

## 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 6月 1日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22791883

研究課題名（和文） 舌圧センサシートを用いた、至適嚥下食品評価システムの構築

研究課題名（英文） Construction of the food evaluation system using the sensor sheet

研究代表者

田峰 謙一（TAMINE KENICHI）

大阪大学・歯学部附属病院・医員

研究者番号：60543486

研究成果の概要（和文）：

本研究では、食品のテクスチャーの違いが嚥下時舌運動に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、若年健常有歯顎者において、異なる種類と硬さのゲル試料を嚥下した場合の舌圧を、舌圧センサシートを用いて測定し、それぞれの試料間で比較した。その結果、ゲル試料の違いにより嚥下時舌圧に変化が認められ、物性測定だけでは判定できない食塊形成・送り込みのしやすさを生体測定によって判定できる可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

A purpose of this study is to reveal the effect that the difference in food texture gives to tongue movement at deglutition. We compared tongue pressure during swallowing different types of gel with a sensor sheet in young normal adults. As a result, the difference of the gel preparation affected the tongue pressure at deglutition.

These results suggested the possibility that evaluate physical properties of food by biomedical measurement.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：補綴系歯学・社会系歯学

キーワード：嚥下障害、舌圧、食品物性

## 1. 研究開始当初の背景

高齢社会において、咀嚼・嚥下障害は、治療およびリハビリテーションにおける重要な課題の一つである。

安全な食事を行うためには、患者個々の咀嚼・嚥下能力とその能力に適した食事形態が提供されることが望ましい。しかし、咀嚼・

嚥下障害患者に提供される食事形態は、試行錯誤的もしくは定性的な評価により決定されることが多く、適切な食事形態の提供には経験が必要であり、在宅での安全な食事が困難な場合が認められる。

また、食事形態と、実際に摂食する高齢者や嚥下障害患者の嚥下能力との関連性は明

らかにはされていない。

舌は口蓋と接触して様々な機能を発揮することから、近年、嚥下時における硬口蓋部への舌の接触に関する研究が盛んに行われるようになった。これまでに申請者の所属する研究グループは、口腔内に直接貼り付けて5点の舌圧を測定できる「舌圧センサシートシステム」を開発し (Hori K. et al. 2009)、健常者における舌圧の正常パターンと加齢変化だけでなく、嚥下障害を有する腫瘍患者や脳血管障害患者の舌圧の特徴について報告してきた (Ono T. et al. 2008, Hori K. et al. 2005)。

このように我々が得てきたこれまでの知見を大いに参考とし、摂食補助を通じた高齢社会における食の安全・安心に貢献しようという考えのもと本研究の着想に至った。

## 2. 研究の目的

嚥下障害患者においては、舌の運動障害や舌運動と顎運動との協調異常がしばしば見られ、それが嚥下の口腔相のみならず咽頭相にも影響を及ぼしている。多くの介護食が、歯で「噛む」だけではなく舌と口蓋で「磨り潰す」咀嚼様式であること、更に咀嚼後の食塊は舌の駆動力によって咽頭相へ送り込まれることから、咀嚼・嚥下のいずれにおいても舌が果たす役割は大きい。したがって、舌運動に着目しながら食品物性と嚥下動態の関係について検討することは介護食の開発において非常に有用であると考えられる。

本研究ではテクスチャーの違いが口腔相に及ぼす影響を調べることを目的とした。嚥下障害患者のリハビリテーションの導入にはゲルが多く用いられる。そこで、食品のモデルとして嚥下障害者用食品の基材として用いられるゲル試料を用いた。そして、テクスチャーを機器測定や官能評価だけではなく、舌運動を生体計測による客観的な指標を用いて解析することにより、ゲル試料の硬さの違いが舌圧発現様相に与える影響を検討した。

## 3. 研究の方法

### (1). 被験者

被験者は、本実験の趣旨を理解し同意の得られた、摂食嚥下障害ならびに神経筋疾患を有さず、欠損補綴処置や顎関節疾患、矯正治療の既往のない健常有歯顎者8名(男性4名、女性4名、平均年齢  $27.2 \pm 1.7$  歳)とした。

### (2). ゲル試料

ゲル試料は、寒天に類似した物性を有するゲルAと、ゼラチンに類似した物性を有するゲルBの2種類のゲルを使用した。それぞれについてゲル化剤の濃度により3段階の硬さを設定し、合計6種類のゲル試料を作製した。

ゲルは試料番号ごとに硬さがほぼ同じになるように調整した。試料名および物性を表1に示す。

ゲル化剤	硬さ(N/cm <sup>2</sup> )	付着性(J/cm <sup>2</sup> )	差動性	試料名
A	1840	15	0.24	A1
	6775	32	0.27	A2
	12437	62	0.23	A3
B	1815	44	0.32	B1
	6728	112	0.32	B2
	12317	192	0.36	B3

表1. 試料物性

ゲル試料の食品物性試験には、テクスチャーアナライザー (Stable Micro System 社製 TA-XT2i) を使用し、測定条件はえん下困難者用食品の食品物性試験に準拠した。

### (3). 舌圧測定

#### ① 測定装置

舌圧測定には舌圧測定システム (スワロースキャン、ニッタ、大阪、図1) を用いた。



図1. スワロースキャン (ニッタ、大阪)

シート形状は口蓋の曲面に沿うようにT字型とし、5つの感圧点はそれぞれ、口蓋正中前方部 (Ch1)、同中央部 (Ch2)、同後方部 (Ch3)、左右後方周縁部 (ChL、ChR) に設定され、口蓋各所における舌圧の発現を時系列に沿って記録することができる。センサシートは厚さ約 0.1 mm と極めて薄く、口蓋に直接貼付するため、実験用口蓋床を使用する場合と比較し、より生理的な嚥下動態を再現することができる。貼付位置は歯の喪失による影響の少ない解剖学的ランドマークである切歯乳頭及びハミューラーノッチを参考に決定した。すなわち、切歯乳頭より 5 mm 後方に Ch1、左右側ハミューラーノッチを結んだ線に対して垂直に交わる正中線上で、前方より 1/3 の位置に Ch2、2/3 の位置に Ch3、切歯乳頭と左右各ハミューラーノッチを結んだ線上で、前方より 2/3 の位置に ChL (左側) 及び ChR (右側) を設定した。各被験者の口蓋の大きさに対応するため、S、M、L の3種類のシートサイズを用意し上記基準に最も適合する寸法のセンサシートを選択した。

舌圧測定に際しては、シート状義歯安定剤 (タッチコレクトII、塩野義、大阪) を、まず舌圧センサシートに接着させた後、入念に感圧点を確認しながら口蓋粘膜に貼付した (図2)。

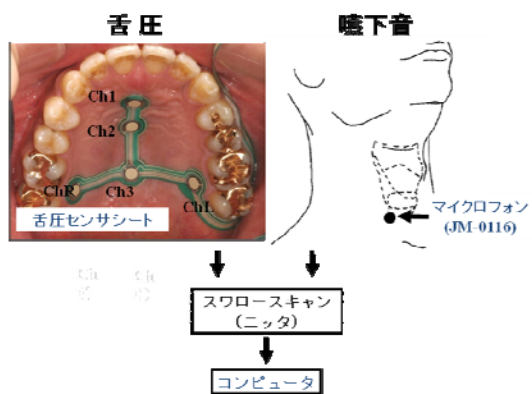


図2 測定システムの構成

その後、バキュームポンプを用いて舌圧センサシートの導出部に設けた空気孔より一定の陰圧を与え、キャリブレーションを行った。舌圧の測定の前に、導線部が最後方臼歯から口腔前庭を通して口角より導出し咬合に干渉しないこと、また舌圧センサシートが被験者の口蓋に確実に貼付され極力違和感のない状態であることを確認した。また、嚥下に伴う喉頭運動のタイミングを記録するため、輪状軟骨下縁相当部に貼付したマイクروفオン (JM0116、小野測器、神奈川) で嚥下音を記録した。測定が終了した後は、シートならびに安定剤を被験者の口腔内より除去した。

#### ②測定タスク

測定中の被験者の姿勢は坐位とし、フランクフルト平面が床面と平行となるよう、両足を床につけた状態で行った。被験者に、ゲル試料 5 ml を一旦口腔内に含み、咀嚼せずに舌で押しつぶした後に嚥下させた。用意した6種類の試料について3回ずつの測定を行い、順序はランダム化した。舌圧ならびに嚥下音のデータはパーソナルコンピュータに同時入力し、データ分析を行った (図2)。

#### (4). 主観的評価

各試料の飲み込みやすさ、つぶれやすさ、残留感、まとまり感等に関する主観的評価を得るために舌圧測定中の各被験者にアンケートに回答させた。アンケートの項目は以下に示す、Q1. 飲み込みやすいですか、Q2. 舌でつぶれやすいですか、Q3. 口の中に残りやすいですか、Q4. のどに残りやすいですか、Q5. 口の中でばらつきますか、Q6. 口の中でまとまりやすいですか、Q7. 口やのどに貼りつく感じがありますか、の7項目とした。質問に対して「はい」なら5点、「どちらかといえははい」なら4点、「どちらでもない」なら3点、「どちらかといえはいいえ」なら2点、「いいえ」なら1点の5段階評価で回答させた。

#### (5). 分析方法

①分析Ⅰ：ゲル試料の硬さが押しつぶして嚥

下する際の舌圧発現に及ぼす影響

ゲル試料の硬さが舌で押しつぶした後に嚥下する際の舌圧発現に及ぼす影響について検討することを目的として、2種類のゲル試料における舌圧最大値および舌圧持続時間について比較した。嚥下波形はCh1より開始することから、得られた舌圧波形 (図3) において、一回目の嚥下の始まり、つまりCh1の開始を時系列上のゼロ点とした。

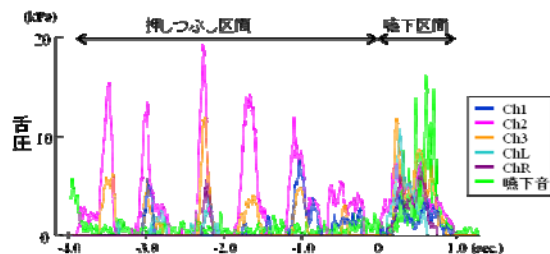


図3 舌圧波形の一例(ゲルB3摂取時)

押しつぶし波形の始まりから嚥下開始の直前までを「押しつぶし区間」、嚥下波形を「嚥下区間」と定義した。次にそれぞれの区間の舌圧発現から消失までの時間を舌圧持続時間、最も高いピークを舌圧最大値とし、それぞれの区間における舌圧最大値と舌圧持続時間について、各感圧点において異なる硬さの間で比較を行った。統計的解析には繰り返しのある一元配置分散分析を行い、有意差が見られた際にはボンフェローニの多重比較検定を行った。有意水準は5%とした。

#### ②分析Ⅱ：官能評価と舌圧との関係

食品物性に関するアンケート結果、各感圧点における押しつぶし区間の舌圧最大値および舌圧持続時間との相関についてスピアマンの相関係数を用いて検討した。有意水準は5%とした。

### 4. 研究成果

#### (1)：ゲル試料の硬さが押しつぶして嚥下する際の舌圧発現に及ぼす影響

##### ①舌圧最大値

各感圧点において異なる硬さ間で比較を行った結果、押しつぶし区間ではゲルA、Bともに、全ての感圧点において試料の硬さが増加するにつれて、舌圧最大値は増加する傾向を示した (図4)。

嚥下区間の舌圧最大値については、ゲルAでは硬さの増加による変化は認められなかったが、ゲルBでは全ての感圧点において硬さが増加するにつれて舌圧最大値は増加する傾向が見られた (図4)。

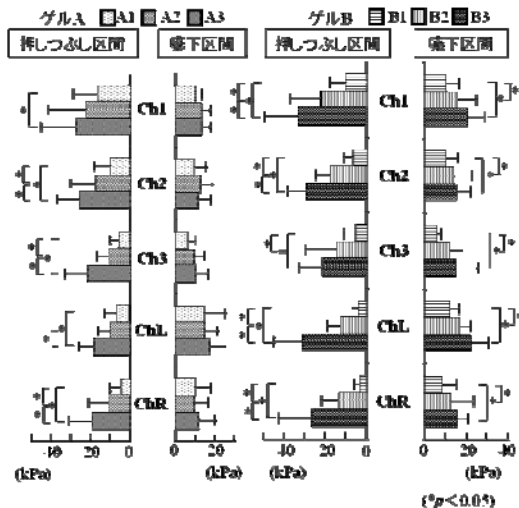


図4 各ゲル試料の押しつぶし区間ならびに嚥下区間の舌圧最大値の比較

## ②舌圧持続時間

各感圧点において異なる硬さ間で比較を行った結果、押しつぶし区間の舌圧持続時間(図5)は、ゲルA・Bともに、すべての感圧点において試料の硬さが増加するにつれて延長する傾向が見られた。一方、嚥下区間の舌圧持続時間(図5)においては、ゲルA・Bともに全ての感圧点において変化が認められなかった。

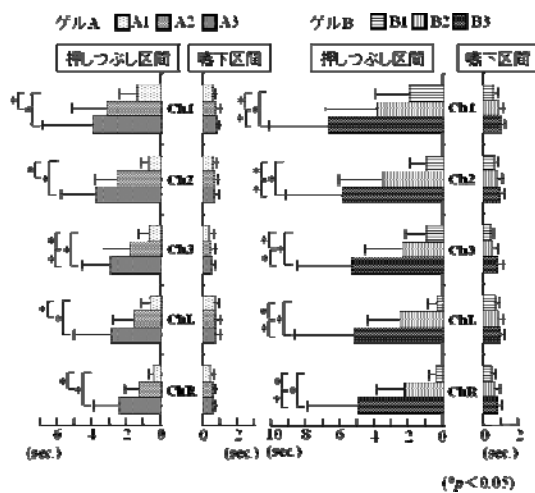


図5 各ゲル試料の押しつぶし区間ならびに嚥下区間の舌圧持続時間の比較

## (2) : 主観的評価と舌圧との関係

「Q2. 舌でつぶれやすいか」という項目においてのみ、アンケート結果(スコア値)と押しつぶし区間の舌圧最大値および舌圧持続時間の間に有意な負の相関が認められた(表2)。他の質問項目については有意な相関は認められなかった。

		Ch1	Ch2	Ch3	ChL	ChR
舌圧最大値	rs	-0.404	-0.409	-0.383	-0.534	-0.553
	(p)	0.004	0.004	0.007	0.000	0.000
舌圧持続時間	rs	-0.518	-0.598	-0.474	-0.628	-0.649
	(p)	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000

表2 「舌でつぶれやすいですか」という問いに対する回答のスコア値と各感圧点における押しつぶし区間の舌圧最大値ならびに持続時間との相関係数(rs)

本研究では、舌圧センサシートシステムを用いて、嚥下障害者用食品の摂食において、嚥下までの一連の摂食様相における舌圧発現について定量的に評価することができた。

現在の臨床では、実際に食品を試食し、ビデオ嚥下造影検査(VF)あるいはビデオ内視鏡検査(VE)により嚥下機能評価を行い、試行錯誤により適した食品物性を模索している。本研究を応用することにより、患者の舌圧を測定し、個人の持っている舌圧に応じてオーラルプロセッシングしやすいゲルを提供する定量的な指標となると考えられる。

例えば、舌圧が弱っている患者には軟らかいゲルを提供する、咀嚼はできるが飲み込みが悪い患者にはゲルBのような食品を与えるというように、個人の咀嚼・嚥下能力に応じた適切な食品を提供することが可能となる。多様な嚥下障害患者に必要なとされる物性を解明し、新たな嚥下障害者用食品の開発に役立つ可能性が考えられた。

## 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0件)

[学会発表] (計5件)

①Hayashi, Hirokazu, Hori K, Yokoyama S, Yahagi Rika, Taniguchi H, Inoue M, Tamine K, Ono T INGESTION OF THE GEL AGENT WITH TONGUE SQUEEZING Dysphagia Research Society 2012/3/8 Tronto

②横山須美子, 小野高裕, 田峰謙一, 藤原茂弘, 前田芳信, 堀一浩 ゲル試料の硬さと摂食様相が舌圧に及ぼす影響 日本補綴歯科学会関西支部学術大会 2012/2/5 神戸

③Sumiko Yokoyama, Kenichi Tamine, Takahiro Ono The influence of gel texture on tongue pressure during swallowing. The 4th Global COE International Symposium 2011/11/23 大阪

④K. HORI, S. YOKOYAMA, K. TAMINE, J. KONDO,  
S. HAMANAKA, T. ONO, Y. MAEDA, R. YAHAGI,  
M. INOUE The Influence of Gel  
Consistency on Tongue Pressure During  
Swallowing IADR 2010/7/10 Balcerona,  
Spain

⑤S. YOKOYAMA, K. TAMINE, K. HORI, T. ONO,  
Y. MAEDA The influence of gel  
consistency on tongue pressure during  
swallowing International Conference on  
Food Oral Processing 2010/7/5-7  
University of Leeds, UK

[図書] (計0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田峰 謙一 (TAMINE KENICHI)  
大阪大学・歯学部附属病院・医員  
研究者番号：60543486