Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Kehlkopfes der Säugethiere und des Menschen.

Arbeit aus der Senckenberg'schen Anatomie

von

Dr. med. **Otto Koerner.**

Mit einer Tafel.

In den folgenden Zeilen suche ich durch Bearbeitung des mir aus der Sammlung der Senckenberg'schen Anatomie zu Frankfurt am Main von Herrn Professor Dr. Lucae gütigst überlassenen Materials einen kleinen Beitrag zur vergleichenden Myologie und Physiologie des Kehlkopfes der Säugethiere und des Menschen zu liefern. Es dürfte dieses Unternehmen durch die sehr stiefmütterliche Behandlung unseres Gegenstandes in der Litteratur genügende Rechtfertigung finden, zumal bereits von anderer Seite [1]) diese Lücke empfunden und zu derartigen Arbeiten aufgefordert worden ist. Ich bin mir freilich bewusst, wie grosse Zurückhaltung bei der Verwerthung eines verhältnissmässig so geringen Materials, wie es mir zur Verfügung stand, geboten ist. Der Befund an einem Object — meist stand mir nur ein Kehlkopf einer Species zur Verfügung — ist noch nicht unbedingt für die Species charakteristisch; es können individuelle und durch Alter und Geschlecht bedingte Verhältnisse vorliegen. Erst eine grosse Reihe genau untersuchter Objecte lehrt uns Regel und Ausnahme scheiden. Es erscheint deshalb wünschenswerth, eine derartige Arbeit auf möglichst breiter Basis aufzubauen. Das hat keine nennenswerthe Schwierigkeit bei Thieren, deren Kehlkopf leicht in grösserer Anzahl zu beschaffen ist, wie z. B. bei den Haussäugethieren. Wo es sich aber, wie in vorliegendem Falle, vorzugsweise um seltenere Objecte handelt, soll man, glaube ich, auch bei geringerem Material nicht mit der Bearbeitung zurückhalten. Sammeln und Aufstapeln desselben führt es schliesslich Einem Beobachter zu, während bei einem noch so wenig bekannten Gebiete, wie es die Anatomie des Säugethierkehlkopfes ist, zunächst Bearbeitungen von möglichst verschiedenen Seiten wünschenswerth erscheinen; denn nur so wird durch die verschiedene Individuali-

---

[1]) M. Fürbringer, Beitrag zur Kenntniss der Kehlkopfmuskeln. Jena 1875, p. 1.

tät der Bearbeiter eine grössere Anzahl die Untersuchung belebender Gesichtspunkte gewonnen werden, auf deren Mangel Fürbringer die Unzulänglichkeit der meisten bisherigen myotomischen Arbeiten über den Säugethierkehlkopf mit Recht zurückführt. — Es versteht sich von selbst, dass die auf solche Weise erlangten Befunde zunächst nur auf die untersuchten Individuen zu beziehen sind.

Nächst der rein anatomischen Vergleichung bietet eine mit Vorsicht angestellte physiologische Betrachtung hier die fruchtbarsten und die anatomische Untersuchung am meisten belebenden Gesichtspunkte. Ich kann die hiergegen von Fürbringer geltend gemachten Bedenken nicht in ihrer ganzen Exclusivität theilen. Nachdem ich Anfangs lediglich descriptiv gearbeitet hatte, folgte ich der steten Mahnung Professor Lucae's, an der Hand der gefundenen Verhältnisse nach der Art ihrer functionellen Bedeutung zu suchen. Die viva vox des Lehrers und das Beispiel, das er selbst in seinen vergleichend-myologischen Arbeiten gegeben, regten lebhaft dazu an, und so beschritt ich diesen Weg in der Weise, wie es Rühlmann[1]) in Bezug auf die Kehlkopfmuskulatur angegeben hat. Jelenffy[2]) hatte hier sogar den umgekehrten Weg eingeschlagen, indem er eine manifeste Muskelwirkung rein physikalisch in Componenten zerlegte und dann zeigte, wie die einzelnen Faserrichtungen des Muskels im Sinne dieser Componenten wirken mussten. Mir diente die physiologische Betrachtung fast ausschliesslich als Leitfaden zum Verständniss complicirterer anatomischer Verhältnisse. Sie kam somit wesentlich der descriptiven Bearbeitung zu Gute und konnte, nachdem diese vollendet war, in Wegfall kommen. Im anatomischen Theil meiner Arbeit sind daher nur wenige physiologische Bemerkungen stehen geblieben und auch diese wurden meist als blosse Vermuthungen bezeichnet.

Die Kehlköpfe folgender Thiere wurden von mir untersucht und werden unten, besonders in Bezug auf ihre Muskulatur, genauer abgehandelt werden:

Simia Satyrus,
Cynocephalus Hamadryas,
Inuus sinicus,
Lemur mongoz,
Halmaturus giganteus.

---

[1]) Sitzungsberichte d. Wiener Akad. d. W. XLIX.

[2]) Pflügers Archiv VII.

Zu meiner Orientirung präparirte ich noch und benutzte zu einer kleinen vergleichend physiologischen Betrachtung über den Musculus crico-thyreoideus (s. u.) ausser dem menschlichen die Kehlköpfe von:

Felis catus dom.,
Canis vulpes,
Phoca vitulina,
Lepus timidus,
Lepus cuniculus,
Bos taurus dom.,
Ovis aries,
Sus scrofa dom.,
Equus caballus.

Durch die Beschaffenheit des grösseren Theils meines Materials war ich genöthigt, mich im Wesentlichen auf die Untersuchung der eigentlichen Kehlkopfmuskulatur, d. h. der direct und indirect die Weite der Stimmritze beeinflussenden zu beschränken. Ich beschreibe zunächst die Kehlkopfmuskulatur der oben erwähnten Thiere, nachdem ich bei jedem einzelnen eine Skizze über den Bau des Kehlkopfgerüstes, soweit dasselbe für die Anordnung und Function der Muskeln von Wichtigkeit erscheint, vorausgeschickt habe.

Den Schluss dieser Arbeit bildet die erwähnte vergleichend physiologische Betrachtung über den Musculus crico-thyreoideus.

Die beigefügten Abbildungen sind nach der bekannten Lucae'schen Methode mit dem Lucae-Schroeder'schen Apparate in geometrischer Projection gezeichnet.[1])

Herr Professor Lucae, dem ich vielfache Anregung und Unterstützung während meiner Studienzeit verdanke, hat mir, wie schon oben angedeutet, auch bei dieser Arbeit in bekannter uneigennütziger Weise fördernd zur Seite gestanden, wofür ich ihm zu aufrichtigem Danke verpflichtet bin.

---

[1]) Vgl. darüber die Abhandlung von Kinkelin in der Festschrift von der Versammlung der Deutschen anthropologischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. 1882.

Simia Satyrus.

Der untersuchte *Larynx* stammt von einem jungen Weibchen mit gut entwickelter Muskulatur und starkem Fettpolster, dessen Länge vom Scheitel bis zur Ferse bei möglichst gestreckter unterer Extremität 61, von der Höhe des Foramen magnum bis zur Steissbeinspitze 31 cm betrug. Ich gebe diese Maasse genauer an, weil ich überzeugt bin, dass ein Theil der Verschiedenheiten, die die Larynxmuskulatur dieses Exemplars von der anderer seiner Species bietet, auf die Jugend und das Geschlecht des Thiers geschoben werden muss.

Das Knorpelgerüst des Kehlkopfs zeigt keinerlei solche Abweichungen von dem menschlichen, die auf die Anordnung der Muskulatur von Einfluss wären.

Der Ventriculus Morgagni (s. Fig. X.) ist sehr gross und communicirt mittels einer engen Oeffnung zwischen den Zungenbeinhörnern und dem oberen Schildknorpelrande mit einem etwa kirschgrossen extralaryngealen Kehlsack.

Musculus interarytaenoideus.

Dieser unpaare Muskel bedeckt die hintere Fläche der Cartilagines arytaenoideae etwa in ihrer unteren Hälfte und inserirt beiderseits am lateralen Rande derselben. Sein oberer Rand verläuft parallel mit dem unteren. Auf dem Querschnitt ist er oval, an der hinteren Seite etwas abgeplattet.

Der Faserverlauf ist ein durchweg paralleler wie bei dem Interarytaenoideus transversus des Menschen. Fasern, die man als Interarytaenoideus obliquus auffassen könnte, sind nicht vorhanden.

Die obersten oberflächlichen Faserzüge dieses Muskels gehen über die Seitenränder des Giessbeckenknorpels hin in die Faserung des M. thyreo-arytaenoideus über. Dasselbe kommt beim Menschen vor, doch sind es hier häufiger Fasern des Interarytaenoideus obliquus, die diese Verbindung eingehen.

Musculus crico-arytaenoideus lateralis.

Er entspringt vom oberen Rande des Ringknorpels, und zwar erhält er seine Bündel von der Stelle an, wo der Ringknorpelbogen sich stark zur Platte zu verbreitern beginnt, bis fast zur Gelenkfläche für die Basis des Giessbeckenknorpels. Die am weitesten vorn entspringenden Bündel kommen mehr von der innern, die hinten entspringenden auch von der äusseren Seite des oberen Ringknorpelrandes, so dass der Muskel erst nahe der Insertion den

Ringknorpelrand beiderseits gleichmässig umgreift. Er inserirt am seitlichen und vorderen Theil des Processus muscularis cartilaginis arytaenoideae. Der Muskel ist durchaus homogen. Mit dem M. thyreo-aryt. geht er keine Verbindung ein, auch sind keine aberrirende Fasern vorhanden.

Musculus thyreo-arytaenoideus.

Er entspringt an der vorderen Innenfläche des Schildknorpels in einer Bogenlinie, die am Stimmbandansatz beginnt, neben und parallel der sagittalen Medianlinie nach aufwärts steigt und ungefähr in der Mitte zwischen Incisura thyr. sup. und inf. die Medianlinie verlässt, um parallel dem Knorpelrande an der oberen Incisur noch eine kleine Strecke nach oben und auswärts zu ziehen. Er bildet ein homogenes, breites Band, das an der vorderen Fläche und dem Seitenrand des Giessbeckenknorpels inserirt.

Auf dem Querschnitt in der Mitte des Stimmbands (Fig. X) ist der Muskel unten breit und verjüngt sich nach oben und aussen allmählich. Er liegt reichlich der unteren Hälfte der Aussenwand des Ventriculus Morgagni dicht an. Mit seinen untersten und am meisten median gelegenen Fasern zieht er neben der Basis der sehr breiten Stimmbänder hin und keine seiner Fasern liegen in den die letzteren hauptsächlich bildenden Falten der elastischen Kehlkopfhaut. Dieses Verhalten des Muskels bildet den auffälligsten Unterschied zwischen der Kehlkopfmuskulatur des Orang und des Menschen, die sicherlich auch von physiologischer Bedeutung ist, da die im Stimmband verlaufenden Fasern des M. thyreo-aryt. die physikalischen Eigenschaften des Stimmbands (Consistenz, Elasticität) [1]) je nach ihrem Contractionszustande beeinflussen müssen und somit bei complicirteren Schwingungsverhältnissen des Stimmbands in Betracht kommen. Von grossem Interesse scheint es mir auch zu sein, dass, wie weiter unten gezeigt werden soll, die untersuchten niederen Affen in Bezug auf das Verhalten des M. thyreo-aryt. zum Stimmband dem Menschen weit näher stehen, als der Orang. Schon dieser eine Umstand dürfte berechtigte Zweifel aufkommen lassen an der Allgemeingültigkeit des bekannten Huxley'schen Satzes, dass in anatomischer Beziehung die Anthropoiden dem Menschen näher ständen als ihren niederen Stammverwandten. [2])

Die von Fürbringer (l. c. p. 80) beschriebene und als Differenzirung im Sinne des menschlichen M. thyreo-arytaenoideus superior und inferior angesprochene Trennung in einen grösseren von den unteren vier Siebentel der Cart. thyr. entspringenden und einen kleineren

---

[1]) cf. Rühlmann, Untersuchungen über das Zusammenwirken der Muskeln bei einigen, häufiger vorkommenden Kehlkopfstellungen. Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. W. LXIX, p. 293.

[2]) Ein genaueres Eingehen auf diesen Satz in Bezug auf den Kehlkopf wäre sehr interessant, ist aber wegen des geringen bis jetzt verarbeiteten Materials noch nicht möglich.

von dem oberen Drittel derselben kommenden Abschnitt, von denen der obere den unteren querfaserigen mit schrägen Zügen deckt, ist bei dem von mir untersuchten Orang nicht vorhanden.

Ary-epiglottische Fasern sind bei meinem Orang nicht vorhanden.

Ueber den Zusammenhang des M. thyreo-arytaenoideus mit dem M. interarytaenoideus transversus s. o.

Musculus crico-thyreoideus.

Er kommt von der Aussenseite des ganzen Ringknorpelbogens und von dessen oberem Rande an der kleinen Strecke, die etwas nach innen vom Beginn des Ursprungs des M. crico-arytaenoideus lateralis anfängt und sich bis dahin erstreckt, wo die am meisten medianwärts gelegenen, von der Aussenseite des Ringknorpels kommenden Faserzüge des Muskels den oberen Rand des Knorpels kreuzen. In der Medianlinie berührt der Muskel nur am unteren Rande des Ringknorpels den gleichnamigen Muskel der Gegenseite. Er zieht, homogen, mit nur wenig divergirenden Fasern nach oben und etwas nach aussen und setzt sich an den unteren Rand des Schildknorpels in dessen ganzer Ausdehnung mit alleiniger Verschonung der mittleren Incisur.

Die erwähnten, vom oberen Rande des Ringknorpels kommenden Fasern entsprechen ihrem Ursprung nach dem von Fürbringer (l. c. p. 45) beschriebenen selbständigen tiefen Bündel, verlaufen aber nicht wie dieses mit convergirenden Fasern an die Mitte des unteren Schildknorpelrandes, sondern gehen parallel den entsprechenden von der Aussenseite des Ringknorpels kommenden und mit diesen innig verwachsen, divergirend an den unteren inneren Schildknorpelrand, und zwar nach hinten bis in den Winkel, den derselbe mit dem Vorderrande des unteren Horns bildet. Ich fasse dieses Verhältniss als den Ausdruck einer beginnenden Differenzirung des M. crico-thyreoideus in einen externus und internus auf. Es würde also, wenn diese Auffassung sich als die richtige erweisen sollte, in Bezug auf diesen Muskel der Orang dem Menschen näher stehen als den niederen Affen, die lediglich einen stark ausgeprägten internus aufzuweisen haben.

Musculus crico-arytaenoideus posticus.

Er kommt von den Seiten der schwachen Crista und der hinteren Kante des unteren Rands der Ringknorpelplatte und inserirt an der lateralen Wölbung des Processus muscularis des Giessbeckenknorpels. Er ist durchaus homogen und überall fast gleich dick.

Muskeln der Epiglottis

sind bei dem untersuchten Orang keine vorhanden.

Cynocephalus Hamadryas und Inuus sinicus.

Die Kehlköpfe dieser beiden Affen zeigen so grosse Uebereinstimmung, dass einer gemeinsamen Betrachtung derselben nichts im Wege steht.

Der Larynx des *Hamadryas* stammt von einem alten Männchen, der des *Inuus sinicus* von einem noch jungen, aber ausgewachsenen Weibchen.

Von dem Knorpelgerüst beider Kehlköpfe gilt dasselbe, was von dem des Orang gesagt ist.

Musculus interarytaenoideus transversus.

Auch bei *Hamadryas* und *Inuus sinicus* ist kein M. interarytaenoideus obliquus vorhanden. Ihr M. interarytaenoideus transversus unterscheidet sich von dem des Orang durch seine verhältnissmässig geringere Breite (sie beträgt etwa $^1/_3$ der Giessbeckenknorpel, beim Orang etwa die Hälfte derselben), durch das regelmässige Oval seines Querschnitts und durch den Mangel eines jeglichen Faserübergangs in den M. thyreo-arytaenoideus.

Musculus crico-arytaenoideus lateralis.

Bei beiden Affen entspringt dieser Muskel in derselben Ausdehnung wie beim Orang, jedoch nur vom oberen Rande des Ringknorpels, so dass er denselben nicht nach innen und aussen umgreift. In Bezug auf Homogenität, Selbständigkeit und Insertion stimmt der Muskel vollkommen mit dem des Orang überein.

Musculus thyreo-arytaenoideus.

Er entspringt an der Innenfläche des Schildknorpels dicht neben der Medianlinie und parallel derselben mit länglich ovalem Ursprung, der bei *Hamadryas* das untere Drittel, bei *Inuus sinicus* die untere Hälfte der Höhe des Schildknorpels einnimmt, und zieht in etwas zunehmender Breite durchaus homogen an die vordere Fläche und den Seitenrand des Giessbeckenknorpels. Auch auf dem Querschnitt repräsentirt er sich überall oval, und zwar in besonders regelmässiger Form bei *Inuus sinicus* (Fig. XI — *Hamadryas* Fig. XII). Bei beiden Affen liegt er in den die wahren Stimmbänder bildenden Falten der elastischen Kehlkopfhaut und stösst nur mit seinem oberen Rande an den Boden des Ventriculus Morgagni. Die untersuchten niederen Affen stehen also in Bezug auf das Verhalten dieses Muskels zum Stimmband dem Menschen näher als der Orang (s. o.). Als anscheinend geringer, aber vielleicht physiologisch wichtiger Unterschied des Menschen von den niederen

Affen ist jedoch anzuführen, dass bei ihm der Querschnitt des Muskels, soweit er im Stimmband verläuft, nicht oval, sondern dreieckig ist, der Muskel also mit einer ziemlich scharfen Kante in der das Stimmband bildenden Falte liegt.

Musculus crico-thyreoideus.

Er entspringt am Ringknorpelbogen von der Aussenseite des unteren Rands und dem unteren Theil der Aussenfläche mit Verschonung eines kleinen medianen Stückchens, zieht in gleichbleibendem Abstand von dem Muskel der Gegenseite senkrecht aufwärts und inserirt mit seinen medianwärts gelegenen Fasern an der Innenkante des unteren Schildknorpelrandes mit Verschonung der Incisura inferior, mit seinen lateralen Fasern an dem unteren Theil der Innenfläche des Schildknorpels — und zwar erstreckt sich diese Insertion bei *Hamadryas* (Fig. XII) vom unteren Rande bis zur halben Höhe des Schildknorpels; bei *Inuus sinicus* nimmt sie das untere Viertel ein (Fig. XI). Der Muskel ist demnach ein ausgesprochener crico-thyreoideus internus.

Musculus crico-arytaenoideus posticus.

Er kommt bei beiden Affen von der hinteren unteren Hälfte der Ringknorpelplatte und von der ziemlich starken Crista, nicht aber — wie das beim Orang der Fall ist — auch vom unteren Rande der Platte, und zieht als homogener Muskel (wie beim Orang) an die laterale Wölbung des Processus muscularis cartilaginis arytaenoideae.

Muskeln der Epiglottis

sind nicht vorhanden.

Lemur mongoz.

Das Knorpelgerüst des Kehlkopfs zeigt einige Abweichungen von dem der Affen, die auf die Anordnung der Muskulatur von Einfluss sind.

Die Ringknorpelplatte zeigt den Beginn einer Differenzirung in einen oberen und einen unteren Theil. Auf dem sagittalen Medianschnitt erscheint sie nämlich als aus zwei direct über einander liegenden, durchaus getrennten Knorpeln zu bestehen, von welchen der obere etwa $^1/_3$, der untere $^2/_3$ der Gesammthöhe einnimmt (Fig. IX). Diese Trennung besteht jedoch nur in der Medianlinie; unmittelbar neben derselben vereinigen sich die Theile des Knorpels wieder, so dass durch das Foramen im Knorpel eine gewöhnliche Stecknadel gerade

noch durchgeführt werden kann. Die sehr starke Crista beginnt erst unmittelbar unter diesem Loch und geht bis zum unteren Rande des Knorpels.

Der Processus vocalis cartilaginis arytaenoideae verläuft als eine fast 5 mm lange gerade Leiste, deren vorderer Rand ungefähr parallel dem sagittalen Medianschnitt der Ringknorpelplatte und deren innere Fläche parallel der durch den Larynx gelegten sagittalen Medianebene steht (Fig. IX).

Der Knorpel der Epiglottis sitzt nicht unmittelbar an der Cart. thyreoideae, sondern steht mit dieser nur in membranöser Verbindung. Dagegen ist die Epiglottis mit dem über ihre Mitte ziehenden Zungenbeinkörper bindegewebig verbunden (Fig. IX).[1])

Musculus interarytaenoideus.

Auch hier ist nur der Interarytaenoideus transversus vorhanden. Die Ränder des homogenen, auf dem Querschnitt ovalen Muskels laufen parallel. Die Insertion verhält sich wie beim Menschen und den Affen. Ein Uebergang von Fasern in den M. thyreo-arytaenoideus ist nicht vorhanden.

Musculus crico-arytaenoideus lateralis.

Er kommt von den hinteren zwei Dritteln des oberen Ringknorpelbogenrandes und zieht als schwacher homogener Muskel, ohne eine Verbindung mit dem M. thyreo-arytaenoideus einzugehen, zum seitlichen und vorderen Theil des Processus muscularis cartilaginis arytaenoideae.

Musculus thyreo-arytaenoideus.

Er entspringt von den unteren zwei Dritteln der vorderen Innenfläche der Cartilago thyreoidea neben und parallel der sagittalen Medianlinie und verläuft homogen als dünnes breites Band mit der Mehrzahl seiner Fasern zum äusseren Seitenrand nicht des Processus muscularis, sondern des Proc. vocalis cartilaginis arytaenoideae; nur die mittleren der äusseren Faserzüge gehen in den tiefen Sulcus zwischen Processus muscularis und vocalis.

Die unteren Fasern des Muskels ziehen an der Basis des Stimmbands hin, ohne in diesem zu liegen, während sein oberer, etwas verdickter Rand geradezu das Taschenband bildet. Der Muskel liegt also in der äusseren und oberen Wand des Ventriculus Morgagni (Fig. IXa).

---

[1]) Unter diesen Umständen und bei dem Mangel jeglicher an die Epiglottis gehenden Muskulatur muss die Bewegung der Epiglottis an die des Zungenbeins gebunden sein. Sie kann sich also beim Larynxschluss (Schlingact) nicht activ, sondern nur passiv durch die gegenseitige Annäherung von Schildknorpel und Zungenbein betheiligen.

An seiner Insertion berührt der Muskel den Ansatz des Stimmbands in dessen ganzer Breite und überragt ihn, sowie den ganzen Rand des steilgestellten Stimmbands um etwa 1 ½ mm (Fig. IX).

Ueber seinen Zusammenhang mit dem M. crico-arytaenoideus posticus siehe unten. In welchem Verhältniss er zu dem von Rüdinger[1]) beschriebenen Taschenbandmuskel des Menschen steht, ist noch nicht zu entscheiden.

Musculus crico-thyreoideus.

Er kommt vom ganzen äusseren unteren Rande und dem unteren Theil der Aussenfläche des Ringknorpelbogens und zwar berühren sich die medialen Ränder der beiderseitigen Muskeln am unteren Rande des Ringknorpels. Der Muskel zieht von da wenig nach hinten, mehr steil nach oben und setzt sich an den ganzen unteren Rand des Schildknorpels. Die inneren hinteren Fasern ziehen, am Ringknorpel noch mit den äusseren verwachsen, sich aber etwas unter dem Schildknorpelrand von diesen trennend, als starker und breiter M. crico-thyreoideus internus an das hintere Drittel der Innenfläche der Cartilago thyreoidea bis hinauf zum Cornu superius.

Musculus crico-arytaenoideus posticus.

Er kommt von der Crista der Ringknorpelplatte und inserirt am Seitenrande der Cartilago arytaenoidea sowie an der hinteren Seite des Processus muscularis. Die obere Hälfte seiner oberflächlichen Fasern überschreitet den Seitenrand der Cartilago arytaenoidea und geht, den tiefen zwischen diesem und dem Processus vocalis gelegenen Sulcus überbrückend, in den M. thyreo-arytaenoideus über.

Muskeln der Epiglottis

sind nicht vorhanden (cf. die Anm. auf S. 9.).

Halmaturus giganteus.

Der untersuchte Larynx stammt von einem alten Männchen. Da in der mir zugänglichen Litteratur der sehr merkwürdige Kehlkopf dieses aplacentalen Thieres nur einmal, und auch nur höchst unvollständig und vielfach meinen Befunden widersprechend beschrieben ist[2]) werde

[1]) Monatsschrift für Ohrenheilkunde, sowie für Nasen-, Rachen- und Luftröhrenkrankheiten Nr. 9, 1867.

[2]) C. Mayer, Ueber den Bau des Organs der Stimme etc. Nova Acta Acad. Leop.-Carol. Vol. XXIII, p. 2,659 ff.

ich auf sein Knorpelgerüst genauer eingehen, als zum blossen Verständniss der Muskulatur nöthig ist, und die schwierigen Verhältnisse durch einige Abbildungen klar zu legen suchen.

Schild- und Ringknorpel sind vornen so mit einander verwachsen, dass hier weder äusserlich, noch auf dem sagittalen Medianschnitt eine Grenze zwischen ihnen zu finden ist. Mayer bildet dieses Verhältniss (allerdings sehr schlecht) ab, erwähnt es jedoch in der Beschreibung nicht. Erst an der seitlichen Partie differenziren sich die Knorpel, indem der obere Theil als breites und starkes Cornu inferius Cartilaginis thyreoideae die untere, den Ringknorpel repräsentirende Partie überschreitet, um dann am unteren Rande der letzteren mit ihr zu verwachsen, nicht aber ein Gelenk zu bilden (Fig. IV, V, VI). Der Ringknorpel bildet hinten keine Platte, sondern ist daselbst bis fast zu seinem oberen Rande breit ausgeschnitten. Wo die beiden verdickten Ränder dieser Incisur (Fig. IV) zusammenstossen, ist von oben her ein kleiner Zwischenknorpel (Fig. IV4b.) keilförmig zwischen sie eingeschoben. Ein weiterer kleiner Knorpel (Fig. IV4c.) deckt den Zwischenraum zwischen dem Ringknorpel und den hinteren Fortsätzen der Giessbeckenknorpel. Von diesen kleinen Knorpeln erwähnt Mayer nichts.

Die Giessbeckenknorpel (Fig. IV, 5, VIII) haben einige Aehnlichkeit mit denen des Pferdes, sind aber in jeder Richtung excessiver entwickelt. Ihr oberer innerer Rand zieht als flaches Bogenstück quer fast durch das ganze Lumen des Kehlkopfs, so dass vom Processus vocalis bis zur vorderen Schildknorpelwand nur noch eine kleine Strecke, etwa $^1/_5$ des geraden Durchmessers frei bleibt. (Fig. II). Die Stimmritze wird ausschliesslich von der Spalte zwischen den Rändern der Giessbeckenknorpel gebildet. Die Processus vocales ragen frei in das Innere des Larynx hinein. Weder ein Stimmband, noch irgend eine Schleimhautfalte, die sich als solches deuten liesse, ist vorhanden. Es laufen sogar Schleimhautfältchen senkrecht zur Richtung eines eventuellen Stimmbands durch den zwischen den Processus vocales und der vorderen Larynxwand liegenden freien Raum, die Faserrichtung des Musculus thyreo-arytaenoideus kreuzend (Fig. II) [1]. Die Seitenkante des Giessbeckenknorpels und der Processus muscularis sind sehr stark entwickelt. Der untere Rand des Knorpels zieht als starkes Horn nach hinten bis fast zur Berührung mit dem der Gegenseite und erscheint hier fast wie gerade abgeschnitten. Diese beiderseitigen Enden sind von hinten durch einen breiten, niedrigen, schmetterlingsähnlichen Sesamknorpel bedeckt, den Mayer l. c. ebenfalls nicht erwähnt (Fig. IV, 6).

---

[1]) Mayer l. c. beschreibt ein Stimmband, jedoch so unklar, dass sich nicht ersehen lässt, was er dafür gehalten hat.

Bei Betrachtung der Muskulatur fällt zunächst das gänzliche Fehlen eines Musculus crico-thyreoideus auf. Der Muskel, der Schild- und Ringknorpel gegen einander bewegt, ist eben bei der Unausführbarkeit dieser Bewegung überflüssig geworden.

Musculus sphincter laryngis internus.

Die bei den placentalen Säugethieren getrennten, beim Menschen aber in constante Beziehungen zu einander getretenen Mm. thyreo-arytaenoideus und crico-arytaenoideus lateralis finden sich bei *Halmaturus* zu einem einheitlichen Muskel vereinigt. Betrachten wir ihn von seiner Insertion zum Ursprung, so zieht er von der ganzen Crista lateralis und dem Processus mucularis Cartilaginis arytaenoidea, als sehr starker, breiter Muskel mit kaum divergirenden Fasern an den oberen, nach vorn etwas aufsteigenden Rand des Ringknorpels, und zwar an die ganze Strecke, die zwischen der Gelenkfläche für den Giessbeckenknorpel und der Stelle, wo Ring- und Schildknorpel mit einander verwachsen, liegt. Die obere Hälfte der Faserzüge jedoch zieht an der Innenwand des Schildknorpels hin und vereinigt sich in der Medianlinie sehnig mit den entsprechenden Zügen der Gegenseite. Der Muskel hat hier keinen eigentlichen Ursprung, sondern geht nur mit dem Perichondrium des Schildknorpels eine verhältnissmässig lose Verbindung ein, die mittels des dazwischen geschobenen Skalpellstiels ohne Schwierigkeit gelöst werden kann. Der Muskel bildet somit das ununterbrochene vordere Segment eines Sphincter laryngis internus. Leider war das Präparat, als dieses interessante Verhältniss aufgefunden wurde, zu einer mikroskopischen Untersuchung nicht mehr geeignet. (Fig. II, III, VII Sph. i.).

Das hintere Segment des Sphincter wird vom

Musculus interarytaenoideus

gebildet. Derselbe inserirt am hinteren Rand der Crista lateralis und am Processus muscularis des Giessbeckenknorpels. Im oberen Theil dieser Insertion stösst er dicht an die gegenüber inserirende obere Partie des vorderen Sphincter-Segments an, ohne jedoch in dieselbe überzugehen. Das obere Drittel seiner Fasern geht unmittelbar in die der Gegenseite über, während sich die unteren zwei Drittel am oberen und seitlichen Rande des schmetterlingsförmigen Sesamknorpels befestigen (Fig. I, VII J. ar.). Eine derartige Unterbrechung des Muskels findet sich in verschieden hohem Grade auch bei verschiedenen placentalen Säugethieren, z. B. *Canis.* [1])

[1]) cf. Fürbringer, l. c.

An Stelle des M. crico-arytaenoideus posticus der meisten placentalen Säugethiere findet sich bei *Halmaturus* ein

Musculus kerato-crico-arytaenoideus.

Er kommt vom ganzen Hinterrande des Cornu inferius Cartilaginis thyreoideae, von der Verwachsungsstelle desselben mit dem Ringknorpel und von dem unteren seitlichen Rande des letzteren nach hinten bis zur Incisur. Als starkes, breites, einheitliches Bündel zieht er mit convergirenden Fasern nach oben und etwas nach vorn zur unteren Hälfte der Crista lateralis, sowie zum seitlichen und hinteren Theil des Processus muscularis der Cartilago arytaenoidea. (Fig. I, VII K-cr-ar.).

Ein M. kerato-crico-arytaenoideus ist bei einzelnen placentalen Säugethieren *(Dasyprocta, Delphinus)* beobachtet.[1])

Zur Verbindung zwischen dem Ring- und den Giessbeckenknorpeln dienen noch zwei Muskeln, für die ich bei den placentalen Säugethieren kein Homologon kenne.

Den Einen nenne ich:

Musculus crico-sesamo-arytaenoideus.

Er entspringt von der hinteren oberen Kante des verdickten Randes der Ringknorpelincisur und zieht nach oben zum unteren Rand (mit Ausnahme des mittelsten Theils) des schmetterlingsförmigen Sesamknorpels, sowie mit einigen tieferen Fasern zum unteren Rand des hinteren Giessbeckenknorpelfortsatzes. Sein äusserer Rand stösst an den inneren des M. kerato-crico-arytaenoideus. Von dem gleichen Muskel der Gegenseite ist er am Ursprung durch den zwischen die beiden Ränder der unteren Ringknorpelincisur eingeschobenen Zwischenknorpel getrennt. (Fig. I Cr-s-ar).

Der zweite hierher gehörige Muskel ist vom M. crico-sesamo-arytaenoideus und vom M. kerato-crico-arytaenoideus vollständig bedeckt und mag deshalb

Musculus crico-arytaenoideus profundus

heissen. Er entspringt von der ganzen Breite der hinteren Ringknorpelfläche mit unregelmässiger Ursprungslinie und zieht als platter, homogener Muskel mit convergirenden Fasern an den ganzen hinteren unteren Rand des Giessbeckenknorpels. (Fig. I, *Cr.-ar. p.*)

Die Epiglottis steht mit dem Kehlkopf in keinerlei muskulöser Verbindung.

---

[1]) Fürbringer, l. c. p. 58.

Betrachten wir die auffälligen Verhältnisse dieses Kehlkopfs vom physiologischen Standpunkte, so befremdet uns am meisten der gänzliche Mangel des Stimmbandes mit dem gleichzeitigen Fehlen der Beweglichkeit zwischen Ring- und Schildknorpel, sowie des dadurch entbehrlich gewordenen Musculus crico-thyreoideus. Zugleich liegt die Vermuthung nahe, dass die langen Ränder der Giessbeckenknorpel, welche die eigentliche Rima glottidis bilden, in gewissem Sinne das fehlende Stimmband vertreten können.

Die Stimme des *Halmaturus* ist nach Brehm ein nicht näher beschriebenes Meckern. Andere Forscher schweigen ganz darüber. Der Director des Frankfurter zoologischen Gartens, Dr. Max Schmidt, der seit beinahe zwei Decennien diese Thiere unter Augen gehabt hat, erinnert sich nach mündlicher Mittheilung nicht, jemals einen Ton von ihnen gehört zu haben. Soll nun das Thier überhaupt Töne hervorbringen können, so muss zunächst der merkwürdige, zwischen den Processus vocales und der vorderen Schildknorpelwand gelegene offene Raum verschliessbar sein, wodurch erst vollständiger Glottisschluss erzielt würde. Dass dieser eintreten kann, ist zwar von vornherein anzunehmen, bedarf aber in Anbetracht des complicirten eigenthümlichen Mechanismus einer genaueren Erläuterung.

Wenn sich der starke Sphincter contrahirt, so wird der eben genannte kleine Raum durch die zu beiden Seiten und in geringerem Grade auch vorn eintretende, der Contraction proportionale Verdickung seiner muskulösen Wände bedeutend verkleinert. Zugleich werden die sehr beweglichen Giessbeckenknorpel stark nach vorn gezogen. Der hintere Theil des Sphincter, der Interarytaenoideus, drängt die Giessbeckenknorpel mit seinen oberen Fasern zusammen und fixirt mit seinem unteren den schmetterlingsförmigen Sesamknorpel wie eine Pelotte gegen die hinteren Fortsätze der Giessbeckenknorpel, wobei er durch den crico-sesamo-arytaenoideus unterstützt wird.

Sollte das Alles nicht mehr wie genügend sein, das kleine, bei gegenseitiger Berührung der Giessbeckenknorpel noch freie Lumen des Kehlkopfs zu verschliessen? Und ist das der Fall, so können die freien Ränder der Giessbeckenknorpel bei kräftiger Expiration gewiss in eine Vibration versetzt werden, mittels welcher meckernde Geräusche oder gar Töne hervorgebracht werden dürften.

Zur Kenntniss des Musculus crico-thyreoideus und seiner Wirkung.

Seit Jelenffy's schöner Arbeit [1]) hat die Anatomie des Musculus crico-thyreoideus bedeutend an Interesse gewonnen. Der genannte Autor zerlegt die Wirkung des Muskels in drei Componenten, deren jede an die Existenz in bestimmter Richtung wirkender Faserzüge gebunden ist. Zweck der folgenden Zeilen ist es, auf Grund der von Jelenffy am M. crico-thyreoideus des Menschen gewonnenen Gesichtspunkte einige Betrachtungen über die Anatomie und Physiologie dieses Muskels bei den Säugethieren anzustellen.

Die Gesammtwirkung des Muskels ist bekanntlich Spannung der Stimmbänder. Diese wird auf durchaus verschiedene Weise erreicht durch die Action der, die von Jelenffy angenommenen Componenten repräsentirenden Faserzüge. Jelenffy unterscheidet:

A. Eine in verticaler Ebene wirkende Componente, welche den Ringknorpel dem Schildknorpel nähert, wodurch 1) die Ringknorpelplatte nach hinten übergebeugt und somit die Insertionspunkte der Stimmbänder von einander entfernt werden; und wodurch 2) das Ligamentum conoideum erschlafft und aus der verticalen in eine mehr horizontale Lage gebracht wird. Die Function dieser Componente wird von den in annähernd verticaler Richtung verlaufenden Fasern verrichtet.

B. Eine in horizontaler Ebene in sagittaler Richtung wirkende Componente, die den Schildknorpel vorwärts und den Ringknorpel rückwärts zieht, wodurch ebenfalls die Insertionspunkte der Stimmbänder von einander entfernt werden. Hier kommen die schräg verlaufenden Fasern vorzugsweise in Betracht.

C. Eine in horizontaler Ebene in frontaler Richtung wirkende Componente, die hauptsächlich aus dem M. crico-thyreoideus internus besteht. Sie flacht die von den Schildknorpelplatten gebildeten Bogen ab, nähert also diese dem Ringknorpel und einander und spannt so durch Verlängerung des geraden Larynxdurchmessers die Stimmbänder. Sie wirkt am kräftigsten, da sie an einarmigen Hebeln angreift, deren Hypomochlion sich in der Articulatio crico-thyreoidea befindet. Hierbei ist die durch die Componente A. bewirkte Relaxation des Ligamentum conoideum von Wichtigkeit, da ohne dieselbe eine erheblichere Vergrösserung des geraden Larynxdurchmessers unmöglich wäre.

---

[1]) Jelenffy, Der *Musculus crico-thyreoideus*, Archiv f. d. ges. Physiologie VII (1873), p. 77.

Bei gegenwärtiger Betrachtung wurden berücksichtigt die Kehlköpfe von

Homo sapiens,
Simia satyrus,
Cynocephalus Hamadryas,
Innus sinicus,
Lemur mongoz,
Canis vulpes,
Phoca vitulina,
Felis catus dom.,
Lepus timidus,
Lepus cuniculus,
Sus scrofa dom.,
Ovis aries,
Bos taurus dom. juv. et adult.,
Equus caballus.

Ueber den Musculus crico-thyreoideus der genannten Thiere ist Folgendes zu bemerken:

Im Sinne aller drei Componenten wirkende Fasern finden sich in ungefähr gleichmässiger Ausbildung bei *Homo* und *Sus*.

Die Componente A ist vertreten durch auffallend starke und fast allein entwickelte Fasern bei *Felis* und *Lepus*, ferner neben der meist stärker entwickelten Componente C bei allen untersuchten Affen und bei *Lemur*.

Die im Sinne der Componente B wirkenden Fasern finden sich allein entwickelt bei *Ovis* und *Bos*, vor A vorwiegend bei *Phoca*, *Canis vulpes* und *Equus*, nicht entwickelt bei den Affen und bei *Lemur*.

Die Componente C wird fast ausschliesslich durch den Musculus crico-thyreoideus internus repräsentirt. Dieser ist am stärksten bei *Lemur* (s. o.), mittelstark bei *Hamadryas* und *Innus sinicus*, in gleicher Entwickelung mit den Fasern der beiden andern Componenten bei *Sus*, verhältnissmässig schwach bei *Satyrus* und schwach und inconstant beim Menschen.

Ueberall wo sie vorkommt ist die Componente C nicht allein vorhanden, sondern stets in Verbindung mit stark entwickelten Faserzügen der Componente A. Hierdurch bestätigt die vergleichende Untersuchung in schönster Weise die für den Menschen von Jelenffy geltend gemachte Combination der Wirkung der Componenten C und A, indem A das Ligamentum conoideum erschlaffen muss, um eine ausgiebige Wirkung von C zu ermöglichen (s. o.).

Jelenffy erklärt die Componente C aus einfachen mechanischen Gründen (s. o.) für die kräftigste. Um wieviel stärker als beim Menschen, der meist keinen crico-thyreoideus internus hat, muss sie nun in Action treten können bei Thieren, bei denen der Muskel excessiv entwickelt ist! Diese werden nun in Folge der höchstmöglichen Spannung der Stimmbänder im Stande sein, die schrillsten, durchdringendsten Töne hervorzubringen. In der That trifft das bei den niederen Affen und den Lemuren zu.

Die Stimme des Orang ist entsprechend der sehr geringen, vielleicht nicht einmal constanten, die menschlichen Verhältnisse wenig übertreffenden Ausbildung des als Componente C funktionirenden Musculus crico-thyreoideus internus in ihrer Höhe und Stärke wenig von der menschlichen verschieden. Es ist hier nur vom jungen Orang (s. o.) die Rede, bei dem der Kehlsack noch in sehr geringer Entwickelung ist und deshalb die Stimme nur wenig beeinflussen kann. Der untersuchte Kehlkopf stammt von einem solchen und die Angaben über die Stimme, die ich Herrn Dr. Max Schmidt verdanke, beziehen sich ebenfalls auf ein solches Exemplar. Dieser Beobachter schreibt mir:

»Der lauteste Ton des Orangs war eine Art Geheul, wenn er die Zeit, wo ihm Abends die Milch gereicht wurde, gekommen glaubte und noch etwas warten musste. Er verzog dann den Mund wie ein schreiendes Kind und liess eine Art von Weinen hören, welches in den tieferen Tönen wie uh lautete, bei gesteigerter Erregung wohl in ein schneidendes üh überschlug. Im höchsten Affect schrie er mit ganz schrillem ih, genau wie ein recht ungezogenes Kind. Einer derartigen Leistung entsprach auch die Stärke des Tons.

Als Zeichen des Erstaunens gab er in ganz vereinzelten Fällen einen tiefen rülpsenden Kehlton von sich.«

Was die niederen Affen betrifft, so beziehe ich mich nur auf solche, die wie die beiden untersuchten keinerlei die Stimme verstärkenden, extralaryngealen Apparate besitzen. Die Fähigkeit dieser Thiere, eine schrille, kreischende Stimme erschallen zu lassen, ist bei der jetzt häufig gebotenen Gelegenheit, dieselben lebend zu beobachten, bekannt.

Am Wichtigsten ist es, zu constatiren, dass bei *Lemur*, der ebenfalls keine extralaryngealen, stimmverstärkenden Apparate hat, mit der excessiven Entwickelung des Musculus crico-thyreoideus internus eine auffallend hohe und starke Stimme Hand in Hand geht. Leider konnte ich über dieselbe bei *Lemur mongoz* nichts in Erfahrung bringen. Herr Dr. Max Schmidt hatte jedoch die Freundlichkeit, mir seine diesbezüglichen Beobachtungen über *Lemur macaco* mitzutheilen.

»Dieses Thier«, schreibt mir mein Gewährsmann, »hat eine ganz enorm starke Stimme, die ich oft gehört habe. Sie ist mir im Gedächtniss als ein rauher, gellender Ton, zwischen Bellen und Heulen, den man durch unseren ganzen Garten hörte. Sclater (Secr. der Zool. Ges. London) sagt über die Stimme dieses Thieres: ». . . . the voice of Lemur varius (s. macaco) is very loud, harsh and powerfull. Mr. Bartlett (der sog. Superintendant, d. h. technische Director des Londoner Zool. Gartens) tells me he has heard it at least a mille of«. Proc. zool. Soc. Lond. 1871, p. 230.

Unser Exemplar hat sein Geschrei nicht gerade häufig und stets nur gegen Abend hören lassen.

Brehm führt einen Bericht an, wonach das Schreien zahlreicher *Makis* dieser Art in den Wäldern von Madagaskar wie Löwengebrüll lauten soll, d. h. in grösserer Entfernung.

Der Ton lässt sich annähernd durch ha oder hau wiedergeben und war bei unserem Thiere nicht länger, als dies beim Bellen eines Hundes der Fall ist. Er wurde nie rasch nacheinander, sondern stets nach längeren oder kürzeren Pausen ausgestossen.

Dies ist Alles, was mir über die Stimme dieses *Lemur* bekannt ist; in meinem Aufsatz über unsere *Makis* habe ich sie nicht erwähnt, weil ich sie noch nicht gehört hatte, als ich diesen schrieb.«

Nach diesen Betrachtungen erscheint es mir mindestens fragenswerth, ob nicht eine starke Entwickelung des im Sinne der Jelenffy'schen Componente C wirkenden Musculus crico-thyreoideus internus auch eine starke und hohe Stimme zur Folge habe. Dass, wie ich vielfach angegeben finde, die Länge der Stimmbänder für die Höhe der Stimme vorzugsweise in Betracht komme, ist mir sehr zweifelhaft geworden, nachdem ich bei dem bekannten Kehlkopfspecialisten Herrn Dr. Moritz Schmidt in Frankfurt a. M. Gelegenheit hatte, die Stimmbänder mehrerer Sänger von Profession zu sehen, wobei der Schluss, den wir aus der uns bekannten Stimme auf die Länge der Stimmbänder gezogen hatten, sich mehrfach als falsch erwies. Die Untersuchung kann freilich erst dann zu einem einigermassen sicheren Resultate führen, wenn Kehlkopf und Stimme vieler anderer Affen und *Lemuren* in ähnlicher Weise vergleichend betrachtet werden und auch menschliche Kehlköpfe, deren ehemalige stimmliche Leistungen bekannt sind, mit Rücksicht auf die Ausbildung der im Sinne der verschiedenen Componenten wirkenden Faserzüge des Musculus crico-thyreoideus untersucht sind. Zur Lösung dieser interessanten Frage bedarf es jedoch der Beihülfe Anderer, die in Folge günstigerer Verhältnisse oder zufällig über geeignetes Material verfügen.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind nach der Natur in geometrischer Projection mit dem Lucae-Schroeder'schen Apparate gezeichnet, und zwar Figur IXa in $^2/_1$, die übrigen in $^1/_1$ der natürlichen Grösse.

In allen Figuren bedeutet:

1. Epiglottis.
2. Os hyoideum.
3. Cartilago thyreoidea.
   3a. deren Cornu superius.
   3b. » » inferius.
4. Cartilago cricoidea.
   4a. deren Incisura inferior.
   4b. & c. » Schaltknorpel.
5. Cartilago arytaenoidea.
   5a. deren Crista lateralis.
   5b. » Processus muscularis.
   5c. » » vocalis.
   5d. » » posterior.
   5e. » Gelenkfläche.
6. Cartilago sesamoidea sive papilionacea.
7. Ligamentum vocale verum.
8. » » spurium.

Cr-ar. l. = Musculus crico-arytaenoideus lateralis.
Cr-ar. p. = » » » profundus.
Cr-s-ar. = » » sesamo-arytaenoideus.
Cr-thy. = » » thyreoideus.
Cr-thy. i. = » » » internus.
I-ar. = » interarytaenoideus.
K-cr-ar. = » kerato-crico-arytaenoideus.
Sph. i. = » sphincter laryngis internus.
Thy-ar. = » thyreo-arytaenoideus.

Fig. I.—VIII. Kehlkopf von *Halmaturus giganteus.*
- I. Ansicht von hinten nach Präparation der Muskulatur. Auf der linken Seite ist der M. kerato-crico-arytaenoideus nahe seiner Insertion abgeschnitten.
- II. Sagittaler Medianschnitt. Innenfläche.
- III. do. nach Entfernung der Schleimhaut.
- IV. Knorpelgerüst von hinten.
- V. » » vornen.
- VI. » » der linken Seite.
- VII. Die Muskulatur von der Aussenseite nach theilweiser Entfernung des Schildknorpels.
- VIII. Giessbeckenknorpel von aussen.

Fig. IX. Sagittaler Medianschnitt durch den Kehlkopf von *Lemur mongoz.*
» IXa. Frontalschnitt durch die linke Hälfte desselben ($^2/_1$ d. nat. Gr.).
» X. » » » » » des Kehlkopfs von *Simia satyrus.*
» XI. » » » » » » » » *Innus sinicus.*
» XII. » » » » » » » » *Cynocephalus Hamadryas.*

Fig. 2.

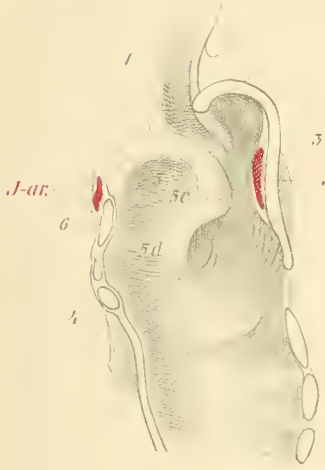


Fig. 1.

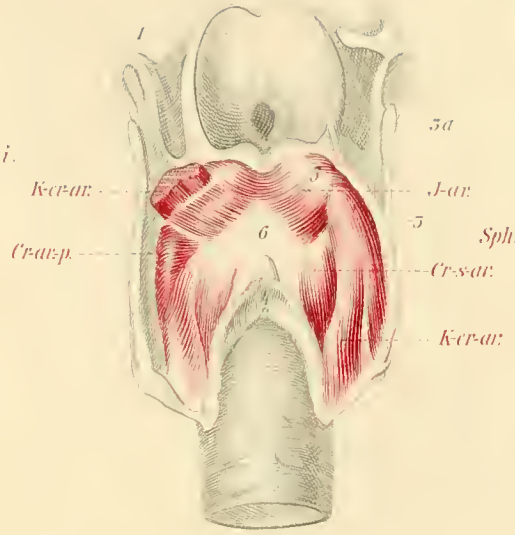


Fig. 3.

Fig. 4.

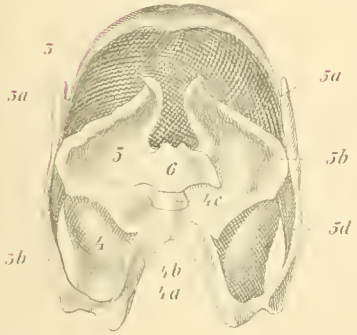


Fig. 5.

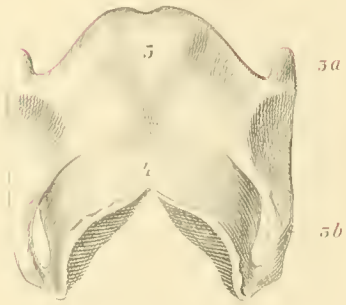


Fig. 6.

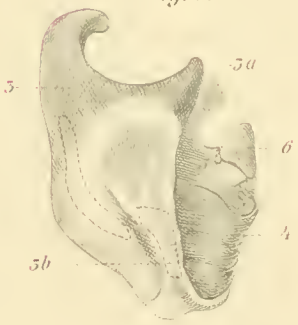


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 9a.

Fig. 7.

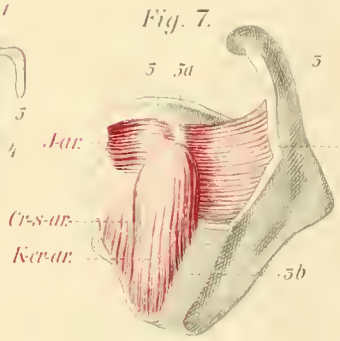


Fig. 10.

Fig. 11.

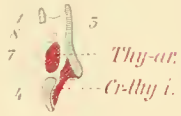
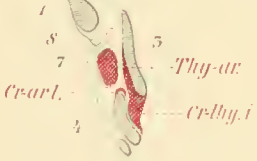


Fig. 12.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: 13_1883-1884

Autor(en)/Author(s): Koerner Otto

Artikel/Article: Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Kehlkopfes der Säugethiere und des Menschen. Arbeit aus der Senckenberg'schen Anatomie 147-165