

32
4
Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde
Serie A (Biologie)

Herausgeber:

Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1

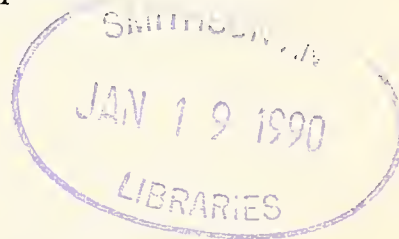
Stuttgarter Beitr. Naturk.	Ser. A	Nr. 424	106 S.	Stuttgart, 15. 12. 1988
----------------------------	--------	---------	--------	-------------------------

Anatomie des Körperstammes von
Alligator mississippiensis Daudin

Anatomy of the Body Stem of *Alligator mississippiensis* Daudin

Von Eberhard Frey, Tübingen

Mit 62 Abbildungen



Summary

The anatomy of the body stem (neck, trunk, sacrum, and tail) of *Alligator mississippiensis* Daudin 1802 is described. The position of the dorsal armor in relation to the skeleton of the axis, the epaxial musculature as well as the musculature of the body wall and the ribs is re-investigated together with the anatomy of the epaxial muscle systems, the hypaxial in the tail, and some shoulder muscles inserting at the skin. The intervertebral ligaments, the position of adipose deposits, and pads of connective tissue are included in the examinations.

The following anatomical characters are typical for the body stem and its connection to the shoulder girdle of *Alligator mississippiensis*:

- The neurocentral suture remains unfused until late ontogeny in all cervical, dorsal, sacral and tail basis vertebrae.
- All cervical and the anterior three thoracic (= prethoracic) vertebrae have a processus ventralis.
- The processus spinosi of the dorsal, sacral and tail basis vertebrae are of equal height.
- The processus transversi are broad and flattened; they are oriented nearly vertically, and the three posterior ones lack ribs (lumbal vertebrae).
- The three cranial cervical vertebrae are linked together with the first two very long cervical ribs and the normally formed third one and thus form a nearly immobile functional unit.
- The ribs of C III-VIII form joints together (articulationes intercostales).
- The cervical ribs and the first prothoracic rib are linked to the vertebrae with their heads dorsally and ventrally of the sutura neurocentralis.
- The articulations of the thoracic ribs III-XII are situated exclusively on the processus transversi.
- The ribs of the sacrum as well as those of the tail basis are located over the sutura neurocentralis syndesmotically on arcus and corpus.
- The dorsal shield consists of osteoderms, which are arranged in transverse and longitudinal rows; they are keeled and caudally reach to Ca I.

- The four median osteoderms form a functional unit in the trunk and the tail basis; the totality of these osteoderms is defined as paravertebral shield. The skin enveloping the osteoderms of the paravertebral shield is also part of the functional unit.
- The longitudinal rows of osteoderms laterally to the paravertebral shield are called accessory rows.
- Between each other the osteoderms of the paravertebral shield form articulationes planae, which are shifted caudally over the length of half a segment against the intervertebral joints.
- Caudally to Th III the transverse osteoderm rows are fixed tightly to the apices of the processus spinosi and cover the intervertebral joints.
- With the exception of those of the cranial part of the cervical vertebral column, the intervertebral ligaments are developed relatively weakly; disci intervertebrales are present.
- The transverse ridge below the joint gap between two transverse rows of the osteoderms of the paravertebral shield serves as an attachment area for the epaxial muscles and is called ligamentum cingulatum.
- The deep cervical muscles are poorly segmented and fuse to a partitioned mass in the transition to the thorax; most muscle fibers run longitudinally and do not insert at the cervical vertebral column.
- All epaxial muscle systems of the trunk and the tail basis originate as tendons from the paravertebral shield.
- The three medial subsystems of the m. (musculus) transversospinalis (m. multifidus, m. spinalis, and m. articularis) consist of red muscle fibers and simply constructed serial tendons; the tendons of the m. articularis and the m. spinalis form long spirals in the trunk.
- The two lateral muscle systems are segmented by complex myosepta and are characterized by white muscle fibers.
- Each epaxial muscle system changes morphologically in a typical way as it runs caudally; m. multifidus and m. spinalis end at Ca XIII.
- The hypaxial musculature of the tail basis is attached to the skin and thus forms a skin-muscle-hose wrapping the m. caudofemoralis longus.
- The axial muscle systems are separated from the vertebral column by big deposits of adipose tissue until they reach the posterior part of the double crest.
- In the posterior part of the tail the myosepta of all axial muscle systems are of similar form and extension.
- The ribs link with the lateral margin of the paravertebral shield with the extremely strong myosepta of the m. iliocostalis.
- The totality of the musculature of the body wall is suspended from the paravertebral shield with the fascia lumbodorsalis.
- The shoulder muscles m. dorsohumeralis and m. dorsoscapularis insert at the margin of the paravertebral shield and at the skin in the shoulder cavity.
- The m. serratus-complex is divided into single muscle teeth.

Zusammenfassung

Der Bau des Körperstammes (Hals, Rumpf, Sacrum und Schwanz) von *Alligator mississippiensis* Daudin 1802 wird beschrieben. Die Lagebeziehung des dorsalen Osteodermenpanzers zum Achsen skelett und zur epaxialen Muskulatur sowie zur Muskulatur der Rumpfwand und der Rippen wird ebenso neu bearbeitet wie der Bau der epaxialen Muskelsysteme, der hypaxialen des Schwanzes und einiger Schultermuskeln mit Hautkontakt. Auch die intervertebralen Ligamente, die Lage von Fettkörpern und Bindegewebsfüllungen gehen in die Untersuchung mit ein.

Folgende anatomische Merkmale charakterisieren den Körperstamm und dessen Verbindung zum Schultergürtel bei *Alligator mississippiensis*:

- Bei allen Hals-, Rumpf-, Kreuzbein- und den basalen Schwanzwirbeln bleibt die neurocentrale Sutura bis ins hohe Alter erhalten.
- Alle Halswirbel und die ersten drei Thoracalwirbel (= Prothoracalwirbel) tragen einen Processus ventralis.

- Die Processus spinosi in Rumpf, Sacrum und Schwanzbasis sind gleich hoch.
- Die Processus transversi sind breit und flach; sie stehen annähernd vertikal, und die drei posterioren sind rippenlos (Lumbalwirbel).
- Die drei cranialen Halswirbel sind durch die sehr langen ersten beiden Halsrippen und die normal gestaltete dritte zu einer fast unbeweglichen funktionellen Einheit zusammengefaßt.
- Die Rippen der C III–VIII bilden untereinander Gelenke aus (Articulationes intercostales).
- Die Halsrippen und die erste Prothoracalrippe überspannen mit ihren Köpfen die Sutura neurocentralis.
- Die Articulationen der Thoracalrippen III–XII befinden sich ausschließlich auf den Processus transversi.
- Die Sacral- und basalen Caudalrippen sitzen syndesmotisch über der Sutura neurocentralis auf Arcus und Corpus.
- Das Dorsalschild besteht aus Osteodermen, die in Querreihen (= Wirtel) und Längsreihen angeordnet sind; sie tragen Kiele und reichen bis Ca I.
- Im Rumpf und im Bereich der Schwanzwurzel bilden die vier medianen Schuppen jedes Wirtels eine funktionelle Einheit; die Gesamtheit dieser Schuppen wird als Paravertebralschild (Carapax paravertebralis) bezeichnet. Die Haut, welche die Paravertebralschild-Osteoderme umhüllt, ist ebenfalls Bestandteil des Paravertebralschildes.
- Die Osteodermen-Längsreihen lateral dieses Paravertebralschildes werden als akzessorische Längsreihen bezeichnet.
- Die Wirtel des Dorsalschildes bilden untereinander Articulationes planae aus, die gegen die Wirbelgelenke um ein halbes Segment nach caudal versetzt sind.
- Die Osteodermwirtel sitzen ab Th III fest auf den Apices der Processus spinosi und überdecken die intervertebralen Gelenke.
- Die intervertebralen Ligamente sind mit Ausnahme derjenigen der cranialen Halswirbelsäule relativ schwach ausgebildet; Disci intervertebrales sind vorhanden.
- Die bindegewebige Querleiste unter dem Gelenkspalt zwischen zwei Wirteln des Paravertebralschildes dient als Muskelanheftstelle und wird als Ligamentum cingulatum (= Gürtelligament) bezeichnet.
- Die tiefen Halsmuskeln sind kaum segmentiert und verschmelzen im Übergangsbereich zum Thorax zu einer gegliederten Masse; die meisten Muskelfasern sind längs orientiert und inserieren nicht an der Halswirbelsäule.
- Alle epaxialen Muskelsysteme des Rückens und der Schwanzbasis entspringen sehnig am Paravertebralschild.
- Die drei medialen Subsysteme des M. (Musculus) transversospinalis (M. multifidus, M. spinalis und M. articulospinalis) sind aus roten Muskelfasern und einfach gebauten, serialen Sehnen zusammengesetzt; die Sehnen des M. articulospinalis und des M. spinalis bilden im Rumpf langgezogene Spiralen.
- Die beiden lateralen Systeme sind durch kompliziert gebaute Myosepten gegliedert und durch weiße Muskelfasern charakterisiert.
- Alle epaxialen Muskelsysteme unterliegen in ihrem Verlauf nach caudal typischen morphologischen Veränderungen; der M. multifidus und der M. spinalis enden bei Ca XIII.
- Die hypaxiale Muskulatur der Schwanzwurzel ist an der Haut befestigt und bildet mit dieser einen Hautmuskelschlauch um den M. caudofemoralis longus.
- Bis zum posterioren Teil des Paarkammes sind die epaxialen Muskelsysteme zum Teil durch große Fettlager von der Wirbelsäule getrennt.
- Im posterioren Teil des Schwanzes haben die Myosepten aller axialen Muskelsysteme eine ähnliche Form und Ausdehnung.
- Die Rippen sind über die extrem starken Myosepten des M. iliocostalis am lateralen Rand des Paravertebralschildes aufgehängt.
- Die gesamte Rumpfwandmuskulatur ist über die Fascia lumbodorsalis am Paravertebralschild aufgehängt.
- Die Schultermuskeln M. dorsohumeralis und M. dorsoscapularis inserieren am Rand des Paravertebralschildes bzw. an der Nacken- und Achselhöhlenhaut.
- Der M. serratus-Komplex ist in einzelne Zacken geteilt.

Inhalt

1. Einleitung	6
2. Material, Methoden, Abkürzungen und Danksagung	8
2.1. Material für anatomische Untersuchungen	8
2.2. Methoden	9
2.2.1. Fixierungsmethode	9
2.2.2. Präparationsmethode	9
2.3. Abkürzungen	9
2.4. Danksagung	14
3. Anatomie des Achsenskeletts	14
3.1. Halswirbelsäule und Halsrippen	14
3.2. Wirbelsäule und Rippen von Thorax und Lende	18
3.3. Sternum und Gastralia	21
3.4. Wirbelsäule und Rippen der Beckenregion	22
3.5. Schwanzwirbelsäule, Schwanzrippen und Hämalbögen	23
4. Ligamente des Achsenskeletts	25
4.1. Intervertebrale Ligamente	25
4.2. Rippen- und Hämalbogen-Ligamente	28
5. Skelett der Dermis und seine Ligamente	30
5.1. Makroskopischer Bau der Haut	30
5.2. Feinbau der Dorsalhaut und der Osteoderme	34
6. Muskelanatomie des Körperstammes	35
6.1. Halsmuskulatur	35
6.1.1. Musculus transversospinalis capitis	35
6.1.2. Musculus transversospinalis cervicis (Pars I)	38
6.1.3. Musculus transversospinalis cervicis (Partes II und III)	40
6.1.4. Musculus longus capitis superficialis	44
6.1.5. Musculus longus capitis profundus	46
6.1.6. Musculus iliocostalis cervicis	47
6.1.7. Musculus longus colli	49
6.2. Die Halsfaszien	50
6.3. Das Fettgewebe des Halses	52
6.4. Distale Kopfbewegungsmuskulatur	52
6.4.1. Musculus colloscapularis superficialis	52
6.4.2. Musculus capiti-sternalis	54
6.5. Schultermuskeln mit Insertionen an der Haut	55
6.5.1. Musculus sphincter colli	55
6.5.2. Musculus dorsoscapularis	56
6.5.3. Musculus dorsohumeralis	56
6.6. Muskuläre Scapula-Aufhängung	56
6.6.1. Musculus rhomboideus	56
6.6.2. Musculus serratus-Komplex	57
6.7. Epaxiale Muskulatur von Rumpf und Schwanz	59
6.7.1. Musculus transversospinalis-System	59
6.7.2. Musculus longissimus-System	77
6.7.3. Musculus iliocostalis dorsi	81
6.8. Muskulatur der Rumpfwand	83
6.8.1. Musculus obliquus abdominis externus und Musculus intercostalis externus proprius	83
6.8.2. Musculus obliquus abdominis internus und Musculus intercostalis internus	85
6.8.3. Musculus transversus abdominis	88
6.8.4. Musculus rectus abdominis	88
6.9. Hypaxiale Schwanzmuskulatur	89
6.9.1. Musculus transversus caudae	89
6.9.2. Musculus ilioischiocaudalis-System	89
6.9.3. Insertion des M. ilioischiocaudalis	98

6.10. Distale Schwanzmuskulatur	98
6.11. Fettlager in Rumpf und Schwanz	100
6.11.1. Subdermale Fettlinsen	100
6.11.2. Fettdepots im Schwanz	100
7. Ausblick und Diskussion	101
8. Literatur	102

1. Einleitung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine möglichst umfassende und detaillierte Vorstellung von der Morphologie des Halses, Rumpfes und Schwanzes der Krokodile am Beispiel von *Alligator mississippiensis* Daudin 1802 zu vermitteln. Dies bildet eine der Grundlagen für die Funktionsanalyse, die in einer späteren Arbeit durchgeführt wird (FREY im Druck). Auf die Funktion der Extremitäten kann im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden. Ontogenie und Histologie des Körperstammes wurden im Rahmen dieser Arbeit ebenfalls nicht berücksichtigt.

Folgende Elemente des Körpers von *Alligator mississippiensis* werden beschrieben: Das Achsenskelett mit seinen Anhängen, die Haut mit ihren Osteodermen, die epaxialen und hypaxialen Sehnen- und Muskelsysteme, aber auch Bindegewebelemente und Fettlager. Besonderer Wert wurde auf die Beschreibung der Verknüpfung von Elementen untereinander gelegt. Nicht berücksichtigt wurde der Bau der Extremitäten. Die sternohyale Muskulatur, die kurzen Occipital-Muskeln und die kurzen Muskeln des Schultergürtels wurden ebenfalls vernachlässigt.

Das Achsenskelett der Krokodile war in der Vergangenheit häufig Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Ich möchte hier nur die wichtigsten herausgreifen. Die älteste Abbildung eines vollständigen Krokodil-Skeletts findet sich bei GREW (1675), die älteste, noch sehr unvollständige Beschreibung bei VESLING (1664). Umfassendere Darstellungen der Osteologie rezenter Krokodile veröffentlichten CUVIER (1808), BLAINVILLE (1839-1864: *Crocodylus biporcatus* = *porosus*), STANNIUS (1856), BRÜHL (1862: *Crocodylus vulgaris* = *niloticus*), OWEN (1866), RATHKE (1866), HUXLEY (1873) und GADOW (1896, 1901), um nur einige zu nennen. Mit den ausgezeichneten osteologischen Arbeiten von MOOK (1921) und KÄLIN (1955) erreichte die Kenntnis vom Bau des Krokodil-Skeletts den heutigen Stand.

Der Atlas-Axis-Komplex und die Halswirbelsäule der Krokodile nimmt unter den Amniota eine derartige Sonderstellung ein, daß viel darüber gearbeitet wurde. Die wichtigsten Beschreibungen finden sich bei RATHKE (1866), BAUR (1886), BOULENGER (1896), WIEDERSHEIM (1909), VIRCHOW (1914), BOSCHMA (1920-1922), MÜLLER (1924), SEEMANN (1926), WETTSTEIN (1937-1954), DEVILLERS (1954), GUIBE (1970) sowie HOFFSTETTER & GASC (1969), wobei sich BAUR 1886, BOULENGER (1896) und MÜLLER (1924) ausschließlich mit dem Atlas-Axis-Komplex der Krokodile auseinandersetzten. Alle anderen Autoren beziehen die gesamte Wirbelsäule in ihre Untersuchungen ein. Strittig blieb lange Zeit die Zahl der Halswirbel. VIRCHOW (1914), GUIBE (1970) und SEEMAN (1926) gehen in Analogie zur Halswirbelsäule der Mammalia von sieben Halswirbeln aus, andere Autoren von acht, wobei das Vorhandensein eines cranialen Fortsatzes an den Rippen der Halswirbel das entscheidende Kriterium ist. Ich schließe mich der Auffassung von HOFFSTETTER & GASC (1969) an, die die Halswirbelzahl mit neun angeben und damit all diejenigen Wirbel zusammenfassen, deren Costae nicht mit dem anterioren Teil des Sternum in Kontakt treten.

Speziell über den Bau der Rippen und deren Aufhängung an der Wirbelsäule arbeiteten CLAUS (1876), BEHRENS (1880; er beschreibt den Bau der Processus uncinati), HOFFMANN (1877-1878; er hebt besonders den Bau der Sacral- und Caudalrippen hervor), IHLE et al. (1927), GADOW (1933), EMELIANOV (1936-1937) und DEVILLERS (1954). Zur Morphologie der Gastralia äußerten sich VOELTZKOW & DÖDERLEIN (1902). Sie lieferten eine sehr detaillierte Beschreibung, die bis heute Gültigkeit hat. Die Hämapophysen beschrieb BOULENGER (1893) ausführlich. RATHKE (1853), HUXLEY (1873), KÄLIN (1929) und DEVILLERS (1954) lieferten genaue Beschreibungen des Sternalapparates, und über die Osteologie der Gürtel arbeiteten RATHKE (1853, 1866), HUXLEY (1873), FÜRBRINGER (1876, 1900) und VIALLETON (1915).

Die Morphologie des Krokodil-Skeletts war also bereits um die Jahrhundertwende so gut bekannt, daß die angeführten Autoren in jedem umfangreichen mo-

dernen Werk zur vergleichenden Anatomie zitiert werden. Trotzdem halte ich es im Rahmen der ganzheitlichen Methode für notwendig, die für die Funktionsanalyse des Tragsystems wichtigen makroskopischen Strukturen des Krokodil-Skelettes am Beispiel von *Alligator mississippiensis* möglichst genau darzustellen und zusammenzufassen. In der Bezeichnung von anatomischen Details halte ich mich an den Nomenklaturvorschlag von BAUMEL et al. (1979: Nomina anatomica avium). Ich mache damit aber keine Aussagen über die Homologie der bezeichneten Strukturen bei Vögeln und Krokodilen.

Während die Fülle der Quellen über die Hartteilanatomie der Krokodile nahezu unübersehbar ist, habe ich außer STANNIUS' (1856) Hinweis, am Atlas der Krokodile sei ein Ligamentum transversum vorhanden, keine Angaben über Ligamente im Krokodilrumpf gefunden. Da aber die Ligamente im Tragsystem der Tiere eine gewichtige Rolle spielen - auch wenn GRAY (1944) für die Mammalia das Gegenteil behauptet - werden die Ligamente des Körperstammes von *Alligator mississippiensis* im Kapitel 4. beschrieben. In der Nomenklatur orientiere ich mich weitgehend an BAUMEL et al. (1979). Wo dies nicht möglich ist, benenne ich die Ligamente des Rumpfstammes nach Ursprung und Ansatz.

Etwas mehr Angaben fand ich über die Haut der Krokodile. Die ältesten Arbeiten zu diesem Thema tauchen um die Mitte des letzten Jahrhunderts auf: Es war RATHKE (1866), der sich als erster mit der Embryologie und dem Bau der Haut von *Crocodylus vulgaris* (= *Crocodylus niloticus*) beschäftigte. Die Histologie der Krokodilhaut wurde von LEYDIG (1873), KERBERT (1877), LWOFF (1884), MATSCHIE (1897), VOELTZKOW (1902), KRAUSS (1906), STUDNIČKA (1909) und SCHMIDT (1914) eingehend bearbeitet, wobei die Arbeiten von RATHKE (1866) und SCHMIDT (1914) die ausführlichsten und genauesten sind. Elektronenoptische und neuere histologische Studien fehlen bislang.

Für andere Autoren stand die äußere Morphologie der Krokodilhaut und die Anordnung der Osteoderme im Vordergrund. Es handelt sich meist um taxonomische Arbeiten (JÄGER 1863, HUXLEY 1860, SIEBENROCK 1926, BOAS 1931, PEYER 1931, WETTSTEIN 1937-1954, WERMUTH 1952, BRAZIATIS 1973/1974, ROSS & MAYER 1983) oder um Arbeiten zur Erkennung von Krokodilhäuten (FUCHS 1974).

Ich beschränke mich im Kapitel 5. auf die makroskopische Bearbeitung der dorsalen Hautpartien. Bezüglich der Histologie stütze ich mich vorläufig auf die Angaben von SCHMIDT (1914). Detaillierte histologische Untersuchungen sind geplant, würden aber den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Der Motor des Körperstammes ist die Muskulatur. Die höchst komplexe Morphologie insbesondere der epaxialen Muskulatur von Hals, Rumpf und Schwanz war wohl der Grund für die bislang unzureichende Beschreibung dieser Muskelgruppe bei den Krokodilen. In Tübingen entstand 1826 die älteste mir bekannte umfassende Beschreibung der Krokodil-Muskulatur (BUTTMANN 1826), doch schon ein Jahr früher erwähnte HENTZ (1825) den hohen Anteil an weißer Muskulatur im Krokodilrumpf. Fast gleichzeitig veröffentlichte MECKEL (1828) in seinem System der vergleichenden Anatomie recht genaue Angaben zur Muskelanatomie der Krokodile. Die epaxialen Systeme sind jedoch ebenso ungenau beschrieben wie in CUVIER's *Léçons d'anatomie comparée* (1835). Einige Jahre später fand HAIR (1868) heraus, daß der Abstand der Inscriptiones der Rückenmuskulatur mit dem Abstand der Schuppenwirtel übereinstimmt, und daß die Sehnen der epaxialen Muskulatur an den Schuppen - die HAIR als 'horny plates' bezeichnete - inserieren. Auch die alternierende Richtung der einzelnen Muskelsysteme erwähnt HAIR (1868) explizit. Seine anatomische Beschreibung der Hals-, Rumpf- und Schwanzmuskulatur ist jedoch wenig detailliert und äußerst verwirrend. Demgegenüber wurden die Muskeln der Bauchwand besser bearbeitet (BUTTMANN 1826, CUVIER 1835, GORSKI 1852, PFEIFFER 1854, STANNIUS 1856, RATHKE 1866, HAUGHTON 1866, 1868, HAIR 1868, SCHNEIDER 1879). FÜRBRINGER (1876) und GADOW (1882) gelang eine ausgezeichnete und

umfassende Beschreibung der Rumpf- und Bauchwandmuskulatur, doch bleiben die Ausführungen der Autoren den Bau der epaxialen Muskeln betreffend an der Oberfläche. MAURER (1896, 1899) greift die Ergebnisse GADOW's auf und vervollständigt sie kritisch. Neue Erkenntnisse über die Rückenmuskulatur bleiben aus, doch sind die Angaben MAURER's zur Rumpfwandmuskulatur so exakt, daß sie bis heute unangefochten gelten. HOFFMANN (1890) bezieht sich weitgehend auf FÜRBRINGER (1876) und NISHI (1937) auf MAURER (1899). Beide Autoren bestätigen die Ergebnisse von MAURER und FÜRBRINGER, schlagen jedoch geringfügige Änderungen in der Nomenklatur der Rumpfwandmuskulatur vor.

Für die epaxiale Muskulatur wurde ein literarischer Bezugspunkt erst von VALLOIS (1920, 1922) geschaffen. Leider ist auch seine sehr ausführliche Beschreibung der einzelnen Muskelsysteme noch zu ungenau, um deren Funktion bei der terrestrischen Lokomotion verstehen zu können. Auf der Grundlage von VALLOIS' Arbeiten wurde die epaxiale Muskulatur des Rumpfes von GASC (1981) überarbeitet, die der Lende, des Beckens und des Schwanzes von mir (FREY 1982), doch zeigten sich auch hier Schwierigkeiten im Erkennen komplexer räumlicher Strukturen, was besonders an der Kleinheit der seziierten Tiere lag. Aus diesem Grunde wurde in der vorliegenden Arbeit die gesamte epaxiale Muskulatur nochmals an einem großen Krokodil (*Alligator mississippiensis*) überarbeitet.

In diese Überarbeitung wurde auch die Halsmuskulatur mit einbezogen. Sie ist in der Vergangenheit nur sehr oberflächlich bearbeitet worden. So beschrieben TIEDEMANN et al. (1817), EDGEWORTH (1935) und LUBOSCH (1938) nur Teile der Cervicalmuskulatur. BUTTMANN (1826), MECKEL (1828), CUVIER (1835), STANNIUS (1856), HAIR (1868), RÜDINGER (1868), RATHKE (1866), FÜRBRINGER (1876), HOFFMANN (1890) und VALLOIS (1922) gehen explizit auf die Halsmuskulatur ein, doch deckt sich nur ein Teil ihrer Befunde mit den meinen.

Die hypaxiale Muskulatur des Schwanzes wurde mit einer Ausnahme (FREY 1982) bisher nur pauschal beschrieben (GADOW 1882, 1882a, HAINES 1935, NISHI 1937, STARCK 1982). Die Erkenntnisse, die durch das Sezieren eines großen Tieres gewonnen wurden, weichen jedoch so stark von den an Jungtieren gewonnenen Ergebnissen ab, daß ich hier nochmals ausführlich auf diese Muskelgruppe zu sprechen komme.

Über die stellenweise sehr feste Verbindung zwischen Haut und Muskulatur machen nur HAIR (1868), GADOW (1882), SEIDEL (1979) und FREY (1982) Angaben, die jedoch nicht zum Verständnis des Funktionsgefüges Haut/Muskulatur unter den Bedingungen der terrestrischen Lokomotion beitragen. Die Fascia lumbodorsalis als Ursprungsareal für die äußere Rumpfwandmuskulatur wird von FÜRBRINGER (1876), GEGENBAUR (1898) und MAURER (1896, 1899) nur erwähnt.

Der letzte Abschnitt des muskelanatomischen Teiles (Kapitel 3.11.) handelt von der Verteilung des Fettgewebes im Körperstamm. Bisher haben sich nur VORSTMANN (1939) und SCHNEIDER (1942) mit diesem Thema auseinandergesetzt, allerdings nicht unter funktionsmorphologischem Aspekt.

Da die Muskulatur und ihre Interaktion mit Haut und Achsenskelett ein wesentlicher Bestandteil der Funktionsanalyse sein wird (FREY im Druck), nimmt ihre Beschreibung den größten Teil der Arbeit ein (Kapitel 6.).

2. Material, Methoden, Abkürzungen und Danksagung

2.1. Material für anatomische Untersuchungen

Von den folgenden Krokodilarten standen nur jeweils Lende und Schwanz zur anatomischen Untersuchung zur Verfügung; Länge und Fixierung sind ebenfalls angegeben:

Keilkopfglattstirnkaïman (*Paleosuchus trigonatus* Schneider 1801); Privatbesitz, Länge 84,5cm, vorfixiert in BOUIN'scher Fixierung, aufbewahrt in 70 % Isopropanol.

Brillenkaiman (*Caiman crocodilus* L. 1798); Privatbesitz, Länge 102,5cm, 70% Isopropanol.

Stumpfkrokodil (*Osteolaemus tetraspis* Cope 1861); American Museum Natural History (AMNH) 24740, Länge 112cm, 50% Isopropanol.

Spitzkrokodil (*Crocodylus acutus* Cuvier 1807); AMNH 126609, Länge 140cm, 50% Isopropanol.

Sundagavial (*Tomistoma schlegeli* Müller 1838); McDOWELL, Privatbesitz, Länge 65cm, 50% Isopropanol.

Gangesgavial (*Gavialis gangeticus* Gmelin 1789); AMNH 81802, Länge 142cm, 50% Isopropanol.

2.2. Methoden

Die gesamte Muskulatur des Rumpfstammes wurde seziiert an *Alligator mississippiensis* Daudin 1802 (Zoologische Schausammlung Tübingen (ZST) SZ 4246, Länge 217cm Fixierung nach TUTSCH 1975).

Die Beschaffung von weiteren Krokodilleichen zu Rumpfstammpräparationen war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, weil darauf Wert gelegt wurde, keine abgetöteten Wildfänge dieser bedrohten Tiere zu bearbeiten. Die seziierten Krokodile sind durchweg Zootiere.

2.2.1. Fixierungsmethode

Alligator mississippiensis wurde über die Arteria femoralis mit Fixierflüssigkeit nach TUTSCH 1975 injiziert. Die Fixierung bewährte sich außerordentlich gut, doch traten nach längerer Lagerung an der Luft Schimmelpilze im distalen Schwanzviertel, die die Muskulatur trotz wiederholter Formalin-Injektionen zerstörten. Da die Arteria femoralis hohe Injektionsdrücke nicht zuläßt, empfehle ich die zusätzliche Injektion der distalen Schwanzbereiche mit Fixierflüssigkeit.

Alle anderen Tiere waren für diese Fixierungsmethode zu klein, sie wurden intramuskulär und intraperitoneal injiziert.

2.2.2. Präparationsmethode

Zur Darstellung der epaxialen Muskelsysteme bediente ich mich der Zupfmethode. Mit einer Nervenpinzette wurden die Muskelfasern zwischen den Myosepta und den serialen Sehnen herausgezupft, um den räumlichen Bau der Systeme zeigen zu können. Die anderen Muskeln wurden in der klassischen Weise dargestellt.

2.3. Abkürzungen

Die Abkürzungen in alphabethischer Anordnung und ihre Bedeutung:

A	
acc	akzessorisches (= laterales) Dorsalosteoderm
Apon ins	Aponeurosis insertionis (ansetzende Flächensehne)
Apon orig	Aponeurosis originis (entspringende Flächensehne)
Arc at	Arcus atlantis (Neuralbogen des Atlas)
Arc haem	Arcus haemalis (Haemalbogen)
Ar lig elast	Area ligamenti elastici
Arc neur	Arcus neuralis (Neuralbogen)
Art interc	Articulatio intercostalis (Zwischenrippengelenk)
Art interost	Articulatio interosteodermalis (Zwischenschuppengelenk)
Art cth	Articulatio costae thoracalis (Gelenk einer Thoracalrippe zum Wirbel)
At	Atlas
Ax	Axis

	B
Bgl	Bindegewebsleiste
Bocc	Os basioccipitale
Bsph	Os basisphenoideum
	C
C	Vertebra cervicalis (Halswirbel), Halssegment
Ca	Vertebra caudalis (Schwanzwirbel), Schwanzsegment
Cap	Capitulum (ventraler Rippenkopf)
Caps art	Capsula articularis (Gelenkkapsel)
Cart apic	Cartilago apicalis (apikale Knorpelkappe eines Dornfortsatzes)
Cart st	Cartilago sternalis (Brustbeinknorpel)
Cc	Costa cervicalis (Halsrippe)
Cca	Costa caudalis (Schwanzrippe)
Clo	Cloace (Afteröffnung)
Co	Corium (Unterhautbindegewebe)
Colfas	Collagenfaser
Coll	Kissen aus collagenem Gewebe
Conc lat	Concavitas lateralis (laterale Einziehung eines Wirbels)
Cond	Condylus occipitalis (Hinterhaupt-Gelenkkopf)
Cond vert	Condylus vertebralis (Wirbelkörper-Gelenkkopf, Wirbelhauptgelenk)
Cond vert cran	Condylus vertebralis cranialis (vorderer Wirbelkörper-Gelenkkopf des ersten Schwanzwirbels)
Cond vert post	Condylus vertebralis posterior (hinterer Wirbelkörper-Gelenkkopf des ersten Schwanzwirbels)
Cor	Os coracoideum
Corp	Corpus costalis (Rippenkörper)
Corp at	Corpus atlantis (Wirbelkörper des Atlas)
Corp vert	Corpus vertebralis (Wirbelkörper)
Cproth	Costa prothoracalis (Prothoracalrippe)
Cs	Costa sacralis (Sacralrippe)
Cut	Cutis
Cth	Costa thoracalis (Brustrippe)
Cw	Caudalwirtel (Segment der Schwanzhaut)
Cws	Halswirbelsäule
	D
Dens	Dens axialis (Zahn des Axis)
Derm	Dermis (Haut)
Diap	Diapophyse
Disc int	Discus intervertebralis (Bandscheibe)
Dks	Doppelkamm-Schuppe
	E
Exocc	Os exoccipitale
	F
Fac art	Facies articularis (Gelenkfläche)
Fac art ax	Facies articularis axialis (Gelenkfläche des Atlas zum Axis)
Fac art c	Facies articularis costalis (Gelenkfläche für einen Rippenkopf)
Fac art c caud	Facies articularis costalis caudalis (hinteres Rippengelenk eines Querfortsatzes)
Fac art c cran	Facies articularis costalis cranialis (vorderes Rippengelenk eines Querfortsatzes)
Fac art haem	Facies articularis arcus haemalis (Haemalbogen-Gelenkfläche eines Schwanzwirbels)
Fasc c	Fascia cervicis (Halsfascie)
Fasc cafem long	Fascia m. caudofemoralis longus (Fascie des M. caudofemoralis longus)

Fasc c ext	Fascia cervicis externa (äußere Halsfascie)
Fasc c int	Fascia cervicis interna (innere Halsfascie)
Fasc lumbdors	Fascia lumbodorsalis (Lenden-Rücken-fascie)
Fasc pubisfem int	Fascia musculi puboischiofemoralis internus (Fascie des M. puboischiofemoralis internus)
Fd	Fettdepot
Fd intram	intramuskuläres Fettlager
Fd intsept	intraseptales Fettlager
Fd laterc	lateroarcuales Fettlager
Fd latspin	laterospinales Fettlager
Fd pericafem	pericaudofemorales Fettlager
Fd supraspin	supraspinales Fettlager
For interm	Foramen intermuscularis (Öffnung in den epaxialen Grenzsepten)
For m	Foramen magnum (Hinterhauptsloch)
For vert	Foramen vertebralis (Rückenmarkskanal)
Fos cond	Fossa condyloidea (Gelenkgrube)
Fov cost	Ansatzfläche einer Rippe auf einem Wirbel

G

Gast	Gastrale (Bauchrippe)
Gastost	Gastral-Osteoderm (Verknöcherung der Bauchhaut)
Grsept	Grenzseptum zwischen den epaxialen Muskeln

H

Haltef	Haltefasern (Befestigungsfasern der Osteoderme)
--------	-------------------------------------------------

I

Icl	Os interclavicula
Il	Os ilium
Inc captub	Incissura capitulotubercularis (Einschnitt zwischen den Köpfen der Hals- und Prothoracalrippen)
Inc vert caud	Incissura vertebralis caudalis (hintere Neuralbogenbucht)
Inc vert cran	Incissura vertebralis cranialis (vordere Neuralbogenbucht)
Inscr	Inscriptio tendinei (Sehneninskription auf der Oberfläche eines Muskels)

L

Lam proc spin	Lamina processus spinosi (lamellenartige, knöcherne Verbreiterung an einigen Dornfortsätzen)
latcost	laterocostales Rippensegment
Lig	Ligament(um)
Lig arcat	Ligamentum arcuoatlantis
Lig arccorp	Ligamentum arcuocorporale
Lig arcdent	Ligamentum arcuodentale
Lig arttub	Ligamentum articulatuberculare
Lig at	Ligamentum atlantocostale
Lig atdent	Ligamentum atlantodentale
Lig cing	Ligamentum cingulatum (Gürtelligament)
Lig disccap	Ligamentum discocapitulare
Lig elast	Ligamentum elasticum interlaminare
Lig intart	Ligamentum interarticulare
Lig interc	Ligamentum intercostale
Lig inthaem	Ligamentum interhaemale
Lig intost	Ligamentum interosteodermale (Zwischenwirtel-Ligament)
Lig ocpat	Ligamentum occipitoatlante
Lig patarc ant lat	Ligamentum proatlantoarcuale anterior laterale
Lig patarc post	Ligamentum proatlantoarcuale posterior
Lig sspin	Ligamentum supraspinosum
Lig trans	Ligamentum transversum
Lig trhaem caud	Ligamentum transversohaemalis caudalis
Lig trhaem cran	Ligamentum transversohaemalis cranialis

M

M.	Musculus
M anc hum lat	M. anconaeus humeralis lateralis
M anc scap lat	M. anconaeus scapularis lateralis
M artspin	M. articulo-spinalis
M cafer long	M. caudofemoralis longus
M capst	M. capiti-sternalis
M capst ant	M. capiti-sternalis (Pars anterior)
M capst post	M. capiti-sternalis (Pars posterior)
M colscap superf	M. colloscapularis superficialis
M delt scap inf	M. deltoideus scapularis inferior
M depr mand	M. depressor mandibulae
M dorshum	M. dorsohumeralis
M dorsscap	M. dorsoscapularis
M dscap	M. dorsalis scapulae
M epax	epaxiale Muskelmasse
M ilcost c	M. iliocostalis cervicis
M ilcost d	M. iliocostalis dorsi
M ilcost l	M. iliocostalis lumbalis
M ilisca il	M. ilioischiocaudalis (Caput iliacum)
M intcost ext	M. intercostalis externus
M long	M. longissimus
M long ca	M. longissimus caudae
M long ca A	M. longissimus caudae (Pars A)
M long d	M. longissimus dorsi
M long cap prof	M. longus capitis profundus
M long cap superf	M. longus capitis superficialis
M long coll	M. longus colli
M multif	M. multifidus
M obl ext	M. obliquus abdominis externus
M obl ext prof	M. obliquus abdominis externus profundus
M obl ext superf	M. obliquus abdominis externus superficialis
M obl int	M. obliquus abdominis internus
M pect	M. pectoralis
M pter	M. pterygoideus
M pubisfem int	M. puboischiofemoralis internus
M rect	M. rectus abdominis
M rhomb	M. rhomboideus
M rhomb ant	M. rhomboideus (Caput anterior)
M rhomb post	M. rhomboideus (Caput posterior)
Ms	Myoseptum
M ser	M. serratus
M ser prof	M. serratus (Pars profunda)
Ms ilcost	Myoseptum des M. iliocostalis
Ms long d	Myoseptum des M. longissimus dorsi
Ms tendart	Myoseptum des M. tendinoarticularis
M sph coll	M. sphincter colli
M sph ani	M. sphincter ani
M spin	M. spinalis
M tendart	M. tendinoarticularis
M ter maj	M. teres major
M trans	M. transversus abdominis
M transsp cap	M. transversospinalis capitis
M transsp cerv	M. transversospinalis cervicis

O

Occip	Occiput (Hinterhaupt)
Ost	Osteoderm (Hautknochen)

P

Parap	Parapophyse
Paraost	Osteoderm aus dem Paravertebralschild

Pat	Proatlas
PC	praecaudaler Schuppenwirtel
pc	Pars centralis
pd	Pars dorsalis
pl	Pars lateralis
pm	Pars medialis
Proc art	Processus articularis (Gelenkfortsatz des Neuralbogens)
Proc art ca	Processus articularis caudalis (hinterer Gelenkfortsatz des Neuralbogens)
Proc art cran	Processus articularis cranialis (vorderer Gelenkfortsatz des Neuralbogens)
Proc cran	Processus cranialis costae (vorderer Rippenfortsatz)
Proc spin	Processus spinosus (Dornfortsatz)
Proc trans	Processus transversus (Querfortsatz)
Proc unc	Processus uncinatus (Hakenfortsatz der Thoracalrippen)
Proc vent	Processus ventralis (unterer Dornfortsatz der Hals- und Prothoracalwirbel)
Proc vent ax	Processus ventralis des Axis
Pter	Os pterygoideum
pv	Pars ventralis
Q	
Q	Os quadratum
Qjug	Os quadratojugale
S	
S	Vertebra sacralis (Beckenwirbel)
Scap	Scapula
Sept interspin	Septum interspinosum
Sept inthaem	Septum interhaemale
Sept trans	Septum transversum
Socc	Os supraoccipitale
Squ	Os squamosum
Sscap	Suprascapula
stcost	sternocostales Rippensegment
Strat malp	Stratum malphigi (der Haut)
Subep	Subepidermis
Sut neur	Sutura neurocentralis (Naht zwischen dem Neuralbogen und dem Wirbelkörper)
Sut ser	Sutura serrata (gezackte Knochennaht)
Synchond tubcost	Synchondrosis tuberocostalis
T	
Tend ins	Tendo insertionis (Anheftungssehne)
Tend orig	Tendo originis (Ursprungssehne)
Th	Vertebra thoracalis (Brustwirbel, Thoracalsegment)
Tub	Tuberculum (oberer Rippenkopf)
U	
Ubg	Unterhaut-Bindegewebe
Upks	Unpaarkamm-Schuppe
V	
V	Myoseptumteil des M. ilioischiocaudalis
Verbfas	Verbindungfasern des interosteodermalen Gelenks
vertcost	vertebrocostales Rippensegment
X	
Xiphst	Xiphisternum

2.4. Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde mit der finanziellen Unterstützung des SFB 53 (Palöko-logie) und des SFB 230 (Natürliche Konstruktionen) durchgeführt. Für die Betreuung danke ich Prof. F. WESTPHAL (Tübingen), Prof. D. AMMERMANN (Tübingen) und Prof. W.-E. REIF (Tübingen).

Für die Überlassung von Präparationsmaterial sowie für die freundliche und tatkräftige Hilfe bei der Bearbeitung von Untersuchungsmaterial bedanke ich mich bei den Damen und Herren H. KOPP (Tübingen), S. McDOWELL (New York), G. MICKOLEIT (Tübingen), C. MYERS (New York), R. PICKFORD (Bath), F. WESTPHAL (Tübingen), und R. WILD (Stuttgart). W. WETZEL danke ich für die Reproduktion der Zeichnungen und H. BAUSCHERT für die graphische Beratung.

3. Anatomie des Achsenskeletts

3.1. Halswirbelsäule und Halsrippen (Abb. 1-5)

Proatlas und Atlas zusammen als ein Segment gerechnet, setzt sich die Halswirbelsäule aus neun Halswirbeln (Vertebrae cervicales) zusammen. Bei allen Halswirbeln - mit Ausnahme des Proatlas - bleibt die neurozentrale Naht (Sutura neurocentralis) zwischen Neuralbogen (Arcus neuralis) und Wirbelkörper (Corpus vertebralis) in Form einer Sutura serrata erhalten (Abb. 1). Die konkave Gelenkpfanne für den Condylus occipitalis (Fossa condyloidea) wird vom Corpus atlantis, den beiden dorsal nicht miteinander verwachsenen Arcus atlantes und der cranialen Fläche des Dens gebildet (Abb. 2A, C; 3). Die Lücke zwischen dem dorsalen Rand des Foramen magnum und dem Neuralbogen des Atlas wird durch den dachförmigen Proatlas abgedeckt, der über Ligamente an den Processus articulares craniales des Atlas befestigt ist.

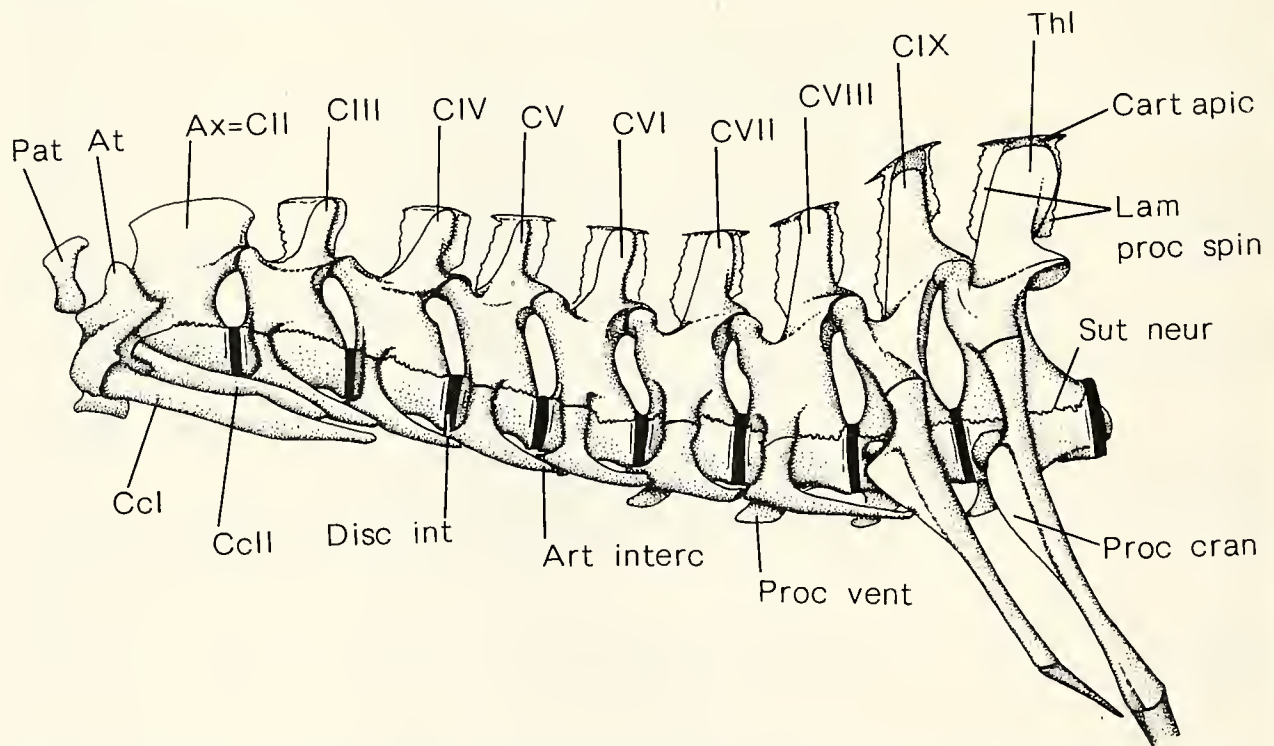


Abb. 1. *Alligator mississippiensis*; Halswirbelsäule von links gesehen; man beachte die bei allen Halswirbeln deutlich erkennbare Sutura neurocentralis; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Das flache, rechteckige Corpus atlantis trägt an seinem caudalen Rande die dicht beieinanderliegenden Foveae costales für das erste Halsrippenpaar (Costae cervicales). Diese Halsrippen sind schwertförmig und im Gegensatz zu den nachfolgenden einköpfig (Abb. 1, 3A, 5A, B). Sie liegen den ebenfalls schwertförmigen Rippen des Axis dicht auf und erreichen die caudalen Enden der Rippen des dritten Halswirbels.

Das Centrum des Atlas ist dem des Axis angelagert und bildet den Dens. Die Verbindung zwischen Dens und Corpus axis ist syndesmotisch (Abb. 3A, B). Die anteroventrale Fläche des Dens bildet mit der Medialfläche des Corpus atlantis ein Sattelgelenk. Die craniale Fläche des Dens ist konkav und bildet den caudalen Abschluß der Fossa condyloidea. Der dorsale Fortsatz des Dens kommt dabei in eine dorsale Incisur des Condylus occipitalis zu liegen. Auf den dorsolateralen Dens-Flächen befinden sich die Facies articulares zu je einer Hälfte des Arcus neuralis atlantis. Die anteroventralen Ecken des Arcus neuralis axis beteiligen sich an der Gelenkbildung (Abb. 3A, B). Am posterolateralen Rande des Dens artikulieren die beiden zweiköpfigen zweiten Halsrippen, die etwa um ein Drittel kürzer sind als die ersten (Abb. 5C, D).

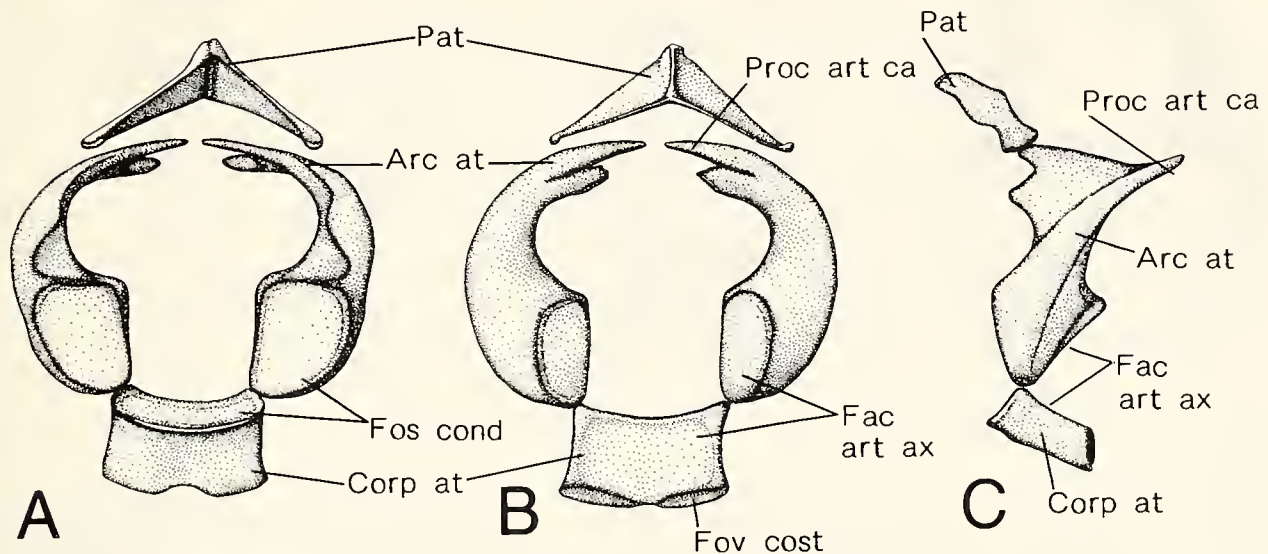


Abb. 2. *Alligator mississippiensis*; Atlas-Proatlas-Komplex von cranial (A), von caudal (B), und von links (C). Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Das Corpus des Axis ist im Querschnitt dreieckig. Der ventrale Kiel läuft cranial in einen kurzen, gedrungenen Processus ventralis aus, der zwischen die Tubercula des zweiten Halsrippenpaares vorragt. Der Dornfortsatz (Processus spinosus) ist von lateral gesehen sehr lang und beilförmig. Die Processus articulares craniales (Präzygapophysen) sind klein und wenig prominent. Ihre plane Gelenkfläche (Facies articularis) steht im Winkel von ca. 20° zur Sagittalebene. Im Gegensatz dazu ragen die Processus articulares caudales (Postzygapophysen) weit aus der Oberfläche des Arcus neuralis heraus; ihre Gelenkflächen sind 20° gegen die Sagittalebene geneigt (Abb. 3B).

Die Incisura vertebralis caudalis des Axis ist tiefer ausgerandet als die Incisura vertebralis cranialis. Das Foramen vertebrale ist hochoval, um der Medulla oblongata Raum zu bieten (Abb. 3A, B).

Die Gelenkung des Axis zum dritten Halswirbel erfolgt über den großen halbkugeligen Condylus vertebralis (Wirbelhauptgelenk) auf der Facies articularis caudalis des Corpus. Zusammen mit dem Discus intervertebralis paßt er in die Fossa condyloidea der Facies articularis cranialis des C III.

Der dritte Halswirbel zeigt die gleiche Gestalt wie die folgenden (Abb. 1, 4A, B). Sein Corpus ist im Querschnitt fünfeckig. Cranial läuft der schwache ventrale Kiel in einen nach cranial gebogenen Processus ventralis aus. Die beiden lateralen Leisten münden in die nach ventrolateral weisenden Foveae costales. Die Querfortsätze (Processus transversi oder Diapophysen) befinden sich unmittelbar dorsal der Sutura neurocentralis. Ihre Facies articulares sind etwa halb so groß wie die der Parapophysen und deutlich nach ventrolateral orientiert.

Der Arcus neuralis erscheint von lateral gesehen schlank und hoch im Vergleich zum Corpus. Die Processus articulares sind prominent, ihre Gelenkflächen stehen im Winkel von 60° zur Sagittalebene. Das Foramen vertebrale zeigt einen kreisrunden Querschnitt. Der schlanke Processus spinosus erhebt sich auf der caudalen Hälfte des Arcus neuralis-Daches. Er ist nach caudal geneigt, und an seinem cranialen und caudalen Rande treten unregelmäßig geformte dünne Knochenlamellen (Laminae) auf, die an der Spitze des Processus spinosus in anteroposteriorer Richtung nadelförmig verstärkt sein können (Abb. 1, 4B). Hierbei handelt es sich um sekundäre Desmalossifikationen des Ligamentum

supraspinale. Meist sind diese Laminae cranial deutlicher als caudal. Auf der cranialen Fläche des Arcus-neuralis-Daches befindet sich eine tief eingesenkte Area ligamenti elastici (Abb. 4B).

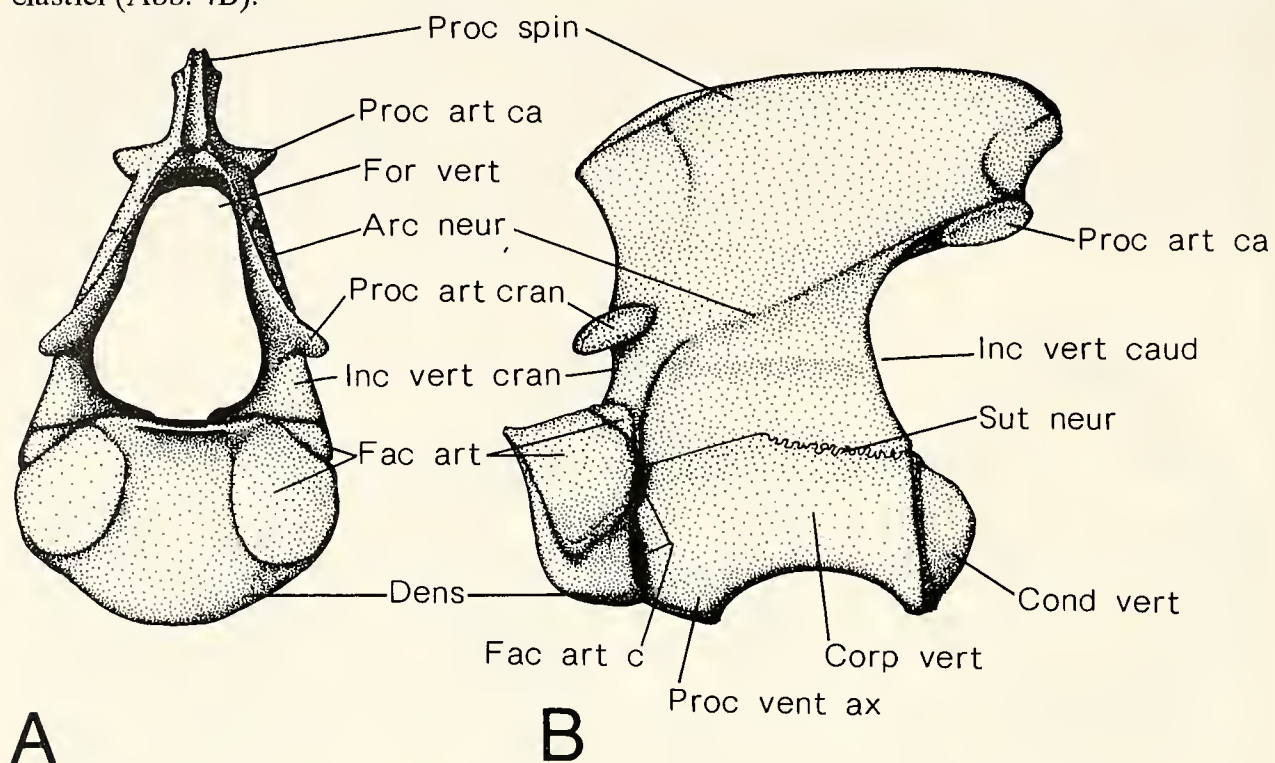


Abb. 3. *Alligator mississippiensis*; Axis von cranial (A) und von links (B). Man beachte das weite Lumen des Foramen vertebralis zur Aufnahme der Medulla oblongata sowie die Sutura neurocentralis und den sutural an den Corpus axialis angehefteten Dens. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

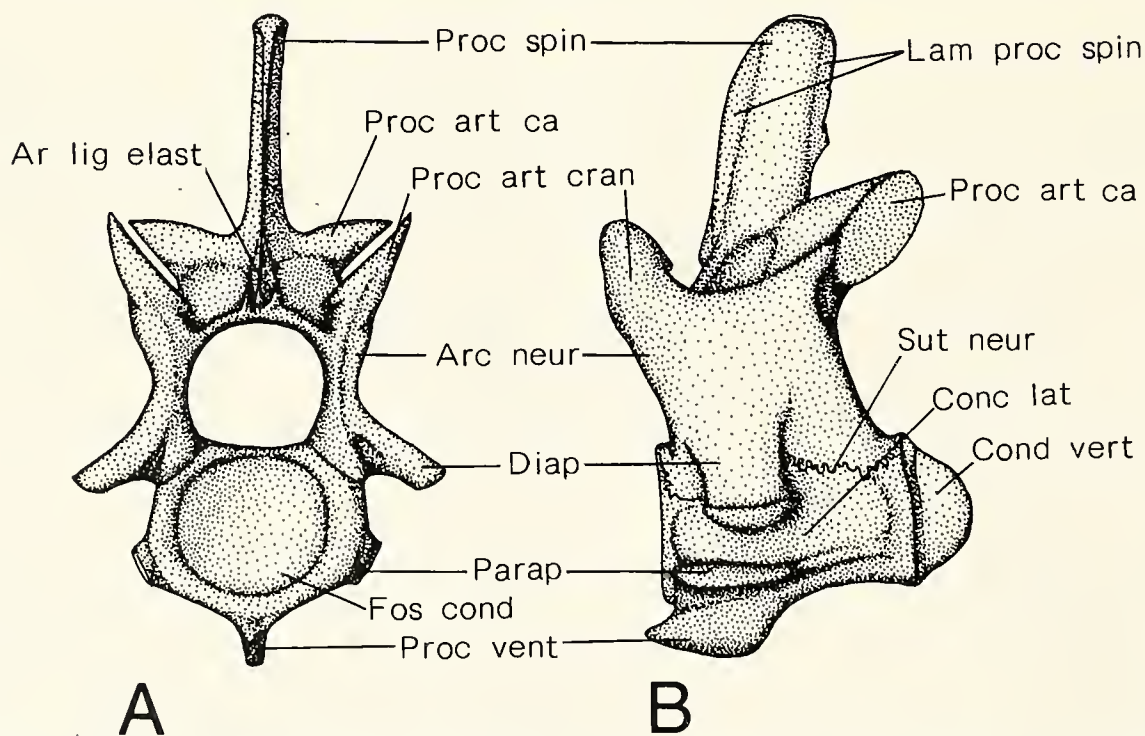


Abb. 4. *Alligator mississippiensis*; Halswirbel VII von cranial (A) und von links (B). Man beachte den ausgedehnten Processus ventralis, den schlanken Processus spinosus mit seinen Laminae und die Sutura neurocentralis, die die Facies articulares der Halsrippen voneinander trennt. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Rippen des dritten Halswirbels zeigen die typische Halsrippen-Gestalt (Abb. 1, 5E, F). Das Tuberculum ist etwas länger als das Capitulum, und die Incisura

capitulotubercularis ist tief eingeschnitten. Das Corpus der Rippe ist in der Längsrichtung orientiert. Cranial überragt ein kleiner Fortsatz die Fusionsstelle von Capitulum und Tuberculum (Processus cranialis costae; Abb. 5E, F). Caudal verbreitert sich die Rippe spatelförmig, wobei die Facies medialis konkav, die Facies lateralis konvex gewölbt ist. Die Facies medialis umfaßt den Processus cranialis der caudal folgenden Rippe und bildet so eine für die Mehrzahl der Halsrippen typische Articulatio plana.

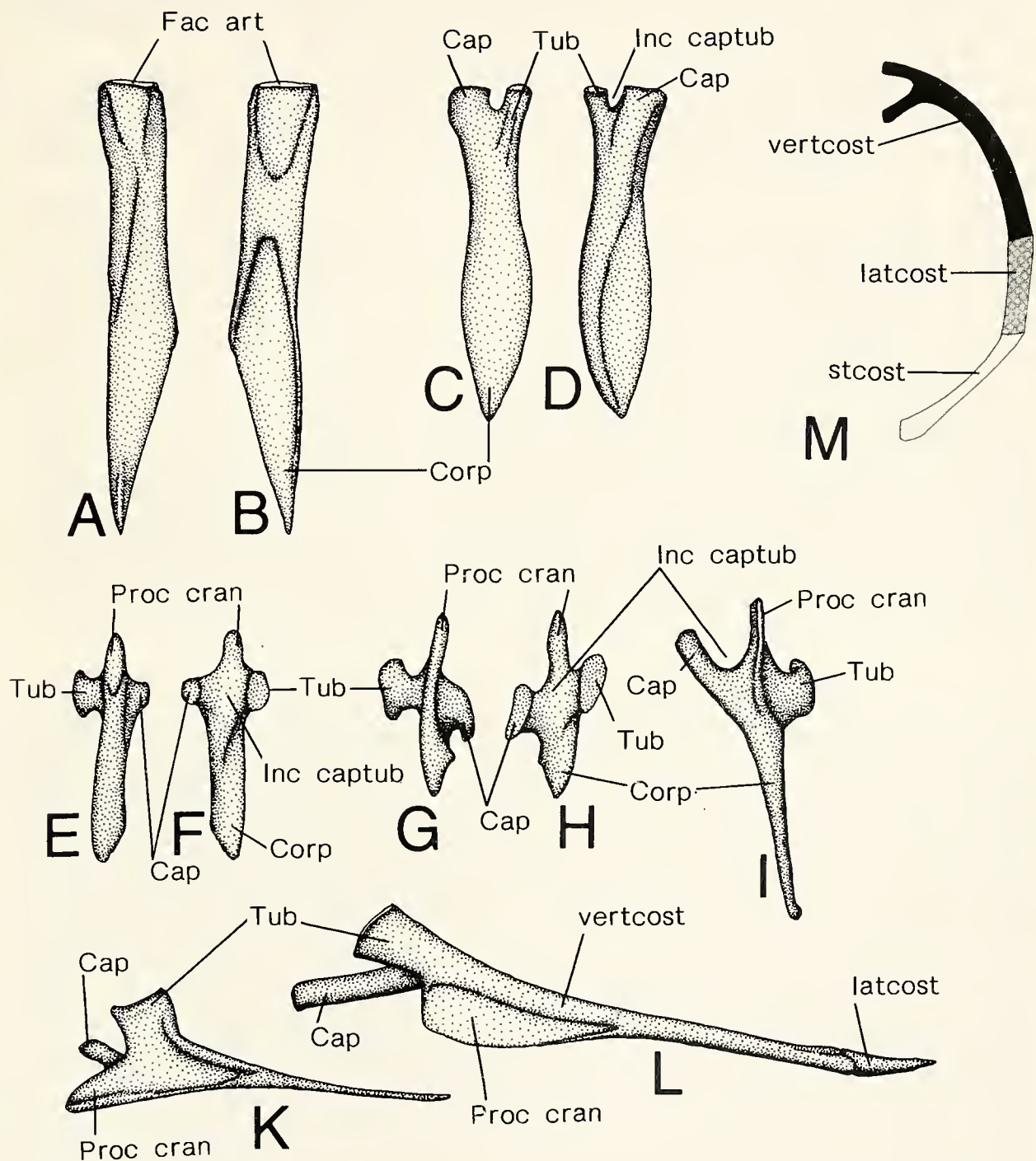


Abb. 5. *Alligator mississippiensis*; Rippen des Halses; linke Rippe des Corpus atlantis, Facies externa (A) und interna (B); linke Rippe des Axis, Facies externa (C) und interna (D); linke Rippe des Halswirbels IV, Facies externa (E) und interna (F); linke Rippe des Halswirbels VII, Facies externa (G) und interna (H); linke Rippe des Halswirbels VII, Facies lateralis (K) und linke Rippe des Halswirbels IX, Facies lateralis (L). Man beachte die Veränderung des Größenverhältnisses zwischen Corpus costae und Processus cranialis im Verlauf der Halswirbelsäule nach caudal (E-K) und die thoracalrippenartige Gestalt der Halsrippe IX mit ihrem kurzen laterocostalen Segment. Die Abb. 5M zeigt die Gliederung einer ursprünglichen Tetrapodenrippe. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Im weiteren Verlauf der Halswirbelsäule bis C VI verringert sich die Länge des Arcus neuralis zunehmend von seinem cranialen Rande her. Das geht auf Kosten der Area ligamenti elastici cranialis; ab C VIII fehlt sie vollständig und die Processus articulares craniales et caudales sind einander angenähert. Die Area ligamenti elastici caudalis dagegen nimmt an Umfang zu.

Der Neigungswinkel der Gelenkfläche der Processus articulares gegen die Sagittalebene nimmt kontinuierlich gegen den C IX zu, wo er ca. 70° erreicht. Die Processus articulares craniales, die bei C III nach anterodorsal ragen, richten sich zunehmend nach dorsal aus und stehen ab C V fast senkrecht auf der Horizontalebene. Die Höhe der Processus spinosi nimmt nach posterior zu und erreicht bei C IX ihr Maximum (Abb. 1).

Während die Schlankheit der Processus spinosi erhalten bleibt, verändert sich ihre Neigung gegen die Senkrechte: Die Processus spinosi der C IV, V und VI stehen lotrecht, diejenigen der posterior folgenden sind wie der des C III nach caudal geneigt. Die Größe der Processus transversi nimmt kontinuierlich nach caudal zu, ebenso die des Processus ventralis.

Auch die Costae cervicales sind im Verlaufe der Halswirbelsäule gestaltlichen Veränderungen unterworfen (siehe oben; Abb. 5). Capitulum und Tuberculum werden immer breiter, aber nur das Capitulum nimmt dabei auch beständig an Länge zu. Während sich bis C VII der Processus cranialis des Corpus costae vergrößert, nimmt die Länge des Corpus selbst ab, bis beide Rippenteile etwa gleich lang sind. Bei C VIII nimmt die Länge des Corpus wieder so stark zu, daß es etwa vier mal so lang ist wie der Processus cranialis (Abb. 1, 5). Der Querschnitt dieses langen Corpus ist nicht mehr abgeflacht wie der der vorangegangenen Halsrippen, sondern rundlich. Die Rippe weist deutlich nach ventrolateral und nicht mehr nach caudal wie die anderen Halsrippen. Sie liegt statt dessen mit ihrer Extremitas posterior dem Processus cranialis der völlig anders gestalteten Rippe des IX Halswirbels auf (Abb. 1). Diese neunte Halsrippe zeigt die Gestalt einer gewöhnlichen zweiköpfigen Tetrapoden-Rippe (Abb. 5M), die bogenförmig nach ventrolateral gerichtet ist. Der Processus cranialis erhebt sich als langgestreckt dreieckige Knochenlamelle von der Margo cranialis und nimmt ca. ein Viertel der Corpus-Länge ein. Der Querschnitt der Extremitas distalis ist oval. Die neunte Halsrippe trägt ein kurzes, knorpeliges laterocostales Segment, das nicht mit dem Sternum in Verbindung steht, sondern der posterior folgenden ersten Thoracalrippe angenähert ist (Abb. 1).

3.2. Wirbelsäule und Rippen von Thorax und Lende (Abb. 1, 5-8)

Die Th I und II sind dem C IX sehr ähnlich, doch nimmt die Breite des Processus spinosus von Th I auf Th II drastisch zu. Gleichzeitig ist, verglichen mit C IX, der caudale Anteil des Arcus neuralis-Daches und das Corpus vertebralis verlängert. Die Höhe der Processus spinosi nimmt hinter C IX wieder ab. Die horizontale Ausrichtung der Facies articulares der Processus articulares wird weitergeführt und erreicht bei Th II den für die Rumpfwirbel typischen Winkel von 80° (vgl. Abb. 6A, B). Die Processus transversi der Th I und II sind im Querschnitt oval und nehmen gegenüber denen des C IX an Länge zu. Sie schwenken von der lateroventralen Richtung in die Horizontalebene. Die Fovea costalis des zweiten Thoracalwirbels befindet sich auf einer prominenten Diapophyse am Corpus vertebralis. Die Foveae articulares der Capitula von Rippe X und XI befinden sich auf der Sutura. Der Processus ventralis erreicht bei diesem Wirbel seine maximale Größe. Die Sutura neurocentralis bleibt wie bei allen folgenden Rumpfwirbeln erhalten.

Während das kurze, knorpelige laterocostale Segment bei allen Thoracalrippen erhalten bleibt, fehlt das sternocostale Segment ab der zehnten. Entsprechend der Nomenklatur in der Humananatomie werden die Costae I bis VI als Costae verae (echte Rippen), die Costae VII bis IX als Costae spuriae (falsche Rippen) und die folgenden als Costae fluctuantes (kurze Rippen) bezeichnet. Die Costa fluctuans des Th XI ist winzig klein. Die vier verbleibenden rippenfreien Dorsalwirbel sind Lumbalwirbel.

Die vertebrocostalen Segmente der Thoracalrippen I und II ähneln dem der neunten Cervicalrippe. Die Länge des Capitulum erreicht bei Th II ihr Maximum, während diejenige des Tuberculum gegenüber dem der Thoracalrippe I abnimmt (vgl. Abb. 8A). Die Höhe des Processus cranialis costae nimmt ebenfalls ab, und der proximale Rand des Processus, der im Gegensatz zu dem der neunten Halsrippe abgerundet erscheint, ist bei der Thoracalrippe II deutlich von der Fusionsstelle von Capitulum und Tuberculum abgesetzt. Das Corpus der zweiten Thoracalrippe hat den größten Querschnitt von allen Rippen im Krokodilrumpf. Die Rippe trägt wie alle folgenden Thoracalrippen kurz vor der Extremitas distalis einen knorpeligen, nach posterodorsal gerichteten Processus uncinatus,

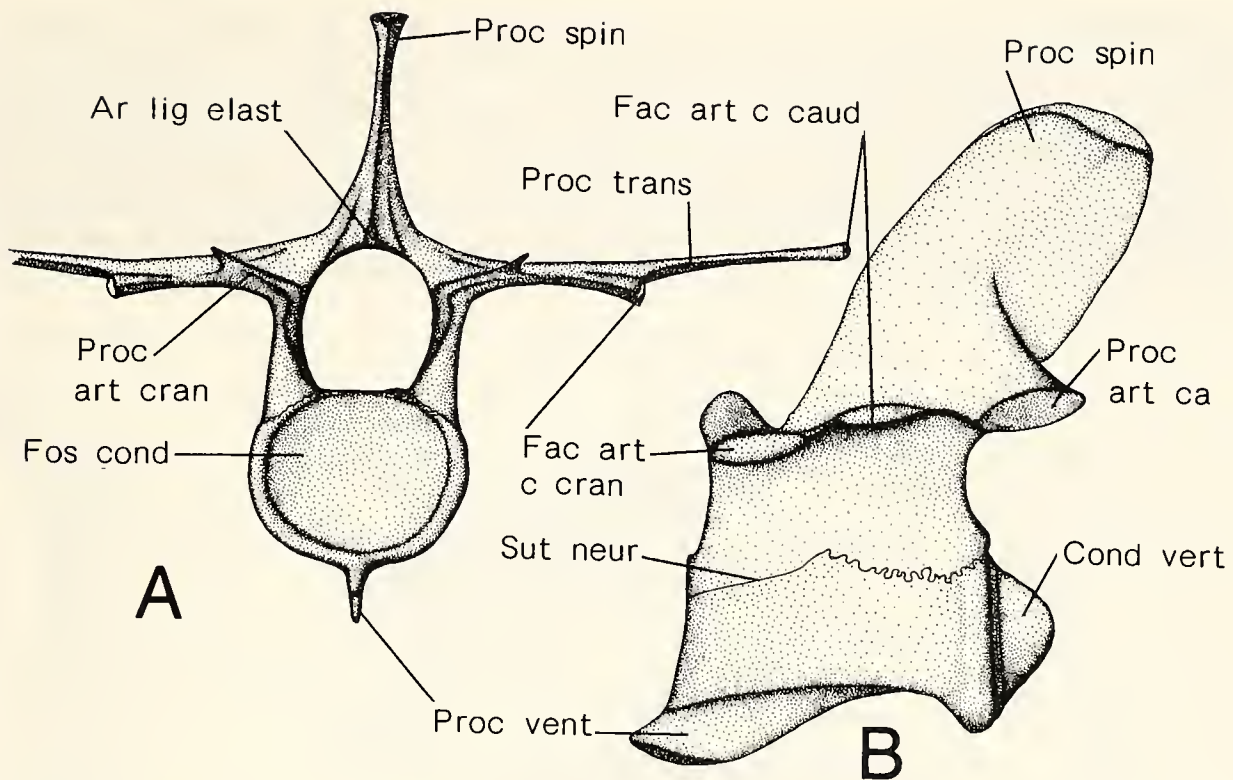


Abb. 6. *Alligator mississippiensis*; Thoracalwirbel III von cranial (A) und von links (B). Man beachte den breiten, nach caudal geneigten Processus spinosus und den ausgeprägten Processus ventralis. Parapophyse und Diapophyse liegen gemeinsam auf dem Processus transversus; auch hier ist die Sutura neurocentralis deutlich zu erkennen. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3.

der keinen direkten Kontakt zur Margo caudalis des Corpus costae hat. Der Processus uncinatus ist vielmehr eingebettet in das sehr derbe Myoseptum des M. iliocostalis, das die Margo caudalis der Rippe beträchtlich nach posterolateral erweitert (vgl. Kapitel 6.7.3.). Bis einschließlich Th IX tragen alle Rippen des Rumpfes derartige Processus uncinati. An die stark verbreiterten Extremitates distales aller Thoracalrippen schließen sich die knorpeligen latero- und sternocostalen Segmente an, über die bis zum Rippenpaar des achten Thoracalwirbels der Kontakt zum Sternum hergestellt wird. Die einzelnen Segmente einer Rippe sind syndesmotisch miteinander verbunden.

Wegen des von den übrigen Rumpfwirbeln abweichenden Baues der Rippenaufhängung bezeichne ich die ersten drei Thoracalwirbel (-rippen) im folgenden als Prothoracalwirbel (-rippen).

Von den drei Prothoracalwirbeln ähnelt der dritte den restlichen Rumpfwirbeln am meisten (Abb. 6). Ein auffälliger Unterschied zu den folgenden Thoracalwirbeln ist jedoch ein deutlicher Processus ventralis. Das Corpus vertebrales ist in der Mitte zwischen den Gelenken im Querschnitt dreieckig, und eine Fovea costalis fehlt gänzlich. Der Processus spinosus ist ca. drei Viertel so lang wie hoch und zeigt apikal eine deutliche laterale Verbreiterung. Wie bei den vorangegangenen Thoracalwirbeln ist nur eine caudale Area ligamenti elastici vorhanden. Am auffälligsten aber ist der Bau der Processus transversus (Abb. 6). Sie liegen den Processus articulares craniales genähert in der Horizontalebene, ragen weit nach lateral, besitzen eine breite schwertförmige Gestalt und tragen je zwei nach distal weisende ovale Facies articulares für die Rippen. Die craniale Facies articularis befindet sich etwa in der Mitte zwischen der Basis und der Extremitas distalis des Processus transversus, die posterior gelegene auf der Extremitas distalis (Abb 6A). Die Art der Rippengelenkung auf dem Processus transversus wird als Synapophyse bezeichnet (ROMER 1976).

Entsprechend sind die Gelenke auf den Costae thoracales ab Th III modifiziert (Abb. 7, 8B, C). Eine Incisura capitulotubercularis fehlt gänzlich. Das Capitulum artikuliert mit der Facies articularis costae cranialis auf dem Processus transversus. Das Tuberculum behält seine Artikulationsstelle auf der Extremitas distalis des Processus transversus bei. Die Margo caudalis des Capitulum ist mit der Margo cranialis des Processus transversus

syndesmotisch verbunden. Der Processus cranialis erscheint auf der dritten Thoracalrippe noch als schwache Erhebung auf dem Distalteil der Margo cranialis. Ab Thoracalrippe IV ist der Processus cranialis reduziert.

Höhe und Breite der Processus spinosi bleiben im gesamten Rumpfbereich konstant. Die dünnen Knochenlaminae an der Margo cranialis und caudalis der Processus, insbesondere in der Thoraxregion, sind so ausgedehnt, daß nur noch schmale Lücken zwischen den Processus spinosi offen bleiben. Die Neigung der Processus nach caudal nimmt zum Th V hin kontinuierlich ab. Die Processus spinosi der Th V bis VII stehen senkrecht und die der posterior folgenden Thoracalwirbel sind zunehmend nach cranial geneigt.

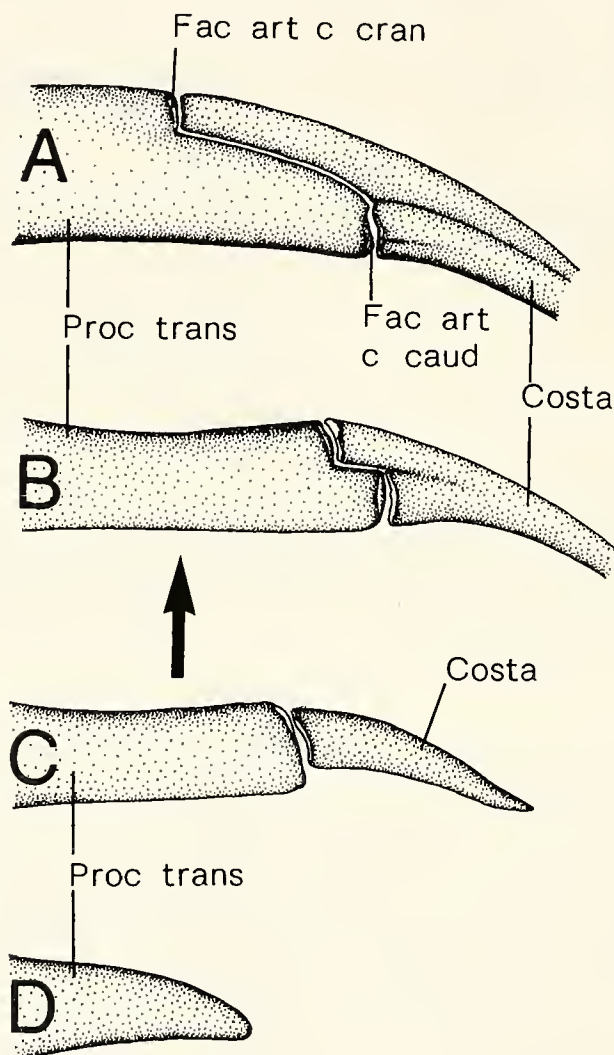


Abb. 7. *Alligator mississippiensis*; Processus transversi des Dorsum und die Articulationes costae von dorsal gesehen; Thoracalwirbel I (A), Thoracalwirbel VI (B), Thoracalwirbel XI (C) und Thoracalwirbel XV (D). Man beachte, wie das anteriore Rippengelenk nach distal wandert (A, B) und schließlich beide Facies articulares auf der Extremitas distalis des Processus transversus verschmelzen (C). D zeigt den rippenfrees Processus transversus der Lumbalregion (Thoracalwirbel XII bis XV). Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Processus transversi erreichen bei Th VII ihre größte laterale Ausdehnung, die dann zum letzten (fünfzehnten) Rumpfwirbel hin kontinuierlich abnimmt. Die Breite der Processus transversi verringert sich bereits bei Th VIII um ca. ein Drittel gegen diejenigen des siebenten und bleibt dann bis Rumpfwirbel XIV etwa konstant. Der Processus transversus des fünfzehnten Rumpfwirbels jedoch ist nur halb so breit wie der des vierzehnten (Abb. 7). Die Entfernung zwischen der cranialen und caudalen Rippengelenkung verringert sich zunehmend, schließlich verschmelzen die beiden Gelenkflächen auf der Extremitas distalis des Processus transversus von Th XI miteinander (Abb. 7C). Ab Th XI fehlen sie gänzlich und die Extremitas distalis erscheint abgerundet (Abb. 7D, 8A-E).

Eine Torsion des Corpus costae, wie sie bei den Thoracalrippen I und II zu beobachten ist, ist bei der dritten Thoracalrippe schwach und fehlt ab der vierten ganz. Die vertebrocostalen Rippensegmente sind ossifiziert und kurz im Verhältnis zu den knorpeligen latero- und sternocostalen Segmenten. Das längste sitzt am Th VIII. Die Rippensegmente ragen nach caudolateral und erreichen mit ihrer Extremitas distalis jeweils die Höhe des Processus transversus des posterior folgenden Wirbels. Die Biegung der vertebrocostalen Segmente der Thoracalrippen I bis VII ist doppelt: Facies medialis und Margo caudalis sind konkav. Die posterior folgenden zeigen von laterodorsal gesehen eine schwache S-förmige Krümmung (Abb. 8C).

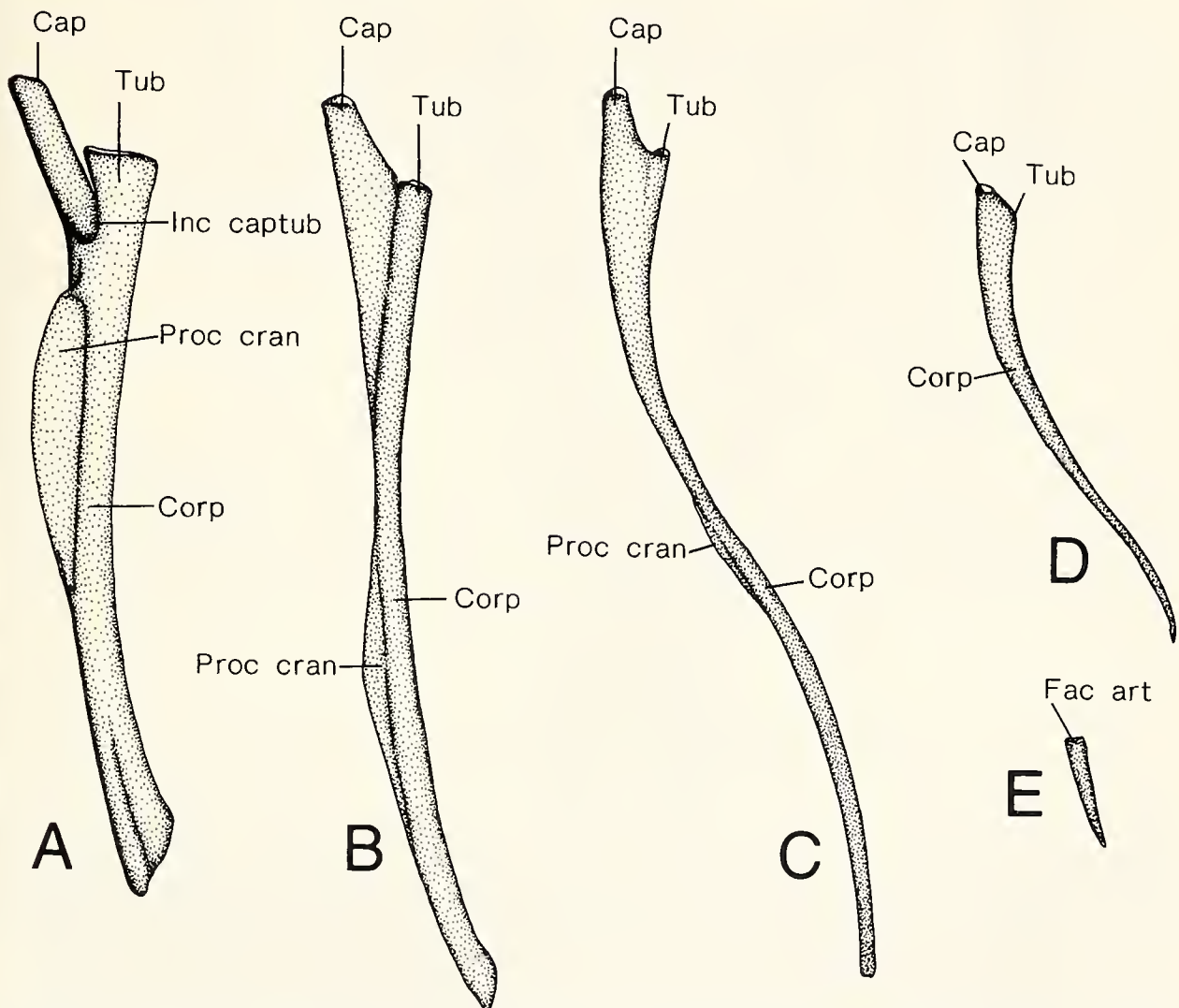


Abb. 8. *Alligator mississippiensis*; vertebrocostale Segmente der Thoracalrippen; Facies externa. Rippe des Thoracalwirbels I (A), III (B), VIII (C), X (D), XI (XI). Man beachte die Zweiköpfigkeit der Thoracalrippe I (A), die Veränderung der Gelenkverhältnisse bei den folgenden Thoracalrippen (B-E), ebenso die Reduktion des Processus cranialis. Die Thoracalrippen X und XI tragen keine lateralen Segmente mehr. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

3.3. Sternum und Gastralia (Abb. 9)

Das Sternum von *Alligator mississippiensis* besteht aus einer knorpeligen schmalen Platte, die cranial löffelartig verbreitert ist und caudal in ein paariges Xiphisternum ausläuft. Die schlanke Interclavicula liegt dieser Knorpelmasse ventral auf und ist im Sternalbereich die einzige massive Struktur. Rippen und Coracoide gelenken am lateralen Rande des Sternalknorpels (Abb. 9).

Die acht Paar Gastralia sind ossifiziert und in den M. rectus abdominis eingelagert. Der Bauchrippenkorb schließt die Lücke zwischen dem Sternum und den Ossa pubis. Das posteriore Gastraliapaar ist besonders kräftig gebaut und unmittelbar an der Pars cartilaginea der beweglichen Ossa pubis befestigt. Es erreicht den anterolateralen Rand der

knöchernen Ossa pubes. Die Gastralia sind V-förmig angeordnet. Die Spitze der Gastraliaspangen weist nach cranial.

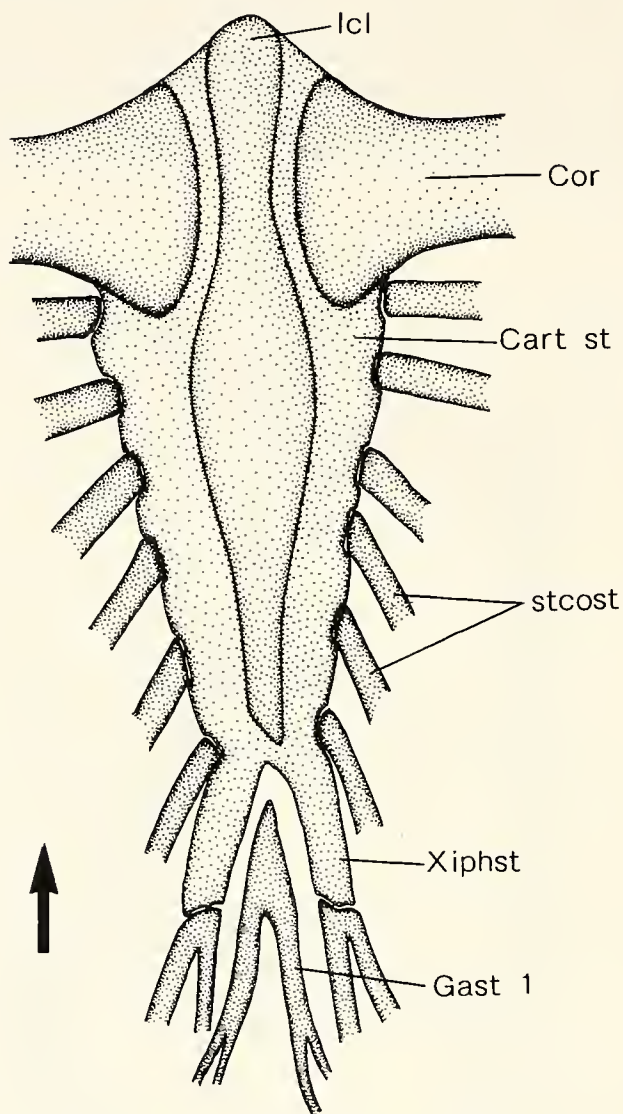


Abb. 9. *Alligator mississippiensis*; Sternum und Ansätze der sternocostalen Rippensegmente sowie der Coracoide von ventral gesehen. Man beachte, daß die gesamte Sternalplatte wie die sternocostalen Rippensegmente aus Hyalinknorpel bestehen, dem die Interclavicula ohne knöchernen Kontakt zu den Coracoiden ventral aufgelagert ist. Zwischen die posterioren Schenkel der Sternalplatte ragt die Spitze des ersten Abdominalrippenpaares. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

3.4. Wirbelsäule und Rippen der Beckenregion (Abb. 10)

Das Sacrum von *Alligator mississippiensis* besteht wie das aller Krokodile aus zwei Sacralwirbeln (Vertebrae sacrales). Die Form ihrer Corpora wird durch die breiten, rechteckigen Ansätze der Sacralrippen bestimmt: Processus transversus und Fovea costalis bilden eine gemeinsame Lagerfläche für die Costa sacralis, wobei der Processus transversus des zweiten Sacralwirbels stärker nach caudolateral gerichtet ist als der des ersten. Die Sutura neurocentralis bleibt bei beiden Sacralia erhalten. Die Gelenke zwischen den beiden Sacralia sind entsprechend denen der Dorsalwirbelsäule ausgebildet. Der zweite Sacralwirbel ist amphicoel, seine Processus articulares caudales sitzen weiter dorsal als die des ersten.

Die Neigung der Processus spinosi nach anterior entspricht derjenigen der Lumbalwirbel. Der Dornfortsatz des zweiten Sacralwirbels ist der breiteste der gesamten Wirbelsäule. Seine Area ligamenti elastici caudalis ist reduziert. Die massiven Costae sacrales sind sutural (Sutura serrata) mit den Sacralia und dem Ilium verbunden (Abb. 10).

Das erste Sacralrippenpaar erreicht mit einem anteroventral liegenden Fortsatz die Facies articularis caudalis des letzten Lumbalwirbels (Abb. 10).

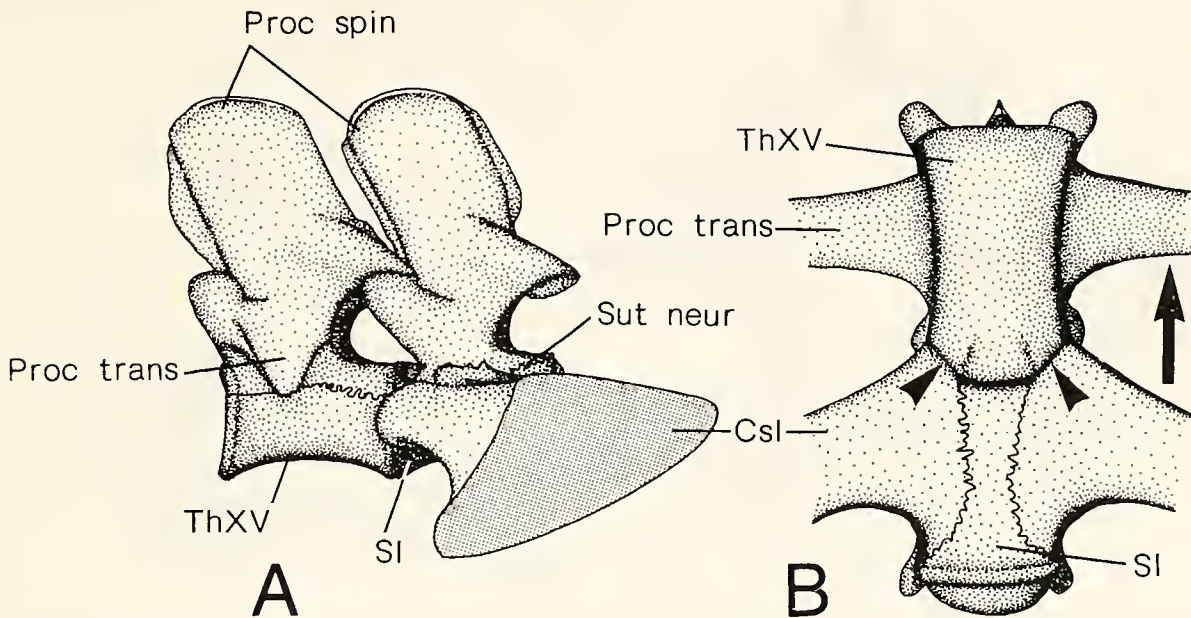


Abb. 10. *Alligator mississippiensis*; Verbindung zwischen Thoracalwirbel XV und Sacralwirbel I von links (A) und von ventral (B). Man beachte die Sutura zwischen Sacralrippe und Corpus vertebrales des Sacralwirbels I. Die Sutura neurocentralis ist erhalten. In B ist ferner die Kontaktfläche der ersten Sacralrippen zur Facies articularis caudalis des Thoracalwirbels XV dargestellt (dreieckige Pfeile). Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

3.5. Schwanzwirbelsäule, Schwanzrippen und Hämalbögen (Abb. 8-13)

Die Schwanzwirbelsäule des untersuchten *Alligator* besteht aus 44 Wirbeln. Die Schwanzwirbelzahl variiert jedoch individuell. Der erste Schwanzwirbel besitzt im Vergleich zu seinen Nachbarn einen kurzen, im Querschnitt halbkreisförmigen Wirbelkörper (Corpus vertebrales). Sowohl die craniale Gelenkfläche (Facies articularis cranialis) als auch die caudale Gelenkfläche (Facies articularis caudalis) ist mit einem Condylus versehen, wobei der craniale flacher ist (Abb. 8A, B).

Die ersten vier Caudalwirbel sind durch sehr kurze Processus transversi charakterisiert, deren Gelenkflächen tief zerklüftet sind. Die Gelenkfläche des Processus transversus verschmilzt mit derjenigen der Diapophyse zu einem großen Articulationsareal, das durch die neurocentrale Sutura in zwei übereinanderliegende Teile geteilt wird. So entsteht eine große, die neurocentrale Sutura übergreifende Lagerfläche für die kurzen, schwertförmigen Schwanzrippen (Abb. 11, 12). Etwa auf der Hälfte seiner longitudinalen Ausdehnung zeigt die Basis des Processus transversus einen Recessus mit gezackten Rändern, in den der entsprechende Zapfen der Caudalrippe greift. Beim ersten Schwanzwirbel wächst die Fovea costalis zu einem Zapfen aus, der in eine Grube auf dem ventromedialen Teil der Costa-Artikulationsfläche greift. Die ventrale Verzahnung der Caudalrippen fehlt ab Ca II, während die dorsale bis Ca IV persistiert, ja sogar an Breite zunimmt. Bei den Ca V bis XVI sind die Processus transversi nahtlos mit den Schwanzrippen verschmolzen (Processus costales). Diese Processus costales nehmen nach posterior kontinuierlich an Größe ab und sind am Ca XVI eben noch als kleine Wärzchen erkennbar, die oft nur einseitig vorhanden sind. An die Stelle der Processus costales tritt an den folgenden Caudalwirbeln eine niedrige Leiste, die die Basen der Processus articulares miteinander verbindet (Abb. 13).

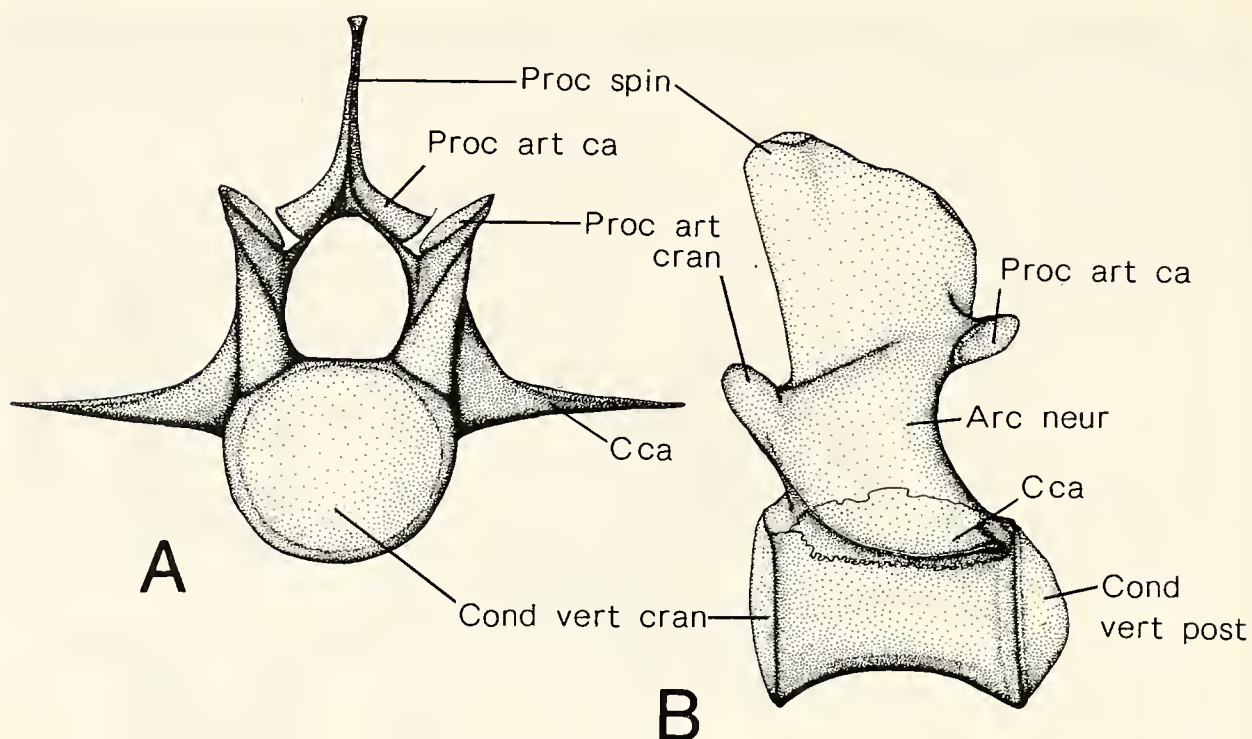


Abb. 11. *Alligator mississippiensis*; Schwanzwirbel I von anterior (A) und von links (B). Man beachte die beiden Condyli auf den Facies articulares anterior und posterior und den breiten nach cranial geneigten Processus spinosus. Die kurze Schwanzrippe ist mit dem Processus transversus und dem Corpus vertebralis sutural verbunden (vgl. Abb. 1, 3B, 4B, 6B). Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Ca XXIII fehlt auch dieser Rest der Lamina (Abb. 13B). Das distale Ende der Processus spinosi ist in diesem Bereich der Schwanzwirbelsäule mit einer rundlichen Knorpelkappe, der Cartilago apicalis versehen (Abb. 13).

Die Neigung der Processus spinosi gegen die Horizontale nach cranial nimmt posterior des Ca III graduell ab. Der des Ca VIII steht schließlich senkrecht auf dem Corpus vertebralis. Die posterior folgenden Wirbel sind durch leicht nach caudal geneigte Processus spinosi gekennzeichnet. Die Höhe der Fortsätze bleibt bis Ca XVII konstant. Dann nimmt bei abnehmender Höhe ihre Neigung nach caudal zu. Sie beträgt ab Ca XXIII etwa 80° gegen den Wirbelkörper. Dieser Winkel bleibt dann bis zur Schwanzspitze konstant.

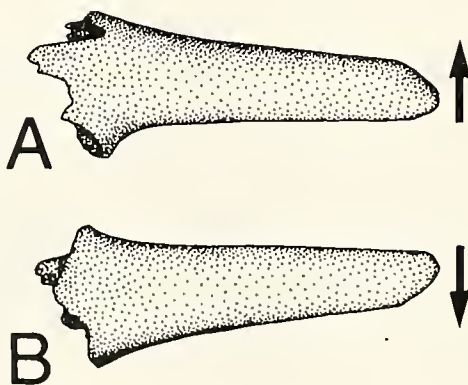


Abb. 12. *Alligator mississippiensis*; Die rechte Rippe des Schwanzwirbels II von dorsal (A) und von ventral (B). Man beachte die Kontaktfläche zum Processus transversus und zum Corpus des zweiten Schwanzwirbels. Pfeile weisen nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Gelenkflächen der Processus articulares werden nach caudal kleiner. Ihre Neigung gegen die Sagittalebene erreicht bei Ca XXIII ca. 20° . Weiter posterior reduzieren sich die auf gemeinsamen Sockeln liegenden Processus articulares auf kleine, stiftförmige Fortsätze ohne distinkte Gelenkfläche (Abb. 13).

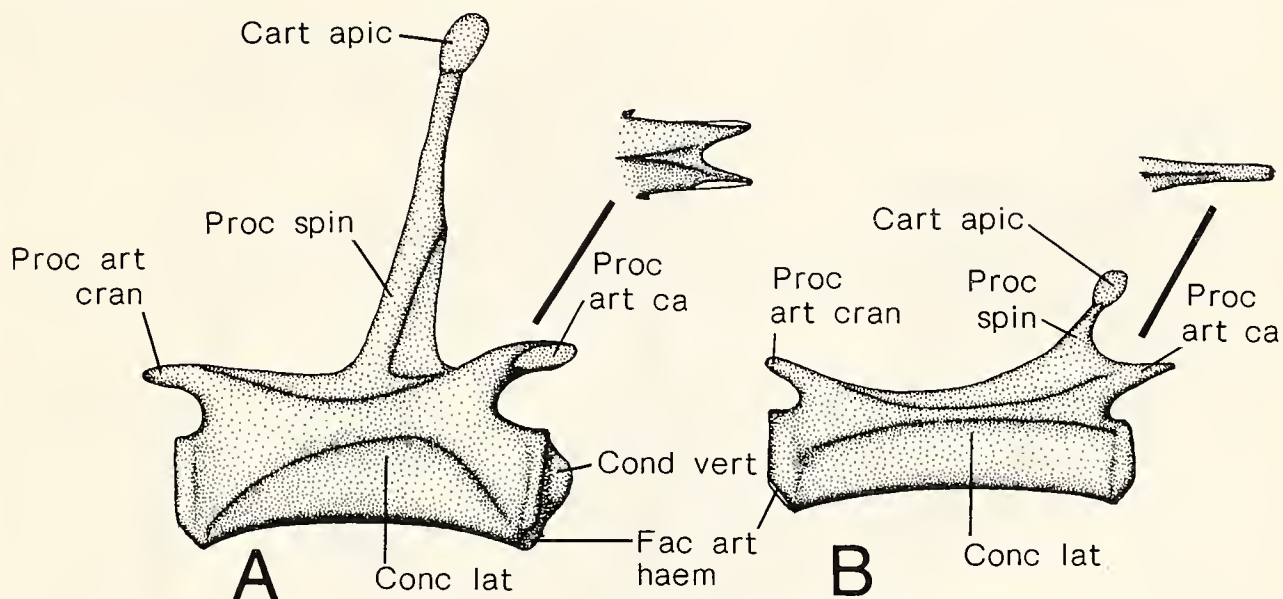


Abb. 13. *Alligator mississippiensis*; linke Seite von Schwanzwirbel XIX (A) und XXVII (B). Die Processus articulares posteriores der beiden Wirbel sind in Dorsalansicht herausgezeichnet. Man beachte den hohen, schlanken Processus spinosus in A, den kurzen, nach posterior gerichteten Processus spinosus in B, ebenso die knopfförmigen Apikalknorpel auf den Dornfortsatzspitzen. Anstelle der Processus transversi sind laterale Längsleisten ausgebildet. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Der Querschnitt des Corpus vertebralis wird im Verlauf der Schwanzwirbelsäule nach posterior immer geringer. Die Concavitas lateralis ist bei Ca XXIII noch deutlich ausgeprägt, wird dann aber rasch flacher. Auch die Condylus auf der Facies articularis caudalis treten immer weniger deutlich hervor, bis die Wirbelkörpergelenke (Articulationes intervertebrales) ab Ca XXIII als biplane Gelenke vorliegen (Abb. 13B).

Die Arcus haemales und die Processus haemales liegen als vollständig verschmolzene Knochenkomplexe vor. Mit zwei in der Sagittallinie zusammenstoßenden Facies articulares gelenkt der Arcus haemalis zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wirbelkörpern. Die Extremitas distalis des Processus haemalis ist im proximalen Schwanzbereich etwas verbreitert und lateral zusammengedrückt. Je weiter posterior die Processus haemales stehen, desto stärker sind sie nach caudal gebogen (vgl. Abb. 43). Im weiblichen Geschlecht fehlt der Haemalbogen des Ca I und der des Ca II ist sehr kurz (Eipassage; Abb. 17).

Die terminalen Caudalwirbel sind beim vorliegenden Exemplar knorpelig. Sie erinnern an Regenerate. Solche Wirbel sind aber auch an Stücken vorhanden, deren Schwanzspitze vollständig erhalten ist.

4. Ligamente des Achsenskeletts

4.1. Intervertebrale Ligamente (Abb. 14-17)

Die intervertebralen Ligamente sind nur im Cranialbereich der Halswirbelsäule relativ kräftig ausgebildet. Besonders zwischen den Komponenten des Proatlas-Atlas-Axis-Komplexes treten viele Ligamente auf.

Die Ligamente des Atlas-Axis-Komplexes sind auf den Abbildungen 14 und 15 dargestellt. Zwischen den Exoccipitalia dorsal des Foramen magnum und der Innenfläche des Proatlas verläuft das starke Ligamentum proatlanto-occipitale. Der Proatlas ist über das paarige Ligamentum proatlanto-arcuale mit der Dorsolateralfläche des Arcus atlantis verbunden. Die Pars anterolateralis des zweiteiligen Ligamentes entspringt auf den ventralen Arealen der Proatlas-Innenfläche, während seine Pars posterior auf der caudalen Kante des Proatlas ihren Ursprung nimmt. Ein weiteres Ligament nimmt seinen Ursprung auf der dorsalen Kante des Proatlas und zieht zum anterodorsalen Rand des Processus spi-

nosus axialis, wo es auf einer verbreiterten, konkav eingesenkten Fläche inseriert. Es handelt sich um den am weitesten cranial gelegenen Teil des Ligamentum supraspinale (vgl. BAUMEL & al. 1979).

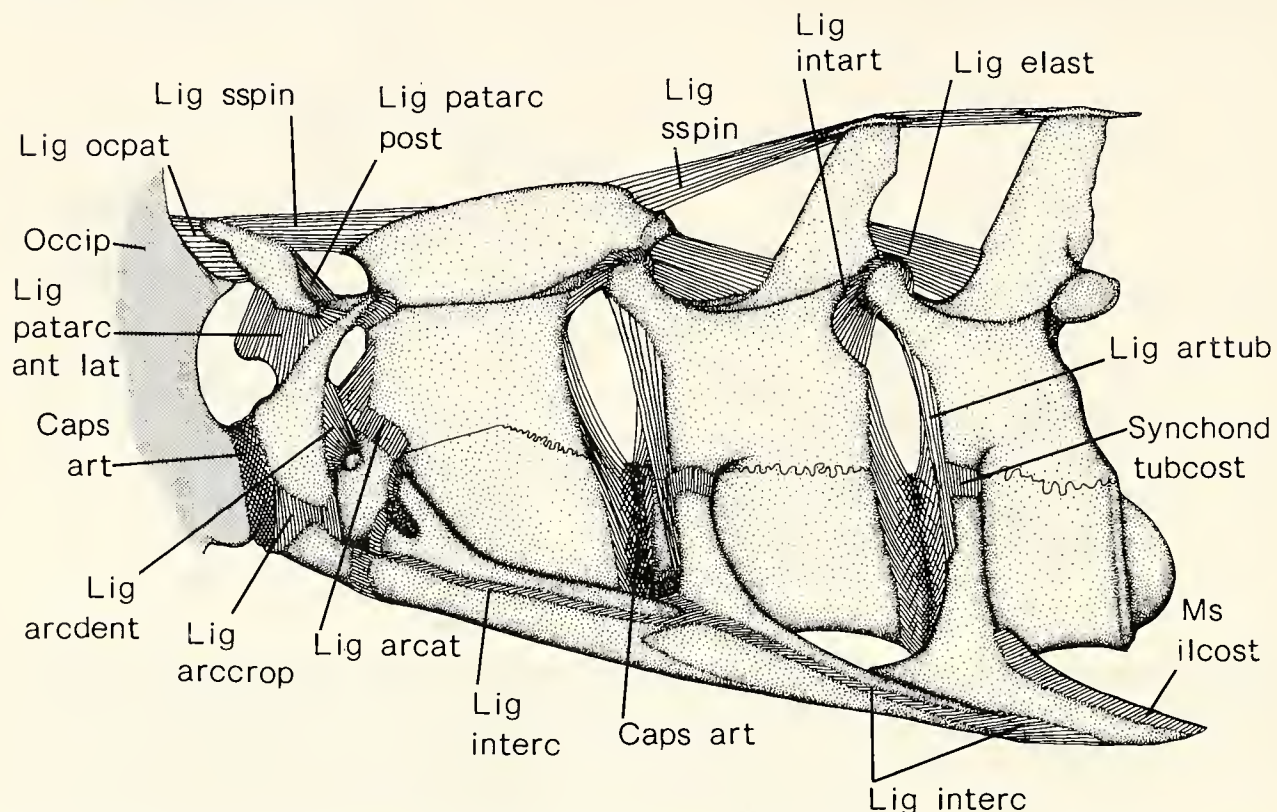


Abb. 14. *Alligator mississippiensis*; Ligamente zwischen Cranium und Halswirbelsäule sowie intervertebrale Ligamente zwischen Atlas, Axis und zwei weiteren Halswirbeln in Lateralansicht (von links). Man beachte das verhältnismäßig starke Ligamentum elasticum interlaminare, die dornförmigen Sesamoide in den Ansätzen des Ligamentum supraspinale und die ineinanderschachtelung der ersten drei Halsrippenpaare, die untereinander durch intercostale Ligamente verbunden sind. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Das Ligamentum arcuocorporis atlantis zieht vom ventrolateralen Rand der beiden Arcualia des Atlas nach ventral zum antero- und laterodorsalen Rand des Corpus atlantis. Es umfaßt den Dens von lateral. Auf der Ventralfläche des Corpus atlantis entspringen in zwei flachen Depressionen die paarigen Ligamenta atlantocostales, die an die Basis des ersten Halsrippenpaares ziehen. Die beiden Ligamente überspannen die Ventralseite der Syndesmose zum Dens vollständig. Ebenfalls auf der Ventralseite des Corpus atlantis zieht das Ligamentum atlantodentale von der Margo caudalis des Corpus atlantis an die Ventralfläche des Dens. Einige Kollagenfaserbündel dieses Ligaments ziehen auch an die Margines mediales der Atlasrippen (Abb. 15). Der Gelenkspalt zwischen Fossa condyloidea und Condylus occipitalis wird durch die fibröse Capsula articularis abgedeckt.

Nicht nur der craniale Teil des Ligamentum supraspinosum verbindet den Atlas-Proatlas-Komplex mit dem Axis, sondern auch die fibröse Capsula articularis des Zygapophysen-Gelenkes zwischen Atlas und Axis sowie das Ligamentum arcuodentale. Letzteres entspringt auf der caudalen Kante des Arcus atlantis und zieht an einen kleinen Tuberkel auf der Lateralfäche des Dens. Der Dens selbst steht über das Ligamentum neurodentale mit dem Arcus neuralis des Axis in Verbindung.

Die nachfolgenden Wirbel der Halswirbelsäule sind über die Bandapparate der einzelnen Capsulae articulares miteinander verbunden, die den Gelenkspalt und den Discus intervertebralis bedecken (Abb. 11). Die Ursprünge dieser schräg verlaufenden Kollagenfasern reichen weit auf den caudalen, beziehungsweise cranialen Rand der Arcus neurales. Auf der Ventralseite der Disci intervertebrales biegen lateral aus den Capsulae articulares Kollagenfaserbündel aus. Sie verlaufen in posterolateraler Richtung, überkreuzen sich cranial des Processus ventralis und ziehen an die Capitula der Halsrippen (Abb. 15). Der Ursprung dieser Ligamenta discocapitulares befindet sich überwiegend auf der posteroventralen Kante des jeweils anterioren von zwei miteinander gelenkenden

Halswirbeln. Das Vorkommen der Ligamenta discocapitulares ist gebunden an das Vorhandensein von Processus ventrales und zweiköpfigen Rippen. Sie kommen also bis einschließlich Th III vor.

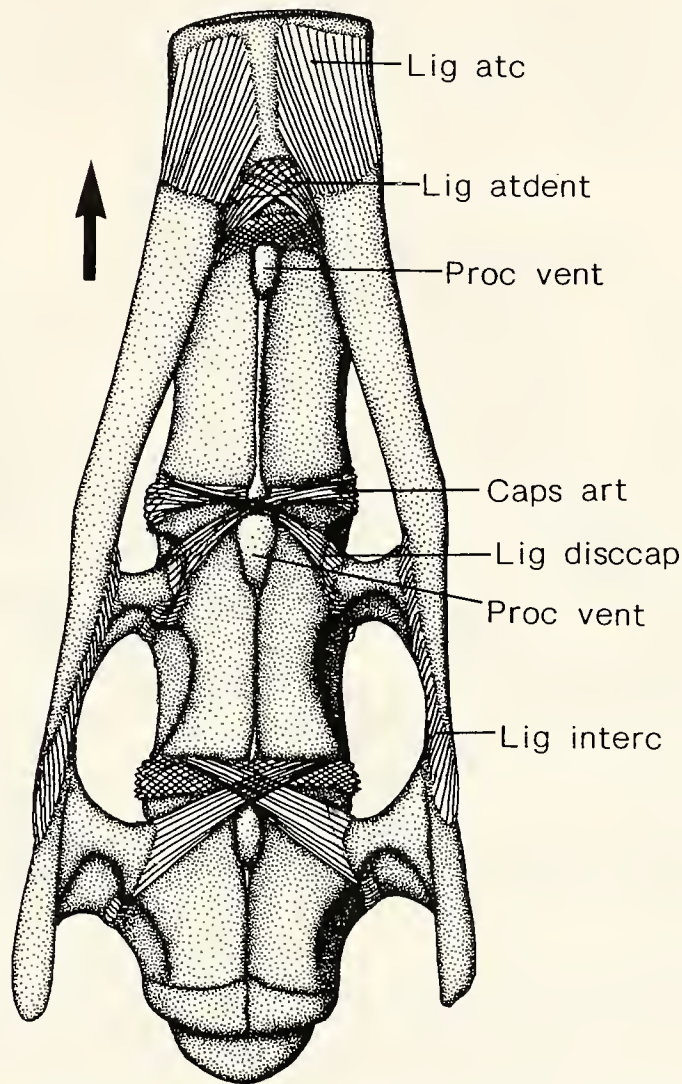


Abb. 15. *Alligator mississippiensis*; intervertebrale Ligamente der cranialen Halswirbelsäule von ventral gesehen. Man beachte die sich kreuzenden Ligamente, die aus dem Discus intervertebralis kommend an die Basis der Capitula ziehen (Ligamenta discocapitulares). Das zweite Halsrippenpaar ist vom ersten verdeckt. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Gelenke zwischen den Processus articulares sind umhüllt von einer dünnen, fibrösen Capsula articularis. Die meisten in der Capsula enthaltenen Kollagenfaserbündel überbrücken nur den Gelenkspalt. Die cranialen Faserbündel der Kapsel ziehen jedoch vom Processus articularis cranialis des posterioren Wirbels an die Incisura vertebralis caudalis und den Processus articularis caudalis des anterioren Wirbels (Ligamentum interarticulare). Dieser Verbindungsmodus bleibt über Hals-, Rumpf- und Schwanzwirbelsäule erhalten, bis die contralateralen Processus articulares zu einem gemeinsamen Fortsatz verschmelzen (ab Ca XXIII; vgl. Abb. 14, 16, 17). Beide Processus articulares liegen ab dort in einer gemeinsamen Kapsel; das Ligamentum interarticulare bleibt beiderseits des Gelenkfortsatzes -wenn auch schwach ausgeprägt- erhalten.

Die Processus spinosi der einzelnen Wirbel sind durch zwei Ligamente verknüpft: das Ligamentum elasticum interlaminare und das Ligamentum supraspinale (Abb. 14, 16, 17). Das erstere entspringt auf der Area ligamenti elastici, die sich auf der Facies caudalis der Processus spinosi befindet (vgl. Kapitel 3.1.), und zieht von dort auf die Area ligamenti elastici auf der Facies cranialis des Processus spinosus des dahinter folgenden Wirbels. Das Ligament beginnt auf der Area ligamenti elastici des Axis mit einem recht stattlichen Querschnitt. Die Ursprungsfläche des Ligamentes ist entsprechend tief ausgehöhlt. Im Ver-

laufe der Halswirbelsäule nimmt der Querschnitt des Ligamentes kontinuierlich ab. Das zwischen den Th III und IV verlaufende Ligament verschmälert sich caudal auf seine für den Rumpf typische Größe (vgl. Abb. 16). Ab Th IV ist das Ligamentum elasticum interlaminare als kleines, lateral zusammengedrücktes Bändchen erkennbar, das zwischen den beiden Blättern des Septum interspinosum verläuft. Dafür aber sind die knöchernen Laminae spinosi sehr ausgedehnt und treten über Knorpelplatten, die dorsal des Ligamentum elasticum interlaminare zwischen die Blätter des Septum interspinosum eingelagert sind, miteinander in Kontakt. Im posterioren Bereich der Schwanzwirbelsäule bleibt das Ligamentum elasticum interlaminare klein, auch wenn die Processus spinosi isoliert im Septum interspinale stehen.

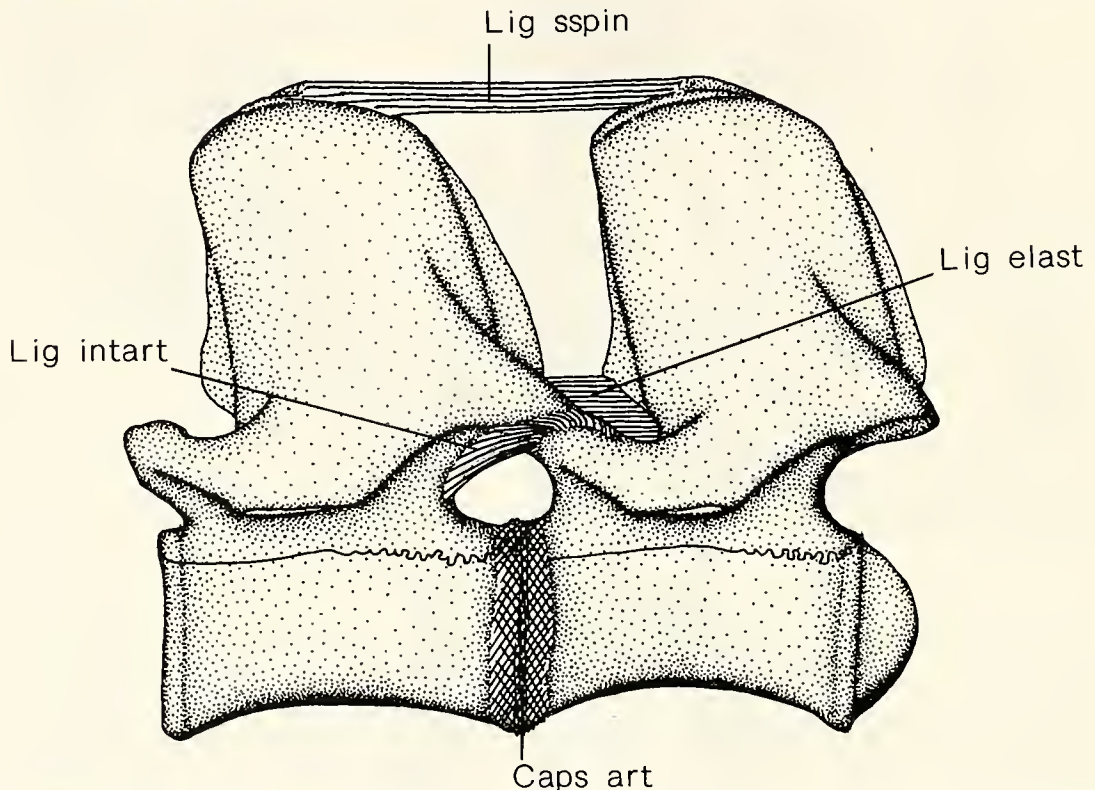


Abb. 16. *Alligator mississippiensis*; intervertebrale Ligamente zwischen den Thoracalwirbeln XII und XIII von links gesehen (Lateralansicht). Man beachte den geringen Querschnitt des Ligamentum supraspinale und des Ligamentum elasticum interlaminare. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Das Ligamentum supraspinale beginnt auf der Dorsalfläche des Proatlans und verbindet die Apices der Dornfortsätze miteinander. Ab C III ist das Ligament als dünner Strang ausgebildet, der im Bereich der Dornfortsätze sesamoidale Ossifikationen enthalten kann (Abb. 14, 16, 17). Ab Th IV verwächst das Ligamentum supraspinale mit der Sagittalnaht der beiden parasagittalen Osteodermenreihen des Dorsum. Auch im basalen Schwanzbereich bleibt die Verbindung des Ligaments zur Haut bestehen. Ab Ca XVI gehen die Ligamente in die supraspinale Bindegewebsleiste ein.

4.2. Rippen- und Hämalbogen-Ligamente (Abb. 14-15, 17)

Capitulum und Tuberculum der Halsrippen und der ersten drei Thoracalrippen sind über eine Synarthrose mit den Processus transversi und den Diapophysen verbunden. Die Synarthrosis ist durch straffe Bindegewebsfasern, deren Gesamtheit eine kapselartige Struktur bildet, gesichert (Abb. 14, 15). Am cranialen Rande des Tuberculum inseriert das Ligamentum articulo-tuberculare, das auf dem cranialen Rand des Arcus neuralis seinen Ursprung nimmt. Das Capitulum hingegen dient als Insertionsstelle für das Ligamentum discocapitulare.

Die Articulationen der Halsrippen I bis VIII sind durch Ligamenta intercostales gesichert (Abb. 14, 15). Es handelt sich um kurze Bindegewebsfasern, die den Gelenkspalt zwischen zwei Rippen schließen. Die drei cranialen Halsrippen bilden dadurch, daß sich die Atlasrippen bis zum caudalen Ende der dritten Halsrippe erstreckt, eine Einheit.

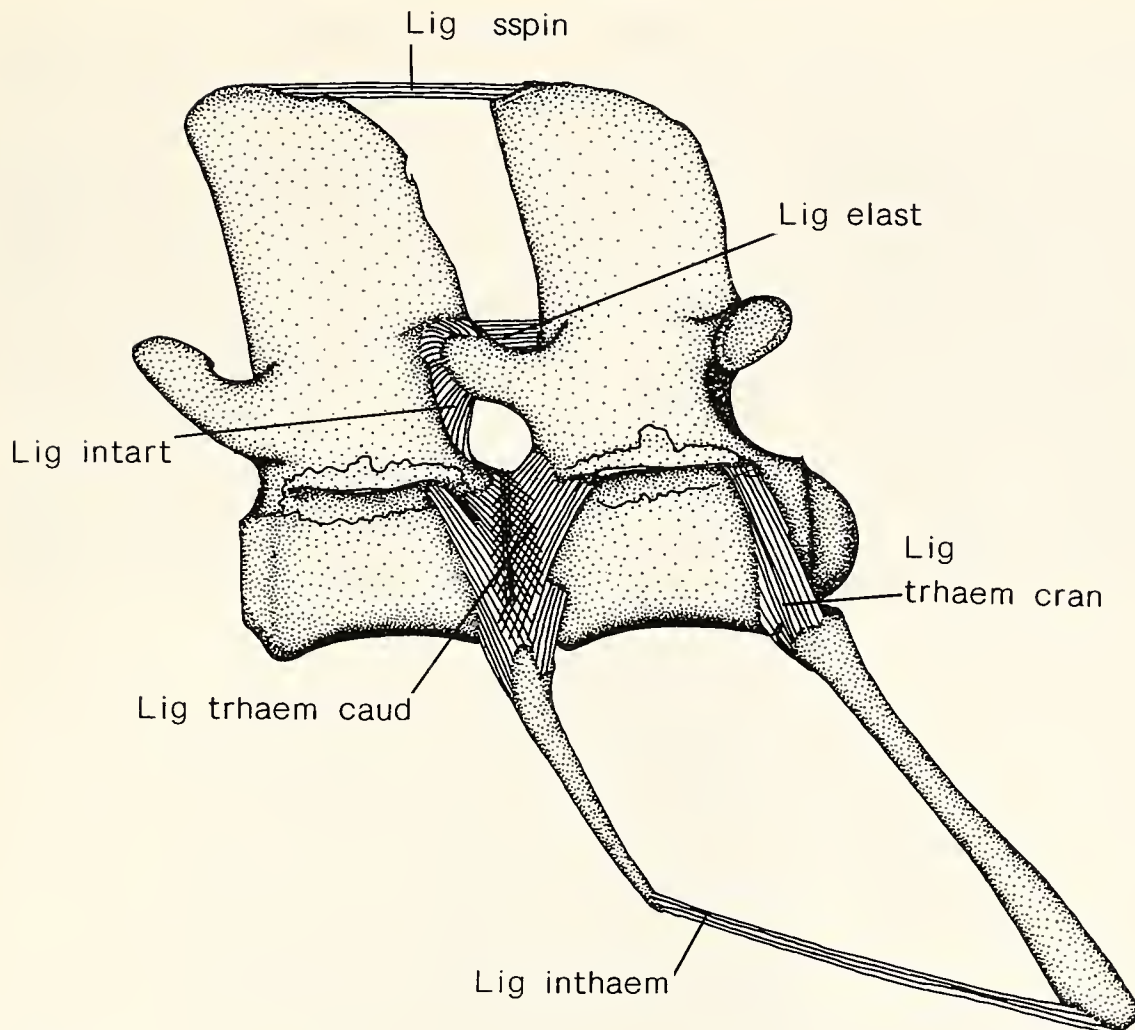


Abb. 17. *Alligator mississippiensis*; intervertebrale Ligamente zwischen den Schwanzwirbeln II und III in Lateralansicht (von links). Man beachte das schwache Ligamentum supraspinale und das ebenfalls schwache Ligamentum elasticum interlaminare, ebenso die ligamentöse Verbindung von den Processus transversi zur Hämalbogenbasis. Die Hämalbögen sind untereinander durch das Ligamentum interhaemale verbunden. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Ab Th IV sind die Rippengelenke durch sehr schwache Capsulae articulares eingefaßt. Ligamente zwischen Rippen und Sternum fehlen (vgl. Abb. 9).

Die synchondrotisch zwischen den Corpora der Schwanzwirbel gelenkenden Arcus haemales sind durch starke Bänder gesichert (Abb. 17): Das Ligamentum transversohaemale craniale zieht an die anteriore Kante des Arcus haemalis, das Ligamentum transversohaemale caudale an die posteriore. Einige Fasern der beiden Bänder kreuzen sich über dem Discus intervertebralis und beteiligen sich an der Bildung der Capsula. Ab Ca XVI, wo die Processus transversi fehlen, entspringen die Ligamente in der Concavitas lateralis.

Die Processus haemales sind untereinander durch das Ligamentum interhaemale verbunden, das vom Apex eines Processus haemalis zum anderen zieht (Abb. 17). Es ist zwischen die beiden Lagen des Septum verticale eingebettet, das zwischen den Hämalbögen aufgespannt ist und, über die Hämalbogenspitzen hinausragend, auf der Sagittallinie der ventralen Schwanzhaut angeheftet ist.

Iliosacralbänder konnten ebensowenig nachgewiesen werden wie costosternale Ligamente.

5. Skelett der Dermis und seine Ligamente

5.1. Makroskopischer Bau der Haut (Abb. 18-21)

Bei *Alligator mississippiensis* treten Osteoderme überwiegend in den dorsalen Hautpartien von Hals und Rumpf auf (Abb. 18-20). Die Nuchalosteoderme sind von den dorsalen Thoracalosteodermen deutlich abgesetzt und durch zwei tiefe Hautfalten voneinander getrennt (Abb. 18). Die Bezeichnung der Osteodermen-Querreihe (= Wirtel, transverse rows) erfolgt nach der Zählmethode von ROSS & MAYER (1983). Entsprechend dieser Methode werden alle Osteodermen-Querreihe anterior der dem Ca I zugeordneten als Praecaualia (PC) bezeichnet. Sie werden von caudal nach cranial durchnummeriert. PC 1 entspräche also dem Wirtel des zweiten Sacralwirbels. Der dem Ca I zugeordnete Wirtel und alle folgenden werden Caudalia (CW) genannt und in caudaler Richtung durchnummeriert.

Das nuchale Osteodermenfeld (Abb. 18) enthält zwei Paar sehr großer Osteoderme (PC 20 und 21), die je einen prominenten Kiel tragen. Das anteriore, kleinere Osteodermenpaar reicht vom cranialen Rand des vierten Halswirbels fast zum cranialen Rand des fünften, übergreift also ein Wirbelsäulensegment. Das posteriore Paar dagegen

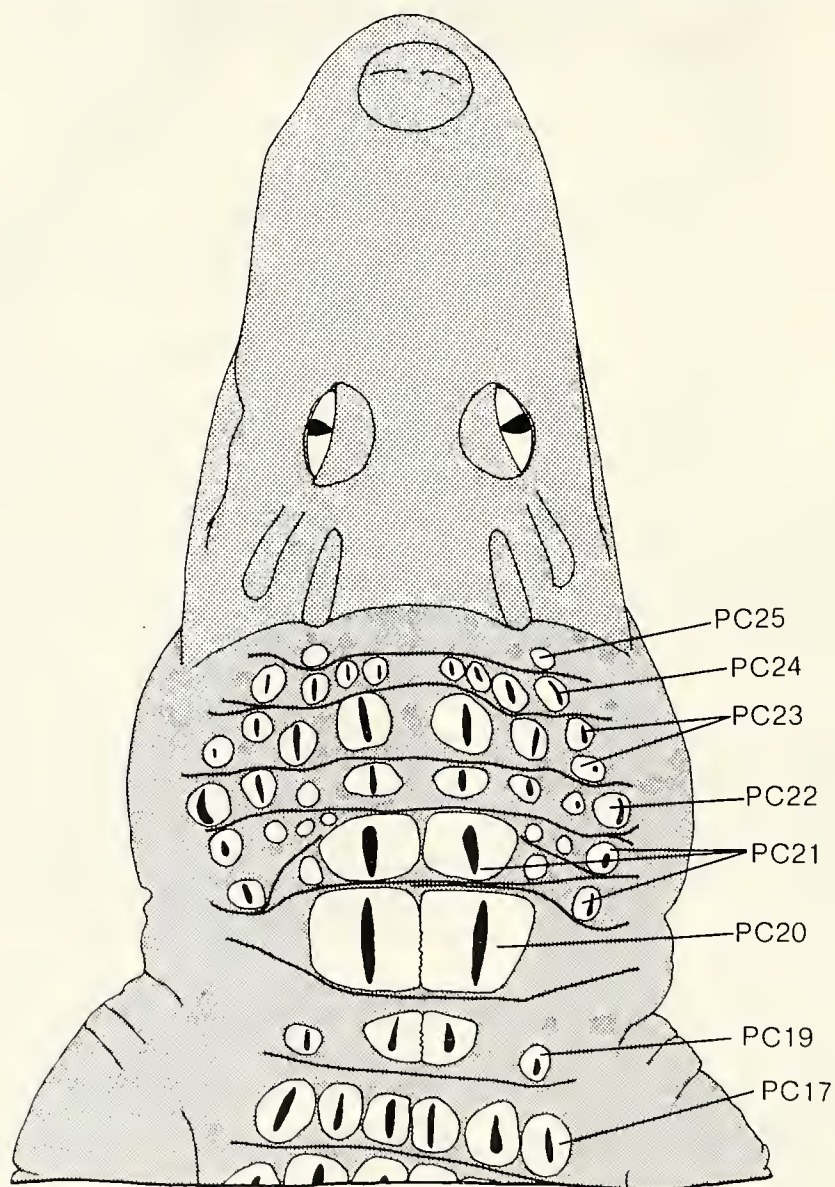


Abb. 18. *Alligator mississippiensis*; Schema der Osteoderme des Nackens (weiß) von dorsal; die Kiele sind schwarz eingezeichnet. PC 17 ist der am weitesten cranial gelegene Thoracalwirtel. Man beachte die Separation der Nuchalwirtel durch Hautfalten (Plicae). Nur die beiden parasagitalen Osteodermen der Wirtel PC 19 und PC 20 des nuchalen Feldes sind über Suturae serratae miteinander verbunden. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

überspannt zwei Wirbelsäulensegmente. Es reicht vom Processus spinosus des fünften Cervicalwirbels zu dem des siebten. Die Osteoderme liegen mit ihrer bogenförmig gewölbten Facies interna, die mit straffem Bindegewebe überzogen ist, der Halsfascie auf (vgl. Kapitel 6.2.). Cranial dieses aus vier Platten bestehenden Nuchalschildes, der bei allen Individuen von *Alligator mississippiensis* vorhanden ist, treten im Cervicalbereich eine Anzahl kleinerer rundlicher oder ovaler Osteoderme auf, die einer großen Variabilität unterliegen (ROSS & MAYER 1983).

Beim untersuchten Individuum befinden sich cranial des Nuchalschildes vier Osteodermenwirtel (Abb. 18). Die am weitesten cranial liegende Querreihe (PC 25) besteht aus zwei kleinen runden, ungekielten Osteodermen, die weit lateral stehen. Die folgende Querreihe (PC 24) besteht aus acht kleinen gekielten Osteodermen. PC 23 besteht ebenfalls aus acht symmetrisch angeordneten Osteodermen, die alle gekielt sind.

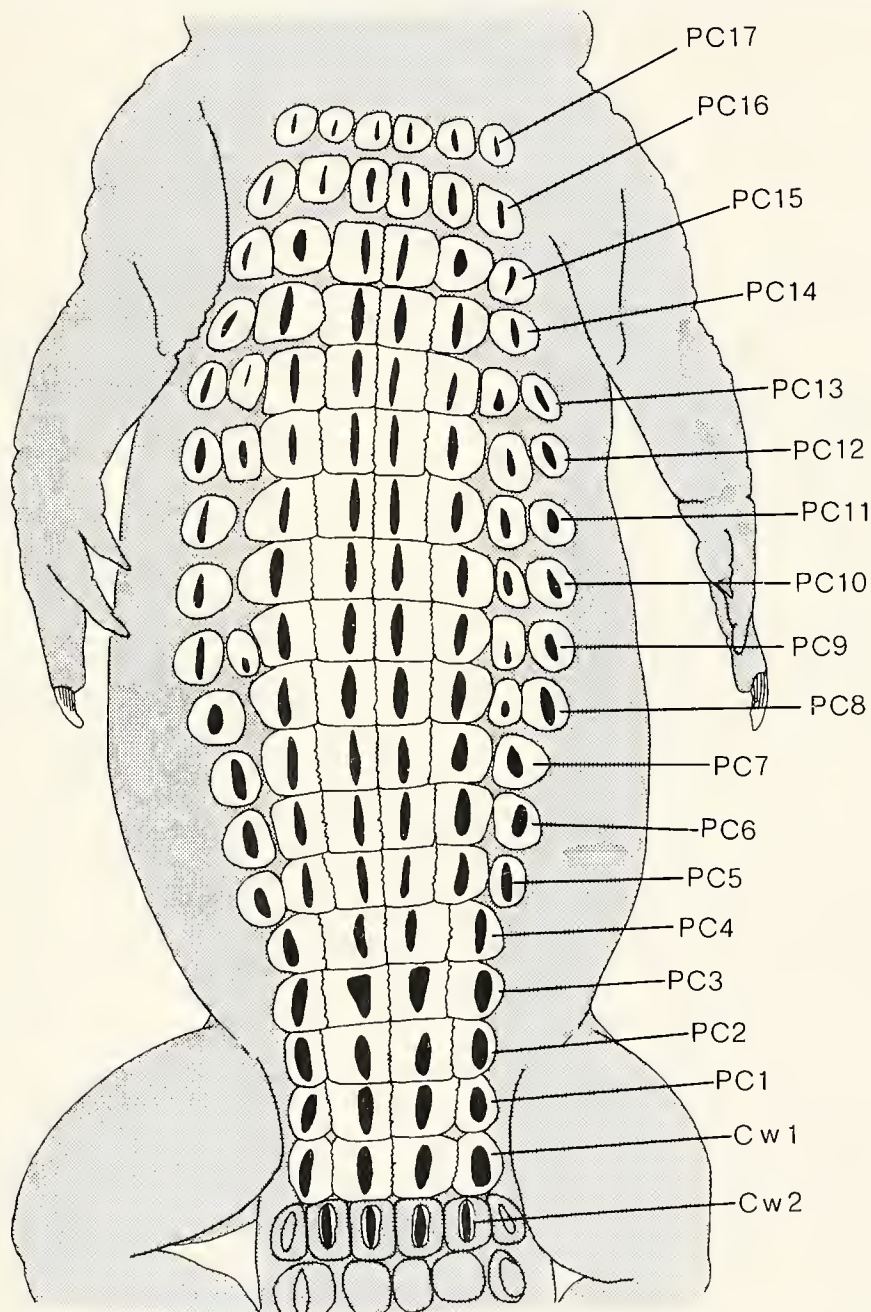


Abb. 19. *Alligator mississippiensis*; Schema der Osteoderme in Dorsum, Sacrum und Schwanzwurzel von dorsal. Die Osteoderme sind weiß, ihre Kiele schwarz gezeichnet. Man beachte, daß die drei cranialen Wirtel (PC 17 - PC 15) voneinander getrennt sind. Von PC 14 bis PC 1 überlagern sich die Osteoderme der vier medianen Längsreihen dachziegelartig. Die longitudinalen Nähte dieser Schuppen sind als Suturae serratae ausgebildet. Alle Osteoderme lateral dieser Längsreihen sind locker assoziiert und treten oft asymmetrisch auf (PC 10, 9, 7). In Wirtel CW 2 sind nur noch die Kiele der Osteodermen enthalten, in den folgenden Wirteln fehlen sie ganz. Obere Bildkante ist cranial. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die beiden parasagittal gelegenen sind die größten. Auch PC 22 enthält acht Osteoderme. Die parasagittalen sind jedoch nur geringfügig größer als die Übrigen und queroval. Lateral der großen PC 21-Osteoderme befindet sich jederseits eine Ansammlung von fünf oder sechs kleinen Schildchen, von denen nur die beiden distalen Kiele tragen. Posterior des Nuchalschildes folgt noch eine cervicale Querreihe (PC 19), die durch eine tiefe Hautfalte von den vier großen Schildern abgesetzt ist (Abb. 18). Sie setzt sich zusammen aus zwei großen, in der Sagittallinie zusammenstoßenden Osteodermen, die von dorsal gesehen abgerundet dreieckig erscheinen. Je ein kleines rundes Osteoderm befindet sich abgesetzt lateral dieses Komplexes. PC 18 fehlt am untersuchten Tier, was nach ROSS & MAYER (1983) in den Grenzen der Variabilität des Nuchalschildes von *Alligator mississippiensis* liegt. Eine zweite tiefe Hautfalte posterior der PC 19-Reihe grenzt das cervicale Osteodermenfeld gegen das thoracale ab (Abb. 18).

Alle Osteoderme der Rückenhaut tragen Kiele und sind in dicht geschlossenen Wirteln angeordnet (Abb. 19). Zumindest die vier medialen Osteoderme stehen in Längsreihen hintereinander. Die Osteoderme der beiden parasagittalen Längsreihen stoßen in der Sagittallinie sutural aneinander (Sutura serrata; SCHMIDT 1914). An ihren anteromedialen Ecken sind sie mit straffem Bindegewebe an den Spitzen der Processus spinosi festgewachsen. Mit ihrem lateralen Rand stoßen die Osteoderme in dichtem Schluß an die der zweiten Längsreihe. Auch hier treten Suturae serratae auf.

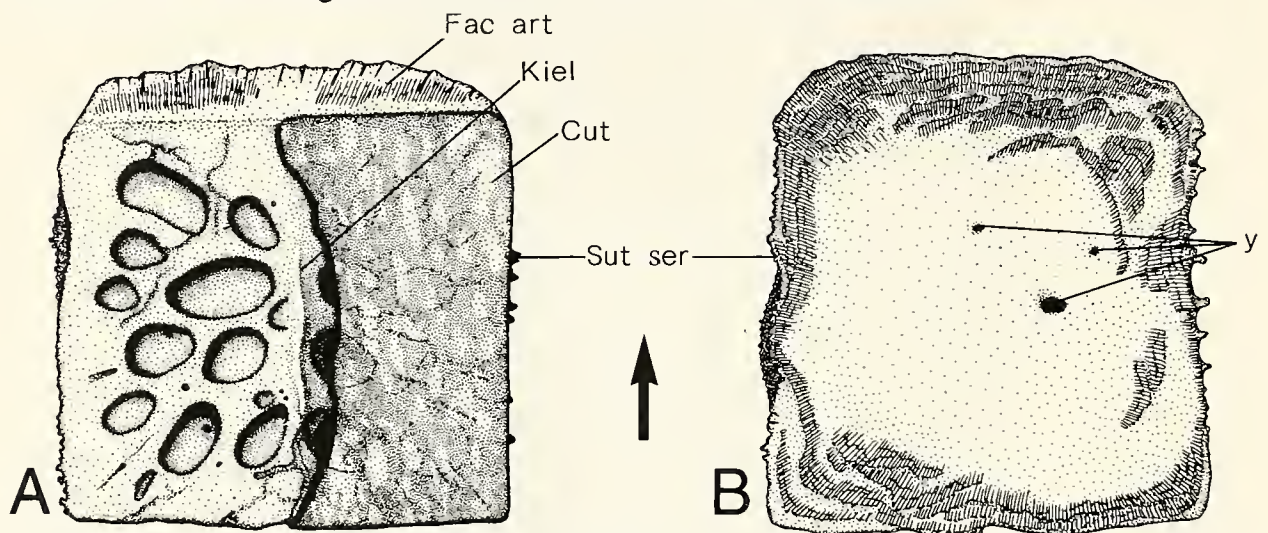


Abb. 20. *Alligator mississippiensis*; Osteoderme der parasagittalen Längsreihe. A: Osteoderm der rechten Körperseite von dorsal gesehen; Teile der Cuticula und der Schuppentasche wurden abpräpariert, um die grubige Skulptur des Osteoderms darzustellen. Man beachte die skulpturlose Gelenkfläche am cranialen Rande des Osteoderms. B: Osteoderm der linken Körperseite von ventral gesehen; man beachte die großen Gefäßforten (y) und die konzentrisch angeordneten Insertionsstellen für Verankerungsfasern. Der Pfeil weist nach cranial. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Während die Osteoderme der parasagittalen Längsreihe mehr oder weniger rechteckig sind, weisen diejenigen der Längsreihe lateral davon konvexe Seitenkanten auf. Sie sind von den Osteodermen der dritten Längsreihe durch Bindegewebsbrücken deutlich abgesetzt. Alle Osteoderme lateral der medianen vier Längsreihen sind im Querschnitt oval und deutlich voneinander getrennt. Sehr breite, aus bis zu acht Osteodermen bestehende Wirtel treten besonders im mittleren Rumpfbereich auf, sind aber oft nicht symmetrisch (Abb. 19; vgl. ROSS & MAYER 1983). Nur die vier medianen Osteoderme der Rückenwirbel überlagern sich dachziegelartig, wobei das anteriore Ende eines Osteoderms unter das posteriore des davorstehenden zu liegen kommt. Jede Schuppe besitzt also zwei Gelenkflächen: Die Facies articularis anterior ist als von der grubig skulpturierten Osteodermen-Oberfläche abgesetzter, skulpturfreier Saum zu erkennen (Abb. 20A, 21), während die auf der Osteodermen-Unterseite liegende Facies articularis posterior nur durch einen schwachen, oft kaum erkennbaren Wulst gegen die restliche Osteodermen-Unterfläche abgegrenzt ist. Das interosteodermale Gelenk ist biplan (Abb. 22A). Der Gelenkspalt ist mit Lagen aus kreuzweise verlaufenden, festen Bindegewebsfasern verfüllt, die im Bereich der vier medianen Osteodermen-Längsreihen inferior in ein breites Ligament übergehen, das, den Gelenkspalt bedeckend, transversal von der Spitze eines Processus spinosus aus nach lateral zieht und den lateralen Rand der zweiten

Schuppenlängsreihe erreicht (Abb. 21, 22A). Dort nimmt es mit der Fascia lumbodorsalis Kontakt auf (vgl. Kapitel 6.7.3.). Dieses Ligament nenne ich wegen seines transversalen Verlaufes "Gürtelligament" (Ligamentum cingulatum). An diesen Gürtelligamenten und auf den mit straffem Bindegewebe bedeckten Facies internae der Osteoderme der vier medianen Längsreihen entspringen die epaxialen Muskelsysteme (vgl. Kapitel 6.7.). Das am weitesten cranial gelegene Gürtelligament verbindet PC 16 mit PC 15.

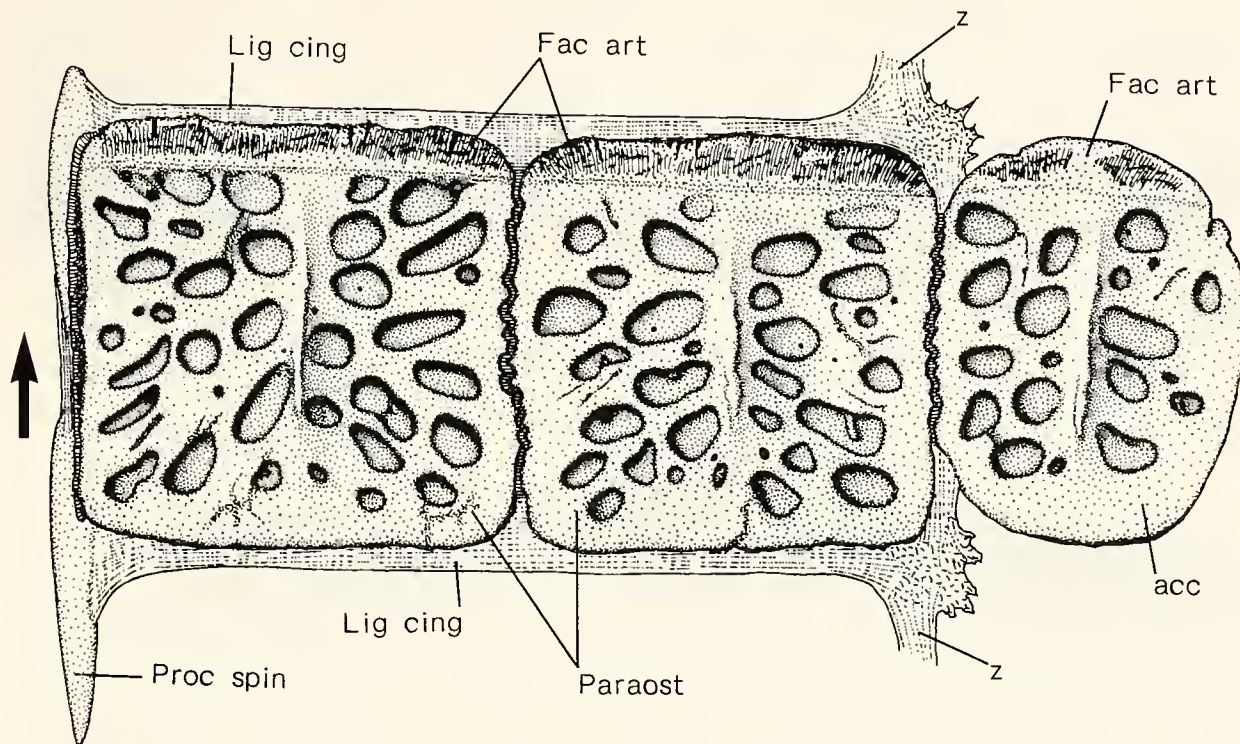


Abb. 21. *Alligator mississippiensis*; rechte Hälfte einer Osteodermen-Querreihe aus dem Rumpfbereich von dorsal gesehen. Man beachte die intervertebrale Stellung des medianen Osteodermen, sowie die Position der beiden parasagittal gelegenen Osteoderme zu den Gürtelligamenten. Die oberen Hautschichten und die interosteodermalen Ligamente wurden entfernt, um die Lage der Gürtelligamente zeigen zu können (z = laterales Grenzseptum des M. longissimus). Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Da sich die vier medianen Osteodermen-Längsreihen durch die innige Verbindung der Osteoderme eines jeden Wirtels miteinander als auch durch ihren engen Kontakt zur darunterliegenden Muskulatur als morphologische Einheit darstellen, die für die Diskussion um die Biomechanik des Rumpfes von großer Bedeutung ist, bezeichne ich diesen Teil des Rückenpanzers als "Paravertebralschild" (*Carapax paravertebralis*). In diesen Begriff beziehe ich den interosteodermalen Bandapparat mit ein.

CW1 und CW2 sind die einzigen caudalen Wirtel, die Osteoderme enthalten. (Abb. 19). Von den Osteodermen von CW2 sind nur noch die Kiele übrig. Die vier stäbchenförmigen Dermalossifikationen sind daher weit voneinander abgerückt. Gelenkflächen fehlen deshalb. Die Kiele der folgenden Caudalwirtel sind mit dicht gepacktem Bindegewebe versteift. Sie überlappen einander nicht dachziegelartig, sondern sind durch tiefe Gelenkfalten (*Plicae*) voneinander abgesetzt (Abb. 22C). Die caudalen Gürtelligamente befinden sich auf der Innenfläche dieser Falten.

5.2. Feinbau der Dorsalhaut und der Osteoderme
(nach SCHMIDT 1914; Abb. 22)

SCHMIDT untersuchte mit dem Lichtmikroskop Dünnschnitte durch die die Osteoderme von *Crocodylus niloticus*, *Crocodylus porosus* und *Caiman sclerops* (= *crocodilus*). Die Osteoderme liegen in der obersten Schicht des Corium. Die Gruben und Narben auf ihrer Oberfläche sind mit Bindegewebe verfüllt, welches das gesamte Osteoderm als feste, aber

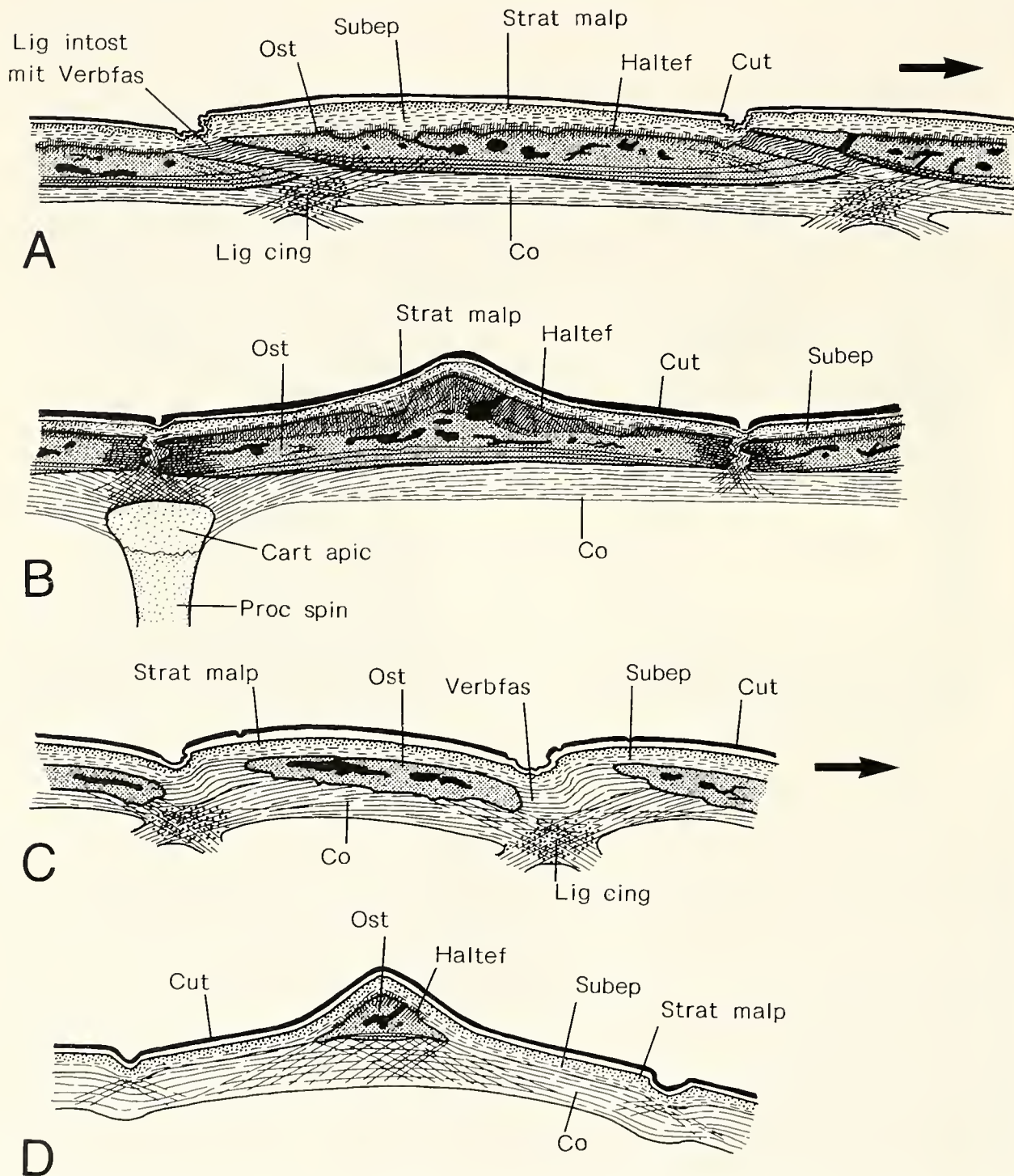


Abb. 22. *Caiman crocodilus*; Längsschnitt durch ein Osteodermen-Gelenk im Thorax (A) und in der Schwanzwurzel (C), Querschnitt durch ein parasagittales Osteoderm aus dem Thorax (B) und der Schwanzwurzel (D) verändert nach SCHMIDT 1914 (die Gürtelligamente wurden ergänzt). Man beachte die bindegewebige Fixierung der Osteoderme in der Schuppentasche, die starken interosteodermalen Bandapparate und die lamelläre Basalplatte. Im Schwanzbereich sind die Osteoderme auf die Kiele der bindegewebigen Schuppen beschränkt. Man beachte außerdem die Position des Gürtelligaments unter dem Gelenkspalt. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

locker aufliegende Hülle umgibt (Schuppentasche; Abb. 22). Eine Schar von Haltefasern entspringt aus dieser Schuppentasche und ist senkrecht zur Oberfläche des Osteodermen ausgerichtet. Die Fasern lassen sich in den Knochen weiterverfolgen (Abb. 22). Der Knochen selbst ist stark vaskularisiert (SEIDEL 1979).

Das Corium steht über Collagenfaserschichten, die in derselben Ebene wie die Osteoderme in sich überkreuzenden Schichten verlaufen, mit der Schuppentasche in Verbindung. Aus diesen horizontalen Schichten entstehen die longitudinal verlaufenden Verbindungsfasern zwischen den Osteodermen-Wirteln, die sich als starke, parallele Stränge von der Matrix der interosteodermalen Membran abheben (Abb. 22A, C). Eigene mikroskopische Studien ergaben, daß diese von SCHMIDT (1914) als "Verbindungsfasern" bezeichneten Strukturen keine homogenen Fasern sind. Der interosteodermale Bandapparat enthält Faserschichten, die parallel zu den SCHMIDT'schen "Verbindungsfasern" verlaufen, und andere Faserbündel senkrecht dazu. Zwischen den sich kreuzenden Faserbündeln finden sich eigenartige Körper, deren Feinstruktur im Dickschnitt nicht zu erkennen ist. Eine ausführliche mikroskopische Untersuchung dieses interosteodermalen Bandapparates ist in Vorbereitung.

6. Muskelanatomie des Körperstammes

6.1. Halsmuskulatur

6.1.1. Musculus transversospinalis capitis (Abb. 23-25, 38-39, 47)

Synonyme: Complexus cervicis (BUTTMANN 1826); M. biventer cervicis (TIEDEMANN 1817, RATHKE 1866, HAIR 1868); M. occipito cervicalis medialis (HOFFMANN 1890); M. transverso-spinalis capitis (VALLOIS 1922).

Ursprung: Supraoccipitale, Medialteil der Squamosumhinterfläche.

Ansatz: Apices der Dornfortsätze der C I bis IX und des Th I, M. longissimus dorsi, Fascia dorsalis des M. transversospinalis cervicis (II/III).

Gliederung: Pars medialis, Pars lateralis.

Besonderheiten: drei superficielle Myosepten.

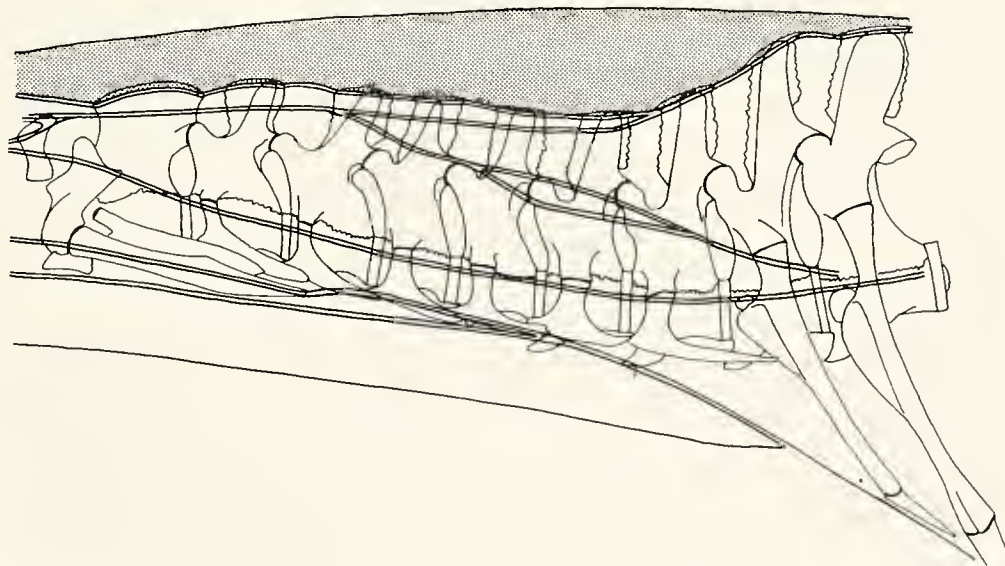


Abb. 23. *Alligator mississippiensis*; Insertionsflächen des M. transversospinalis capitis auf der Halswirbelsäule und seine Ausdehnung nach dorsal (punktiert). Ansicht von links.

Der Muskel entspringt mit sehnigen und fleischigen Elementen auf dem Supraoccipitale und dem medialen Teil der Hinterfläche des Squamosum (Abb. 24). Die mächtigste Ursprungssehne ist auf der Dorsalfläche des Muskels als flache dreieckige Sehnenplatte zu erkennen (Abb. 25A). Von deren Seitenkanten und der Ventralfläche der Sehne entspringt die Hauptmasse der Faserbündel des Muskels in einem divergierenden Fächer. Die Faserzüge des medialen und ventralen Anteiles des Muskelkopfes entspringen direkt am

Knochen. Diejenigen, die am Supraoccipitale ihren Ursprung nehmen, lassen sich superficiell als separate Muskelportion darstellen (Pars medialis; Abb. 25A, C). Ihre tiefen Fasern verbinden sich mit der Pars lateralis; die superficiellen Fasern zeigen jedoch einen deutlich anderen Verlauf: Sie fallen in einem Winkel von ca. 10° in die Sagittallinie ein, während die benachbarten Fasern der Pars lateralis parallel zur Sagittallinie nach caudal ziehen. Die Pars medialis endet bei C V in einem dünnen Faserbündel, das an der Dornfortsatzspitze gemeinsam mit einigen Fasern und einer schlanken Sehne der Pars lateralis inseriert (Abb. 25C).

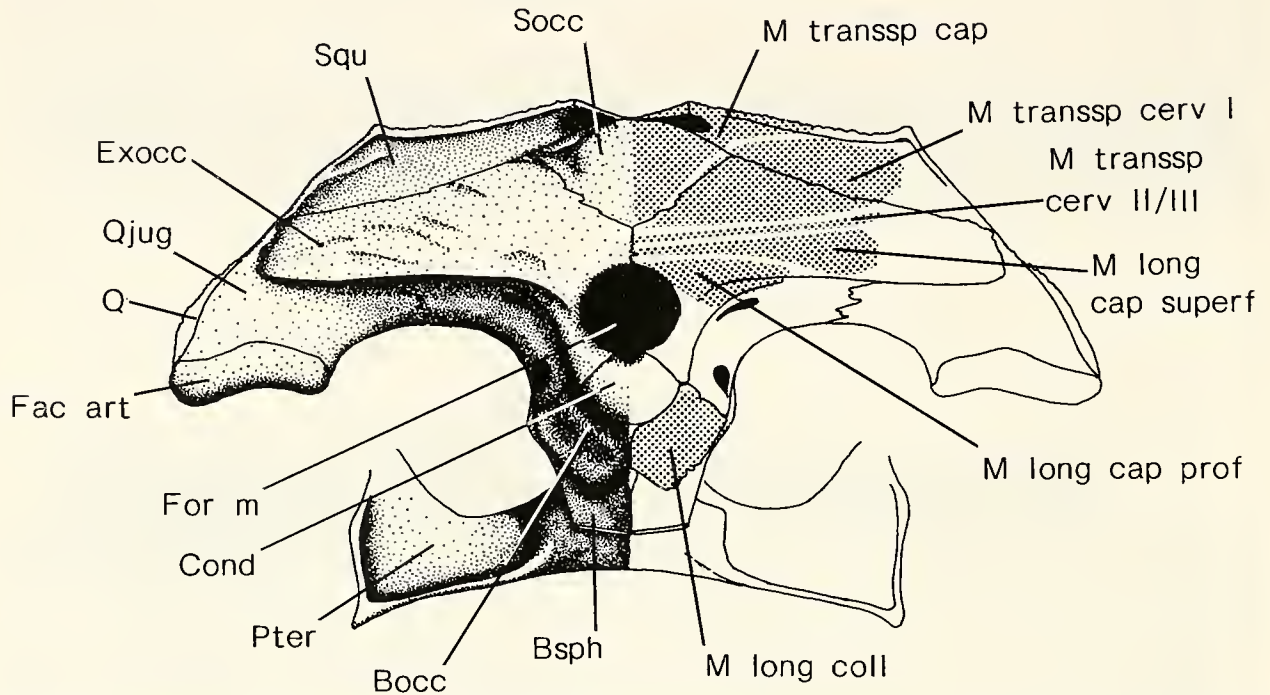


Abb. 24. *Alligator mississippiensis*; Occiput, gezeichnet nach dem Cranium des Stückes GPIT (ohne Nr.); auf der linken Hälfte sind die Schädelknochen dargestellt, auf der rechten die Ursprünge der Halsmuskeln und ihr Bezug zu den einzelnen Knochen. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Pars lateralis ist durch Myosepten unvollständig in vier serial hintereinanderliegende Teile gegliedert (Abb. 25A). Dorsal sind die transversal laufenden Myosepten mit der Fascie des M. transversospinalis capitis verwachsen. Vom lateralen Rande des M. transversospinalis capitis sind die Inscriptiones der Myosepten bis kurz vor die mediale Kante des Muskels zu verfolgen, wo sie sich verlieren. Die Septierung betrifft somit nicht die medialen Faserbündel der Pars lateralis. Auch die Ventralfläche des Muskels wird nicht von allen Myosepten erreicht (Abb. 25C). Trotz unterschiedlicher Gestalt der Myosepten auf der dorsalen Oberfläche des Muskels ähneln sie doch alle einer quer zur Längsachse des Körpers orientierten, unregelmäßigen Welle (Abb. 25A). Das am weitesten cranial, in Höhe der Axis-Hinterkante, gelegene Myoseptum beginnt mit einer flachen, posterior gerichteten Welle auf der lateralen Kante des Muskels. Im weiteren Verlaufe des Myoseptum nach medial folgt eine Richtungsumkehr nach anterior, dann eine weitere nach posterior. Die Auslenkung übersteigt bis dahin die halbe Axislänge nicht. Von dieser Richtungsumkehr aus läuft das Myoseptum über vier Fünftel der Axislänge nach anteromedial und endet vor dem unseptierten medianen Längszug der Pars lateralis. Vom Ursprung bis zur am weitesten caudal gelegenen Kante des ersten Myoseptum überspannen die Fasern des Myomer Proatlas, Atlas und Axis.

Die laterale Partie der Inscription des zweiten Myoseptum entspricht von der Gestalt her der des ersten. Die Auslenkung des zweiten, posterior gerichteten Bogens ist etwas größer. Medial ist ein zweiter, anterior gerichteter Bogen ausgeprägt.

Die Bauchungen der dritten Inscription sind am stärksten ausgeprägt. Der posterior gerichtete Bogen auf der Dorsalfläche des Muskels ist sehr breit ausgebuchtet, und sein medialer Schenkel zieht weit nach anterior, wo er sich in Höhe des zweiten Myoseptum im medialen Teil der Pars lateralis verliert. In diesem Bereich bildet das dritte Myoseptum das laterale Grenzseptum zur Pars medialis, deren Fasern medial der Fasern des vierten Myomer zum Ansatz an den Processus spinosi ziehen.

Die drei Myosepten durchsetzen die Pars lateralis auch in dorsoventraler Richtung nicht vollständig. Vielmehr ist die Ventralfläche des Muskels durch lange, vom Ursprung zu den Ansätzen durchlaufende Faserbündel gekennzeichnet (Abb. 25C). Lediglich einige laterale Faserbündel auf der Ventralfläche der Pars medialis nehmen ihren Ursprung proximal auf der Unterseite der Pars lateralis.

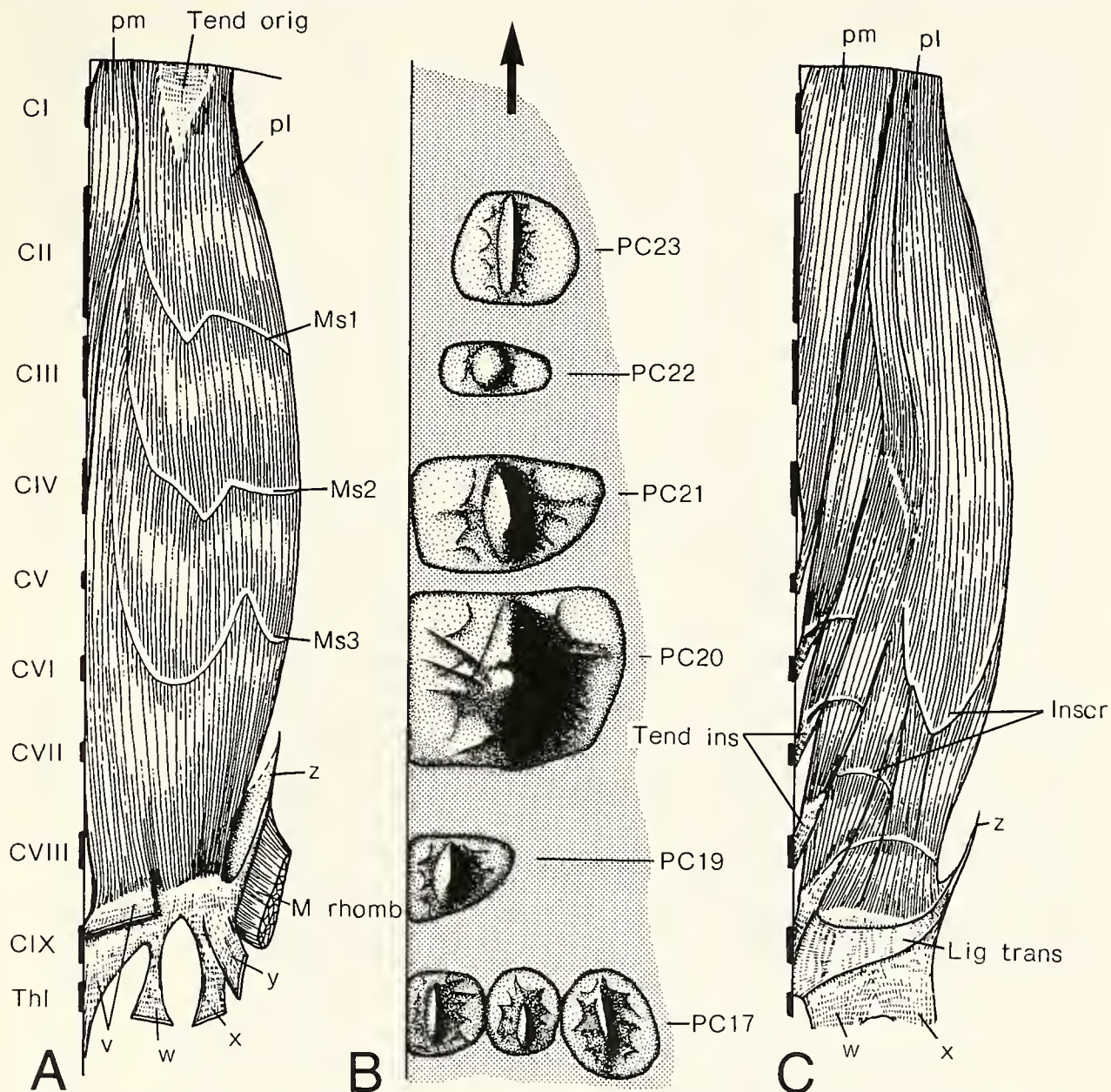


Abb. 25. *Alligator mississippiensis*; rechter M. transversospinalis capitis von dorsal (A) und linker von ventral (C) sowie der Bezug der Dorsalseite des Muskels zu den nuchalen Osteodermen (B); man beachte seine superficielle Gliederung durch Myosepten (A) und den komplexen Bau seiner Ventralseite. Die Insertionssehnen treten aus einzelnen Muskelfiedern aus. Die caudalen Aponeurosen stehen wie folgt in Verbindung mit der epaxialen Muskulatur: u = Verbindung zur Fascia lumbodorsalis; v, w, x, y = Verbindung zur epaxialen Thoraxmuskulatur (näheres siehe Text); z = Verbindung zum M. transversospinalis cervicis (Teil II). Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Der keilförmige Querschnitt des M. transversospinalis capitis in Höhe des C V (Abb. 38) offenbart neben medialen und lateralen Längsfasern zwei unvollständige Kegelsysteme: das eine im Muskelzentrum, das andere proximal davon. Die beiden Kegelsysteme stehen topographisch mit dem zweiten posterior und dem zweiten anterior gerichteten Bogen der Myosepten 1 bis 3 in Beziehung. Das proximale System ragt weit nach medial zwischen die unseptierten Faserbündel vor. Der M. transversospinalis capitis hat in diesem Bereich seinen größten Umfang.

Erst das Abpräparieren der Myomer-Fasern läßt den Bau der Myosepten erkennen. Die posterior gerichteten Bögen der drei Inscriptiones entsprechen den superficiellen Rändern

eines Myoseptenkegels, dessen Spitze unter der Vorderkante des folgenden endet.

Der Ansatz des *M. transversospinalis capitis* ist komplex (Abb. 23, 25A, C, 39, 47). Caudomedial inserieren die superficiellen Faserbündel an einer sehr derben Hüllfascie, die die Ursprünge der epaxialen Thoracalmuskulatur im gesamten Schulterbereich bedeckt und in der Sagittallinie sowohl mit der Nackenhaut als auch mit den Apices der *Processus spinosi* verwachsen ist. Unter dem anterioren Rand dieser Hüllfascie, die das posteriore Ende des *M. transversospinalis capitis* deutlich überlagert, sind die tiefen Muskelfasern an einer Flächensehne befestigt und durch kleine Fettansammlungen von der Hüllfascie getrennt. Die Flächensehne gabelt sich caudal in zwei distinkte Köpfe, von denen der mediale an den Dornfortsatzspitzen des C IX und des Th I inseriert (Abb. 25A, C). In die Gabel zwischen den Sehnenköpfen ragt der Ursprung des *M. tendinoarticularis dorsi* (Abb. 47). Der laterale Kopf bleibt flächig und biegt nach caudolateral aus, wo er in die mediale Wand des ersten Kegels des *M. longissimus dorsi* übergeht (Abb. 47). Dieser laterale Sehnenast ist von lateralen Fasern der *Pars lateralis* unterlagert, deren tiefste auf der derben Dorsalfascie des *M. transversospinalis cervicis* (*Pars II*) inserieren (vgl. Kapitel 6.1.2.). Die divergierenden caudalen Enden der Faserbündel werden durch ein schmales, transversal über die Ventralfläche des Muskelansatzes laufendes Ligament zusammengehalten, das vom ventralen Rand des medialen Sehnenastes entspringt (Abb. 25C).

An der Halswirbelsäule beschränken sich die Insertionen des *M. transversospinalis capitis* auf die Spitzen der Dornfortsätze (Abb. 23). Ventromedial gerichtete Faserbündel, die sich in langen, schmalen Kegeln aus der *Pars lateralis* des *M. transversospinalis capitis* lösen, laufen im spitzen Winkel caudomedial auf die Dornfortsätze zu und inserieren dort mit einer lateral abgeplatteten Sehne. Von der ventralen Parasagittallinie der lateralen Portion ziehen die Muskelfasern nach caudomedial, wo sie an den Knorpelkappen der Dornfortsätze der C I bis V inserieren.

6.1.2. *Musculus transversospinalis cervicis* (*Pars I*) (Abb. 23, 26-27, 38-39)

Synonyme: *Trachleo-mastoideus* (BUTTMANN 1826); Kopfbauchmuskel (*Splenius*) oder durchflochtener Muskel (*Complexus*) (MECKEL 1828); *M. complexus* (CUVIER 1835, RATHKE 1866); *M. squamoso-cervicalis medialis* (HOFFMANN 1890); *M. transversospinalis cervicis* (partim) einschließlich *Mm. interneurales cervicis* und *Mm. suboccipitales* (VALLOIS 1922).

Ursprung: Lateraler Teil des *Supraoccipitale*, ventromedialer Teil der Hinterfläche des *Squamosum*, dorsomedialer Teil des *Exoccipitale*.

Ansatz: Spitzen der *Processus spinosi* der C I bis IX ventral der *M. transversospinalis capitis*-Ansätze und der entsprechenden Teile des *Septum interspinale*.

Gliederung: *Pars dorsalis*, *Pars ventralis*.

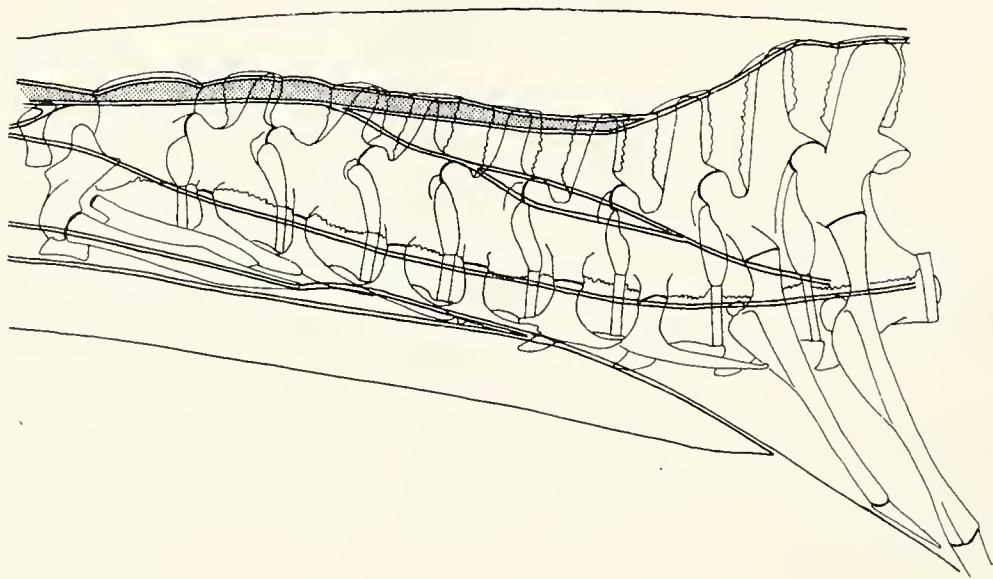


Abb. 26. *Alligator mississippiensis*; Insertionsflächen des *M. transversospinalis cervicis* (*Pars I*) auf der Halswirbelsäule (punktiert). Ansicht von links.

Unmittelbar ventral des M. transversospinalis capitis entspringt der M. transversospinalis cervicis (Pars I). Er ist posterior etwas schmaler als der M. transversospinalis capitis und enthält keine Myosepten. Der M. transversospinalis cervicis (Pars I) spaltet sich bereits an seinem sehr breiten Ursprung in zwei leicht voneinander trennbare Portionen, die übereinander angeordnet sind: die Pars dorsalis und die Pars ventralis.

Vollständig fleischig entspringt die Pars dorsalis. Die Ursprungsfläche umfaßt den lateralen Teil der Hinterfläche des Supraoccipitale, den ventromedialen Teil der Hinterfläche des Squamosum und den dorsomedialen Teil der Hinterfläche des Exoccipitale. Die Fasern der Pars dorsalis ziehen parallel zueinander im Winkel von ca. 50° in posteromedialer Richtung an den Dornfortsatz des Proatlas und die craniale Kante von demjenigen des Axis. Dort inserieren sie ventral der Fasern des M. transversospinalis capitis dicht unterhalb der Dornfortsatzspitzen (Abb. 26, 27A). Zwischen den Dornfortsätzen setzen die Faserbündel des Muskels fleischig am Septum interspinale an.

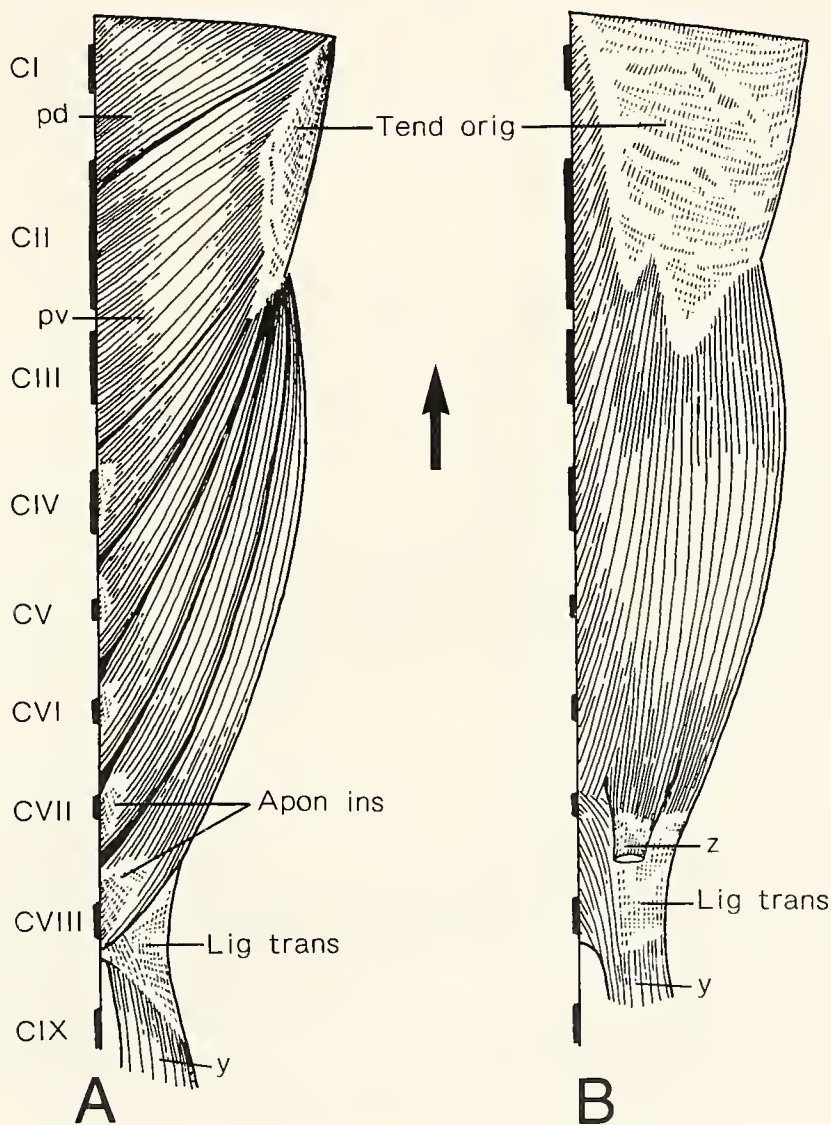


Abb. 27. *Alligator mississippiensis*; Dorsalansicht des rechten (A) und Ventralansicht des linken (B) M. transversospinalis cervicis (Pars I). Man beachte die superficielle Gliederung des Muskels und die kleinen Insertions-Aponeurosen (Pfeile) im Bereich der Spinae neurales IV-VIII. y = Faserbündel, die zur epaxialen Thoracalmuskulatur ziehen, z = Sehne, die am M. transversospinalis cervicis (Pars II) inseriert. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Pars ventralis entspringt lateral und ventral mit einer großflächigen, superficiellen Sehne, welche die distale Kante der Pars ventralis vollständig umfaßt und den anterioren Bereich von deren Ventralfläche bedeckt. Von dieser Sehne aus ziehen alle Faserbündel in posteromedialer Richtung an die Dornfortsätze der Halswirbelsäule. Die ursprungsnahen Faserzüge entspringen in einem Winkel von etwa 50° , diejenigen des caudalen Sehnenendes fallen in einem Winkel von ca. 20° zur Sagittallinie ein (Abb. 27A). Der Insertionswinkel

nimmt also von anterior nach posterior ab. Im Gegensatz zum geradlinigen Verlauf der dorsalen Fasern ziehen die Fasern der Pars ventralis in einem weiten, nach lateral konvexen Bogen zur Wirbelsäule. Ab C III zeigt die ventrale Portion des M. transversospinalis cervicis (Pars I) von dorsal gesehen eine deutliche Gliederung durch faserparallele Bindegewebsblätter, die bis an die Insertion zu verfolgen sind. Sie teilen die inserierenden Faserbündel genau zwischen zwei Dornfortsätzen. Auf der Ventralfläche des Muskels ist die Gliederung nicht erkennbar (Abb. 27B).

Die Pars ventralis inseriert überwiegend fleischig an den Dornfortsatzspitzen unmittelbar caudal der ebenfalls dort liegenden Ansätze der Pars dorsalis, aber auch am Septum interspinale. Im Bereiche der Insertionen an den Dornfortsätzen treten bisweilen schwache Flächensehnen auf (beim präparierten Tier nur an den Dornfortsätzen der C V und VI, wo der im Schnitt querovale Muskel seine größte Breite aufweist; Abb. 38).

Die am weitesten lateral gelegenen Faserbündel des M. transversospinalis cervicis (Pars I) erreichen den C VIII, wo auch der fleischige Anteil des Muskels endet. Zwischen flachen Fettpolstern eingebettet, verlängert eine dünne, fast fascienartig gebaute Sehne die Pars ventralis nach caudal. Sie spaltet sich in ein dorsales und ein ventrales Blatt. Zwischen diese Blätter sind Fasern des am weitesten cranial gelegenen Kegels des M. tendinoarticularis eingebettet. Der M. transversospinalis cervicis (Pars I) steht über eine derbe Fascie an seinem caudolateralen Rand mit dem M. transversospinalis cervicis (Pars II) in Verbindung (Abb. 39; vgl. Kapitel 6.1.3.).

6.1.3. Musculus transversospinalis cervicis (Partes II und III)

(Abb. 24, 28-30, 38-39, 44)

Synonyme: Splenius colli (RATHKE 1866); Splenius secundus (HAIR 1868); M. epistropheo-vertebralis (HOFFMANN 1890); M. transversospinalis cervicis (partim) einschließlich Mm. interneurales cervicis (VALLOIS 1922).

Ursprung: M. transversospinalis cervicis (Pars II) und M. transversospinalis cervicis (Pars III) gemeinsam am Supraoccipitale.

Ansatz: M. transversospinalis cervicis (Partes II und III) gemeinsam sehnig und fleischig an den Basen der Processus spinosi und den Processus articulares; ab C VIII auf den Dorsalflächen der Arcus neurales; enge Verflechtung mit epaxialen Rückenmuskeln.

Gliederung: M. transversospinalis cervicis (Pars II): Pars medialis, Pars centralis, Pars lateralis; M. transversospinalis cervicis (Pars III): dorsale und ventrale Muskelfasern mit verschiedener Verlaufsrichtung.

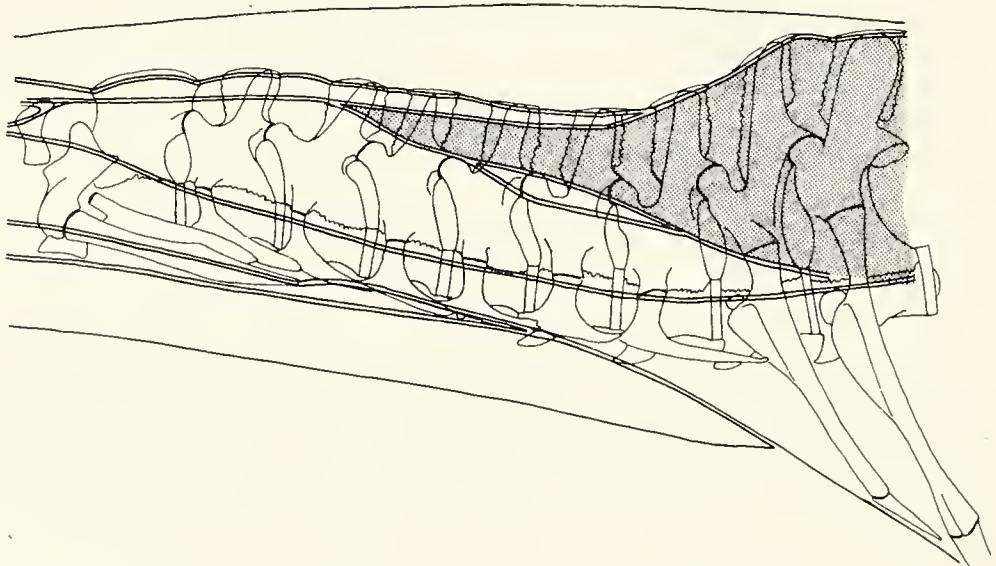


Abb. 28. *Alligator mississippiensis*; Insertionsfläche des M. transversospinalis cervicis (Partes II/III)-Komplexes auf der Halswirbelsäule (punktiert). Ansicht von links.

Da die Teile II und III des M. transversospinalis cervicis nicht nur über ihre gemeinsame Ursprungs-Aponeurose, sondern auch entlang ihrer Insertion auf der Halswirbelsäule in enger topographischer Beziehung zueinander stehen, werden sie gemeinsam besprochen.

Die Ursprungs-Aponeurose des Muskelkomplexes besteht aus einem dorsalen und einem ventralen Blatt. Beide Blätter sind durch eine Schicht lockeren Bindegewebes voneinander getrennt. Sie sind Einstülpungen des internen Halsfascienblattes (vgl. Kap. 6.2.; Abb. 38). Während das dorsale Blatt der Ursprungs-Aponeurose frei ist, verwächst das ventrale Blatt bis C III mit der Fascie des M. longus capitis superficialis. Beide Blätter enthalten zwei Scharen von Collagenfasern, die sich scherengitterartig kreuzen (Abb. 29, 30).

Im Bereiche der C II und III treten in der Ursprungs-Aponeurose drei ligament- oder sehnenartige Anhäufungen von Collagenfaserbündeln auf (Abb. 29A). Transversal verlaufende Faserbündel bilden das Ligamentum transversum, das in Höhe des dritten Halswirbels das Ende des dorsalen Blattes der Aponeurose markiert. Am caudalen Rand des Ligamentum transversum entspringen die Muskelfasern der Pars lateralis des M. transversospinalis cervicis (Pars II) und der Pars dorsalis des M. transversospinalis cervicis (Pars III).

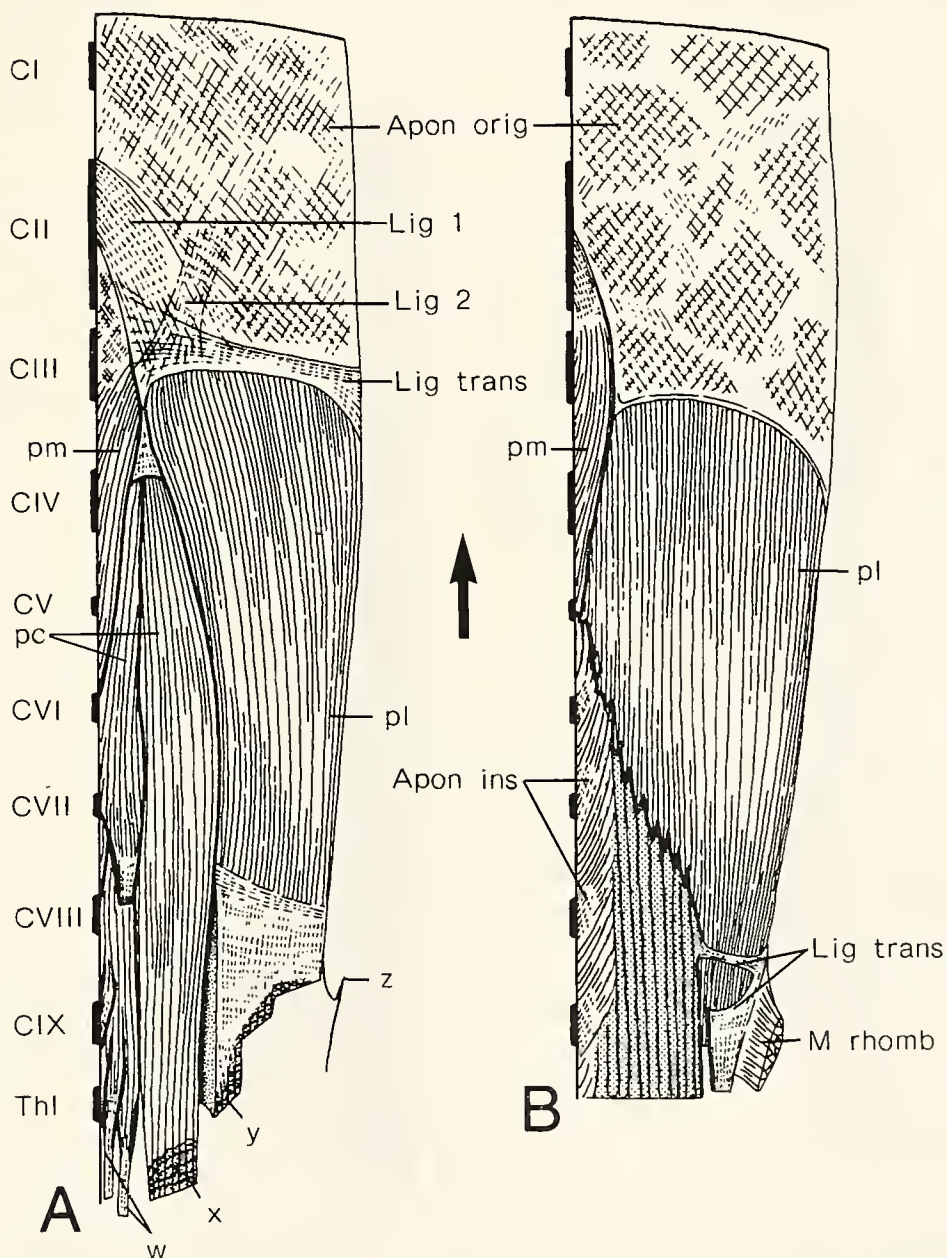


Abb. 29. *Alligator mississippiensis*; Dorsalansicht des rechten (A) und Ventralansicht des linken (B) M. transversospinalis cervicis (Pars II). Man beachte die ausgedehnte Ursprungs-Aponeurose, in deren Dorsalfläche starke Collagenfaserbündel (Lig 1, Lig 2) eingelagert sind. Bemerkenswert ist außerdem die Gliederung der Dorsalseite in Portionen (pm, pc, pl), deren mediale in starke Insertionssehnen auslaufen, die die anteriore Thoracalregion erreichen (w). Die punktierten Flächen zeigen die Areale der Verflechtung mit den lateralen epaxialen Muskelsystemen des Thorax (x, y). z = Verknüpfung mit dem M. transversospinalis capitis. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Eine zweite Collagenfasergruppe entspringt auf der cranialen Hälfte des Processus spinosus und Arcus neuralis des Axis und verläuft in einem lateral konvexen Bogen fächerartig divergierend nach posterolateral. Die Collagenfaserbündel kreuzen diejenigen des medialen Ligamentum transversum-Teiles und bieten dem medialen Teil der Pars lateralis des M. transversospinalis cervicis (Pars II) und den Partes dorsalis et ventralis des M. transversospinalis cervicis (Pars III) einen Ursprung (Abb. 30).

Die dritte Collagenfasergruppe entsteht lateral der zweiten in Höhe des Axis aus den Collagenfasern der Ursprungs-Aponeurose. Die Faserbündel verlaufen in posteromedialer Richtung und ziehen an die superficiellen Muskelfasern der Pars medialis des M. transversospinalis cervicis (Pars III) und die am weitesten medial gelegenen der Pars lateralis (Abb. 30B).

Die am weitesten medial gelegenen Collagenfaserbündel der zweiten Gruppe bilden zusammen mit einigen Fasern der dritten Gruppe den Ursprung für die kleine, langgestreckt dreieckige Ursprungs-Aponeurose der Pars centralis des M. transversospinalis cervicis (Pars II) (Abb. 29A).

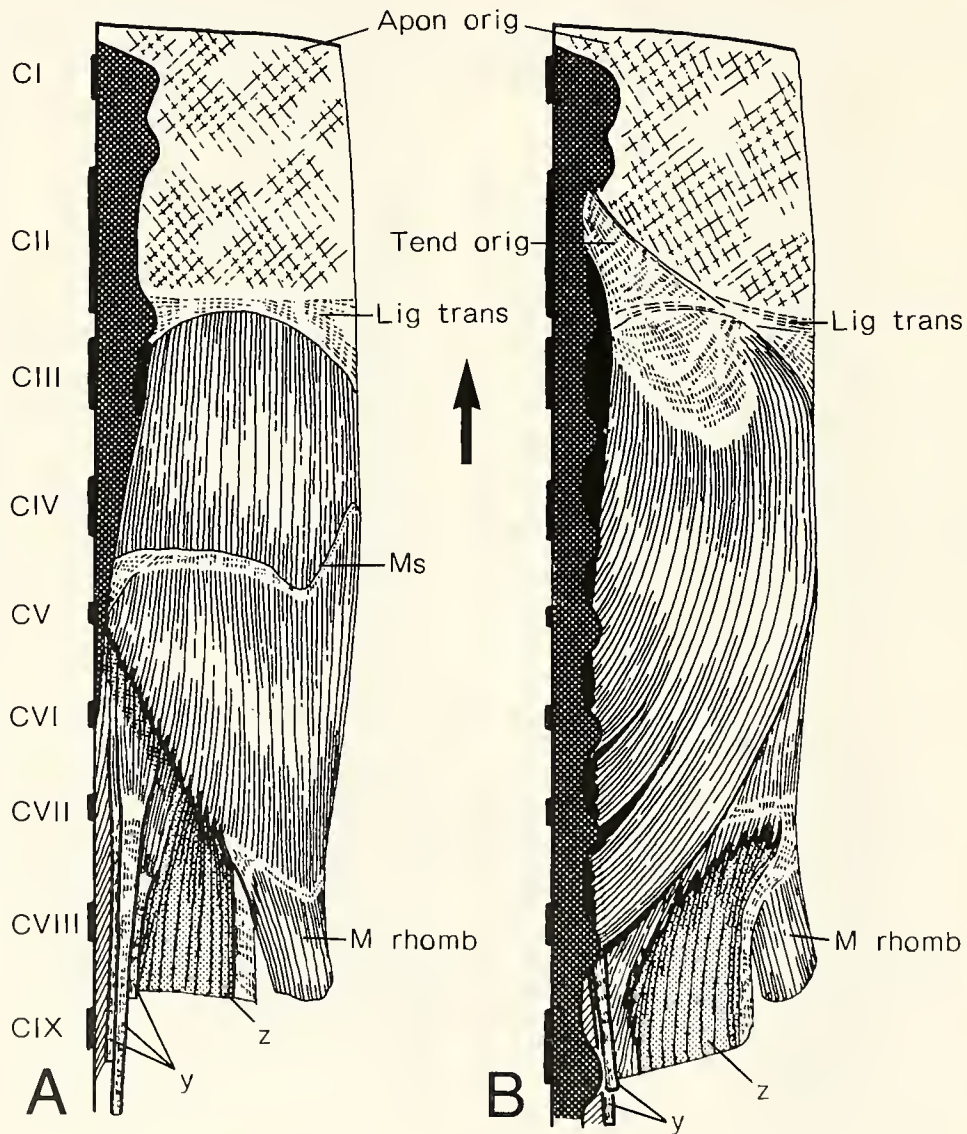


Abb. 30. *Alligator mississippiensis*; Dorsalansicht des rechten (A) und Ventralansicht des linken (B) M. transversospinalis cervicis (Pars III). Die Ursprungs-Aponeurose ist mit der des M. transversospinalis cervicis (Pars II) identisch. Bemerkenswert ist das unvollständige Myoseptum auf der Dorsalseite des Muskels (A), die nach medial umbiegenden ventralen Muskelfaserbündel (B) und der Übergang der lateralen Muskelfasern in den M. rhomboideus. Die parasagittalen Muskelfaserbündel laufen in lange Sehnen aus (y), die zum M. spinalis gehören (vgl. Kapitel 6.7.1.); die punktierten Areale bezeichnen Flächen der Verwachsung mit dem M. transversospinalis cervicis (Pars III) (A) und dem M. longus capitis superficialis (B). Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Muskelfasern der Pars medialis des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) verlaufen in posteromedialer Richtung und inserieren auf den Flanken der *Processus spinosi* III bis V (Abb. 28). Nur einige dorsale Fasern erreichen die craniale Kante des *Processus spinosus* VI der Halswirbelsäule. Die dorsalen und laterodorsalen Muskelfasern der Pars medialis münden in eine kleine Aponeurosis, die mit der Ventralseite des *M. transversospinalis cervicis* (Pars I) verwachsen ist (Abb. 29A).

Die Pars centralis verläuft auf der dorsalen Oberfläche des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) in einer flachen, U-förmigen Loge, die von den *Partes lateralis et medialis* gebildet wird (Abb. 29A). In der Pars centralis lassen sich zwei Gruppen von Muskelfaserbündeln unterscheiden: Eine mediale und eine laterale. Die medialen Muskelfasern ziehen an die Flanken der *Processus spinosi* von C VII und VIII bzw. laufen in einer kleinen Sehne aus, die in Höhe von C VIII mit der entsprechenden des *M. transversospinalis cervicis* (Pars I) verwächst. Die umfangreichere laterale Muskelfasergruppe läuft parallel zur Sagittallinie nach caudal und inseriert am ersten Myoseptum des *M. tendinoarticularis*. Profunde Faserzüge dieser Gruppe verwachsen ab C VII mit der Pars lateralis des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) (Abb. 29B, 38, 39).

Die im wesentlichen longitudinal verlaufenden Faserbündel der Pars lateralis bilden den umfangreichsten Teil des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) (Abb. 29). Ab C VII ziehen sie, eng mit den medialen Fasern des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) verflochten, an die Flanken der *Processus spinosi* und an die Dorsalfläche der Zygapophysen-Gelenkkapseln der Halswirbel (Abb. 28). Die Verwachsungsfläche der beiden Muskeln nimmt nach caudal an Größe zu, und ab C VIII lassen sich nur noch die lateralen Faserzüge der Pars lateralis als eindeutig dem *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) zugehörig erkennen (Abb. 29, 30). Diese separierten Faserzüge werden von einem breiten *Ligamentum transversum* umfaßt, das sich auf der Ventralseite des Muskels in ein schmales anteriores und ein breites posteriores Ligament gabelt (Abb. 29B). Auf der Lateralfäche des *Ligamentum transversum* ist der *M. rhomboideus anterior* angeheftet (Abb. 29B). Die vom *Ligamentum transversum* umspannten Muskelfasern inserieren auf der Innenfläche des ersten *M. longissimus dorsi*-Myoseptum. Die übrigen Faserbündel der Pars lateralis des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) sind jedoch so eng mit denen des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) und den anterioren des *M. spinalis* verflochten, daß ihre anatomischen Bezüge gemeinsam bei der Beschreibung des *M. spinalis*-Systems behandelt werden (Kap. 6.7.1.; Abb. 44).

Der Ursprung des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) ist mit dem des Teiles II identisch. Mit einem transversal verlaufendem Myoseptum ist der *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) an der derben Ventralfascie des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) aufgehängt (Abb. 30A). Das Myoseptum teilt nur die superficiellen Fasern des Muskels. Es erscheint etwa in Höhe des C V auf der lateralen Muskelkante und verläuft darauf zunächst faserparallel nach cranial. In Höhe des vierten Halswirbels biegt es in einem scharfen Bogen nach caudolateral um und schneidet die longitudinal verlaufenden Muskelfasern im Winkel von ca. 45°. Etwa in Höhe des C V wendet sich das Myoseptum nach anteromedial, so daß ein weiter, nach caudal weisender Bogen entsteht. Bis dahin hat das Myoseptum erst ein knappes Drittel der Muskelbreite des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) durchmessen. Über die verbliebenen zwei Drittel verläuft das Myoseptum transversal, einen cranial konvexen flachen Bogen bildend, und endet auf dem medialen Rand des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) zwischen C IV und V.

Die dorsalen Faserbündel des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) verlaufen annähernd parallel zur Sagittallinie nach caudal. Bis C V inserieren sie auf der ventralen Fascie des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II). Ab C V vereinigen sich die am weitesten medial gelegenen mit denen der Pars lateralis des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II). Die Verwachsungslinie verläuft von hier aus schräg nach posterolateral, bis sie die Höhe des cranialen Randes von C VIII erreicht (Abb. 30A). Wie bei *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) sind auch beim Teil III die am weitesten lateral verlaufenden Muskelfaserbündel von der Verwachsung ausgenommen. Sie enden in einer schmalen, transversal verlaufenden Sehne, über die sie mit dem *M. rhomboideus anterior* in Verbindung treten (Abb. 30).

Die Ventralfläche des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) bietet eine andere Morphologie als seine Dorsalfläche (Abb. 30B). Die Collagenfaserschar, die auf der Lateralfäche des *Axis* ihren Ursprung nimmt (siehe oben) verlängert sich auf der Ventralseite des Muskels bis C IV und bildet dort eine ausgedehnte Flächensehne, auf der die ventralen Muskelfaserbündel des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) entspringen. Diese Muskelfasern laufen in einem lateral konvexen Bogen auf die Halswirbelsäule zu, inserieren aber, kurz bevor sie diese erreichen, auf der ventralen Fascie des *M.*

transversospinalis cervicis (Pars II). Die am weitesten lateral gelegenen Muskelfasern erreichen die Höhe des Processus articularis caudalis des C VIII.

Die in ihrem posterioren Teil nach medial umbiegenden lateralen Fasern der ventralen Muskelschicht geben den Blick frei auf die Ventralseite der lateralen Fasern der dorsalen Muskelschicht, deren ventrale Faserbündel ab C VII in den M. longus capitis superficialis einstrahlen (Abb. 30B).

Das gemeinsame Insertionsareal der Teile II und III des M. transversospinalis beschränkt sich bis C VII auf die Lateralflächen der Processus spinosi und auf die Dorsalflächen der Processus articulares (Abb. 28, 39). Ab hier weitet sich die Insertionsfläche auf die Arcus neuralis-Dächer und ab C IX - wegen der Integration der M. longus capitis superficialis-Fasern in den Muskelkomplex - auch auf die Dorsalflächen der Processus transversi und der Tubercula aus. Ab C VII treten im proximalen Muskelbereich Sehnen auf, die den M. transversospinalis cervicis (Pars II/III)-Komplex an die epaxialen Muskelsysteme des Dorsum - M. multifidus und M. spinalis - binden (Abb. 44). Aus diesem Grunde wird im Kap. 6.7.1. noch detaillierter von der vertebralen M. transversospinalis cervicis (Pars II/III)-Insertion im cervicothoracalen Übergangsbereich zu sprechen sein (siehe Kapitel 6.7.1.).

6.1.4. Musculus longus capitis superficialis (Abb. 24, 31-32, 38-39)

Synonyme: Splenius capitis (BUTTMANN 1826); Trachleo-mastoideus (Nackenwarzenmuskel) (MECKEL 1828); M. trachleo-mastoideus (OWEN 1866, RATHKE 1866, HAIR 1868); M. collo-squamosus (HOFFMANN 1890); M. longus capitis superficialis (VALLOIS 1922).

Ursprung: Exoccipitale.

Ansatz: ventral der Processus articulares craniales et caudales auf den dorsolateralen Flächen der Arcus neurales.

Gliederung: drei Myosepten.

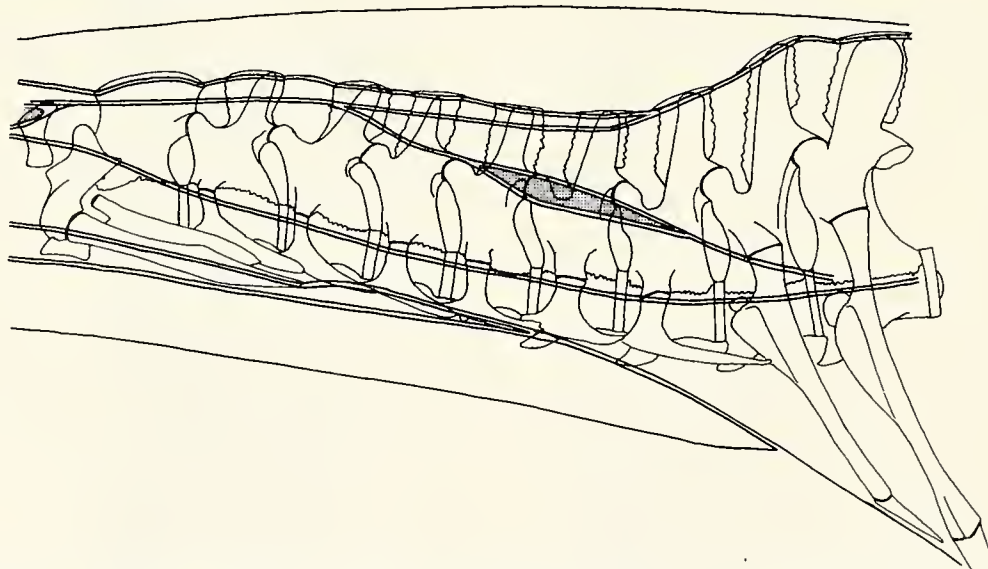


Abb. 31. *Alligator mississippiensis*; Insertionsflächen des M. longus capitis superficialis auf der Halswirbelsäule (punktiert). Ansicht von links.

Der starke, im Querschnitt flach dreieckige M. longus capitis superficialis bedeckt mit seinem Ursprung einen großen Teil der Hinterfläche des Exoccipitale (Abb. 24). Während der laterale Teil des Muskels mit einer starken, umlaufenden Flächensehne entspringt, in deren Zentrum auch fleischige Ursprünge liegen, nimmt seine mediale Portion einen ausschließlich fleischigen Ursprung, der von der sagittalen Sutura zwischen den beiden Exoccipitalia vom Medialteil des M. longus capitis profundus abgedrängt wird (Abb. 31). Ähnlich wie der M. transversospinalis cervicis (Partes I und II) zeigt auch der M. longus capitis superficialis eine deutliche Längsgliederung durch longitudinal orientierte Myosepten, die im Winkel von etwa 15° zur Sagittalebene von anteromedial nach posterolateral ziehen (Abb. 32). Die beiden anterioren Myosepten durchsetzen den Muskel vollständig in dorsoventraler Richtung. Alle Inscriptionen verlaufen parallel zueinander und sind auch - mit Ausnahme derjenigen des dritten Myoseptum - an der lateralen Kante

des *M. longus capitis superficialis* gut zu erkennen. Die Myosepten schneiden die nach posteromedial orientierten Muskelfasern im Winkel von ca. 30° . Die anteromedialen Faserbündel fallen in einem Winkel von etwa 45° auf die Sagittalebene ein. Während die beiden anterioren Myosepten bis zum Ursprung des Muskels zu verfolgen sind - wobei das am weitesten anterior gelegene zugleich das am weitesten lateral gelegene ist - beginnt das posteriore Myoseptum weiter caudal im Muskel in Höhe des vierten Halswirbels. Bis C III ist die Medialfläche des zweiten Myoseptum die interne Fascie des *M. longus capitis superficialis* und ist frei von Muskelfasern. In diesem Bereiche inseriert der Muskel nicht an der Halswirbelsäule (Abb. 31).

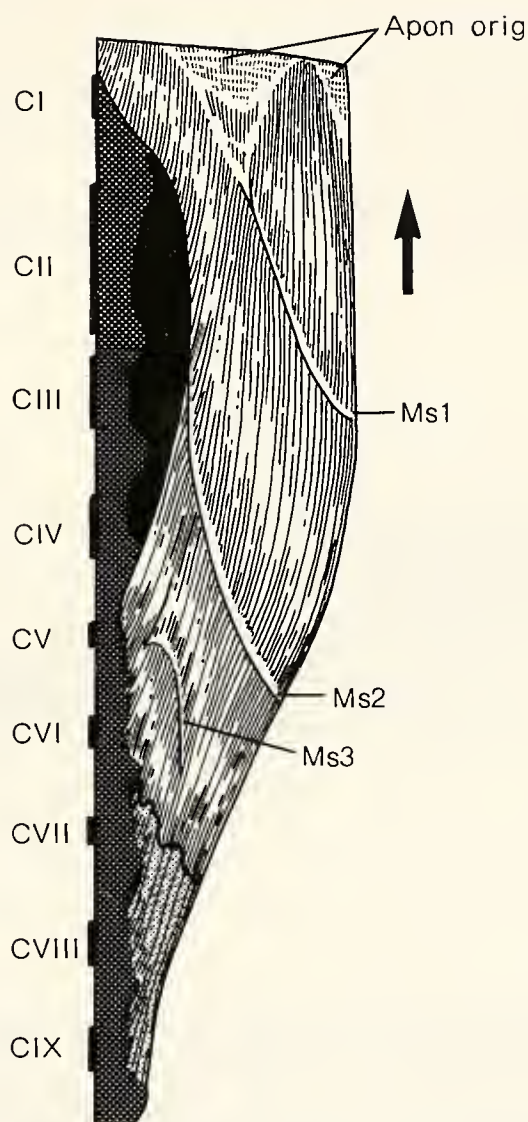


Abb. 32. *Alligator mississippiensis*; der linke *M. longus capitis superficialis* von dorsal gesehen. Die Ventralseite des Muskels zeigt keine abweichende Struktur. Der Halsmuskel ist durch Myosepten (Ms) gegliedert und wird im Bereich der Halswirbel I bis IV von der dorsalen Aufwölbung des *M. longus capitis profundus* von der Wirbelsäule abgedrängt. Das punktierte Feld zeigt die Verwachsung mit der Ventralseite des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III). Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Nur die Faserbündel medial des dritten Myoseptum inserieren in ihrer Gesamtheit entlang einer schmalen, longitudinalen Linie ventral der Zygapophysen-Gelenke der C IV bis VII (Abb. 31). Von den Fasern medial des zweiten Myoseptum erreichen nur die anterioren und die posterioren Muskelfasern die Wirbelsäule. Sie inserieren an C IV und V, beziehungsweise VII bis IX an denselben Stellen wie die anderen Fasern des *M. longus capitis superficialis*. Lateral zusammengepreßte kurze, aber starke Sehnen, die serial hintereinanderliegen und zwischen den medialen Faserbündeln des *M. longus capitis superficialis* austreten, inserieren auf den Sockeln der *Processus articulares craniales* der Halswirbel. Sie nehmen einige wenige ventrale Fasern des *M. transversospinalis cervicis*

(Partes II und III)-Komplexes auf. Die Insertionssehnen umfassen die Basen der Processus articulares craniales ganz.

Das caudale Ende der Hauptmasse des *M. longus capitis superficialis* konvergiert und verschmilzt im Bereiche des C IX mit dem *M. transversospinalis cervicis* (Partes II und III) zu einer gemeinsamen Masse (Abb. 39). Einige dorsale und laterale Faserbündel strahlen in den *M. iliocostalis cervicis* ein; einige der medialen inserieren schließlich auf dem Sockel des Processus articularis cranialis des Th I. Einige ventrale Bündel ziehen auf die Diapophysen der posterioren Halswirbel und der Prothoracalwirbel.

6.1.5. Musculus longus capitis profundus (Abb. 24, 33-34, 38)

Synonyme: Intertransversarius (MECKEL 1828); *Mm. intertransversales* und *M. rectus capitis lateralis* (RATHKE 1866); *M. collo-occipitis* (HOFFMANN 1890); *M. longus capitis profundus* (VALLOIS 1922).

Ursprung: Medialteil der Exoccipitalia.

Ansatz: Lateralflächen der Arcus neurales, dorsale Flächen der Processus transversi der C I-VII und proximaler Teil der dorsalen Tubercula-Flächen der Halsrippen, Fascie des *M. iliocostalis cervicis*.

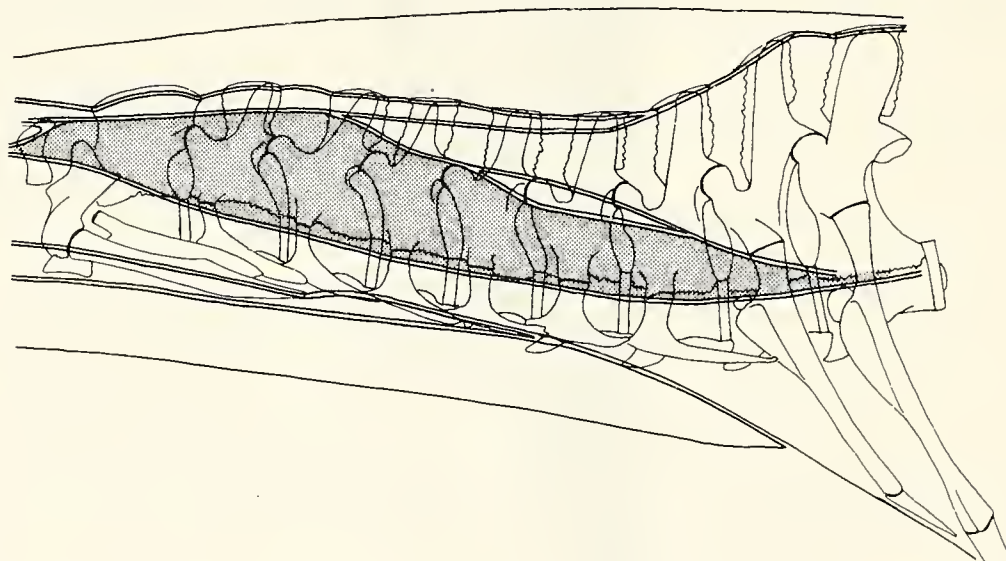


Abb. 33. *Alligator mississippiensis*; Insertionsfläche des *M. longus capitis profundus* an der Halswirbelsäule (punktiert). Ansicht von links.

Lateral mit einer starken Rundsehne und medial mit fleischigen Fasern entspringt der *M. longus capitis profundus* auf dem Medialteil der Exoccipitale-Hinterfläche. Sein Ursprung wird ventromedial vom Foramen magnum, dorsal von der Ursprungsfläche des *M. longus capitis superficialis* begrenzt (Abb. 24). In seinem anterioren Drittel besitzt der homogen gebaute, ungegliederte Muskel einen querovalen Durchmesser, wobei sich das Faserpaket seines Medialteiles zwischen den muskelfaserfreien Bereich des Myoseptum 2 des *M. longus capitis superficialis* und die Wirbelsäule schiebt. Die dorsalen Fasern dieses Medialteiles erreichen dabei das Niveau von denjenigen des *M. longus capitis superficialis*. In seinem Verlauf nach caudal flacht der *M. longus capitis profundus* rasch ab und wird schmaler.

Die anterioren, medialen Muskelfasern des *M. longus capitis profundus* verlaufen von anterolateral im Bogen nach posteromedial und inserieren fleischig auf den Lateralflächen der Neuralbögen und den ventralen Ausläufern der Processus articulares (Abb. 33, 38). Sie besetzen also im anterioren Bereich der Halswirbelsäule dieselben Insertionsstellen wie der *M. longus capitis superficialis* im posterioren.

Die dorsolateralen Faserzüge inserieren in Höhe des siebten Halswirbels auf der Fascie des *M. iliocostalis cervicis*, wobei sie von einem kleinen Ligament, das von den anterioren medialen Fasern des *M. longus capitis superficialis* ausgeht, dorsal umfaßt werden (Abb. 34).

Die medialen Muskelfasern des anterioren M. longus capitis profundus-Teiles inserieren auf den dorsalen Diapophysen-Flächen der Halswirbel und den proximalen Teilen der dorsalen Tubercula-Flächen von deren Rippen. Der Muskel endet am achten Halswirbel.

Abgedrängt durch den M. longus capitis superficialis, und im ventralen posterioren Bereich auch vom M. iliocostalis cervicis, fällt die Dorsalfläche des M. longus capitis profundus nach posteromedial deutlich ab. Der Muskel wird in seinem Verlauf, im Querschnitt gesehen, immer schräger und dünner. Entsprechend nimmt auch seine Insertionsfläche ab und beschränkt sich im mittleren Abschnitt des Muskels auf die dorsalen und anterioren Flächen der Processus transversi und die Basen der Tubercula der Halsrippen, im caudalen Abschnitt nur noch auf die Processus transversi.

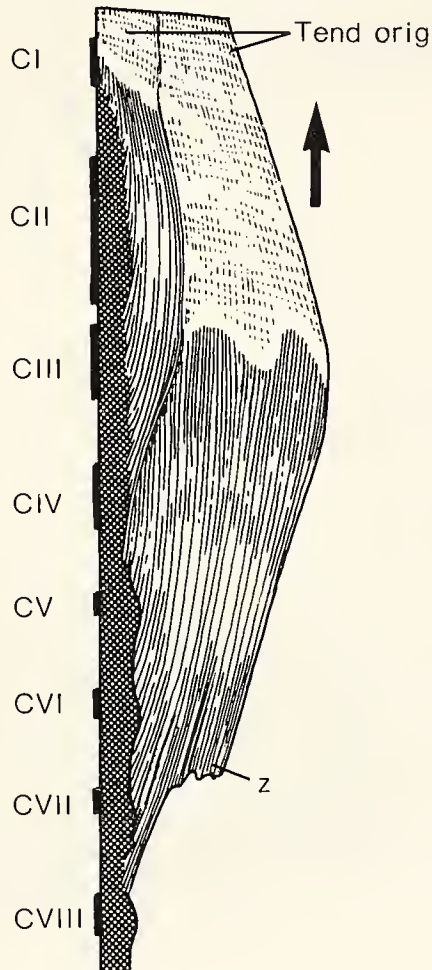


Abb. 34. *Alligator mississippiensis*; der linke M. longus capitis profundus von dorsal gesehen. Die Ventralseite des Muskels zeigt keine Aufwölbung im Medialbereich, ist aber ansonsten morphologisch identisch mit der Dorsalseite. Man beachte, daß die lateralen Faserbündel frei zwischen den Fascien des M. longus capitis superficialis und des M. iliocostalis cervicis enden (z). Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

6.1.6. Musculus iliocostalis cervicis (Abb. 14, 24, 35-39, 47)

Synonyme: Sacrolumbalis (BUTTMANN 1826); Aufsteigender Nackenmuskel (MECKEL 1928); M. latissimus colli (RATHKE 1866); M. iliocostalis (FÜRBRINGER 1876, GADOW 1882, GASC 1981); M. cervicalis ascendens und im Rumpfbereich M. sacro-spinalis (HOFFMANN 1890); M. ileo-costalis (MAURER 1896); M. ilio-costalis cervicis (VALLOIS 1922).

Ursprung: lateroventral des M. longus capitis profundus an der Hinterfläche des Exoccipitale, posterodorsale Kanten der Corpora sämtlicher Halsrippen.

Ansatz: erste Thoracalrippe, M. iliocostalis dorsi.

Gliederung: 6 Myosepten.

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Halsmuskeln ist der deutlich segmentierte M. iliocostalis cervicis lateral zusammengedrückt (Abb. 38). Er entspringt mit einer

Aponeurose lateroventral des M. longus capitis profundus auf der Hinterfläche des Exoccipitale (Abb. 24) und auf den posterodorsalen Kanten der Corpora der ersten beiden Halsrippen, aber fleischig auf den folgenden. Dorsal geht die Ursprungssehne in das inter-

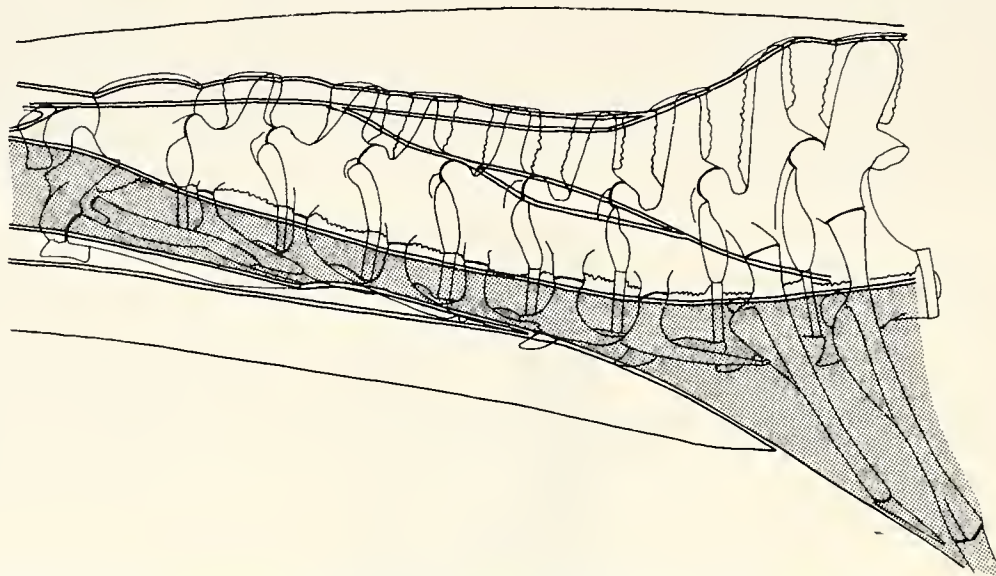


Abb. 35. *Alligator mississippiensis*; Insertionsflächen des M. iliocostalis cervicis auf der Halswirbelsäule (punktiert). Ansicht von links.

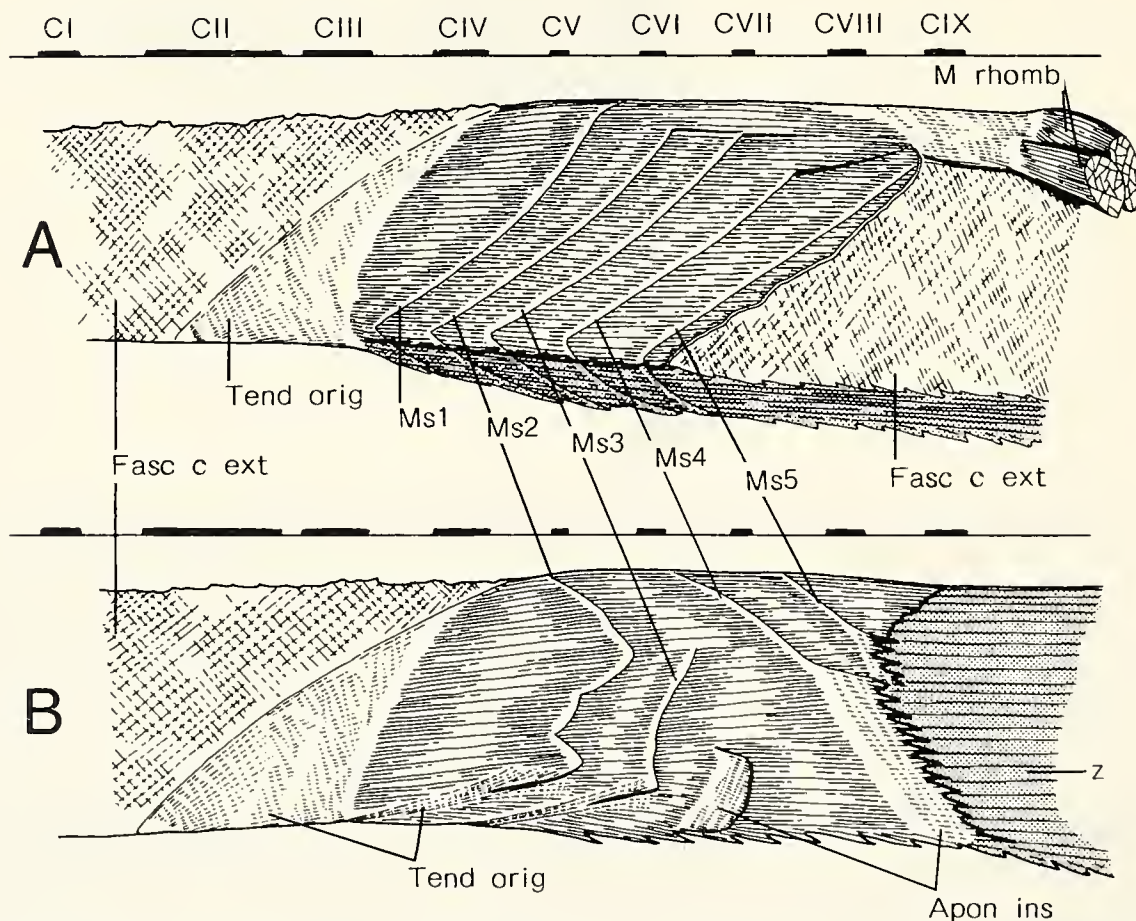


Abb. 36. *Alligator mississippiensis*; Lateralansicht des linken (A) und Medialansicht des rechten M. iliocostalis cervicis (B). Die Halsfascie ist teilweise abpräpariert, um die darunterliegenden Myosepten zu zeigen (A). Beachte die unterschiedliche Gestalt der Myosepten auf der Lateral- (A) und der Medialfläche (B) des Muskels. Mit seiner Ventralkante ist der M. iliocostalis cervicis mit dem M. longus colli verwachsen (gezackte Linie); die punktierten Flächen sind die Verwachsungsareale mit der benachbarten Halsmuskeln. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

ne Blatt der Halsfaszie über (Abb 38, 39). Der *M. iliocostalis cervicis* umfaßt von ventral die Halsmuskeln *M. longus capitis profundus* und *superficialis*, wobei er ihre anterioren Bereiche frei läßt.

Von der Ursprungssehne aus ziehen die Muskelfasern zunächst von anteroventral nach posterodorsal, gleichzeitig in einem schwachen Bogen von medial nach lateral, richten sich aber ab C V parallel zur Sagittal- und zur Horizontalebene aus (Abb. 36).

Von den sechs von anteroventral schräg nach posterodorsal ziehenden Myosepten erreicht nur das erste die dorsale Kante des Muskels (Abb. 36A). Die posterior folgenden enden unterhalb dieser Kante. Das bedeutet, daß die dorsalen Faserbündel des *M. iliocostalis cervicis* ausnahmslos am ersten Myoseptum entspringen und unsegmentiert nach caudal ziehen. Sie inserieren in Höhe des C VIII in einer lateral abgeflachten, kurzen Sehne, an deren posterioren Ende die Hauptmasse der Fasern des *M. rhomboideus posterior* inserieren. Es ist also ein digastrisches System, an dem auch die dorsalen Fasern des dritten Myoseptum beteiligt sind.

Die medialen Muskelfasern des *M. iliocostalis cervicis* inserieren auf der ersten Thoracalrippe, die lateralen gehen in das System des *M. iliocostalis dorsalis* über. Der Übergang ist am größer werdenden Abstand zwischen den Myosepten zu erkennen. Die Länge der Myomer-Fasern entspricht einer Segmentlänge.

Mit seinen ventralen Faserbündeln ist der *M. iliocostalis cervicis* mit denen des *M. colloscapularis* verflochten, so daß die Insertionsfläche, die auf den Capitula der Halsrippen II bis IX und den Halsrippen selbst liegt, beiden Muskeln gemeinsam ist (Abb. 35, 36, 38, 39). Die Myosepten des *M. iliocostalis cervicis* biegen in der Tiefe des Muskels scharf nach posteroventral um und sind auf den Corpora und den Processus craniales der Halsrippen und an der Medialfläche des internen Blattes der Halsfaszie festgewachsen (Abb. 14, 36B). Ab C VI schieben sich die Insertionssehnen des *M. collothoracisuprascapularis profundus* zwischen die tiefen Fasern des *M. iliocostalis cervicis* und des *M. colloscapularis* (siehe Kapitel 6.4.1.).

6.1.7. Musculus longus colli (Abb. 24, 37-39, 42)

Synonyme: *M. longus colli* einschließlich *M. rectus capitis* (RATHKE 1866); *M. costo-vertebralis lateralis* (HOFFMANN 1890); *M. longus colli* (BUTTMANN 1826, GASC 1981).

Ursprung: Hinterkante von Basioccipitale und Pterygoid, Innenflächen der Halsrippen I und II.

Ansatz: Seitenflächen der Processus ventrales, ventrale Flächen der Centra und der Rippen aller Halswirbel und der drei Prothoracalwirbel.

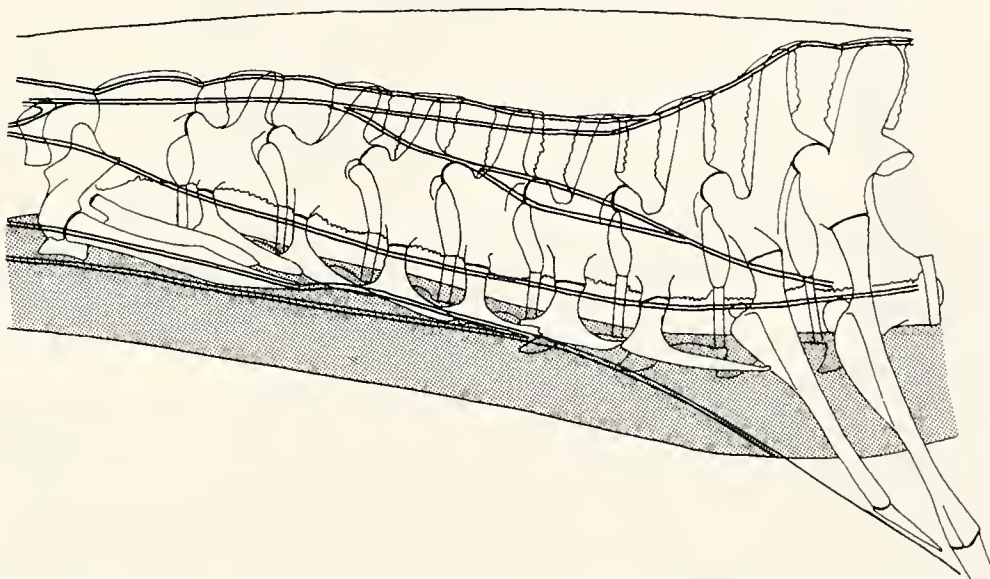


Abb. 37. *Alligator mississippiensis*; Insertionsflächen und Ausdehnung des *M. longus colli* (punktiert). Ansicht von links.

Der lange hypaxiale *M. longus colli* verbindet die C I bis IX und die drei Prothoracalwirbel miteinander. Seine Fasern sind an den Seitenflächen der *Processus ventrales*, den ventralen Flächen der *Centra* und der Halsrippen angeheftet. Die lateralen Faserbündel des Muskels sind mit den medialen Faserbündeln des *M. iliocostalis cervicis* und *M. colloscapularis* verschmolzen. Seinen größten Durchmesser hat der *M. longus colli* bei C IX. Der Muskel ist über seine ganze Länge mit einer sehr festen Fascie bedeckt. Er ist nach GASC (1981) der einzige hypaxiale Halsmuskel der Krokodile. Der von RATHKE (1866) als selbstständiger Muskel benannte *M. rectus capitis* ist der vom Rest des Muskels etwas abgesetzte craniale Teil des *M. longus colli*.

6.2. Die Halsfascien (Abb. 38-40)

Die *Fascia cervicis* ist eine zweilagige derbe Fascie, deren externes und internes Blatt durch lockeres Bindegewebe getrennt sind. Sie umfaßt alle tiefen Halsmuskeln (*M. transversospinalis capitis* bis *M. iliocostalis cervicis*).

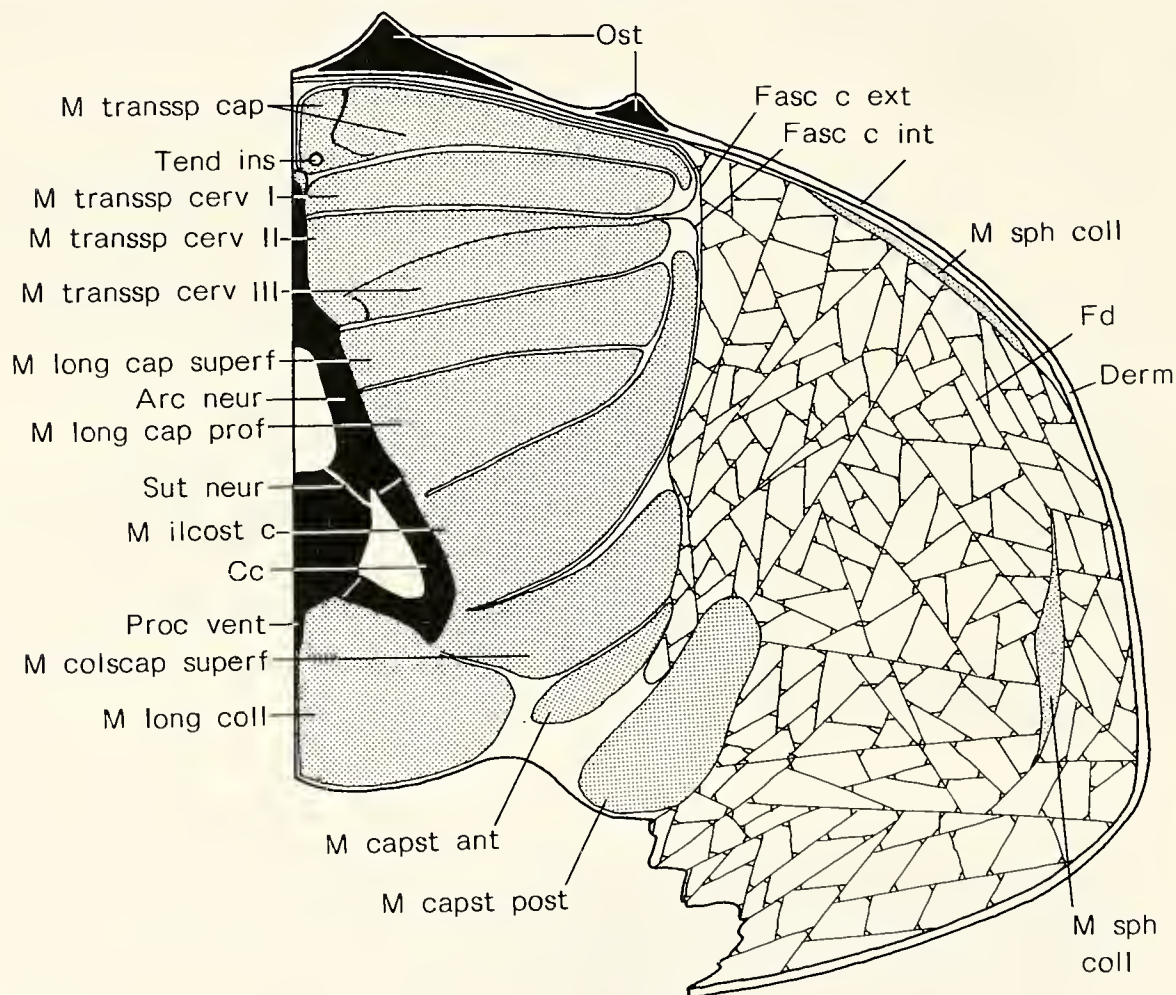


Abb. 38. *Alligator mississippiensis*; schematisierter Schnitt durch eine Halshälfte in Höhe des Halswirbels VII; die Muskelanschnitte sind punktiert. Man beachte das gewaltige Fettlager und die doppelte *Fascia cervicis*. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Das externe Blatt, die eigentliche *Fascia cervicis*, ist mit lockerem Bindegewebe an der dorsalen Halshaut befestigt. In der Sagittallinie ist diese Verbindung etwas fester als im übrigen Anheftungsbereich. Die Festigkeit der Anheftung am III. Nuchalwirbel ist wegen der zwischen Schuppe und Fascie eingeschobenen Fettlinsen geringer als an den beiden anterioren Schuppenwirbeln. Die Fascie ist im Bereich zwischen den Nuchalia deutlich perforiert. Ventral ist das externe Halsfascienblatt entlang der Verflechtung der inserierenden Muskelfasern des *M. iliocostalis cervicis* und *M. colloscapularis* angeheftet. Anterior umgreift es die Ursprünge der tiefen Halsmuskeln und ist am Hinterhaupt angewachsen.

Posterior geht die Halsfaszie nahtlos in die Fascia lumbodorsalis über. Der posteriore dorsale Anteil der Halsfaszie bedeckt den Übergangsbereich zwischen cervicaler und thoracaler Rumpfstamm-Muskulatur. In Höhe der Thoracalwirbel I und II verschmilzt sie mit den dorsalen Insertionsaponeurosen des M. sphincter colli und M. dorsoscapularis und ist zusammen mit diesen an den Dornfortsatzspitzen der ersten beiden Thoracalwirbel festgewachsen.

Während im dorsalen Bereich des externen Halsfaszienblattes keine Collagenfaserstruktur zu erkennen ist, dominieren im lateralen Bereich schräg verlaufende Collagenfaserbündel. Dabei fügt sich die von anterodorsal nach posteroventral verlaufende Faserschar mit der von posterodorsal nach anteroventral verlaufenden zu einer scherengitterartigen Struktur zusammen. Die Faserscharen schneiden sich in einem Winkel von etwa 40° .

Dort, wo die Muskelfaserbündel des M. sphincter colli an der Halsfaszie inserieren, ist das externe Blatt zu einem jochartigen Ligament verstärkt, das transversal zur Sagittallinie unter den großen Nuchalschuppen verläuft (Abb. 40).

Das interne Blatt bildet in der Sagittalebene die dorsale Verlängerung je eines der bilateralen interspinalen Fascienblätter. Die dorsale Kante jedes Dornfortsatzes der Halswirbelsäule ist ein zusätzlicher Anheftpunkt. Zusammen mit dem internen Blatt der anderen Körperseite formt das interne Fascienblatt also ein longitudinales Septum, das den M. transversospinalis capitis und den M. transversospinalis cervicis (Partes I und II) der contralateralen Körperseiten trennt. Eine Struktur, die dem Ligamentum nuchae der Mammalia vergleichbar wäre, ist jedoch nicht ausgebildet.

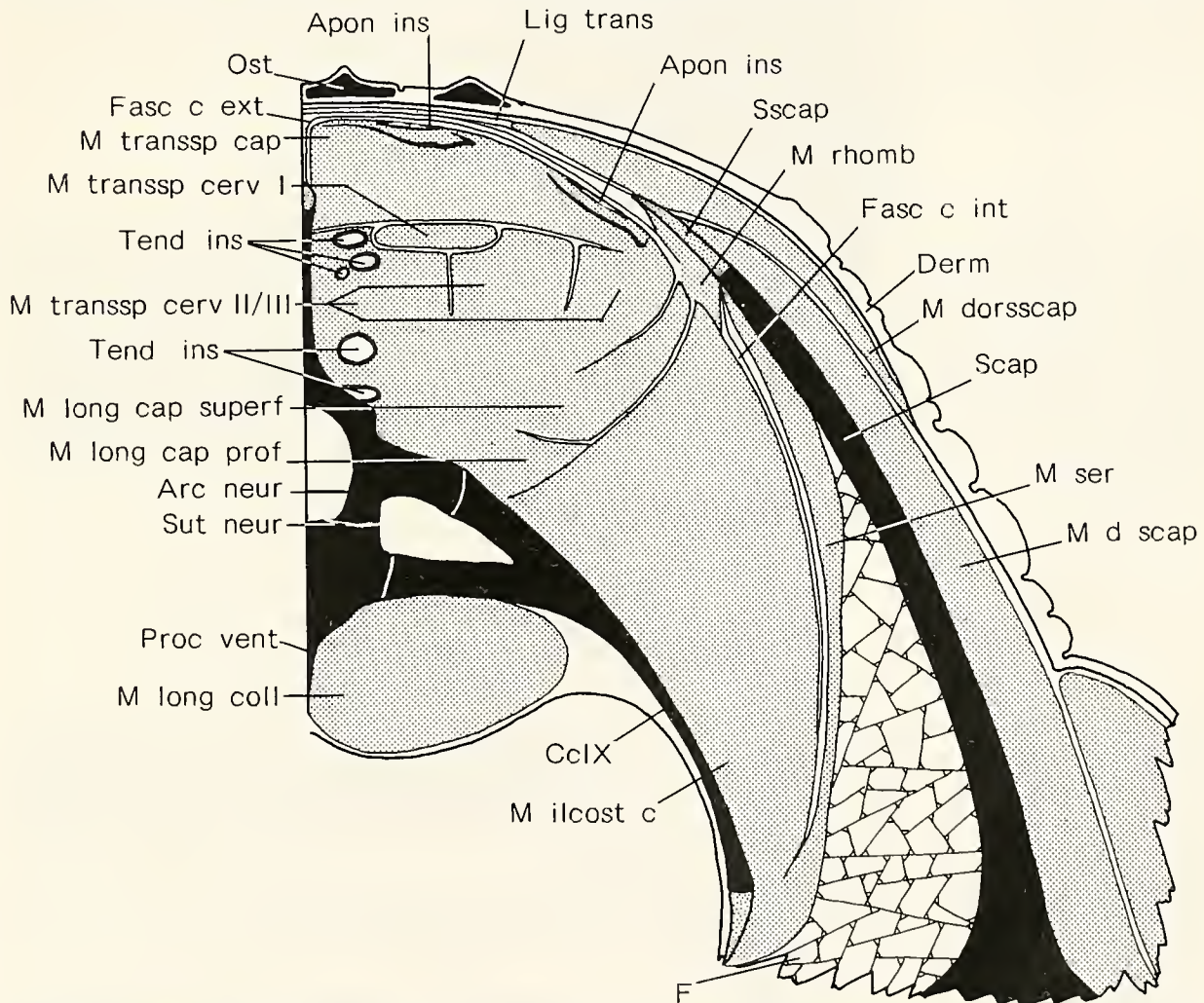


Abb. 39. *Alligator mississippiensis*; schematisierter Schnitt durch eine Halshälfte in Höhe des Halswirbels IX; vom M. transversospinalis cervicis (Pars II) bis zum M. longus capitis profundus sind alle Halsmuskeln zu einem mehrgliedrigen Muskelkomplex verschmolzen, in dessen medialem Bereich starke Sehnen zu erkennen sind. Man beachte die gemeinsame Insertion des M. serratus und des M. iliocostalis auf dem laterocostalen Segment der Halsrippe IX, die in die Halsmuskulatur einstrahlende Insertion des M. rhomboideus sowie dessen Ursprung auf der knorpeligen Suprascapula. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

In der Sagittallinie dicht unterhalb des externen Blattes biegen die internen Blätter der beiden Körperseiten nach links bzw. rechts um und ziehen, die Dorsalfläche des *M. transversospinalis capitis* bedeckend, nach lateral. Zwischen den beiden internen Blättern und dem externen entsteht in der Sagittallinie ein im Querschnitt dreieckiger Raum, der mit lockerem Bindegewebe und Fettlinsen angefüllt ist.

Über die laterale Kante des *M. transversospinalis capitis* nach ventral umbiegend, schiebt sich das interne Fascienblatt entlang der Ventralfläche des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) nach medial zwischen die Halsmuskeln. Die Muskelfaserbündel des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) sind mit dem Fascienblatt fest verwachsen. Das interne Halsfascienblatt ist somit - zusammen mit dem ventral von ihm liegenden Blatt - an der Bildung eines horizontalen Septum beteiligt, das auf der Ebene der lateralen Kanten der Zygapophysen-Gelenkkapseln an der Halswirbelsäule inseriert. Dadurch werden die drei dorsalen Halsmuskeln von den restlichen getrennt.

Das ventrale Blatt des horizontalen Septum dient als Insertionsfläche für das Myoseptum des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) und zieht von der lateralen Kante des Muskels über die dorsale Kante des *M. iliocostalis cervicis* hinweg, um nach ventral auf die Lateralfläche des *M. iliocostalis cervicis* umzubiegen. Mit den Myomeren des Muskels steht der ventrale Teil des internen Fascienblattes in ebenso engem Kontakt wie mit seinen Myosepten. Die ventralen, anterioren und posterioren Anheftungsstellen des internen Fascienblatt-Systems entsprechen denen des externen Blattes der Halsfascie. Der horizontal verlaufende Teil steht mit dem internen Blatt des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) in enger Beziehung. Er entspricht der anterioren und posterioren Anheftung des Muskels (siehe dort).

In Höhe der C VIII und IX werden beide Halsfascienblätter durch den *M. rhomboideus anterior et posterior* perforiert (Abb. 39).

6.3. Das Fettgewebe des Halses (Abb. 38, 39)

Neben kleineren Fettansammlungen im Bereich der Sagittallinie zwischen Haut und dorsaler Halsfascie - hier besonders unter den großen Nuchalia - befinden sich gewaltige Fettansammlungen an den Halsflanken. Sie füllen den Raum zwischen dem *M. dorsoscapularis*, der Halsfascie, dem *M. capiti-sternalis* und dem *M. colloscapularis* aus und werden nur vom *M. sphincter colli* überspannt. Der Fettkörper selbst enthält sehr viel lockeres Bindegewebe, in das bis bohnen große, unregelmäßig geformte Fettgewebsinseln gegeneinander verschieblich eingebettet sind. Ein Ausläufer dieses großen Fettkörpers trennt die Faserbündel des *M. collo-thoraci-suprascapularis profundus* vom *M. colloscapularis*.

6.4. Distale Kopfbewegungsmuskulatur

6.4.1. *Musculus colloscapularis superficialis* (Abb. 41, 43)

Synonyme: *Levator scapulae* (BUTTMANN 1826, RATHKE 1866); Heber des Schulterblattes (MECKEL 1828, PFEIFFER 1854, STANNIUS 1856); *Acromio-trachélien* (CUVIER 1835); *M. serratus magnus* (partim) (HAUGHTON 1866); *M. levator anguli scapulae* (RÜDINGER 1868); *M. collo-scapularis superficialis* (= *levator scapulae superficialis*) (FÜRBRINGER 1876, HOFFMANN 1890).

Ursprung: Margo anterior der Suprascapula und Scapula, Fascie des *M. coracobrachialis*, Cutis der Schulter, Fascie des *M. deltoideus scapularis inferior*.

Ansatz: Halsrippen I bis VI, Fascie des *M. longus colli*.

Da die Scapula als der relativ weniger bewegliche Skelett-Teil bezüglich der Halswirbelsäule angenommen wird, dient sie per definitionem dem *M. colloscapularis superficialis* als Ursprung. Der Muskel entspringt auf der Margo anterior der knorpeligen Suprascapula und der Scapula.

Die oberflächlichsten Fasern des *M. colloscapularis superficialis* entspringen großflächig und fleischig auf der Fascie des *M. deltoideus scapularis inferior* und überdecken ihn teilweise. Die am weitesten caudal gelegenen Faserzüge erreichen die Höhe des sternalen Segments der ersten Thoracalrippe. Der *M. colloscapularis superficialis* überlagert somit auch den lateralen Teil des *M. capiti-sternalis pars posterior*. Die superficiellen Fasern des

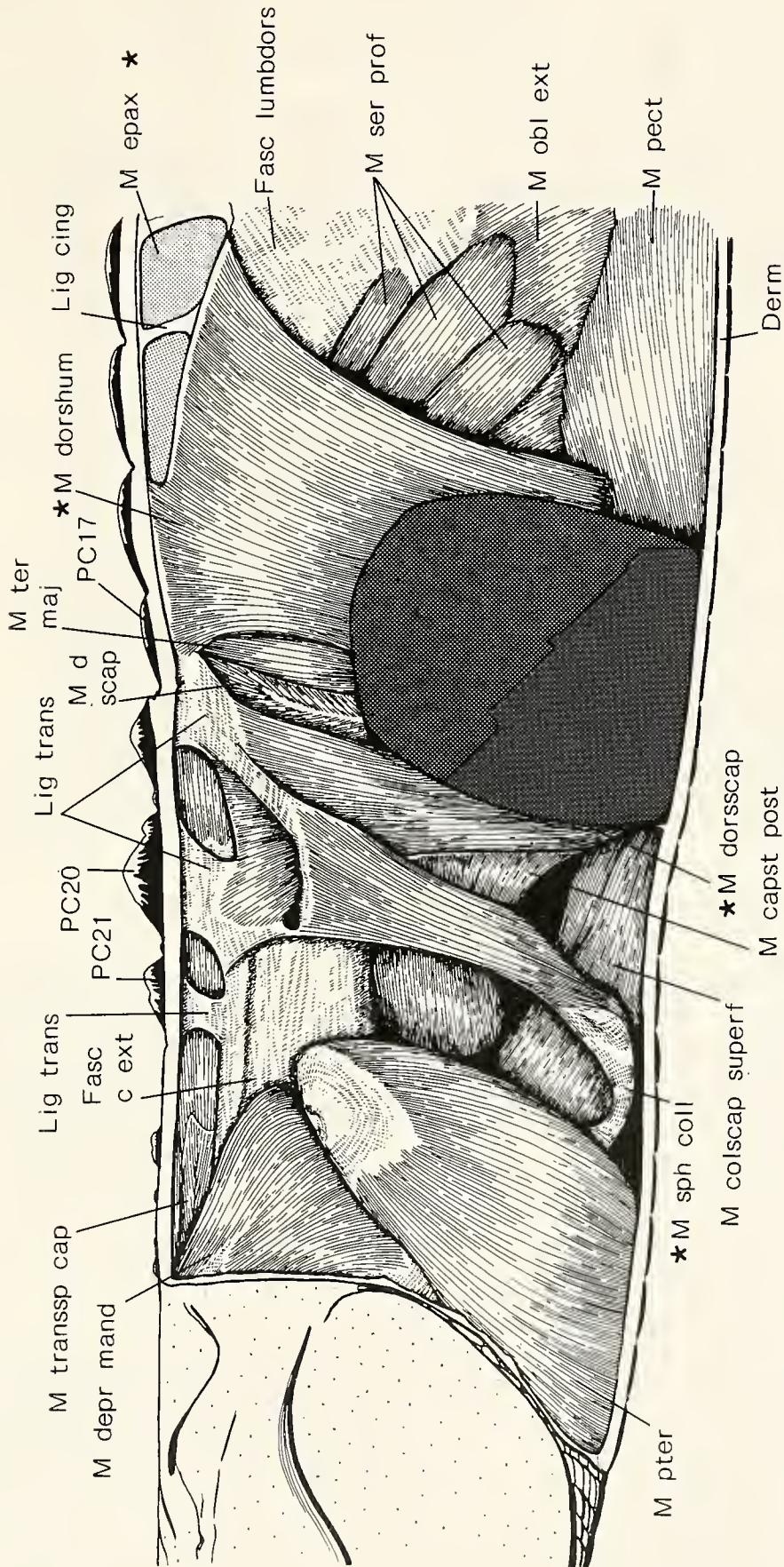


Abb. 40. *Alligator mississippiensis*; Situs der linken Hals- Schulter und anterioren Thoraxmuskulatur. Die Vorderextremität ist abgesetzt (dunkles Raster) und die epaxiale Muskulatur ist punktiert dargestellt. Man beachte die großen transversalen Cervicalligamente (Lig trans) und deren Beziehung zu den Nuchalosteodermen sowie den gefiederten M. serratus. Muskeln mit Hautkontakt sind mit * gekennzeichnet. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3.

M. colloscapularis superficialis ziehen von ihrem Ursprung nach anteromedial und vereinigen sich dabei mit den profunden. Die ventralen Faserbündel des *M. colloscapularis superficialis* inserieren fleischig auf der Fascie des *M. longus colli* und der Lateralfäche der zweiten und ersten Halsrippe. Die dorsalen Faserbündel entspringen zum Teil auf der Fascie des *M. deltoideus scapularis inferior*, hauptsächlich aber an der Cutis der Schulter (Abb. 40). Fast über die gesamte Höhe des Ursprunges stehen sie mit dem *M. rhomboideus* in engem Kontakt (siehe Kapitel 6.6.1.).

Der am Ursprung lateral zusammengedrückte *M. colloscapularis superficialis* nimmt in seinem Verlauf nach cranial einen dreieckigen Querschnitt an. Der *M. colloscapularis superficialis* inseriert gemeinsam mit dem *M. iliocostalis cervicis* auf den Corpora der Halsrippen I bis VI. Im gesamten cervicalen Insertionsbereich ist der Muskel mit einer derben Fascie an den *M. longus colli* gebunden. Die dorsalen Muskelfasern des *M. colloscapularis superficialis* münden in Höhe der Verbindung zwischen C III und IV in eine horizontal stehende Insertionssehne.

6.4.2. Musculus capiti-sternalis

Synonym: *M. capiti-sternalis* (= *M. sterno-mastoideus*) + *M. sterno-atlanticus* (FÜRBRINGER 1876, HOFFMANN 1890).

Gliederung: Pars anterior, Pars posterior.

M. capiti-sternalis pars anterior:

Synonyme: Oberes Ende des Kopfnickers (MECKEL 1928); Vordere Fortsetzung des Sterno-mastoideus (RÜDINGER 1868); *M. capiti-sternalis pars anterior* (= *M. sterno-mastoideus*) (FÜRBRINGER 1876, HOFFMANN 1890).

Ursprung: Exoccipitale

Ansatz: Fascie des *M. longus colli*

M. capiti-sternalis pars posterior (Abb. 38, 40):

Synonyme: Sterno-mastoideus (BUTTMANN 1826, STANNIUS 1856, RÜDINGER 1868); Innerer Bauch des Kopfnickers (MECKEL 1828); *M. sterno-atlanticus* (HAUGHTON 1866); *M. capiti-sternalis pars posterior* (= *M. sterno-atlanticus*) (FÜRBRINGER 1876, HOFFMANN 1890).

Ursprung: Margo anterior der Scapula und erste Thoracalrippe.

Ansatz: Hinterhaupt (wurde nicht näher bestimmt).

Die medialen Collagenfaserbündel der Insertionssehne des *M. colloscapularis superficialis* überlagern die anterioren longitudinalen Muskelfasern des Muskels im Rechten Winkel von anterodorsal nach posteroventral und bilden die Insertionssehne des kleinen *M. capiti-sternalis pars anterior*. Dessen Muskelfaserbündel zeigen denselben Verlauf, wie die Collagenfasern der Insertionssehne. Der Ursprung des Muskels reicht von der dorsalen Suture des Exoccipitale bis zu seiner ventralen. Ein Keil, gebildet aus seinen medialen Muskelfasern, schiebt sich zwischen die Ursprünge der *M. longus capitis superficialis* und des *M. longus capitis profundus*. Die ventralen Faserbündel des *M. capiti-sternalis pars anterior* umfassen die Ursprungssehne des *M. iliocostalis cervicis*. Der anteriore Teil des *M. capiti-sternalis* ist über seinen gesamten Verlauf mit dem internen Blatt der Halsfascie fest verwachsen. Seine am weitesten anterior gelegenen Faserzüge inserieren auf der Fascie des *M. longus colli*.

Der *M. capiti-sternalis pars posterior* entspringt auf der Margo anterior der Scapula in Höhe der Fossa glenoidea. Seine Ursprungsfläche schließt also unmittelbar ventral an die des *M. colloscapularis superficialis* an. Nach ventral setzt sich die Ursprungsfläche des *M. capiti-sternalis pars posterior* auf das sternale Segment der ersten Thoracalrippe und auf die laterale Kante der Interclavicula fort. Diejenigen Fasern, die auf der ersten Thoracalrippe entspringen, sind mit den benachbarten Muskelfasern des *M. colloscapularis superficialis* eng verflochten.

Zwei Gruppen von Muskelfaserbündeln lassen sich am posterioren Teil des *M. capiti-sternalis* deutlich unterscheiden: eine laterodorsale und eine ventrale. Während die Muskelfasern der ventralen Gruppe in longitudinaler Richtung nach cranial ziehen, fallen die Fasern der laterodorsalen Gruppe schräg von posterodorsal nach anteroventral auf die lateralen Faserzüge der ventralen ein, an denen sie mit einer starken Flächensehne inserieren. Die laterodorsale Gruppe nimmt den scapulären Teil der Ursprungsfläche des

M. capiti-sternalis pars posterior ein und endet in Höhe des dritten Halswirbels. Die Fasern der ventralen Gruppe des M. capiti-sternalis pars posterior inserieren am Hinterhaupt.

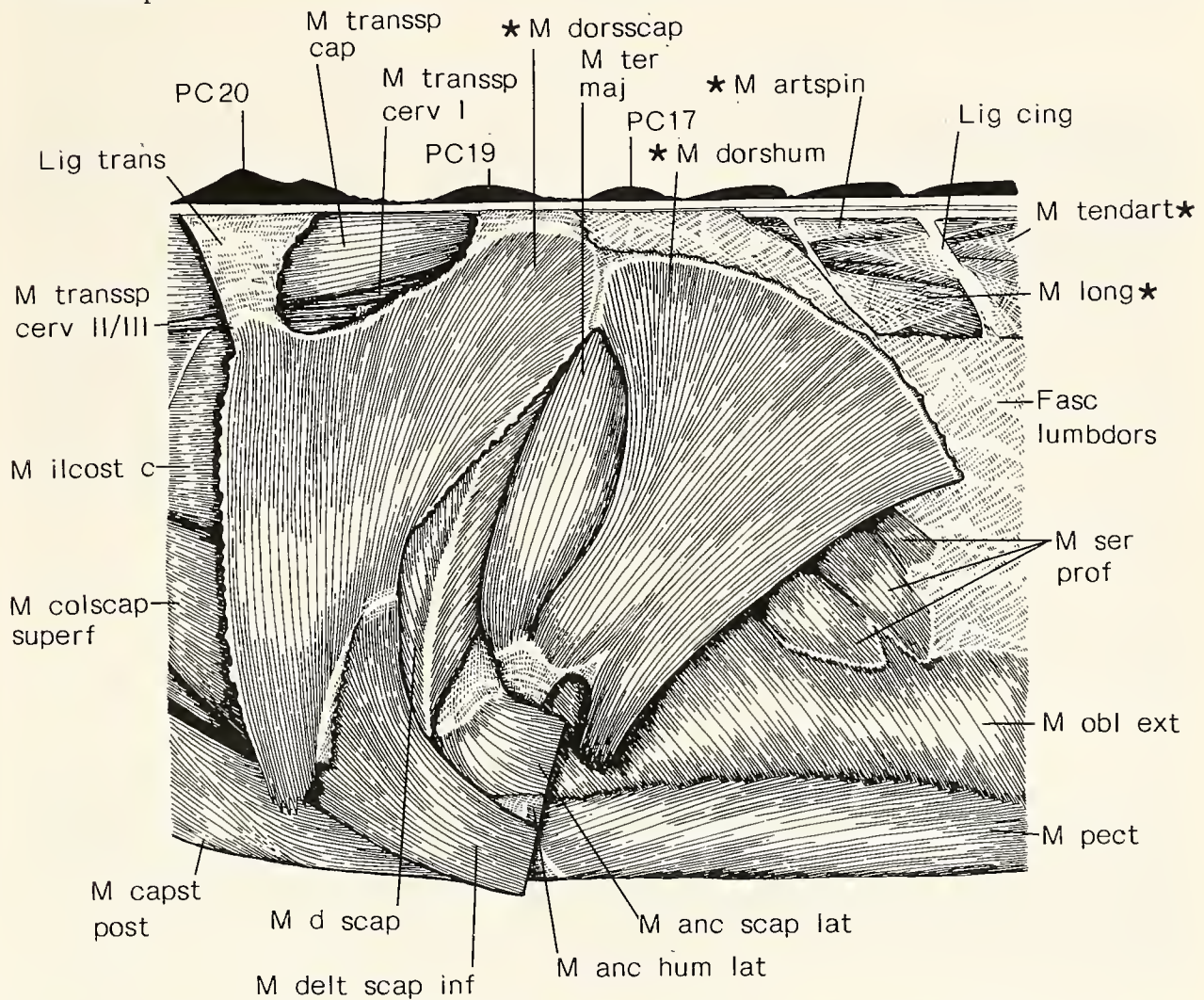


Abb. 41. *Alligator mississippiensis*; Situs der superficiellen Schultermuskulatur der linken Körperseite von lateral gesehen. Die mit * bezeichneten Muskeln inserieren an der Haut. Der anteromediale Rand des M. dorsohumeralis ist mit der lateralen Kante des Rückenpanzers verwachsen. Der M. dorsoscapularis steht über ein breites Ligament (Lig trans) mit dem der contralateralen Körperseite in Verbindung. Man beachte die unter dem M. dorsohumeralis hervortretenden Zacken des gefiederten M. serratus profundus, die auf der Fascia lumbodorsalis inserieren. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

6.5. Schultermuskeln mit Insertionen an der Haut

6.5.1. Musculus sphincter colli (Abb. 38, 40-41, 54)

Synonyme: Platysma myoides (BUTTMANN 1826); M. cervicalis ascendens (?) (RATHKE 1866); M. sphincter colli (FÜRBRINGER 1876); M. constrictor colli (EDGEWORTH 1935).

Ursprung: Insertion des M. capiti-sternalis (pars posterior).

Ansatz: Halshaut, Fascie des M. dorsoscapularis.

Der M. sphincter colli ist ein dünner Hautmuskel, dessen superficielle Faserbündel eng mit dem Unterhautbindegewebe der Halsflanken verbunden sind, während die tiefen Fasern dem cervicalen Fettdepot unmittelbar aufliegen (Abb. 38). Der M. sphincter colli entspringt mit einem breiten, tordierten Ligament auf der ventrolateralen Kante der M. capiti-sternalis pars posterior-Insertion. Von diesem Ligament aus divergieren die

Muskelfasern nach dorsal, wo sie überwiegend an der Halshaut inserieren. Nur die am weitesten anterior bzw. posterior gelegenen Faserbündel laufen je in kleine Aponeurosen aus, die beide an die Fascie des M. dorsoscapularis ziehen.

6.5.2. Musculus dorsoscapularis (Abb. 38-41, 54)

Synonyme: Cucullaris (BUTTMANN 1826, PFEIFFER 1854, STANNIUS 1856, RATHKE 1866, RÜDINGER 1868); Dreieckiger oder ungleich viereckiger Muskel (Trapezius) (MECKEL 1828); Trapèze, Trapézius (CUVIER 1835); Trapezius (HAUGHTON 1866); M. dorso-scapularis (= M. cucullaris) (FÜRBRINGER 1876).

Ursprung: Scapula (Margo anterior), M. colloscapularis superficialis.

Ansatz: Haut der Halsflanken und des anterioren Schulterbereiches.

Der M. dorsoscapularis entspringt mit einer kleinen Flächensehne auf dem anterioren Rand der Scapula lateral der Fasern des M. colloscapularis superficialis in der Bucht zwischen Scapulablatt und ventraler Gelenkverdickung. Seine medialen Faserbündel strahlen in die lateralen des M. colloscapularis superficialis ein und sind fest mit diesen verflochten. Der Muskel ist in eine dichte Schicht lockeren Unterhautbindegewebes eingebettet (Abb. 38). Er inseriert an der Haut der Halsflanken und gemeinsam mit den ventralen Fasern des M. colloscapularis superficialis an der Haut des anterioren Schulterbereichs unmittelbar cranial des ventralen Endes der Scapula.

Mit ihrem dorsalen Ende setzen die Faserbündel des M. dorsoscapularis an einer dorsalen, subcutanen Halsfascie an, die ihrerseits an den lateralen Rändern der drei Nuchalia-Querreiben festgewachsen ist.

6.5.3. Musculus dorsohumeralis (Abb. 38-41, 54)

Synonyme: Latissimus dorsi, Breiter Rückenmuskel (BUTTMANN 1826, PFEIFFER 1854, STANNIUS 1856, RÜDINGER 1868); M. latissimus dorsi (= M. humero-dorsalis) (HAUGHTON 1866); M. dorso-humeralis (= M. latissimus dorsi) (FÜRBRINGER 1876).

Ursprung: Insertionssehne des M. teres major, Falten der Achselhöhlenhaut.

Ansatz: Ligamentum interspinale des C IX und des Th I, lateraler Rand der PC 16 und 17 des Paravertebralschildes und Fascia lumbodorsalis et cervicis.

Gliederung: Pars anterior, Pars posterior.

Der Ursprung des M. dorsohumeralis ist zweigeteilt. Der anteriore Teil entspringt auf der Insertionssehne des M. teres major, der posteriore, fleischige, in den Falten der Achselhöhlenhaut. Während die am weitesten anterior gelegenen Muskelfaserbündel über eine kräftige Insertionsfascie am Ligamentum interspinale des C IX und des Th I angeheftet sind, ziehen die weiter posterior gelegenen an den lateralen Rand der jeweils zweiten Schuppe der PC 16 und 17. Die profunden Fasern des Muskels inserieren auf der Fascia lumbodorsalis et cervicis.

6.6. Muskuläre Scapula-Aufhängung

6.6.1. Musculus rhomboideus (Abb. 25A, 29B, 30A, B 36A, 39, 42, 47)

Synonyme: Rhomboidei (BUTTMANN 1826, PFEIFFER 1854, RÜDINGER 1868); Rautenmuskel (MECKEL 1828); Rhomboideus (STANNIUS 1856, HAUGHTON 1866); Angulaire de l'omoplate (CUVIER 1835); M. rhomboideus (FÜRBRINGER 1876, HOFFMANN 1890).

Ursprung: Facies medialis der Suprascapula.

Ansatz: laterale Fasern des M. transversospinalis cervicis (Partes II und III), zweites Myoseptum des M. longissimus dorsi, M. iliocostalis cervicis et dorsi.

Gliederung: Caput anterior, Caput posterior.

Der M. rhomboideus anterior et posterior entspringt auf der Facies medialis der Suprascapula. Die Ursprungsfläche des Muskels nimmt die gesamte Höhe des Knorpelareals ein und erstreckt sich über drei Viertel seiner Länge nach caudal. Kurz nach

dem Ursprung teilt sich der Muskel in zwei Köpfe, von denen der posteriore etwas weiter nach dorsal zieht als der anteriore. Die Fasern verlaufen von posterodorsal nach anteroventral.

Der anteriore Kopf inseriert an einer schmalen, transversal verlaufenden Sehne, auf der auch die lateralen Faserbündel des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) inserieren. Über diese Sehne besteht auch ein Kontakt zum *M. iliocostalis*.

Die Insertion des posterioren Kopfes befindet sich medial derjenigen des anterioren. Die Faserbündel des posterioren Kopfes inserieren auf der ventrolateralen Kante des medialen Schenkels des zweiten Myoseptum des *M. longissimus*. Die anterioren Fasern sind über eine derbe Fascie mit den lateralen des *M. transversospinalis capitis* und *M. transversospinalis cervicis* (Pars II) sowie den medialen des *M. transversospinalis cervicis* (Pars III) verknüpft. Anteroventrale Faserzüge des Muskelkopfes stehen über eine transversale Sehne mit den dorsalen Fasern des *M. iliocostalis* in Verbindung, und schließlich inserieren posteroventrale Muskelfasern an der anterioren Fascia lumbodorsalis etwa im Übergangsbereich zur Halsfascie. Die Fascie wird von den restlichen Fasern des Muskels perforiert.

Die Insertionsstellen des *M. rhomboideus anterior* erreichen die Höhe des C VIII, die des posterioren die Höhe des C IX.

6.6.2. Musculus serratus-Komplex (Abb. 40-42)

Synonyme:

Pars profunda (= *M. collo-thoraci-suprascapularis profundus*):

Serratus anticus major (BUTTMANN 1826, PFEIFFER 1854); vorderer Teil (Muskel) des inneren größeren Rückwärtsziehers oder vorderen großen gezahnten Muskels (MECKEL 1828); *Grand dentèle (partim)* (CUVIER 1835); *Serrati anteriores* (STANNIUS 1856); *Serratus magnus (partim)* (HAUGHTON 1866); *Pars anterior m. serrati antici* (RÜDINGER 1868); *M. collo-thoraci-suprascapularis profundus* (= *M. levator scapulae et serratus profundus*) (FÜRBRINGER 1876, HOFFMANN 1890).

Pars superficialis (= *M. thoraci-scapularis superficialis*):

Pectoralis minor (BUTTMANN 1826, PFEIFFER 1854); hinterer Teil (Muskel) des inneren größeren Rückwärtsziehers oder vorderen großen gezahnten Muskels (MECKEL 1828); *Grand dentèle (partim)* (CUVIER 1835); *Serrati posteriores* (STANNIUS 1856); *M. latissimus dorsi scapulo-costalis* (HAUGHTON 1866); *Pars posterior m. serrati antici majores* (RÜDINGER 1868); *M. thoraci-scapularis superficialis* (= *M. serratus superficialis*) (FÜRBRINGER 1876, HOFFMANN 1890).

Ursprung: beide Teile auf der Facies medialis der Scapula, Margo caudalis von Suprascapula und Scapula.

Ansatz: Fascia cervicis externa, Corpora und Processus craniales der Halsrippen VI-IX und der Prothoracalrippen und Fascia lumbodorsalis.

Gliederung: Pars profunda, Pars superficialis; beide in je fünf Zacken geteilt.

Der Schultergürtel ist über den *M. serratus*-Komplex mit dem Körperstamm breitflächig verbunden (Abb. 42). Der Muskelkomplex besteht aus zwei Teilmuskeln: dem *M. collo-thoraci-suprascapularis profundus* und dem *M. thoraci-scapularis superficialis*. Die beiden Muskelteile, die ich im folgenden der Einfachheit halber als Pars profunda, bzw. Pars superficialis des Serratus-Komplexes bezeichne, sind ungefähr gleich groß. Der fleischige Ursprung der Pars profunda beschränkt sich auf einen schmalen Streifen der Facies medialis der Scapula entlang ihrem dorsalen Rand. Die Pars superficialis dagegen entspringt auf der Margo caudalis von Suprascapula und Scapula sowie ventral der Pars profunda auf der Facies medialis der Scapula. Die anterioren Faserbündel der Pars superficialis nehmen ihren Ursprung auf der caudalen Kante der Pars profunda. Mit Ausnahme einer starken Ursprungs-Aponeurose im Dorsalbereich der Margo caudalis scapulae entspringt die Pars superficialis fleischig. Die Muskelfaserbündel beider Teilmuskeln des *M. serratus*-Komplexes divergieren von ihren Ursprüngen aus nach ventral und bilden so zwei ausgedehnte, hintereinanderliegende Muskelfächer, die sich kurz nach dem Ursprung in jeweils fünf Zacken pro Portion aufspalten, wobei diejenigen der Pars superficialis weniger distinkt sind.

Der craniale Zacken der Pars profunda ist sehr schmal, läuft nach anteroventral und inseriert mit einer kleinen, flachen Sehne auf der Fascie des *M. iliocostalis cervicis* (= Fascia cervicis externa). Die Sehne schiebt sich dabei zwischen den *M. longus colli* und den ventralen Rand des *M. iliocostalis cervicis*. Der craniale (erste) Zacken der Pars profunda

ist vom posterior folgenden (zweiten) Zacken durch ein Septum abgetrennt, das nahe der Vorderkante auf der Facies medialis der Suprascapula entspringt und den Ursprung des ersten Zackens umfaßt. Es bindet gleichzeitig den M. rhomboideus anterior an die dorsalen Muskelfasern des M. colloscapularis superficialis. Die posterior folgenden Zacken verlaufen immer steiler nach ventral. Die Zacken zwei und drei inserieren mit ihren breiten Sehnen auf der Dorsalkante der Corpora der Halsrippen VII und VIII. Sie durchstoßen dabei die Fascia cervicis, an der sie mit einigen Collagenfaserbündeln angeheftet sind, und dienen als Anheftungsstelle für einzelne tiefe Muskelfasern des M. iliocostalis cervicis. Beim vierten Zacken jedoch setzt der craniale Teil der Insertionssehne auf dem Processus cranialis der Halsrippe IX, ihr caudaler auf der Fascia lumbodorsalis an. Der am weitesten caudal gelegene (fünfte) Zacken der Pars profunda ist sehr schmal. Seine Muskelfasern verlaufen nach ventral und setzen über eine Sehne an dem Processus cranialis der ersten Thoracalrippe an.

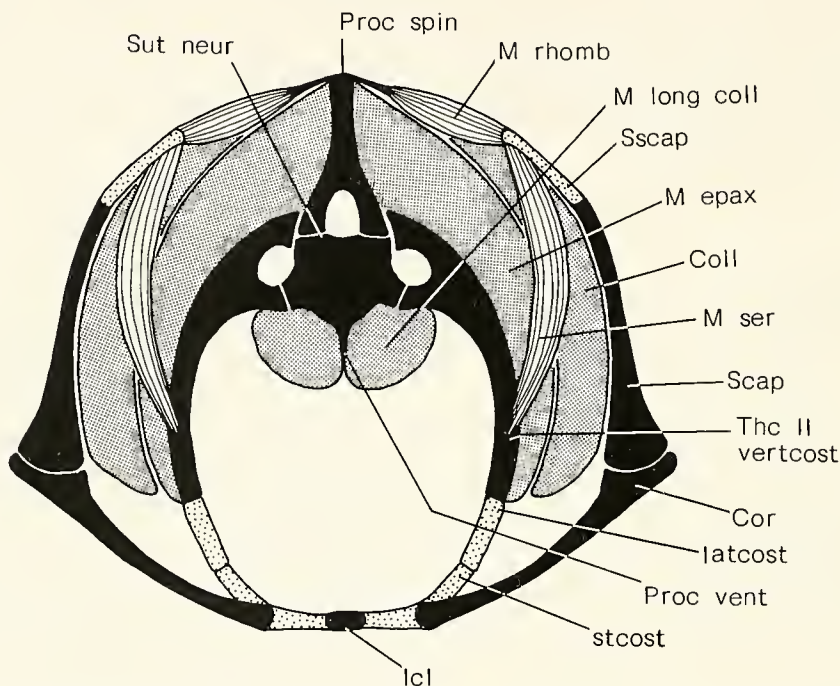


Abb. 42. *Alligator mississippiensis*; Schema der muskulären Schulteraufhängung im Querschnitt etwa in Höhe des zweiten Thoracalwirbels. Der M. iliocostalis und das unter der Scapula befindliche Bindegewebskissen sind fein punktiert, die knorpeligen Bestandteile des Skelettes sind grob punktiert. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die beiden cranial gelegenen Muskelzacken (eins und zwei) der Pars superficialis verlaufen distal der beiden caudal gelegenen Zacken der Pars profunda und inserieren fleischig auf den Processus craniales der Halsrippe IX und der Thoracalrippe I unmittelbar ventral der Insertionsareale der Pars profunda. Beträchtliche Anteile von Muskelfasern setzen jedoch auf der Fascia lumbodorsalis an. Die Ansätze der Zacken drei und vier verteilen sich auf die Processus craniales der Thoracalrippen II und III und die Fascia lumbodorsalis. Der in posteroventraler Richtung weisende fünfte Zacken der Pars superficialis inseriert ausschließlich auf der Fascia lumbodorsalis.

Durch die großflächigen Insertionen der Pars superficialis des M. serratus gewinnt der Muskel einen sehr festen Kontakt zum M. iliocostalis dorsi. Weiter dorsal ist jedoch besonders im Bereiche der Suprascapula ein dickes Bindegewebspolster zwischen dem M. serratus und dem M. iliocostalis zu finden (Abb. 42), das vom M. serratus durchsetzt wird. Weiter ventral befindet sich ein Bindegewebskissen zwischen der Scapula und den beiden Muskeln.

6.7. Epaxiale Muskulatur von Rumpf und Schwanz

Die Beschreibung der einzelnen Muskelsysteme erfolgt von medial nach lateral, um die Reihenfolge, wie sie bei der Cervicalmuskulatur begonnen wurde, beizubehalten. Im Prinzip werden die in der dorsoventralen Richtung gereihten epaxialen Halsmuskeln im Übergangsbereich zum Thorax nur um 90° gedreht und gelangen so in eine horizontale Ebene, wobei die am weitesten ventral gelegenen Halsmuskeln in Verbindung mit den am weitesten lateral gelegenen Rumpfmuskeln treten. Auf die Verknüpfung der Halsmuskeln mit den Systemen der epaxialen Rumpfmuskulatur wird in den folgenden Kapiteln besonders eingegangen, ebenso wie auf die Verbindung der epaxialen Rumpf- und Schwanzmuskeln untereinander.

6.7.1. Musculus transversospinalis-System

Nach GASC (1981) umfaßt das System des M. transversospinalis die drei medialen Sehnen-Muskelsysteme: den M. multifidus (Abb. 43A), den M. spinalis (Abb. 43B) und den M. semispinalis. Das System des M. semispinalis gliedert sich bei Krokodilen in zwei Teilsysteme, die als M. articulospinalis (Abb. 43C) und M. tendinoarticularis bezeichnet werden. Den drei am weitesten medial gelegenen Muskeln ist gemeinsam, daß sie aus roten Muskelfasern und recht einfach gebauten Sehnen bestehen. Da zwischen den drei Systemen keinerlei Grenzsepten vorhanden sind, lassen sie sich nur anhand der Sehnen-Verlaufsrichtung klassifizieren. Diese Klassifikation soll hier nur der besseren Übersicht wegen zur Beschreibung verwendet werden.

Das vierte und am weitesten lateral gelegene System der Transversospinalis-Gruppe, der M. tendinoarticularis, ist weniger sehnenreich und besteht aus weißen Muskelfasern. Zwischen ihm und den drei medialen Muskelsystemen liegt ein Grenzseptum, das jedoch die muskuläre Verflechtung der benachbarten Systeme zuläßt. Der von GASC (1981) vorgeschlagenen Gliederung des M. transversospinalis werde ich folgen.

6.7.1.1. Musculus multifidus-System (Abb. 43, 45-48, 50-52)

Synonyme: Spinalis dorsi (partim) (MECKEL 1828, CUVIER 1835; M. multifidus (HAIR 1868, GASC 1981); M. neuro-spinalis dorsi (VALLOIS 1922, FREY 1982).

Ursprung: Dornfortsatzspitze des Th I, ab Thoracalsegment II bis Caudalsegment XII: Dornfortsatzspitzen und mediale Osteodermen-Reihe längs der Sagittalnaht.

Ansatz: Lateralflächen der Processus spinosi, Dorsalflächen der Zygapophysen-Gelenkkapseln, Dorsalflächen der Arcus neurales von Th IV bis Ca XIII.

Gliederung: segmentale, muskelfaserumhüllte Sehnen in caudaler Richtung.

Von allen epaxialen Muskel-Sehnen-Systemen besitzt der M. multifidus den geringsten Anteil an Muskelfasern. Dies liegt zum einen an der Enge seiner Loge, die medial durch die Lateralflächen der Processus spinosi und das vertikale Septum sowie lateral durch die Sehnen des M. spinalis begrenzt ist. Zum anderen sind die starken Sehnen mit ihren im Rumpfbereich schwertförmig verbreiterten, nach posteroventral ziehenden und vertikal gestellten Blättern (Abb. 45, 46, 48, 50, 51) sehr dicht gepackt. Eine Trennung des M. multifidus vom M. spinalis durch ein Septum ist beim untersuchten Tier nicht gegeben; die ventralen Faserbündel der beiden Systeme kommunizieren. Diejenigen Muskelfasern, die die Sehnen der beiden Muskelsysteme miteinander verbinden, lassen sich topographisch weder dem einen noch dem anderen System zuordnen.

Die erste Sehne des M. multifidus-Systems entspringt nahe der Dornfortsatzspitze des ersten Thoracalwirbels ventral des medialen Ursprungsastes der M. articulospinalis-Sehne. Sie besitzt einen enormen Durchmesser (den vierfachen der M. spinalis-Sehne an gleicher Stelle), erstreckt sich über vier Thoracalsegmente und endet über der Zygapophysen-Gelenkkapsel zwischen dem vierten und fünften Thoracalwirbel. Die folgenden Sehnen des M. multifidus verlaufen jeweils dorsal der nächst anterior entspringenden (Abb. 43A).

Über Dorsum und Sacrum hinweg bleibt die Länge der M. multifidus-Sehnen konstant und nimmt bei den ersten beiden Schwanzwirbeln auf 3 1/2 Segmentlängen ab. Von Ca III bis VII beträgt die Sehnenlänge je drei Segmente (Abb. 43A, 51) und nimmt dann posterior kontinuierlich weiter ab. Die letzte M. multifidus-Sehne entspringt vom Dornfortsatz des zwölften Schwanzwirbels. Das M. multifidus-System endet zusammen mit dem M. spinalis

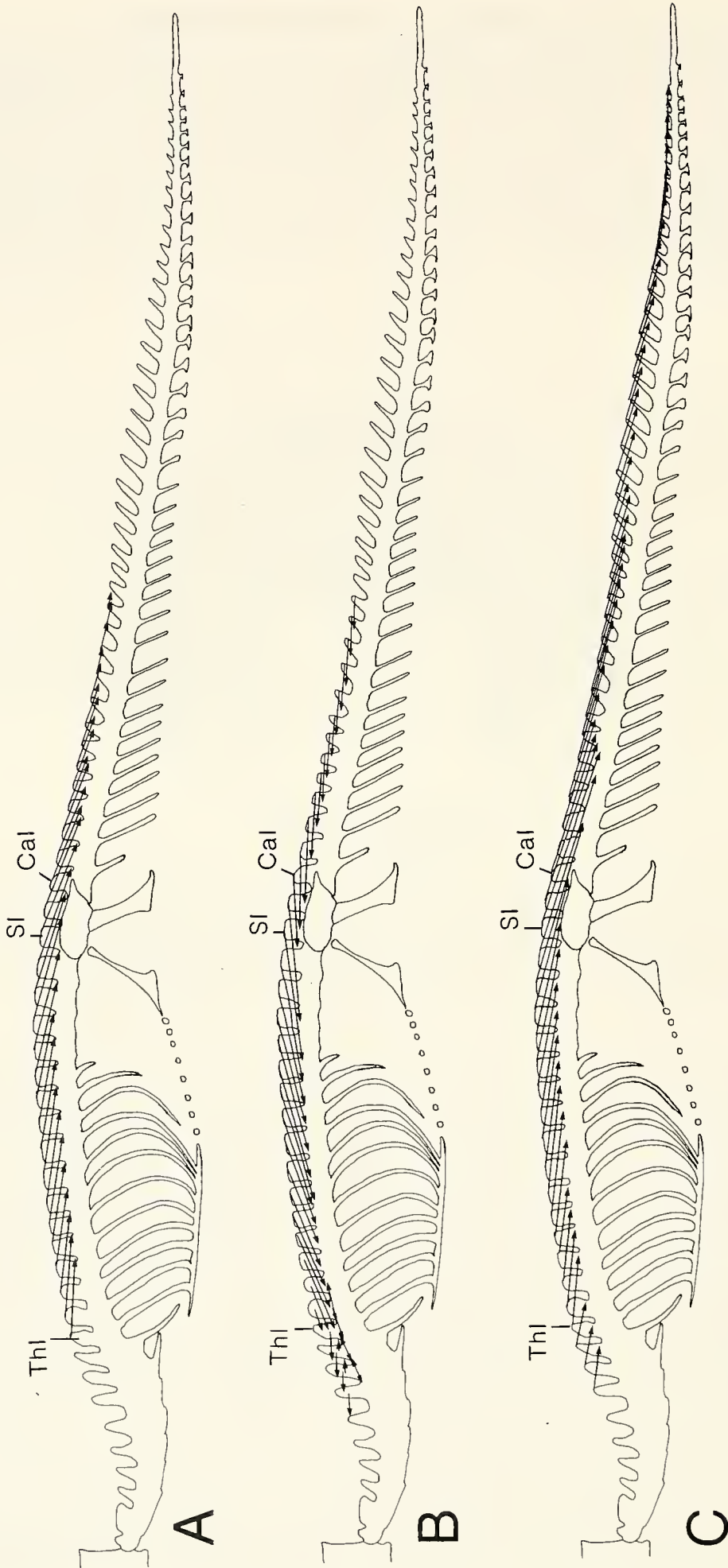


Abb. 43. *Alligator mississippiensis*; die Sehnen der drei medianen Muskelsysteme des *M. transversospinalis* von links gesehen (schematisch): A) der *M. multifidus*, B) der *M. spinalis*, C) der *M. articulospinalis*. Die Pfeile geben die Länge der Sehnen (in Segmenten) und die Richtung der Sehnen an. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

im Bereich des dreizehnten Schwanzwirbels zwischen Fettpolstern (siehe auch Kapitel 6.7.1.2.).

Im Verlauf des Schwanzes nach posterior ändert der *M. multifidus* seinen topographischen Bezug zum *M. spinalis*: Verlaufen die *M. multifidus*-Sehnen im Bereich der Schwanzbasis medial der *M. spinalis*-Sehnen, so gelangen sie posterior zunehmend in eine ventrale Position gegenüber dem *M. spinalis* (Abb. 46A, B).

Die Insertionsfläche der anteroventral verlaufenden, zum Teil sehr langen Muskelfaserbündel befindet sich unmittelbar medial der benachbarten *M. spinalis*-Faserzüge. Eine anatomische Trennung der Insertionsareale der beiden Muskeln ist nicht möglich (Abb. 45, 46). Die ventromedialen und medialen Faserbündel des *M. multifidus* in Rumpf, Becken und Schwanzbasis inserieren auf der Dorsalfläche der Neuralbögen und der Lateralfläche der Dornfortsätze (Abb. 48, 50), wobei einige profunde Fasern direkt von einem Dornfortsatz - bzw. einem Neuralbogen - zum anderen ziehen. Diese interspinalen Fasern (*Mm. interneurales*: VALLOIS 1922, GASC 1981, FREY 1982) sind integraler Bestandteil des *M. multifidus*.

6.7.1.2. Musculus spinalis-System (Abb. 43-48, 50-51)

Synonyme: *Spinalis dorsi* (MECKEL 1828, CUVIER 1935); *M. semi-spinalis* (HAIR 1868); *M. spino-articularis* (VALLOIS 1922, FREY 1982); *M. spinalis* (GASC 1981).

Ursprung: topographisch gesehen caudale Fortsetzung des *M. transversospinalis cervicis* (Partes II und III): Dornfortsätze der C VII bis IX, Th I; ab Th I bis Ca XII zusätzlich auf der medialen Osteodermerreihe längs der Sagittalnaht (siehe *M. multifidus*).

Ansatz: ab C IX Lateralflächen der *M. multifidus*-Sehnen, Dorsalflächen der Zygopophysen-Gelenkkapseln und der Arcus neurales, ab Ca IV Basen der Dornfortsätze und Dächer der Arcus neurales, ab Ca VII zunehmend auf laterospinalem und intramuskulärem Fettpolster.

Gliederung: segmentale Sehnen-Muskel-Komplexe in cranialer Richtung.

Wie bereits im Kapitel 6.1.3. angedeutet, geht das *M. spinalis*-System aus Teilen des *M. transversospinalis cervicis* (Pars II/III)-Komplexes hervor. Deshalb ist es notwendig, den Übergangsbereich zwischen Hals- und Rückenmuskulatur an dieser Stelle zu beschreiben.

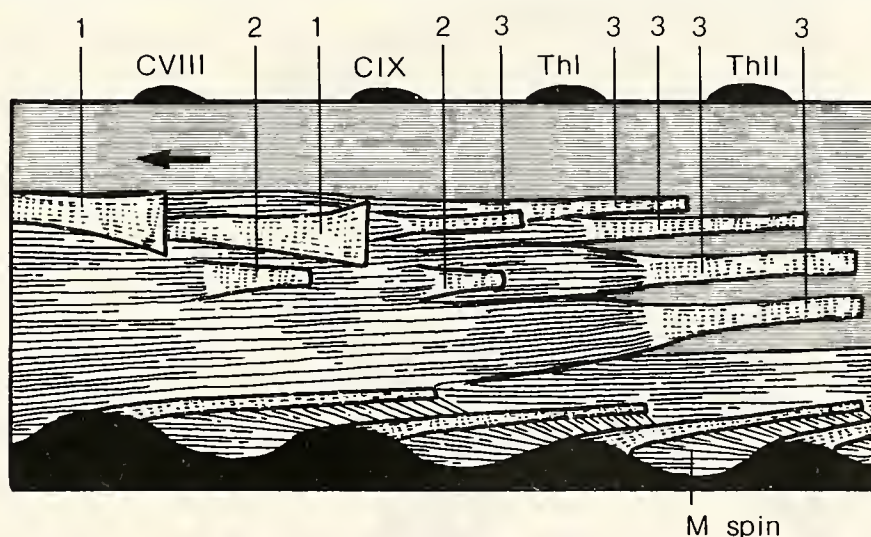


Abb. 44. *Alligator mississippiensis*; das caudale Ende des *M. transversospinalis cervicis* (Partes II/III)-Komplexes von medial gesehen. (Sehnenkategorien 1, 2, 3). Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Medialfläche des *M. transversospinalis cervicis* (Partes II/III)/*M. spinalis*-Übergangsbereiches zwischen C IX und Th I zeigt eine Fülle von Sehnen und Aponeurosen, die zwischen den meist longitudinal verlaufenden Muskelfasern der Pars lateralis der *Mm. transversospinalis cervicis* (Partes II/III) zum Vorschein kommen (Abb. 44). Am dorsalen Rand des Muskelkomplexes sind zwei breite, hintereinanderliegende Aponeurosen von Segmentlänge zu erkennen, die nach caudal ziehen. Sie setzen etwa auf halber Höhe an den Flanken der Processus spinosi der C VII und VIII an. Die Aponeurosen-Reihe wird fortgesetzt durch zwei Rundsehnen, die auf den Flanken der

Processus spinosi des C IX und des Th I in Höhe der beiden Aponeurosen inserieren. An den cranialen Rändern der Processus spinosi vom C VIII und IX inseriert ventral der genannten Ansatzstellen je eine kleine Aponeurose, die über ein halbes Segment nach caudal läuft.

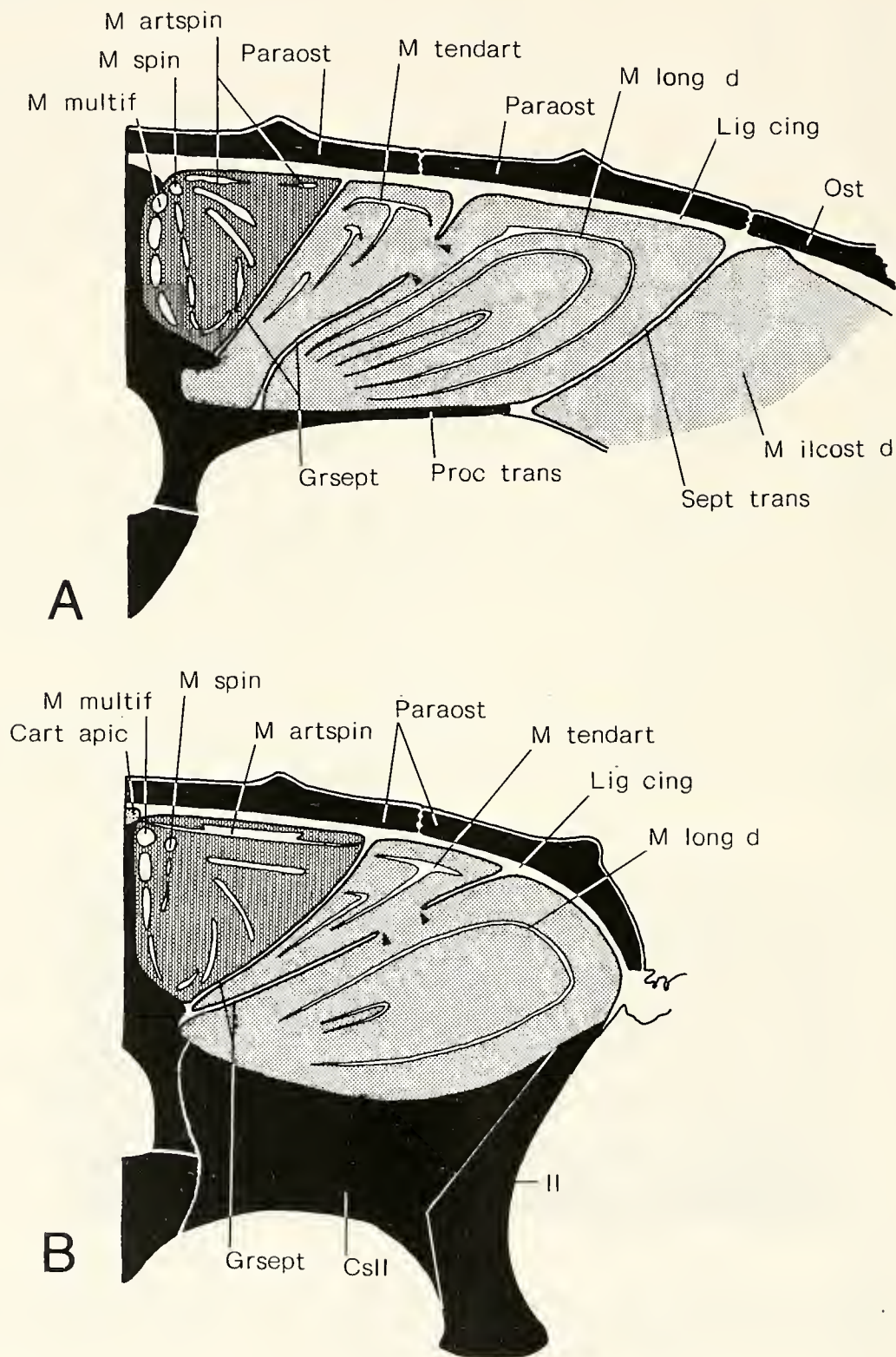


Abb. 45. *Alligator mississippiensis*; schematischer Querschnitt durch die epaxiale Muskulatur in Höhe des Thoracalwirbels VII (A) und des Sacralwirbels II (B). Der Anschnitt der Muskelmasse ist punktiert, rote Muskelfasern sind zusätzlich durch ein dunkleres Raster gekennzeichnet. Man beachte die Torsion der Sehnen des M. spinialis und des M. articulospinalis und die nach medial offenen Myosepten des M. longissimus. Die kleinen Pfeile zeigen auf eine angeschnittene Öffnung im Grenzseptum zwischen dem M. tendinoarticularis und dem M. longissimus. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Ab C VIII lagern sich die dorsomedialen Faserbündel des Muskelkomplexes zu drei fingerförmigen, übereinanderliegenden Muskelzapfen zusammen, die zwischen C IX und Th I in je eine starke Sehne mit hochovalen Querschnitt auslaufen (Abb. 39). Die am weitesten dorsal gelegene dieser drei Sehnen zieht an den Dornfortsatz des Th I, die ventral benachbarte an den Dornfortsatz des Th II und die am weitesten ventral gelegene an den des Th III. Diese drei Sehnen inserieren aber nicht auf den Flanken ihrer nach caudal geneigten Processus spinosi, sondern auf den anterodorsalen Ecken. Die Sehnenlänge steigt also dementsprechend von 1 1/2 Segmentlängen über zwei auf drei Segmentlängen an (Abb. 43B).

Eine weitere Gruppe von Sehnen tritt zwischen den ventromedialen Fasern des Muskelkomplexes zutage. Sie entspringen auf den Dorsalflächen der Processus articulares caudales der C VII bis Th II. Die Sehnen ziehen nach posterodorsal und enden jeweils am anterioren Rand des Processus spinosus zwei Segmente weiter caudal. Diejenigen Muskelfasern, die auf der Ventralfläche dieser Rundsehnen entspringen, verlaufen schräg in posteroventraler Richtung. Sie inserieren auf der Dorsalfläche der posterior folgenden Sehne sowie der dieser Sehne zugeordneten Zygapophysen-Gelenke und des Arcus neuralis. Je näher die Muskelfaserbündel an den Ursprung der Sehnen heranreichen, desto flacher wird ihr Verlauf. Die tiefsten ziehen schließlich von einem Zygapophysen-Gelenk zum nächsten (Mm. interarticulares superiores, GASC 1981).

Ab Th III existieren nur noch die großen, nach cranial gerichteten Sehnen, die auf den anterodorsalen Ecken der Processus spinosi entspringen (Abb. 43B). Schon ab Th I besteht zwischen den Ursprüngen dieser Sehnengruppe und den Sehnen des lateral benachbarten M. articulospinalis-Systems eine feste Verbindung. An Th III weisen die miteinander verschmolzenen Ursprünge der M. spinalis- und M. articulospinalis-Sehnen engen Kontakt zu den parasagittalen Osteodermenreihen auf: Die Sehnenursprünge weiten sich auf die Medialfläche der Osteoderme links und rechts der Sagittalnaht aus.

Ab Th IV haben die Sehnen des M. spinalis-Systems die für den übrigen Rumpf- und Sacralbereich typische Gestalt (Abb. 48, 50): Ihre leicht dorsoventral abgeplatteten Ursprünge gehen schnell in einen querovalen, dann in einen hochovalen Querschnitt über. Cranial laufen die Sehnen in lateral zusammengedrückte Blätter aus, die schließlich nach anterolateral tordieren.

Von Th I aus steigt die Sehnenlänge in Richtung Sacrum an, bis sie ein Maximum von fünf Segmentlängen im Lumbalbereich erreicht. Im Sacralbereich erreichen die Sehnen nur noch eine Länge von gut vier Segmenten (Abb. 43B). In der Schwanzwurzel verringern sich Stärke und Ausdehnung der M. spinalis-Sehnen rasch (Abb. 51). Schon die dem ersten Schwanzwirbel zugeordnete Sehne erstreckt sich nur noch über drei Segmente nach anterior. Ihr vertikales Blatt ist höchst filigran gebaut und mit Muskelfasern verstärkt, die parallel zu den Collagenfasern verlaufen.

Weiter posterior werden die M. spinalis-Sehnen immer flächiger, und ihr cranialer Teil tordiert mehr und mehr in die Horizontale, während ihr Ursprung als vertikal stehende Aponeurose ausgebildet ist. Die Sehnenlänge bei Ca II bis XI beträgt 2 1/4 bis 2 1/2 Segmente (Abb. 43B). Die Sehnenränder erscheinen stark zerschlissen, und von der Sehnenoberfläche strahlen unregelmäßig quastenartig verzweigte Collagenfaserbündel zwischen die Muskelfasern ein.

Ab Ca II treten dünnhäutige Anhänge auf, die den dorsalen Rand der Ursprungs-Aponeurose verbreitern. Die Verbreiterung erstreckt sich über 1/4 bis 1/2 Segment. Jeder dieser Aponeurosen-Anhänge ist die Ursprungsfläche von Muskelfasern, die nach anterodorsal ziehen und am interspinalen Ligament inserieren.

Ab Ca VII liegen die horizontalen Bereiche der M. spinalis-Sehnen so dicht nebeneinander, daß eine septumähnliche Struktur entsteht, die nur noch dorsal und ventral mit nach cranial ziehenden Muskelfasern besetzt ist.

Ab Ca IV wird die Loge des M. spinalis-Systems durch die lateral von ihm laufenden Muskelsysteme immer stärker eingeengt. Von medial wird das System durch Fettdepots abgedrängt, die sich ab Ca IX zwischen den M. spinalis und die Dornfortsätze schieben. In Höhe des elften Schwanzwirbels vereinigt sich das mediale Fettdepot mit dem lateralen (siehe Kapitel 6.11.; Abb. 51). Damit deutet sich das Ende des M. spinalis-Systems an, das außerdem korreliert ist mit einer enormen Flächenzunahme der M. articulospinalis-Sehnen (vgl. Kapitel 6.7.1.3.). Die letzten Muskelfaserbündel, die noch winzige Collagenfaserzüge als Sehnenrudimente enthalten, verschwinden im Bereich des dreizehnten Schwanzwirbels zwischen den Fettwülsten (Abb. 43B).

Im Rumpf-, Becken- und Schwanzwurzelbereich besteht eine enge muskuläre Bindung der M. spinalis-Sehnen an die des M. articulospinalis (siehe Kapitel 6.7.1.3.; Abb. 45). Auch die ventralen Faserbündel der beiden Systeme sind wegen vielfältiger Verflechtungen und

Überkreuzungen nicht voneinander zu trennen, so daß die Insertionsstelle der beiden Muskeln über die Dorsalflächen der Zygapophysen-Gelenkkapseln (Mm. interarticulares superiores, GASC 1981) und die dazwischen liegenden Querfortsatzareale als identisch zu betrachten sind. Die medialen, sehr kurzen Muskelfasern der M. spinalis-Sehnen inserieren auf den gewaltigen Flächensehnen des medial verlaufenden M. multifidus-Systems.

Ab Ca IV geht zunächst die Verflechtung der ventralen Muskelfasern des M. spinalis und des M. articulospinalis durch das dort beginnende Fettlager verloren, was eine Trennung der Insertionsflächen der beiden Muskelsysteme auf der Wirbelsäule bewirkt. Die Muskelfasern des M. spinalis inserieren ab hier auf den Neuralbögen und den Dornfortsatzbasen und sind von den tiefen Faserbündeln der benachbarten lateralen Systeme durch das fascienumhüllte Fettlager getrennt. Die lateralen Muskelfasern der M. spinalis-Sehnen inserieren mit dem Größerwerden des Fettlagers auf dessen medialer Fläche. Schließlich besteht nur noch über superficielle Faserbündel ein Kontakt zum M. articulospinalis.

Mit der Verbreiterung des ventral vom M. spinalis verlaufenden Fettdepots wandert das Insertionsareal nach dorsal auf die Seitenfläche der Dornfortsätze (vgl. Abb. 43B). Ab Ca IX schließlich verlieren die Muskelfasern mit dem Einschalten des medialen Fettlagers jeden Kontakt zur Achse.

6.7.1.3. Musculus articulospinalis-System (Abb. 43C, 45-52):

Synonyme: Spinalis dorsi (partim) (MECKEL 1828, CUVIER 1835); M. semi-spinalis (HAIR 1868); M. articulo-spinalis (VALLOIS 1922, FREY 1982); M. articulospinalis (GASC 1981).

Ursprung: Spitzen der Processus spinosi von C VII bis Th I, ab Th II: Facies interna der parasagittalen Osteoderm-Längsreihen, Gürtelligamente anterior der Fascia lumbodorsalis, posteriore Lateralfäche der Processus spinosi, ab Th VI zusätzlich Grenzseptum zum M. tendinoarticularis.

Ansatz: laterale Flächen der M. spinalis-Sehnen, dorsale Flächen der Zygapophysen-Gelenkkapseln und der Arcus neurales von Th I bis zum Beginn des Unpaarkammes im Schwanz, ab dort bis zur Schwanzspitze dorsales Drittel der Dornfortsatz-Seitenflächen.

Gliederung: segmentale Sehnen-Muskelkomplexe, nach caudal orientiert.

Die Muskel-Sehnen-Säule des M. articulospinalis-Systems beginnt mit einer im Querschnitt kreisrunden Sehne, die auf der Spitze des Processus spinosus von C VII entspringt und über zwei vertebrale Segmente nach caudal reicht (Abb. 43C). Die Ursprünge der caudal folgenden Sehnen, die auf den Processus spinosi der C VIII und IX, sowie des Th I liegen, dehnen sich zunehmend nach lateral aus. Es entsteht eine dorsoventral abgeplattete Ursprungs-Aponeurose, deren laterale Anteile auf der Fascia cervicis bzw. der Fascia lumbodorsalis angeheftet sind. Auch die auf dem zweiten Thoracalwirbel entspringende Sehne verwächst mit ihren dorsolateralen Collagenfaserbündeln mit der Fascia lumbodorsalis. Die ventrolateralen Collagenfaserbündel ziehen über diese Anheftung hinaus nach cranial und treten dabei in Kontakt zum medialen Ast des ersten M. tendinoarticularis-Myoseptum (Abb. 48, 49, 50; vgl. Kapitel 6.7.1.4.). Da der anteriore Rand der Ursprungs-Aponeurose vom Processus spinosus des Th II aus zunächst nach caudolateral läuft, entsteht zusammen mit den weit nach cranial ziehenden lateralen Aponeurosen-Anteilen ein gegabelter Sehnenkopf. Zwischen seinen beiden Schenkeln zieht die am Th I entspringende Sehne des M. articulospinalis-Systems hindurch. Ab Th II laufen alle M. articulospinalis-Sehnen des Rumpfes cranial in zwei V-förmig zueinander stehende flache Sehnenköpfe aus: einen lateralen und einen medialen (Abb. 48, 50).

Auch die auf den Processus spinosi der Th III und IV entspringenden M. articulospinalis-Sehnen erreichen mit ihren lateralen Gabelästen die Fascia lumbodorsalis, doch dominiert der Ursprung auf den Gürtelligamenten zwischen den Wirbeln PC 17 und 16 bzw. 16 und 15 des Paravertebralschildes im Bereich der parasagittalen Osteoderme. Einige Collagenfaserbündel aus dem am Processus spinosus des dritten Thoracalwirbels entspringenden Sehnenkopf ziehen über den Ursprung hinaus entlang der Sagittallinie nach cranial und erreichen den caudalen Rand des Processus spinosus des zweiten Thoracalwirbels. Dadurch wird die Bifurcation, die im Bereich der Th I und II etwa über 1/4 bis 1/2 Segment reicht, am dritten Thoracalwirbel ca. ein Segment tief. Dieser Zustand wird über den gesamten Rumpf- und Sacralbereich des Muskels beibehalten. Die beiden Sehnenköpfe sind breite, dorsoventral abgeflachte Collagenfaserbänder (vgl. Abb. 52E).

Während die Sehnen im Bereich der Th II bis V keinen Kontakt zum M. tendinoarticularis-System haben, erreichen ihre lateralen Gabeläste ab Th VI die medialen Wände der M. tendinoarticularis-Myosepten. Die Sehnenursprünge befinden sich ab Th V außer auf den Dornfortsätzen auch auf den Gürteligamenten des Paravertebralschildes. Das gilt sowohl für die anterioren Ränder der Sehnenköpfe als auch für deren Fusionsstelle ein Segment weiter caudal.

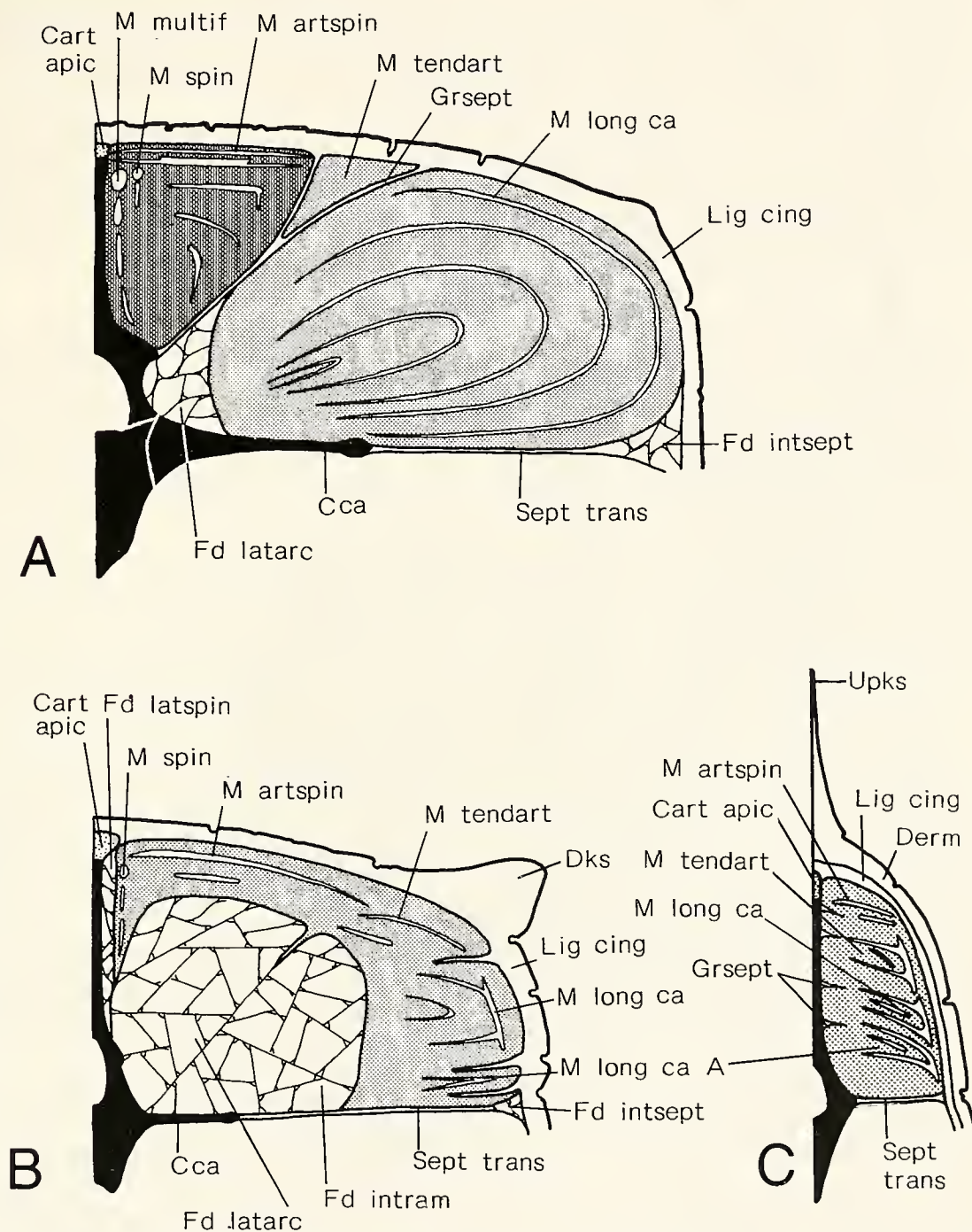


Abb. 46. *Alligator mississippiensis*; schematische Querschnitte durch die epaxiale Muskulatur in Höhe des Schwanzwirbels III (A), XII (B) und XXI (C). Die Anschnitte der Muskelmassen sind punktiert, rote Faserbündel sind zusätzlich dunkel gerastert. Man beachte die Vergrößerung des M. longissimus und die damit korrelierte Reduktion des M. tendinoarticularis (A), das gewaltige Fettdepot, das große Teile der Muskulatur von der Achse verdrängt (B) sowie die große Ähnlichkeit der Sehnenquerschnitte im posterioren Schwanzbereich (C). Im Verlauf des Schwanzes verlagern die Muskelsysteme ihre horizontale (A) in eine vertikale Anordnung (C). Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Sehnenlänge nimmt nach caudal zu: Während - wie bereits erwähnt - die cervicalen Sehnenelemente nur über zwei Segmente ziehen, erstrecken sich die der Th I bis IV über drei Segmente und die der folgenden Rumpfwirbel über 4 1/2 Segmente (Abb. 43C, 51). Zum Sacrum hin steigert sich ihre Länge weiter, bis die mächtigen, den beiden Sacralwirbeln zugeordneten Sehnen sieben Segmente übergreifen. Schon beim ersten Schwanzwirbel nimmt die Länge der Sehnen wieder ab: Die den Ca I und II zugeordneten Sehnen laufen nur noch über vier Segmente. Dann nimmt die Sehnenlänge weiter ab, bis sie an der Basis des Unpaarkammes (Ca XIX) über knapp zwei Segmente reicht (Abb. 43C). Gleichzeitig gelangt das gesamte Sehnen-Muskel-System in eine zunehmend laterale Position, bis die Ursprungs-Aponeurosen der Sehnen schließlich vertikal stehen (Abb. 46, 51).

Nicht nur die Länge der Sehnen ist im Verlauf des M. articulospinalis-Systems Veränderungen unterworfen, sondern auch deren Morphologie. Neben der gegabelten Ursprungs-Aponeurose ist für die Sehnen ab Th III eine Torsion um ca. 90° nach medial typisch. Postsacral nimmt diese Torsion mit der Längenreduktion der Sehnen ab. Die dem vierten Schwanzwirbel zugeordnete Sehne zeigt wie alle folgenden keine Torsion mehr (Abb. 48, 51).

Die Ursprungs-Aponeurosen der beiden posterioren Lumbalwirbel zeigen caudal der Fusionsstelle der beiden Gabeläste eine Verstärkung. Es handelt sich um eine langgestreckt dreieckige Auflagerung aus derben Collagenfaserbündeln (Abb. 52E). Die Sehnen des zweiten und dritten Schwanzwirbels sind ebenfalls modifiziert: An ihrem medialen Rand ist eine dünnhäutige Verbreiterung zu erkennen, die nach ventromedial orientiert ist. Sie wird aus Collagenfaserbündeln gebildet, die von posteromedial aus der internen Sehnenfläche ausbiegen. Bei der Sehne des zweiten Schwanzwirbels ist die Verbreiterung deutlicher ausgeprägt.

Im Caudalbereich werden Morphologie und Lage der Sehnen auch durch ihren Bezug zu den Nachbarsystemen und die topographische Lageveränderung der Muskelsäule beeinflusst. Während die caudalen Sehnenenden im Dorsum, Sacrum und in der Schwanzbasis medial voneinander liegen, verlaufen sie ab Ca IV dorsal voneinander (Abb. 46C). Dies hängt mit einem Fettdepot zusammen, welches das Muskelsystem von ventral her verdrängt (vgl. Kapitel 6.11.; Abb. 46A, B, 51). Der laterale Rand der lateralen Ursprungs-Aponeurosen-Äste der caudalen M. articulospinalis-Sehnen biegt nach ventral um und beteiligt sich an der Bildung des Grenzseptum zum M. tendinoarticularis. Dies trifft, wenn auch in schwächerem Maße, ebenfalls für die M. articulospinalis-Sehne des zweiten Sacralwirbels zu. Ab dem vierten Schwanzwirbel nimmt die Fläche der Ursprungs-Aponeurosen immer mehr zu. Dies geschieht zum einen dadurch, daß die beiden Äste der Ursprungs-Aponeurosen von der Fusionsstelle her miteinander verwachsen, zum anderen vergrößert sich gleichzeitig der von den beiden Sehnenästen eingeschlossene Winkel. Zudem verlängert sich im sechsten Schwanzsegment der vertikale Anteil des lateralen Aponeurosen-Astes von seiner Anheftungsstelle auf dem Grenzseptum aus nach posterior auf die interne Aponeurosen-Fläche. Dort läuft er als deutlich erkennbare Lamelle, immer schmaler werdend, parallel zum lateralen Sehnenrand nach caudal. Im Bereich dieser nach ventromedial weisenden Lamelle zeigt die Sehne einen T-förmigen Querschnitt (Abb. 46C).

Die superficiellen Collagenfaserbündel des lateralen Aponeurosen-Astes jedoch biegen scharf nach lateral um, übergreifen das Grenzseptum zum M. tendinoarticularis und verwachsen mit dem Gürtelligament. Integriert in das Gürtelligament, überspannen die Faserbündel das M. tendinoarticularis-System, ohne mit diesem Kontakt aufzunehmen, und verwachsen - noch weiter lateral - mit dem zugeordneten Myoseptum des M. longissimus (Abb. 51). Die Gürtelligamente dienen erst ab Caudalsegment XIII wieder als Ursprungsareale für die Myosepten des M. tendinoarticularis, und damit stehen auch die Sehnen des M. articulospinalis wieder in Verbindung mit den M. tendinoarticularis-Ursprüngen (Abb. 50, 51). Im dreizehnten Schwanzsegment nehmen die M. articulospinalis-Aponeurosen gewaltige Dimensionen an. Haubenartig bedecken sie die gesamte Dorsalfläche der Muskulatur des posterioren Paarkammereiches im Schwanz. Die Breite der Aponeurosen verringert sich wieder mit dem Konvergieren des Paarkammes.

Mit dem Beginn des Unpaarkammes ändert sich die Morphologie des M. articulo-spinalis-Systems schlagartig: Die dort sehr schmalen Aponeurosen stehen vertikal, und die caudale Verlängerung des ventralen Sehnenastes (der dem lateralen der weiter anterior stehenden Sehnen entspricht) formt eine horizontale Wand, die das posteriore Sehnenende bildet (Abb. 46C). Die Sehnen zeigen eine myoseptumähnliche Struktur, die sie fast bis zum Schwanzende beibehalten. Das posteriore Ende der Sehnen liegt der horizontalen Wand der jeweils folgenden Sehne auf.

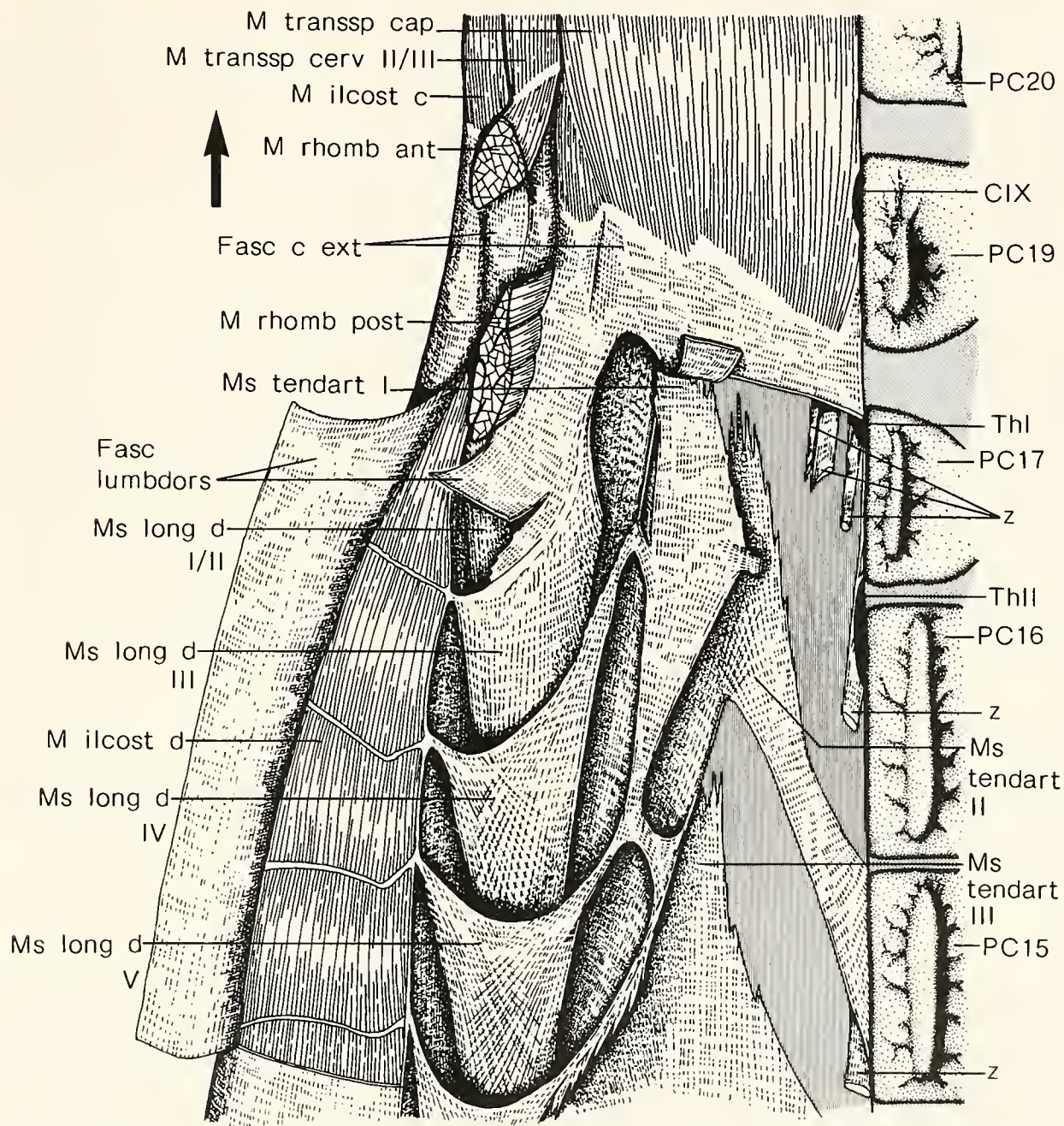


Abb. 47. *Alligator mississippiensis*; Situs des Übergangsbereiches von der Halsmuskulatur zur epaxialen Rumpfmuskulatur (linke Körperseite). Die Fascia lumbodorsalis ist zur Seite geklappt, die Loge des ersten Myoseptum des M. longissimus ist eröffnet und die Sehnen der drei medianen epaxialen Muskelsysteme sind ebenso wie die Muskelfasern der epaxialen Systeme entfernt. Die schraffierte Fläche kennzeichnet die gemeinsame Loge des M. tendinoarticularis und den übrigen Systemen des M. transversospinalis. Man beachte, daß hier noch kein Grenzseptum ausgebildet ist und daß die Aponeurosen des M. tendinoarticularis an der Bildung des Grenzseptum zum M. longissimus beteiligt sind. Die Beziehung der Muskelsegmente zu denen der Haut und der Wirbelsäule sind ebenfalls dargestellt. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Muskelfasern des *M. articulospinalis* hüllen die Sehnen vollständig ein und verbinden sie miteinander. Im Rumpf-, Becken- und Schwanzwurzelbereich inserieren die tiefen Faserbündel gemeinsam mit denen des *M. multifidus* und des *M. spinalis* auf den Dorsalflächen der Zygapophysen-Gelenkkapseln und der Querfortsatzbasis dazwischen. Ab dem vierten Schwanzwirbel sind diese Insertionsflächen durch ein Fettdepot belegt, das bis Ca XV nach posterior reicht (Abb. 51). In seinem Verlauf wandert das Fettdepot immer weiter mediad, so daß die ventromedialen Muskelfaserbündel des *M. articulospinalis* wieder die Wirbelsäule erreichen. Im Bereich des Fettdepots inserieren die Muskelfasern an dessen Fascie.

Im Übergangsbereich vom Paarkamm zum Unpaarkamm (Ca XVI bis XIX) wird das Insertionsareal des *M. articulospinalis* durch dasjenige des *M. tendinoarticularis*, *M. longissimus* und des *M. longissimus* (Pars A) zunehmend nach dorsal verschoben. Es erreicht schließlich die Lateralfächen des dorsalen Drittels der Dornfortsätze. Eine weitere Insertionsstelle bildet hier das Grenzseptum zum *M. tendinoarticularis*-System. Muskuläre Kontakte zu den Myomeren des *M. tendinoarticularis* bestehen durch seriale Öffnungen im Grenzseptum (Abb. 50; siehe Kapitel 6.7.1.4.).

Die medialen Muskelfaserbündel der *M. articulospinalis*-Sehnen inserieren auf den Lateralfächen der Sehnen des *M. spinalis*. Diese Muskelfasern lassen sich weder dem einen, noch dem anderen System eindeutig zuordnen.

Diejenigen Muskelfaserbündel, welche auf dem Ende der Sehnen des Dorsum und Sacrum entspringen, verbinden das posteromedial gerichtete Ende je einer *M. articulospinalis*-Sehne mit dem anterolateral gerichteten Ende einer *M. spinalis*-Sehne und zeigen in ihrem Verlauf dieselbe Torsion wie die zugehörige *M. articulospinalis*-Sehne. Da auch die Sehne des *M. spinalis*, an deren Ende diese Muskelfasern inserieren, gleichsinnig tordiert ist, ergibt sich vom Ursprung der *M. articulospinalis*-Sehne bis zum Ursprung der *M. spinalis*-Sehne ein ganzer Spiralumfang. Die längsten so entstandenen Spiralzüge befinden sich im Lumbalbereich und erstrecken sich über zehn Segmente. Die Sehne des dritten Schwanzwirbels ist die letzte, an der eine Spiralstruktur eben noch zu erkennen ist.

Einige tiefe Faserbündel, die die Kapseln der Zygapophysen-Gelenke miteinander verbinden, sind von den tiefen Bündeln des *M. articulospinalis*-Systems (*Mm. interarticulares superiores*, GASC 1981) nicht eindeutig abtrennbar.

6.7.1.4. Musculus tendinoarticularis-System

Synonyme: *Spinalis dorsi* (partim) (MECKEL 1828, CUVIER 1835); *M. longissimus dorsi externus* (HAIR 1868); *M. tendino-articularis* (VALLOIS 1922, FREY 1982); *M. tendinoarticularis* (GASC 1981).

6.7.1.4.1. Der *M. tendinoarticularis dorsi* (Abb. 47-48, 50, 52)

Ursprung: bei Th II an der Fascia lumbodorsalis, den Gürtelligamenten des PC 17 und der Spitze des Dornfortsatzes von Th II, bei den folgenden Rumpfsegmenten ausschließlich auf den Gürtelligament-Arealen links und rechts der Grenze zwischen der parasagittalen und der lateralen Osteodermen-Längsreihe des Paravertebralschildes.

Ansatz: ab Th I an den Basen der Processus transversi und den dazwischenliegenden Arcus neuralis-Bereichen, sowie am Grenzseptum zum *M. longissimus*, in Höhe von Th I außerdem an der End-Aponeurose des *M. transversospinalis capitis*, ab Th V auch am Grenzseptum zum *M. articulospinalis*.

Gliederung: segmental durch Myosepten, die nach cranial gerichtet sind.

Das *M. tendinoarticularis*-System entspringt im Thoracal-, Lumbal- und Sacralbereich auf dem Areal lateral und medial der longitudinalen Suturen zwischen den beiden Schuppenlängsreihen einer Paravertebralschildhälfte. Die Reihe der Kiele auf den Schuppen der beiden Längsreihen markiert die Grenze des Systems. Die dermalen Ursprünge der *M. tendinoarticularis*-Myosepten - mit Ausnahme der ersten drei - befinden sich ausschließlich an den Gürtelligamenten und damit auf derselben Ebene wie die der benachbarten *M. longissimus*-Myosepten. Die posteromedial gerichteten Ursprungssehnen treten in diesen Ligamenten in Kontakt mit den lateralen Ursprungssehnen des *M. articulospinalis*.

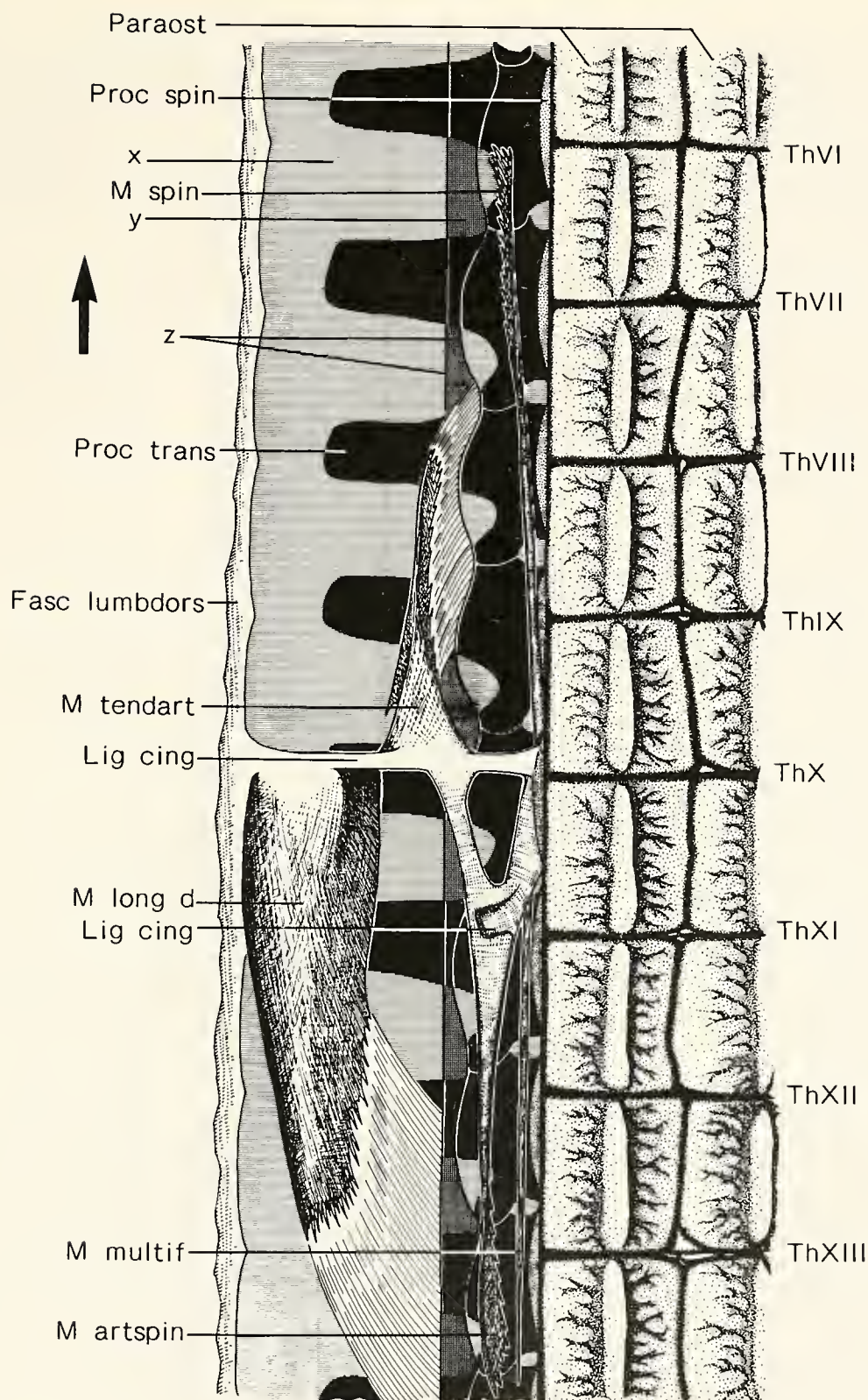


Abb. 48. *Alligator mississippiensis*; Bau des Sehnskeletts der epaxialen Muskulatur im Dorsum (linke Körperhälfte) und ihr Bezug zu den Segmenten des Rückenpanzers (rechte Körperhälfte) und der Wirbelsäule in Dorsalansicht. Die Rippen sind weggelassen, die Loge der epaxialen Muskulatur ist dunkel gerastert (x) und alle Muskelfasern sind bis auf die marginalen und terminalen der *M. longissimus*- und der *M. tendinoarticularis*-Sehnen entfernt. Das Insertionsareal des *M. tendinoarticularis* ist durch eine dunklere Schraffur hervorgehoben (z). Man beachte die Insertionslinien der beiden Grenzsepten (y), die die Insertion des *M. tendinoarticularis* einfassen, den Ursprung aller Myosepten und Sehnen am Ligamentum cingulatum und die alterierende Richtung der einzelnen epaxialen Muskelsysteme. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Das erste Myoseptum des *M. tendinoarticularis* entspringt auf dem internen Blatt der Fascia lumbodorsalis medial des Ursprunges des dritten *M. longissimus*-Myoseptum (Abb. 47). Medial ist der fascielle Ursprung des ersten *M. tendinoarticularis*-Myoseptum in ein nach posteromedial gerichtetes starkes Ligament verlängert, das sowohl an der Spitze des Dornfortsatzes von Th II befestigt ist als auch am Gürtelligament des Paravertebralschildes. Das Ligament ist mit seinen dorsalen Collagenfaserbündeln an der Fascia lumbodorsalis befestigt. Ein nach posterolateral abzweigender Ast der Aponeurose des ersten *M. tendinoarticularis*-Myoseptum verbindet sich mit der anteromedial gerichteten Ursprungssehne des vierten *M. longissimus*-Myoseptum.

Das erste *M. tendinoarticularis*-Myoseptum zieht vom Gürtelligament des PC 17 über eine Segmentlänge nach cranial und hat, von dorsal gesehen, die Gestalt eines Dreiecks (Abb. 47). Muskelfaserbündel, die an der anterior weisenden Spitze und an der Ventralfläche des Myoseptum entspringen, inserieren auf der Endsehne des *M. transversospinalis cervicis* (Pars I). Die Muskelfasern, die auf der Dorsalfläche des Myoseptum entspringen, setzen am internen Blatt der Fascia lumbodorsalis an. Die auf dem medialen Teil der Myoseptumfläche entspringenden Faserbündel strahlen in die Muskelfasern der ersten *M. articulospinalis*-Sehne ein.

Das erste *M. tendinoarticularis*-Myoseptum ist überlagert von der terminalen Sehne des *M. transversospinalis capitis*, deren caudales Ende in ein dünnes Fascienblatt ausläuft, welches sich in lateraler Richtung ausbreitet und in die mediale Ursprungssehne des vierten *M. longissimus*-Myoseptum übergeht.

Der Bau des zweiten Myoseptum des *M. tendinoarticularis* entspricht dem des ersten (Abb. 47); es ist an der Fusionsstelle der flächig ausgebildeten Ursprungssehnen jedoch breiter und erstreckt sich über zwei Segmente nach anterior. Das anteriore Ende des Myoseptum ist gegen die Ursprungsebene von dorsomedial nach ventrolateral tordiert. Seine lateralen Faserbündel bilden eine laterale, annähernd vertikal gestellte Wand, die unter der lateralen Ursprungssehne weiterzieht und in die mediale Seitenwand des sechsten *M. longissimus*-Myoseptum übergeht.

Durch Collagenfaserbündel, die aus der longitudinalen Mittellinie des Myoseptum nach posterior ausbiegen und in den anterioren Rand des sechsten *M. longissimus*-Myoseptum einstrahlen, entsteht auf der Dorsalfläche des zweiten *M. tendinoarticularis*-Myoseptum ein Dreieck, dessen Spitze nach anterior weist.

Die lateralen Collagenfaserzüge des Myoseptum unterqueren die nach medial gekippte Wand des fünften *M. longissimus*-Myoseptum in anteriorer Richtung und verbinden sich mit den ventrolateralen Collagenfaserbündeln der lateralen Ursprungs-Aponeurose des ersten *M. tendinoarticularis*-Myoseptum, das an dieser Stelle in anteriorer Richtung etwas ausgedehnt ist.

Der caudale Rand des zweiten *M. tendinoarticularis*-Myoseptum ist in Höhe des dritten Thoracalwirbels am zugehörigen Gürtelligament befestigt. Die mediale Ursprungssehne des Myoseptum ist unter dem Kiel der medianen Schuppe des PC 15 festgewachsen.

Die Muskelfasern, die am medialen Rand des zweiten *M. tendinoarticularis*-Myoseptum entspringen, laufen in anteromedialer Richtung und inserieren mit denen des medial benachbarten Myoseptum an den seitlich zusammengedrückten Sehnen des *M. articulospinalis*-Systems. Ein Grenzseptum zwischen dem *M. tendinoarticularis* und dem *M. articulospinalis* ist im Bereich der beiden cranialen Myosepten nicht vorhanden. Es entsteht erst am dritten *M. tendinoarticularis*-Myoseptum: Dort, wo die mediale Ursprungssehne in das sehr langgestreckt dreieckige Dorsalaraeal des Myoseptum mündet, zweigen Collagenfaserbündel in posteroventraler Richtung ab. Sie bilden ein dünnes, aber kräftiges Ligament, das an seinem anterioren dorsalen Rand in ein Septum übergeht, das entlang der lateralen Ränder der Zygapophysen-Gelenkkapseln und auf den Arcus neurales befestigt ist (vgl. Abb. 48, 50).

Das Grenzseptum, das mit seinen längsten ventralen Fasern an den Processus articularis caudalis des zweiten Thoracalwirbels zieht, erreicht im Bereich der Th V bis VIII nicht die superficiellen Schichten des *M. tendinoarticularis* und *M. articulospinalis*. Es trennt die beiden Muskelsysteme in diesem Bereich also nur unvollständig.

Auch die folgenden fünf Myosepten sind - wie das dritte - über ein posteroventral aus der Myosepten-Unterfläche abzweigendes Ligament mit der dorsalen Kante des Grenzseptum verwachsen, das umso mehr an Höhe zunimmt, je weiter posterior die Myosepten stehen. Durch die so entstehenden Lücken zwischen Grenzseptum-Oberkante und dem medialen Rand der *M. tendinoarticularis*-Myosepten treten oberflächliche Muskelfaserbündel in anteromedialer Richtung mit den Sehnen des *M. articulospinalis* in Kontakt.

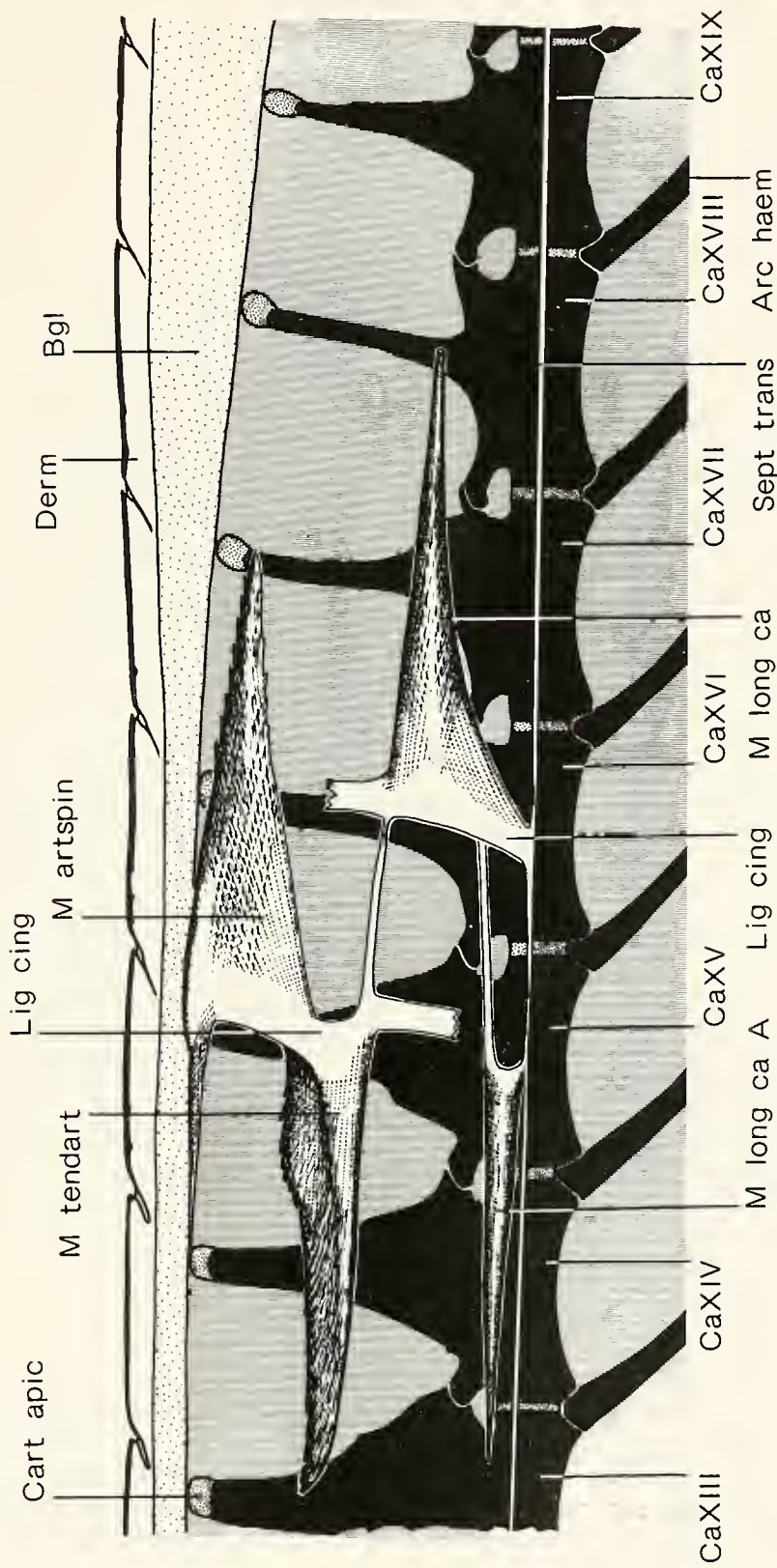


Abb. 49. *Alligator mississippiensis*; Lateralansicht des epaxialen Myoseptum-Komplexes am fünfzehnten Caudalsegment (linke Körperseite) und sein Bezug zu den vertebralen und dermalen Segmenten. Man beachte, daß der M. multifidus und der M. spinalis verschwunden sind. Die kuppelartige Ausdehnung des M. spinalis-Myoseptum ist ebenso bemerkenswert wie die Verschiebung des M. longissimus um ein Segment nach posterior und das Entstehen einer Bindegewebsleiste (punktiert) dorsal der Dornfortsätze. Die Muskelfasern sind entfernt, das interspinale Septum ist gerastert. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Erst am neunten Thoracalwirbel ist das Septum entlang der Mittellinie zwischen den lateralen Kanten und den Kielen der parasagittalen Schuppenlängsreihe angeheftet. Ab da bleiben nur noch kleine Fenster unmittelbar unterhalb der Mündung des medialen Astes der Ursprungssehne in die Oberflächen-Aponeurosen der *M. tendinoarticularis*-Myosepten als Muskelfaserdurchtritte offen (Abb. 45, 50).

Die Myosepten des *M. tendinoarticularis* nehmen ab Th IX rasch an Größe zu und haben bereits beim elften Thoracalwirbel ihre maximale Größe erreicht. Die laterale Kante der dreieckigen Oberflächen-Aponeurosen, die schon ab dem dritten Myoseptum sehr markant ausgeprägt ist, überragt mit der zunehmenden Größe der Myosepten die Ansatzlinien der vertikal stehenden lateralen Myoseptum-Wand beträchtlich (Abb. 50, 52B). Der laterale Rand der Oberflächen-Aponeurose und die Anheftlinie der lateralen Myoseptum-Wand laufen parallel zueinander. Während die Myoseptum-Seitenwände im anterioren Thoracalbereich bis Th X und im Bereich der Th XIV bis XVII (= posteriorer Lumbal- und Sacralbereich) rechtwinklig zur Dorsal-Aponeurose nach ventral weisen, biegen diejenigen der dazwischenliegenden Myosepten dicht unter ihrem Ansatz nach lateral um, sodaß ein treppenartiger Absatz zur Lateralkante der Oberflächen-Aponeurose entsteht (Abb. 52C). Erst im Verlauf über ein Segment in anteriorer Richtung schwenken die lateralen Myoseptum-Wände in eine vertikale Position.

Die in anteroventraler Richtung verlaufenden Sehnen behalten ab dem dritten Myoseptum ihre vertikale Lage in der Muskulatur bei. Sie erstrecken sich im Lumbalbereich über maximal $2 \frac{1}{4}$ Segmente nach cranial. Das anteriore Sehnenende erscheint zerschlissen, seine Collagenfasern divergieren zu einem fächerartigen Gebilde (Abb. 52B). Die ventralen Collagenfaserbündel dieses Fächers biegen in ihrem anterioren Bereich nach anteromedial um, so daß der am weitesten anterior gelegene Teil des Myoseptum fast wieder die Horizontalebene erreicht. In seinem Verlauf über zwei Segmente bildet jedes Myoseptum der Th XI bis XIII einen vollen Spiralumfang, die übrigen (außer den Myosepten 1 bis 4) je einen halben. Jede der Myoseptumsehnen verläuft medial der lateralen Myoseptum-Wand unter der Dorsal-Aponeurose des unmittelbar vor ihm liegenden Myoseptum. Die anterioren Sehnenfächer liegen jedoch serial hintereinander, wobei die anterodorsale Kante des einen so dicht hinter der posteroventralen des nächst anterior gelegenen Fächers zu liegen kommt, daß nur noch ein enger Spalt dazwischen klafft. Alle Sehnen liegen frei in der Muskulatur. Keine von ihnen inseriert am Achsenskelett. Die Collagenfasern in den Myosepten verlaufen in longitudinaler Richtung, wobei sie von den Ursprüngen zum Sehnenende konvergieren. Die Collagenfaserbündel der Oberflächen-Aponeurosen sind wesentlich stärker als diejenigen der Myoseptum-Seitenwände.

Die Muskelfasern der Myomere entspringen auf der gesamten Myoseptum-Oberfläche in einem sehr spitzen Winkel (vgl. Kapitel 6.7.2.: *M. longissimus*). Die lateralen und medialen sowie die ursprungsfernen dorsalen Muskelfaserbündel inserieren im selben Winkel an den benachbarten Myosepten, bzw. am lateralen und medialen Grenzseptum. Die ursprungsnahen dorsalen Faserbündel inserieren am Unterhaut-Bindegewebe. Die muskuläre Verbindung zu den *M. articulospinalis*-Sehnen wurde bereits besprochen. Die ventralen und anterioren Muskelfaserbündel inserieren in der Bucht ventral der Zygapophysen-Gelenke und auf den Basen der Processus transversi. Einzelne Muskelfasern verbinden die Zygapophysen-Gelenkkapseln miteinander. Die profunden, longitudinal verlaufenden Faserbündel des *M. tendinoarticularis* bilden eine homogene Muskelmasse.

6.7.1.4.2. Der *M. tendinoarticularis caudae* (Abb. 46, 48, 50, 52)

Ursprung: bis Ca VIII wie beim *M. tendinoarticularis dorsi*, ab dann unter den Doppelkamm-Schuppen, im Unpaarkamm-Bereich unter der obersten lateralen Schuppenlängsreihe bis zur Schwanzspitze.

Ansatz: Grenzsepten zum *M. longissimus caudae* und zum *M. articulospinalis*, bei Ca I wie beim *M. tendinoarticularis dorsi*, von Ca II bis XIV: Bindegewebshülle eines intramuskulären Fettkörpers, ab Ca XV: Dorsalfläche der Zygapophysen-Gelenkkapseln und der Neuralbögen.

Gliederung: segmental durch nach cranial gerichtete Myosepten.

Die Ursprungslinie der Myosepten-Aponeurosen verläuft auch in der Caudalregion des Krokodilkörpers zunächst auf den Suturen zwischen den Schuppen der medialen und der zweiten

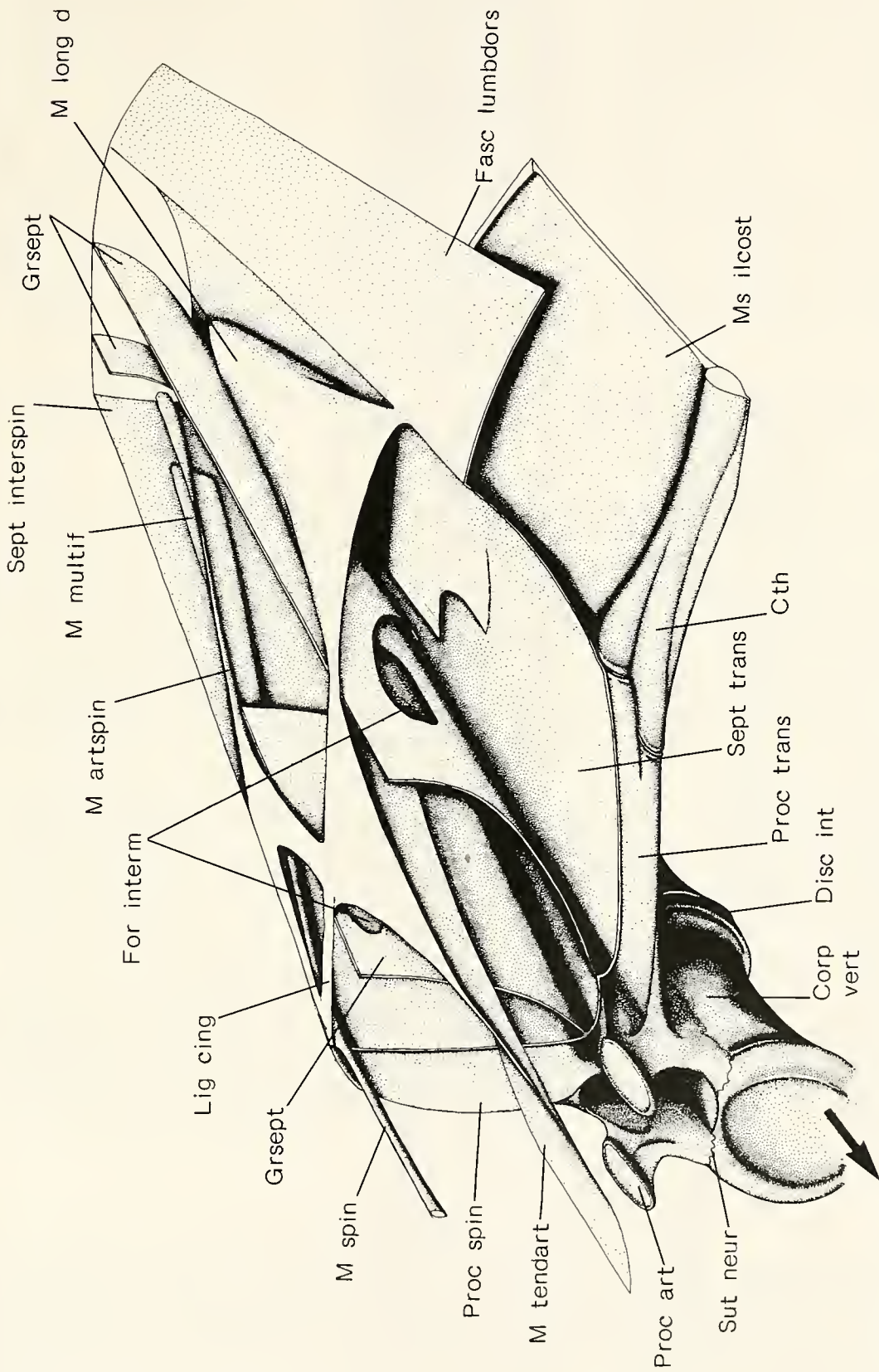


Abb. 50. *Alligator mississippiensis*; Schematische räumliche Darstellung eines thoracalen Myoseptum-Komplexes der linken epaxialen Muskulatur, von anterodorsolateral gesehen. Die nach anterior gerichtete Sehne des M. spinalis ist abgesetzt. Man beachte die Foramina in den beiden Grenzsepten, (For interm) durch die Muskelfasern hindurchziehen. Das mediale Grenzseptum ist zum Teil entfernt, um den Blick auf die Sehnen der medialen posterior gerichteten Muskelsysteme freizugeben. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3.

Längsreihe des Paravertebralschildes. Ab Ca VIII biegt die Ursprungslinie nach ventrolateral um und verläuft dann genau unter den Kielen der Doppelkamm-Schuppen weiter bis zum Beginn des Unpaarkammes (vgl. Abb. 49, 51). Im Bereich des Unpaarkammes befindet sich die Ursprungslinie des M. tendinoarticularis-Systems unter der Schuppenlängsreihe ventral der Kammschuppen.

Während die Muskelfasern des ersten caudalen M. tendinoarticularis-Myoseptum noch die Basen der Processus transversi und die Zygapophysen-Kapseln erreichen, verlieren die der Myosepten 2 bis 14 jeden Kontakt zum Achsenskelett (Abb. 46A, B). Sie inserieren statt dessen auf der Bindegewebshülle des Fettkörpers und den Grenzsepten zu den Nachbarsystemen bzw. sind mit deren Muskelfaserbündeln verflochten (Abb. 51). Ab Ca XV erreichen die ventralen medialen Faserbündel die Schwanzwirbelsäule an den Dorsalflächen der Zygapophysen-Gelenkkapseln und der Neuralbögen. Die Insertionsebene verschiebt sich bis zum anterioren Ende des Unpaarkammes weiter nach dorsal auf die Lateralflächen der Dornfortsätze bis fast zum Schwanzende (Abb. 46C). Auch die Grenzsepten dienen als Insertionsareale für die Myomere des M. tendinoarticularis-Systems. Nach anteromedial gerichtete Faserbündel, die im ursprungsnahen, medialen Bereich der M. tendinoarticularis-Myosepten entspringen, strahlen in die Muskelmasse des M. articulospinalis ein und gewinnen so Kontakt zu dessen Sehnen.

Bereits über dem Sacrum verschmälert sich die Loge des M. tendinoarticularis beträchtlich. Dabei nähert sich das laterale Grenzseptum des Muskels dem medialen an, das seine Insertionsebene über die Reihe der Zygapophysen-Gelenkkapseln hinweg beibehält (Abb. 45B). In dem Maße, wie die Myosepten des M. longissimus an Umfang zunehmen, werden diejenigen des M. tendinoarticularis kleiner.

Ab Ca I verwächst das laterale Grenzseptum in der Tiefe mit dem medialen. Es entsteht ein im Querschnitt Y-förmiges Gebilde, dessen unterer Schenkel nach ventromedial weist. Bis Ca III wird das Verwachsungsareal der beiden Grenzsepten bei gleichzeitiger Verengung der M. tendinoarticularis-Loge zunehmend höher (Abb. 46A). Ab Ca III ist die Oberflächen-Aponeurose des Systems so schmal, daß sie wie eine Auftreibung der anterolateral gerichteten Ursprungs-Aponeurose des M. articulospinalis wirkt (Abb. 51). Eine Torsion der Sehnen ist schon in Höhe des zweiten Schwanzwirbels nicht mehr gegeben.

Die M. tendinoarticularis-Myosepten erreichen beim zweiten Schwanzwirbel gerade noch die Länge eines Segments, beim dritten sogar nur noch ein Viertel davon. Beim vierten bis achten Schwanzwirbel entspricht die Länge eines Myoseptum wieder einer Segmentlänge.

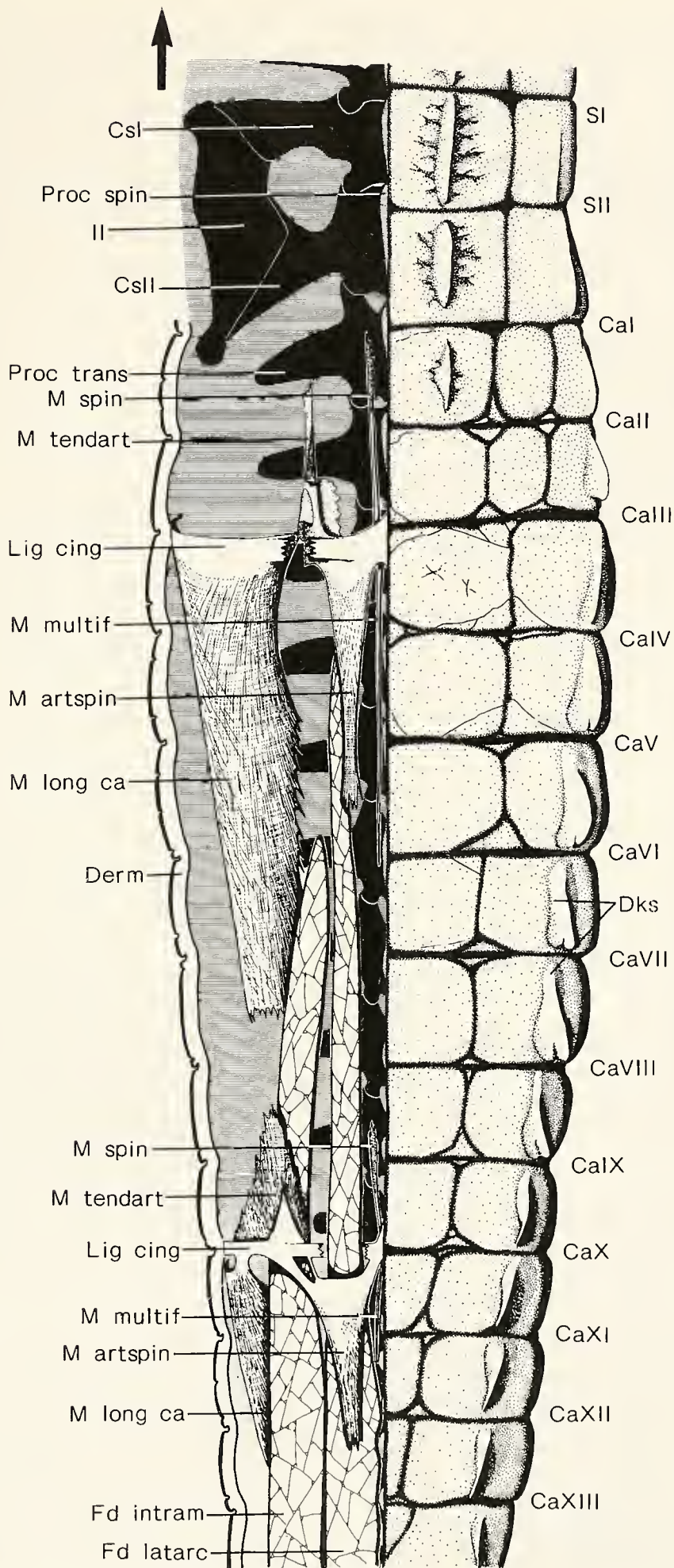
Im Bereich der Ca II bis VIII besitzt der M. tendinoarticularis keine eigene, von den Nachbarsystemen abgesetzte Loge; die beiden Grenzsepten sind bis zu ihrem dorsalen Rand vollständig verwachsen. Ventral der reduzierten, horizontal liegenden Myosepten ist der dorsale Rand des Septum nach ventral flach eingebuchtet und erlaubt so die muskuläre Verbindung zu den Nachbarsystemen.

Ab Ca V werden die verwachsenen Grenzsepten durch einen Fettwulst nach medial abgedrängt (Abb. 46A, B, 51). Je größer der Umfang des Fettwulstes wird (bei Ca VI bis X), desto weiter rückt das M. tendinoarticularis-System nach ventrolateral.

Im Bereich des Fettwulstes ist die Verbindungs-Aponeurose zwischen der lateralen Ursprungs-Aponeurose des M. tendinoarticularis und der medialen des M. longissimus zu einer flachen, horizontalen Sehne rückgebildet. Ab Ca VIII verbreitert sich der posteriore Rand der M. tendinoarticularis-Aponeurosen mit dem Kleinerwerden der M. longissimus-Myomere wieder nach lateral. Auch die Länge der M. tendinoarticularis-Myosepten nimmt wieder zu.

Abb. 51. (nebenstehend). *Alligator mississippiensis*; Dorsalansicht der Myoseptum-Komplexe der Schwanzsegmente III und IX (linke Körperseite) und ihres Bezuges zur vertebrealen und dermalen Segmentierung (rechte Schwanzhälfte). Alle anderen Myosepten und alle Muskelfasern sind entfernt. Man beachte die beiden longitudinalen Fettdepots (Fd) und die enorme Vergrößerung des caudalen M. longissimus-Myoseptum III bei gleichzeitiger Reduktion des zugeordneten M. tendinoarticularis-Myoseptum. Ebenfalls zu erkennen sind die Sehnen des M. multifidus, des M. spinalis und des M. articulospinalis, sowie die Verschiebung des M. tendinoarticularis nach lateral im IX. Caudalsegment. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Abb. 51.



Gleichzeitig kippen sie von der horizontalen Position in eine schräg von dorsomedial nach ventrolateral gerichtete. Der Winkel der Aponeurosen-Fläche gegen die Horizontale beträgt bei Ca X ca. 45° , nimmt aber nach posterior weiter zu, bis er 90° erreicht.

Das laterospinale Fettlager in der Tiefe des M. tendinoarticularis-Systems endet in Höhe des fünfzehnten Schwanzwirbels (vgl. Kapitel 6.11.). Das Myoseptum dieses Schwanzsegmentes und aller folgenden zeigt dasselbe Bauprinzip wie die M. tendinoarticularis-Myosepten des Dorsum und Sacrum. Der einzige Unterschied besteht darin, daß die superficiellen Aponeurosen hier vertikal stehen und daß die jetzt horizontal stehenden Myoseptum-Wände dicht unterhalb des dorsalen Randes der einzelnen Aponeurosen angeheftet sind (was den medialen Rändern der Dorsum-Myosepten entspräche; Abb. 49). Die M. tendinoarticularis-Myosepten ab Ca XV sind also gegen die des Dorsum und Sacrum um 90° verstellt und bezüglich ihrer Längsachse invers. Die cranialen Sehnenenden der posterioren M. tendinoarticularis-Myosepten des Schwanzes sind nicht nach ventromedial gebogen wie die im Rumpf, sondern nach medial. Eine Torsion der Sehnen ist nicht feststellbar.

Die dreieckige Oberflächen-Aponeurose der Myosepten ab Ca XV entsteht aus zwei Collagenfaserscharen: Die eine Schar strahlt aus dem lateralen Ursprung der zugeordneten M. articulo-spinalis-Sehnen kommend in anteroventrolateraler Richtung in die M. tendinoarticularis-Myosepten ein, die andere aus den dorsalen Ursprungssehnen der M. longissimus-Myosepten in dorsoanteromedialer Richtung. Die beiden Faserscharen kreuzen sich im Winkel von ca. 90° (Abb. 52D) und richten sich - konzentriert auf den lateralen Rand der Myosepten - in der Longitudinalen aus. Eine derartige Verstärkung des lateralen Randes der Myosepten ist bereits in Höhe des neunten Schwanzwirbels angedeutet und verstärkt sich bei den folgenden Myosepten rasch. Aus der häufig bleibenden Fläche entsteht die für das fünfzehnte Caudal-Myoseptum und die folgenden beschriebene horizontale Wand, die in die dorsoventral zusammengedrückte Endsehne übergeht und zwei Segmente übergreift. Die verschmolzenen Grenzsepten bleiben auch im posterioren Schwanzbereich in der dorsalen Position.

Das dorsale Grenzseptum des M. tendinoarticularis dreht sich im Verlauf des Schwanzes in die Horizontale und bildet eine fast vollständige Abgrenzung zum M. articulo-spinalis-System (Abb. 46B, C). Die posteriore Verlängerung der medialen bzw. dorsalen Myoseptum-Wände des M. tendinoarticularis sind maßgeblich an der Bildung dieses Grenzseptum beteiligt. Posterior der Stelle, an der die lateralen Äste der M. articulo-spinalis-Sehnen entspringen, ist das Grenzseptum zum M. tendinoarticularis tief ausgerandet und erlaubt eine ähnliche muskuläre Verbindung der beiden Systeme wie in Rumpf und Sacrum (vgl. Abb. 50). Im Bereich der Ca XI bis XIII sind die dermalen Ursprünge des M. tendinoarticularis-Systems um ein halbes Segment gegen diejenigen des M. articulo-spinalis-Systems nach posterior versetzt.

Ventral kommuniziert das M. tendinoarticularis-System in höchst eigenartiger Weise mit dem M. longissimus: Ab Ca VII ist der dermale Ursprung der M. tendinoarticularis-Myosepten bezüglich des Ursprunges der zugeordneten M. longissimus-Myosepten um knapp ein halbes Segment nach anterior verschoben. Diese Verschiebung steigert sich bei den posterior folgenden Myosepten des M. tendinoarticularis und beläuft sich bei Ca XIV auf die Länge eines ganzen Segmentes (Abb. 49). Zwangsläufig verlängert sich dabei die Verbindungssehne zwischen den Myosepten der beiden Muskelsysteme entsprechend und bildet quasi ein sekundäres Grenzseptum, das ihre Myomere trennt. Während die Verbindungssehne bis zum M. tendinoarticularis-Myoseptum des zehnten Schwanzsegmentes als annähernd horizontal liegende Aponeurose in das Myoseptum übergeht, dreht sie sich bei den folgenden immer weiter in die Vertikale. Dabei ziehen die Verbindungssehnen unter die lateral überstehenden Oberflächen-Aponeurosen der M. tendinoarticularis-Myosepten und verwachsen über ein kurzes Stück mit deren Ventralfläche nahe dem lateralen Rand der Myosepten.

Bei Ca XIV besteht eine feste Verwachsung zwischen dem M. longissimus-Myoseptum und der Verbindungssehne zum M. tendinoarticularis. Am Myoseptum des Ca XV erreicht die longitudinale Verwachsungslinie der Verbindungssehne mit der internen Fläche der dreieckigen Oberflächen-Aponeurose fast die Länge eines Segmentes. Das anteriore Ende der Verbindungssehne bildet zusammen mit der dorsalen Wand des Myoseptum eine Tasche, die das anteriore Sehnenende des posterior folgenden Myoseptum aufnimmt. In der Tiefe verknüpfen sich die Verbindungssehnen zu einem niedrigen, annähernd horizontal verlaufenden Septum, das die tiefen Muskelfaserbündel der Systeme M. longissimus und M. tendinoarticularis voneinander trennt.

Durch das Einschalten des M. longissimus (Pars A)-Systems ergibt sich ab Ca XI eine zunehmende Verschiebung des M. tendinoarticularis-Systems nach dorsal (Abb. 46A, B,

50). Dabei werden die Ursprungs-Aponeurosen der M. tendinoarticularis-Myosepten sukzessive wieder schmaler. Ihre Konstruktion ändert sich jedoch bis zum Schwanzende nicht mehr.

6.7.2. Musculus longissimus-System

Synonyme: M. longissimus dorsi (MECKEL 1828, CUVIER 1835, OWEN 1866); M. longissimus dorsi (partim) (HAIR 1868); M. longissimus (VALLOIS 1922, GASC 1981, FREY 1982).

6.7.2.1. M. longissimus dorsi (Abb. 47-48, 50, 52A)

Ursprung: in Höhe des C IX: dorsale Kante des M. iliocostalis cervicis, posteriorer Kopf des M. rhomboideus, superficielle und zentrale Fasern des M. transversospinalis cervicis (Partes II und III) und internes Blatt der Fascia cervicalis; in Höhe des Th I: Insertionssehne des M. transversospinalis capitis (Pars lateralis), Fascia lumbodorsalis, laterale Fasern des M. transversospinalis cervicis (Partes II und III) und Grenzsepten zum M. iliocostalis dorsi und zum M. tendinoarticularis; in Höhe der Th II und III: Grenzsepten zu den Nachbarmuskeln, Fascia lumbodorsalis und Ligamenta cingulata unter der lateralen Osteodermen-Längsreihe des Paravertebralschildes; ab Th IV: Ligamenta cingulata der lateralen Osteodermen-Längsreihe des Paravertebralschildes.

Ansatz: ab C IX: Dorsalflächen der Processus transversi, Septum transversum und Grenzsepten zu den Nachbarsystemen.

Gliederung: segmentale, konische, nach caudal gerichtete Myomere.

Der M. longissimus bildet eine große segmentierte Muskelsäule, die vom Niveau des neunten Halswirbels bis zum letzten Schwanzwirbel zieht. Die Segmentierung ist an konischen, posterior konvergierenden Myosepten zu erkennen, die später beschrieben werden. Die Muskelfasern des Systems sind - wie diejenigen des M. tendinoarticularis - weiß.

Die beiden anterioren Myosepten (Abb. 47) weichen in ihrem Bau so stark von den anderen ab, daß sie gesondert beschrieben werden müssen: Das erste Myoseptum des M. longissimus ist unter dem anterioren Drittel der Suprascapula zu finden und vollständig vom zweiten Myoseptum bedeckt. Die anteriore dorsale Fläche der Ursprungs-Aponeurosis des ersten Myoseptum dient den posterioren Muskelfasern des posterioren M. rhomboideus-Kopfes als Insertionsfläche. Der laterale Teil des Myoseptum geht in Höhe des neunten Halswirbels in die Dorsalkante des M. iliocostalis cervicis über und gewinnt so Kontakt zum internen Blatt der Halsfascie. Der mediale Myoseptum-Schenkel verbindet sich gewinnt so Kontakt zum internen Blatt der Halsfascie. Der mediale Myoseptum-Schenkel verbindet sich mit demjenigen des zweiten M. longissimus-Myoseptum. Er dient als gewinnt so Kontakt zum internen Blatt der Halsfascie. Der mediale Myoseptum-Schenkel verbindet sich mit demjenigen des zweiten M. longissimus-Myoseptum. Er dient als mit demjenigen des zweiten M. longissimus-Myoseptum. Er dient als Insertionsstelle für die superficiellen Fasern des M. transversospinalis cervicis (Partes II/III). Die zentralen Faserbündel dieser beiden Halsmuskelteile, insbesondere die des M. transversospinalis cervicis (Pars III), inserieren an der Innenfläche des ersten Myoseptum.

Auch das zweite Myoseptum des M. longissimus (Abb. 47) steht in enger Beziehung zu Komponenten der Halsmuskulatur. Der breite mediale Schenkel des zweiten Myoseptum zieht von posterolateral nach anterodorsal. Sein medialer Abschnitt geht in die Insertionssehne des lateralen M. transversospinalis capitis-Teiles und die Fascia lumbodorsalis über. Der ventromediale Teil des medialen Myoseptum-Schenkels bildet die Insertionssehne für die lateralen Fasern der M. transversospinalis cervicis (Partes II/III), sowie für die dorsalen des M. iliocostalis. Der laterale Schenkel des zweiten M. longissimus-Myoseptum bildet in seinem anterioren Bereich das Grenzseptum zum M. iliocostalis und ist an der Innenseite der Fascia lumbodorsalis befestigt. Das zweite Myoseptum des M. longissimus überdeckt das erste vollständig. Der Raum zwischen den beiden Myosepten ist mit Muskelfasern ausgefüllt, die dem ersten Myomer des M. longissimus entsprechen.

Die folgenden Myosepten des Dorsum zeigen alle dasselbe Bauprinzip und dieselbe topographische Position innerhalb der epaxialen Muskulatur (vgl. Abb. 45, 48, 50, 52A). Die Myosepten 3 und 4 entspringen an der internen Fläche des laterodorsalen Bereiches der Fascia lumbodorsalis, wobei das terminale Ende der Ansatzsehne des M.

transversospinalis capitis in die mediale Ursprungssehne des vierten M. longissimus-Myoseptum übergeht. Ab Myoseptum 5 bildet das Ligamentum cingulatum das Ursprungsareal. Der Ursprung des fünften M. longissimus-Myoseptum und aller folgenden bis zum Beginn der Schwanzwirbelsäule beschränkt sich dabei jedoch auf das Areal unter der lateralen Osteodermen-Längsreihe des Paravertebralschildes. Hier entspringen die Myosepten mit ihren dorsalen Anteilen, die von oben gesehen eine dreieckige Aponeurosis mit nach posterior konvergierenden Rändern bilden. Die konische Gestalt der Myosepten kommt dadurch zustande, daß der mediale und laterale Rand der superficiellen Myosepten-Areale steil nach ventromedial umbiegt. Die so entstandenen Seitenwände konvergieren nach caudal und vereinigen sich schließlich zu einer vertikal stehenden doppellagigen Sehne, deren Querschnitt schräg von dorsolateral nach ventromedial ausgerichtet ist.

Die laterale Wand der Myosepten geht anterior in das Septum transversum über, das den M. longissimus lateral und ventral begrenzt (Abb. 50). Dort, wo die Myoseptum-Wand ins Septum transversum mündet, befindet sich ein voluminöser Bindegewebsknoten, an dessen Bildung außerdem noch das laterale Ende des Ligamentum cingulatum und die Dorsalkante des knorpeligen Myoseptum des M. iliocostalis dorsi beteiligt ist (vgl. Abb. 53, 55).

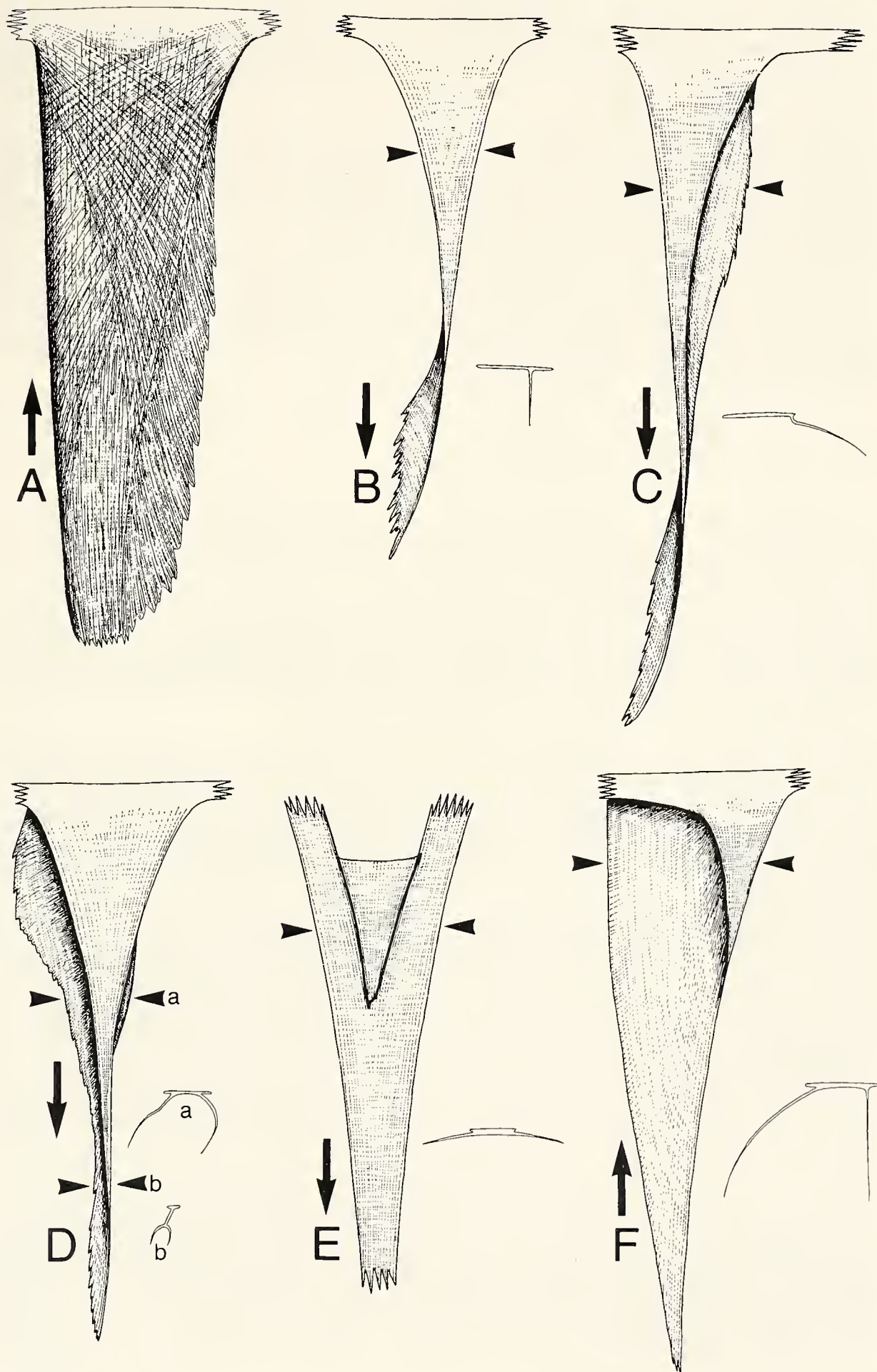
Die mediale Wand der M. longissimus-Myosepten ist über ihren anterioren ventralen Rand mit dem Septum transversum verwachsen. Der anteriore mediale Teil der Myoseptum-Wände des M. longissimus bilden gemeinsam ein vertikalstehendes, leicht von dorsolateral nach ventromedial geneigtes Grenzseptum zum M. tendinoarticularis (Abb. 45A, B, 50). Der dorsale Abschnitt der medialen Kegelwand geht unmittelbar in den lateralen Schenkel der Ursprungs-Aponeurosis der M. tendinoarticularis-Myosepten über, indem er nach medial umbiegt. Zwischen dem dorsalen Rand des ventralen Teiles der medialen Myoseptum-Wand und dem ventralen des dorsalen Teiles entsteht eine Lücke im Grenzseptum, durch die der M. longissimus mit dem M. tendinoarticularis über Muskelfaserbündel in Verbindung tritt.

Die ventralen Ränder der Myoseptum-Seitenwände verlieren posterior der dermalen und septalen Ursprungsstellen - die alle in einer transversalen Ebene liegen - jeden Kontakt zum Septum transversum. Die Myoseptum-Konen sind also unvollständig und ventral offen. Anterior zeigen sie einen abgerundet trapezförmigen, posterior einen lateral zusammengedrückten Querschnitt (Abb. 45). Im Sacralbereich nimmt der anteriore Querschnitt die Gestalt eines langgestreckten, abgerundeten Dreieckes an, dessen Spitze nach ventromedial gerichtet ist. Gleichzeitig jedoch nehmen die Myoseptum-Kegel an Umfang ab und kippen in eine mehr laterale Lage.

Die unkompletten Myoseptum-Konen des M. longissimus sind serial hintereinandergeschaltet, wobei die einzelnen Muskelkone tief ineinanderstecken. Daher bleibt die Ursprungs-Aponeurose nur über ein Segment sichtbar. Insgesamt aber erstrecken sich die Myosepten des Dorsum über 3 1/2 Segmentlängen (Abb. 48, 50). Das erste Myoseptum erreicht etwa zwei, das zweite etwa 2 3/4 Segmentlängen.

Abb. 52. (nebenstehend) *Alligator mississippiensis*; Collagenfaserverlauf in den Myosepten der epaxialen Muskelsysteme und deren Morphologie in Dorsalansicht. In B bis F sind die Querschnitte der Myosepten dargestellt; die Schnittstelle ist mit Pfeilen markiert. - A: Collagenfaserverlauf in einem Myoseptum des M. longissimus in der Lumbalregion. Man beachte die drei Verlaufsrichtungen der Fasern, die sich gitterförmig überlagern. - B: Die im Querschnitt T-förmige Sehne des dem Sacralwirbel II zugeordneten Myomer des M. tendinoarticularis. Man beachte die Torsion der Sehne. - C: Sehne des M. tendinoarticularis aus der posterioren Thoracalregion. Man beachte die treppenartig abgesetzte laterale Sehnendilatation und die Torsion. - D: Sehne des M. tendinoarticularis aus der posterioren Doppelkammregion des Schwanzes. Man beachte die geringe Torsion und die myoseptenähnliche Gestalt der Sehne im Querschnitt. - E: Sehne des M. tendinoarticularis des Sacralsegmentes II (Ausschnitt). Man beachte die dreieckige Aussteifung der Ursprungs-Aponeurose. - F: Aponeurose aus der V1-Serie des M. ilioischiocaudalis aus dem posterioren Doppelkambereich des Schwanzes. Man beachte die U-förmige Gestalt der Aponeurosis und die asymmetrische Versteifung ihres ursprungsnahen Teils. Geschweifte Pfeile weisen nach cranial.

Abb. 52.



Auf dem Myoseptum sind neben longitudinal verlaufenden, starken Collagenfaserbündeln auch zwei Gruppen von schräg verlaufenden Faserscharen zu erkennen. Die eine der beiden Faserscharen entspringt vom lateralen Ursprung und läuft von dort in posteromedialer Richtung über das Myoseptum. Die zweite Faserschar strahlt vom medialen Ursprungsbereich in posterolateraler Richtung über das Myoseptum aus. Die Fasern der drei verschiedenen Scharen kreuzen sich auf der dorsalen Myoseptum-Oberfläche (Abb. 52A).

Die Myosepten sind untereinander durch Muskelfasern verbunden, die auf dem genannten Collagenfasernetz inserieren. Der Insertionswinkel, gegen das Myoseptum gemessen, ist sehr flach ($<10^\circ$). Er nimmt geringfügig ab, je weiter posterior die Muskelfasern auf dem Myoseptum inserieren. Die terminalen Faserbündel der einzelnen Myomere verschmelzen zu einem gemeinsamen Längsstrang, der durch die Spitzen der proximal offenen Myosepten zieht (vgl. Abb. 45, 46).

Ab C IX inserieren die ventralen Faserzüge des M. longissimus in ihrer Gesamtheit auf den distalen Dorsalflächen der Processus transversi und dem Septum transversum. Einige von ihnen verlaufen ausschließlich zwischen jeweils zwei Processus transversi, sind aber nicht eindeutig aus den anderen ventralen Faserbündeln des M. longissimus zu isolieren (Mm. intertransversarii: VALLOIS 1922, FREY 1982).

6.7.2.2. M. longissimus caudae (Abb. 46, 49, 51)

Ursprung: bis Ca III: Ligamenta cingulata der lateralen Osteodermen-Längsreihe des Paravertebralschildes und die Grenzsepten zu den Nachbarmuskeln; ab Ca III weitet sich das Ursprungsareal auf die dritte Schuppenlängsreihe und den lateralen Teil der parasagittalen aus, beschränkt sich in den distalen Schwanzpartien jedoch auf die dritte Längsreihe von der Sagittallinie aus gezählt.

Ansatz: Septum transversum, Dorsalfäche der Processus transversi und lateroarcuales Fetttager, bei Ca III und IV auch die Basen der Processus articulares, ab Ca XI vom Septum transversum durch den M. longissimus caudae (Pars A) verdrängt, inseriert dann immer mehr auf den Basen der Dornfortsätze und den Zygapophysen-Gelenkkapseln.

Gliederung: in konische, nach caudal gerichtete Myomere.

Die Verschiebung des M. longissimus in eine laterodorsale Position, die im Sacralbereich bereits angedeutet ist, verstärkt sich im Schwanzwurzelbereich. Schon ab Ca I wölbt sich der superficielle Anteil der Myosepten extrem nach lateral. Bei Ca III erreichen die M. longissimus-Konen ihren größten Querschnitt. Ihr dermaler Ursprung breitet sich auf den lateralen Teil der medialen und auf die dritte Schuppenlängsreihe aus. Auch die Länge der Myosepten nimmt zu: So erstreckt sich das Myoseptum des Schwanzsegments III über etwa fünf Segmente.

Die Insertionsflächen der erweiterten M. longissimus-Konen sind entsprechend ausgeweitet: Die Muskelfasern setzen auf dem Septum transversum, das lateral über die Processus transversi der basalen Schwanzwirbel hinausragt, und auf der gesamten dorsalen Fläche der Processus transversi an, wobei die am weitesten medial gelegenen Muskelfasern sogar die Basis der Processus articulares erreichen (Abb. 46A). Auch intertransversale Faserzüge sind identifizierbar (Mm. intertransversarii: VALLOIS 1922, FREY 1982), aber nicht isolierbar.

Posterior des Ca III nehmen Querschnitt und Länge der Myosepten kontinuierlich ab (Abb. 46B, C). Die Myomere gelangen allmählich in eine laterale Position und erstrecken sich ab Ca XII nur noch über zwei Segmente. Die Ursprungs-Aponeurosen der Myosepten nehmen eine dreieckige Gestalt an, sind aber im Gegensatz zu denen des Rumpfes vertikal gestellt und entspringen an den beiden Schuppenlängsreihen ventral der Schuppen des Paarkammes. Die im posterioren Bereich der Myosepten ausgebildete flache Sehne ist von ventrolateral nach posterodorsal geneigt. Jedes der posterioren Myosepten des Schwanzes ist über Muskelfasern mit dem Septum transversum, den Dorsalflächen der Processus transversi und den ventralen Teilen der Zygapophysen-Gelenkkapseln verbunden. Die Ursprünge der Myosepten am Septum transversum und am posteroventralen Ast der M. tendinoarticularis-Ursprungssehne bleiben bis zum Schwanzende erhalten. Die ventromedialen Muskelfasern inserieren auf der Hüllfascie des lateroarcualen Fetttagers (vgl. Kapitel 6.11.; Abb. 51).

6.7.2.3. Das *M. longissimus* (Pars A)-System (Abb. 46B, C, 49)

Ursprung: Gürtelligamente der dritten Schuppenlängsreihe ab Ca XI.

Ansatz: *M. longissimus*-Myosepten ab Ca XI, Septum transversum und laterale Flächen der Arcus neurales bis zur Schwanzspitze.

Gliederung: segmental durch nach cranial weisende Myosepten.

Der Beginn des *M. longissimus* (Pars A)-Systems markiert den ersten Schwanzwirbel ohne Processus transversus. Das Muskelsystem schaltet sich ab Ca XI ventral des *M. longissimus* ein. Die craniad gerichteten, dorsoventral abgeplatteten Sehnen des *M. longissimus* (Pars A)-Systems entspringen auf der internen Fläche der Ursprungs-Aponeurose eines *M. longissimus*-Myoseptum und zwar ihrem ventralen Rande genähert. Das *M. longissimus* (Pars A)-System stellt also die craniad verlängerten Myoseptum-Wände der *M. longissimus*-Myosepten dar. Sie werden von den Ursprüngen der *M. longissimus*-Myosepten am Septum transversum in dorsoventraler Richtung überquert.

Etwa ab Ca XV ist an den bis dahin einfach gebauten, horizontal in der Muskulatur liegenden *M. longissimus* (Pars A)-Sehnen eine lateral orientierte, langgestreckt dreieckige und sehr schmale Aponeurosis entwickelt, die sich nach posterior verbreitert und an ihrem ventralen Rand nach medial umbiegt. Auf diese Weise entsteht ein kegelförmiges Myoseptum, dessen ventrale Wand Kontakt zum Septum transversum gewinnt und das von seiner Gestalt her den Myosepten des *M. longissimus* frappierend ähnelt (Abb. 46B, C). Es erstreckt sich über zwei Segmente.

6.7.2.4. *M. longissimus* und *M. longissimus* (Pars A) im weiteren Verlauf des Schwanzes

Obwohl der *M. longissimus* durch die immer breiter werdenden Myosepten des *M. longissimus* (Pars A) vom Septum transversum nach dorsal verdrängt wird, behalten die ventralen Äste seiner Myosepten ihre Ursprünge am Septum bei. Das bedeutet, daß die Collagenfasern an den ventralen Kanten der *M. longissimus*-Myosepten in immer steilerem Winkel auf das Septum transversum zulaufen. Der segmentale Bezug des Systems bleibt gewahrt.

Etwa ab Ca XX, wo der *M. longissimus* (Pars A) dieselbe Größe erreicht wie der *M. longissimus*, beträgt der Winkel der ventralen Ursprünge der *M. longissimus*-Myosepten 90° zum Septum transversum. Die Myosepten verschmelzen mit den Gürtelligamenten, die den Aponeurosen des *M. longissimus* (Pars A) als Ursprung dienen.

Die Enden der *M. longissimus* (Pars A)-Sehnen sind, wie die des *M. longissimus*, von ventrolateral nach dorsomedial gegen die Horizontalebene geneigt (Abb. 46C). Die Verbindung der *M. longissimus* (Pars A)-Myosepten durch Muskelfasern erfolgt in der für den *M. longissimus* beschriebenen Weise. Auch zwischen dem *M. longissimus* und dem *M. longissimus* (Pars A) bestehen muskuläre Verbindungen über Faserbündel, die von den dorsalen Myoseptum-Flanken des *M. longissimus* (Pars A) in anterodorsaler Richtung an die ventralen Flanken der *M. longissimus*-Myosepten ziehen.

Durch das größer werdende *M. longissimus* (Pars A)-System verschiebt sich die Insertionsfläche des *M. longissimus* weit nach dorsal. Sie umfaßt schließlich die Zygapophysen-Gelenkkapseln, die dorsolateralen Flächen der Neuralbögen und die Dornfortsatzbasis (Abb. 46B, C). Die Insertionsfläche des *M. longissimus* (Pars A)-Systems dagegen verläuft über die dorsalen Aspekte der Arcus-Seitenflächen und die Basen der Processus articulares (Abb. 46C).

6.7.3. *Musculus iliocostalis dorsi* (Abb. 53, 55-56)

Synonyme: Sacrolumbalis (BUTTMANN 1826); *M. sacro-lumbalis* (CUVIER 1835, OWEN 1866); *Mm. intercostales externi* (partim), *M. longissimus dorsi* (MECKEL 1828); *M. iliocostalis* (FÜRBRINGER 1876, GADOW 1882, GASC 1981); *M. sacro-spinalis* (HOFFMANN 1890); *M. ileo-costalis* (MAURER 1896); *M. iliocostalis dorsi* (VALLOIS 1922).

Ursprung: Fascia lumbodorsalis, Lateralkante der lateralen Osteodermen-Längsreihe des Paravertebralschildes.

Ansatz: vertebrocostale Segmente aller Thoracalrippen, Processus uncinati, Lateralteil des Septum transversum, Vorderhorn des Ilium.

Gliederung: segmental durch sehr derbe faserknorpelige Myosepten, im Lumbal teil: gefaltete Myosepten.

Der M. iliocostalis dorsi ist die posteriore Verlängerung des M. iliocostalis cervicis (vgl. Kapitel 6.1.6.). Seine Faserbündel verbinden die vertebrocostalen Rippensegmente miteinander. Der durch Myosepten gegliederte, sehnenfreie, aber bindegewebsreiche Muskel konvergiert posterior. Er überspannt die Lumbalregion des Rumpfes frei, teilt sich dort in zwei übereinanderliegende Portionen und inseriert mit einer starken Sehne am Vorderhorn des Ilium. In seinem Verlauf über den Rumpf nach caudal tordiert der Muskel von einer vertikalen Position in eine horizontale.

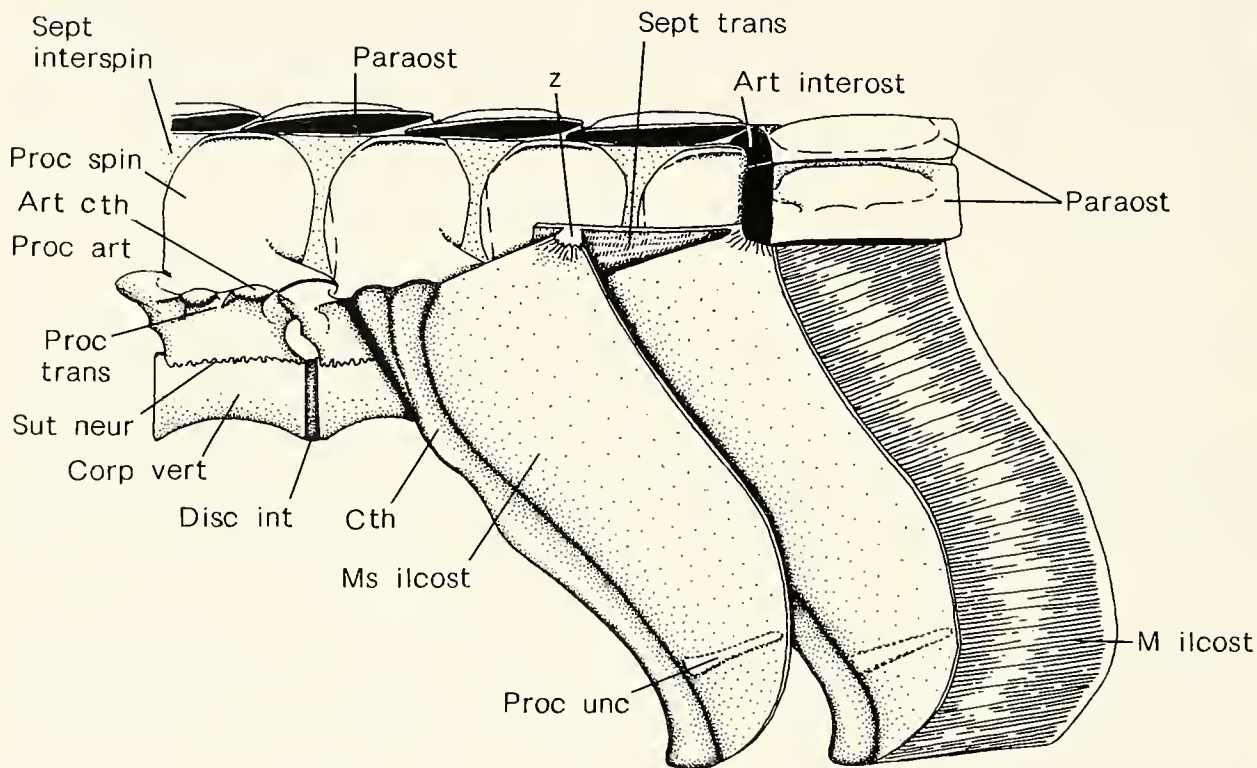


Abb. 53. *Alligator mississippiensis*; Ausschnitt aus der linken Thoracalregion, um die Aufhängung der vertebrocostalen Rippensegmente am Paravertebralschild zu zeigen. Ebenfalls dargestellt ist die intervertebrale Position der Schuppenwirbel und der Muskelfaserverlauf eines Myomer des M. iliocostalis, sowie die Lage der Processus uncinati in den Myosepten des Muskels. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Myosepten des M. iliocostalis im Thoracalbereich stellen nach posterolateral weisende faserknorpelige Verbreiterungen der Rippen dar, in die der knorpelige Processus uncinatus integriert ist (Abb. 53, 56). Die Inscriptiones der M. iliocostalis-Myosepten verlaufen von posteroventral nach anterodorsal. Sie biegen aber auf halber Höhe nach medial um und ziehen in einem posterior konvexen Bogen zum dorsomedialen Rand des M. iliocostalis. Dort enden die Myosepten in einem Bindegewebsknoten unterhalb der lateralen Kante des Paravertebralschildes an denjenigen Stellen, an welchen die Gürtelligamente der epaxialen Muskulatur münden (Abb. 53, 56). Auf diese Weise entsteht eine bindegewebige Verbindung des M. iliocostalis mit den lateralen Ursprüngen der M. longissimus-Myosepten und über die Gürtelligamente letztlich auch zur Wirbelsäule.

Im Lumbalbereich sind die Myosepten des M. iliocostalis stärker gefaltet, wobei im lateralen Muskelbereich eine posterior weisende Welle zu erkennen ist, im medialen Bereich eine anterior weisende. Diese Gestalt der Myosepten bleibt auch dann erhalten, wenn sich der Muskel in zwei übereinanderliegende Portionen spaltet. Der dorsomedialen Portion sind die nach cranial gewölbten Myoseptum-Teile zugeordnet, der lateroventralen

die nach caudal gewölbten. Dabei schiebt sich am dorsomedialen Rand der lateroventralen Muskelportion ein nach anterior gerichteter Bogen ein (Abb. 55).

Mit Muskelfaserbündeln und dazwischen austretenden Collagenfasern inseriert der M. iliocostalis dorsi an der derben Fascia lumbodorsalis (Abb. 55, 56). Die zu bandartigen Gruppen zusammengefaßten Collagenfaserbündel der Fascie überkreuzen die Muskelfasern des M. iliocostalis im Winkel von etwa 100° und inserieren ab Th III an der Lateralkante des Paravertebralschildes. Mit der Haut der Rumpfflanken ist die Fascia lumbodorsalis lediglich durch lockeres Bindegewebe verbunden (vgl. Abb. 55).

Mit dem Kürzerwerden der Rippen ab Th VIII konvergiert der Muskel nach posterior (Abb. 55, 56). Die kurze Rippe des neunten Thoracalwirbels dient als Ursprung für den lumbalen Abschnitt des M. iliocostalis. Nur die am weitesten medial gelegenen profunden Muskelfaserbündel setzen an den Lumbalrippen und den lateralen Kanten der Processus transversi an. Die lateralen Faserzüge der lateroventralen M. iliocostalis-Portion inserieren auf einer horizontalen Fascie, die als laterale Verlängerung des Septum transversum mit starken, transversal verlaufenden Collagenfaserbündeln unter der lateralen Kante der dorsomedialen M. iliocostalis-Portion erscheint und den M. puboischiofemorales internus bedeckt. Die Collagenfaserbündel der Fascie laufen vom posteromedial nach anterolateral, um sich über die laterale Kante des Muskels in die anterodorsad laufenden Collagenfasern der Fascia lumbodorsalis zu verlängern. Die letzteren werden von Collagenfaserbündeln aus der Ursprungs-Aponeurose des M. obliquus externus gekreuzt. Die lateralen Muskelfasern der lumbalen M. iliocostalis-Region sind von den am weitesten nach dorsal reichenden Muskelfasern des M. obliquus abdominis externus und dessen Ursprungs-Aponeurose überlagert, an deren Internfläche sie angeheftet sind.

Die medialen Muskelfasern des M. iliocostalis inserieren an der Facies lateralis des Grenzseptum zum M. longissimus (Abb. 53, 56). Die profunden Muskelfasern besetzen fast die gesamte externe Fläche der Rippen und verbinden die faserknorpeligen Myosepten miteinander. Außerdem inserieren auf den Fascien der tiefen Intercostalmuskeln, mit denen sie sehr fest verbunden sind (Abb. 56). Die medialen Faserzüge der lateroventralen Portion vereinigen sich mit den lateralen der medialen Portion, um sehnig am Vorderhorn des Ilium zu inserieren.

6.8. Muskulatur der Rumpfwand

Ich möchte auf die Rumpfwand-Muskulatur nur soweit eingehen, wie es für das Verständnis der Biomechanik des Krokodilkörpers notwendig ist. Besonderer Wert wird auf die Kenntnis der Haut-Muskel-Verbindungen gelegt. In der Systematik und der Nomenklatur dieser Muskelgruppe beziehe ich mich auf GASC (1981).

6.8.1. Musculus obliquus abdominis externus und Musculus intercostalis externus proprius

M. obliquus abdominis externus (Abb. 54-56):

Synonyme: Oblique descendens (BUTTMANN 1826); Äußerer schiefer Bauchmuskel (MECKEL 1828); Grand oblique (CUVIER 1835); M. obliquus abdominis externus (GORSKI 1852, GADOW 1882); M. obliquus externus (STANNIUS 1856, HOFFMANN 1877-1878, 1890, FÜRBRINGER 1876); M. obliquus externus, M. obliquus internus und M. serratus (SCHNEIDER 1879); M. obliquus externus superficialis und M. obliquus externus profundus (MAURER 1896, GASC 1981); M. obliquus subcutaneus, M. obliquus externus superficialis supracostalis und M. obliquus externus profundus intercostalis (NISHI 1937).

Ursprung: Fascia lumbodorsalis, über diese am lateralen Rande des Paravertebralschildes.

Ansatz: Schultergürtel, Ventralteil des M. iliocostalis, M. rectus abdominis.

Gliederung: M. obliquus abdominis externus superficialis, M. obliquus abdominis externus profundus.

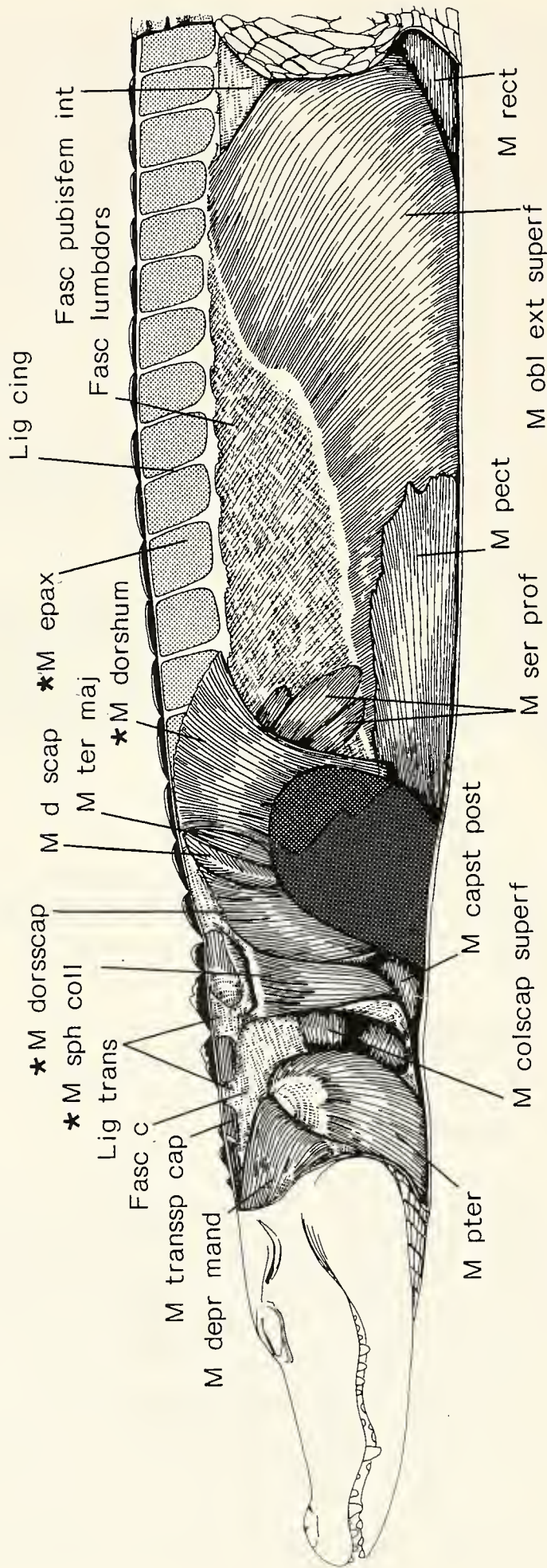


Abb. 54. *Alligator mississippiensis*; Situs der Muskulatur des Halses, der Schulter und des Rumpfstammes der linken Körperseite von lateral gesehen. Die Vorderextremität ist abgesetzt (dunkles Raster) und die epaxiale Muskulatur ist punktiert. Man beachte die stattliche Ausdehnung der Fascia lumbodorsalis, den gefiederten M. serratus und die Gürtelligamente. Muskeln mit Hautkontakt sind mit * markiert. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

M. intercostalis externus proprius (Abb. 56):

Synonyme: Intercostales (partim) (BUTTMANN 1826); Zwischenrippenmuskeln (partim) (MÉCKEL 1828); Intercostaux (CUVIER 1835); Intercostales (partim) (STANNIUS 1856, SCHNEIDER 1879); Mm. intercostales (partim) (GADOW 1882); M. intercostalis externus (MAURER 1896, NISHI 1937); M. intercostalis externus proprius (GASC 1981).

Ursprung: Hinterkanten der Thoracalrippen, Fascia lumbodorsalis.

Ansatz: Vorderkanten der Thoracalrippen.

Der M. obliquus abdominis externus (superficialis et profundus) und der M. intercostalis externus proprius beschränken sich auf die laterocostalen und sternocostalen Rippensegmente. Der M. obliquus abdominis externus bedeckt die laterale Rumpfwand im hinteren thoracalen und im lumbalen Bereich vollständig als superficielle Muskellage und erreicht in seiner Verlängerung nach anterior den Schultergürtel, wobei seine dorsale Kante von posterodorsal nach anteroventral abfällt (Abb. 54). Im Thoracalbereich bedeckt er die externe Intercostalmuskulatur (Abb. 56). Seine Ursprungslinie erscheint dort gezackt. Die Muskelzacken erreichen zwischen den M. iliocostalis-Myosepten ihre größte Höhe.

Überall dort, wo der M. obliquus abdominis externus den M. iliocostalis überlagert, sind die beiden Muskeln über die Fascia lumbodorsalis fest miteinander verwachsen, wobei die M. obliquus abdominis externus-Fasern diejenigen des M. iliocostalis im Winkel von etwa 100° kreuzen (vgl. Kapitel 6.7.3.). Die Collagenfaserbündel der Fascia lumbodorsalis verlängern die Muskelfaserbündel des M. obliquus abdominis externus und erreichen den Rand des Paravertebralschildes, mit dem sie fest verwachsen sind. Der M. obliquus abdominis externus gewinnt auf diese Weise einen festen Kontakt zum Rückenpanzer, der über die gesamte Ausdehnung des Muskels erhalten bleibt (Abb. 54).

Der M. obliquus abdominis externus entspringt mit nur wenigen dünnen Bindegewebsfäserchen (Retinacula) an den Rippen. Zwischen der Innenfläche des Muskels und den Rippen sind Fettkörper eingelagert, die eine Verschiebung des M. obliquus abdominis externus gegen die Rippen zulassen. Seine groben, bindegewebsreichen Muskelfasern verlaufen von anterodorsal nach posteroventral (Abb. 54, 55).

Medial des M. obliquus abdominis externus profundus-Blattes liegt der M. intercostalis externus proprius, dessen Muskelfasern jeweils zwei benachbarte Rippen der Th I bis VIII miteinander verbinden (Abb. 56). Die Faserverlaufsrichtung ist identisch mit der des M. obliquus abdominis externus, gegen den der M. intercostalis externus proprius durch eine dünne Fascie abgetrennt ist. Mit seinen dorsalen Faserzügen erreicht der M. intercostalis externus proprius die interne Fläche der Fascia lumbodorsalis, über die eine Verbindung zum Paravertebralschild hergestellt wird. Die Anheftung an den anterioren, bzw. posterioren Rippenrändern erfolgt über seine dünne mediale Fascie, die zum Teil aponeurosenartig verstärkt ist.

Ansonsten treten zwischen den Fasern des M. intercostalis externus proprius und den Rippenkanten in lockeres Bindegewebe eingebettete Fettlinsen auf, die eine Verschiebung des M. intercostalis externus proprius gegen die Rippen zulassen. Die Verbindung zum M. obliquus abdominis externus ist hingegen verhältnismäßig fest.

Einige Muskelfasern am posterioren Rand der anterioren Segmente des M. intercostalis externus proprius greifen über die folgende Rippe hinweg und erreichen das nächstfolgende Muskelsegment. Am ventralen posterioren Rand dieser Faserzüge erscheinen kurze Insertions-Aponeurosen, die mit den externen Rippenflächen verwachsen sind. Durch die Abtrennung dieser akzessorischen Faserbündel von der intercostalen Hauptmasse der Muskelfasern und durch Lagen lockeren Bindegewebes bleibt die Verschieblichkeit der intercostalen M. intercostalis externus proprius-Fasern gegen die Rippen erhalten.

6.8.2. Musculus obliquus abdominis internus und Musculus intercostalis internus

M. obliquus abdominis internus (Abb. 55-56):

Synonyme: Oblique internus (BUTTMANN 1826); Petit oblique (CUVIER 1835); M. obliquus internus und M. subcostalis (STANNIUS 1856); M. obliquus internus abdominis

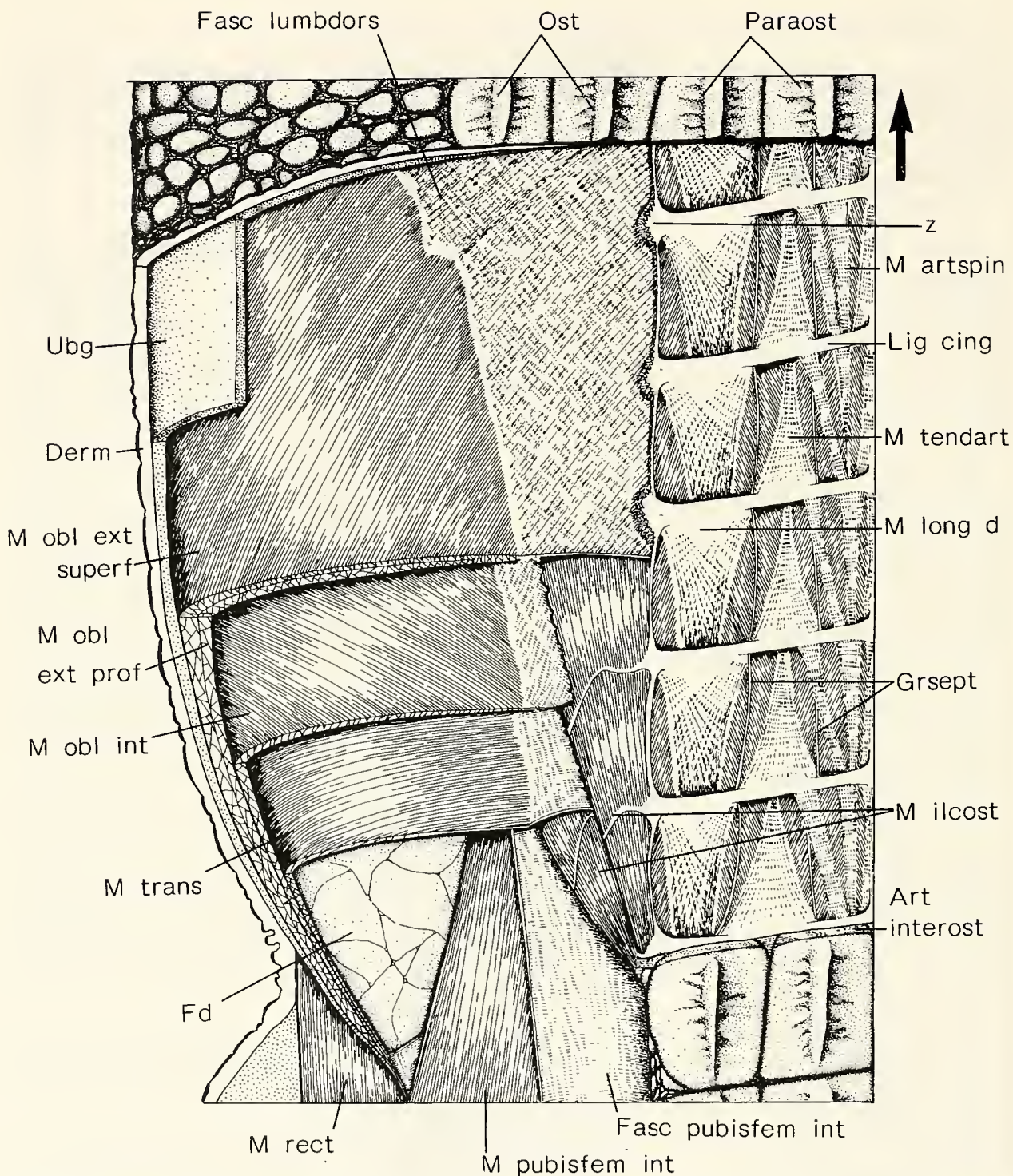


Abb. 55. *Alligator mississippiensis*; Situs der linken Lumbalmuskulatur von dorsal gesehen. Die Schichten der Rumpfwand-Muskulatur sind freigelegt. Man beachte ihre Aufhängung am lateralen Rande der zweiten Schuppenlängsreihe über die Fascia lumbodorsalis. Die Verdickungen am lateralen Ende der Gürtelligamente (z) sind die durchtrennten Aufhängeligaente der M. iliocostalis-Myosepten. Die Schuppenlängsreihen lateral des Paravertebralschildes und die Flankenhaut sind über lockeres Bindegewebe mit der Muskulatur verbunden, während die epaxialen Muskelsysteme über die Gürtelligamente und Muskelfasern direkt mit den Osteodermen der Haut fest verwachsen sind. Die Fascia lumbodorsalis über dem M. iliocostalis ist zum Teil entfernt, um dessen Segmentierung zu zeigen. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

(HOFFMANN 1877-1878); M. obliquus abdominis internus (GADOW 1882); M. obliquus internus profundus und M. intercostalis internus (NISHI 1937); M. obliquus internus (GASC 1981).

Ursprung: Fascia lumbodorsalis, über diese am Paravertebralschild, am M. iliocostalis, an der Hinterkante der achten und Ende der neunten Thoracalrippe und am dazwischenliegende Septum.

Ansatz: siehe M. obliquus abdominis externus.

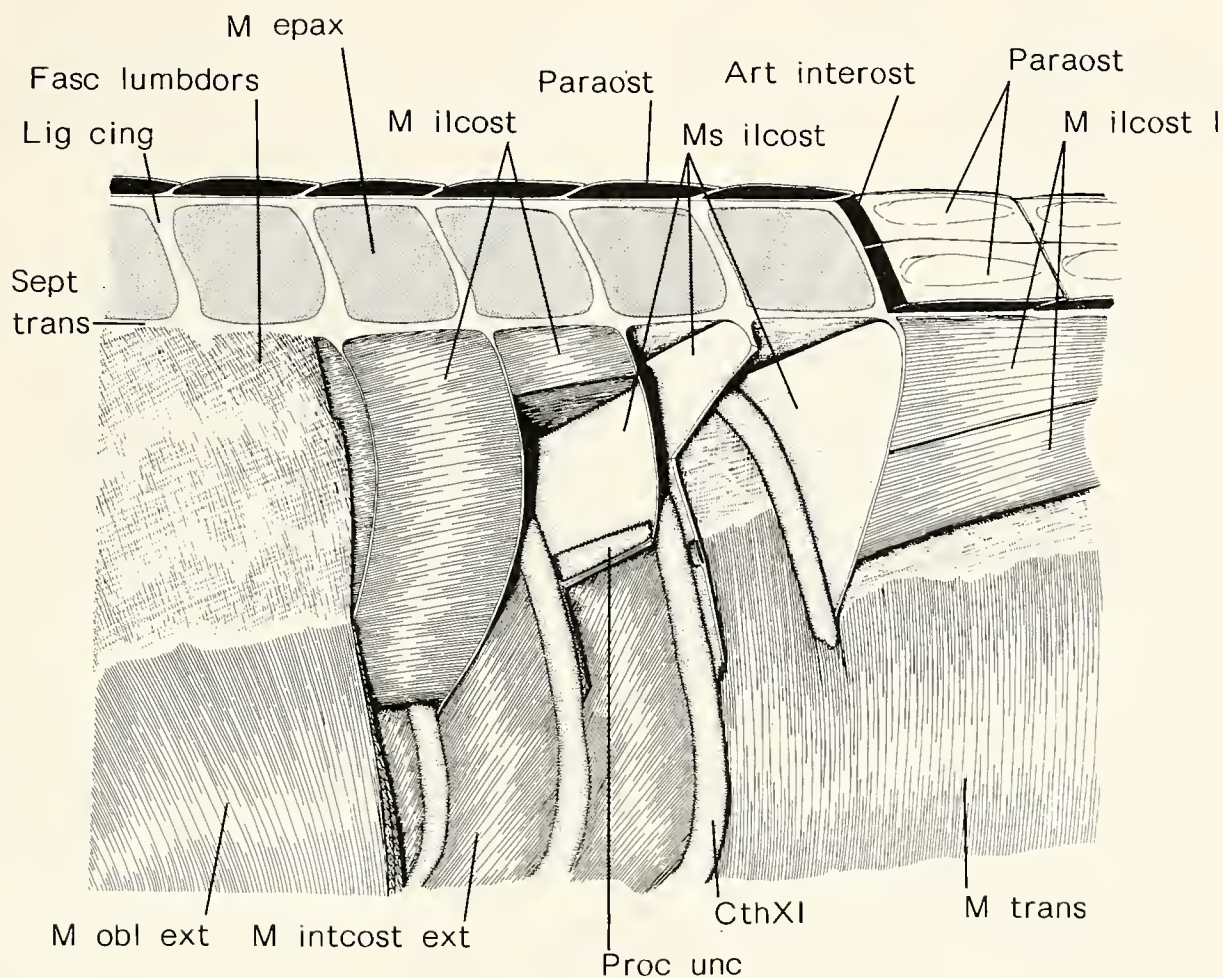


Abb. 56: *Alligator mississippiensis*; Intercostalmuskulatur der linken Körperseite in Lateralansicht (posteriore Thoracalregion). Die Mm. obliquus abdominis externus und internus mit der Fascia lumbodorsalis und der M. iliocostalis sind teilweise abpräpariert, ebenso die Myosepten des M. iliocostalis mit den eingelagerten Processus uncinati, um die Schichtung der Intercostalmuskulatur darzustellen. Die epaxiale Muskulatur ist punktiert dargestellt. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

M. intercostalis internus:

Synonyme: Intercostales (partim) (BUTTMANN 1926); Zwischenrippenmuskeln (partim) (MECKEL 1928); Intercostaux (partim) (CUVIER 1835); Mm. intercostales (partim) (STANNIUS 1856, SCHNEIDER 1879, GADOW 1882); M. intercostalis internus (MAURER 1896, NISHI 1937, GASC 1981).

Ursprung: Hinterkante der Rippen.

Ansatz: Vorderkante der Rippen, Lateralfläche des Sternum.

Der ausgesprochen dünne M. obliquus abdominis internus mit seinen groben, aber bindegewebsarmen Fasern, die von posterodorsal nach anteroventral laufen, ist aus der Literatur hinreichend bekannt. Über die Fascia lumbodorsalis, auf deren lateraler Kante der M. obliquus abdominis internus im Lumbalbereich entspringt, ist der Muskel sowohl

mit der Innenfläche des *M. obliquus abdominis externus profundus* als auch mit der Lateralkante des *M. iliocostalis* und dem Paravertebralschild fest verwachsen. Außerdem dienen dem *M. obliquus abdominis internus* die Hinterkante der achten Thoracalrippe sowie das Ende der folgenden Rippe und die dazwischen liegende Fascie als Ursprung. Mit der Medialfläche des *M. obliquus abdominis externus profundus* steht der *M. obliquus abdominis internus* - mit Ausnahme seines Ursprunges - nur mit zarten *Retinacula* in Verbindung, was eine Verschieblichkeit der beiden Muskeln gegeneinander gewährleistet.

Die posterioren Fasern des *M. obliquus abdominis internus* entspringen mit einer Aponeurose, deren Collagenfaserbündel diejenigen der *Fascia lumbodorsalis* im Rechten Winkel kreuzen. Die Aponeurose bildet zusammen mit derjenigen des *M. transversus abdominis* ein derbes Fasciengebilde, welches dem posterioren Teil der Medialfläche des *M. obliquus abdominis externus profundus* aufliegt und flächig mit diesem verwachsen ist. In diese Fascie strahlen von dorsal kommende Collagenfaserbündel aus der *Fascia cruris* ein, über die ein Kontakt zur dorsalen Oberschenkelhaut und zum lateralen Rand des Paravertebralschildes im Sacralbereich hergestellt wird.

Der *M. intercostalis internus* kann von seiner Topographie und Faserverlaufsrichtung her als die anteriore Verlängerung des *M. obliquus abdominis internus* betrachtet werden. Seine Fasern sind fest mit den anterioren, bzw. posterioren Rippenkanten verwachsen und verbinden je zwei Rippen miteinander. Die dorsalen Faserbündel des *M. intercostalis internus* schieben sich ein Stück weit unter die *M. iliocostalis*-Masse und enden schließlich zwischen den vertebrocostalen Segmenten der Rippen mit einer Fascie, deren Collagenfasern in derselben Richtung verlaufen wie die Muskelfasern. Der dorsale Rand des gesamten *M. intercostalis internus*-Systems fällt von posterodorsal nach anteroventral hin ab. Anterior inserieren die tiefreichenden Faserbündel des Muskels auch auf den Lateralfächen des Sternum. Die von MAURER (1896) beschriebenen segmentübergreifenden Faserbündel des *M. intercostalis internus dorsalis longus* konnten nicht am *M. intercostalis internus*, sondern nur am *M. intercostalis externus* gefunden werden.

6.8.3. *Musculus transversus abdominis* (Abb. 55-56)

Synonyme: *Transversus abdominis* (BUTTMANN 1826, FÜRBRINGER 1876); Querer innerer Bauchmuskel (MECKEL 1828); *Transverse* (CUVIER 1835); *Transversus* (RATHKE 1866); *M. transversus* (STANNIUS 1856, MAURER 1896, GASC 1981); *M. transversus abdominis* (HOFFMANN 1877-1878, 1890, GADOW 1882); *M. transversus ventralis* (SCHNEIDER 1879); *M. transversus profundus* und *M. subcostalis* (NISHI 1937).

Ursprung: siehe *M. obliquus abdominis internus*.

Ansatz: *Facies mediales* der latero- und sternocostalen Segmente der Thoracalrippen.

Der tiefste Rumpfwandmuskel ist der *M. transversus abdominis*, dessen lange Muskelfasern von dorsal nach ventral ziehen und diejenigen des *M. obliquus abdominis internus* im Winkel von 45° kreuzen. Der Ursprung des *M. transversus abdominis* ist identisch mit dem des *M. obliquus abdominis internus*. Festere Verwachsungen zwischen den beiden Muskeln existieren nur in ihrem anterioren und posterioren Berührungsareal. Über die *Fascia lumbodorsalis* wird die Verbindung zwischen dem *M. transversus abdominis* und dem Paravertebralschild hergestellt.

Der *M. transversus abdominis* verlängert sich nach anterior, wobei er über die Innenflächen der Laterocostal- und Sternocostalsegmente der Thoracalrippen hinwegzieht. Gegen die Körperhöhle ist der Muskel durch seine interne Fascie abgegrenzt, die an den Rippen angeheftet ist.

In seinem Verlauf nach anterior reduziert sich der muskuläre Anteil des *M. transversus abdominis* von dorsal her sehr rasch, so daß letztlich nur noch seine Fascie übrigbleibt, die die Thoraxhöhle auskleidet. Erst im anterioren Thoracalbereich treten wieder Muskelfasern auf, die die Interclavicula mit der ersten Thoracalrippe verbinden.

6.8.4. *Musculus rectus abdominis*

Synonyme: *Rectus abdominis*, *Pyramidalis* (BUTTMANN 1826, GORSKI 1852); Gerader Bauchmuskel, pyramidenförmiger Muskel (MECKEL 1828); *Pyramidalis*, *Retrahens pelvim* (STANNIUS 1856); *Pyramidalis* (RATHKE 1866); *M. rectus abdominis*

(HOFFMANN 1877-1878, 1890, SCHNEIDER 1879); M. rectus ventralis, lateralis und internus (GADOW 1882); M. rectus abdominis und M. trunco-caudalis (MAURER 1896, NISHI 1937).

Ursprung: letzter thoracaler Rippenbogen (sternocostales Segment), Xiphisternum-Hörner.

Ansatz: craniale Ränder der knorpeligen Pubis-Areale, Ventralränder der M. obliquus-M. transversus-Gruppe.

Gliederung: Pars interna, Pars externa, unterbrochen durch Abdominalrippen.

Da Verlauf und Bau des M. rectus abdominis wohlbekannt sind, sei nur darauf hingewiesen, daß er über seine Verbindungen zur lateralen Rumpfwandmuskulatur mit der Fascia lumbodorsalis in mittelbarem Kontakt steht und damit auch mit dem Paravertebralschild. Der Muskel verbindet den knorpeligen Sternalapparat mit den beweglichen Ossa pubis.

6.9. Hypaxiale Schwanzmuskulatur

6.9.1. Musculus transversus caudae

Synonym: M. transversus perinei (ROMER 1923).

Ursprung: Rippen der Ca I bis IV.

Ansatz: Septum verticale zwischen den Haemalbögen der Ca I und II.

Die geringe Mächtigkeit und die von dorsal nach ventral orientierte Faserverlaufsrichtung hat der M. transversus caudae mit dem M. transversus abdominis gemeinsam. Der Muskel entspringt mit einer schwachen Aponeurosis an den distalen Enden der Costae caudales der Ca I bis IV. Er umfaßt den nach lateral zwischen den beiden M. ilioischio-caudalis-Köpfen austretenden M. caudofemoralis longus. Der M. transversus caudae verläuft zwischen den beiden Muskeln und erreicht die Haut nur im Ausschnitt zwischen den M. ilioischio-caudalis-Köpfen über eine dicke Schicht lockeren Bindegewebes. Nach ventromedial konvergierend erreichen seine Fasern das Septum verticale im Bereich der Hämalbögen von Ca I und II.

6.9.2. Musculus ilioischio-caudalis-System (Abb. 57-61)

Synonyme: ohne Namen Seite 13 (BUTTMANN 1826); Ischio-coccygien (CUVIER 1835); M. ischio-coccygeus (GORSKI 1852, STANNIUS 1856); M. ilio-ischio-coccygeus (HAIR 1868); M. ilio-ischio-caudalis (GADOW 1882, FREY 1982).

Ursprung: caudales Iliumhorn, Facies interior des Ischium, M. rectus abdominis.

Ansatz: laterale Kanten der Caudalrippen, Apices der Processus haemales, Septum horizontale, Septum transversum, Lateralfächen der Corpora vertebrales und der Arcus haemales ab Ca II, Haut und deren Gürtelligamente.

Gliederung: Caput iliacum, Caput ischiadicum (Pars ischiadica et rectalis), komplex gefaltete Myosepten.

Mit zwei mächtigen Köpfen entspringt der M. ilioischio-caudalis auf dem posterioren Horn des Ilium und der Facies interior des Ischium, wobei der ischiale Kopf Muskelfasern aus dem truncocaudalen Teil des M. rectus abdominis externus aufnimmt (Abb. 57, 58). Die beiden Köpfe des M. ilioischio-caudalis treffen sich in Höhe des dritten Schwanzwirbels und bilden fortan ein großes Muskelsystem, das durch höchst komplex gebaute Myosepten charakterisiert ist. Diese Komplexität der Myosepten-Differenzierung erfordert die Bezeichnung der einzelnen Bestandteile der Myosepten. Sie werden von dorsal nach ventral mit den Zeichen V (für ventral) 1 bis V5 gekennzeichnet. V1, V3 und V5 weisen nach posterior, V2 und V4 nach anterior. Da die Aponeurosen der einzelnen Myosepten serial über den ganzen Schwanz hinweg hintereinander geschaltet sind, kann die Benennung für jedes Myoseptum beibehalten werden. Von V*-Systemen zu sprechen wäre unrichtig, da die Aponeurosen-Serien V1 bis V5 Differenzierungen jeweils eines einzigen M. ilioischio-caudalis-Myoseptum sind (vgl. FREY 1982). Zwischen den Aponeurosen-Serien existieren keine longitudinal verlaufenden Grenzsepten. Die Segmentierung des

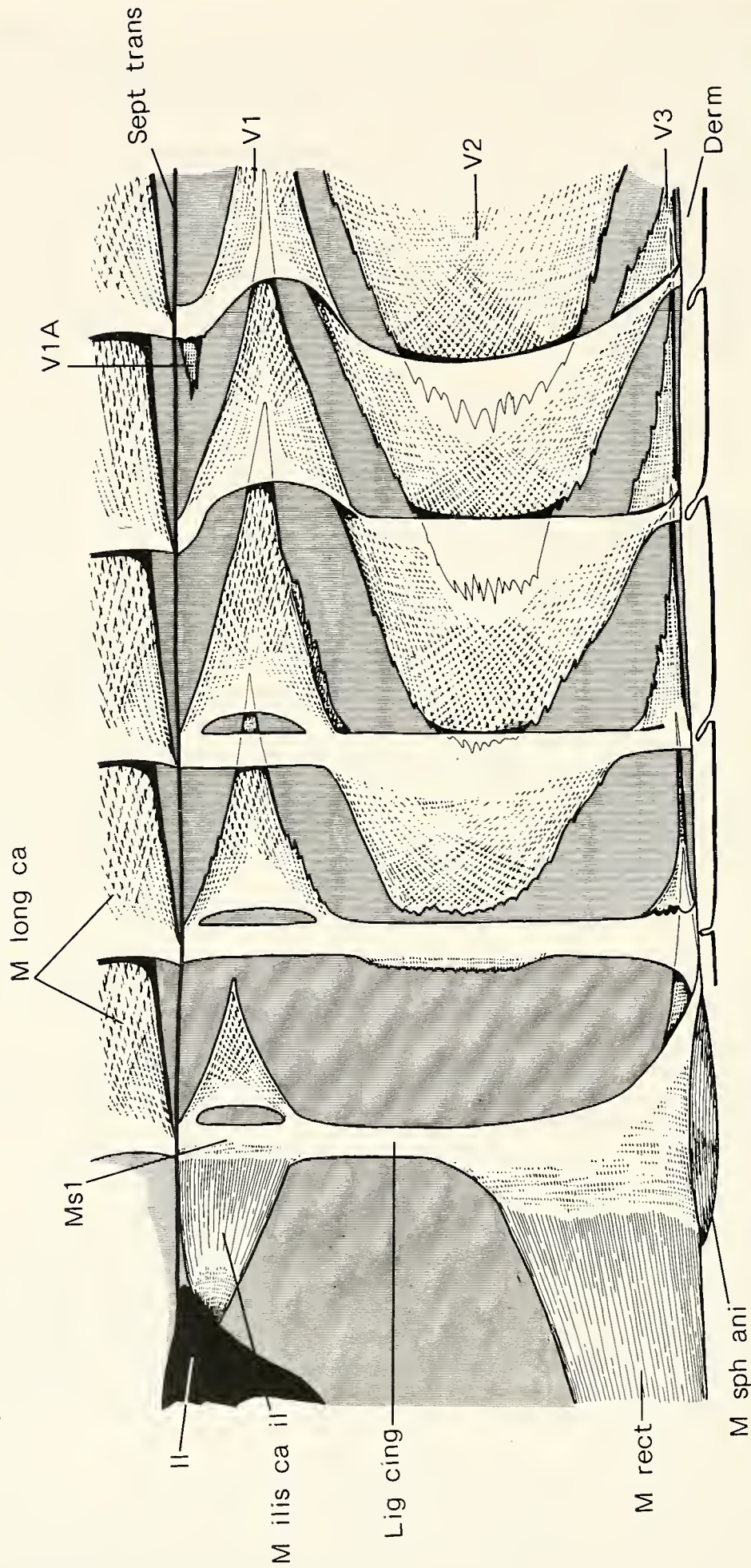


Abb. 57. *Alligator mississippiensis*; Myosepten der hypaxialen Schwanzmuskulatur in Lateralansicht von links. Alle Muskelfasern sind bis auf diejenigen des *M. sphincter ani*, des *M. rectus abdominis* und des ilialen *M. ilioischio-caudalis*-Kopfes sind entfernt. Man beachte die Verschiebung der Myosepten-Elemente der V1-Serie bei Caudalsegment V. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Muskels korrespondiert mit den Wirbelsegmenten des Achsenskeletts. Eine Korrelation mit den Myosepten der epaxialen Muskulatur ergibt sich daraus zwingend.

Im Schwanzwurzelbereich inseriert der *M. ilioischiocaudalis* nur an den lateralen Kanten der Schwanzrippen und den knorpeligen Spitzen der Hämalbögen (Abb. 60A). In seinem Verlauf nach posterior nimmt die Ansatzfläche auf der Wirbelsäule und ihren Septa in dem Maße zu, wie der Durchmesser des *M. caudofemoralis longus* abnimmt (Abb. 60B). Mit dem caudalen Ende des *M. caudofemoralis longus* wird der *M. ilioischiocaudalis* der einzige hypaxiale Schwanzmuskel (Abb. 60C).

Gegen den *M. caudofemoralis longus* ist der *M. ilioischiocaudalis* durch eine Fascie abgegrenzt, die gleichzeitig den Boden für seine Myomere bildet (Abb. 58, 60). Die dorsale Begrenzung des Muskels bildet das Septum transversum, an welchem auch die dorsalen Ränder der Myosepten inserieren (Abb. 57). In der ventralen Sagittallinie wird der Muskel durch das nach ventral verlängerte Septum verticale begrenzt. Seine Gliederung in Myosepten beginnt bereits auf den beiden Köpfen unmittelbar posterior der Ursprünge.

Das erste Myoseptum des ilialen Kopfes des *M. ilioischiocaudalis* entspringt in Höhe des zweiten Schwanzwirbels auf dem Gürtelligament zwischen den Schuppenwirbeln II und III des Schwanzes und auf dem Septum transversum in medialer Verlängerung des dermalen Ursprunges (Abb. 57). Das flächige Myoseptum erstreckt sich über die Länge eines Segmentes und konvergiert posterior. Die Gestalt des Myoseptum gleicht also einem Dreieck, das von dorsomedial nach ventrolateral geneigt ist und dessen lateraler Rand stark nach ventral umgebogen ist (vgl. Abb. 60A).

Das zweite Myoseptum des Muskelkopfes hat einen breiteren Ursprung auf dem Gürtelligament als das erste (Abb. 57). Der anteriore ventrale Rand seines dermalen Ursprungsgebietes verlängert sich in das Gürtelligament der caudalen Schuppenwirbel III und IV, welches das zweite Myoseptum des ilialen mit dem zweiten des ischialen Muskelkopfes verbindet.

Der ischiale Kopf besteht aus Muskelfaserbündeln verschiedener Herkunft (Abb. 57, 58): Sein ventrolateraler Teil entsteht aus den truncocaudalen Fasern des *M. rectus abdominis externus*. Sie unterspannen die ventralen Beckenknochen und inserieren zunächst auf einem Fascienblatt, das zwischen den superficialen und den profunden *M. rectus*-Schichten in posteriorer Richtung austritt und am Gürtelligament zwischen den caudalen Schuppenwirbeln II und III angeheftet ist. Das Ligament zieht auf der Schwanzflanke weit nach dorsal, erreicht aber den ilialen Kopf des *M. ilioischiocaudalis* nicht, sondern inseriert an der Haut. Der anteriore Rand des Gürtelligaments ist in eine dünne Fascie verlängert, die maximal über ein halbes Segment nach cranial reicht und im ventrolateralen Ligamentbereich ihre größte Ausdehnung hat. Medial biegt das Ligament schwach nach caudal um und geht - angeschmiegt an den posterioren Rand des *M. sphincter ani* - in die caudale Linea alba über. Die Anhänge dieses Gürtelligaments werden als das erste Myoseptum des ischialen *M. ilioischiocaudalis*-Kopfes definiert (= erstes V1-Myoseptum). Es korrespondiert von seiner Lage her mit dem ersten Myoseptum des ilialen Kopfes.

Der ventromediale Anteil des ersten Myoseptum im ischialen Muskelkopf nimmt starke Muskelfaserbündel auf, die an der posterioren Kante des Ischium und an der Fascie des *M. sphincter ani* entspringen (Abb. 57, 58). Die lateralen Faserbündel dieser Pars ischiadica sind mit den medialen der Pars rectalis verbunden und biegen gemeinsam mit diesen nach posterodorsal um, wo sie sich in Höhe des dritten Schwanzwirbels mit den ventralen Faserzügen des Caput iliacum vereinigen.

Der Großteil der medialen Faserbündel des Caput ischiadicum (Pars ischiadica) inserieren jedoch auf einer breiten, horizontalen Aponeurose, die mit breiter Basis lateral des *M. sphincter ani* auf dem ersten Myoseptum entspringt und nach posterior konvergiert (= erste V3-Aponeurose; Abb. 58). Der mediale und laterale Rand der Aponeurose liegt frei in der Muskulatur. Dorsal dieser Aponeurose ist der starke Sehnenkern des Caput ischiadicum zu erkennen, der immer breiter werdend in posteromedialer Richtung zieht, um sich mit dem Vertikalseptum zwischen den Hämalbögen zu verbinden.

Lateral der soeben erwähnten Aponeurosis ist eine weitere, sehr viel kleinere zu erkennen, die ebenfalls am Gürtelligament entspringt und über einzelne lange Collagenfaserbündel mit dem lateralen Rand der großen Aponeurosis in Verbindung tritt.

Der anteriore Rand des zweiten Myoseptum des Caput ischiadicum ist verlängert und erreicht den posterioren Rand des ersten an der Stelle, an der es den Seitenrand des *M. sphincter ani* berührt. Von hier aus nach medial sind die beiden Myosepten durch eine fast geschlossene Fascie miteinander verbunden, welche nahe ihrem lateralen Rande von einem ovalen Fenster durchbrochen wird (Abb. 58).

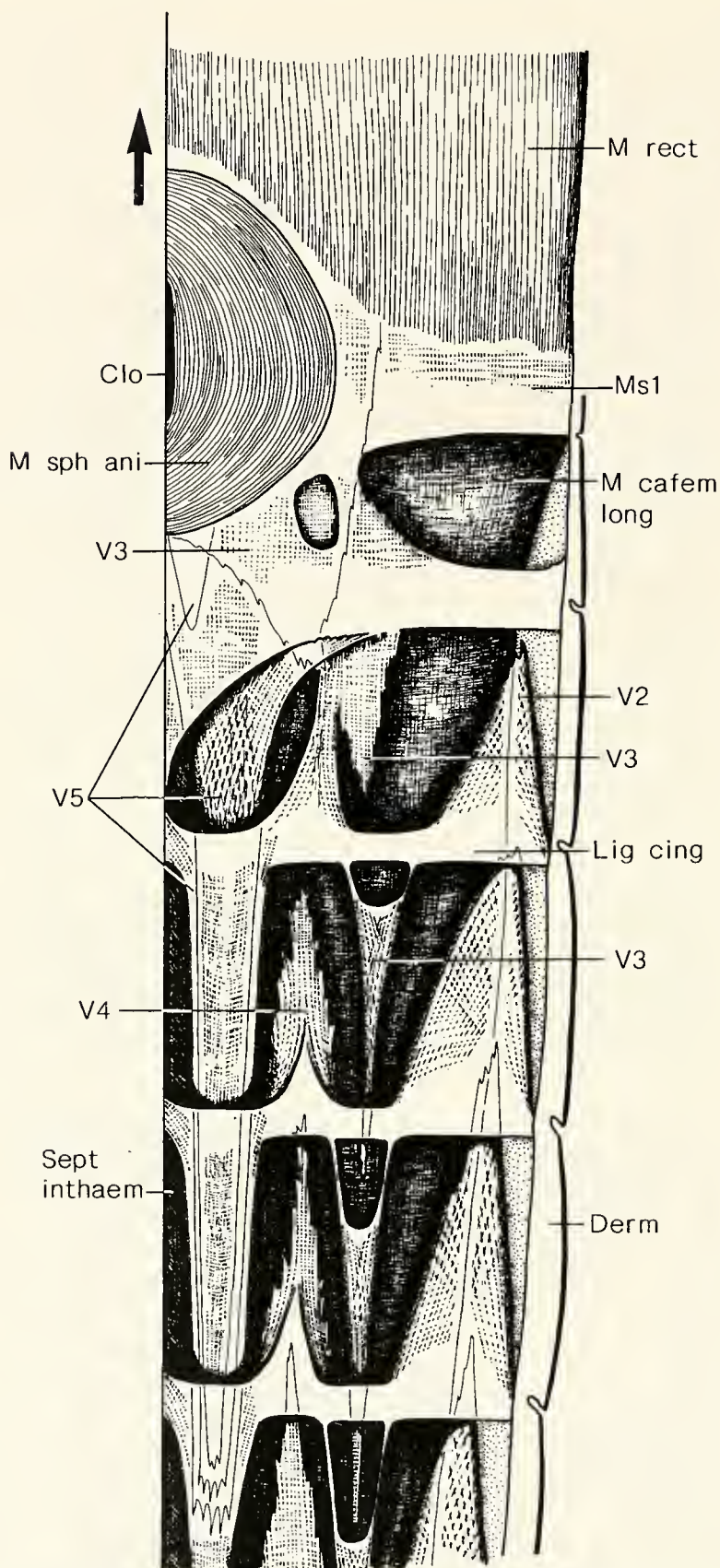


Abb. 58. *Alligator mississippiensis*; Myosepten der linken hypaxialen Schwanzmuskulatur von ventral gesehen. Die Muskelfasern sind abpräpariert. Man beachte die Verschiebung der V3-Serie nach posterior im Bereich der Caudalsegmente IV und V und die langen Konen der V5-Serie an den basalen Caudalsegmenten. In den Überlagerungsbereichen sind die superficiellen Myoseptenbereiche transparent dargestellt. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die laterale der beiden nach caudal weisenden Aponeurosen des zweiten Myoseptum besitzt einen breiten Ursprung, erstreckt sich über 1 1/2 Segmente nach posterior und ist von der medialen weit abgerückt (Abb. 58). Die sehr viel kräftigere mediale Aponeurosis zeigt im Querschnitt die Form eines U (Abb. 60A) und zieht über 3 1/2 Segmente als stattlicher Konus nach posterior (= Anfang des V5-Systems). Die Collagenfasertextur ihres ursprungsnahen Areals ist mit derjenigen der M. longissimus-Myosepten vergleichbar (siehe Kapitel 6.7.2., vgl. Abb. 52A).

Die ilialen und ischialen Portionen des M. ilioischiocaudalis sind ab dem dritten Myoseptum über das Gürtelligament miteinander verbunden (Abb. 57). Zusätzlich zu der lateralen und den beiden medialen posterior weisenden Aponeurosen tritt im Verbindungsbereich zwischen den beiden Muskelköpfen eine sehr großflächige, mit breiter Basis am anterioren Rand des Gürtelligaments entspringende Aponeurose auf, die ein Segment übergreifend nach anterior weist (= Anfang des V2-Systems). Die halb-kreisförmige Flächensehne ist kuppelartig gewölbt. Ihre zur internen Fascie des M. ilioischiocaudalis gerichteten Ränder liegen frei in der Muskulatur (Abb. 57, 58). Eine Collagenfasertextur, die derjenigen der M. longissimus-Myosepten entspricht, ist deutlich zu erkennen (vgl. Abb. 52A).

Eine weitere nach cranial weisende Aponeurosis ist zwischen den beiden ventralen, nach posterior gerichteten Aponeurosen ausgebildet (= Anfang des V4-Systems; Abb. 58). Mit ihren anterioren Collagenfasern ist sie am posterioren Rande des zweiten Myoseptum festgewachsen, wobei sie sich zwischen die laterale und die mediale ventrale Aponeurose des zweiten Myoseptum schiebt.

In den folgenden Abschnitten sollen die einzelnen Aponeurosen-Serien der V*-Systeme besprochen werden.

6.9.2.1. V1-Serie (Abb. 57, 59-60)

Die V1-Aponeurose des dritten Myoseptum ist gegenüber derjenigen des zweiten deutlich größer und erstreckt sich über zwei Segmente, doch ihre Konstruktion ist identisch. Die ventrale Kante der Aponeurose verläuft dicht unter der Dermis und läßt so einen breiten Durchtritt für Muskelfaserzüge aus dem anterioren Muskelbereich offen.

Im weiteren Verlauf der V1-Serie nach posterior bleiben die Aponeurosen-Flächen zunächst etwa gleichgroß, rücken aber deutlich immer weiter nach ventral vom Septum transversum ab (Abb. 57). Der Insertionswinkel des Aponeurosen-Daches am Septum transversum wird zunehmend steiler und nähert sich dabei dem Gürtelligament an. Einige profunde Collagenfasern lösen sich in Höhe des vierten Schwanzsegments aus dem nach dorsal umbiegenden Teil des Aponeurosen-Daches und ziehen in anterodorsaler Richtung weiter. Am fünften Myoseptum stülpt sich der gesamte Insertionsteil des V1-Aponeurosen-Daches am Septum transversum nach anterior aus, und es entsteht ein V-förmiges Flächensehnengebilde aus zwei anterior konvergierenden Blättern, dessen distale Ränder cranial miteinander verwachsen sind und dessen Spitze nach cranial weist. Diese Aponeurose erhält - wie alle ihr folgenden - die Bezeichnung V1a (Abb. 57, 59, 60).

Vom Ort ihrer Entstehung aus nimmt die V1a-Serie beständig an Größe zu und verdrängt die V1-Serie weiter nach ventral (Abb. 60). Der Verwachsungsbereich der distalen Aponeurosenränder vergrößert sich beständig. Er erreicht in Höhe des neunten Schwanzwirbels schließlich das Gürtelligament und überragt die ventrale Aponeurosen-Wand. Diese Wand ist identisch mit der cranialen Verlängerung der dorsalen Aponeurosen-Wand der V1-Serie. Die dorsale und die ventrale Aponeurosen-Wand der V1a-Serie konvergieren zu einer horizontalen doppellagigen Sehne, die ab Ca X zwei Segmentlängen erreicht.

In Höhe des siebzehnten Schwanzwirbels ist auf der Umschlagstelle vom vertikalgestellten Aponeurosen-Teil zur dorsalen Wand eine schmale Leiste ausgebildet, auf der superficielle Muskelfasern entspringen.

Die V1a-Aponeurosen entspringen mit ihrer dorsalen Wand am Septum transversum und sind um ca. ein Drittel der Länge eines Segmentes gegen die ventralen Ursprünge der M. longissimus-Myosepten nach posterior versetzt. Die dorsalen Aponeurosen-Wände entspringen nur über ein kurzes Stück auf der Wirbelsäule. Auch die ventralen Wände sind nur über eine kurze Strecke zwischen den V1a- und den V1-Aponeurosen auf den lateralen Flächen der Wirbelkörper oder - im proximalen Schwanzbereich - auf der Fascie des M. caudofemoralis longus und dessen Fettlager angewachsen.

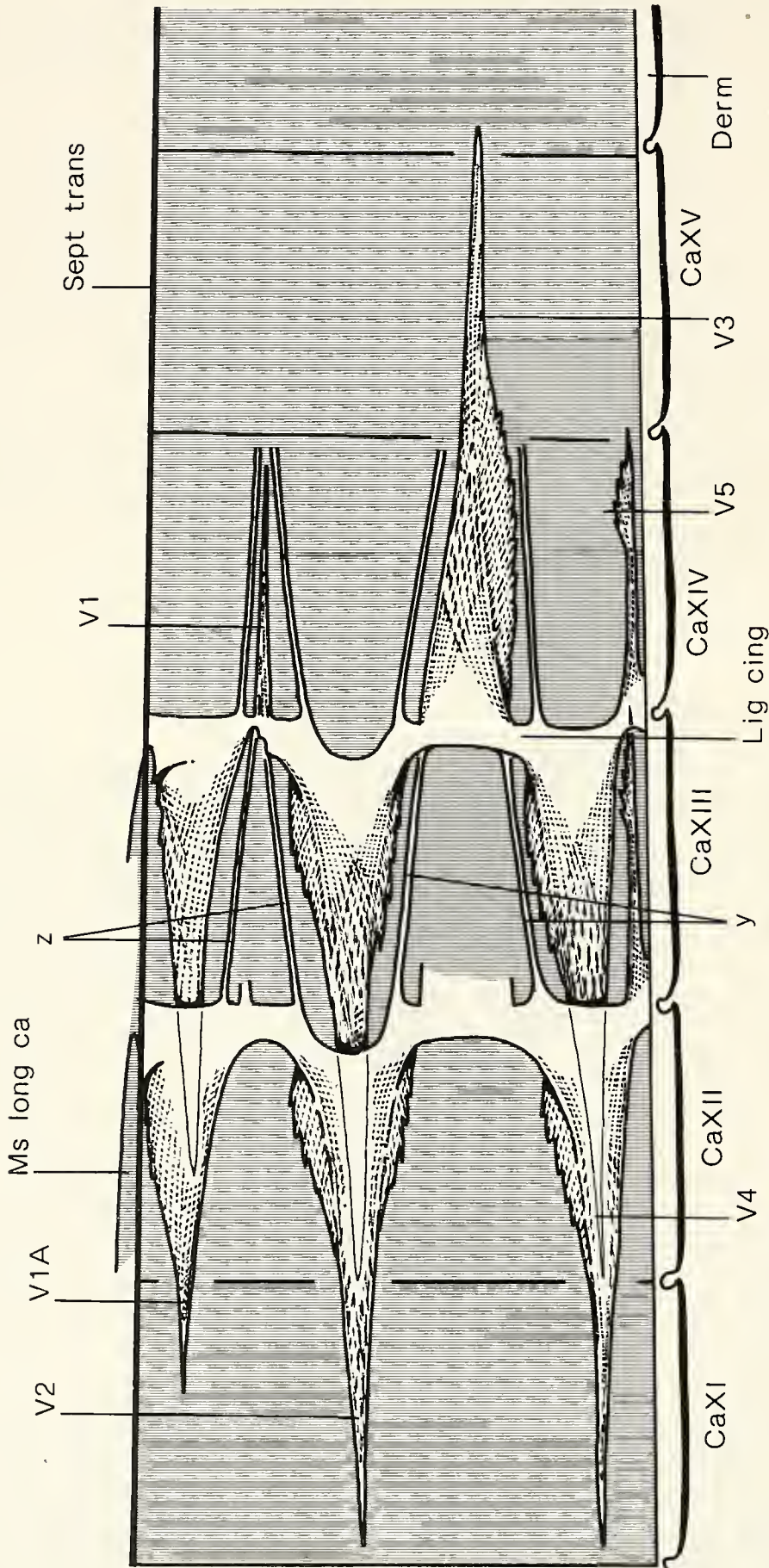


Abb. 59. *Alligator mississippiensis*; die Myosepta der hypaxialen Muskulatur im Bereich der Caudalsegmente XII und XIII von lateral gesehen (linke Schwanzhälfte). Man beachte die Reduktion der Ursprungs-Aponeurosen der V1-Elemente und die Verschiebung der V3-Elemente um ein Segment nach posterior. Bei beiden Systemen bleiben die horizontalstehenden Seitenwände erhalten und bilden in ihrer Gesamtheit eine grenzseptumartige Struktur in den posterioren Bereichen der hypaxialen Caudalmuskulatur (*y, z*). Der Bezug der Myosepta zu den Segmenten der epaxialen Muskulatur ist nur für die Segmente XII und XIII dargestellt. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

In dem Maße, wie die Verwachsung der Wände der V1a-Aponeurosen zunimmt, wird diejenige der V1-Aponeurosen reduziert. Schon ab dem vierten Myoseptum entfernt sich der anteriore Rand des superficiellen Aponeurosen-Anteils vom Gürtelligament (Abb. 57). Es entsteht eine Lücke, die umso größer wird, je weiter posterior die Aponeurosen stehen. Ab Ca IX ist nur noch das terminale Viertel der Aponeurosen-Wände verwachsen. Es liegt ein offenes, von lateral gesehen V-förmiges Sehnengebilde vor, dessen Spitze nach posterior zeigt (Abb. 59). Mit dem Breiterwerden des Gürtelligamentes in den posterioren Schwanzregionen werden die lateral offenen V1-Aponeurosen partiell wieder abgedeckt.

Die V1-Aponeurosen erreichen bei Ca VIII ihre maximale Länge von zwei Segmenten. Ihre Sehnenflächen stehen leicht nach ventrolateral geneigt in der Muskulatur (Abb. 60B).

6.9.2.2. V2-Serie (Abb. 57-60)

Die V2-Aponeurosen der Myosepten 2 und 3 wurden bereits eingehend beschrieben. Die V2-Aponeurose des vierten M. ilioischio-caudalis-Myoseptum ist die breiteste in der ganzen Serie und besitzt, wie die vor ihr stehende, eine ausgeprägte Kuppelform (Abb. 57). Der Umriß der Aponeurose ist halbkreisförmig, ihre Länge beträgt $1\frac{1}{2}$ Segmente.

Die V2-Aponeurosen der folgenden Myosepten nehmen kontinuierlich an Breite ab und zwar in Abhängigkeit der Breitenzunahme der V1a-Serie und der damit verbundenen Verschiebung der V1-Serie nach ventral. Dafür steigt die Länge der V2-Aponeurosen beständig an, bis die Aponeurosen ab Ca IX zwei Segmente durchsetzen (vgl. Abb. 59).

An der V2-Aponeurose des neunten Myoseptum treten auch bauliche Modifikationen auf. Zum einen gliedern sich von ventromedialen Ursprungsbereich am Gürtelligament Collagenfaserbündel ab, die der Externfläche der Aponeurose als dreieckiges Feld aufliegen und deren nach dorsomedial umbiegende Wand deutlich nach medial überragen (vgl. Abb. 52F). Zum anderen erreicht sowohl die dorsale als auch die ventromediale Aponeurosen-Wand die Fascie des M. caudofemoralis longus, auf der sie ein kurzes Stück weit angeheftet sind.

Mit zunehmender Ausprägung der Aponeurosen-Wände wächst die dreieckige Auflagerung der superficiellen Aponeurosen-Fläche an und wird ab Ca XIII zur Ursprungs-Aponeurose, die nun auch die dorsale Aponeurosen-Wand überragt.

Die dorsalen Wände der V2-Aponeurosen sind die anteriore Verlängerung der ventralen V1-Wände (Abb. 59). Die ventralen V2-Wände sind nach anterior verlängerte V3-Wände, welche im Übergangsbereich von der V2- zur V3-Serie ab Ca XIV nach ventral etwas ausgebeult sind, so daß die Sehnen tordiert erscheinen. Das anteriore Sehnenblatt steht dann radial zur zentralen Längsachse des Schwanzes.

6.9.2.3. V3-Serie (Abb. 58-60)

Die V3-Serie ist die am weitesten lateral gelegene der drei ventralen Aponeurosen-Serien der proximalen Caudalregion (Abb. 58). Die horizontalen Bereiche der Aponeurosen entspringen auf den Gürtelligamenten, sind aber auch über ihre medialen Collagenfasern über ca. ein Drittel einer Segmentlänge mit den Hautarealen posterior der Gürtelligamente fest verwachsen. Die medialen und lateralen Collagenfaserbündel ziehen frei nach anterior und erreichen so das Gürtelligament, wobei sie in die ventralen superficiellen Areale der V2-Aponeurosen einstrahlen.

Die ventralen Wände der V3-Aponeurosen gehen unter den medialen Rändern der lateralen Collagenfaserbündel, die eine schmale, anterolateral verlaufende Ursprungs-Aponeurose bilden, hindurch und sind in diesem Übergangsbereich locker mit der Fascie des M. caudofemoralis longus verknüpft. In ihrem weiteren Verlauf nach posterior formen sie die dorsalen Wände der einzelnen V3-Aponeurosen und werden von den lateralen Collagenfaserbündeln des horizontalen Aponeurosen-Teils so weit überragt, daß im Querschnitt T-förmige Sehnen entstehen, die denjenigen des M. tendinoarticularis ähneln (vgl. Kapitel 6.7.1.4.; Abb. 60A).

Erst ab dem zehnten Schwanzwirbel ist auch eine mediale Wand an den Aponeurosen ausgebildet, die lateral des medialen Randes unter dem horizontalen Aponeurosen-Teil verläuft (Abb. 60B). Grundsätzlich stehen beide Wände fast vertikal, konvergieren posterior und bilden terminal ein vertikales, eng U-förmiges Sehnenblatt. Die Ausformung der Aponeurosen-Wände und die Mächtigkeit der Myomere nimmt von der Schwanzbasis

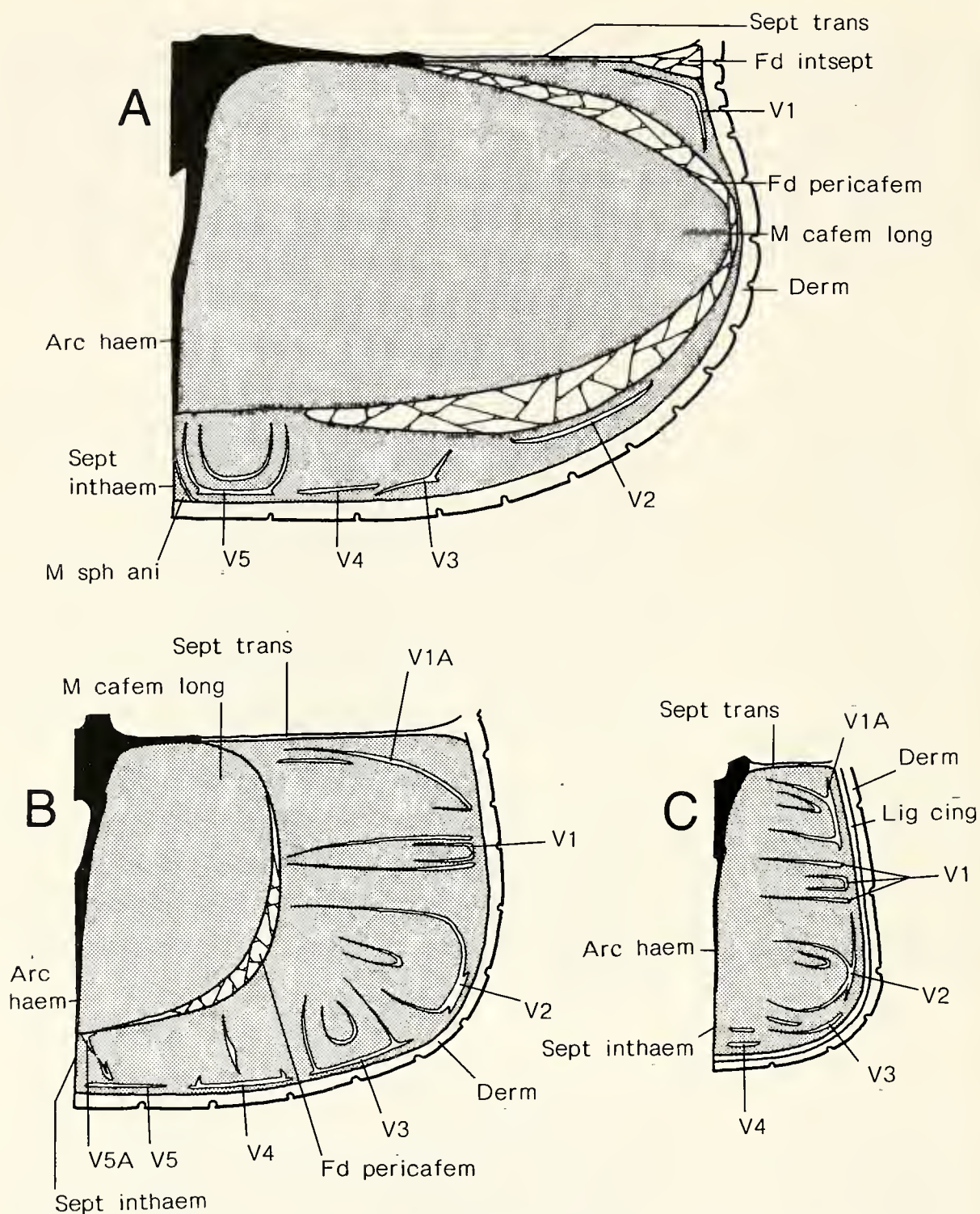


Abb. 60. *Alligator mississippiensis*; Querschnitte durch die hypaxiale Schwanzmuskulatur in Höhe der Schwanzwirbel III (A), XII (B) und XXI (C). Die Anschnitte der Muskelmassen sind punktiert und die mit * gekennzeichneten Myoseptumbereiche gehören dem ilialen Anteil des *M. ilioischio-caudalis* an. Man beachte den Hautmuskelcharakter des *M. ilioischio-caudalis* in den Schnitten A und B, die Verknüpfung der V5a-Serie mit der Fascie des *M. caudofemoralis longus* (B) und die ähnlichen Querschnitte der drei dorsalen Serien des *M. ilioischio-caudalis* im posterioren Schwanzbereich (C), die den Querschnitten der epaxialen Sehnsysteme gleichen (vgl. Abb. 46). Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

nach posterior beständig zu. Schließlich erreichen die Aponeurosen ab Ca XI eine Länge von drei Segmenten. Zur Basis des Unpaarkammes hin reduziert sich der Querschnitt der Aponeurosen wieder, und ihre Länge geht auf zwei Segmente zurück. Gleichzeitig verschiebt sich die V3-Serie in eine zunehmend laterale Position (Abb. 60C).

6.9.2.4. V4-Serie (Abb. 58-60)

Bei den Aponeurosen der V4-Serie dominiert der horizontale Anteil (Abb. 60). In ihrem Verlauf nach anterior tordieren sie um 90°, um eine vertikal gestellte Endsehne zu bilden. Die V4-Aponeurosen der Myosepten 4 bis 7 weichen in ihrem Bau von den posterior folgenden ab. Hier wird der Aponeurosen-Ursprung von einem breiten horizontalen Sehnenband gebildet, das aus den medialen Fasern des Horizontalteils der zugeordneten V3-Aponeurosen entsteht. Dieses Sehnenband geht nahtlos in die V4-Aponeurosen der Myosepten der Schwanzbasis über, ist aber zusätzlich am Gürtelligament des ersten Segmentes anterior der zugeordneten V3-Aponeurose aufgehängt (Abb. 58).

Einige Collagenfaserbündel steigen vom lateralen V4-Aponeurosen-Rand nach dorsal auf, um als vertikal gestelltes schmales Ligament auf der Fascie des *M. caudofemoralis longus* zu inserieren.

Ab Ca VII entspringen nur einige wenige laterale Collagenfasern auf dem Gürtelligament. Die Hauptmasse biegt als breites Band nach posteromedial ab und erreicht dicht unter der Unterhaut verlaufend die benachbarte V5-Aponeurose. Die mediale Wand der zugeordneten V3-Aponeurose zieht nur ein kurzes Stück unter den lateralen V4-Ursprung und endet dann abrupt.

Im proximalen Bereich des Paarkammes (etwa ab Ca VIII) erreichen die V4-Aponeurosen ihre maximale Länge und erstrecken sich dann über drei Segmente. Bis zum Beginn des Unpaarkammes verkürzen sie sich wieder auf zwei Segmentlängen und rücken nach und nach auf die ventrolaterale Schwanzkante (Abb. 59, 60).

Mit dem Verschwinden des *M. caudofemoralis longus* im Bereich des Ca XIII nehmen die V4-Aponeurosen eine zunehmend konische Gestalt an (Abb. 59, 60C). Im Basalbereich des Unpaarkammes bestehen die Aponeurosen aus einem horizontalen, dicht unter der Haut liegenden triangulären Teil, der auf den Gürtelligamenten entspringt, und zwei Wänden: einer lateralen und einer medialen (Abb. 59).

Die laterale Wand ist die anteriore Verlängerung der ein Segment posterior stehenden ventralen V3-Aponeurose. Sie verläuft medial der Lateralkante des superficiellen dreieckigen Aponeurosen-Teils. Ihre Fläche ist von dorsolateral nach ventromedial geneigt und bildet schließlich das laterale Blatt des Sehnenendes.

Die mediale Wand entsteht aus einer medialen dünnhäutigen und horizontal stehenden Erweiterung des dreieckigen Aponeurosen-Teils. In ihrem Verlauf nach anterior tordiert diese Erweiterung so lange, bis sie, parallelseitig zur lateralen Wand stehend, das mediale Blatt des Sehnenendes formt.

6.9.2.5. V5-Serie (Abb. 58-61)

Während die V5-Aponeurosen in den basalen Myosepten des *M. ilioischiocaudalis* eine enorme Länge erreichen und einen konischen Charakter zeigen, werden diejenigen der weiter posterior gelegenen Myosepten immer kürzer (Abb. 58, 60A). Ihre Seitenwände verschwinden weitgehend und beschränken sich ab dem siebten Myoseptum auf das terminale Drittel der vertikal gestellten Flachsehne (vgl. Abb. 59).

Am siebten Myoseptum tritt eine profunde Aponeurosen-Serie mit den V5-Aponeurosen in Kontakt (Abb. 61). Die Aponeurosen aus der profunden Serie (V5a) entspringen auf der Fascie des *M. caudofemoralis longus* in Höhe der korrespondierenden V5-Aponeurosen-Ursprünge, sind aber geringfügig nach posterior versetzt. Die V5a-Aponeurosen entsenden eine posteroventrad verlaufende Sehne, die in den Seitenwandrest des letzten Viertels der V5-Aponeurose einstrahlt.

Die Aponeurosen der V5a-Serie sind, topographisch gesehen, ein Derivat von Sehnenbändern, die den proximalen ventralen Bereich der Fascie des *M. caudofemoralis longus* in posterolateraler Richtung durchziehen und sich im ventrolateralen Teil der Fascie verlieren (Abb. 61). Die V5a-Serie verschwindet im Bereich des zehnten Schwanzwirbels dort, wo der ventrale Rand des *M. caudofemoralis longus* nach dorsal abweicht.

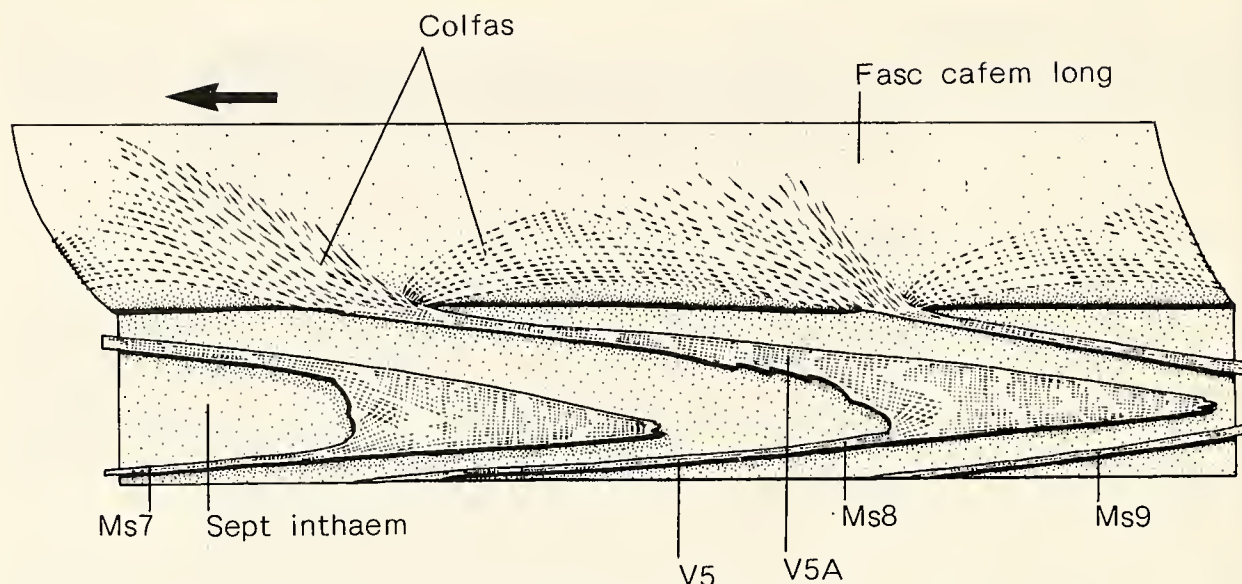


Abb. 61. *Alligator mississippiensis*; Verknüpfung der Sehnen der V5- und V5a-Serie im Bereich der Caudalsegmente VII und VIII. Man beachte die Verankerung der V5a-Sehnen in der Fascie des M. caudofemoralis longus. Pfeil weist nach cranial; Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

Die Ursprünge der V5-Aponeurosen entstehen aus den posteromedial gerichteten Wänden der V4-Ursprungs-Aponeurosen, die an den Gürtelligamenten eines Segmentes posterior der V4-Ursprünge inserieren (Abb. 58, 59). Die medialen Collagenfaserbündel der V5-Aponeurosen strahlen in das Septum verticale zwischen den Hämalbögen ein, das den M. ilioischiocaudalis nach medial abschließt.

Bereits im distalen Teil der Paarkammregion reduzieren sich die Aponeurosen der V5-Serie immer mehr zu einfachen, superficiell verlaufenden, kurzen Sehnen, die etwas mehr als ein Segment durchsetzen. Wegen eines Bindegewebskörpers, der sich ab Ca XVIII zwischen das Septum verticale und die V5-Serie schiebt, verlieren die Aponeurosen ihre unmittelbare Verbindung zur Linea alba caudalis. Sie stehen mit ihr nur noch über das Gürtelligament in Kontakt.

6.9.3. Insertion des M. ilioischiocaudalis

Die Aponeurosen-Serien des M. ilioischiocaudalis sind wie die Myosepten der epaxialen Systeme M. tendinoarticularis und M. longissimus rundum mit Muskelfaserbündeln besetzt (Abb. 60). Da jedoch die einzelnen Serien nicht durch longitudinale Septa voneinander getrennt sind, ist es nicht möglich, eindeutige Aussagen über die fleischige Insertion der einzelnen Aponeurosen-Serien auf der Wirbelsäule zu machen. Insgesamt stehen dem M. ilioischiocaudalis die Ventralflächen der Processus transversi, bzw. der Schwanzrippen (wo vorhanden) und des Septum transversum, sowie die Lateralfächen der Wirbelkörper und der Hämalbögen einschließlich des Septum verticale als Insertionsareal zur Verfügung, die nicht vom M. caudofemoralis longus und dem M. sphincter ani belegt sind.

Im basalen Bereich des M. caudofemoralis longus erreichen nur Muskelfasern der V1- und V5-Serie gerade noch die Spitzen der Schwanzrippen bzw. der Hämalbögen. Mit dem Kleinerwerden des M. caudofemoralis longus treten immer mehr M. ilioischiocaudalis-Muskelfasern an die Wirbelsäule, wobei die V5-Aponeurosen den Kontakt zu ihr zunehmend verlieren (siehe Kapitel 6.9.2.1., 6.9.2.5.; Abb. 60).

6.10. Distale Schwanzmuskulatur (Abb. 61C, 62)

In den Kapiteln über die einzelnen axialen Muskelsysteme wurden die Muskelbauteile in ihrem Verlauf nach posterior bis an die Stelle beschrieben, an der sie die Gestalt angenommen haben, die bis zum Schwanzende erhalten bleibt. Die Myosepten aller Schwanzmuskelsysteme ab dem anterioren Unpaarkammbereich -mit Ausnahme derer des

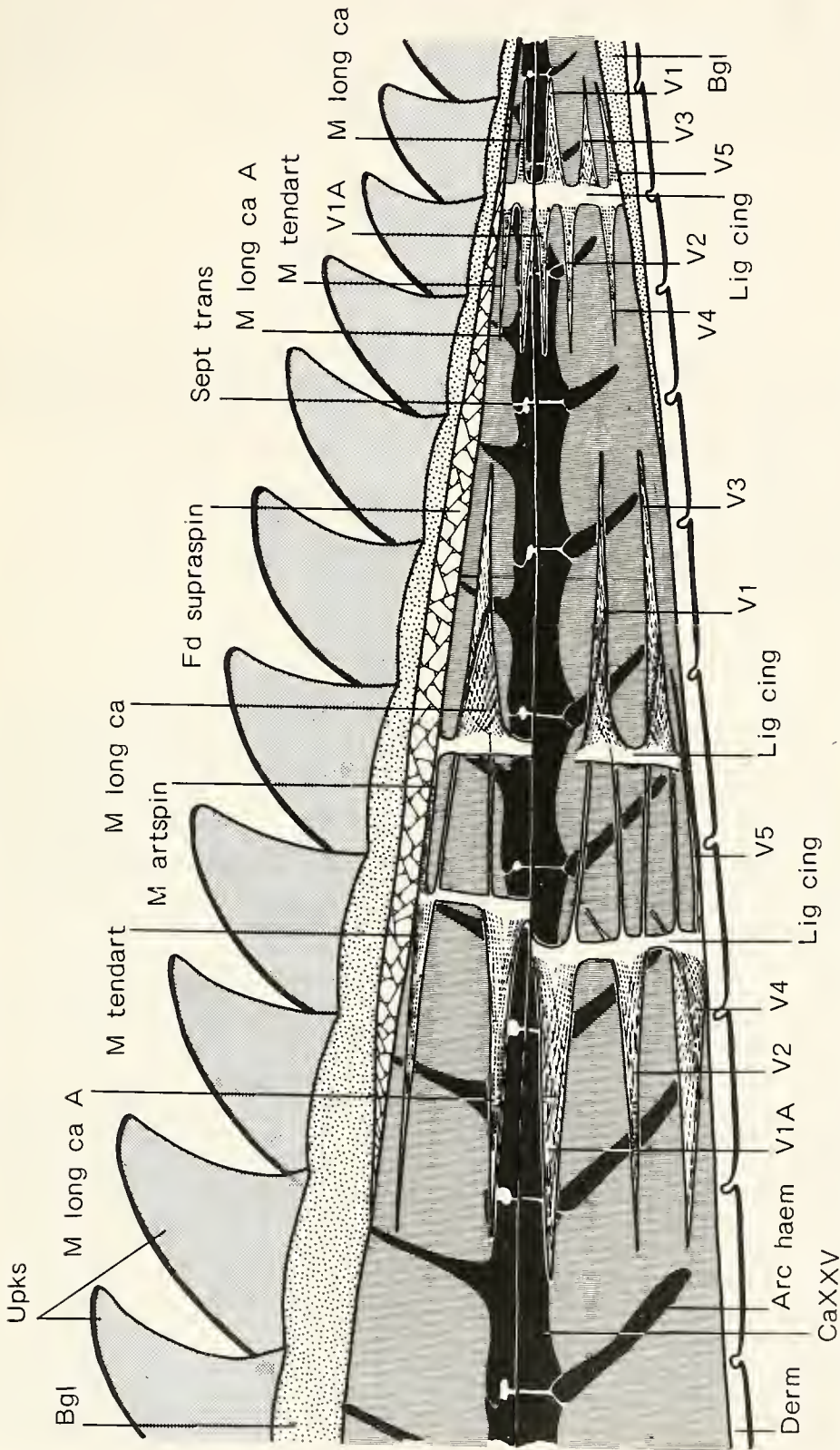


Abb. 62. *Alligator mississippiensis*; die Myosepten der Schwanzsegmente XXVI-XXVII und XXXII von lateral gesehen (linke Schwanzseite). Alle Muskelfasern sind entfernt. Man beachte die Gleichförmigkeit im Bau der Sehnen aller Myosepten-Elemente und ihre Verkürzung auf die Schwanzspitze zu. Zu bemerken ist außerdem die Ausbildung eines subcutanen Bindegewebssaumes entlang der dorsalen und ventralen Schwanzkante (punktiert) sowie die Einschaltung eines Fettdepots inferior des dorsalen Bindegewebssaumes. Abkürzungen siehe Kapitel 2.3..

M. tendinoarticularis, die etwas kürzer sind - erstrecken sich über zwei Segmente nach anterior, bzw. posterior. Dies ist beim untersuchten Tier bis Ca XXX der Fall (= X des Unpaarkamm-Bereiches); danach nimmt die Länge der Myosepten ab.

Die Muskulatur der letzten Schwanzwirbel wird durch eine sukzessive Verkleinerung der einzelnen Systeme charakterisiert. Tief senken sich die Gürtelligamente in die Längssysteme und teilen deren superficielle Faserbündel und Myoseptum-Teile in Stücke von Segmentlänge. Nur einige wenige profunde Faserbündel erreichen die benachbarten Segmente. Ab Ca XXXII wird der ohnehin schon schmale Muskelraum durch das Auftreten einer ventralen Bindegewebsleiste zusätzlich verengt. Die caudalen Muskelsysteme enden schließlich in einer makroskopisch nicht weiter differenzierbaren tendinös-muskulären Verfüllung der Concavitas lateralis der letzten Schwanzwirbel.

6.11. Fettlager in Rumpf und Schwanz

6.11.1. Subdermale Fettlinsen

Unter der Dermis des Schwanzes in unmittelbarer Nähe der Gürtelligamente sind Linsen aus flachen, dunkelgelb gefärbten Fettkörpern zwischen Oberflächen-Aponeurosen und Haut eingeschoben. Zum Teil befinden sich solche Fettlager auch ursprungsnah zwischen den internen Aponeurosen-Flächen und den Myomeren, was besonders für die hypaxiale Muskulatur typisch ist.

Im posterioren Bereich des Schwanzes dünnen diese subdermalen Fettlinsen langsam aus und verschwinden schließlich in der distalen Unpaarkammregion.

In Rumpf und Sacrum existieren subdermale Fettlager lediglich zwischen den Ursprüngen der M. spinalis-Sehnen und der Dermis.

6.11.2. Fettdepots im Schwanz

Im Bereich des Doppelkammes (Ca I bis XIX) finden sich große Ansammlungen adipösen Gewebes (Abb. 46, 51, 60). Es liegt in Form von längs verlaufenden Fettdepots vor, die aus Fettlinsen zusammengesetzt und von einer lockeren, fibrösen Fascie umhüllt sind.

Die Fettdepots der epaxialen Muskulatur liegen unmittelbar der Wirbelsäule auf. Das laterospinale Fettlager liegt als dünne Schicht auf den Lateralfächen der Processus spinosi und dem Septum interspinosum. Anterior beginnt es bei Ca II und verschmilzt bei Ca XII von ventral mit dem großen lateroarcualen Fettdepot (vgl. Kapitel 6.7.1.; Abb. 46, 51). Das laterospinale Fettlager reicht dorsal der Cartilagine apicales der Processus spinosi bis zu den Basen der Processus articulares.

In der von Processus articularis und Processus transversus gebildeten Bucht verläuft das lateroarcuale Fettdepot. Es beginnt bei Ca III und verschmilzt ab Ca XII mit dem intramuskulären Fettdepot zu einer homogenen Masse, die das letzte Doppelkammsegment erreicht (Ca XIX) und dort endet (Abb. 46, 51).

Das intramuskuläre Fettdepot beginnt erst bei Ca VI dorsomedial des M. longissimus und ventromedial des M. articulospinalis. Es verläuft über die Processus transversi, biegt bis Ca X leicht nach posterolateral aus und schiebt sich dabei zwischen den M. tendinoarticularis und den M. longissimus (vgl. Kapitel 6.7.2.; Abb. 46, 51). Bei Ca XII verschmilzt es mit dem lateroarcualen Fettdepot und endet mit diesem gemeinsam bei Ca XIX.

Ein schmales supraspinales Fettlager befindet sich im Bereich des Unpaarkammes dorsal der Processus spinosi der Ca XXV bis XXXIII (Abb. 62).

Zwischen den beiden Blättern des Septum transversum, dort, wo sein dorsales und ventrales Blatt unter der Flankenhaut des Schwanzes divergieren, liegt das interseptale Fettlager. Die im Querschnitt dreieckige Fetteinlagerung beginnt bei Ca II und endet bei Ca X. Posterior dieses Schwanzwirbels treten zwischen den beiden Septumblättern nur noch vereinzelt Fettkörper in unregelmäßigen Abständen auf.

In der hypaxialen Muskelmasse befindet sich nur ein einziger großer Fettkörper: das pericaudofemorale Fettdepot. In Höhe des Ca II beginnend, umhüllt das ausgedehnte Fettlager den M. caudofemoralis longus. Im Bereich der Ca II bis VI berührt es die Spitzen der Processus transversi, nicht aber diejenigen der Processus haemales (Abb. 60A). Das Fettlager begleitet den M. caudofemoralis longus bis zu seinem Ende (Ca XIV) und füllt die Loge des Muskels, die bis Ca XV reicht, als Fettpfropf aus.

7. Ausblick und Diskussion

Will man das Konstruktionsprinzip des Krokodilkörpers bei der terrestrischen Lokomotion verstehen (FREY in Vorb.), so kommt es darauf an, die Interaktionen zwischen den einzelnen Bauteilen zu erkennen, und hierfür liefern die meisten eingangs zitierten deskriptiven Arbeiten zu wenig Information. An dieser Stelle will die vorliegende Arbeit bestehende Erkenntnisse um wesentliche Punkte ergänzen.

Während über die Gelenk-Verbindung der Wirbel untereinander - außer durch Ligamente - ausreichende Daten von VIRCHOW (1914) und IHLE et al. (1927) vorliegen, gibt es bisher noch keine detaillierte Beschreibung der Halsrippengelenke. Ihre stabilisierende Wirkung wird in der Funktionsanalyse von ebenso großer Bedeutung sein, wie die Gelenkung der Thoracalrippen ausschließlich auf den Processus transversi. Ein wichtiger Punkt ist auch die Beschaffenheit der ventralen Skelettelemente des Rumpfes: Sternalapparat und Gastralia ossifizieren sehr spät in der Ontogenese (RATHKE 1866) und bleiben auch bei alten Krokodilen trotz Mineralisation flexibel. Genaue Daten hierzu fehlen jedoch noch. Die Ossa pubis stehen zwar in innigem Kontakt zum am weitesten caudal gelegenen Gastralia-Paar, bestehen aber zu zwei Dritteln aus Knorpel und sind beweglich am Becken aufgehängt. Sucht man also nach tragenden Strukturen, müssen die dorsalen Bereiche des Rumpfskeletts Gegenstand der Analyse sein.

Die von HAIR (1868), GADOW (1882) und FREY (1982) beobachteten Verbindungen zwischen Dornfortsatz-Oberkante und den parasagittalen Osteodermen können für den Rumpfbereich bestätigt werden. Neu ist jedoch die Erkenntnis, daß sich die Anheftung der epaxialen Muskulatur im Rumpf ausschließlich auf die vier medianen Schuppenlängsreihen (Paravertebralschild) beschränkt. Auch die Ligamenta cingulata sind nur im Bereich dieses Paravertebralschildes nachgewiesen. Damit wird der Paravertebralschild schon von seiner Topographie her integraler Bestandteil des Bewegungsapparates. Die Halshaut dagegen liegt der Muskulatur nur locker auf. Dies kann nach meinen Untersuchungen auch für *Osteolaemus tetraspis*, *Palaeosuchus trigonatus*, *Caiman crocodilus*, *Tomistoma schlegeli* und *Crocodylus acutus* bestätigt werden. Bei all diesen Arten sind die Nuchalosteoderme nicht segmental gegliedert, sondern zu großen Feldern zusammengelagert, was auch für die übrigen Arten der einzelnen Gattungen und für *Melanosuchus niger* gilt (ROSS & MAYER 1983). Im Gegensatz dazu ist der segmental gegliederte Nuchalschild bei *Gavialis* lückenlos mit dem Paravertebralschild verbunden und beschränkt sich auf die caudale Halshälfte. Der Nuchalschild stellt also morphologisch die craniale Verlängerung des Paravertebralschildes dar. Ich rechne daher bei *Gavialis* mit einer anderen Morphologie der superficiellen Halsmuskulatur bzw. mit einem engeren Kontakt dieser Muskulatur zur Haut als bei anderen Krokodilen.

Die Verbindung der Rumpfwand-Muskulatur und einiger Schultermuskeln über die Fascia lumbodorsalis zur lateralen Kante des Paravertebralschildes wurde bisher ebensowenig erkannt wie der Insertionsmodus der epaxialen Sehnen-Muskelsysteme an den Ligamenta cingulata und das Vorhandensein von subdermalem und cervicalem Fettgewebe. Daß die Schwanzmuskulatur im Bereich des Doppelkammes zum Teil vollständig vom Achsenskelett abgedrängt wird, stellte bereits SCHNEIDER (1942) mit Verwunderung fest. Sollte es sich - wie SCHNEIDER ausführt - tatsächlich um Speicherfett handeln, muß geklärt werden, warum es nicht subdermal abgelagert wird. Nach eigenen Untersuchungen sind solche Fetttager bei allen Gattungen (*Melanosuchus* wurde noch nicht untersucht) in unterschiedlicher Ausdehnung vorhanden.

Bei der Beschreibung der epaxialen Muskulatur kam es mir im Hinblick auf die Funktionsanalyse auf die Verknüpfung der einzelnen Längssysteme untereinander und auf die Veränderung der Myosepta über die Länge des Körpers an. Das Ziel war dabei, eine räumliche Vorstellung von der Muskelmorphologie Segment für Segment zu erarbeiten. Dieses Ziel zu erreichen ist sehr schwierig, weil die Myosepta der epaxialen Muskulatur bei Krokodilen nicht geschlossen sind, sondern

offene Systeme darstellen. Die einzelnen Faszikel sind bei den Muskelsystemen medial des *M. longissimus* fast ganz aufgelöst.

Eine solch umfassende Untersuchung erfolgte bisher nicht, weil immer nur von Muskelausschnitten auf das Gesamtsystem extrapoliert wurde (HOFFMANN 1890, MAURER 1896, 1899, VALLOIS 1922, GASC 1981). Immerhin stimmen die vorliegenden Ergebnisse mit den Aussagen von GASC (1981), daß die von VALLOIS (1922) und mir (FREY 1982) beschriebenen *Mm. intertransversarii* zumindest bei großen Tieren nicht aus den Nachbar-Systemen zu isolieren sind. Dies gilt jedoch auch für die *Mm. interneurales* und die *Mm. interarticulares*, die sowohl VALLOIS (1922) als auch GASC (1981) und FREY (1982) nachgewiesen haben. Ich möchte jedoch nochmals darauf hinweisen, daß diese Muskeln bei Jungtieren durchaus isoliert vorliegen können. Neu ist auch die Erkenntnis, daß Sehnen der medianen Muskelsysteme tordiert sind und langgezogene Spiralen bilden, ähnlich wie sie von ALEXANDER (1969) in Teleostern gefunden wurden. Bei Krokodilen sind diese Spiralen eindeutig auf den Rumpf und die Schwanzwurzel beschränkt.

Bei der Sektion der Halsmuskulatur legte ich großen Wert auf die Beschreibung der Faserverlaufsrichtung, der Insertionswinkel und der Verknüpfung der einzelnen Muskeln untereinander. In der gesamten Halsmuskulatur dominieren die langen Faserbündel, welche die gesamte Halswirbelsäule überspannen und zum Teil die *Processus spinosi* der Thoracalwirbel erreichen. Allerdings reichen auch Sehnen des *M. spinalis* weit auf die Halswirbelsäule vor, so daß die cervicalen und thoracalen Abschnitte der epaxialen Muskulatur miteinander verzahnt sind. Diese sehr verwirrend gebaute Übergangszone wurde bisher nicht beschrieben.

Von allen Autoren, die sich mit der Anatomie der Schultermuskulatur beschäftigt haben, gehen nur FÜRBRINGER (1876) und HOFFMANN (1890) auf die gezackte Natur des *M. serratus*-Komplexes ein. Bei dem von mir untersuchten Tier ist der zweiteilige *M. serratus*-Komplex jeweils in fünf Zacken untergliedert. FÜRBRINGER (1900) beschreibt für *Alligator mississippiensis* nur drei Zacken. Solche *Mm. serrati* sind sonst unter den Landtetrapoden nur bei cursorischen und arboricolen Mammalia zu finden (GAMBARAYAN 1972).

Die anatomischen Studien an *Alligator mississippiensis* zeigen, daß der Paravertebralschild (= Osteoderme + Haut) eine entscheidende Rolle als Insertionsareal für die epaxiale Muskulatur und über die *Fascia lumbodorsalis* auch für die Rumpfwandmuskeln spielt. Selbst der *M. pectoralis* und der *M. rectus abdominis* gewinnen durch ihre Verflechtung mit den Rumpfwandmuskeln einen indirekten Kontakt zu ihm.

Schon in der Literatur über die Muskelanatomie des Körperstammes der Krokodile stimmen die Beschreibungen oft nicht überein, und so weichen auch meine in einigen Details von den Beobachtungen anderer Autoren ab. Ob diese Unstimmigkeiten auf intraspezifische oder intragenerische Variabilitäten im Bau der Muskelsysteme oder auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sind, kann ich hier nicht diskutieren, weil bislang keine statistisch verwertbaren Daten vorliegen.

8. Literatur

- ALEXANDER, R. McN. (1969): The orientation of muscle fibers in the myotome of fishes.- *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* **49**: 263-290.
- BAUMEL, J.J., KING, A.S., LUCAS, A.M., BREAZILE, J.E. & EVANS, H.E. (1979): *Nomina anatomica avium*.- 637 pp.; London, New York, Toronto, Sydney & San Francisco (Academic Press).
- BAUR, G. (1886): Ueber die Morphogenie der Wirbelsäule der Amnioten.- *Biol. C.* **6** (1886-1887): 332-342; Erlangen & Leipzig.
- BEHRENS, W. (1880): Untersuchungen über den *Processus uncinatus* der Vögel und Krokodile.- Inaugural-Dissertation: 36 S.; Universität Göttingen.
- BLAINVILLE, H.M.D. de (1839-1864): *Osteographie, Atlas du genre Crocodilus*.- **4** (25); Paris.

- BOAS, J.E.V. (1931): Krallen (incl. Nägel, Hufe, Klauen).- *In*: L. BOLK, E. GÖPPERT, E. KALLIUS & W. LUBOSCH (Hrsg.): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere 1: 521- 524; Berlin & Wien.
- BOSCHMA, H. (1920-1922): Das Halsskelet der Krokodile.- *Tijd. Ned. Dierk. Vereen* (2. Ser.) 18: 85-123; Leiden.
- BOULENGER, G.A. (1893): On the nature of "Haemapophyses", in reply to some criticisms of M. DOLLO.- *Ann. Mag. nat. Hist.* (6. Ser.) 12: 60-61; London.
- (1896): On the occurrence of SCHLEGEL's Gavial (*Tomistoma schlegeli*) in the Malay Peninsula, with remarks on the atlas and axis of the crocodilians.- *Proc. Zool. Soc.* 1896: 628-633; London.
- BRAZIATIS, P. (1973/1974): The identification of living crocodilians.- *Zoologica* 58: 59-101; New York.
- BRÜHL, C.B. (1862): Das Skelet der Krokodilinen.- 48 S., 20 Taf.; Wien (Wilhelm Braumüller).
- BUTTMANN, H. (1826): De musculis crocodili.- Inaugural-Dissertation: 32 S.; Universität Halle.
- CLAUS, C. (1876): Beiträge zur vergleichenden Osteologie der Vertebraten.- *Sitzber. Bay. Königl. Akad. Wiss., math.-nat. Kl.* 74 (1,2): 785-817, 12 Abb.; Wien.
- CUVIER, G. (1808): Observation sur l'ostéologie des crocodiles vivantes.- *Ann. Mus.* 12: 1-26; Paris.
- (1835): *Léçons d'anatomie comparée, recueillis et publiés par M. DUMERIL.*- 2. Auflage, 521 S.; übersetzt von H. FRORIEB & J.F. MERKEL, Leipzig.
- DEVILLERS, C. (1954): Structure et évolution de la colonne vertébrale. Les côtes. Le sternum.- *In*: P.P. GRASSÉ (ed.): *Traité de Zoologie, Anatomie, Systematique, Biologie* 12: 605-709; Paris (Masson et Cie).
- EDGEWORTH, F.H. (1935): The cranial muscles of vertebrates.- 293 pp; Cambridge (Cambridge University Press).
- EMELIANOV, S.W. (1936-1937): Die Morphologie der Tetrapodenrippen.- *Zool. Jb. Anat.* 62: 173-274; Jena.
- FREY, E. (1982): Der Bau des Bewegungsapparates der Krokodile und seine Funktion bei der aquatischen Fortbewegung.- Diplomarbeit: 204 S.; Zoologisches Institut, Universität Tübingen.
- (1988): Das Tragsystem der Krokodile - eine biomechanische und phylogenetische Analyse.- *Stuttgarter Beitr. Naturk. (Ser. A)* 426: 1-60; Stuttgart.
- FUCHS, K. (1974): Die Krokodilhaut.- 183 S.; Darmstadt (Verlag Eduard Roether).
- FÜRBRINGER, M. (1876): Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln - 3. Teil: Capitel IV: Saurier und Crocodile.- *Gegenb. Morph. Jb.* 1: 636-816, Taf. 23-27; Leipzig.
- (1900): Zur vergleichenden Anatomie des Brustschulterapparates und der Schultermuskeln - 3. Teil.- *Jenaische Zeitschrift* 34 (neue Folge: 27): 215-718, Taf. 13-17; Jena.
- GADOW, H. (1882): Untersuchungen über die Bauchmuskeln der Krokodile, Eidechsen und Schildkröten.- *Gegenb. Morph. Jb.* 7: 57-100, 1 Taf.; Leipzig.
- (1882a): Beiträge zur Myologie der hinteren Extremität der Reptilien.- *Gegenb. Morph. Jb.* 7: 329-466, Taf. 17-21; Leipzig.
- (1896): On the evolution of the vertebral column of Amphibia and Amniota.- *Philos. Trans. R. Soc. (Ser. B)* 187: 1-57; London.
- (1901): Amphibia and reptiles.- *Cambridge Natural History* 8: 668 pp; Cambridge (England).
- (1933): The evolution of the vertebral column.- 356 pp; Cambridge (Cambridge University Press).
- GAMBARAYAN, P.P. (1972): How animals run. Anatomical adaptations.- Leningrad (Izdat. "Nauka"), Übersetzung: 367 S.; Jerusalem & London (I.P.S.T., 1974).
- GASC, J.P. (1981): Axial musculature. B Crocodilia.- *In*: C. GANS & T.S. PARSONS (eds.): *Biology of the Reptilia* 11 (Morphology F): 372-375; London, New York, Toronto, Sydney & San Francisco (Academic Press).
- GEGENBAUR, C. (1898): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.- 1: 978 S.; Leipzig.
- GORSKI, C.V. (1852): Über das Becken der Saurier.- Inaugural-Dissertation: 50 S., 2 Taf.; Dorpat.
- GRAY, J. (1944): Studies in the mechanics of the tetrapod skeleton.- *J. Exp. Biol.* 20: 88-116; Cambridge (England).
- GREW, N. (1675): The comparative anatomy of trunks.- 987 S. London, 8^o.
- GUIBE, J. (1970): Le squelette du tronc et des membres.- *In*: P.P. GRASSÉ (ed.): *Traité de zoologie, anatomie, systematique, biologie* 14 (2): 33-77; Paris.

- HAINES, R.W. (1935): Some muscular changes in the tail and the thigh of reptiles and mammals.- *J. Morph.* **58** (2): 355-383; Boston.
- HAIR, P. (1868): On the arrangement of the muscular fibers of the alligator.- *J. Anat.* **2**: 26-41; Cambridge (England) & London.
- HAUGHTON, S. (1866): Notes on animal mechanics.- No. 6.- On the muscular anatomy of the crocodile.- *Proc. Roy. Irish Acad.* **6**: 268-277; Dublin.
- (1868): On the muscular anatomy of the alligator.- *Ann. Mag. nat. Hist.* (4. Ser.) **1**: 282-291, 1 pl.; London.
- HENTZ, N.M. (1825): Some observations on the anatomy and physiology of the alligator of North America. *Lacerta Alligator* Gmel. *Crocodilus lucius*, Cuvier.- *Trans. Am. Phil. Soc. (N.S.)* **2** (10): 216-228; Philadelphia.
- HOFFMANN, C.K. (1877-1878): Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere.- *Niederl. Arch. Zool.* **4**: 112-249; Leiden & Leipzig.
- (1890): Reptilien.- *In*: H.G. BRONN (Hrsg.): BRONNs Klassen und Ordnungen des Thierreichs **6** (3), 2. Teil: Eidechsen und Wasserechsen; Muskeln: 610-707, Taf. 73-79; Leipzig.
- HOFFSTETTER, R. & GASC, J.P. (1969): Vertebrae and ribs of modern reptiles.- *In*: C. GANS (ed.): *Biology of the Reptilia* **1**: 201-310; London & New York (Academic Press).
- HUXLEY, T.H. (1860): On the dermal armor of *Jacare*, and *Caiman*, with notes on the specific and generic characters of recent Crocodilia.- *J. Proc. Linn. Soc. Lond. (Zool.)* **4**: 1-28; London.
- (1873): *Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere*.- Deutsche Übersetzung aus dem Englischen von F. RATZEL: 442 S.; Breslau (Kern).
- IHLE, J.E.W., KAMPEN, P.N.v., NIERSTRASZ, H.F. & VERSLUYS, J. (1927): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.- Deutsche Übersetzung aus dem Holländischen von G.C. HIRSCH: 906 S.; Berlin (Springer).
- JÄGER, G. (1863): Einige Bemerkungen über die Organisation des indischen Crocodils (*Gavialis gangeticus*).- *Jh. Ver. vaterl. Naturk. W.* **19**: 101-107, 1 Taf.; Stuttgart.
- KÄLIN, J.A. (1929): Über den Brustschulterapparat der Krokodile.- Inaugural-Dissertation: 57 S.; Philosophische Fakultät 2, Universität Zürich.
- (1955): Zur Stammesgeschichte der Crocodilia.- *Rev. suisse Zool.* **62** (2/26): 347-356; Genève.
- KERBERT, O. (1877): Über die Haut der Reptilien und anderer Wirbelthiere.- *Arch. mikrosk. Anat.* **13**: 205-262; Bonn.
- KRAUSS, F. (1906): Der Zusammenhang zwischen Epidermis und Cutis bei den Sauriern und Krokodilen.- *Arch. mikrosk. Anat.* **67**: 319-363; Bonn.
- LEYDIG, F. (1873): Über die äußeren Bedeckungen der Reptilien und Amphibien, 1. Artikel: Haut der Ophidier.- *Arch. mikrosk. Anat.* **9**: 753-795; Bonn.
- LUBOSCH, W. (1938): Muskeln des Kopfes: Viscerale Muskulatur; C. Amphibien und Sauropsiden.- *In*: L. BOLK, E. GÖPPERT, E. KALLIUS & W. LUBOSCH (Hrsg.): *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere* **5**: 1011-1062; Berlin & Wien.
- LWOFF, W. (1884): Beiträge zur Histologie der Haut der Reptilien.- *Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou* **60**: 313-334; Moskau.
- MATSCHIE, P. (1897): Kriechtiere und Vögel.- *In*: L. HECK, P. MATSCHIE, E. MARTENS, B. DÜRIGEN, L. STAKY & E. KRIEGHOFF (Hrsg.): *Hausschatz des Wissens, Abteilung 6: Das Tierreich* **2**.
- MAURER, F. (1896): Die ventrale Rumpfmuskulatur einiger Reptilien.- *Festschrift zum siebenzigsten Geburtstage von Carl GEGENBAUR am 21. August 1896* **1**: 183-257, Taf. 1-4; Leipzig.
- (1899): Die Rumpfmuskulatur der Wirbeltiere und die Phylogenese der Muskelfaser.- *Anat. H.* (2. Abt.) **9**: 691-819; München & Wiesbaden.
- MECKEL, J.F. (1828): *System der vergleichenden Anatomie* **3**: 670 S.; Halle (Renger).
- MOOK, C.C. (1921): Notes on the postcranial skeleton in the Crocodilia.- *Bull. Am. Mus. nat. Hist.* **44**: 67-100, pls 13-14; New York.
- MÜLLER, L. (1924): Beiträge zur Osteologie der rezenten Krokodilier.- *Z. Morph. Ökol. Tiere* **2**: 427-460, Taf. 4-5; Berlin, Göttingen & Heidelberg.
- NISHI, S. (1937): Muskeln des Rumpfes.- *In*: L. BOLK, E. GÖPPERT, E. KALLIUS & W. LUBOSCH (Hrsg.): *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere* **5**: 387-406; Berlin & Wien.
- OWEN, R. (1866): *On the anatomy of vertebrates*.- **1**: Fishes and reptiles: 650 pp; London (Longmans, Green & Co.).

- PEYER, B. (1931): Hartgebilde des Integuments.- *In*: L. BOLK, E. GÖPPERT, E. KALLIUS & W. LUBOSCH (Hrsg.): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere **1**: 703-752; Berlin & Wien.
- PFEIFFER, H. (1854): Zur vergleichenden Anatomie des Schultergürtels und der Schultermuskeln bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien.- Inaugural-Dissertation: 52 S.; Medizinische Fakultät, Universität Giessen.
- RATHKE, H. (1853): Ueber den Bau und die Entwicklung des Brustbeins der Saurier.- Ein Programm, durch welches die am 1. November dieses Jahres stattfindende Eröffnung des neuen Anatomiegebäudes der Königlichen Albertus-Universität anzeigt.- **1853**: 1-26; Königsberg.
- (1866): Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile.- 275 S.; Braunschweig (Vieweg und Sohn).
- ROMER, A.S. (1976): Osteology of the reptiles.- 3. Nachdruck: 772 S.; Chicago & London (University of Chicago Press).
- ROSS, F.D. & MAYER, G.C. (1983): On the dorsal armor of the crocodilia.- *In*: A.G.J. RHODIN & K. MIYATA (eds): Adv. Herpet. Evol. Biol.: 305-331; Cambridge (Massachusetts).
- RÜDINGER, D. (1868): Die Muskeln der vorderen Extremitäten der Reptilien und Vögel mit besonderer Rücksicht auf die analogen und homologen Muskeln bei den Säugethieren und dem Menschen.- *Natuurk. Verh. Holland. Maatsch. Wet. Haarl.* **20** (25): 1-187, 15 Taf.; Haarlem.
- SCHMIDT, W.J. (1914): Studium am Integument der Reptilien; 6: Über die Knochen-schuppen der Crocodile.- *Zool. Jb. Anat.* **38**: 643-666, Taf. 39; Jena.
- SCHNEIDER, A. (1879): Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere.- 164 S., 16 Taf.; Berlin (Reimer).
- SCHNEIDER, K.M. (1942): Fettlager im Krokodilschwanz.- *Der zoologische Garten (neue Folge)* **14** (5/6): 263-267; Jena.
- SEEMANN, G. (1926): Die Gliederung der Rippen bei den Reptilien.- *Gegenb. Morph. Jb.* **56** (1): 105-136, 2 Taf.; Leipzig.
- SEIDEL, M.R. (1979): The osteoderms of the American Alligator and their functional significance.- *Herpetologica* **35** (4): 375-380.
- SIEBENROCK, F. (1926): Die Brillenkaimane von Brasilien.- *Denk. Ak. W. math. nat.* **76**: 29-39; Wien.
- STANNIUS, H. (1856): Handbuch der Zootomie.- Zweiter Teil: die Wirbelthiere; zweites Buch: Zootomie der Amphibien.- 2. Auflage: 270 S.; Berlin (Veit & Co.).
- STARCK, D. (1982): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.- 3 Bände; **1**: 274 S., **2**: 1110 S., **3**: 776 S.; Heidelberg & New York (Springer).
- STUDNIČKA, F.K. (1909): Vergleichende Untersuchungen über die Epidermis der Vertebraten.- *Anat. H. (1.Abt.)* **39** (117): 1-269; München.
- TIEDEMANN, F., OPPEL, M. & LIBOSCHITZ, I.W. (1817): Naturgeschichte der Amphibien.- Heft 1: Gattung Krokodil, 15 Taf.; Heidelberg.
- TUTSCH, H. (1975): Eine geruchsfreie, gut konservierende Injektionslösung für Kursleichen.- *Anat. Anz.* **138**: 126-128; Jena.
- VALLOIS, H.V. (1920): L'évolution de la musculature de l'épisome chez les vertébrés.- *C. R. Acad. Sci.* **170**: 407-409; Paris.
- (1922): Les transformations de la musculature de l'épisome chez les vertébrés.- Thèses Faculté Sciences, Université Paris, Ser. A, 905: 538 S.; Paris.
- VESLING, J. (1664): Observationes anatomicae et epistolae medicae, quas ex schedis Cl. VIRI Aj. RHADIO servatis.- T. BARTHOLINI (Hrsg.); Hafnia 8^o.
- VIALLETON, L. (1915): Ceinture pectorale et thorax des vertébrés tétrapodes.- *B. Mus. Acad. Sci.* **7**: 170-214; Montpellier.
- VIRCHOW, H.J.P. (1914): Über die Alligatorwirbelsäule.- *Arch. Anat. Physiol.* 1914: 103-142; Leipzig.
- VOELTZKOW, A. (1902): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien.- 1. Biologie und äußere Körperform von *Crocodylus madagascariensis* Grand.- *Abh. S.N.G.* **26**: 1-150; Frankfurt.
- VOELTZKOW, A. & DÖDERLEIN, L. (1902): Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien.- 3. Zur Frage nach der Bildung der Bauchrippen.- *Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges.* **26**: 315-336, 1 Taf.; Frankfurt.
- VORSTMANN, A.G. (1939): Die Lage des Fettkörpers der Krokodile und seine Entwicklung.- *Zool. Anz.* **126**: 185-191; Leipzig.

- WERMUTH, H. (1952): Systematik der rezenten Krokodile.- Mitt. Zool. Mus. B. 28: 375-514; Berlin.
- WETTSTEIN, O. (1937-1954): Crocodilia.- *In*: W. KÜKENTHAL & T. KRUMBACH (Hrsg.): Handbuch der Zoologie 7 (1): 236-424; Berlin & Leipzig.
- WIEDERSHEIM, R. (1909): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.- 7. Auflage: 935 S.; Jena.

Anschrift des Verfassers:

EBERHARD FREY, Institut und Museum für Geologie und Paläontologie,
Sigwartstraße 10, D-7400 Tübingen.