0,30cm; s2(max) 1,75cm; Mittelwert 1,00 cm

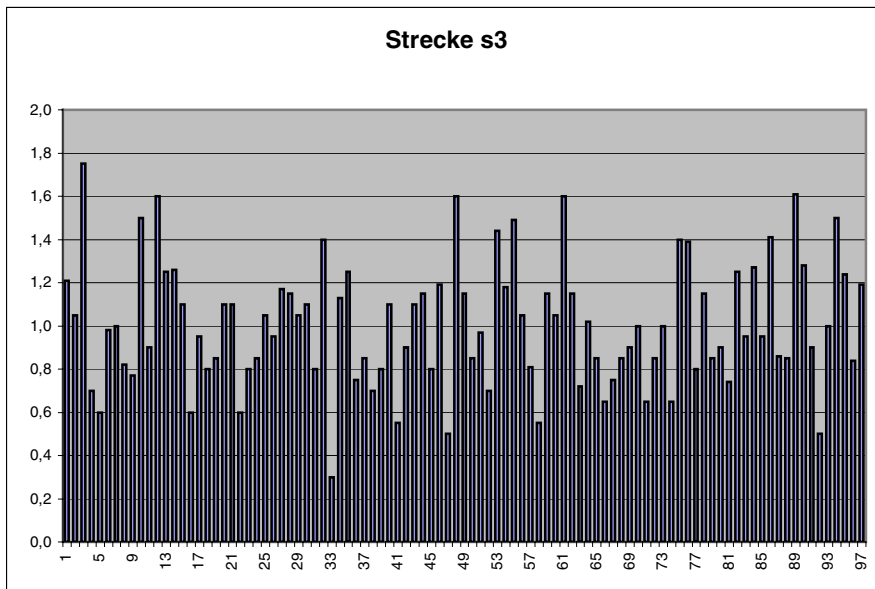


Abb. 4.3.: Abstand der Lamina lateralis zur Spina (s3 in cm);
 N = 97; s3(min) 0,48cm; s3(max) 2,90cm; Mittelwert 1,31 cm

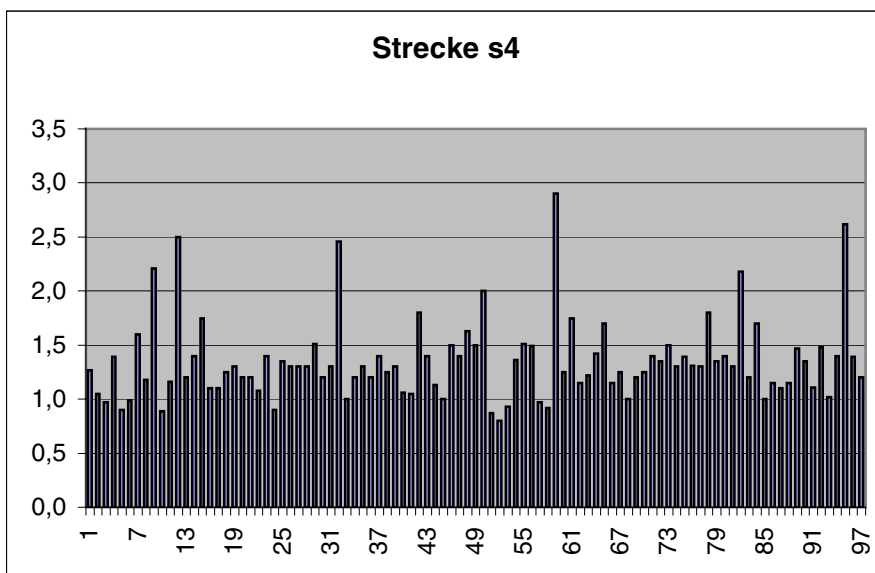


Abb. 4.4.: Abstand der Spina zur Styloidbasis (s4 in cm);
 N = 97; s4 (min) 0,80cm; s4(max) 2,90cm; Mittelwert: 1,35 cm

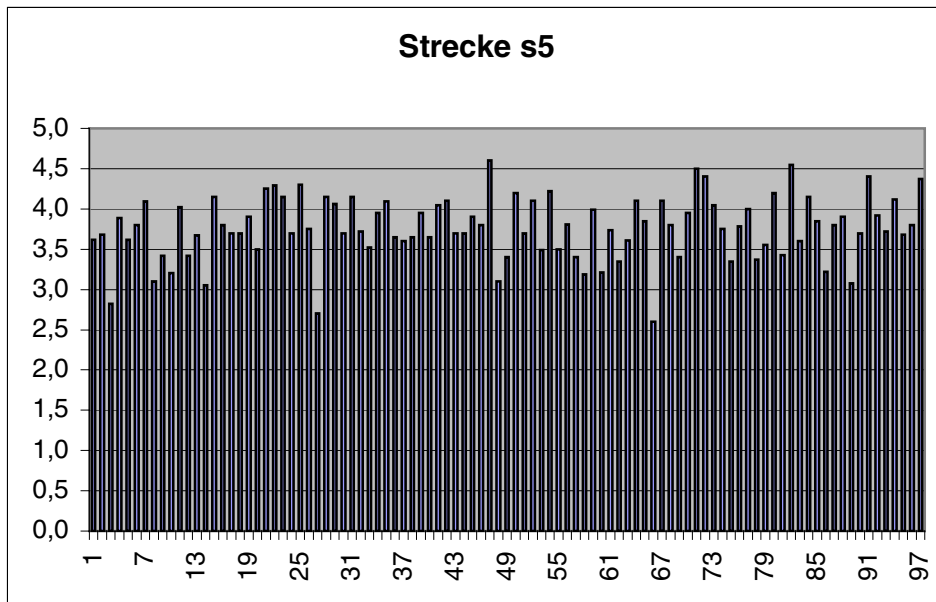


Abb. 4.5.: Abstand der Lamina lateralis zur Mastoidspitze (s5 in cm);
 N = 97; s5(min) 2,60cm; s5(max) 4,60cm; Mittelwert 3,76 cm

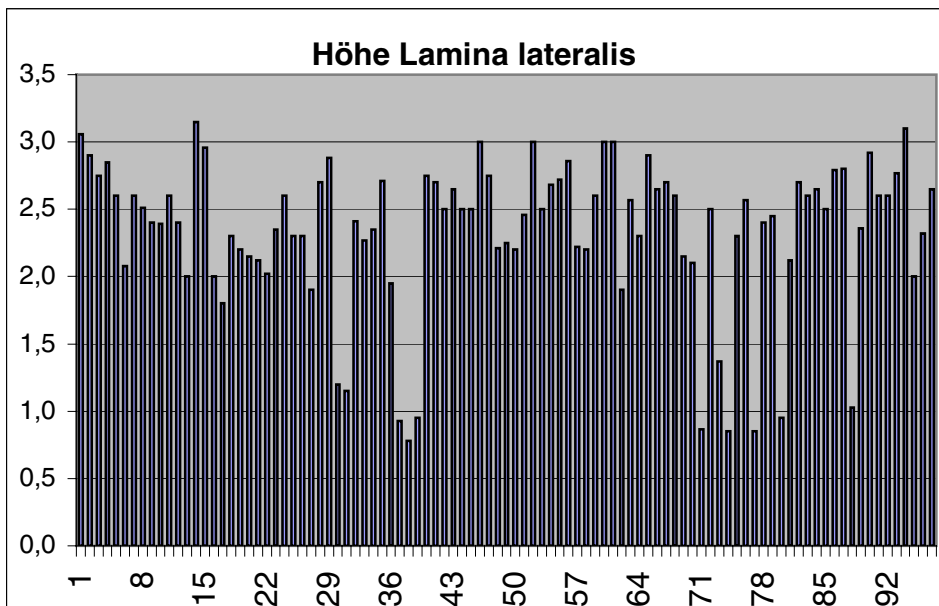


Abb. 4.6.: Höhe (h1) der Lamina lateralis in cm;
 N = 97; h1(min) 0,85cm; h1(max) 3,15cm; Mittelwert 2,33 cm

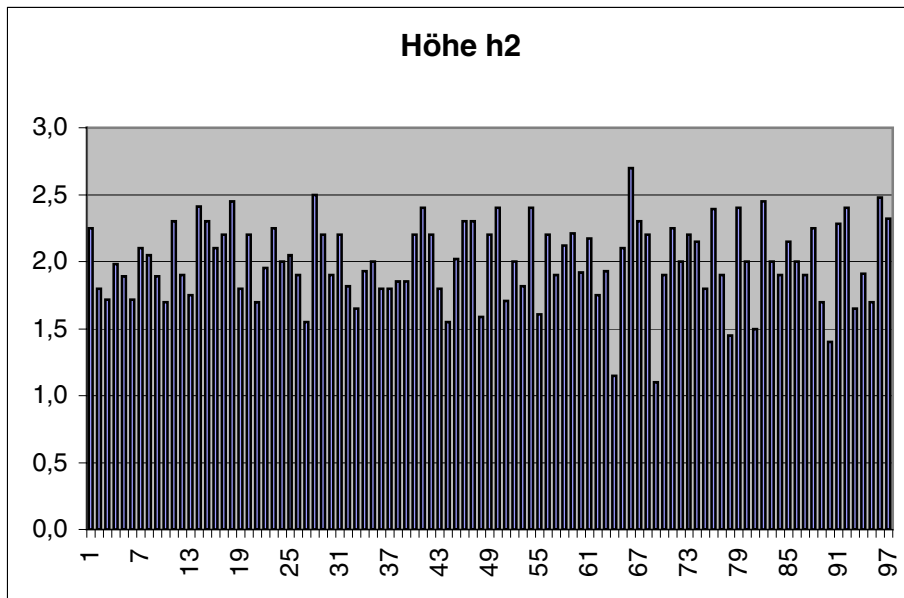


Abb. 4.7.: Höhe (h2) in cm zwischen s5 und Tuberculum articulare;
 N = 97; h2(min) 1,15cm; h2(max) 2,70cm; Mittelwert 2,00 cm

Unsere knöchernen Landmarken waren hinsichtlich ihrer Form, Größe, Breite und Höhe sehr variabel.

Eine prominente Spina ossis sphenoidalis war in 97,59% der Fälle vorhanden; in einer geringen Zahl der Fälle fand sich eine flache Spina. In 3,61% der Fälle war die Spina erheblich verbreitert und selbst von einer Öffnung durchsetzt (Abb. 5 und 6)

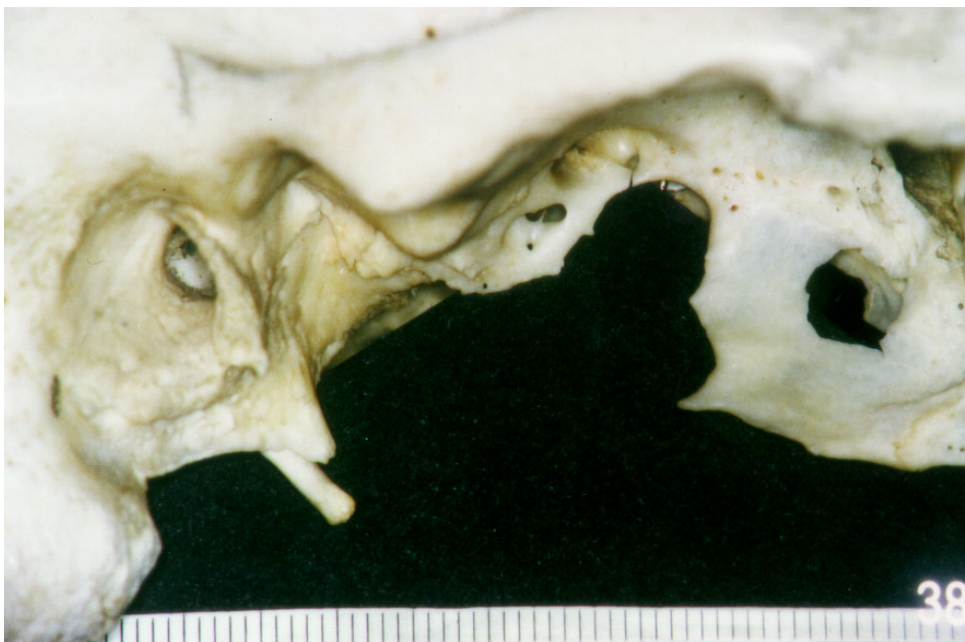


Abb. 5: Rechte Fossa infratemporalis mit breiter Spina ossis sphenoidalis mit Lochbildung



Abb. 6: Rechte Fossa infratemporalis mit hoher und breiter Spina ossis sphenoidalis; Stecknadelmarkierung einer queren Öffnung in der Spina; Verbreiterung der Vagina des Processus styloideus.

Mehr als die Hälfte der untersuchten Schädel hatten eine breite und prominente Spina ossis sphenoidalis. In einigen Fällen ging die Spina ossis sphenoidalis ohne Grenze in die Vagina des Processus styloideus über und war nicht sonderlich prominent (Abb. 5). War die Vagina des Processus styloideus höher als die eigentliche (kleine) Spina ossis sphenoidalis (zwei Fälle)., so nannten wir dies eine „Pseudospina“. In zwei weiteren Fällen war keine Spina vorhanden. Starke Form- und Größenschwankungen zeigte die Lamina lateralis des Processus pterygoideus: in etwa einem Drittel der untersuchten Fälle war die Lamina schmal, in einem weiteren Drittel relativ breit. An ihren dorsalen Rand waren vereinzelt eine oder auch zwei dornartige Zacken erkennbar (Abb. 5-7).

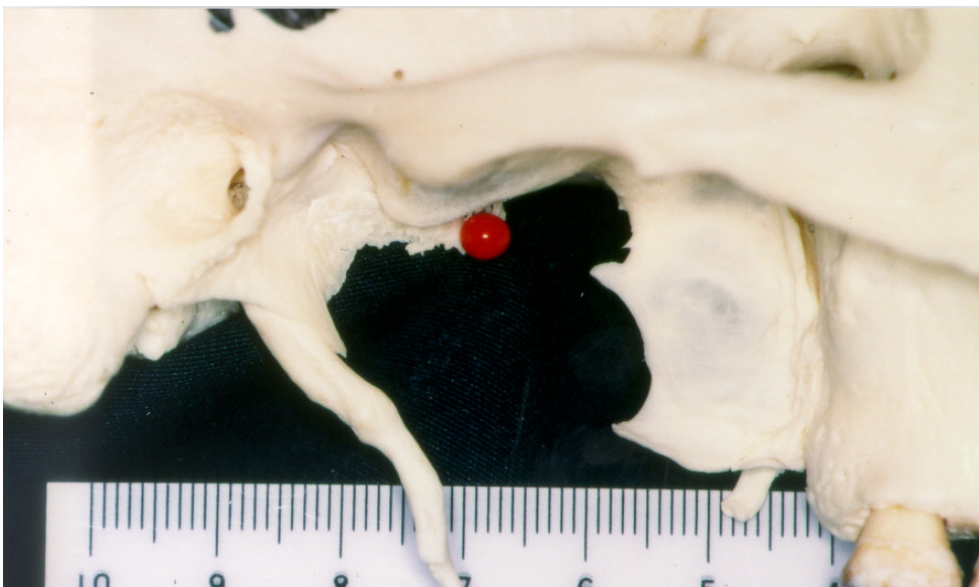


Abb. 7: Rechte Fossa infratemporalis: die Lamina lateralis des Processus pterygoideus zeigt an ihrem dorsalen Rand eine kräftige obere und eine untere Spina.

Arcus osseus pterygospinosus (AOPS) und Foramen pterygospinosum

In einigen Fällen war die kraniale der dorsalen Spinae der Lamina lateralis kräftig entwickelt und bildete zusammen mit der Spina ossis sphenoidalis eine inkomplette (Abb. 8, 14, 15) oder eine komplette knöcherne Verbindung zur Spina ossis sphenoidalis, den AOPS (Abb. 9, 12).

Ein AOPS fand sich in 18 von 83 untersuchten Schädeln (21,69%). In fünf Fällen war ein AOPS sogar beidseits vorhanden (6,02% oder 27,78% der Fälle mit AOPS). Eine durch einen AOPS hervorgerufene Lochbildung, ein Foramen pterygospinosum bestand in 8 Fällen (9,64%) ein inkomplettes Foramen pterygospinosum, in 7 Fällen (8,43%) (Abb. 9, 12-15).



Abb. 8: Rechte Fossa infratemporalis: inkomplette Brücke zwischen breiter Spina ossis sphenoidalis und einer dorsalen Zacke der Lamina lateralis des Processus pterygoideus.



Abb. 9: Rechte Fossa infratemporalis: komplette Knochenbrücke zwischen Lamina lateralisprocessus pterygoidei und Spina ossis sphenoidalis: Arcus osseus pterygospinosus (AOPS) und Foramen pterygospinosum

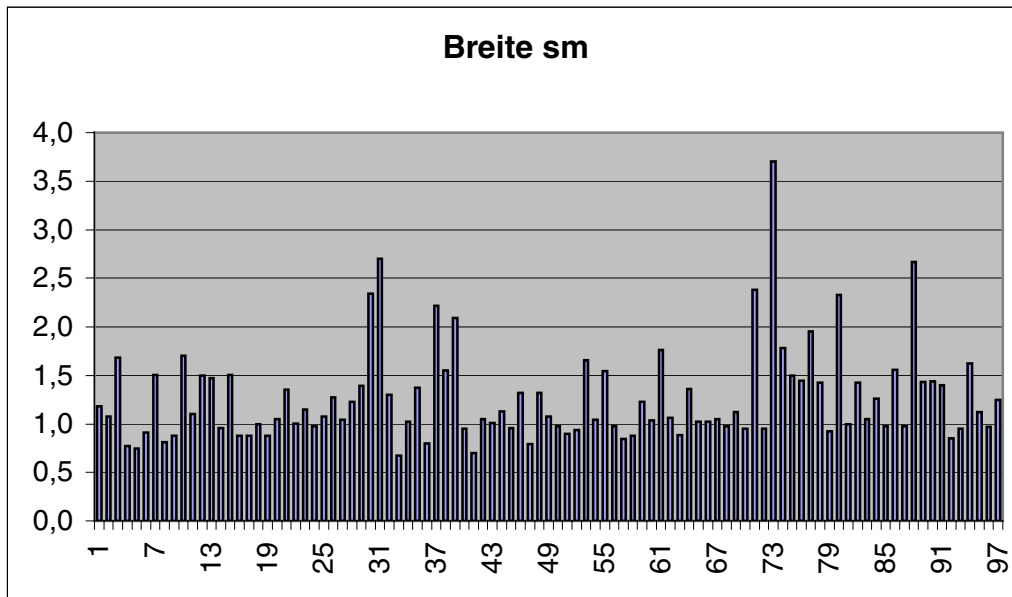


Abb. 10: Mittlere Breite sm ($\frac{1}{2} \times \{s1+s2\}$) der Lamina lateralis in cm (y-Achse);
 N = 97; $sm(\min)$ 0,68cm; $sm(\max)$ 3,70cm; Mittelwert 1,27 cm

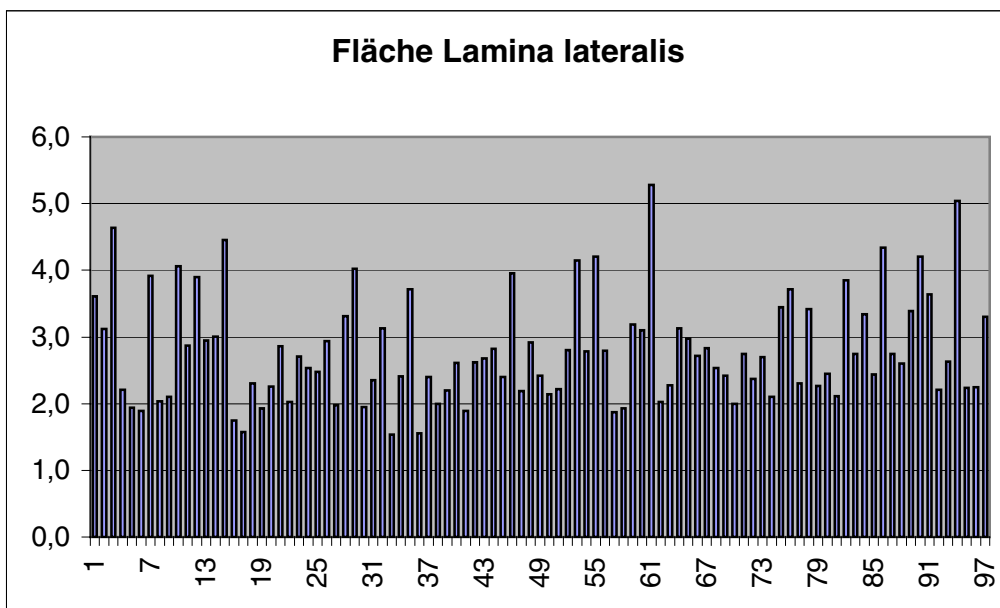


Abb. 11: Größe der Außenfläche der Lamina lateralis (A2) in cm^2 (y-Achse);
 x-Achse: Schädel-Nr.; N = 97; $A2(\min)$ 1,53 cm^2 ; $A2(\max)$ 5,28 cm^2 ;
 Mittelwert 2,79 cm^2

Die Graphiken (Abb. 4.1., 4.2., 4.6., 10 und 11) zeigen die Variabilität der Höhe und Breite sowie die Größe der Außenfläche der Lamina lateralis. sm ist die angenäherte mittlere Breite der Lamina, die sich aus der Summe von kranialer und kaudaler Breite geteilt durch zwei errechnet. $A2$ gibt die angenäherte Fläche der Lamina lateralis an und berechnet sich nach der Formel $A2=sm * h1$. Es wird deutlich, dass eine breite Lamina lateralis die Fläche des lateralen infratemporalen Zugangs zum Spatium parapharyngicum verkleinert.

Die Graphik 1 zeigt den Zusammenhang zwischen der Fläche der Lamina lateralis $A2$ und der Fläche $A1$ (i.e. Breite des Zugangstores). Man erkennt, daß mit zunehmendem Anteil der Fläche $A2$ (blaue bzw. dunkelgraue Fläche) der Anteil der Fläche $A1$ (gelbe bzw. hellgraue Fläche) abnimmt. Dies bedeutet, daß sich die

Variationen der Lamina lateralis auf die Breite des infratemporalen Zugangstores auswirken.



Abb. 12: Rechte Fossa infratemporalis: breite Lamina lateralis mit breiter Spina und breitem AOPS zur Lamina lateralis; unter dem Arcus das Foramen pterygospinosum.



Abb. 13: Linke Fossa infratemporalis: die Spina ossis sphenoidalis ist durch einen AOPS mit der sehr breiten Lamina lateralis verbunden; unter dem Arcus das Foramen pterygospinosum.

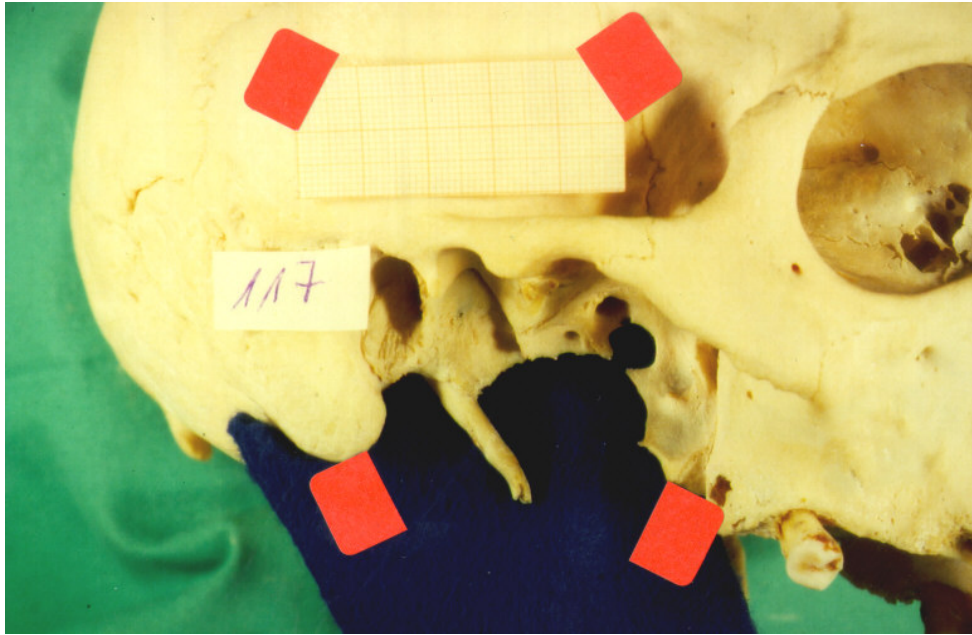


Abb. 14: Rechte Fossa infratemporalis mit inkomplettem AOPS.

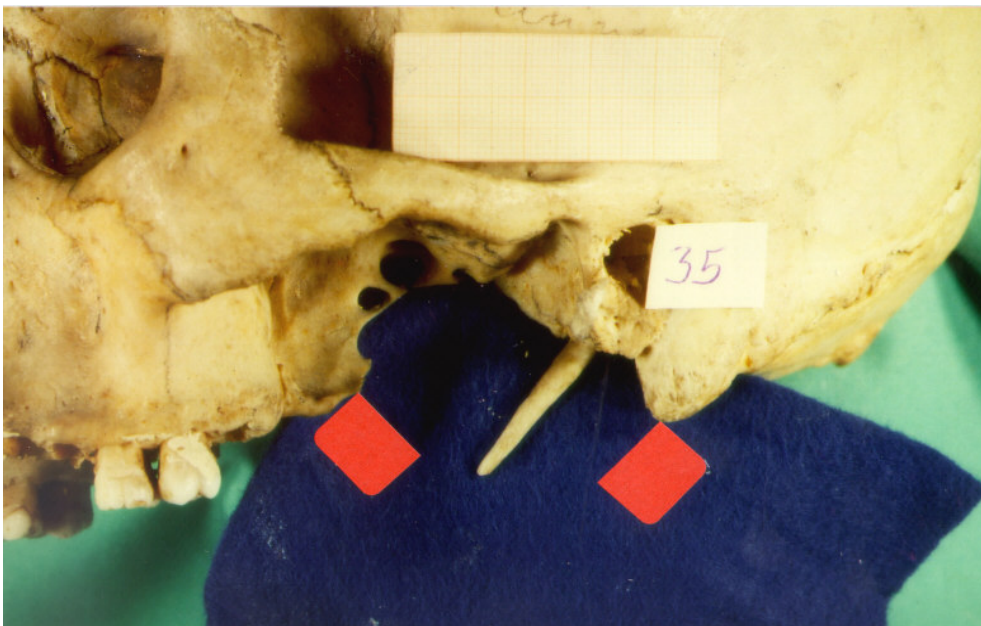


Abb. 15: Linke Fossa infratemporalis: inkompletter AOPS mit angedeutetem Foramen pterygospinosum



Abb. 16: Rechte Fossa infratemporalis mit AOPS und Foramen pterygospinosum (schematische Darstellung nach Rohen/Yokochi)

II.3.2. Diskussion

Die Spina ossis sphenoidalis, der Arcus osseus pterygospinosus (AOPS) und das von diesem überbrückte Foramen pterygospinosum wurden zuerst von Civinini (1829, 1837) beschrieben und als Erweiterung der Ursprungsflächen für Kaumuskeln gedeutet (Abb. 16).

Shaw (1993) beobachtete einen AOPS in 16,1 % der Fälle (in 6,8% beiderseits) und diskutierte einen Zusammenhang mit dem Vorkommen der Trigeminusneuralgie. Nach Peuker et al. (2001) kann durch eine derartige Knochenbrücke der N. lingualis komprimiert werden.

Hyrtl (1862) erwähnte darüber hinaus eine seltene, vom Foramen ovale in frontaler Richtung über die Ala major ziehende Furche bzw. einen von einer Knochenlamelle überbrückten Kanal (Porus), den Porus crotaphitico-buccinatorius für den motorischen Teil des N. trigeminus (Grosse 1893). Im Vergleich zum medialen Foramen pterygospinosum liegt ein Porus crotaphitico-buccinatorius eher lateral.

Hyrtl (1862) und andere Autoren beschrieben das gleichzeitige Vorkommen von Foramen pterygospinosum und Porus crotaphitico-buccinatorius.

Dandy (1934), Choukè (1949, 1951) und Kapur et al. (2000) beschrieben den lateralen Zugang zur Blockade des Ganglion semilunare bei Trigeminusneuralgien.. Die gelegentliche Erfolglosigkeit dieses Vorgehens wurde von Choukè (1949) durch das Vorkommen von knöchernen „pterygospinösen“ Besonderheiten zwischen Processus pterygoideus und der Spina ossis sphenoidalis erklärt.



Abb. 17: Rechte Regio infratemporalis mit (entsprechend der Fläche A1 mit 2,1 cm²) breiter Spina ossis sphenoidalis, hoher Vagina processus styloidei und breiter Lamina lateralis processus pterygoidei und schmalen Zugangstor zum Spatium para- und retropharyngeum.



Abb. 18: Rechte Regio infratemporalis mit breitem Zugangstor (entsprechend der Fläche A1 mit 7,0 cm²) zwischen kleiner Spina ossis sphenoidalis, niedriger Vagina processus styloidei und schmaler Lamina lateralis processus pterygoidei.

II.4. Die Weite des lateralen Zuganges, des "Tores" zwischen den Processus pterygoideus et mastoideus

II.4.1. Ergebnisse

Die unterschiedlich großen Flächen zwischen den Processus pterygoideus und mastoideus entsprechen der großen Vielfalt in der Größe und Ausgestaltung der zuvor angesprochenen knöchernen Landmarken, die den torartigen Zugang zu den Spatia para- und retropharyngicum umrandeten.

Die Tabelle 5 (siehe Anhang) enthält Ergebnisse und Berechnungen sowie den jeweiligen Umrechnungsfaktor.

Der Mittelwert für die Fläche A1 betrug 4,57 cm². Die kleinste errechnete Fläche für das laterale Zugangstor war 2,07 cm² groß, die größte 7,12 cm² (Graphik 2).

Eine hohe und breite oder doppelt angelegte Spina ossis sphenoidalis war in nur wenigen Fällen vorhanden und engte dann aber das Zugangstor erheblich ein. Eine Verkleinerung der Fläche des Zugangstores entstand auch durch das Vorkommen eines AOPS, einer hohen Vagina des Processus styloideus und einer breiten Lamina lateralis des Processus pterygoideus (Abb. 18).

Eine schmale Lamina lateralis processus pterygoidei, eine kleine Spina ossis sphenoidalis und eine niedrige Vagina processus styloidei hat ein weites Zugangstor zu den Spatia para- et retropharyngicum zur Folge (Abb. 19).

II.4.2. Diskussion

Bei der Durchsicht verschiedener Lehrbücher und Atlanten fiel immer wieder das Vorkommen von großflächigen Laminae laterales der Flügelfortsätze sowie der sehr schmale Durchlaß zwischen einer Lamina lateralis und dem Processus styloideus bzw. mastoideus (Rohen und Yokochi 1993). An keiner Stelle jedoch wurden genauere Messungen beschrieben.

Zu dem Problem der Variabilität der Größen und der unterschiedlichen Abstände der knöchernen Landmarken der Fossa infratemporalis und der Weite des knöchernen Zugangstores zu den Spatia para- und retropharyngicum fanden sich in der uns zur Verfügung stehenden Literatur keine Angaben, die an dieser Stelle mit unseren Ergebnissen verglichen bzw. diskutiert werden könnten.

II.5. Arcus osseus pterygospinosus, Lig. pterygospinosum und M. pterygospinosus an Feuchtpräparaten

II.5.1 Ergebnisse

Für die knöchernen, bandartigen oder muskulären Brücken zwischen der Lamina lateralis und der Spina ossis sphenoidalis (Arcus osseus pterygospinosus, Lig. pterygospinosum und M. pterygospinosum) wurde der Begriff „pterygospinöse Strukturen“ gefunden (Abb. 16, 19, 20).

Ligamentum pterygospinosum

Eine straffe bandartige Verbindung zwischen Lamina lateralis des Processus pterygoideus und der Spina ossis sphenoidalis fand sich 19mal oder in 27,9% der untersuchten Feuchtpräparate (Tab. 2, Abb. 19 und 22).

Dieser Strang war in 28% der Fälle schwach ausgeprägt (weniger als 3 mm Breite), in 52% der Fälle mittelgradig (weniger als 5 mm Breite), in 20% der Fälle breit und kräftig ausgebildet. In 1,6% der Fälle fand sich ein kurzes bis 5 mm langes Band, in 3,3% ein bis 8 mm langes und in 95% ein Band, das länger als 8 mm war.

In den meisten der untersuchten Fälle zeigte es sich, dass das Lig. pterygospinosum zum oberen Anteil der zwischen den beiden Kaumuskeln gelegenen Fascia interpterygoidea gehört. Die Fascia interpterygoidea bedeckt dabei die mediale Fläche des M. pterygoideus lateralis und geht in die Faszie des M. pterygoideus medialis über.

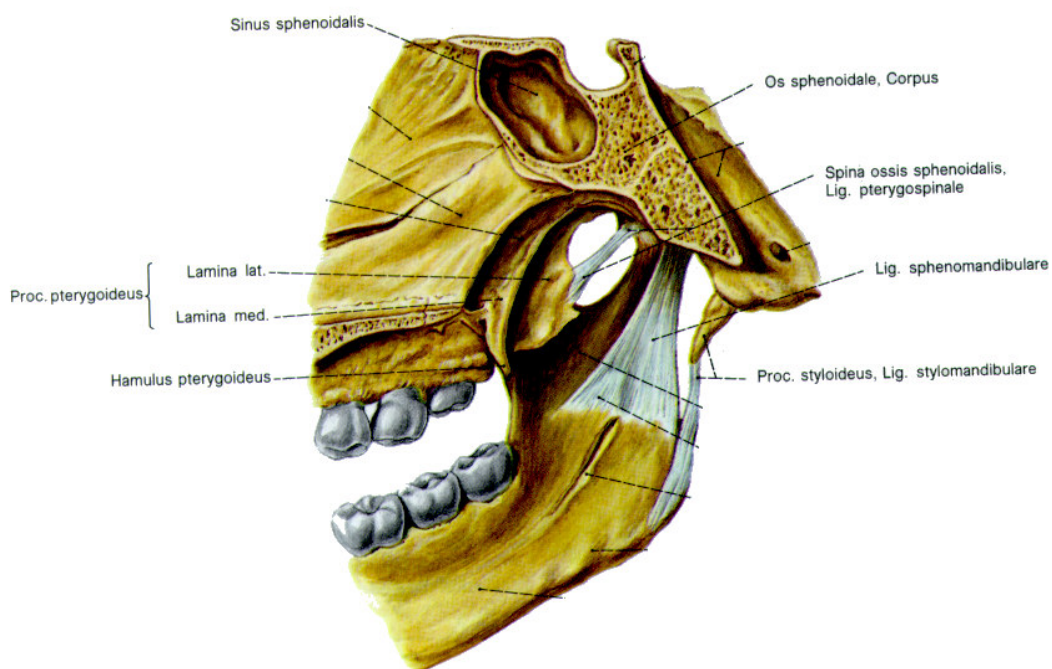


Abb. 19: Rechtsseitige Fossa infratemporalis mit Lig. pterygospinosum (Ansicht von medial; aus Sobotta Bd. 1, 19. Aufl. 1988)

Musculus pterygospinosus

Eine muskuläre Verbindung zwischen dem hinteren Rand der Lamina lateralis des Processus pterygoideus und der Spina ossis sphenoidalis und dem anliegenden Bindegewebe wird M. pterygospinosus genannt (Abb. 20). Er fand sich in 8 von 68 Präparaten bzw. in 11,76% der Fälle (Abb. 21 und 24). In zwei Fällen strahlten Teile dieses akzessorischen Muskels in die medialen bzw. anteromedialen Anteile der Kiefergelenkkapsel und in den Discus articularis des Kiefergelenkes ein (Abb. 25). In zwei Fällen konnte ein Ast des R. pterygoideus bzw. ein direkter Ast aus dem N. mandibularis zum M. pterygospinosus nachgewiesen werden.

Der M. pterygospinosus war unterschiedlich stark ausgebildet: er war von 1,1 cm bis zu 2,75 cm lang und zwischen 0,4 cm bis 1,05 cm breit. Er setzte nicht nur an der Basis der Spina ossis sphenoidalis an (5 Fälle), sondern auch an der Fissura petrotympanica (in ebenfalls 3 Fällen).

Doppelungen

Gelegentlich waren in einer Region zwei pterygospinöse Strukturen auf einmal vorhanden, z.B. fanden sich zweimal gleichzeitig ein Arcus osseus und ein Lig. pterygospinosum (Abb. 23), einmal ein doppelter bzw. zweiköpfiger M. pterygospinosus (Abb. 26), einmal ein Arcus osseus und ein M. pterygospinosus (Abb. 27) und zweimal ein M. pterygospinosus und ein Lig. pterygospinosum (Abb. 28).

In der Tab. 3 sind alle Präparate mit dem Vorkommen eines Lig. pterygospinosum und eines M. pterygospinosus mit den dazugehörigen Meßwerten aufgelistet.

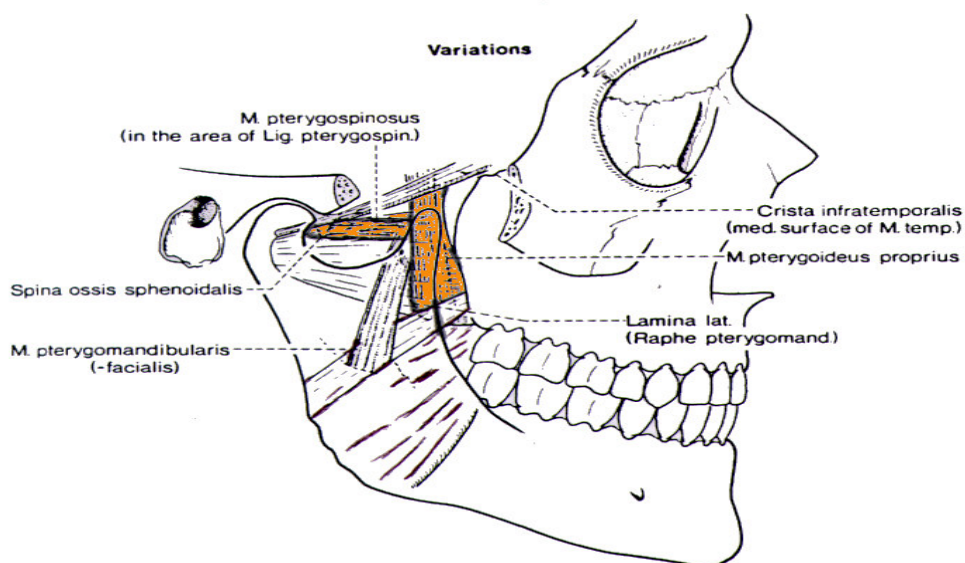


Abb. 20: Akzessorische Muskeln der rechten Regio masticatoria: M. pterygospinosus und M. pterygoideus proprius (aus: Lang, 1995)

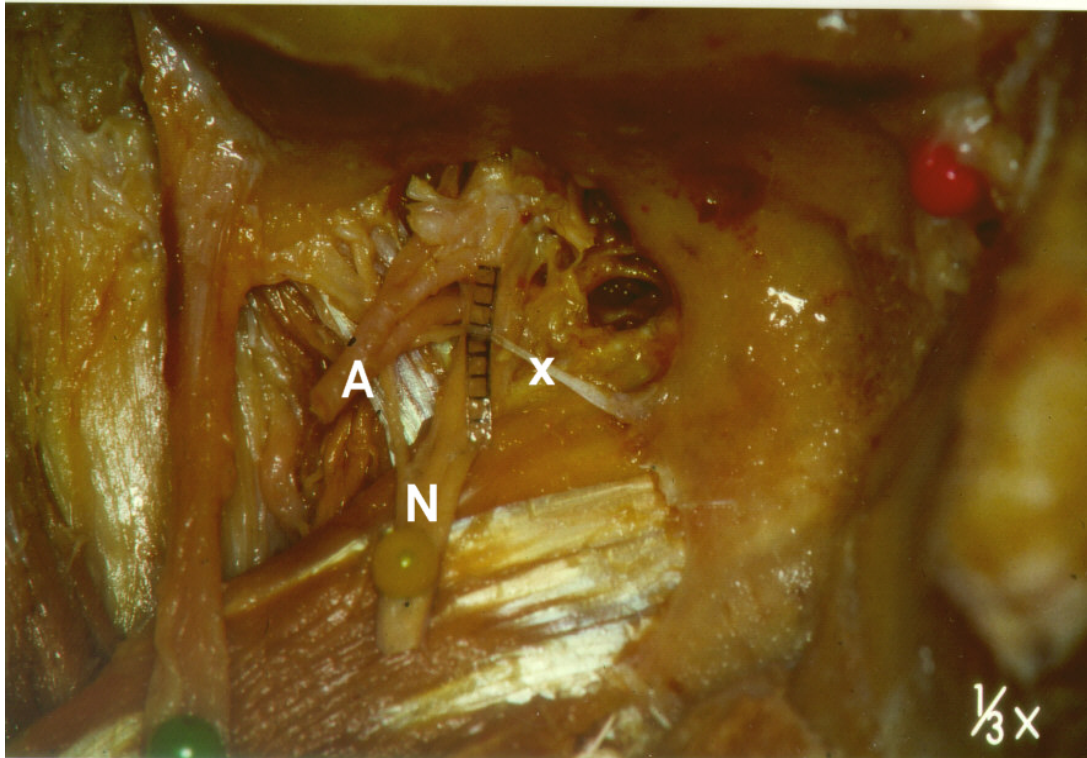


Abb. 21: Rechtsseitige tiefe Fossa infratemporalis mit schmalem Ligamentum pterygospinosum (X); N. lingualis (N) und A. maxillaris (A).

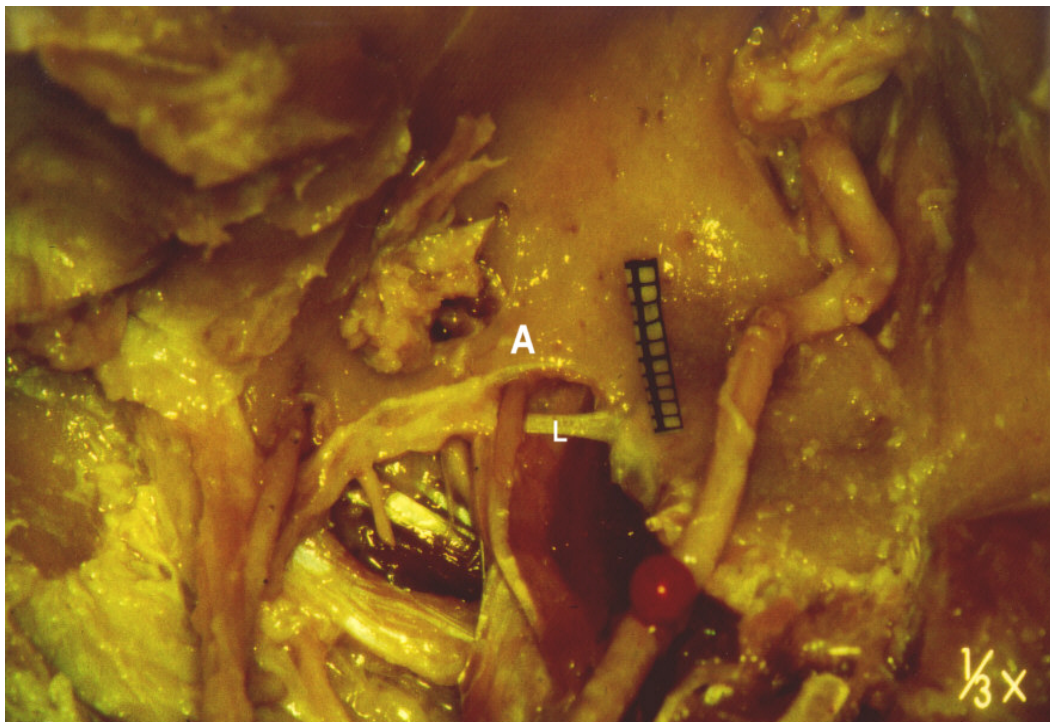


Abb. 22: Rechtsseitige Fossa infratemporalis mit gleichzeitigem Vorkommen eines Lig. pterygospinosum (L) und eines AOPS (A). Die A. maxillaris ist in der rechten Bildhälfte erkennbar.

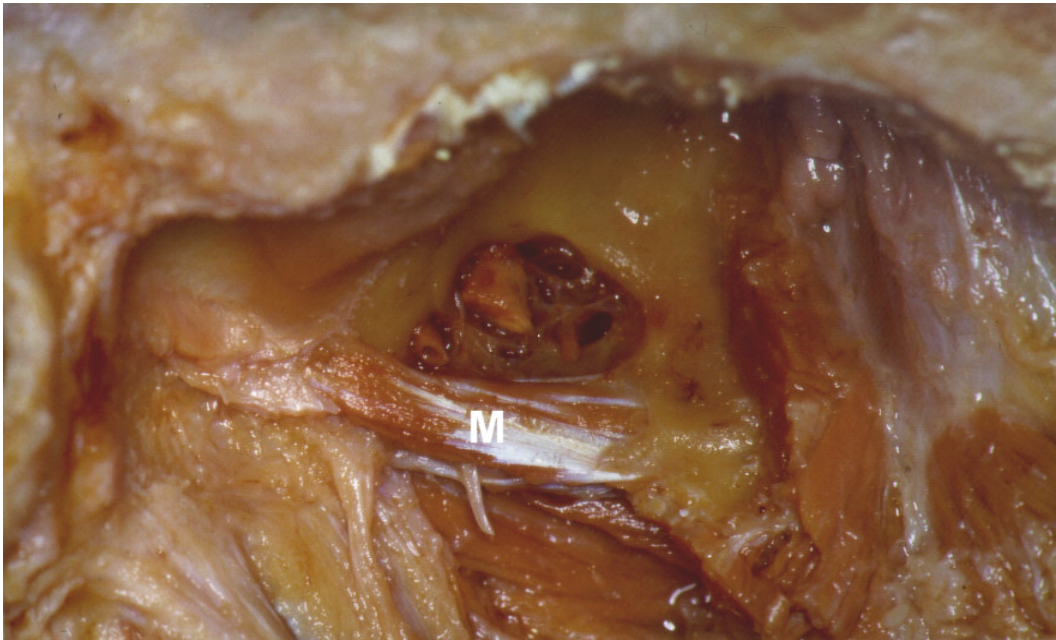


Abb. 23: Rechtsseitige tiefe Fossa infratemporalis mit M. pterygospinosus (M), der auch in die Medialseite der Kapsel des Kiefergelenkes einstrahlt. Der Muskel wird von der Chorda tympani durchsetzt. Der Stumpf des N. mandibularis ist erkennbar, die A. maxillaris wurde entfernt.



Abb. 24: Linksseitige tiefe Fossa infratemporalis mit M. pterygospinosus (m), der – wie der obere Kopf des M. pterygoideus lateralis (M) – an der Gelenkkapsel des Kiefergelenkes bzw. am Discus articularis ansetzt. Der M. pterygoideus lateralis unterkreuzt den N. mandibularis und die A. maxillaris.

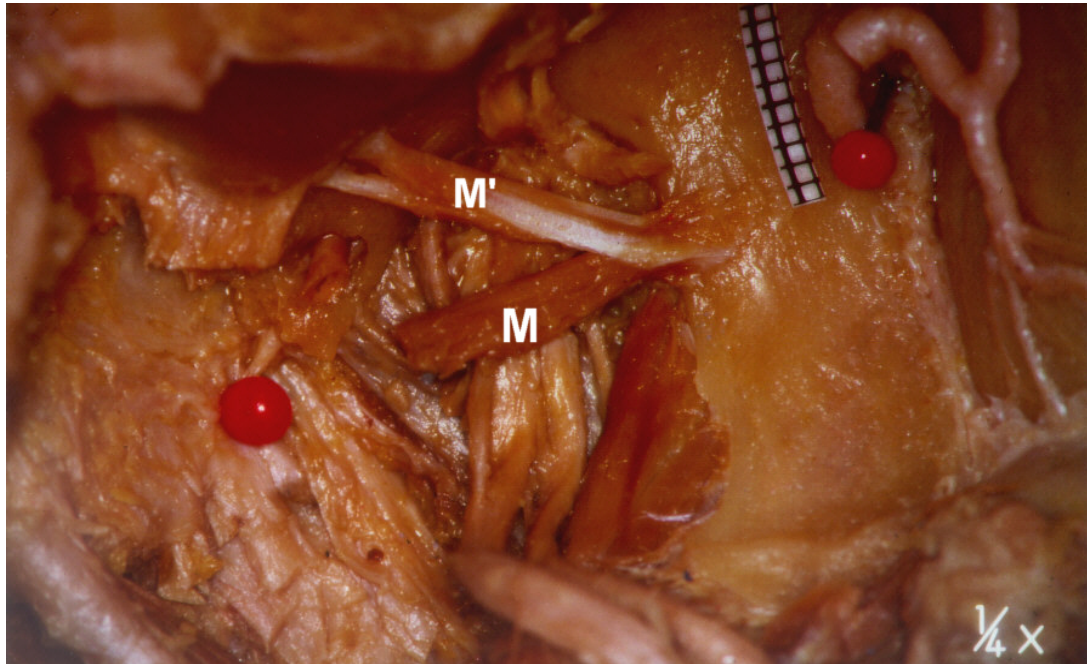


Abb. 25: Rechtsseitige Fossa infratemporalis mit doppeltem M. pterygospinosus (M und M'); in der Tiefe der Fossa Äste des N. mandibularis und die A. meningea media.

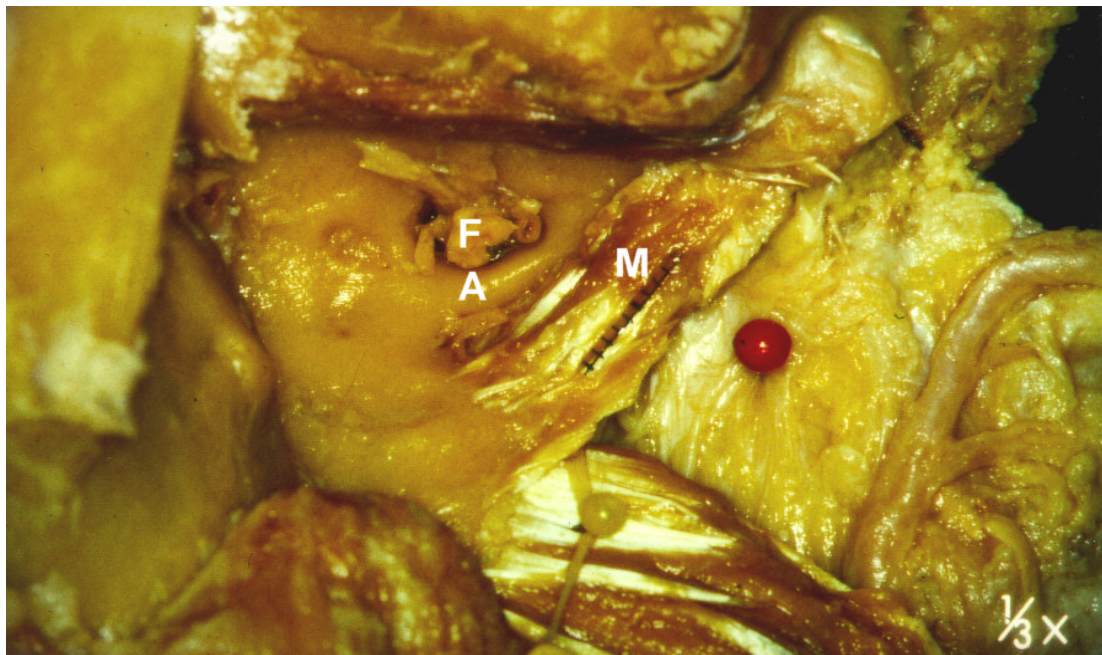


Abb. 26: Linksseitige Fossa infratemporalis mit M. pterygospinosus (M) und AOPS (A); im Foramen pterygospinosum (F) der Stumpf des N. mandibularis.

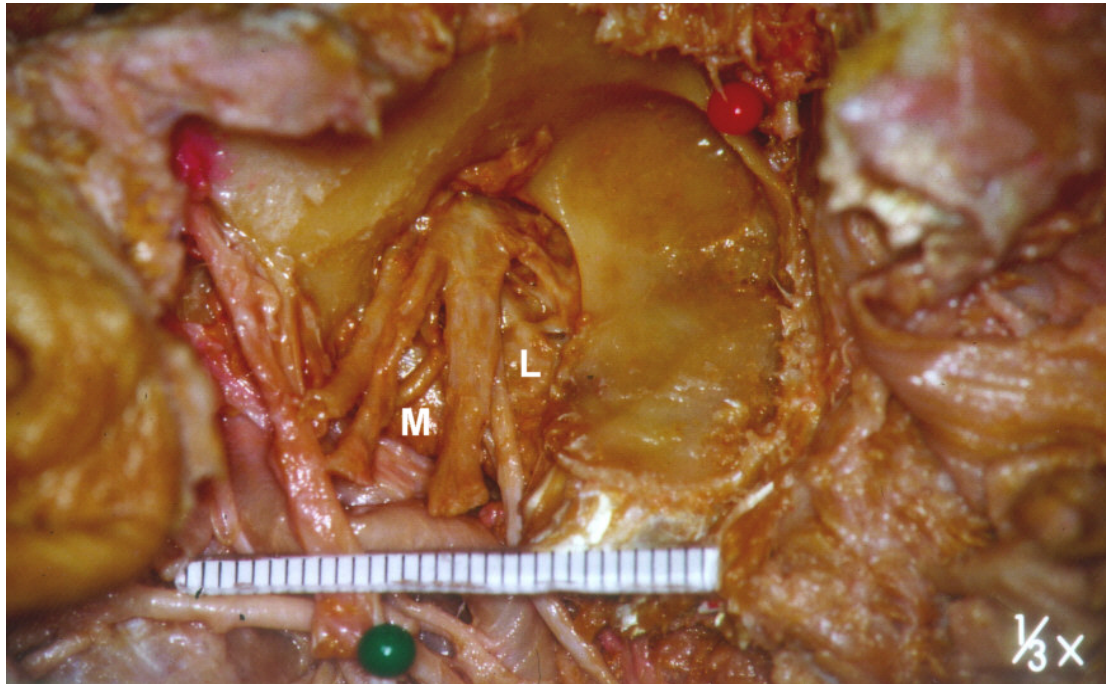


Abb. 27: Tiefe Regio infratemporalis der rechten Seite: Lig. pterygospinosum (L) und M. pterygospinosus (M), Äste des N. mandibularis durchtrennt, im Hintergrund am Millimeterstab die A. maxillaris.

II.5.2 Diskussion

Das Lig. pterygospinosum und das von ihm überbrückte Foramen pterygospinosum wurden zuerst von Civinini 1835 bzw. 1837 beschrieben und von Macalister (1871/1875/1877), Hyrtl (1889) und Grosse (1893) bestätigt. Für Grosse (1893) und Pernkopf (1952 und 1963) trennt das Band die lateral gelegenen Mm. pterygoidei und die parallel verlaufenden Gefäße und Nerven (wie den N. mandibularis, die A. meningea media, den Plexus venosus pterygoideus) vom Cavum parapharyngicum. Lang (1995) beschrieb das Lig. pterygospinosum als „interpterygoid aponeurosis“ bzw. als Teil der Fascia interpterygoidea.

Diese Befunde wurden im wesentlichen von Faesebeck (1840), Henle (1855/1858/1871/1888), Quain (1899), von Brunn (1891), Grosse (1893) und Thane (1893) bestätigt.

Nach Piersol (1923), Woodburne (1988) und Williams et al. (1995) kann das Gewebe zwischen Lamina lateralis und Spina ossis sphenoidalis in verschiedenen Formen vorliegen: meist als „bindegewebiger“ Strang, der gelegentlich aber auch von Muskelfasern ersetzt werden und verknöchern kann.

v. Brunn (1891) und v. Lüdinghausen et al. (2006) hingegen halten das Vorkommen eines Arcus osseus und Lig. pterygospinosum beim Menschen für einen Atavismus.

Nach Lang (1995) besteht ein AOPS auch bei Kleinkindern, so dass diese Knochenbrücke nicht durch Ossifikation des pterygospinösen Bandes im höheren Lebensalter entstanden sein kann.

Lang und Baumeister (1982) sowie Lang und Hetterich (1983) zufolge ist der AOPS eine dorsale Verlängerung der Lamina lateralis zur Spina ossis sphenoidalis.

Thane (1893) beschrieb für eine Regio infratemporalis das gleichzeitige Vorkommen eines Lig. und eines M. pterygospinosus.

Da in unserem Untersuchungsmaterial einige Fasern des Lig. pterygospinosum und des M. pterygospinosus nicht nur zur Spina ossis sphenoidalis, sondern auch zum Tuberculum articulare und zum Discus articularis des Kiefergelenkes reichen können, tragen sie möglicherweise zur Straffung der Gelenkkapsel bei (von Lüdinghausen 2006).

II.6. Pterygospinöse Strukturen und Verzweigungsmuster von N. mandibularis und Chorda tympani

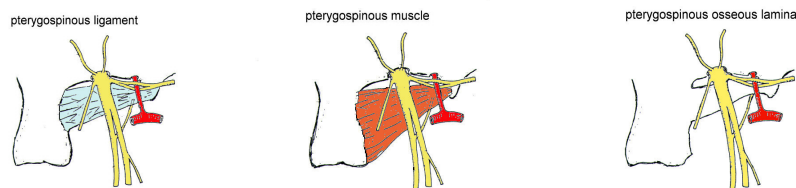


Abb. 28: Schema der linken Fossa infratemporalis mit den drei Identitäten der pterygospinösen Strukturen bei lateralem Verlauf des N. mandibularis und seiner Äste und der A. meningea media und bei medialem Verlauf der Chorda tympani: links ist das Lig. pterygospinosum, mittig der M. pterygospinosus und rechts der Arcus osseus pterygospinosus dargestellt.

II.6.1. Ergebnisse

Die unmittelbar unter dem Foramen ovale gelegenen pterygospinösen Strukturen veranlassten die Äste des N. mandibularis, die Chorda tympani sowie die A. maxillaris zu unterschiedlichen Verteilungsmustern bzw. Verlaufsformen.

Diese wurden in vier Typen (A, B, C, D) eingeteilt.

Der Typ A, bei dem alle Äste des N. mandibularis – ausgenommen der R. pterygoideus – medial vom PSC verliefen, kam in 55,9 % unserer Fälle vor (Abb. 29.1).

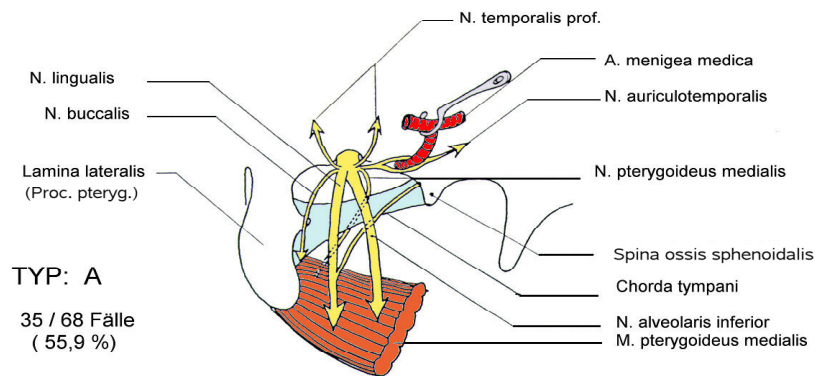


Abb. 29.1: Schema der linken Fossa infratemporalis: der N. mandibularis teilt sich in die lateral von den pterygospinösen Strukturen (hellblaue bzw. hellgraue Fläche) gelegenen Nn. lingualis, alveolaris inferior, buccalis und Chorda tympani und den medial verlaufenden N. pterygoideus medialis.

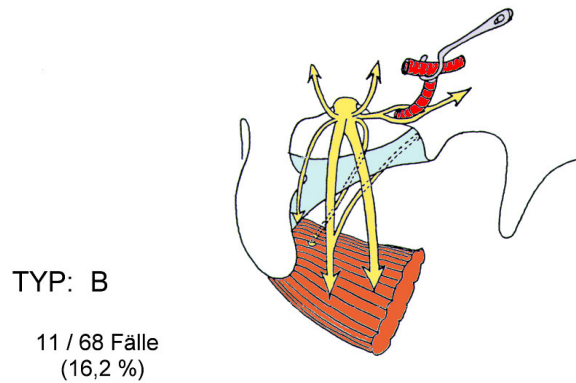


Abb. 29.2: Schema der linken Fossa infratemporalis: der N. mandibularis teilt sich in die lateral von den pterygospinösen Strukturen (hellblaue bzw.-hellgraue Fläche) gelegenen Nn. lingualis und alveolaris inferior und die medial verlaufenden Nn. pterygoideus medialis und buccalis und Chorda tympani.

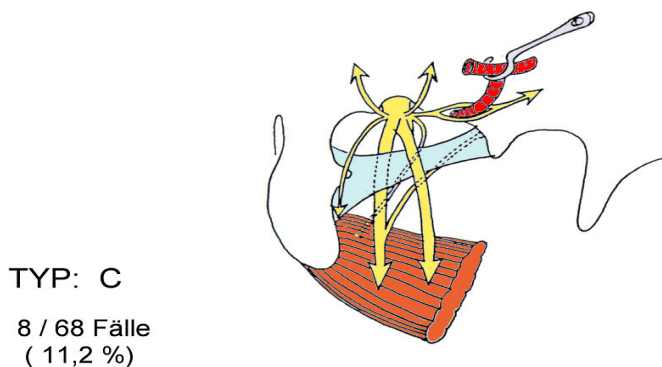


Abb. 29.3: Schema der linken Fossa infratemporalis: der N. mandibularis teilt sich in den lateral von den pterygospinösen Strukturen (hellblaue bzw. -graue Fläche) gelegenen Nn. alveolaris inferior et buccalis und die medial verlaufenden N. lingualis, R. pterygoideus und Chorda tympani.

Die Flächenmaße der infratemporalen Lamina (Abb. 31) lagen zwischen 0,91 cm² bis 2,45 cm² (Mittelwert rechts 1,55 cm² und links 1,57 cm²). Die Graphiken 3 und 4 zeigen jeweils die Relation des Schädelgewichtes zur Fläche der infratemporalen Lamina. Zur besseren Darstellung wurden die Werte der Fläche mit dem Faktor 10 multipliziert.



Abb. 30: Schädel von *Papio cynocephalus* (linke Schädelseite) mit breiter infratemporaler Lamina zwischen Tuber maxillare und Os temporale. Diese Lamina zeigt Öffnungen für den N. mandibularis und die A. meningea media.



Abb. 31: Schädel von *Macaca fuscata* (rechte Schädelseite) mit breiter infratemporaler Lamina.

Alle Schädel von *Macaca fuscata* und *Papio* zeigten eine große infratemporale Lamina (Abb. 30, 31), die wahrscheinlich eine breite Lamina lateralis des Processus pterygoideus des Os sphenoidale darstellt. Diese Lamina schloß auch die Spina ossis sphenoidalis und einen Arcus osseus pterygospinosus

ein. Ein infratemporales „Tor“ zu den Spatia para- et retropharyngeum gab es nicht (Abb. 30, 31).

Ein Zusammenhang zwischen der Größe der Fläche der infratemporalen Lamina und der Höhe des Schädelgewichtes konnte bei *Macaca* nicht nachgewiesen werden: es gab Schädel mit niedrigem Gewicht und relativ großer Lamina, andererseits gab es leichtere Schädel mit relativ großer Lamina. Der Aufbau dieser Lamina war bei allen Schädeln von *Macaca fuscata* gleich; allerdings waren Form und Lage der Foramina, insbesondere das Foramen ovale, variabel.

Bei *Papio cynocephalus* lagen die Schädelgewichte zwischen 104,00 und 323,50 g (Mittelwert 201,05 g).

Die Flächen der infratemporalen Lamina waren zwischen 1,75 cm² und 5,99 cm² groß (Mittelwert rechts 3,75 cm² und links 3,89 cm²) (Abb. 30).

Zwischen der Fläche der infratemporalen Lamina und dem Schädelgewicht von *Papio cynocephalus* bestanden Korrelationen: je schwerer der Schädel war, desto größer war die Fläche dieser Lamina (Graphik 5 und 6).

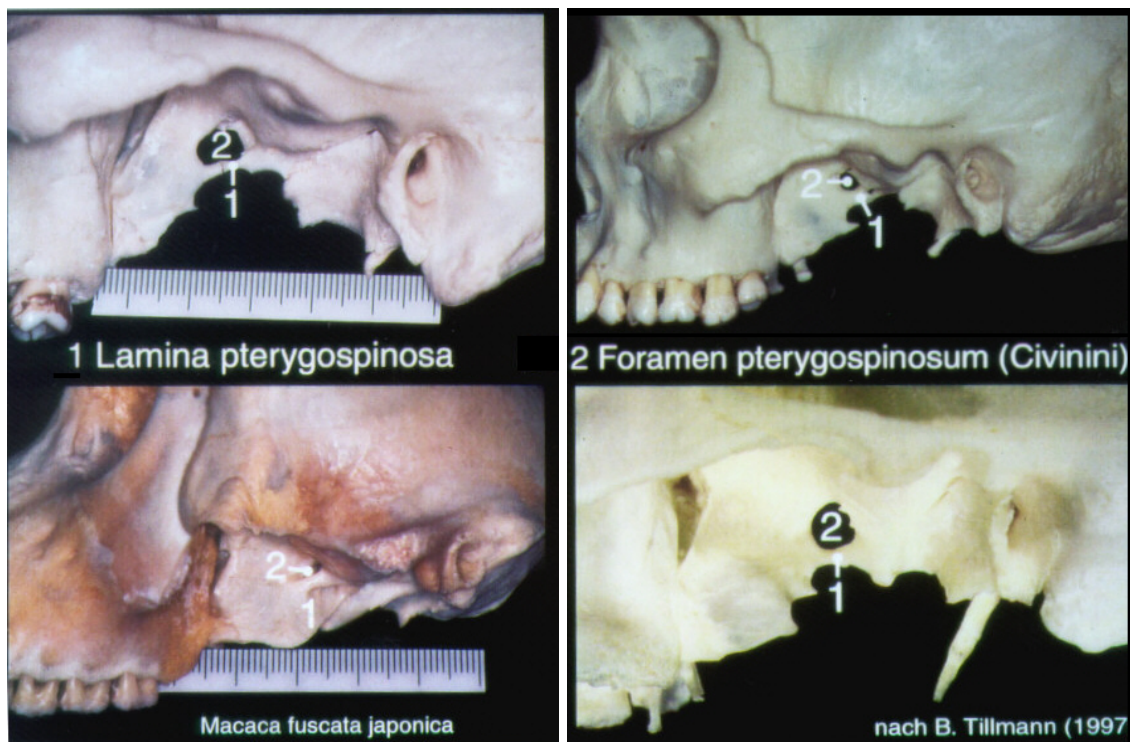


Abb. 32: Bei Altweltaffen (links unten) kommt eine infratemporale Lamina regelmäßig vor; beim Menschen (links oben und rechts) hingegen nur als verkleinerte Version: nämlich als AOPS (1) mit Foramen pterygospinosum (2).

II.7.2. Diskussion

Grosse (1893) beschrieb das Lig. pterygospinosum an Präparaten der Hominidae, nicht jedoch der Neuweltaffen

Eine breite infratemporale Lamina (IL) gab es bei Cercopithecoideae (Abb. 30, 31, 32) und anderen Hominidae regelmäßig; beim Menschen repräsentierte die Knochenbrücke zwischen Lamina lateralis und Spina ossis

sphenoidalis, der AOPS nur eine verkleinerte Version der IL und somit einen Atavismus (von Brunn 1891; Grosse 1893; von Lüdinghausen 2006). An den Schädeln der Neuweltaffen wurde die IL bzw. ein AOPS nicht gefunden (Tab. 5).

Bei den beiden erst genannten Spezies stellten diese knöchernen Besonderheiten eine größere oder kleinere Ursprungsfläche für den M. pterygoideus lateralis dar und hingen wahrscheinlich mit den unterschiedlichen Kau- bzw. Ernährungsgewohnheiten zusammen.

II.8. Pterygospinöse Strukturen und bildgebende Verfahren

Tebo berichtete erstmals (1968) über die röntgenologische Darstellung des AOPS.

Hochauflösende sehr dünne CT- und MR-Schichtaufnahmen können die pterygospinösen Strukturen wie Arcus osseus, Lig. pterygospinosum und M. pterygospinosus sowie eine kräftige, verbreiterte Spina ossis sphenoidalis genauer und zweifelsfrei sichtbar machen (Abb. 34, 35).

Die Dokumentation der beschriebenen Variationen und Anomalien kann im Rahmen einer präoperativen Diagnostik notwendig und sinnvoll werden, um bei Durchführung eines lateralen transzygomatischen infratemporalen Zuganges zu den Spatia para- et retropharyngeum gewarnt zu sein.

Die beiderseitigen IL konnten auch an Schädeln von *Macaca fuscata* (Abb. 32) computertomographisch dargestellt werden (Abb. 33).

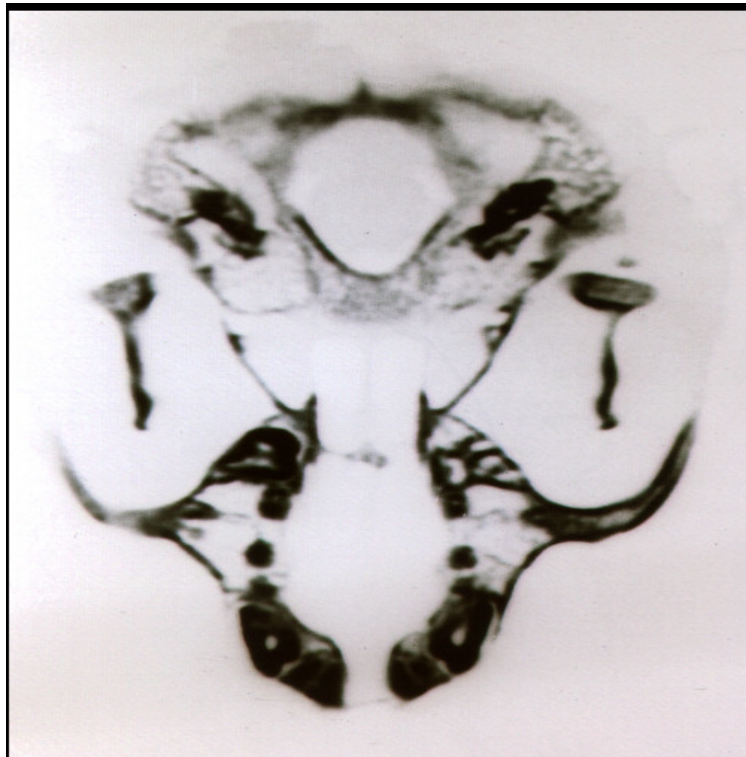


Abb. 33: CT-Aufnahme (Horizontalschnitt) eines *Macaca*-Schädels mit beidseitiger breiter knöcherner IL

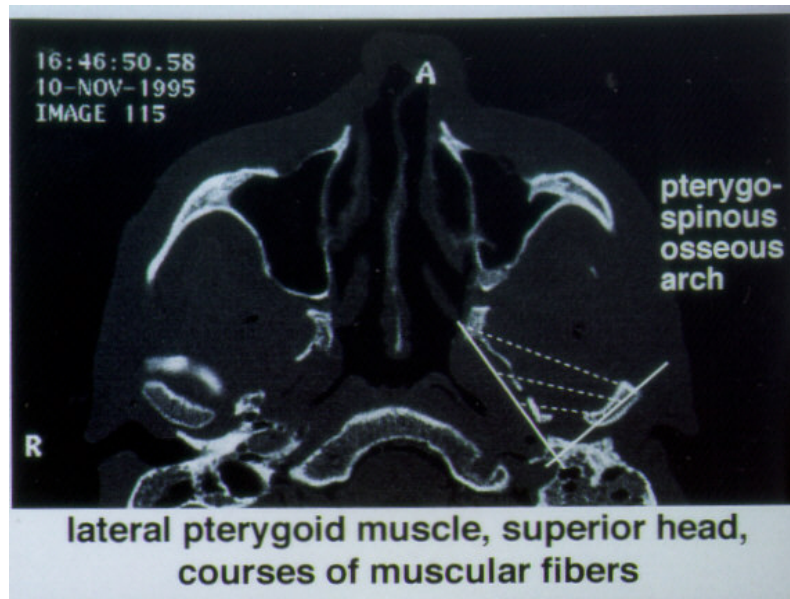


Abb. 34: CT-Aufnahme (Horizontalschnitt) eines menschlichen Kopfes mit linksseitig breitem AOPS, der vermutlich für den oberen Kopf des M. pterygoideus lateralis eine verbreiterte Ursprungsfläche darstellt.

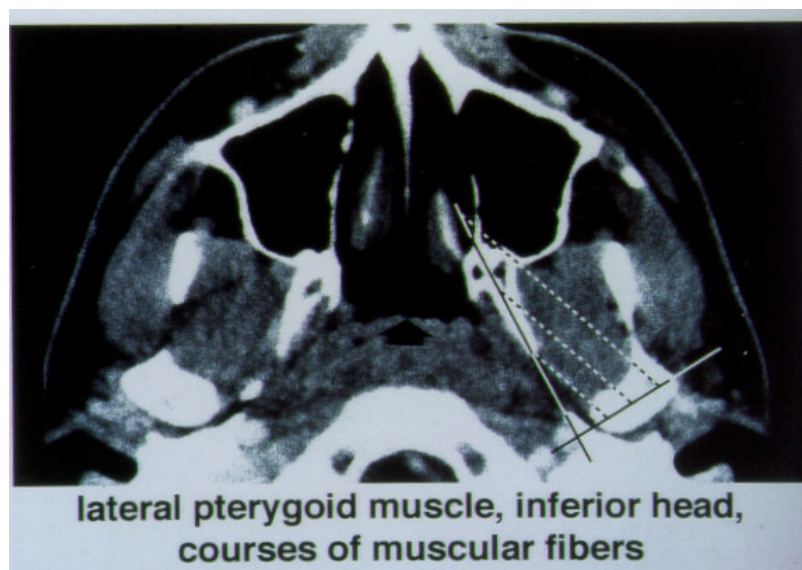


Abb. 35: CT-Aufnahme (Horizontalschnitt) eines menschlichen Kopfes mit rechtsseitig breiter Spina ossis sphenoidalis.

III. Zusammenfassung

Anhand von 83 menschlichen Schädeln und 68 Feuchtpräparaten menschlicher Kopfpräparate fanden sich in der tiefen Fossa infratemporalis variable Größen und unterschiedliche Distanzen der knöchernen Landmarken bzw. Messpunkte wie Spina ossis sphenoidalis, Lamina lateralis des Processus pterygoideus und Processus mastoideus. Damit erklärten sich die unterschiedlichen Weiten des von den knöchernen Landmarken umrandeten chirurgischen seitlichen Zugangstores zu den Spatia para- et retropharyngeum.

Im einzelnen fanden sich

- 1) zwei Fälle einer fehlenden Spina ossis sphenoidalis
- 2) zwei Fälle einer „Pseudospina“, ausgehend von einer verbreiterten Vagina processus styloidei
- 3) 17 Fälle (21 %) eines Arcus osseus pterygospinosus,
- 4) 19 Fälle (28 %) eines Ligamentum pterygospinosum,
- 5) 8 Fälle (12 %) eines Musculus pterygospinosus.

Die Besonderheiten 3 bis 5 wurden zusammengefasst „pterygospinöse Strukturen“ genannt.

Jede pterygospinöse Struktur hat eine eigene Identität: der Arcus osseus ist als Rest der infratemporalen Lamina der Altweltaffen ein Atavismus, das Ligament eine örtliche Verstärkung der Fascia interpterygoidea und der Muskel, der von einem zarten Ast des N. pterygoideus lateralis versorgt wurde (2 Fälle), einen dritten Kopf des M. pterygoideus lateralis. Fasern des M. pterygospinosus strahlten in die Kapsel und den Discus des Kiefergelenks ein (2 Fälle).

Pterygospinöse Strukturen können mit modernen bildgebenden Verfahren visualisiert werden.

Altweltaffen (Macaca N = 22, Papio 20) hatten jeweils eine breite knöcherne infratemporale Lamina, die die Lamina lateralis processus pterygoidei und die Spina ossis sphenoidalis einschloß, Menschen nur in Einzelfällen (s.o.) einen Arcus osseus pterygospinosus.

Jede pterygospinöse Struktur bestimmte im Einzelfall den Verlauf der Äste des N. mandibularis und den Verlauf der Chorda tympani. Es fand sich

- 1) ein medialer Verlauf des N. pterygoideus medialis in 55.9 % der Fälle,
- 2) ein medialer Verlauf des N. pterygoideus medialis und der Chorda tympani in 16.2 % der Fälle,
- 3) ein lateraler Verlauf der Nn. buccalis et alveolaris inferior in 11,2 % der Fälle,
- 4) ein lateraler Verlauf des N. buccalis in 1.2 % der Fälle.

IV. Anhang:

<u>Arcus osseus/Foramen pterygosp.</u>					
	Schädelzahl	Häufigkeit	Prozent	bilateral	Durchtritt von
von Brunn (1891)	406	21	5,17	3	Nerv für M. pteryg.int.
Grosse (1893)	600	14	2,33	3	Nerv für M. pteryg.int.
Martin (1928)			4,8/ 18,3*		
Oetteking (1930)	467	26	5,57		
Jones (1931)			8		
De Froe und Wagenaar (1935)			5		
Choukè (1946/1947)	2745	97	6,28		
Priman et al (1959)			3		
Tebo (1968)	516	22	4,3		
Kapur et al (2000)	305	12 / 4	3,9 / 1,31		
v. Lüdinghausen et al	140		9 / 7*		

Tabelle 1: Häufigkeit des Arcus osseus pterygospinosus (AOPS) und des Foramen pterygospinosum in der Literatur; * inkomplette Knochenbrücke

<u>Lig. pterygospinosum</u>			
	Schädelzahl	Häufigkeit	Prozent
Grosse (1893)	600	wahrscheinl. alle*	100
Thane (1893)	65	35	53,8
Eigenes Material	68 Kopfhälften	19	27,9

Tabelle 2: Häufigkeit des Ligamentum pterygospinosum in der Literatur

Präparat	Muskel	Ligament	Typ	Länge/ cm	Breite/ cm
3/91 L	-	++	A	1,10	0,35
1/93 R	+	-	C	1,10	0,40
24/91 R	-	-	A	1,40	0,25
31/94 R	-	+++	B	0,90	0,15
31/94 L	-	+	B	1,30	0,45
3/91 R	-	+	B	2,20	0,35
30/92 R	-	++	C	1,60 / 1,25	0,40 / 0,20
X1 R	-	-	A	1,10	0,40
32/94 L	-	-	xxx	0,00	0,00
43/96 R	-	+	A	1,30	0,60
28/91 L	-	++	A	2,00 / 1,60	0,25 / 0,20
38/84 L	-	-	xxx	0,00	0,00
X2 L	-	-	xxx	0,00	0,00
X3 L	-	-	C	1,80	0,20
37 L	-	-	A	1,30	0,40
35/86 L	-	+	A	2,00	0,45
35/86 R	-	+	A	1,30	0,35
10/92 R	+	+	C	2,75 M / 1,55 L	0,80 M / 0,35 L
21/90 R	-	-	C	1,55	0,15
X4 R	-	-	A	0,90	0,20
X5 L	+	-	B	2,50	1,05

15/92 L	-	+	A	1,15	0,55
23/84 L	+	+	A	1,40 M / 1,20 L	0,85 M / 0,55 L
14/91 R	-	-	A	1,45	0,55
20/93 L	-	-	A	0,75	0,40
33/91 R	-	-	A	1,55	0,20
19/92 L	-	-	A	1,50	0,25
1/91 L	-	-	A	1,10	0,30
6/93 L	-	-	C	1,10	0,40
6/88 R	-	-	B	1,10	0,30
12/79 R	-	-	C	1,30	0,40
20/87 R	-	+	A	1,10	0,40
23/84 R	+	+	B	1,40 M / 1,30 L	0,50 M / 0,40 L
18/93 L	-	-	A	1,80	0,45
31/95 R	-	-	C	1,50	0,30
31/95 L	-	+	A	1,65	0,35
3/93 R	-	-	C	1,75	0,30
20/92 R	-	-	B	0,45	0,40
10/92 L	-	-	A	1,80	0,40
7/89 L	-	+	B	1,20	0,40
X6 L	-	+	A	1,55	0,45
X7 R	-	-	B	1,10	0,35
X8 L	+	-	B	2,20	0,90
7 R	-	-	A	1,25	0,15
28/92 R	-	-	xxx	0,00	0,00
36/82 L	-	+	A	1,50	0,50
8 L	-	-	A	2,00	0,40
5/92 R	-	-	A	1,20	0,15
16/80 R	-	-	B	1,60	0,25
24/86 R	-	-	A	1,50	0,20
1/84 L	-	-	A	1,50	0,40
22/80 R	-	-	A	1,30	0,10
27/79 L	+	-	???	1,50	0,60
12/84 L	-	-	xxx	0,00	0,00
28/90 R	-	-	xxx	0,00	0,00
9/80 R	-	+	B	1,65	0,40
33/85 L	-	-	A	1,30	0,20
20/85 R	-	+	A	1,70	0,40
21/80 L	-	+	A	1,20	0,35
43 L	-	-	xxx	0,00	0,00
41 R	+++	-	D	1,80 / 1,60	0,50 / 0,40
28/92 L	-	-	A	1,40	0,40
X9 L	-	-	A	1,60	0,40
28/90 L	-	-	xxx	0,00	0,00
15/92 R	-	+	A	1,50	0,50
26/91 R	-	-	B	0,90	0,15
29/81 L	-	-	A	2,00	0,40
X10 L	-	-	A	1,35	0,20

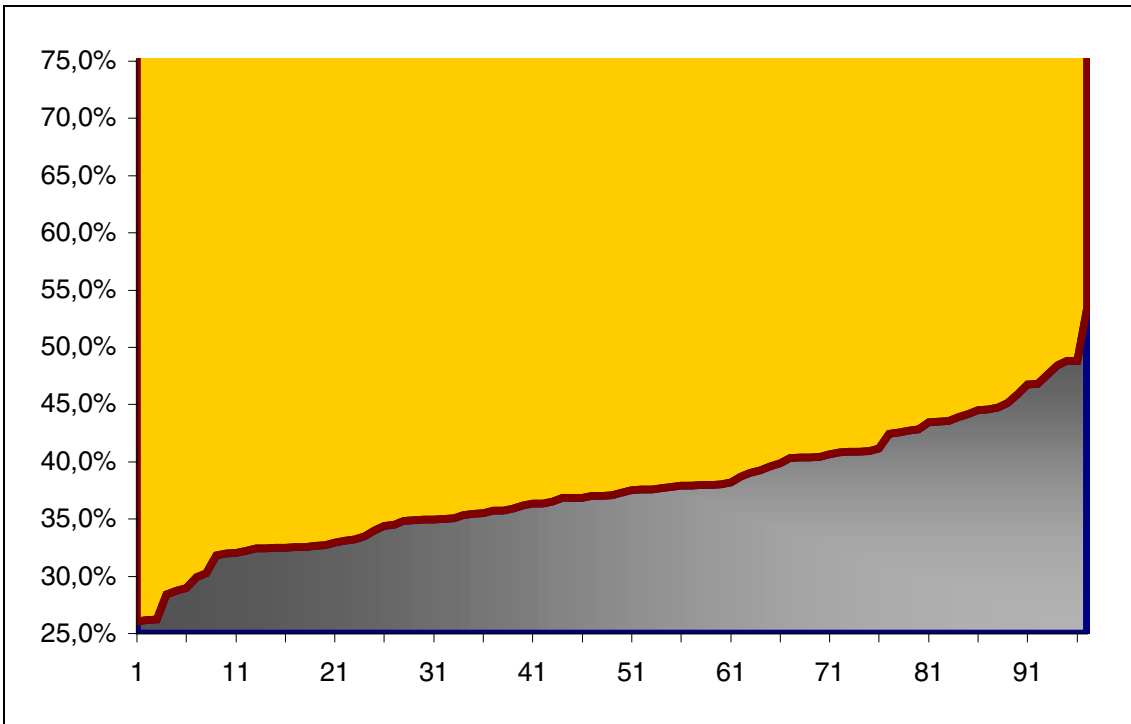
Tabelle 3: Häufigkeit des Vorkommens des Lig. pterygospinosum und des M. pterygospinosus; Messwerte von rechten und linken Kopfhälften.

Akzessorischer M. pterygoideus medialis	Lang (1995), Koritzer und Suarez (1980)
M. pterygospinosus	Wagstaffe (1871), Henle (1888), Kreutzer (1896), Macalister (1871), Thane (1893), Choukè (1951), Priman und Etter (1959), Nathan (1989), Velasco et al (1994)
M. pterygospinosus bei Feten	Velasco et al (1994)
M. pterygoideus proprius	Henle (1888), Poland (1890), Grant (1973), Mack (1984), Bergmann et al (1988), Penhall (1998)
Gleichzeitiges Vorkommen des M. pteryg. med. accessorius und M. pteryg. proprius	Lang (1995)
Gleichzeitiges Vorkommen des M. pterygospinosus und Lig. pterygospinosum	Thane (1893), Poland (1890), zwei Fälle im eigenen Material (1 Fall beidseitig)
Gleichzeitiges Vorkommen des M. pterygospinosus und M. pterygoideus proprius	Henle (1888), Poland (1890)
Ansatz des M. pterygospinosus	Kapsel des Kiefergelenkes (Poland 1890) Fissura petrotympanica (Poland 1890) Spina ossis sphenoidalis (Poland 1890)

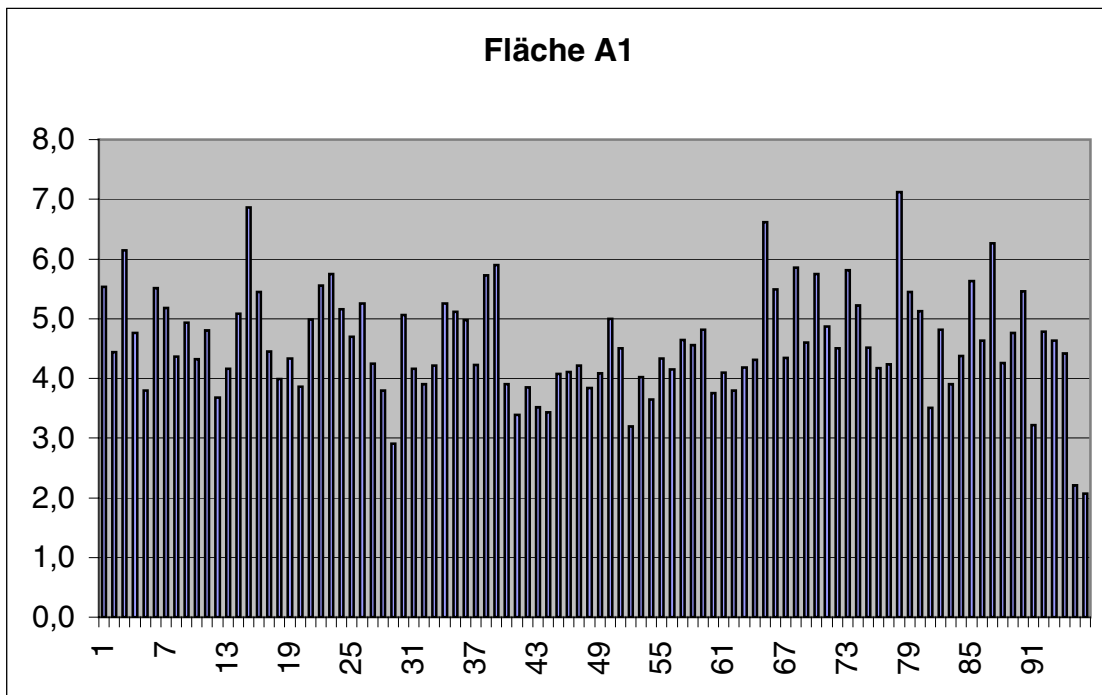
Tabelle 4: Variationen der Kaumusculatur in der Literatur

SUPERFAMILIE	FAMILIE	GENUS	ENGLISH	VORKOMMEN IL od. AOPS
Cercopithecoidea	Cercopithecinae	Cercopithecus	guenon	+++
Old world monkeys		Macaca	rhesus	+++
		Mandrillus	mandrill	+++
		Papio	baboon	+++
Hominoidea	Pongidea	Gorilla	gorilla	+
Old world monkeys	Great apes	Pongo	orang-utan	+
		Pan	chimpanzee	+
	Hominideae	Homo	man	+
Ceboidea	Cebidae	Alouatta	howler	-
New world monkeys			spider monkey	-
			monkey	-

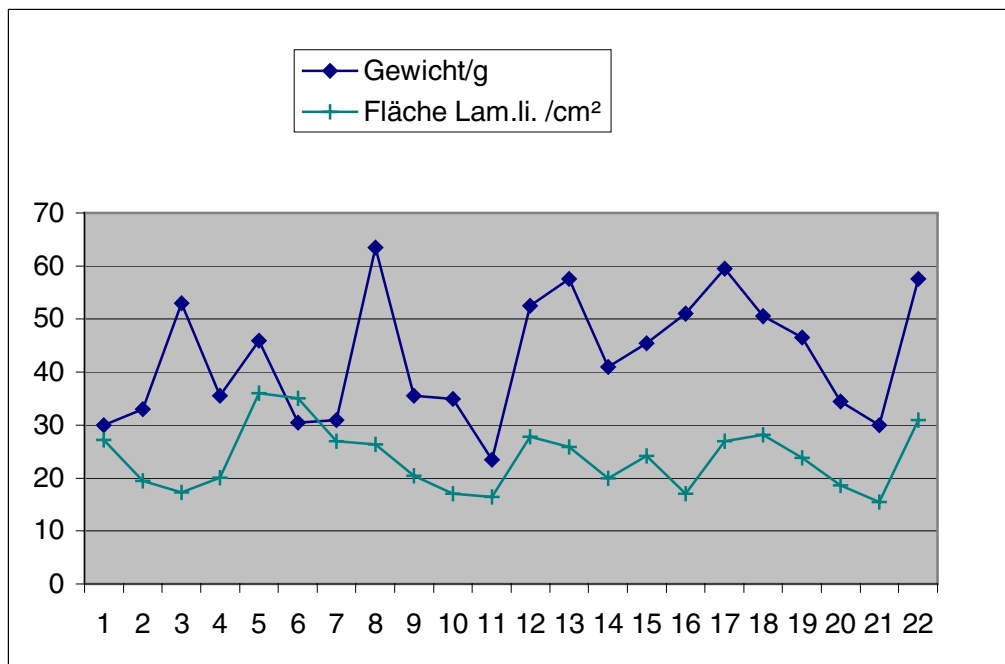
Tabelle 5: Klassifikation der Primaten (nach Fiedler 1958)



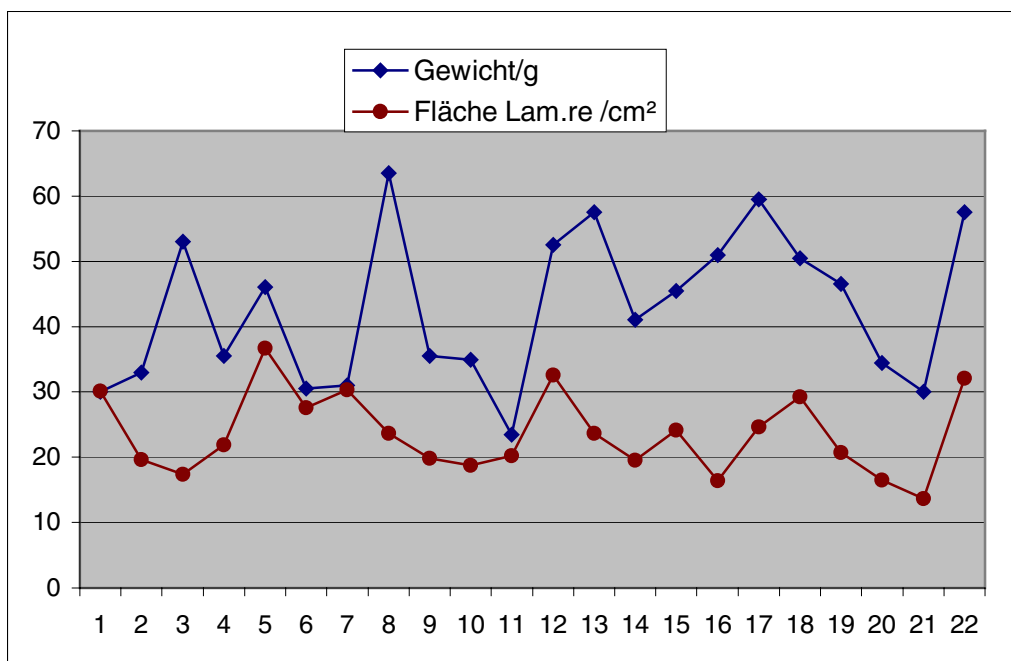
Graphik 1: Verhältnis der Fläche A1 (gelb bzw. hellgrau/oberer Teil) zur Fläche A2 (blau bzw. dunkelgrau/unterer Teil); N = 97; Anteil A1: min. 46,6%; max. 73,9%; Mittelwert (A1) 63,9%; Anteil A2: min. 26,1% ; max. 53,4% ; Mittelwert (A2) : 36,1%



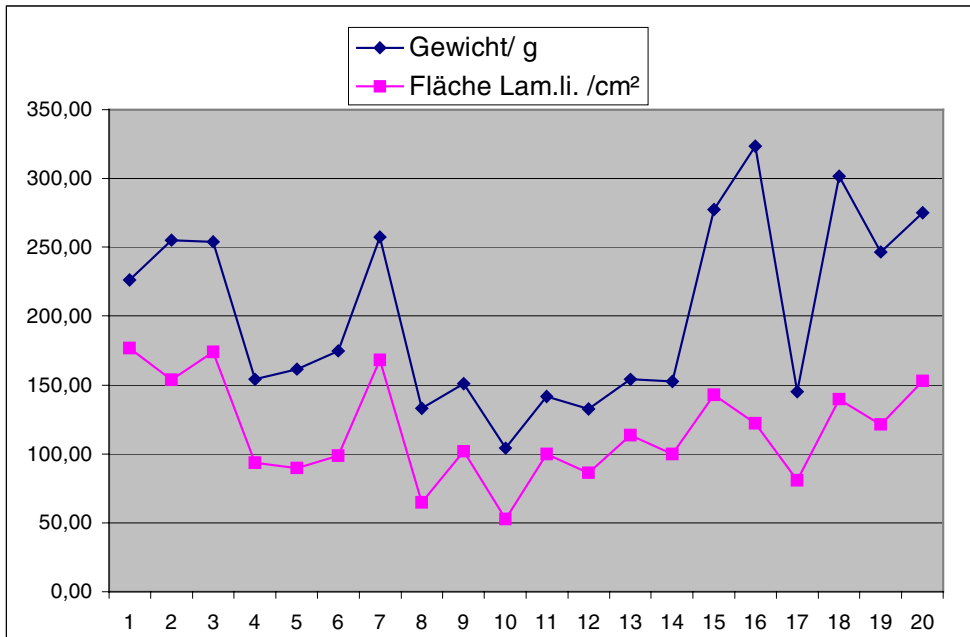
Graphik 2: Fläche A1 in cm² (y-Achse), x-Achse: N=97; kleinster Flächenwert 2,07 cm²; größter Flächenwert 7,12 cm²; Mittelwert: 4,57 cm²



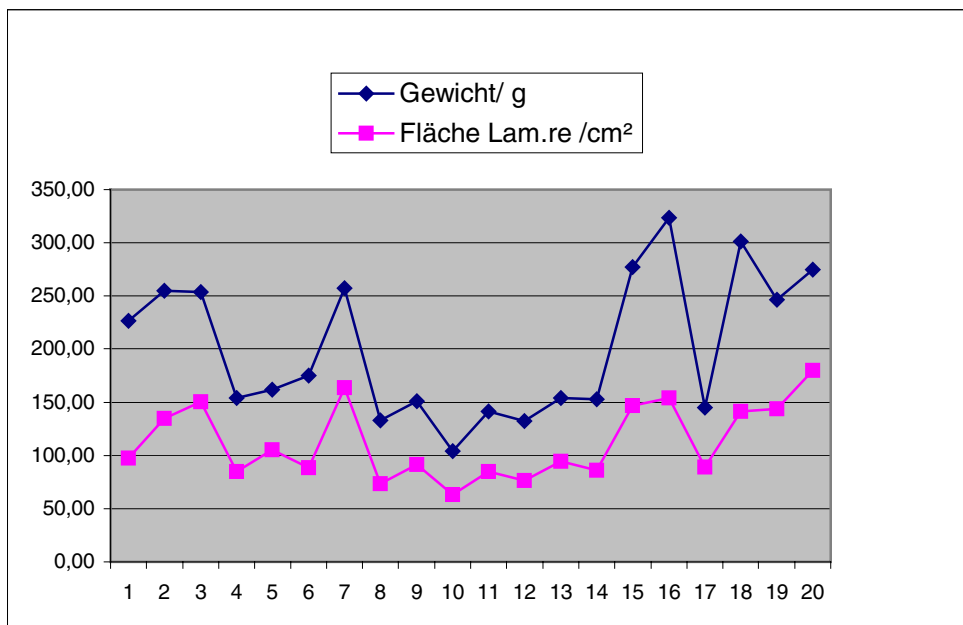
Graphik 3: Relation von Schädelgewicht (blau/obere Linie) und Fläche der Lamina lateralis links; (grün/untere Linie) bei *Macaca fuscata*; N=22. Gewichtsminimum 23,50g; Gewichtsmaximum 63,50g (Mittelwert 43,98 g), Flächenminimum 1,1 cm²; Flächenmaximum 2,4 cm² (Mittelwert 1,57 cm²)



Graphik 4: Relation von Schädelgewicht (blau/obere Linie) und Fläche der infratemporalen Lamina (rot/untere Linie) bei *Macaca fuscata* (n=22); Gewichtsminimum 23,50g; Gewichtsmaximum 63,50 g (Mittelwert 43,98 g); Flächenminimum 0,91 cm²; Flächenmaximum 2,45 cm (Mittelwert 1,55 cm²)



Graphik 5: Relation von Schädelgewicht (blau /obere Linie) und Fläche der linken Lamina lateralis (rosa /untere Linie) bei Papio (n=20); Gewichtsminimum 104 g; Gewichtsmaximum 323,50 g (Mittelwert 201,05 g); Flächenminimum 1,75 cm²; Flächenmaximum 5,89 cm² (Mittelwert 3,89 cm²)



Graphik 6: Relation von Schädelgewicht (blau /obere Linie) und Fläche der rechten infratemporalen Lamina (rosa / untere Linie) bei Papio (n=20); Gewichtsminimum 104 g; Gewichtsmaximum 323,50 g (Mittelwert 201,05 g); Flächenminimum 2,1 cm²; Flächenmaximum 5,99 cm² (Mittelwert 3,75 cm²).

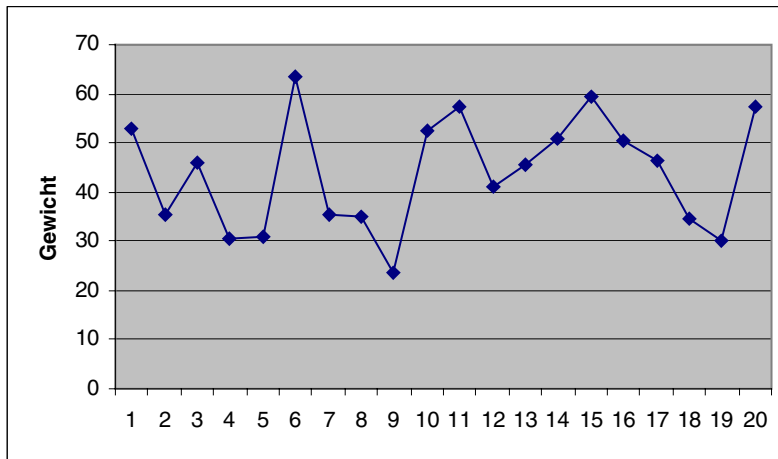


Abb. A1: Gewicht/g von *Macaca fuscata* (x-Achse: Schädel-Nr.)

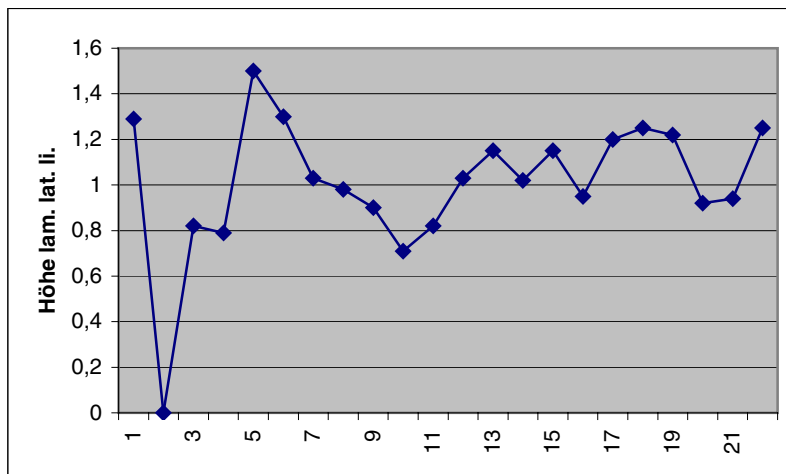


Abb. A2: Höhe der Lamina lateralis links in cm bei *Macaca fuscata*

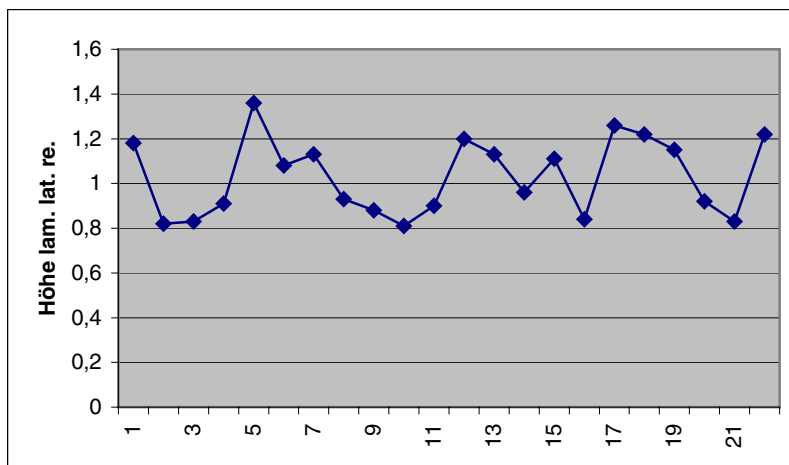


Abb. A3: Höhe der Lamina lateralis rechts/cm bei *Macaca fuscata*

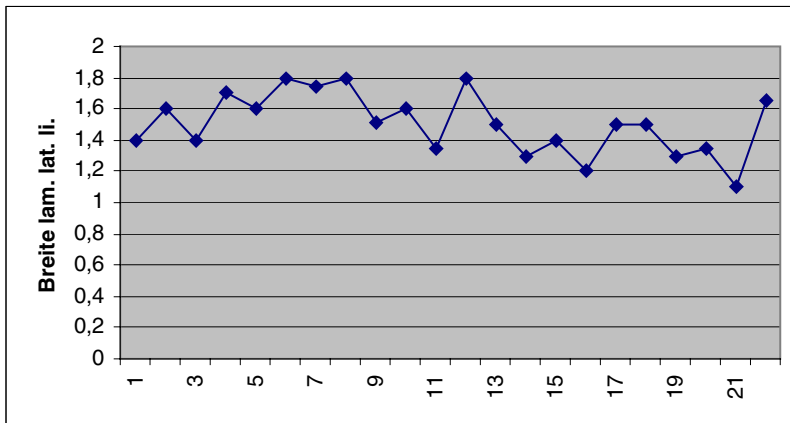


Abb. A4: Breite der Lamina lateralis links/cm bei *Macaca fuscata*

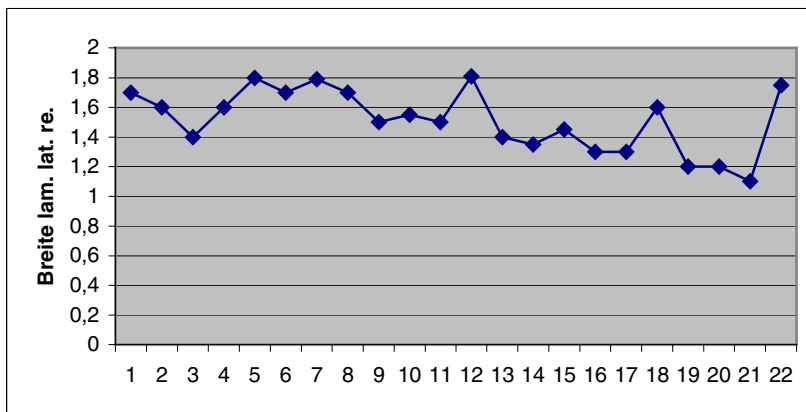


Abb. A5: Breite der Lamina lateralis rechts/cm bei *Macaca fuscata*

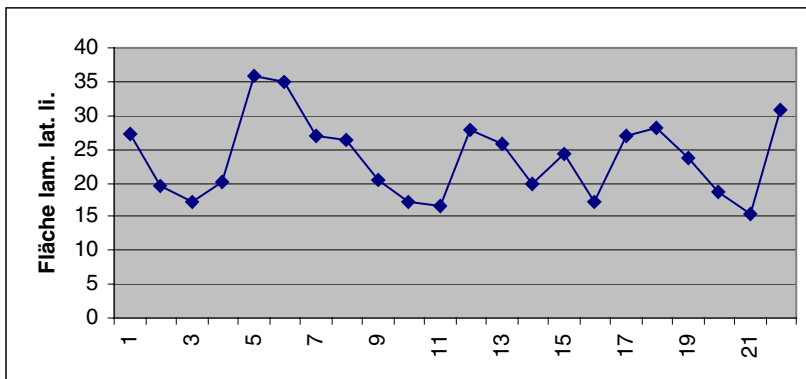


Abb. A6: Fläche der Lamina lateralis links/cm² bei *Macaca fuscata*

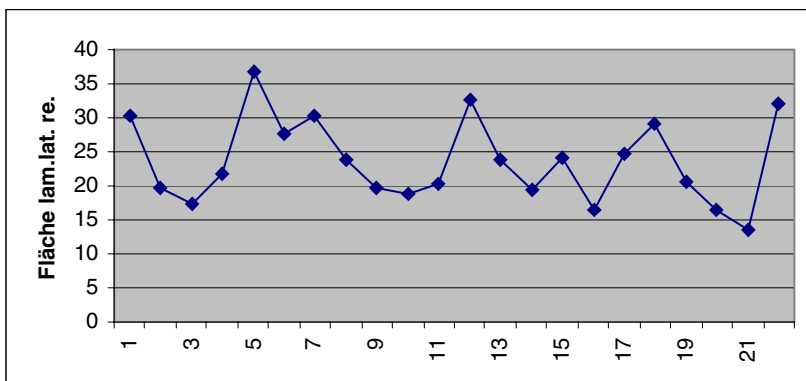


Abb. A7: Fläche der Lamina lateralis rechts/cm² bei *Macaca fuscata*

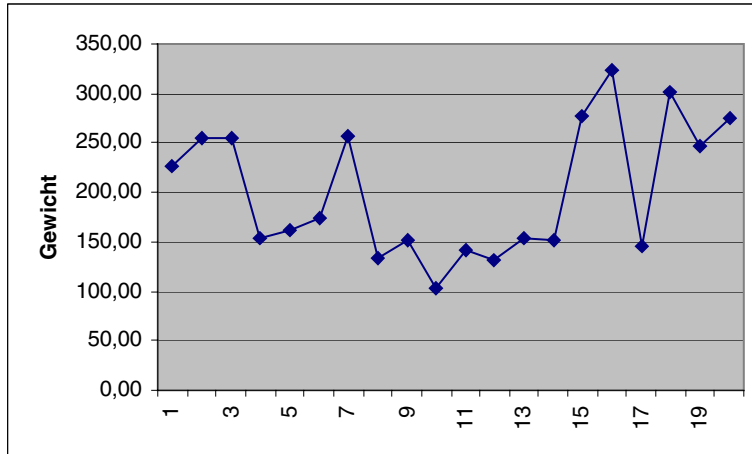


Abb. A8: Gewicht/g bei *Papio cynocephalus* (x-Achse: Schädel-Nr.)

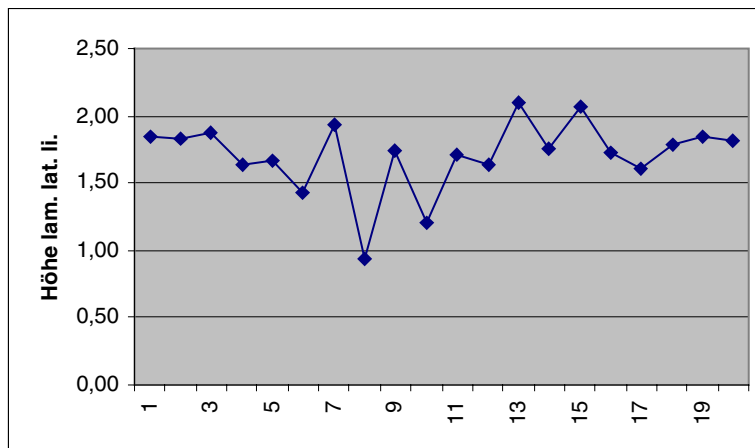


Abb. A9: Höhe der Lamina lateralis links/cm bei *Papio*

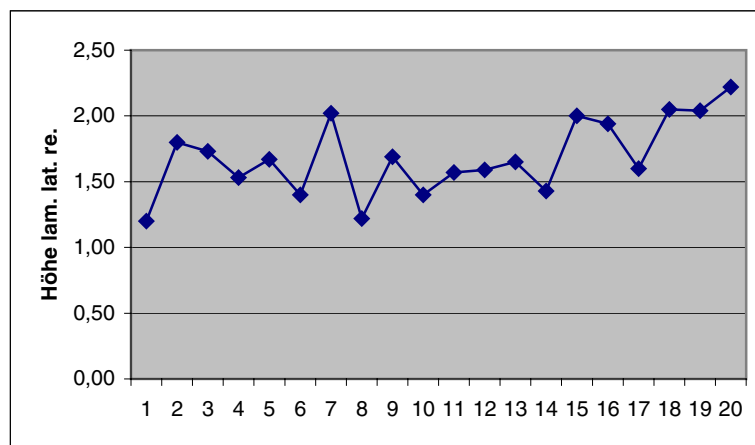


Abb. A10: Höhe der Lamina lateralis rechts/cm bei *Papio*

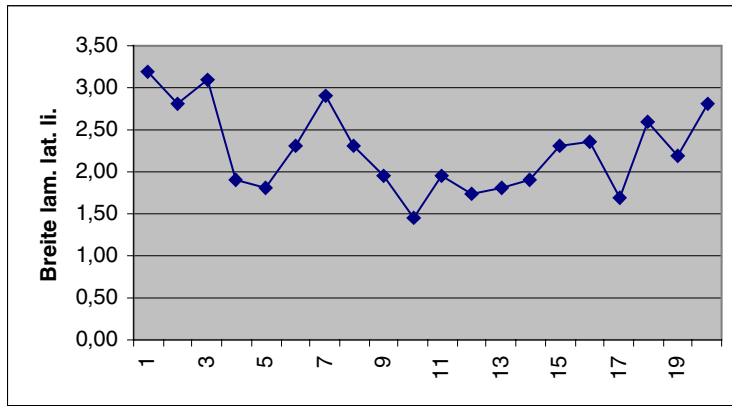


Abb. A11: Breite der Lamina lateralis links/cm bei Papio

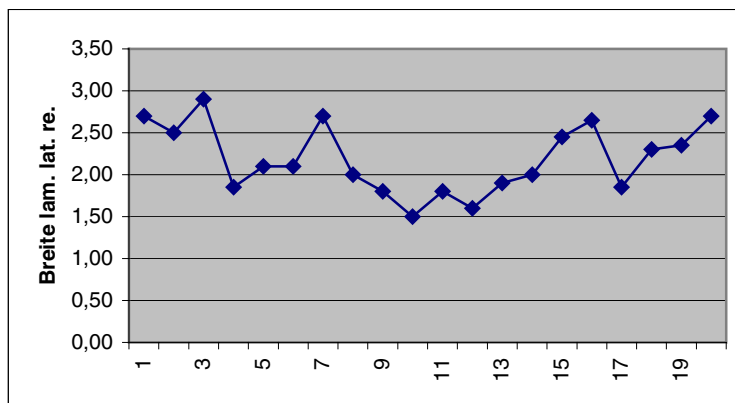


Abb. A12: Breite der Lamina lateralis rechts/cm bei Papio

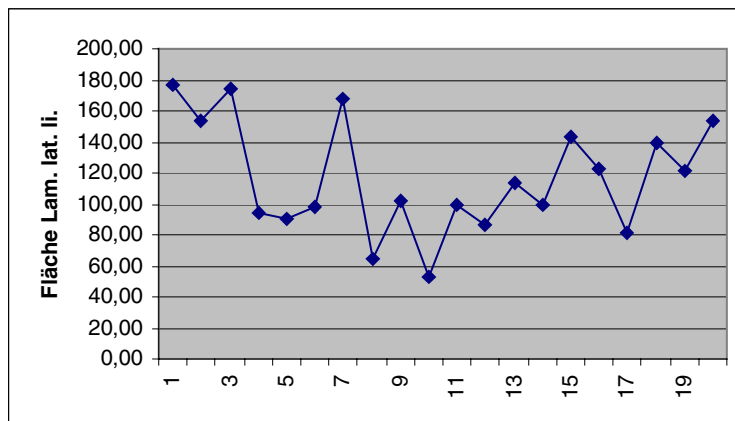


Abb. A13: Fläche der Lamina lateralis links/cm² bei Papio

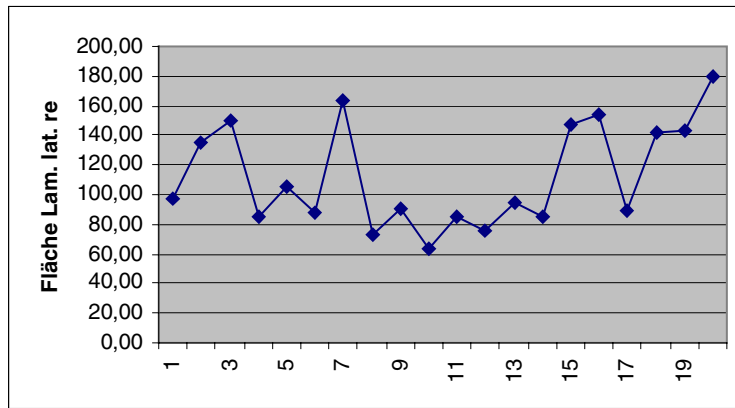


Abb. A14: Fläche der Lamina lateralis rechts/cm² bei Papio

Schädel-Nr.	Umrechnungsfaktor	Fläche A1/cm ²	sm/cm	h1/cm	h2/cm	Fläche A2/cm ²	s1/cm	s2/cm	s3/cm	s4/cm	s5/cm	Bemerkungen	
L 109	1,130	4,500	1,180	3,060	2,250	3,611	1,150	1,210	1,600	1,270	3,620	Peru 1906	
L 11	1,210	4,340	1,075	2,900	1,800	3,118	1,100	1,050	1,420	1,050	3,680	Deutschland	
L 110	1,150	3,680	1,685	2,750	1,720	4,634	1,620	1,750	0,920	0,970	2,820	Europa 1899	
L 117	1,220	3,900	0,775	2,850	1,980	2,209	0,850	0,700	1,400	1,390	3,890	Europa 1899	
L 13	1,200	3,800	0,745	2,600	1,890	1,937	0,890	0,600	1,550	0,900	3,620	Deutschland	
L 14	1,120	5,160	0,910	2,080	1,720	1,893	0,840	0,980	2,080	0,990	3,800	Deutschland	
L 144	1,170	3,800	1,505	2,600	2,100	3,913	2,010	1,000	1,600	1,600	4,090	Neupomm. 1911	s3+s4
L 15	1,140	4,320	0,810	2,510	2,050	2,033	0,800	0,820	1,220	1,180	3,100	Deutschland	
L 16	1,180	4,870	0,875	2,400	1,890	2,100	0,980	0,770	2,210	2,210	3,420	Deutschland	s3+s4
L 162	1,160	4,240	1,700	2,390	1,700	4,063	1,900	1,500	0,910	0,890	3,200	Europa 1903	
L 164	1,160	5,250	1,105	2,600	2,300	2,873	1,310	0,900	1,150	1,160	4,020	Europa 1903	
L 165	1,130	5,110	1,500	2,400	1,900	3,900	1,400	1,600	2,500	2,500	3,420	Neupomm. 1911	s3+s4
L 17	1,150	4,820	1,475	2,000	1,750	2,950	1,700	1,250	0,650	1,200	3,670	Deutschland	
L 18	1,190	3,520	0,955	3,150	2,410	3,008	0,650	1,260	1,550	1,400	3,050	Deutschland	
L 186	1,160	4,370	1,505	2,960	2,300	4,455	1,910	1,100	1,750	1,750	4,150	unbekannt	s3+s4
L 20	1,210	4,450	0,875	2,000	2,100	1,750	1,150	0,600	1,200	1,100	3,800	Deutschland	
L 21	1,210	5,550	0,875	1,800	2,200	1,575	0,800	0,950	1,400	1,100	3,700	Deutschland	
L 22	1,180	5,490	1,000	2,300	2,450	2,300	1,200	0,800	1,400	1,250	3,700	Deutschland	
L 23	1,220	3,800	0,875	2,200	1,800	1,925	0,900	0,850	1,750	1,300	3,900	Deutschland	
L 24	1,000	4,150	1,050	2,150	2,200	2,258	1,000	1,100	1,400	1,200	3,500	Deutschland	
L 242	1,180	6,150	1,350	2,120	1,700	2,862	1,600	1,100	1,120	1,200	4,250	Ambuco-Schädel	
L 26	1,180	4,930	1,005	2,020	1,950	2,030	1,410	0,600	1,300	1,080	4,290	Deutschland	
L 27	1,180	4,600	1,150	2,350	2,250	2,703	1,500	0,800	0,750	1,400	4,150	Deutschland	
L 28	1,190	4,180	0,975	2,600	2,000	2,535	1,100	0,850	1,500	0,900	3,700	Deutschland	s3+s4
L 29	1,200	4,360	1,075	2,300	2,050	2,473	1,100	1,050	1,250	1,350	4,300	Deutschland	
L 29'	1,150	4,090	1,275	2,300	1,900	2,933	1,600	0,950	0,650	1,300	3,750	Polen 1889	
L 3	1,210	2,070	1,040	1,900	1,550	1,976	0,900	1,170	1,000	1,300	2,700	Deutschland	
L 32	1,190	5,730	1,225	2,700	2,500	3,308	1,300	1,150	1,250	1,300	4,150	Deutschl. 1884	
L 35	1,140	5,000	1,395	2,880	2,200	4,018	1,740	1,050	1,100	1,510	4,060	China 1903	
L 37	1,180	6,620	2,340	1,200	1,900	1,950	1,300	1,100	1,300	1,200	3,700	Deutschl. 1884	
L 38	1,190	4,500	2,700	1,150	2,200	2,350	1,500	0,800	0,800	1,300	4,150	Deutschl. 1884	
L 398	1,170	4,210	1,300	2,410	1,820	3,133	1,200	1,400	2,460	2,460	3,720	Bongo	s3+s4
L 4	1,160	4,820	0,675	2,270	1,650	1,532	1,050	0,300	0,900	1,000	3,520	Siamese	
L 4'	1,210	4,230	1,025	2,350	1,930	2,409	0,920	1,130	1,650	1,200	3,950	Siamese 1884	
L 408	1,150	3,840	1,370	2,710	2,000	3,713	1,490	1,250	1,200	1,300	4,090	Bongo	
L 42	1,230	3,900	0,800	1,950	1,800	1,560	0,850	0,750	1,300	1,200	3,650	Deutschl. 1885	
L 44	1,130	4,310	2,220	0,925	1,800	2,400	1,000	0,850	1,300	1,400	3,600	Deutschl. 1885	
L 46	1,190	3,850	1,550	0,780	1,850	2,000	0,850	0,700	1,200	1,250	3,650	Deutschl. 1889	
L 48	1,190	4,250	2,090	0,950	1,850	2,200	1,100	0,800	1,700	1,300	3,950	Deutschl. 1889	
L 49	1,170	4,800	0,950	2,750	2,200	2,613	0,800	1,100	1,750	1,060	3,650	Deutschl. 1889	
L 52	1,180	5,750	0,700	2,700	2,400	1,890	0,850	0,550	1,450	1,050	4,050	Deutschl. 1889	
L 53	1,210	5,630	1,050	2,500	2,200	2,625	1,200	0,900	0,800	1,800	4,100	Deutschl. 1889	
L 544	1,240	4,100	1,010	2,650	1,800	2,677	0,920	1,100	1,600	1,400	3,700	Papua-Mischling	
L 55	1,170	2,910	1,130	2,500	1,550	2,825	1,110	1,150	1,100	1,130	3,700	Peru 1906	
L 56	1,150	3,900	0,960	2,500	2,020	2,400	1,120	0,800	1,160	1,000	3,900	Peru 1906	
L 566	1,150	5,060	1,320	3,000	2,300	3,960	1,450	1,190	1,000	1,500	3,800	Sakim	
L 59	1,180	7,120	0,795	2,750	2,300	2,186	1,090	0,500	1,750	1,400	4,600	Deutschl. 1889	
L 6	1,130	3,860	1,320	2,210	1,590	2,917	1,040	1,600	0,410	1,630	3,100	Deutschland	

L 60	1,190	4,210	1,075	2,250	2,200	2,419	1,000	1,150	1,300	1,500	3,400	Deutschl.1893	
L 61	1,180	4,990	0,975	2,200	2,400	2,145	1,100	0,850	1,000	2,000	4,200	Deutschl.1893	
L 8	1,230	4,330	0,900	2,460	1,710	2,214	0,830	0,970	1,720	0,870	3,700	Deutschland	
L 87	1,140	5,180	0,935	3,000	2,000	2,805	1,170	0,700	1,300	0,800	4,100	Europa - männl.	
L 90	1,160	2,960	1,660	2,500	1,820	4,150	1,880	1,440	0,900	0,930	3,490	Europa 1895	
L 91	1,200	4,110	1,040	2,680	2,400	2,787	0,900	1,180	1,750	1,360	4,220	Europa 1895	
R 110	1,150	3,390	1,545	2,720	1,610	4,202	1,600	1,490	0,500	1,510	3,500	Europa 1899	
R 117	1,130	4,560	0,975	2,860	2,200	2,789	0,900	1,050	1,380	1,490	3,810	Europa. 1899	
R 13	1,240	4,630	0,845	2,220	1,900	1,876	0,880	0,810	1,400	0,970	3,400	Deutschland	
R 15	1,190	4,630	0,875	2,200	2,120	1,925	1,200	0,550	0,850	0,920	3,190	Deutschland	
R 165	1,120	5,750	1,225	2,600	2,210	3,185	1,300	1,150	2,900	2,900	3,990	Neupomm. 1911	s3+s4
R 18	1,100	4,170	1,035	3,000	1,920	3,105	1,020	1,050	1,180	1,250	3,210	Deutschland	
R 186	1,110	5,130	1,760	3,000	2,170	5,280	1,920	1,600	1,750	1,750	3,740	unbekannt 1911	s3+s4
R 19	1,200	4,070	1,065	1,900	1,750	2,024	0,980	1,150	1,600	1,150	3,350	Deutschland	
R 2	1,210	4,520	0,885	2,570	1,930	2,274	1,050	0,720	1,250	1,220	3,610	Deutschland	
R 213	1,160	3,750	1,360	2,300	1,150	3,128	1,700	1,020	0,700	1,420	4,100	Afrika 1911	
R 228	1,180	4,980	1,025	2,900	2,100	2,973	1,200	0,850	0,900	1,700	3,850	Afrika 1911	
R 25	1,200	5,250	1,025	2,650	2,700	2,716	1,400	0,650	1,050	1,150	2,600	Deutschland	
R 26	1,180	4,780	1,050	2,700	2,300	2,835	1,350	0,750	1,080	1,250	4,100	Deutschland	
R 28	1,190	4,160	0,976	2,600	2,200	2,536	1,200	0,850	0,950	1,000	3,800	Deutschland	
R 30	1,160	5,220	1,125	2,150	1,100	2,419	1,350	0,900	1,300	1,200	3,400	Deutschland	
R 31	1,210	4,760	0,950	2,100	1,900	1,995	0,900	1,000	1,500	1,250	3,950	Deutschl.1884	
R 33	1,190	5,450	2,380	0,865	2,250	2,750	1,080	0,650	1,800	1,400	4,500	Deutschl. 1884	
R 34	1,120	4,260	0,950	2,500	2,000	2,375	1,050	0,850	1,900	1,350	4,400	Deutschl. 1884	
R 36	1,200	3,220	3,700	1,370	2,200	2,700	1,740	1,000	1,100	1,500	4,050	Deutschl. 1884	
R 39	1,210	4,420	1,785	0,850	2,150	2,100	1,050	0,650	1,400	1,300	3,750	Deutschl. 1884	
R 41	1,150	3,430	1,500	2,300	1,800	3,450	1,600	1,400	1,000	1,390	3,350	Deutschl. 1885	
R 42	1,150	4,020	1,445	2,570	2,390	3,714	1,500	1,390	1,250	1,310	3,780	Deutschl. 1885	
R 43	1,210	3,990	1,955	0,850	1,900	2,300	0,900	0,800	1,700	1,300	4,000	Deutschl. 1885	
R 432	1,190	3,650	1,425	2,400	1,450	3,420	1,700	1,150	1,800	1,800	3,370	Kairo	s3+s4
R 45	1,200	5,460	0,925	2,450	2,400	2,266	1,000	0,850	1,250	1,350	3,550	Deutschl. 1889	
R 47	1,180	5,450	2,330	0,950	2,000	2,450	1,000	0,900	1,350	1,400	4,200	Deutschl. 1889	
R 5	1,250	3,200	0,995	2,120	1,500	2,109	1,250	0,740	0,900	1,300	3,430	Deutschland	
R 50	1,150	4,160	1,425	2,700	2,450	3,848	1,600	1,250	0,850	2,180	4,550	Deutschl. 1889	
R 51	1,190	5,850	1,050	2,600	2,000	2,750	1,150	0,950	1,200	1,200	3,600	Deutschl. 1889	
R 526	1,190	4,440	1,260	2,650	1,900	3,339	1,250	1,270	1,050	1,700	4,150	China	
R 54	1,210	5,530	0,975	2,500	2,150	2,438	1,000	0,950	1,350	1,000	3,850	Deutschl. 1889	
R 556	1,160	5,810	1,555	2,790	2,000	4,338	1,700	1,410	0,900	1,150	3,220	Indien	
R 572	1,170	5,080	0,980	2,800	1,900	2,744	1,100	0,860	1,280	1,100	3,800	Insel Nias	
R 58	1,180	5,510	2,665	1,025	2,250	2,600	1,200	0,850	1,500	1,150	3,900	Deutschl. 1889	
R 6	1,180	2,210	1,435	2,360	1,700	3,387	1,260	1,610	0,480	1,470	3,080	Deutschland	
R 601	1,170	3,510	1,440	2,920	1,400	4,205	1,600	1,280	1,000	1,350	3,700	Javaner-Schädel	
R 64	1,150	4,760	1,400	2,600	2,280	3,640	1,900	0,900	1,000	1,110	4,400	Peru 1906	
R 7	1,210	5,900	0,850	2,600	2,400	2,210	1,200	0,500	0,850	1,480	3,920	Deutschland	
R 8	1,220	4,330	0,950	2,770	1,650	2,632	0,900	1,000	1,650	1,020	3,720	Deutschland	
R 83	1,160	4,700	1,625	3,100	1,910	5,038	1,760	1,500	1,100	1,400	4,120	Korea	
R 88	1,140	4,640	1,120	2,000	1,700	2,240	1,000	1,240	2,620	2,620	3,680	Europa - männl.	s3+s4
R 9	1,190	6,260	0,970	2,320	2,480	2,250	1,100	0,840	1,200	1,390	3,800	Deutschland	
R 91	1,150	6,860	1,245	2,650	2,320	3,299	1,300	1,190	1,300	1,200	4,370	Europa 1895	
Summe	113,990	443,520	122,911	226,295	194,090	271,057	118,970	97,340	127,450	130,840	365,030		
Mittelwert	1,175	4,572	1,267	2,333	2,001	2,794	1,226	1,004	1,314	1,349	3,763		

Tabelle 5: An menschlichen Schädeln erhobene Messwerte
Anatomisches Institut, Humboldt-Universität, Berlin
(mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. G. Bogusch)

V. Literaturverzeichnis

- Balagura, S.: Surgical approach to the high subcranial internal carotid artery. Neurosurgery 16: 402-405 (1985)
- Bergman, R.A.: Compendium of human anatomic variation. Urban & Schwarzenberg, München, Wien 1988
- Choukè, K. S.: On the incidence of the foramen of Civinini and the Porus crotaphitico-buccinatorius in American whites and negroes. Am J Phys Anthropol. 5: 79-86 (1947) und Am J Phys Anthropol. 4: 203-225 (1946)
- Choukè, K. S.: Injection of mandibular nerve and Gasserian ganglion. Am J Surg 78: 80-85 (1949)
- Choukè, K. S.: The pterygo-alar bar and its recognition by Roentgen methods in trigeminal neuralgia. Am J Roentgenol 65: 180-182 (1951)
- Dandy, W. E.: Trigeminal Neuralgia. Am J Surg 24: 447-455 (1934)
- Day, J. D.: Color atlas of microneurosurgical approach, cranial base and intracranial midline. Thieme Stuttgart 1997
- De Froe, A., Wagenaar, J. H.: Die Bedeutung des Porus crotaphitico-buccinatorius und des Foramen pterygospinosum für Neurologie und Röntgenologie. Fortschr Röntgenstr 52: 64-69 (1935)
- Donovan, M.G., Ondra S.L., Illig J.J., Dickerson N.C.: Combined transmandibular-zygomatic approach and infratemporal craniotomy for intracranial skull base tumors. J Oral Maxillofac Surg 51: 754-758 (1993)
- Eisler, P.: Die Muskeln des Stammes in „Handbuch der Anatomie des Menschen“, Bd. 2, 1, Jena 1912 (zitiert von Lepp 1968)
- Faesebeck, J.: Die Nerven des menschlichen Kopfes, Braunschweig 1840 (zitiert von Grosse 1893)
- Fawcett, E.: On the early stages in the ossification of the pterygoid plates of the sphenoid bone of man. Anat Anz 26: 280-286 (1905)
- Fiedler, W. in Primatologia, Handbuch der Primatenkunde III. Teil 1, Basel 1958
- Fisch, U. and Mattox, D.: Microsurgery of the skull base. Thieme Stuttgart, New York 1988
- Grant, P.G.: Lateral pterygoid: two muscles?. Am.J Anat 138:1-10 (1973)
- Grosse, U.: Ueber das Foramen pterygo-spinosum Civinini und das Foramen crotaphitico-buccinatorium Hyrtl. Anat Anz 8: 321-348 (1893)
- Härtel, F. F.: Röntgenologische Darstellung des Foramen ovale des Schädels und ihre Bedeutung für die Behandlung der Trigeminusneuralgie. Dtsch med Wschr 61: 1069-1072 (1935)
- Henle, J.: Handbuch der Knochenlehre des Menschen. Vieweg und Sohn, Braunschweig 1855
- Henle, J.: Handbuch der Muskellehre des Menschen. 3, 1, 163-164. Vieweg und Sohn, Braunschweig 1858
- Henle, J.: Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Knochenlehre. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1871, 1888
- Hyrtl, J.: Über den Porus crotaphitico-buccinatorius beim Menschen. Sitzungsber Kaiserl Akad Wiss Wien 46: 111-115 (1862)
- Hyrtl, J.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 20. Aufl. Braumüller Wien 1889

- Johnson, F. et al: Basioccipital cleft. *Pediatr Radiol* 133: 101ff (1979)
- Jones, F. W.: The non-metrical morphological characters of of the skull as criteria for racial diagnosis, part 1, *J Anat* vol. 65, 179-195, 368-378, 438-445 (1931) (cited by Choukè)
- Jones, N. F.: Reconstruction of the cranial base following tumour resection. *British J Plastic Surg* 40: 155-162 (1987)
- Kapur, E.: Variation in the lateral plate of the pterygoid process and the lateral subzygomatic approach to the mandibular nerve. *Med Arh.* 54: 133-137 (2000)
- Koritzer, R.T., Suarez, F.: Accessory medial pterygoid muscle. *Acta Anat* 107: 467-473 (1980)
- Krmpotic-Nemanic, J.: Mandibular neuralgia due to anatomical variations. *Eur Arch Otorhinolaryng* 256: 205-208 (1999)
- Krmpotic-Nemanic, J, Vinter I, Jalsovec D, Hat J.: Mandibuläre Neuralgie verursacht durch anatomische Variationen. *Ann Anat* 181: 147 (1999)
- Kuta, A. J.: Imaging the sphenoid bone and basiocciput: anatomic considerations. *Sem Ultrasound CT MRI*, 14: 146-159 (1993)
- Laine, F.J. et al: CT and MR imaging of the central skull base. Part 1, *Radiograph* 10: 591-602 (1990)
- Lang, J. : Clinical anatomy of the masticatory apparatus and peripharyngeal spaces. Thieme, New York, Stuttgart 1995
- Lang, J. : Skull base and related structures, atlas of clinical anatomy. Schattauer, New York, Stuttgart 1995
- Lang, J. , Hetterich, A.: Beitrag zur postnatalen Entwicklung des Processus pterygoideus. *Anat Anz* 154:1-31 (1983)
- Lang, J., Baumeister, R.: Postnatale Entwicklung der Gaumenbreite und -höhe und die Foramina palatina. *Anat Anz* 155:151-167 (1984)
- Lang, J., Baumeister, R.: Über das postnatale Wachstum der Nasenöhle. *Gegenbaurs Morph Jb* 128: 354-393 (1982)
- Lang, J.: Über die postnatale Vergrößerung der Foramina rotundum, ovale et spinosum und deren Lageveränderungen. *Anat Anz* 156: 351-387 (1984)
- Lepp, F.H., Sandner O. : Anatomic-radiographic study of ossified pterygospinous and "innominate" ligaments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 26: 244-260 (1968)
- Macalister, A.: Additional observations on muscular anomalies of human anatomy. *Trans Royal Irish Acad XXV*: 18-20 (1871)
- Macalister, A.: On some forms of the Ligamentum pterygo-spinosum. *Proceedings Royal Irish Academy* 2: 202-205 (1875/77)
- Mack, P.J.: Sphenotemporalis: a new muscle in man. *J Anat* 139: 587-591 (1984)
- Madeline, L.A., Elster, A.D.: Postnatal development of the central skull base: normal variations. *Radiology* 196:757-763 (1995)
- Madeline, L.A., Elster, A.D.: Suture closure in the human chondrocranium: CT assessment. *Radiology* 196:747-756 (1995)

- Mann, S. S. et al.: Imaging of postnatal maturation of the skull base. *Neuroimaging Clinics North America*, 10: 2000
- Martin, R.: *Lehrbuch der Anthropologie*, Bd.2, S. 893, 2.Aufl., Gustav-Fischer, Jena 1928
- Moore, K.L.: *Embryologie*, 4. Aufl., Schattauer Stuttgart, New York 1996
- Müller, F. et al: The human chondrocranium at the end of the embryonic period. *Am J Anat* 159:33-58 (1980)
- Naidich, T.P. et al: Embryology and congenital lesions. *Head Neck Imaging*, 2nd ed.: 1-50, St. Louis 1991
- Naidich, T.P. et al: Embryology and congenital lesions of the midface. *Head Neck Imaging*, 3rd ed.:3-60, St. Louis 1996
- Nathan, H.: The pterygo-spinous muscle-an aberrant (atavic) remnant. *Anat Anz* 169: 97-99 (1989)
- Oetteking, B.: *Craniology of the north pacific coast*, vol. 11, part 1, 202-205, New York 1930 (cited by Choukè)
- Pellet, W. et al: *Oto-neurochirurgie*, Bd.1. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1989
- Penhall, B.: The pterygoid proprius muscle revisited, *Clin Anat* 11:332-337 (1998)
- Pernkopf, E.: *Atlas of topographical and applied human anatomy*. Vol.1, Head and Neck, Saunders, Philadelphia 1963
- Pernkopf, E.: *Topographische Anatomie des Menschen*, III.Bd.: Der Hals, Urban & Schwarzenberg Wien / Innsbruck 1952
- Peuker, E.T, Fischer G, Filler T.: Entrapment of the lingual nerve due to an ossified pterygospinous ligament. *Clin Anat* 14: 282-284 (2001)
- Piersol, G.A.: *Human anatomy*; 8th ed. Lippincott, Philadelphia 1923
- Poland, J.: Variations of the external pterygoid muscle, *J Anat Physiol* 24: 567-572 (1890)
- Priman, J. and Etter, L. E.: The pterygospinous and pterygoalar bars. *Med Radiography Photography* 35: 2-6 (1959)
- Putz, R. und Pabst, R. (Hrsg.): *Sobotta, Atlas der Anatomie*, Bd. 1, 20. Aufl., Urban & Schwarzenberg, München 1993
- Quain, J.: *Myology- the muscles of mastication*, *Anatomy*. Vol.2, pt.2, pp. 294-295, London 1899
- Rohen, J. W., Yokochi C: *Color Atlas of Anatomy*. 3rd ed., Igaku-Shoin, New York, Tokyo 1993
- Samii, M. and Draf, W.: *Surgery of the skull base - An interdisciplinary approach*. Springer, New York, Heidelberg 1990
- Sanna, M.: *Atlas of temporal bone and lateral skull base surgery*. Thieme, Stuttgart, New York 1995
- Sasaki, H.: Developmental studies on the postsphenoid of the human sphenoid bone. *Hokkaido J Med Science* 48: 167-174 (1973)
- Shaw, J. P.: Pterygospinous and pterygoalar foramina: A role in the etiology of trigeminal neuralgia. *Clin. Anat* 6: 173-178 (1993)

Smith, P. G.: Experience with the resection of parapharyngeal cancers via the infratemporal fossa approach. *Otolaryng. Head Neck Surg* 94: 291-301 (1986)

Starck, D., Leonhardt, H., Frick H.: *Allgemeine und Spezielle Anatomie I+II*. Thieme, Stuttgart, New York 1992

Tebo G.: The pterygospinous bar in panoramic roentgenography. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 26: 654-657 (1968)

Thane, G.D. et al: *Quain's Anatomy*, 10th ed., vol.2: Osteology. Longman Green, London 1893

Velasco, J. R. M.: Study of pterygospinosus muscle in human fetuses. *Acta Anat* 151: 14-19 (1994)

Vidic, B.: The variations in length of the pterygoid process as a function of the variations of the sphenoid angle. *Anat Rec* 160: 527-530 (1968)

Von Brunn, A.: Das Foramen pterygospinosum Civinini und der Porus crotaphitico-buccinatorius Hyrtl. *Anat Anz.* (1891)

von Lüdinghausen, M.: Morphological peculiarities of the deep infratemporal fossa in advanced age. *Surg Radiol Anat* 28 (2006) angenommen

Wagstaffe, W.W.: Two cases showing a peculiar arrangement in the fibres of the external pterygoid muscle in man. *J Anat Physiol* 5: 281-284 (1871)

Williams, P.L. et al: *Gray's Anatomy*, 37th ed., Churchill Livingstone, London 1989

Williams, P.L., Warwick, R.: *Gray's Anatomy*. 38th Ed., Churchill Livingstone, New York, London 1995

Woodburne, R. T.: *Essentials of Human Anatomy*, 8th edition, Oxford University Press, New York, Oxford 1988

Danksagungen

Herrn Professor Dr. M. von Lüdinghausen sage ich meinen herzlichsten Dank für die Überlassung des Themas, die freundliche und tatkräftige Unterstützung der Arbeit und besonders für seine stoische Geduld.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. M. Miura aus Japan für die großartige Unterstützung bei den Präparationen der Feuchtpräparate.

Herrn F. Schütz und Herrn R. Stapf danke ich für die Hilfestellung bei der Datenverarbeitung und Berechnung am PC.

Herrn Professor Dr. G. Bogusch vom Anatomischen Institut der Humboldt-Universität zu Berlin danke ich für die Überlassung der Schädelammlung.

Lebenslauf

28.02.2007

Persönliche Daten

Name	Al-Khatib
Vorname	Mohammed
Geburtsdatum	15.03.1972
Geburtsort	Beirut
Familienstand	ledig
Staatsangehörigkeit	deutsch
Anschrift	An der Pleichach 1 97078 Würzburg Tel. 0931 / 8805830 oder 0171/1717433 Email moha.al@t-online.de

Ausbildung

1979 - 1983	Grundschule in Neuburg / Donau
1983 - 1992	Descartes-Gymnasium in Neuburg / Donau
Juni 1992	Allgemeine Hochschulreife
WS 1992/93 - SS 1994	Studium der Humanmedizin an der Universität Regensburg
August 1994	Ärztliche Vorprüfung in Regensburg
WS 1994/95 - WS 1997/98	Klinischer Abschnitt des Humanmedizinstudiums in der Universitätsklinik Würzburg
August 1995	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
März / April 1998	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
20.04.1998 - 21.03.1999	Praktisches Jahr in der Universitätsklinik Würzburg (Dermatologie, Chirurgie, Innere Medizin)
28.10.1999	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
02.11.1999 - 31.03.2000	AiP in der Anatomie der Universität Würzburg
15.05. - 30.09.2000	AiP in der Chirurgie des Klinikums Regensburg
01.10.2000 – 15.06.2001	AiP im Sanatorium Frankenland Bad Kissingen
25.06. – 25.12.2001	Assistenzarzt in der Bavaria-Klinik Bad Kissingen
01.01.2002 – 15.04.2004	Stationsarzt in den Luitpoldkliniken H. Grom
01.05.2004 – 30.04.2006	Stationsarzt in der Diabetes-Klinik Bad Mergentheim
seit 01.05.2006	Assistenzarzt in der Universitätsklinik Würzburg

Kenntnisse

Sprachkenntnisse	Deutsch, Arabisch, Englisch, Grundkenntnisse Italienisch
EDV - Kenntnisse	Word, Excel, Corel, PATE, u. a.
Sonstiges	Erfahrung im Lehrbetrieb, Labormedizin, Auslandserfahrung, mikroskopische Chirurgie (Transplantation), Naturheilverfahren, physikalische und rehabilitative Medizin, Sonographie des Abdomens/Hals/Venen, Diabetologie, Sozialmedizin, Akupunktur und Schmerztherapie

