

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 4 月 10 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究 B

研究期間：2011～2012

課題番号：23792505

研究課題名（和文） 嚥下惹起をもたらす物性条件

研究課題名（英文） Adjustment of Food Consistency just before the Swallowing

研究代表者

谷口 裕重 (TANIGUCHI HIROSHIGE)

新潟大学・医歯学総合病院・講師

研究者番号：80529636

研究成果の概要（和文）：本研究では，異なる食品を摂取した時の咀嚼・嚥下運動様式を検証した．咀嚼過程においては，食品物性によらず閉口筋活動が減少するのに対して，舌骨上筋群活動は，粘性の高い食品では減少しにくいこと，初回嚥下までの時間は食品の硬さ，凝集性や粘性などの条件に依存することが明らかとなった．一方，咀嚼から嚥下反射への移行に際して，舌は咀嚼・嚥下のいずれとも異なる運動様式を示し，摂食行動における重要性が示された．

研究成果の概要（英文）：The present study examined how food consistency affected patterns of masticatory muscle activity during chewing and swallowing. Jaw closing muscle activity decreased in a process of chewing, depending on the hardness of food bolus while jaw opening muscle activity changed depending on changes in hardness, cohesiveness and adhesiveness. In transition from chewing to swallowing, tongue exhibited unique patterns to transport the bolus from the oral cavity to the pharynx to initiate swallowing reflex.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・社会系歯学

キーワード：老年歯科学、摂食・嚥下障害学

## 1. 研究開始当初の背景

近年，人口の高齢化に伴い摂食・嚥下機能に障害を来した要介護高齢者は増加の一途を辿っている．臨床面では，障害に対する対策のひとつに食品物性を調節することがあげられる．すなわち，かたさ，付着性，凝集性の3つの因子による解析のもとに，かまずに飲み込めるという食品が安全な食品として提示されている．申請者らは過去に食品の物性に応じた舌機能の変調については詳細に解析し，食品の硬さは舌前方部の活動時間と後方部の活動のピーク値に作用すること (Sugita et al, J Oral Biosci 2006)，また食品の硬さが食塊の口腔移送時間を長くするのに対して，粘性は咽頭通過時間を延

長させること (Taniguchi et al, J Applied Physiol 2008) などが明らかになってきた．しかし，この結果を含めた一連の研究では，咀嚼を必要とする食品の摂食過程は考慮されていなかった．

咀嚼運動や嚥下運動に関しては，基礎研究や臨床研究において多くの研究結果が残されている．これらの研究は咀嚼および嚥下をそれぞれ単独の運動として扱っているものであり，さらに正常な咀嚼・嚥下過程を食品物性との関係において調べたものは少ない．そこで申請者らは過去の研究から，食塊の物性には嚥下に適した食品物性の条件が存在するとの仮説の基，本研究を遂行した．

## 2. 研究の目的

本研究では、咀嚼・嚥下過程における食品物性と嚥下動態の関係に注目して、**食品がどのような咀嚼過程を経て嚥下にいたるか**についての評価を行った。本研究の背景には、人口の高齢化に伴い増加する摂食・嚥下障害者の食の問題がある。正常な咀嚼・嚥下機能を知ることで、その障害の内容や程度を知る手がかりを得るために、(1) **食品の違いによる個人の咀嚼・嚥下動態はどのように変化するのか**、(2) **咀嚼過程の中で食塊の物性はどのような変貌をとげるのか**、(3) **嚥下反射惹起に適した食品物性は存在するか**を調べることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 実験 1

次の順に従い、記録を行った。また、本研究遂行に際して2名の連携研究者(大学院生)が実務の補助を行った。

#### ①被験者の選定 ②記録装置のセッティング

健常若年成人12名(男性6名、女性6名:平均年齢27.3歳)を対象とした。

咬筋、舌骨上筋群、舌骨下筋群筋電図電極を貼付し、同時記録として口腔内圧測定を行った。同時に画像解析のために嚥下造影検査を行った。

#### ③被検食の選定

嚥下造影検査を行うために、造影剤入りの米飯ならびに餅、一口量をそれぞれ15グラムずつ用意した。なお、造影剤入り食品ではその味や見た目に問題が生じる可能性があるため、過去の申請者らの実験によって得られたレシピに従い、味や匂いに影響を極力与えないよう配慮した食品を使用した。さらに被検食の物性をあらかじめ計測しておいた。

#### ④記録

食品の順はランダムとして、それぞれを3回ずつ自由摂取した。この間、下記のように記録を行った(Fig. 1)。

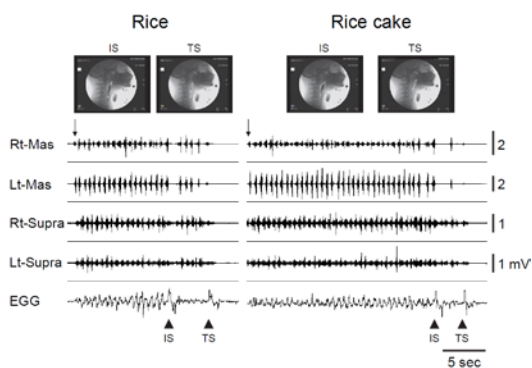


Fig. 1

Example of simultaneous recordings during mastication of rice and rice cake.

#### ⑤解析

解析内容として、摂取開始からすべてを嚥下し終えるまでの時間・咀嚼時間・咀嚼回数・嚥下回数、筋電図の積分値、ピーク値、1サイクルにおける活動時間、嚥下時の食塊先端部位を測定・計測した。申請者らの予備実験結果では、食品条件によってこれらの値は異っていた。さらに1回目の嚥下以降の値を差し引いたものを再計算し、1回目の嚥下までに形成される食塊によって嚥下条件が決まるかどうかを検討した。

#### ⑥咀嚼途中の食塊評価

解析によって、個人内で2回目以降の咀嚼時間や咀嚼回数、各筋電図から得られた値に差が認められなかった条件で食品を選定した。被験者ごとに初回嚥下時までの咀嚼回数ならびに咀嚼時間の平均値を計算しておき、その1/4 2/4 3/4 4/4(嚥下直前)時点(時間もしくは回数)で験者が口腔内の食塊を吐き出すように指示をした。取り出された食塊の物性値を直ちにクレープメータにて測定した。これにより、咀嚼過程において、物性の変化が明らかとなった。

#### ⑦資料収集

記録を開始するにあたり、咀嚼・嚥下に関する機能研究の多くの発表を行っている日本摂食・嚥下リハビリテーション学会、日本顎口腔機能学会、日本老年歯科学会等に参加し、資料収集を行った。また、米国で開催された Dysphagia Rehabilitation Society, New Zealandで開催された BioMouth 等にも参加した。

### (2) 実験 2

研究の目的(1)を探るため、次の順に従い、記録を行った。これらの記録、解析は Department of Physical Medicine and Rehabilitation Johns Hopkins University にて行った。

#### ①被験者の選定 ②記録装置のセッティング

健常若年成人12名(男性8名、女性6名:平均年齢23.0歳)を対象とした。上顎両側第一大臼歯、下顎両側犬歯、舌上に3つ(前方1つ、後方2つ)マーカーを貼付した。同時に画像にてマーカーの動きを解析するために嚥下造影検査を行った。

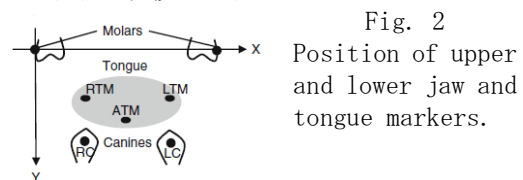


Fig. 2

Position of upper and lower jaw and tongue markers.

#### ③被検食の選定

嚥下造影検査を行うために、造影剤入りのバナナ、クッキー、ミートをそれぞれ6グラムずつ用意した。

#### ④記録、解析

食品の順はランダムとして、それぞれを3回ずつ自由摂取した。この間、下記のように記録を行った。摂取開始から1回目の嚥下までの舌マーカーの動きを食物の取り込み

(St1Tr), 咀嚼 (Chewing), 食物の咽頭への送りこみ (St2Tr), 嚥下 (Swallowing) に分けて比較検討した (Fig. 3).

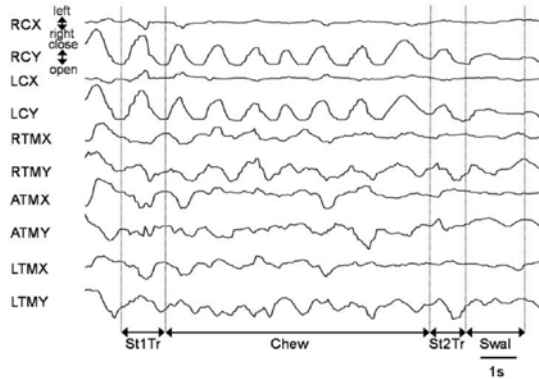


Fig. 3

Representative recordings in subjects with tongue markers.

#### 4. 研究成果

##### (1) 実験1

健常若年者 12 名の内、男性 6 名のデータを用いてより詳細な解析を行った。つまり物性や一口量を変えた食品摂取時の咀嚼・嚥下動態や咀嚼過程で形成される食塊の物性値から、嚥下惹起にこれらの要素がどのように関わるかについて検討した。

その結果、米飯と餅において咀嚼過程の違いがみられたのは咀嚼過程における1回目の嚥下までであって、2回目以降の咀嚼時間、咀嚼回数、筋電図活動には大きな違いが認められなかった。さらに被験者内では同じ食品摂取時の摂食動態の再現性は高かった (Fig. 4, 5)。このことは、一口量が調整された食品の摂取においては、1回目の嚥下が惹起されるまでの間に嚥下に適した食塊が形成されていることを示唆している。

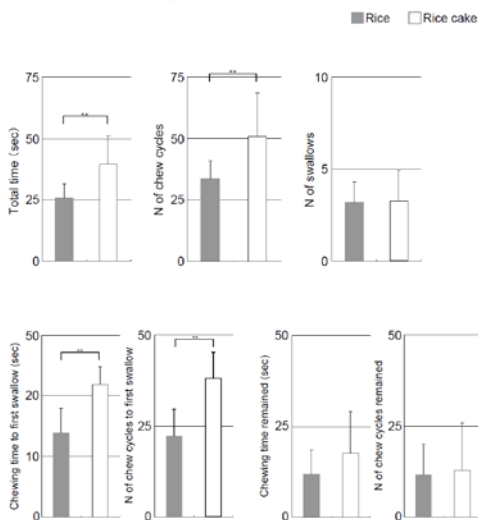


Fig. 4  
Total duration, the number of chewing cycles, and number of swallows.

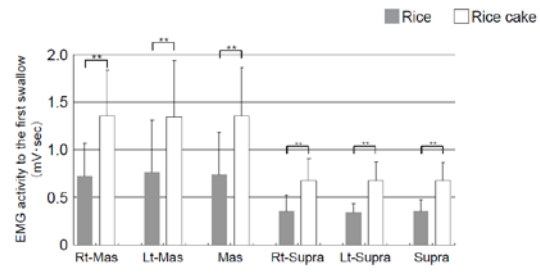


Fig. 5

EMG activity to the first swallow.

##### (2) 実験2

バナナ、クッキー、ミート摂取時の舌運動解析を嚥下造影検査にて行ったところ、咀嚼時に食物を咽頭に送りこむ動作時 (Stage 2 oral food transport: St2Tr) に舌は水平的な動きが制限され、垂直的に大きな運動をすることが示された (Fig. 6)。St2Tr における舌運動は物性間でも違いがみられた (Fig. 7)。

これらの結果は、食物を咽頭に送りこむ際に舌は 'squeeze-back movement' をするため、水平的な運動より垂直的な運動を要することを示唆している。さらにその運動は物性にも影響を受けることが示された。

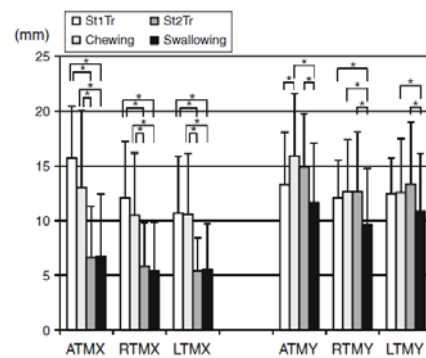


Fig. 6

Average range of canine marker movement for each cycle type in subjects with tongue markers. X and Y values were compared among stages.

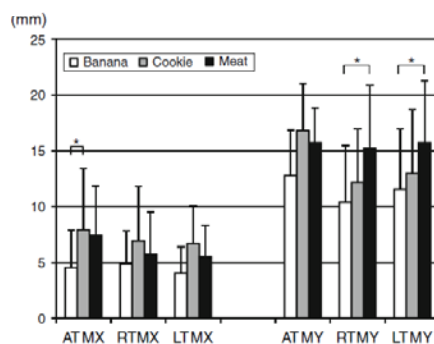


Fig. 7

Average range of canine marker movement for each cycle type in subjects with tongue markers. X and Y values were compared among foods.

#### 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 2 件)

1. Taniguchi H, Matsuo K, Okazaki H, Yoda M, Inokuchi H, Gonzalez-Fernandez M, Inoue M, Palmer JB.: Fluoroscopic Evaluation of Tongue and Jaw Movements During Mastication in Healthy Humans. *Dysphagia*: Published Online, 2013.
2. Megumi Shiozawa, Hiroshige Taniguchi, Hirokazu Hayashi, Kazuhiro Hori, Takanori Tsujimura, Yuki Nakamura, Kayoko Ito\*, Makoto Inoue: Differences in chewing behavior during mastication of foods with different textures]texture studies: Published Online, 2013.

[学会発表] (計 9 件)

- ① Hiroshige Taniguchi: Tongue Surface Movement during Stage II Oral Food Transport. *Dysphagia Research Society 21th Annual Meeting*, 2013. 3.13-16. Seattle
- ② Hideto Okazaki: Motions of the Lower Jaw During Eating and Swallowing: An Anteroposterior Videofluoroscopic Study. *Dysphagia Research Society 21th Annual Meeting*, 2013. 3.13-16. Seattle
- ③ Haruhi Inokuchi: Electromyography of Swallowing with Fine Wire Intramuscular Electrodes: Effects of Food Consistency on Muscle Activity of Selected Hyoid Muscles. *Dysphagia Research Society 21th Annual Meeting*, 2013. 3.13-16. Seattle
- ④ Mitumasa Yoda: Cycle Duration in Eating is longer for Stage II Oropharyngeal Transport Cycles than for Chewing Cycles. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation 2012 Annual Assembly*. 2012. 11.15-18. Atlanta
- ⑤ Mitumasa Yoda: Hyoid movement during Stage II Food Transport from Mouth to Pharynx. *American Congress of Rehabilitation Medicine 2012 Annual Conference*, 2012. 10.9-13. Vancouver
- ⑥ Haruhi Inokuchi: Electromyography of

swallowing with fine wire intramuscular electrodes: Activation sequence of selected hyoid muscles. 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> Joint Annual Meeting of Japanese Society of Dysphagia Rehabilitation, 2012. 7.31-8.1. Sapporo

- ⑦ Hiroshige Taniguchi: Multilateral evaluation of swallowing boluses with different consistencies. *BioMouth 2011*, 2011.11.28. New Zealand
- ⑧ Hori K: Tongue pressure measurement during swallowing using sensor sheet system. *BioMouth 2011*, 2011.11.28. New Zealand
- ⑨ 塩沢恵美: 餅食品咀嚼時の関連筋活動および食塊動態の特徴. 第44回新潟歯学会総会, 2011年4月16日, 新潟

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

谷口 裕重 (TANIGUCHI HIROSHIGE)  
新潟大学・医歯学総合病院・講師  
研究者番号: 80529636

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: