706 (706~710) 小 児 保 健 研 究

第63回日本小児保健協会学術集会 教育講演

第三の手・舌

天 野 修 (明海大学歯学部形態機能成育学講座解剖学分野)

舌は一般生活でも非常に馴染みのある器官である。「二枚舌」、「舌の根も乾かぬうちに」、「舌鼓」、「舌先三寸」、「舌足らず」など、日常会話にもよく使われるし、「舌切り雀」などの昔話でも知られている。広辞苑(第5版)には、『①脊椎動物の口中に突出した器官。横紋筋から成る舌筋とこれを覆う粘膜とから成る。味覚・咀嚼・嚥下および発音などの作用を営む。②舌のような形のもの。「蛤の一」、「笛の一」、「鐙の一」。③しゃべること。弁舌。(古典引用省略)』のように非常に詳しく述べられている。しかし、「舌学」に関する医学書は舌診についての本以外にほとんどない。本総説では、舌の特徴を手と比較しながら解説し、舌に対する医学的興味に供したい。

I. 2つの世界からなる舌背

舌の上面は舌背と言い、前約2/3の舌体と、後約1/3の舌根に区分できる(図1)¹⁾。舌体の先端部を舌尖と言う。両者の間には分界溝という異なる「世界」を分ける溝が V 字型に走っており、表面の粘膜構造

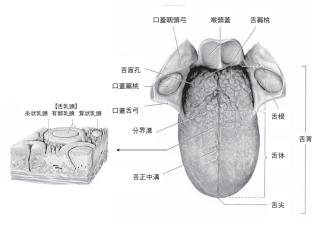


図1 舌背の表面構造 (文献¹⁾を改変) 分界溝が異なる粘膜構造を持つ舌体と舌根を区分している。

が全く異なる。分界溝に沿ってすぐ前側に多数の味蕾を持つ有郭乳頭が並んでいる。舌体の表面すなわち舌背はザラザラしているが、その正体は糸状乳頭で、その尖った先端は角化している。糸状乳頭に紛れて、頭の丸い茸状乳頭が散在している(図1)。茸状乳頭には少ないながら味蕾があり、味覚を受容する。

舌根の粘膜は全く異なる様相を呈して、その内部にはリンパ組織である舌扁桃と後舌腺がある。舌体と舌根の違いは粘膜の構造だけでなく、その感覚を伝える神経も異なる。前者は三叉神経(の枝の舌神経)であり、後者は舌咽神経(の枝の舌枝)である。味覚を伝える神経も前者が顔面神経(の枝の鼓索神経)であるのに対し、後者(有郭乳頭部を含む)は舌咽神経である。このように舌体と舌根の粘膜は全く異なる構造を持っている。

舌背の裏側の粘膜は舌下面で、口底粘膜へ連続する 非常に薄い粘膜を持つため、粘膜下の血管が透けて見 え、薬物吸収に適した部位である。

Ⅱ. 氷山のような舌筋

舌粘膜や神経支配は舌体と舌根で全く異なるのに対して、中身である舌筋には殆ど違いがない。舌筋は舌の外側から舌を動かす「外舌筋」と、舌の中にあって舌の形を変える「内舌筋」とで構成されている。前者にはオトガイ舌筋、舌骨舌筋、茎突舌筋の3種類があり、後者には上縦舌筋、下縦舌筋、横舌筋、垂直舌筋の4種類がある(図2,3)2。外舌筋は頭蓋骨の側頭骨、下顎骨および舌骨から起始して舌に停止する。内舌筋は起始も停止も舌内である。一般の骨格筋は骨に起始して骨に停止し、その間の関節を伸ばしたり曲げたりする(伸筋と屈筋)が、舌筋の停止部は骨ではな

第75巻 第6号, 2016 707

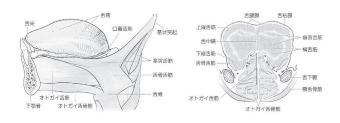


図2 外舌筋と内舌筋 (文献²⁾) 舌の位置と形を決める筋

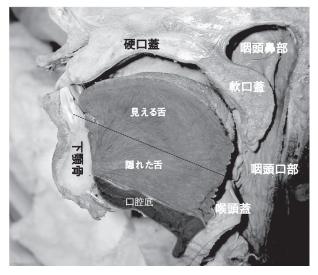


図3 舌の正中矢状断面 舌は口腔底の上に載っていて,下半分は隠れて見えない。

く,関節を動かす代わりに協調して舌全体の位置や形を変える。舌筋は粘膜という薄皮1枚以外の舌の大部分を占めていることから,舌筋の動きが即ち舌の動きとなる。食肉の牛タンはまさに舌筋そのものである。

口腔内から見える舌はヒトの場合,さほど大きいという印象はないが、それは舌の大部分が口腔内から見えない場所にあるためである。図3で示すように、実際の舌は外舌筋の付着部となっている舌骨、下顎骨、側頭骨に達する、かなり大きな臓器と言える。従って、「舌根沈下」という現象は、このように印象よりもかなり大きな舌が舌筋の緊張を失うことによって重力で下方にずれ、気道を塞ぐ現象と考えられる。また、舌は主に顎舌骨筋で構成される「口腔底」の上に載っている。さらに口腔内から見える「口底」はかなり高い位置にあるため、口底から上の部分しか見えないためである(口腔底と口底はしばしば同じ意味でも使用される)。

Ⅲ. 舌筋の器用な動き

舌筋は骨を介さずに直接に舌を動かすので、指より

もはるかに芸の細かい動作が可能になる。筋は収縮機 構を持つ筋細胞、すなわち筋線維からできているのに、 逆に伸ばすという一見矛盾した運動すらできる。私た ちは日常の仕草で失敗した時などに「舌を出す」が、 まさに口腔内から舌が外(前下方)に伸びる。このよ うな動作も各舌筋の協調した「収縮」作業の協調によっ て遂行される(図4)。まず、内舌筋の横舌筋が収縮 して横幅を狭めると同時に垂直舌筋や外舌筋のオトガ イ舌筋が働いて下に押し下げる。この結果、舌は細長 く低くなる。そこにオトガイ舌筋が強く収縮すると, そのまま前方に移動して口腔内から飛び出るという仕 組みである。その他、さまざまな動作が可能だが、そ の程度は個人差が大きい。舌の動きに大きな制限があ り、発音・構音や咀嚼など舌の基本的役割に障害があ るような場合は治療の対象となり得るが、多くの場合 は日常生活で問題とならないので、その原因と対応は 殆どわかっていないが、骨格筋なので訓練により改善 が期待できる場合がある。その他の舌運動の例を図5 で示す。

ヒトにおける舌の突出が筋の伸長ではなく本来の収縮動作の協調により遂行されるのに対し、カメレオンの飛び出す舌は異なる仕組みを持っている^{3.4}。カメレオンの舌骨はその基部に芯のように縦に収まっており、その周囲の筋は通常は強く収縮した状態を維持している。捕食する時はその収縮を解除して高速でストロー状の舌が前方に飛び出し、舌尖部から分泌される粘液で獲物を確保する。この時、舌骨を含む部分も突出するので、伸びた舌を見ると骨を含む直線上の部分と、前半部の骨のない部分から構成されているのがわかる。

Ⅳ. 舌の後方移動がもたらす明と暗

舌の働きは発音や構音、咀嚼だけでなく、嚥下にも大きな役割を負っている。口腔内で作られた食塊を咽頭に送り出す際、問題となるのは気道である上咽頭(咽頭鼻部)と喉頭へ漏れることであり、後者は誤嚥と呼ばれる。食塊を咽頭に押し出し、上咽頭を塞いだ軟口蓋に押しつけるような動作は、主に茎突舌筋による舌の上後方への移動によって行われる(図6)¹⁾。また、乳児での哺乳の際にも、口蓋と舌で乳頭を緊密に包み込むことにより、口腔内での陰圧が維持されて吸啜が可能になる。

今まで述べたように、舌筋の働きによる舌の位置や

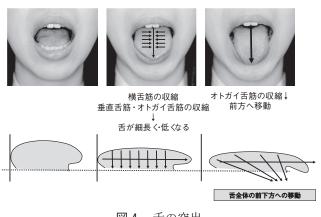


図4 舌の突出 舌筋が収縮して舌が伸びる仕組み



図5 舌運動の例

口角を舐めるような運動(左)に対して、丸める(中)や折りたたむ(右)のような運動には個人差が大きい。

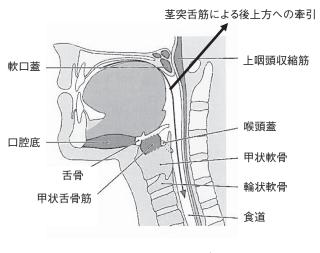


図 6 鼻咽腔閉鎖 (文献¹⁾を改変) 能動的な舌の後方移動

形の変化はヒトの生命活動や日常生活で重要な役割を 果たしているが、舌の位置・形態変化が意図しない結 果をもたらすこともある。筋組織は非常に密度が高く、 結合組織の割合は比較的少ないが、舌筋の筋線維は正 中で舌中隔と呼ばれる脂肪を含む筋膜で隔てられ、そ の脂肪は舌根に向かうにつれて増える⁵⁾。 加齢などに よる舌筋の萎縮が起こると、形態の維持力が困難とな り、舌厚が低下して低位舌となる。加齢により筋線維 間の脂肪沈着が増加するが、肥満により更に脂肪が増

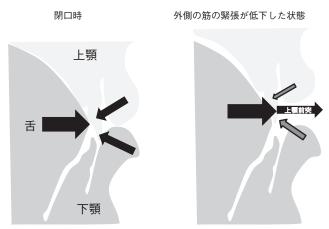


図7 静かなる舌筋の役割 歯に与える影響

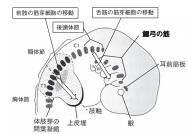
加すると舌重量も増加する。神経傷害・麻痺や睡眠で 舌筋の緊張低下によってさらなる舌形態維持困難が生 じ、横臥時には重力による下方(後方)移動が生じて 気道閉塞を引き起こす。

V. 静かな舌筋の役割

舌が形や位置、大きさを変化させることによってさまざまな役割を果たすことを述べてきたが、口腔内に正常に収まっていることで果たす役割もある。筋は収縮により周囲組織に緊張を与えるが、口腔の内外では、表情筋である頬筋や口輪筋と舌の舌筋は歯列を挟んで対向して緊張力のバランスを取っている。従って、歯の位置や歯列の形は外側の口輪筋・頬筋、さらに翼突下顎縫線を介して頬筋につながる上咽頭収縮筋と内側の舌筋のバランスによって大きな影響を受けると考えられている。この仕組みはバクシネーターメカニズム(頬筋機能機構)と呼ばれ、口呼吸など外側の筋の緊張が緩んだ状況が継続すると、舌筋の圧力が相対的に増加し、歯列を外側(前方や側方)に押し出そうとして、歯列不正の原因となることがある(図7)。

VI. 背中から来た舌筋

口腔を構成する咀嚼筋や表情筋は, 鰓弓筋と呼ばれ, 顔面をつくる鰓弓(咽頭弓)から分化し, 三叉神経や 顔面神経などの「鰓弓神経」に支配される。いわば口 腔生え抜きの構造物である。一方, 体肢の骨格筋は, 脳や脊髄の原基である背中の神経管の両側にできる中 胚葉性の「体節」から筋芽細胞が分化し, 手足の原基 である肢芽に移動し, 肢芽の成長に従って遊走し, 骨 格筋細胞となる。従って, 体肢とその骨格筋は外も中 第75巻 第6号、2016 709



	鰓弓	一般感覚神経	味覚神経	運動神経	筋発生
舌体	第1	三叉神経(脳神経V) 【第1鰓弓神経】	顔面神経 (中間神経)	舌下神経 (脳神経XII)	後頭体節 (第2~5)
舌根	第 3	舌咽神経(脳神経VII) 【第2鰓弓神経】	舌咽神経		
咀嚼筋	第1	口腔:三叉神経		三叉神経	第1鰓弓
表情筋	第2	颜面:三叉神経		顔面神経	第2鰓弓

図8 顔面・舌・上肢の筋発生(文献9)を改変)

身も体幹(胴体)の延長である(図8)。一方、舌の表面構造である粘膜は、舌体(前方約2/3)は第一鰓弓から、舌根(後方約1/3)は第三鰓弓から発生し、両鰓弓に生じた隆起状の原基が合体して舌を作る(図9)²⁾。そこに背側から体節由来の筋芽細胞が遊走して舌筋となる。もし、筋芽細胞が舌原基に移動できなくなった場合、小舌症や無舌症などの先天性疾患の原因となると考えられる⁷⁾。また、筋芽細胞が骨格筋を形成するまでの分子機構に関する研究でも、舌筋は咀嚼筋とは異なるメカニズムを持っている⁸⁾。

口腔の原基である「口窩」は単なる凹みであったが、底に相当する部分は「口咽頭膜」と呼ばれる薄い膜によって、消化管原基である原腸と接している。口窩は体表と同じ外胚葉に覆われ、原腸は内胚葉に覆われているが、口咽頭膜が破れて口窩と原腸がつながり、口腔が消化管の入り口となる(図10)。口咽頭膜があった場所は歯列よりも少し奥と考えられるので、舌粘膜は消化管と同じ由来を持っているということになる。従って口腔内は「元」口窩と「元」原腸が混在していることになり、舌粘膜は他の消化管と同じ原腸由来の内胚葉から分化する。「舌は胃腸の鏡」とも言われるが、発生から見れば、消化管と同じ由来を持つことが原因なのかもしれない。

以上のような発生の仕組みから考えると、舌筋は口腔へ移動してきた体節由来の構造物であり、袋(舌粘膜)に入って来た「よそ者」であり、口腔を形作る鰓弓で発生する咀嚼筋や表情筋とは異なり、むしろ体肢筋とよく似ている。

Ⅷ. 舌下神経と後頭骨:舌下神経は本当に脳神経か

第12脳神経<舌下神経>の固有の神経線維は舌筋だ

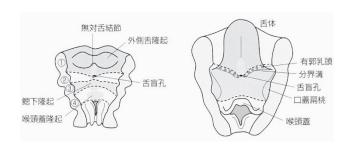
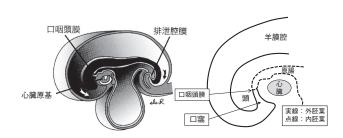


図9 舌の発生(文献2))



・口窩 (外胚葉) と前腸 (中胚葉) の境界: 口咽頭膜 (頬咽頭膜) 口咽頭膜の破裂: 口窩と前腸の交通→口腔が消化管の入口となる

図10 口腔の初期発生と口咽頭膜(文献9)を改変)

けに分布する。舌下神経は延髄から起こり、後頭骨の舌下神経管を通過して下行し、大きく前方に湾曲して舌下神経弓を形成し、舌の後方から舌に進入して分枝し、各舌筋に分布する。舌筋と、舌下神経が通過する後頭骨は共に同じ後頭体節から発生するので、<u>後頭体節一後頭骨一舌下神経一舌筋</u>は元々密接な関係にある。

一方、上肢は魚類の胸びれに相当すると考えられており、舌筋と同じく体節に由来し、筋芽細胞が肢芽に遊走して骨格筋を形成し、脊髄神経の運動神経の支配を受ける。上肢筋では頸体節と胸体節からまず伸筋要素(背側)と屈筋要素(腹側)が生じ、前者は橈骨神経、後者は尺骨神経と正中神経の支配を受けるようになる®。また、脊髄が収まる椎骨はやはり体節の椎板から分化するので、頸・胸体節一頸椎・胸椎一脊髄神経(橈骨神経・尺骨神経・正中神経)一上肢筋は密接な関係にあり、胎児のみならず、成人でも神経分布の規則正しい配列(皮膚分節)が認められる。

ここで問題となるのが、正規の脊髄神経と、脳神経に分類される舌下神経の関係である。舌下神経は脳神経の最後の番号を持ち、脳の最も下部から出ている(脳神経の番号は根の位置により前方から順番に付されている)。脳を取り囲む頭蓋骨は根本的に椎骨や他の体幹体肢の骨とは異なる発生母体と発生機序を持ってい

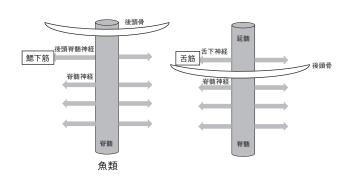


図11 進化による頭蓋の拡大と脳神経・脊髄神経境界 の移動

る。顔面骨や頭蓋冠の腹側(顔面側)は脳や脊髄と同じく神経外胚葉に起源を持ち、さらに神経堤と呼ばれる部位を経て、外胚葉性間葉と呼ばれる組織から生じる。従って、頭蓋骨でありながら椎骨と同じく体節から発生する後頭骨は両者の中間型とも言える。この理由は現在まで明らかにされていないが、舌下神経と舌筋は、舌を持たない魚類の後頭脊髄神経と鰓下筋に相当すると考えられており¹⁰⁾、舌下神経と「進化における脳の発達に伴って、椎骨の上部が頭蓋骨に取り込まれ、後頭骨となった」とも考えられる。また、「後頭骨を通過する舌下神経も脊髄神経から脳神経に移行した」とも考えられる(図11)。

従って、頸神経と胸神経から構成される腕神経叢の神経に支配される上肢筋と、「元」脊髄神経の舌下神経支配の舌筋とは近い関係にあると言える。舌下神経と腕神経叢の間の頸神経叢は、舌骨下筋群や横隔膜を支配する。

Ⅷ. 結論:舌は第三の手か

舌はその構造,働き,発生母体,神経支配などさまざまな観点で手(体肢)とよく似ており,口腔顎顔面の中に進入してきた体幹の素材から作られた器用な突起物と言えよう。

謝辞

貴重な機会を頂いた日本小児保健協会と渡部 茂会頭に心から感謝申し上げます。発表にあたって資料収集等に協力を頂いた教室員と大学院の諸先生に感謝致します。 また急逝した舌研究での共同研究者で友人の故 山根 明元鶴見大学教授に感謝の念を捧げ、ご冥福をお祈り申し上げます。

文 献

- 1) 坂井建雄, 天野 修監訳. プロメテウス解剖学アトラス 口腔・頭頸部. 医学書院, 2012.
- 2) 脇田 稔,山下靖雄監修,井出吉信,前田健康,天野 修編,口腔解剖学.東京:医歯薬出版,2009.
- 3) 大島 廣. カメレオンの舌はどうして飛び出るか?. 動物学雑誌 1933;45 (536):294-297.
- 4) Herrel A, Meyers JJ, Aerts P, Nishikawa KC. Functional implications of supercontracting muscle in the chameleon tongue retractors. J Exp Biol 2001: 204: 3621-3627.
- 5) 浦郷篤史. 口腔諸組織の加齢変化. 東京: クインテッセンス出版, 1991.
- 6) Berry DC. The buccinator mechanism. J Dent 1979; 7 (2):111-114.
- 7) Amano O, Yamane A, Shimada M, Koshimizu U, Nakamura T, Iseki S. Hepatocyte growth factor is essential for migration of myogenic cells and promotes their proliferation during the early periods of tongue morphogenesis in mouse embryos. Dev Dyn 2002; 223: 169-179.
- 8) 山根 明, 天野 修. 舌筋, 咀嚼筋の発生, 発達, 再生. 口腔組織培養学会誌 2007; 16 (2): 1-10.
- 9) 安田峯生、山田重人訳. ラングマン人体発生学. 第 11版. 東京:メディカルサイエンスインターナショ ナル、2016.
- 10) 谷口和之,福田勝洋訳. ケント脊椎動物の比較解剖学. 東京:緑書房. 2015.