

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K17116

研究課題名(和文) 食品物性の影響を受ける口腔・咽頭器官の摂食嚥下運動パラメータの解析

研究課題名(英文) Analysis of quantitative parameters of food oral processing which are affected by food texture

研究代表者

村上 和裕 (Murakami, Kazuhiro)

大阪大学・歯学部附属病院・医員

研究者番号：60804490

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、摂取する食品の機械的特性と摂食嚥下運動のパラメータとの関係性を明らかにすることを目的としている。

15名の健常若年者を対象として食品摂取時の舌圧(舌が口蓋に押し付ける接触圧)と舌骨移動(喉の動き)を評価し、舌を口蓋に押し付けて食品を摂取する際、舌だけを動かしているのではなく、その下の喉も同時に動かしていることがわかった。また、押し潰しから嚥下に至るまでの一連の流れは食品物性の影響を受けていることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、高齢化に伴い、摂食嚥下障害者のための介護食の開発や提供が発展してきた。その結果、歯による咀嚼以外にも舌による押し潰しや歯茎での押し潰しといった代償的な咀嚼を考慮する必要が出てきた。しかし、これら代償的な咀嚼に関しては不明な点が非常に多い。本研究で得られた知見は、代償的な咀嚼の基礎的な知見の一つであり、今後、摂食嚥下障害を有する高齢者に対して、摂食嚥下能力に応じた介護食を提供する際に必要となる情報になると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to clarify the relationship between food mechanical properties and quantitative parameters of food oral processing. 15 healthy adults were recruited. Tongue pressure (contacting pressure between tongue and hard palate) and hyoid movement (movement of throat) during food oral processing were measured. From the results, we clarified that not only tongue body but also larynx moved dynamically during tongue squeezing, and that food oral processing was affected by food mechanical properties from the beginning of mastication and the end of swallowing.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：舌圧 舌押し潰し 生体計測 食品工学

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

わが国では高齢化に伴い、食事時の窒息や誤嚥の事故が増加しており、高齢者にとって「食べやすい」食事を提供することを目的とした様々な食形態の食品が近年多く開発、上市されている。しかし、「噛む力」や「飲み込む能力」といった食品を摂取する高齢者の摂食嚥下能力について明確な基準や分類が定められていない。そのため、医療者による経口摂取の制限もしくは介助者の経験や試行錯誤により食品の種類や量の選択がおこなわれているのが現状であり、高齢者の摂食嚥下能力に見合った安全な食事の提供が困難である。この問題は、そもそも食品物性の違いにより摂食嚥下動態がどのように変化し、どの摂食嚥下動態のパラメータの変化が食品の食べやすさに反映されるのかといった食品の摂食嚥下のバイオメカニクスを検討できるだけの生体計測データが不足していることに起因している。

これまで我々は、摂食嚥下において重要な役割を持つ舌の機能評価の一つとして舌と口蓋との接触圧(舌圧)に注目し、生理的な舌運動を阻害することなく舌圧を評価できる舌圧測定システムを開発した。そして、健康成人を被験者として様々な摂食動態が観察しやすいゼリーを使用してゼリーの物性の違いが咀嚼から嚥下までの一連における舌圧に及ぼす影響について検討した。その研究結果より本システムは食品物性と摂食嚥下動態との関係性を評価することにおいて非常に有効な新しい手段であることを報告した。しかし、摂食嚥下動態を評価する生体計測機器には、舌圧以外に着目したものが多数あり、これらと舌圧測定システムを組み合わせることで食品の摂食嚥下動態について新たな知見が得られると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、食品の摂食嚥下時の口腔・咽頭器官の仕事量を定量的に評価し、食品物性が摂食嚥下動態に与える影響を明らかにすることを目的としている。

そのために、様々な摂食動態が観察でき、食品の機械的特性(食品物性)が均質なゼリーを被検食品として用い、摂食嚥下時における舌運動および咽頭の動きをそれぞれ舌圧測定システムとビデオ嚥下造影により評価し、口腔・咽頭器官の仕事量と食品物性の関係を検討した。

3. 研究の方法

(1) 被験者

被験者として、摂食嚥下障害ならびに神経筋疾患、顎関節症や矯正治療の既往のない健康成人男性 20 名(30.1±3.8 歳)を用いた。

(2) 被検試料

被検試料は、2 種類のゲル化剤(KELCOGEL®, KELCOGEL®LT100; San-Ei Gen F.F.I., Inc., Osaka, Japan)を用い、これらの配合割合を変えることで、破断荷重と破断歪をそれぞれ 2 段階に調整した 4 種類のゼリー試料を使用した(図 1)。

農林水産省が定める「スマイルケア食」において 4 種類のゼリーはそれぞれ「弱い力で噛める」、「歯ぐきでつぶせる」、「舌でつぶせる」食品物性に含まれていた。また、造影剤にはヨード系造影剤のイオパミロン 370 を使用した。

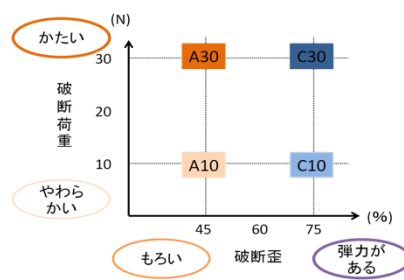


図 1 ゼリー試料の食品物性

(3) 測定方法および測定条件

被験者の硬口蓋部に貼付した 5 箇所(Ch.1~Ch.5)の測定部位を有する舌圧センサーシート(Nitta, Osaka, Japan)(図 2)により舌圧を記録し、X 線透視装置 ARCADIS Avantic (Siemens, München, Germany)により舌骨移動を記録した。それらを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。測定中の被験者の姿勢は座位とし、フランクフルト平面が床面と平行となる状態で行った。各ゼリー試料 5ml を一旦口腔内に含み、検査者の指示後、歯で咀嚼せずに舌で押し潰し、嚥下した。舌押し潰し回数と嚥下のタイミングは制限を設けなかった。用意した 4 種類の試料について 2 回ずつ測定を行い、順序はランダム化した。

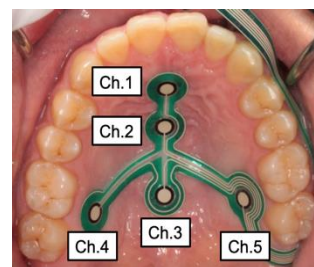


図 2 舌圧測定システム

(4) 分析方法

舌圧波形と VF 画像より舌押し潰し 1 回目、舌押し潰し全体、押し潰し回数と嚥下区間を特定した。(図 3) 舌圧では舌押し潰し 1 回目、舌押し潰し全体と嚥下区間における舌圧最大値、舌圧持続時間、タイミング(舌圧の onset, peak, offset)を分析項目とし、VF 画像では舌骨移動速度、舌骨移動距離(総移動距離、前方方向、上方方向)、舌骨移動時間、タイミング(舌骨移動の onset, 舌骨最前上方位, offset)を分析項目とした。各分析項目は 2 回の試行の平均を代表値とした。

統計学的分析では、舌押し潰し1回目、舌押し潰し全体と嚥下区間それぞれの試料間の舌圧と舌骨移動および押し潰し回数の比較にそれぞれ Friedman 検定, Wilcoxon の符号付き順位検定および Bonferroni の方法を使用した。各検定の有意確率は 5%とした。

4. 研究成果

被験者 20 名のうち、測定データに欠損および異常がみられた 5 名を除いた 15 名 (31.0 ± 4.1 歳) を分析対象とした。

(1) 舌押し潰し1回目の舌圧発現と舌骨移動

舌押し潰し1回目では、口蓋正中中央部における舌圧最大値と持続時間が全ての部位の中で最大であった。また、舌圧の onset と peak は口蓋正中中央部 (Ch. 2) → 正中前方部 (Ch. 1) → 後方部 (Chs. 3-5) の順に発現し、各部位の peak は舌骨が最前上方位に位置する間に発現した (図 4)。つまり、舌押し潰し動作の際には、舌のみが動いているのではなく、その下の舌骨を含む咽喉頭と舌が一体となって上方に挙上する動きを呈していることがみられた。

また、舌押し潰し1回目では、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が増加し (図 5)、破断荷重の増加により舌骨移動距離、舌圧持続時間および舌骨移動時間が増加する傾向を認めた。

これらの結果より、舌押し潰しでは、押し潰す食品の食品物性に依りて舌・咽喉頭の仕事量が増加することが明らかとなった。

(2) 舌押し潰し全体の舌圧発現と舌骨移動および押し潰し回数

舌押し潰し全体では破断荷重の増加により舌圧最大値、舌圧持続時間、舌骨移動距離および舌押し潰し回数が増加することが明らかとなった。

(3) 嚥下時の舌圧発現と舌骨移動

嚥下では舌圧の onset が口蓋正中前方部 (Ch. 1) → 正中中央部および後方周縁部 (Chs. 2, 4, 5) → 正中後方部 (Ch. 3) の順に発現し、口蓋正中前方部における舌圧と舌骨移動の onset はほぼ同時であり、各部位の offset は舌骨移動の offset に先行した。つまり、舌と口蓋との規則的な接触パターンと、それに協調した舌骨の移動により、口腔と咽喉頭とが機能的に協調して食塊をスムーズに移送していることが示された。

また、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、舌骨移動速度、舌骨移動距離が増加する傾向を認めたが、舌圧持続時間と舌骨移動時間に差を認めなかった。また、破断荷重が大きく破断歪が小さいゼリーは他のゼリーよりも嚥下時の舌骨最高移動速度および舌骨移動距離が有意に高い値を示した。嚥下は不随意性の反射運動の性質を持つため、ゼリーの初期物性に対応して舌圧最大値、舌骨移動速度、舌骨移動距離は変化したものの、時間的協調性は変化しなかったと考えられる。また、「弱い力で噛める」破断荷重が高く破断歪が小さいゼリーにおいて、押し潰し時の舌圧および押し潰し回数が調整されていたにもかかわらず、嚥下区間において舌骨移動速度および舌骨移動距離が他のゼリーよりも有意に高くなった。したが

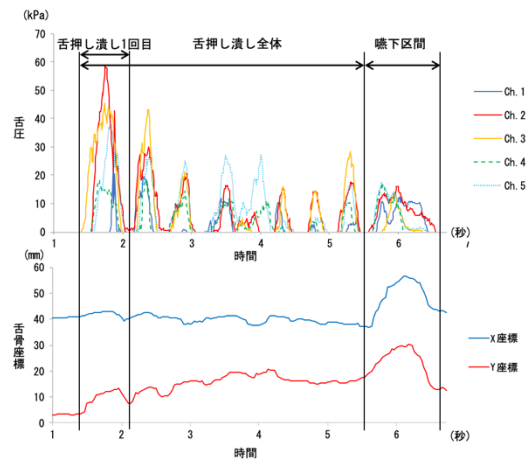


図 3 ゼリーの舌押し潰し嚥下時における舌圧発現の各区間の評価の一例

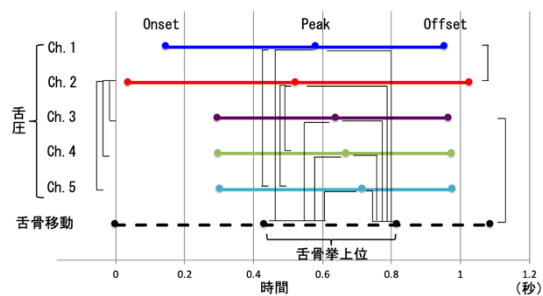


図 4 ゼリーの舌押し潰し1回目における舌圧発現と舌骨移動の時間的協調性

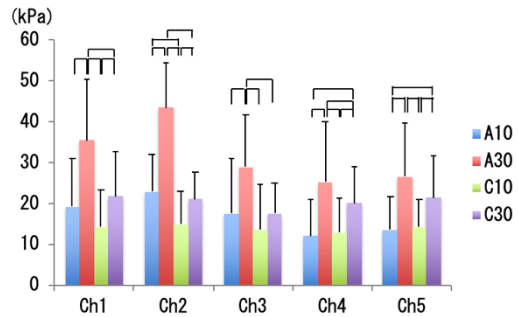


図 5 ゼリーの舌押し潰し1回目における舌圧最大値

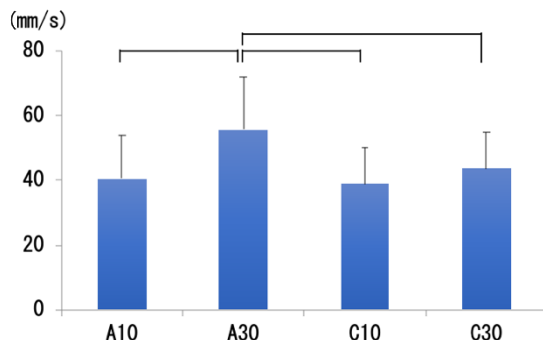


図 6 ゼリー嚥下時における舌骨移動速度

って、破碎に大きな力を必要とするゼリーでは舌押し潰しでは十分に破碎されず、嚥下咽頭期の仕事量が大きくなることが示唆された。

以上より、舌押し潰し嚥下において舌圧発現と舌骨移動には協調性があること、ゼリーの初期物性が舌圧発現と舌骨移動に影響を与えることが明らかとなった。本研究の結果は、嚥下調整食の基材となるゼリー状食品を摂取した際の口腔・咽頭器官の機能的動態を初めて包括的かつ定量的に示したものであり、今後介護食の開発や提供の基準を確立する上で舌押し潰し嚥下の正常像として有益な情報を与えるものと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Murakami Kazuhiro, Hori Kazuhiro, Minagi Yoshitomo, Uehara Fumiko, Salazar Simonne E., Ishihara Sayaka, Nakauma Makoto, Funami Takahiro, Ikebe Kazunori, Maeda Yoshinobu, Ono Takahiro	4. 巻 111
2. 論文標題 Coordination of tongue pressure production, hyoid movement, and suprahyoid muscle activity during squeezing of gels	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Archives of Oral Biology	6. 最初と最後の頁 104631 ~ 104631
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.archoralbio.2019.104631	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Murakami Kazuhiro, Minagi Yoshitomo, Hori Kazuhiro, Uehara Fumiko, Salazar Simonne E., Inoue Makoto, Maeda Yoshinobu, Ikebe Kazunori, Ono Takahiro	4. 巻 47
2. 論文標題 Evaluation of hyoid movement during swallowing using a bend sensor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Oral Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 339 ~ 345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/joor.12906	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Murakami K, Hori K, Minagi Y, Fujiwara S, Ono T, Ikebe K
2. 発表標題 Coordination between tongue pressure production and hyoid excursion during squeezing
3. 学会等名 Dysphagia Research Society
4. 発表年 2018年 ~ 2019年

1. 発表者名 村上和裕
2. 発表標題 食支援において口腔機能検査が持つ可能性
3. 学会等名 第33回日本口腔リハビリテーション学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

1. 発表者名 Murakami K
2. 発表標題 Application of occlusal force measurement to clinical research
3. 学会等名 29th Annual Congress of the European Collage of Gerodontology (招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	小野 高裕 (Ono Takahiro)		