

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：13101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K15799

研究課題名（和文）咀嚼・嚥下機能に基づく要介護者用食品の物性評価

研究課題名（英文）Physical properties evaluation of care food based on bioinstrumentation

研究代表者

小野 高裕（Ono, Takahiro）

新潟大学・医歯学系・教授

研究者番号：30204241

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000 円

研究成果の概要（和文）：試作した9種類の破断特性を有するゼリー資料を用いて、押し潰して摂取する過程における舌圧発現様相を解析した。その結果、初期および中期における舌圧最大値は、ゼリーの破断荷重が大きい程大きく、ゼリーの破断歪が大きい程小さかったことから、舌はゼリーの初期の破断特性に応じて口蓋との接触強さを幅広く調整しながら食塊を形成し、最終的に押しつぶしより小さく、一定の範囲に収束した舌圧で嚥下していることが示唆された。また、舌圧測定とビデオエックス線透視検査（VF）を同時に施行し、ゼリーの摂取過程における舌圧発現と舌骨移動、食塊移動の関連性について解析したところ、舌圧発現と舌骨移動の協調性が観察できた。

研究成果の概要（英文）：We analyzed tongue pressure (TP) production during squeezing jelly samples with nine kinds texture properties in healthy subjects. Maximal magnitude of TP in early and middle stages was higher for jellies with larger fracture strength and lower for that with larger fracture strain, suggesting that the strength of tongue-palate contact was modulated widely according to the initial fracture properties. Also we analyzed the the relationship between TP, bolus transport and hyoid excursion, and found the temporo-spacial coordination between TP and hyoid excursion.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：摂食嚥下リハビリテーション 舌 圧 ゼリー テクスチャー 要介護者用食品

1. 研究開始当初の背景

介護保険制度で認定された要介護者数は現在約 500 万人に達しており、多くの健康問題が存在するが、中でも摂食嚥下障害の割合は、一般の高齢者と比較して、各種介護・療養施設においては過半数を超える非常に高い数値となっている。こうした摂食嚥下障害患者に対して安全な食事を提供するという観点から、咀嚼・嚥下困難者用食品の開発や、各施設における調理の工夫が行われてきた。介護食品市場の規模は現在約 1,000 億円に達しており、8 年後には 1,500 億円に達すると予測されているが、要介護者数から試算した規模(2兆5千億円)を大きく下回っている。そこには、経済的な問題や個人の嗜好など種々の問題が存在すると考えられるが、医療職や介護職の間で指摘されているのは、個人の食べる能力に合わせた食品の選択の難しさであり、客観的な基準が存在しないことも一因と考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、介護食品の基材として広く用いられているゼリーを摂取する際の口腔・咽頭器官の仕事を定量的に評価し、機器測定による物性の影響を分析して、機能的な「食べやすさ」に基づく食品選択基準を確立するための基礎資料を提供することである。将来的には、機能検査に基づき個々人の咀嚼・嚥下能力に最適な食品を提供するシステムの構築を視野に入れる。

3. 研究の方法

1) 種々の物性を持つゼリーの試作

「嚥下困難者用食品許可基準」と「ユニバーサルデザインフード」の基準を参考に、舌による押しつぶしと咀嚼の二つの食べ方が可能な物性のゼリーを試作した。物性パラメータとしては、食塊形成において重要な破断特性を表す破断荷重(N)と破断ひずみ(%)を用いた。これまでの予備調査の結果、破断荷重は 10~30N、破断ひずみは 40~80%が設

定範囲になると考えられるため、これらの組み合わせによって9種類のゼリーを試作した。

2) ゼリー摂取時の舌圧の変化

ゼリーの場合、舌と口蓋との押しつぶしによって食塊を形成することが多いため、舌圧センサシートシステムで記録した舌圧波形をまず押しつぶし区間と嚥下区間に分け、さらに押しつぶし区間を initial, middle, last の3区間に分けて、食塊形成の進行に伴う舌圧最大値、積分値の変化を分析した(図1)。

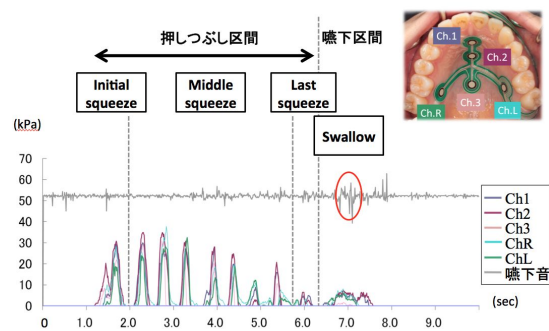


図1. ゼリーを押しつぶして嚥下する場合の各区間の舌圧の評価

3) ゼリー摂取時の舌圧と舌骨移動の関係

口腔期の評価の結果より、介護食品として摂取可能な範囲で、特徴的な破断特性と咀嚼・嚥下機能特性(生体計測、官能評価)を示すゼリーを4種類選択した。ゼリーの物性を変化させない範囲で造影剤(血管造影剤)を混ぜて調整したゼリーを用いてビデオ嚥下造影検査(VF)を行い、得られた画像から咽頭嚥下の指標である舌骨の移動距離(図2)、口腔・咽頭通過時間、残留の有無等を評価した。

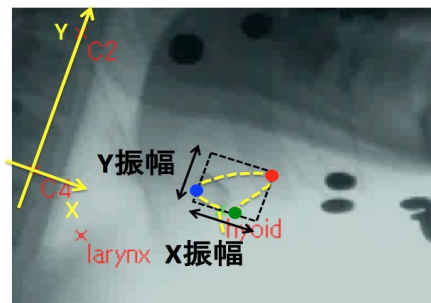


図2. ビデオ嚥下造影検査の画像上での舌骨移動量の測定方法。第2、4頸椎上のランドマークによりX軸とY軸を設定し、それぞれの方向の移動量を算出する。

4. 研究成果

1) 種々の物性を持つゼリーの試作

脱アシル型ジェランガム(ケルコゲル)とネイティブ型ジェランガム(ケルコゲル LT100)を主成分として、配合割合を変えることで、3段階の破断荷重(10,20,30)および破断歪(A,B,C)を設定し、合計9種類のゼリー試料を試作した。ゼリーB10,C10は日本介護食品協会のユニバーサルデザインフードの区分3(舌でつぶせる)に、ゼリーA10,A20,B20,C20,B30,C30はユニバーサルデザインフードの区分2(歯ぐきでつぶせる)に、ゼリーA30はユニバーサルデザインフードの区分1(容易にかめる)に相当した。

2) ゼリー摂取時の舌圧の変化

試作した9種類の破断特性を有するゼリー資料を用いて、ゼリー摂取の各過程における舌圧発現様相を解析し、初期テクスチャーとの関係について検討した。被験者は、若年健康者男性7名(平均年齢28.0±3.7歳)を対象とし、舌による最初の押しつぶしを[Initial squeeze]、最後の押しつぶしを[Last squeeze]、その間の押しつぶしを[Middle squeeze]と定義、嚥下を[Swallow]と定義した。

その結果、[Initial squeeze]および[Middle squeeze]における舌圧最大値は、ゼリーの初期破断荷重が大きい程大きく、ゼリーの初期破断歪が大きい程小さかった。特に、[Initial squeeze]においては舌圧最大値の変動幅はゼリー間で約3倍と大きく、最も高い舌圧を示したゼリーでは最大押し付け舌圧の90%に及んでいた。

一方、[Last squeeze]および[Swallow]においてはゼリー間で舌圧最大値に有意な差は認められず、最大押し付け舌圧の20~37%であった。以上のことから、舌はゼリーの初期の破断特性に応じて口蓋との接触強さを幅広く調整しながら食塊を形成し、最終的に押しつぶしより小さく、一定の範囲に収束した舌圧で嚥下していることが示唆された。

3) ゼリー摂取時の舌圧と舌骨移動の関係

若年健康男性16名(平均年齢30.9±3.0歳)を被験者として、試作した4種類のゼリー(表1)の押し潰し摂取時の舌圧測定とVFの同時記録を行なった。

表1. 使用したゼリーの物性

試料	破断荷重(N)	破断歪(%)
Soft, Non-Elastic	9.71 ± 0.13	43.31 ± 0.34
Hard, Non-Elastic	28.70 ± 1.00	46.16 ± 1.08
Soft, Elastic	9.73 ± 0.94	74.34 ± 1.67
Hard, Elastic	29.40 ± 0.99	78.71 ± 1.19

舌による1回目の押しつぶしでは、Ch.2(口蓋正中中央部)における舌圧最大値と持続時間が全Ch.の中で最大であった。また、舌圧のOnsetとPeakはCh.2 Ch.1 Ch.3,4,5の順に発現し、各Ch.のPeakは舌骨が最前上方位に位置する間に発現した。また、舌骨は押しつぶし1回目開始時よりも、終了時および嚥下直前の方が有意に上方に位置した。

これらのことから、口蓋正中中央部は舌押し潰しの起点かつ最大の力点であると考えられた。また、舌骨は舌押し潰しに伴い次の舌押し潰しや嚥下の為に適度に挙上していることが示唆された。

嚥下時の舌圧Onsetの順序は、Ch.1 Ch.2 Ch.4,5 Ch.3となり、Ch.1における舌圧と舌骨移動のOnsetに時間差は認められなかった。また、各Ch.のOffsetは舌骨移動のOffsetより有意に早く発現した(図3)。

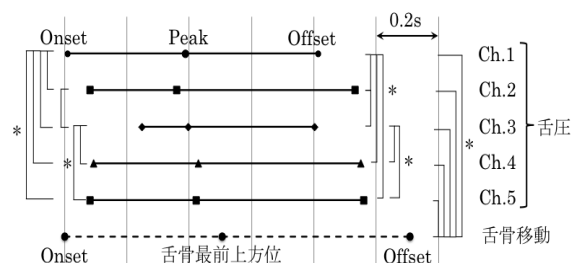


図3. 嚥下時の舌圧発現と舌骨移動の協調性

以上のことから、舌が口蓋前方部から後方部へ規則的に接触し、舌骨移動が協調することで食塊を口腔から食道へスムーズに移送することが示唆された。

舌押しつぶしでは、ゼリーの破断荷重の増加や破断歪の減少により舌圧最大値(図4)ならびに舌骨移動距離は有意に増加し、舌圧持続時間とタイムポイントは延長する傾向を認めた。嚥下では、4種類のゼリーのうちHard, Non-elasticなものだけが他のゼリーよりも大きな舌骨の移動速度と距離を要した。

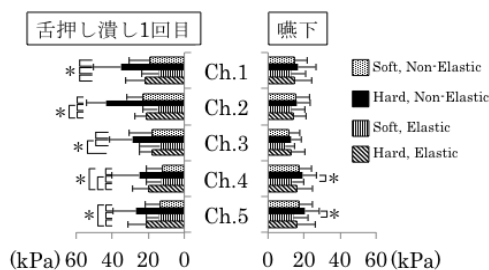


図4. 舌押しつぶし1回目と嚥下時の舌圧最大値

以上のような結果から、ゼリー食品の舌押しつぶし嚥下時の口腔・咽頭器官の機能的動態とそれに対する物性の影響を定量的に示すことができた。これらの知見は、舌機能や咽頭機能を考慮して食品物性を調整する重要性を示すと同時に、今後嚥下調整食の開発や提供の基準を確立する上で、有益な示唆を与えるものと考えられる。

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)

小野高裕, 堀 一浩, 藤原茂弘: 「舌圧」によって舌機能を診る意味. 歯界展望, 査読なし, vol.130, 2017, pp856-862.

小野高裕, 堀 一浩, 藤原茂弘, 皆木祥伴, 村上和裕: 摂食嚥下リハビリテーションにおける嚥下時舌圧測定の有用性. リハビリテーション医学, 査読なし. vol. 54, 2017, pp666-671.

[学会発表](計4件)

小野高裕: 生体計測から見える「食べやすさ」と「おいしさ」. 第23回日本摂食嚥下リハビリテーション学会, 2017/9/16, 幕張メッセ(千葉県・千葉市).

Murakami K, Hori K, Minagi Y, Fujiwara S, Tokuda Y, Inoue M, Ono T, Maeda Y: Quantitative evaluation of hyoid-laryngo excursion during swallowing by using bend sensor system. 25th Annual Meeting of Dysphagia Research Society, 2017/3/3-4, Portland, USA.

村上和裕, 堀 一浩, 皆木祥伴, 藤原茂弘, 徳田佳嗣, Salazar S, 上原文子, 井上 誠, 小野高裕, 前田芳信: ゼリーの押し潰し嚥下時における舌圧発現と舌骨移動. 第57回日本顎口腔機能学会学術大会, 2016/10/2, 東北大学星陵オーデトリウム(宮城県・仙台市).

徳田佳嗣, 小野高裕, 堀 一浩, 藤原茂弘, 皆木祥伴, 村上和裕, 磯野 舞, 中尾理美, 船見孝博, 前田芳信: 異なる初期物性のゼリー摂取時における舌圧の継時的変化. 第125回日本補綴歯科学会学術大会. 2016/7/9-10, 石川県立音楽堂(石川県・金沢市).

[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

<http://www.1hotetsu-niigata-univ.net/index.html>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

小野高裕 (ONO, Takahiro)
新潟大学・医歯学系・教授
研究者番号：3 0 2 0 4 2 4 1

(2)研究協力者

堀 一浩 (HORI, Kazuhiro)
新潟大学・医歯学系・准教授
研究者番号：7 0 3 7 9 0 8 0

藤原茂弘 (FUJIWARA, Shigehiro)
新潟大学・医歯学系・助教
研究者番号：7 0 7 1 1 0 3 4