

## 博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 設楽 仁子  
学位 博士(歯学)  
学位記番号 新大院博(歯)第434号  
学位授与の日付 平成31年3月25日  
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当  
博士論文名 水嚥下時の舌圧発現様相と舌運動との関係

論文審査委員 主査 教授 井上 誠  
副査 教授 小野 高裕  
副査 教授 山村 健介

### 博士論文の要旨

【目的】舌は人が生命とQOLを維持する上で大切な機能である咀嚼や嚥下において重要な役割を担っているが、口腔内に存在するため、その動態を直接観察することはできない。これまでに舌機能評価として、舌運動解析や舌圧測定が行われてきたが、単独の計測では評価できる範囲に限界があった。

本研究の目的は、舌運動解析と舌圧測定の同時計測を行うことで、単独の計測では評価できなかった、より詳細な水嚥下時の舌運動解析を行い、さらに舌運動と舌圧発現様相との関係を評価することである。

【方法】被験者は健康成人男性12名(平均年齢 $30.8 \pm 4.2$ 歳)とした。計測機器は、舌圧測定には5箇所之感圧点を持つ舌圧センサシートを用いるタクトイルセンサシートシステム(Swallow Scan, ニッタ, 大阪, 日本)を、舌運動解析には、舌の運動を3次元でモーションキャプチャすることが可能な Electromagnetic articulography : EMA (AG-501, Carstens, Gottingen, Germany) を用いた。口蓋に舌圧センサシートを、その感圧点である Ch.1 と Ch.3 に対応する舌表面上に EMA のマーカ―を貼付し、前方部を Ant, 後方部を Post とした。測定タスクは、水を3ml 口腔底に保持して嚥下させる Dipper type と、舌背に保持して嚥下させる Tipper type の2種類の嚥下とし、それぞれ7回ずつ試行した。その後、マーカ―を外した状態で上記タスクをそれぞれ3回ずつ嚥下時舌圧のみの計測を行った。

【分析1】舌表面へのマーカ―の貼付が舌圧発現に及ぼす影響について検証するために、得られた舌圧波形から、各感圧点における舌圧持続時間、舌圧最大値、および舌圧発現開始時間(Onset)と舌圧消失時間(Offset)を分析項目として、マーカ―を貼付した状態と外した状態での比較を行ったところ、各項目について有意差は認めなかった。

【分析2】舌運動軌跡の上下方向成分と舌圧の同期波形図上において、各被験者間で共通して認められる舌運動軌跡の波形上の変曲点を、タイムイベントとして定義し、嚥下時舌運動パターンの定性的評価を行った。その結果、Dipper type の嚥下において、舌圧発現の前後で全ての被験者に共通して見られる運動パターンを見出した。すなわち、嚥下動作開始後、まず Ant と Post が同じタイミングで上下運動し、次に時間的差のある上下運動をして口蓋に接触した。そして上下方向にはほとんど変化のないプラトーな状態がしばらく継続した後、Ant と Post は同じタイミングで口蓋から離れ始め、安静位に復位した。Tipper type の嚥下においては、Dipper type とは異なり、Ant は直接口蓋に接触し、Post

は一度上下運動をして口蓋に接触した。Dipper type では基本的にはAntの方がPostよりも早く動く傾向を認めた。

【分析3】AntとPostの動きの時間的協調性について、Dipper type の場合は、級内相関係数を用いた分析の結果、嚥下動作開始時と1回目の上下運動時と口蓋から離れる時のAntとPostの動きのタイミングには非常に強い時間的関連性があったが、それと比較して、2回目の上下運動をする時と口蓋に接触する時のAntとPostの動きのタイミングは時間的関連性が弱かった。Tipper type の嚥下では、嚥下動作開始時と口蓋から離れ始める時のAntとPostの動きのタイミングには強い時間的関連性があったのに対して、AntとPostが口蓋に接触する時の時間的関連性が弱かった。

【分析4】嚥下時舌運動と舌圧発現との時間的関連性について分析3と同様の手法を用いて分析したところ、舌圧のOnsetは、AntとPostが口蓋に接触する時とほぼ同じタイミングで発現し、級内相関係数を用いた結果では、Postが口蓋に接触する時と非常に強い時間的関連性を認めた。一方、舌圧のOffsetはAntとPostが口蓋から離れるタイミングよりも有意に早く発現し、時間的関連性も弱かった。

【考察】マーカーの貼付の有無で嚥下時舌圧発現様相に大きな変化が認められなかったことから、舌上にマーカーを貼付する舌運動との同時記録下においても、舌圧発現様相には影響を与えなかったと考えられる。Dipper type の嚥下の舌運動パターンの意味を考察すると、舌前方部と後方が同じタイミングで起こる上下運動は口腔底の水をすくう動作、舌前方部と後方で時間的差があり、舌圧が発現するタイミングの前で生じる上下運動は咽頭へ水を送り込むための嚥下様運動、そして舌圧消失後、舌は口蓋から離れ安静位へ戻ると考えられる。一方、Tipper type の嚥下の場合、Dipper type とは異なり、口腔底の水をすくう動作が認められないことから上下運動が少なかったと考えられる。また、舌運動と舌圧発現との間には時間的関連性があることが示された。

【結論】舌運動と舌圧発現様相との同時記録から、水嚥下時の舌運動パターン、舌圧発現様相と舌運動との関係が明らかとなり、これらのことは、嚥下時における舌圧産生メカニズムの解明の一助となりうると考えられる。

#### 審査結果の要旨

舌運動機能の多様性は、その解剖学的特徴によるところが大きい。舌を構成する筋が横舌筋、縦舌筋、垂直舌筋などの舌形態に関わる内舌筋と茎突舌筋、舌骨舌筋、オトガイ舌筋、口蓋舌筋などの舌位に関わる筋に分けられ、さらに口蓋舌筋のみは舌下神経ではなく、舌咽神経、迷走神経、副神経からなる咽頭神経叢を支配するという。また、内舌筋はその起始部、停止部が滑りに付着することなく可動性に富んでいること、舌表面は口腔内で糊状で覆われており表面筋電図などの装着が難しいことなども含めて考えると、舌運動を評価することの困難さがうかがえる。本研究では、舌運動機能を非侵襲的、多面的に評価することにより、ことに嚥下時の運動評価を試みることを目的として、申請者が所属する分野でこれまで培われてきた舌圧記録に加えて、アーティキュログラフを活用して舌運動を2次的に再現することにより、単独の計測では評価できなかった、より詳細な嚥下時の舌運動解析を行い、さらに舌運動と舌圧発現様相との関係を評価しようとする挑戦的な試みの点において大変興味深い。

本研究では、はじめにマーカー付着による運動様相への影響を確認後、Tipper type と Dipper type という代表的な液体嚥下様式別に舌運動様式の違いを定性的、定量的に比較している。ことに、液体をすくいあげる動作を含むDipper swallow では上下運動的に多くの変曲点が認め、また前後のマーカーでの特徴的な動きの違いを認めている。さらに舌表面運動と舌圧発現の時間的相関を求めて、動きと舌圧発現間の関連する要素について明らかにしている。

運動は筋活動を反映するが、一方で嚥下時の舌筋活動は主として等尺性収縮によるものであるため運動軌跡を追うことのみでは十分な評価ができない。本研究では、嚥下時の舌の口蓋接触と舌圧発現の時間的差異に注目している。嚥下

時の舌運動を視覚的に評価する方法として最も一般的な嚥下造影検査や超音波検査では舌筋の収縮様相が異なることから、本研究によって舌筋の等尺性収縮と運動軌跡との関係を明らかにする一旦となる可能性を感じる。

一方で、本研究には多くの課題も残されている。申請者も感じているように、アーティキュログラフから得られる運動の正確性、今回解析対象としていない前後運動の評価、嚥下運動そのものの再現性と個人差、マーカー部位数の制限などは今後の研究推進にとって大きな課題となろう。さらに、運動を評価する上で筋電図や嚥下造影検査などとの同時記録を用いることで、本研究の知見を改めて再確認できることになると期待する。

舌運動は摂食嚥下運動には欠かせない要素である。超高齢社会における高齢者の摂食嚥下障害患者数の増加を受けて、舌運動機能評価の必要性が認められ、ハイレートタイプの舌圧計を用いた舌圧検査は保険診療として認められ、今後歯科医療における舌機能の重要性はますます大きくなるであろう。本研究の推進がさらなる舌機能の理解と臨床推進の糧となることを祈念する。以上より本研究には学位論文として十分な価値があると考えた。論文内容に関する試問に対しても十分な回答を得ることができた。よって、博士（歯学）の学位を授与するにふさわしいと判断した。