

令和 1 年 5 月 10 日

日本音声言語医学会理事長 殿

所属施設・部局 東京女子医科大学八千代医療センター

申請者(代表者) 三枝 英人 (署名・捺印)

所属部局責任者 三枝 英人 (署名・捺印)

研究報告書

プロジェクトの名称: 上縦舌筋・下縦舌筋およびその運動神経支配と様式に対する比較解剖学的研究

1. 実施結果の概要 (800字程度: なお, その中に本経費で購入した機器・消耗品等が, どのように研究に活用されたのかを簡潔に記入する。)

目的: ヒトと他の哺乳類の上縦舌筋(SL)・下縦舌筋(IL)の走行およびその神経支配、周囲組織との関係を比較することで、ヒトのSL・ILの特異性を明らかにした。具体的には、内舌筋であるSL・ILの走行様式についてと、ヒトではSL・ILが舌下神経支配ではなく、主に舌神経内を走行する三叉神経運動枝の分枝による運動神経支配であることが判明しているが、ヒト以外の動物でも舌神経を走行する三叉神経運動枝がSL・ILへ分枝をしているかを確認した。また、構音や栄養摂取に重要な舌尖の形態についても比較・検討を行った。

研究方法: 哺乳類以外の脊椎動物は第一鰓弓由来の軟骨性骨化による下顎骨を使用しているため、膜性骨化による下顎骨を使用している哺乳類を対象に比較形態学的研究を行った。すなわち、四肢歩行を行い草食であるニホンカモシカ、半二足歩行を行い雑食であるニホンザル、水中生活を行い丸呑みであるバンドウイルカ、飛翔を行い肉食(昆虫食)であるユビナガコウモリにつき、

- (1) マクロ解剖観察: SL・ILの走行様式と周囲組織との関連を明らかにした。なお、下顎骨はオトガイ部を残して下顎骨体部を骨膜下に切除し、粘膜面を剥離し、SL・ILを含む各舌筋の全体像および神経の走行を観察できるようにした。
- (2) 舌神経の神経線維解析によるSL・ILへの運動支配の有無を明らかにした。
- (3) 連続切片による観察: (1)の結果、ヒトに近いSL・ILの走行を認める動物につき、舌の連続切片(冠状断・水平断)を作製し、舌内部でのSL・ILの分布の詳細を明らかにするとともに、他筋や周囲組織との関係、特にヒトにおいて構音に最も重要な舌尖部位の形態を明らかにした。

- (1) (2)の結果から、Saigusa H et al. (2006)の報告したヒトのSL・ILの走行

と分布、その運動神経支配様式と比較を行い、ヒト舌の特異性を考察した。

研究費は、神経線維解析に用いる細径かつ神経解きほぐし方時の水滴下が可能な特殊針と、これらの実験の背景になる筋電図実験のための白金筋電図ワイヤーの購入に適切に充てさせて頂きました。

結果：

(1) マクロ解剖観察：SL・ILの走行と周囲組織との関連

・ニホンカモシカ：ニホンカモシカでは口腔が前後に長いが、口腔の上下の空間が狭い状態であり、舌も全体に前後に長かった。ILは舌前方部では、オトガイ舌筋の上方で下顎骨裏面に停止していた。SLは舌前方部に達し、舌前方部の上方から側方の粘膜下で舌を包むように存在していた。

・ニホンザル：草食・反芻を行う日本カモシカと比較して口腔前後は短く、その分、口腔の上下の空間はやや広がった。舌は短く、小さい印象であった。SLとILは舌前方で上下に連続し、ILの下内側はオトガイ舌筋外側にあるので、SLとILが連続した筋層が粘膜下で舌前方を包むように存在した。この形状はSaigusa H, et al (2006)が報告したヒトのSL・ILの走行とほぼ同様であった。

・バンドウイルカ：ニホンカモシカと同様に口腔が前後に長いが、口腔の上下空間は非常に狭く、左右の幅も有意に狭い。舌は前後に長く、表面は硬い。ILは舌前方部では、オトガイ舌筋の上方で下顎骨裏面に停止していた。SLは舌前方部に達し、舌前方部の上方から側方の粘膜下で舌を包むようにと、ニホンカモシカと似る筋走行であった。

・ユビナガコウモリ：口腔前後は短い、口腔の上下の空間はやや広がった。舌は短く、小さい印象であった。SLとILは舌前方で上下に連続し、ILの下内側はオトガイ舌筋外側にあるので、SLとILが連続した筋層が粘膜下で舌前方を包むように存在した。この形状はニホンザルおよびヒトのSL・ILの走行とほぼ同様であった。

(2) 舌神経の神経線維解析の結果

・ニホンカモシカ：舌神経は三叉神経知覚根よりも三叉神経運動根が多く含まれていた。舌神経はIL内側へ侵入し、ILに分枝を送りながら上向き、SLにも分枝を送りつつ、舌粘膜下に走行していた。

・ニホンザル：舌神経には三叉神経知覚根と共に三叉神経運動根が多く含まれていた。舌神経はIL内側へ侵入し、ILに分枝を送りながら上向き、SLにも分枝を送りつつ、舌粘膜下に走行していた。

・バンドウイルカ：三叉神経半月神経節までの追跡が出来なかったが、舌神経は下顎骨へ付着するILへ分枝を送るとともに、上方へ向かい、SLへ分枝を出しつつ、粘膜下に達していた。

・ユビナガコウモリ：神経線維は極めて細く、顕微鏡下でも細かい神経線維解析を行うことが出来なかった。

(3) 連続切片によるSL・ILの走行の観察

SL・ILの走行を含む筋の走行がヒトと同様のニホンザル、ユビナガコウモリの舌につき、水平断および冠状断で30 μ mの連続切片を作製し、舌内部でのSL・ILの走行および、周囲組織(脂肪織や舌表面粘膜)との関係、特に舌尖における状況について

観察を行った。

・ニホンザル：舌尖にはILと横舌筋(TV)・垂直舌筋(VT)が存在し、これらの筋線維が密に存在し、ほとんど脂肪組織は認めなかった(図1)。また、舌尖表面の粘膜は角化し、ヒトに比較して厚みがあった。その後、舌尖よりやや後方でSLが出現し、その後ILと連続することで舌前方を粘膜下で包むように存在した。その後、舌後方で茎突舌筋(SG)が舌後方より舌内へ侵入する付近でSLとILは分断され、ILはその付近で終了する。一方、SLは舌根付近まで走行していた。上記のSL・ILの走行はヒトの場合とほぼ同様であった。

・ユビナガコウモリ：ヒトおよびニホンザルと同様の走行であったが、舌尖にはILとTV、VTが密に存在し、脂肪組織は認めず、舌尖表面の粘膜の角化はニホンザルの場合よりも著しかった(図2)。

図1. ニホンザルの舌尖部冠状断切片(HE染色)(右側半分のみ)

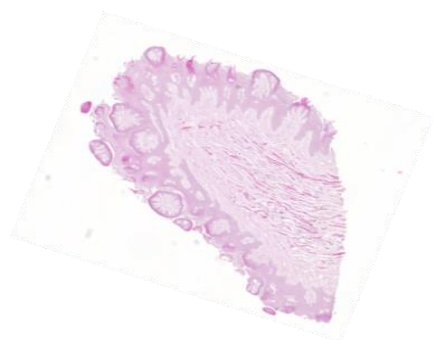
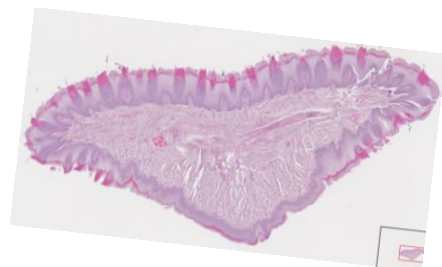


図2. ユビナガコウモリの舌尖部冠状断切片(HE染色)



2. 本研究に関わる将来展望

SLとILにはヒトと同様に舌前方で互いに連続して、粘膜下で舌を包むようにして存在するタイプ(ニホンザル、ユビナガコウモリ)(図3)と、舌前方にはSLのみが存在し、ILはオトガイ舌筋の上方で下顎骨に付着するタイプ(ニホンカモシカ、バンドウイルカ)(図4)の2つのタイプのあることが分かった。

図3. ヒト・ニホンザル・ユビナガコウモリの舌とSL・IL(赤い部分)



図4. ニホンカモシカ・バンドウイルカの舌とSL・IL(赤い部分)



後者では口腔が前後に長く、口腔の上下空間の狭く、舌の口腔内での運動性は極めて限定され、前後運動が主であり、ILが下顎骨に付着することでより舌全体での前後運動に有利な構造であると考えられた。一方、前者ではILが下顎骨から離れ、SLと共に舌前方を包むように存在することは舌尖を中心に舌の自在な運動性を目指すものであると考えられた。ヒトを含む前者のタイプではSL・ILの舌内走行はほぼ同様であるが、ヒトとニホンザル、ユビナガコウモリとの相違は、舌尖においてヒトでは筋線維よりも周囲の脂肪組織が豊富であり、粘膜の厚みおよび表面の角化の程度もニホンザル、ユビナガコウモリよりも低いということであった。すなわち、ヒトの柔らかい舌尖の自在な運動性と、構音操作時に舌尖と硬口蓋や歯茎との接触による気流調節に有利な構造であると考えられた。また、ILは舌尖から舌後方、SLは舌尖には存在せず、そのやや後方の舌前方から舌根部に至るといふSLとILとの走行に上下のズレがあることにより、舌尖の上下方向へのタワミ運動を実現するために有利な構造であると考えられた。また、舌神経の神経線維解析の結果、ヒト以外の哺乳動物においてもSL・ILは舌神経内を走行する三叉神経運動枝による運動支配を受けていることが判明した。三叉神経運動枝は、咀嚼筋群の運動支配神経であり、SL・ILは哺乳類における膜性骨化による下顎骨の成立およびその運動性ととも分化したものであると考えられる。その舌内での分布は、各動物における食性によって、分化していると考えられるが、ヒトの舌尖～舌前方部の形態は、構音運動を中心としたヒトの自在で創造性のある運動に貢献し得るものであると考えられる。

(1) 研究成果とそのインパクト (A4用紙に2～3枚程度)

舌運動障害に伴う構音障害や口腔期嚥下障害については有効なリハビリテーション手技を始め、治療法は未だに確立されていない。その原因は、舌筋の舌内での走行、各舌筋の運動支配様式、更に言えば、発生学的背景が明らかになっていないことがまず挙げられる。本研究により、ヒトのSL・ILの舌内走行、舌内分布、運動神経支配様式が明らかになり、また舌尖における形態が明らかに他の哺乳類と異なっていることが判明した。これらの結

果はヒトの特異性を示すとともに、舌運動障害時における有効なリハビリテーション方法を始めとした治療法の開発といった医学的側面への貢献とともに、機能性構音障害や聴能訓練時のより有効な発話訓練方法の開発、更には外国語の習得、声楽などの歌唱時における発音制御などの芸術的側面にも貢献できるものと思われる。更に、他の舌筋や周囲の組織や筋群との相関についての研究を進めたい。

(2) その他に特記すべきことがありましたら記入ください。

なお、全ての動物標本は、故・日本医科大学第Ⅱ解剖名誉教授 金子丑之助先生および故・同准教授 田沼久美子先生の収集されたものであり、倫理的な問題はないことを確認している。ニホンカモシカ・ニホンザルについては、金子丑之助先生が環境庁より譲り受けた遺体であり、今回の解剖学研究への使用につき、問題ないことを環境庁に確認している。

3. 実績発表（発表予定を含む）

代表者・分担者氏名	発表論文名・著者名等（音声言語医学誌の投稿規定に沿った書式でお願いします）（著者名：論文名．雑誌名，巻：頁，年次．）
三枝英人	<p>(著書)</p> <p>(1) 三枝英人：嚥下障害． ENT コンパス, ライフサイエンス, 東京, 2014. pp68-71.</p> <p>(2) 三枝英人：鼻腔のケア． 重症心身障害児・者・看護ケア実践マニュアル, 診断と治療社, 東京, 2014, pp214-215.</p> <p>(3) 三枝英人：耳のケア． 重症心身障害児・者・看護ケア実践マニュアル, 診断と治療社, 東京, 2014, pp217-218.</p> <p>(4) 三枝英人：嚥下障害． 薬学生のための新臨床医学． 廣川書店, 東京, pp58-62, 2015.</p> <p>(5) 三枝英人：嚥下障害． 耳鼻咽喉科エキスパートナーシング． 南江堂, 東京, pp373-379, 2015.</p> <p>(6) 三枝英人：嚥下障害のリハビリテーションと看護． 耳鼻咽喉科エキスパートナーシング． 南江堂, 東京, pp492-495, 2015.</p> <p>(論文)</p> <p>(1) 三枝英人：嚥下機能がどこまでわかるか？ JOHNS, 30:219-224, 2014.</p> <p>(2) 三枝英人：反回神経麻痺/輪状披裂関節脱臼． 耳喉頭頸. 86:250-253, 2014.</p> <p>(3) 三枝英人：嚥下障害の診断・治療． - 耳鼻咽喉科医よりの提言 - . 神経治療, 31:145-148, 2014.</p> <p>(4) 三枝英人：嚥下障害の患者を診る：如何に診察すべきか． 東京都耳鼻咽喉科医会会報, 144: 32-36, 2014.</p> <p>(5) 三枝英人：私が愛用する手術器具 北村氏撰子(長)． - 嚥下能・音声機能改善手術における使用 - . JOHNS, 30 : 1394-1397, 2014.</p> <p>(6) 三枝英人：呼吸の歴史． 嚥下医学, 3 : 245-253, 2014.</p> <p>(7) 三枝英人：小児における胃食道逆流症とその発現：特に生命形態学的背景について． 小児耳鼻咽喉科, 35 : 189-195, 2014.</p> <p>(8) 三枝英人：漢方薬は効果があるのでしょうか． JOHNS, 31:92-94, 2015.</p> <p>(9) 三枝英人：鼻炎・副鼻腔炎、鼻のケアの仕方． はげみ. 363 : 19-23, 2015.</p> <p>(10) 三枝英人：胃食道逆流症：何を指して治療すべきか？ - 重症喉頭痙攣、乾性咳嗽の1症例よりの考察 - . MB ENT. 185: 90-96, 2015.</p> <p>三枝英人：咽喉頭異常感． 耳喉頭頸, 87:1122-1126, 2015.</p>