

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 16 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22791872

研究課題名（和文）舌圧が食塊移送に与える影響について  
～補綴装置を用いた食塊移送のコントロール～

研究課題名（英文）Influence of tongue pressure on bolus transport

研究代表者

堀 一浩（HORI KAZUHIRO）

新潟大学・医歯学系・准教授

研究者番号：70379080

研究成果の概要（和文）：

本研究では、舌圧計測が食塊移送において果たしている役割を明らかにすることを目的として、舌圧とVFやVEとの同時計測を行った。その結果、舌圧はホワイトアウト開始前に開始し、ホワイトアウト中に消失しており、舌圧消失時と食塊後端が軟口蓋通過時は近接していた。また、ゲル試料を用いて食塊の性状変化が、舌圧や食塊移送に与える影響を検証した結果、ゲル試料の濃度は、押しつぶし回数や押しつぶし時舌圧・嚥下時舌圧に影響を与えており、摂取量は、嚥下回数や押しつぶし時舌圧に影響を与えていた。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study is to clarify the influence of tongue pressure on bolus transport. The tongue pressure appeared before onset of whiteout and disappeared during whiteout, and it was near when the bolus transferred the uvula. Furthermore, the consistency of the gel samples influenced the duration and the magnitude of the tongue pressure during squeezing and food transport.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：舌 舌圧 嚥下障害 舌接触補助床 嚥下

## 1. 研究開始当初の背景

高齢化社会において、加齢や疾患に伴う嚥下障害は大きな問題の一つとなっていることから、障害の病態を明らかにし、リハビリテーションや補綴治療にフィードバックす

ることは急務と考えられる。

咀嚼・嚥下は、取り込んだ食物を嚥下できる食塊として形成し、舌や下顎、咽頭が協調的な運動を行うことにより、咽頭へ送り込む働きを持つ。この点において、咀嚼・嚥下時に舌は単に筋力を発揮するのみでなく、他器

官との運動協調性が必要である。これまで、口腔から咽頭への食塊移送や舌運動様式を明らかにするために、嚥下造影検査（videofluorography, VF）や超音波エコー検査を用いた観察的な手法を用いた研究が行われてきた。これらの研究では、口腔から咽頭における各器官の運動および食塊の動きを主に矢状断として観察し、それぞれの時間やタイミングについて評価されている。しかし、VF やエコー検査では、舌から咽頭に食塊を送り込むバイオメカニカルな圧変化を定量的に評価することはできない。

嚥下時に、舌は、口蓋部と接触して口腔内圧を生じさせて食塊を口腔から咽頭を経て食道へ送り込む重要な働きを果たしている。そういった観点から、舌機能評価法のひとつとして、舌筋力を測定する方法が考案されてきた。我々はチェアサイドやベッドサイドでも簡便かつ定量的に舌圧を測定できる舌圧センサシートシステムの開発に取り組んでおり、高齢者や脳梗塞患者、舌腫瘍患者の舌圧の特徴を探ってきた。

## 2. 研究の目的

しかし、これまで口腔から咽頭への食塊移送と舌機能発現との詳細な関係については未だに解明されていない。そこで、本研究では、(1) 舌圧と、VF や VE との同時計測を行うことにより舌圧が食塊移送に与える影響を明らかにすること、(2) 食塊の性状が変化が、舌圧や食塊移送に与える影響を検証することを目的とする。

## 3. 研究の方法

### (1) 測定システムの構築、同期性および信頼性の検討

本実験においては舌圧（ニッタ社製舌圧測定用センサシートシステム）、嚥下造影検査（東芝製 ULTIMAX80）、嚥下内視鏡検査、嚥下関連筋群筋活動（咬筋および舌骨上筋群筋活動）、喉頭運動（Laryngograph 社製 LaryngographProcessor）を同時測定するシステムを構築した。さらに、各測定機器が持つ時間的特性を明らかとするために、ある時間的事件を同時計測し、それぞれの測定機器における時間差を検討した。

### (2) 舌圧センサシートシステムと嚥下造影検査との関係

被験者は顎口腔系に異常を有しない 11 名（男性 7 名、女性 4 名、平均年齢 27.2±2.7 歳）とした。舌圧測定には、ニッタ株式会社製タクタイルセンサシステム Swallow scan

system および舌圧センサシートを用いた。さらに、舌骨の動き、食塊移送の状況を VF にて同時計測した。また、Swallow scan system システムの同時記録用信号と VF の画像を AD Instrument 社製 PowerLab ML880 を用いて記録した。測定姿勢は座位とし、被験者は、験者による指示の後、4ml のバリウム含有液体を嚥下した。測定は 2 回ずつ行った。VF 画像データおよび舌圧データを、同期信号をもとに融合し、舌骨の挙上開始時を 0 秒として、舌圧（嚥下時舌圧開始・嚥下時舌圧ピーク・嚥下舌圧消失）・VF（舌尖口蓋接触、舌骨挙上開始、舌骨最前上方位、舌骨復位、食塊先端が軟口蓋へ到達、食塊先端が UES へ到達、食塊後端が軟口蓋を通過、食塊後端が UES を通過）の各イベントを時系列上で分析した。

### (3) 舌圧センサシートシステムと嚥下内視鏡検査との関係

被験者は顎口腔系に異常を有しない 4 名（男性 4 名、平均年齢 28.0±2.5 歳）とした。舌圧測定には、ニッタ株式会社製タクタイルセンサシステム Swallow scan system および舌圧センサシートを用いた。さらに、咽頭移送の状況を VE にて同時計測した。また、Swallow scan system システムの同時記録用信号と VE の画像を AD Instrument 社製 PowerLab ML880 を用いて記録した。測定姿勢は座位とし、被験者は、験者による指示の後、唾液を嚥下した。測定は 2 回ずつ行った。VE 画像データおよび舌圧データを、同期信号をもとに融合し、ホワイトアウトの開始時を 0 秒として、舌圧（嚥下時舌圧開始・嚥下時舌圧ピーク・嚥下舌圧消失）・VE（ホワイトアウト開始・ホワイトアウト終了）の各イベントを時系列上で分析した。

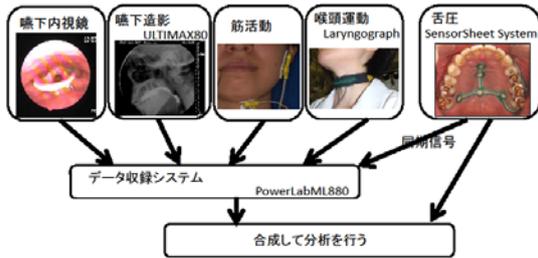
### (4) ゲル摂取時における舌圧と食塊移送の関係

被験者は、若年健常有歯顎者 8 名とした。舌と口蓋との接触様相を舌圧センサシートシステムにて、咽頭への送り込みを嚥下内視鏡（以下、VE とする）にて同時記録した。被験試料として液体および 3 種類の濃度のゲル化剤を使用し、それぞれ 1・3・5・10ml の計 16 種類のサンプルを用意した。被験者には、口腔内に取り込んだ試料を歯で咀嚼することなく舌で押しつぶして摂取するよう指示した。測定はすべての試料につき 2 回ずつ行い、順序はランダム化した。舌圧波形から押しつぶし回数、VE から嚥下回数と嚥下反射惹起時の食塊の位置を計測した。さらに、VE 下でのホワイトアウト開始である嚥下開始時を 0 として、舌圧・VE の各イベントを時系列上で分析した。

#### 4. 研究成果

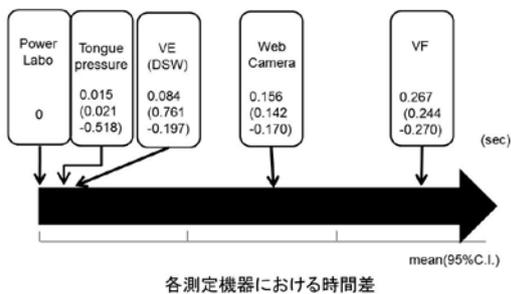
##### (1) 測定システムの構築, 同期性および信頼性の検討

AD 変換器 (Power Lab), 舌圧センサシートシステム, 嚥下内視鏡 (VE), 嚥下造影 (VF) の各機器について, 同期測定システムを構築した (下図).



それぞれの機器について, 同期測定のためにあるイベントにおける時間差を計測したところ, 筋電図や喉頭運動測定用の AD 変換機器 (Power Lab) の応答が最も早く, 次いで舌圧センサシートシステムが 0.015 秒, VE が 0.084 秒, VF が 0.287 秒遅れて反応した.

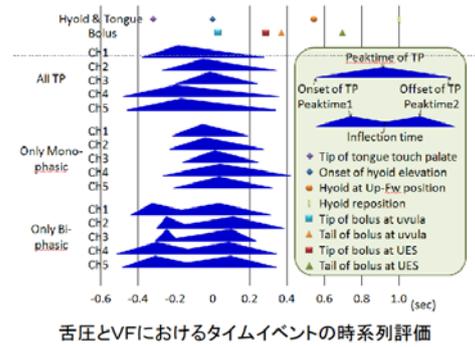
以後の実験において, この時間差を調整して分析を行うこととした.



##### (2) 舌圧センサシートシステムと嚥下造影検査との関係

舌圧は Ch4/5→Ch1→Ch2→Ch3 の順に発現がみられ, Ch1 発現時と VF で観察された舌尖が口蓋へ接触した時間はほぼ同じであった. また, 舌骨の挙上開始時と Ch3 の舌圧最大ピーク時, 食塊先端が軟口蓋へ到達した時間は近接しており, 舌圧の消失時と食塊先端 UES 到達時, 食塊後端軟口蓋通過時は近接していた.

さらに, Ch1 の発現時と VF で観察された舌尖が口蓋へ摂食した時間には相関が認められた. また, Ch4/5 の舌圧消失時と舌骨最前上方位の時間には強い相関が認められた.



##### (3) 舌圧センサシートシステムと嚥下内視鏡検査との関係

舌圧は, ホワイトアウト開始の 0.29~0.46 秒前に発現し, Ch1→2/4/5→3 の順に発現していた. ホワイトアウト開始直前にピークに達した後, ホワイトアウト中に消失していた.

	Offset		Onset TP		Peak TP		Offset TP	
	Whiteout		mean	SD	mean	SD	mean	SD
VE	0.57	0.07						
Ch1			-0.49	0.25	-0.13	0.30	0.32	0.23
Ch2			-0.42	0.31	-0.07	0.31	0.36	0.23
Ch3			-0.31	0.26	-0.06	0.23	0.31	0.13
Ch4			-0.39	0.26	-0.07	0.24	0.37	0.13
Ch5			-0.42	0.27	-0.11	0.23	0.37	0.13

##### (4) ゲル摂取時における舌圧と食塊移送の関係

ゲル試料の押しつぶし摂取時には, 比較的短く多峰性の押しつぶし時舌圧とそれに続く単峰性もしくは 2 峰性の嚥下時舌圧が認められた. 嚥下時舌圧は, ホワイトアウト開始前に発現し, ホワイトアウト開始前後に最大値に達した後, ホワイトアウト中に消失した. ゲル試料の濃度は, 押しつぶし回数や押しつぶし時舌圧・嚥下時舌圧に影響を与えており, 摂取量は, 嚥下回数や押しつぶし時舌圧に影響を与えていた. また, ゲル試料は液体と比較してホワイトアウト時間の変化が少なくなっており, これらの結果はゲル試料の硬さ・凝集性・付着性といった物性が影響しているものと思われた. さらに, ゲル試料摂取時には, 摂取量が増えると口腔・咽頭移送時間は延長し, 早期流入や嚥下前誤嚥のリ

スクを高める可能性が示唆された。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① 堀 一浩, 小野高裕, 咀嚼・嚥下時の舌圧のはたらき, FFI ジャーナル, 査読無, 217, 2012, 印刷中
- ② Yano J, Kumakura I, Hori K, Tamine KI, Ono T, Differences in biomechanical features of tongue pressure production between articulation and swallow, J Oral Rehabil, 査読有, 39, 2012, 118-125
- ③ Hori K, Tamine K, Barbezat C, Maeda Y, Yamori M, Muller F, Ono T, Influence of Chin-down Posture on Tongue Pressure during Dry Swallow and Bolus Swallows in Healthy Subjects, Dysphagia, 査読有, 26, 2011, 238-245
- ④ Ono T, Hori K, Masuda Y, Hayashi T, Recent advancement in sensing oropharyngeal swallowing function in Japan, Sensors, 査読有, 10, 2010, 176-202
- ⑤ Konaka, K., Kondo, J., Hirota, N., Tamine, K., Hori K., Ono, T., Maeda, Y., Sakoda, S., Naritomi, H, Relationship between tongue pressure production and dysphagia in stroke patients, European Neurology, 査読有, 64, 2010, 101-107
- ⑥ Tamine, K., Ono, T., Hori K., Kondoh, J., Hamanaka, S., Maeda, Y, Age-related Changes in Tongue Pressure during Swallowing, Journal of Dental Research, 査読有, 89, 2010, 1097-1101
- ⑦ Hirota N, Konaka K, Ono T, Tamine K, Kondo J, Hori K, Yoshimuta Y, Maeda Y, Sakoda S, Naritomi H, Reduced tongue pressure against the hard palate on the paralyzed side during swallowing predicts dysphagia in acute stroke patients, Stroke, 査読有, 41, 2010, 2982-2984
- ⑧ 小野高裕, 堀 一浩, 田峰謙一, 近藤重悟, 濱中 里, 佐古田三郎, 舌圧センサーを用いたパーキンソン病患者の嚥下機能定量評価, バイオメカニズム学会誌, 査読有, 34, 2010, 105-110

[学会発表] (計 8 件)

- ① 堀 一浩, ゲル試料濃度が押しつぶし摂取時の嚥下動態に与える影響, 平成 23 年度咀嚼・嚥下カテゴリーシンポジウム「咀嚼を末梢から科学する」, 2012 年 1 月 23 日, 大阪
- ② Kazuhiro Hori, Takahiro Ono, Kenichi Tamine, Rika Yahagi, Hiroshige Taniguchi, Makoto Inoue, Tongue pressure measurement during swallowing using sensor sheet system, BioMouth 2011, 2011 年 11 月 28 日, New Zealand
- ③ 林 宏和, 堀 一浩, 横山須美子, 矢作理花, 谷口裕重, 田峰謙一, 小野高裕, 井上 誠, ゲル試料押しつぶし摂取時嚥下動態, 日本顎口腔機能学会第 47 回学術大会, 2011 年 10 月 23 日, 神戸
- ④ 堀 一浩, 嚥下機能定量化としての舌圧測定, 第 20 回ハイドロコロイドセミナー, 2011 年 5 月 17 日, 大阪
- ⑤ Hori K, Taniguchi H, Tamine K, Yahagi R, Inoue M, Ono T, Videofluorographic Analysis of Sequential Events on the Tongue Pressure Waves during Swallowing, 19<sup>th</sup> Dysphagia Research Society, 2011/3/3, San Antonio
- ⑥ Hori K, Yokoyama S, Tamine K, Kondo J, Hamanaka S, Ono T, Maeda Y, Yahagi R, Inoue M, The influence of gel consistency on tongue pressure during swallowing, International Association of Dental Research, 2010/07/15, Barcelona
- ⑦ 堀 一浩, 矢作理花, 井上 誠, 舌接触補助床の装着が舌骨挙上に及ぼす影響, 第 27 回日本顎顔面補綴学会学術大会, 2010/6/18, 岡山市
- ⑧ Hori K, Yahagi R, Inoue M, The efficiency of the palatal augmentation prosthesis on hyoid bone movement, 9<sup>th</sup> International Society of Maxillofacial Rehabilitation, 2010/5/20, Sestri Levante

[図書] (計 1 件)

- ① 堀 一浩 他, クインテッセンス出版株式会社, Q & A でわかる摂食機能療法・舌接触補助床ガイド, 2012, 印刷中

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

堀 一浩 (HORI KAZUHIRO)  
新潟大学・医歯学系・准教授  
研究者番号: 70379080