

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K19124

研究課題名(和文)舌機能測定から導き出される摂取可能食品の客観的評価法

研究課題名(英文)Objective evaluation method of ingestible food derived from tongue function measurement

研究代表者

皆木 祥伴(Minagi, Yoshitomo)

大阪大学・歯学研究科・招へい教員

研究者番号：30755351

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文):申請者は、咀嚼機能低下を認める高齢者が行う舌押しつぶし(スクイーピング)という代償的な咀嚼の機能評価方法の確立を目的としてきた。今回の計測結果より、スクイーピングによって押し潰せる食品の物性は、最大舌圧と有意な相関を認めることが明らかとなった。さらに、高齢者と若年者のスクイーピングの動態を比較した結果、高齢者の方が若年者と比較してスクイーピング時の舌骨上筋群の筋活動量が大きいこと、舌圧発現に違いが生じることが示唆された。これらのことより舌圧は、咀嚼機能低下を認める高齢者の食品選択の一助となること、さらにスクイーピング機能を評価する際の舌圧測定、舌骨上筋群筋活動評価の有用性を示したといえる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者の中には、義歯による治療が必要であるにもかかわらず、認知機能やADLの低下により、義歯を使用できない者がいる。そこで、舌押し潰し(スクイーピング)のような代償的な咀嚼による食品摂取に関する基準が設定されている。しかしながら、代償的な咀嚼に関する知見は非常に少なく、摂食・嚥下障害をもつ高齢者に対して提供する食品の選択は困難である。申請者は、舌圧とスクイーピングによって押し潰せる食品の硬さとの間に相関関係があることを明らかにした。このことは、舌圧測定が摂食・嚥下障害をもつ高齢者に対しての食品提供の一助となる可能性を示したといえる。

研究成果の概要(英文):The applicant has aimed to establish a compensatory masticatory function evaluation method called tongue crushing (squeezing) performed by elderly people who have decreased masticatory function.

From the results, it was clarified that the physical characteristics of foods that can be crushed by squeezing have a significant correlation with the maximum tongue pressure. Furthermore, as a result of comparing the squeezing dynamics of the elderly and the young, the elderly have a larger amount of suprahyoid muscle activity during squeezing than the young, and there is a difference in the expression of tongue pressure.

Our results indicated that tongue pressure helps elderly people with decreased masticatory function to select food, and that it is useful for measuring tongue pressure and evaluating suprahyoid muscle activity when evaluating squeezing function.

研究分野：摂食嚥下リハビリテーション

キーワード：摂食嚥下リハビリテーション 舌機能 顎口腔機能 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

窒息や誤嚥は、高齢者の入院や死亡の原因となることが多く、QOL (Quality of Life) や ADL (Activity of Daily Living) を低下させる。そのため、高齢者の食事時における窒息や誤嚥の予防は、超高齢社会である我が国において、喫緊の課題である。

一方、高齢者の中には、義歯による補綴治療が必要であるにも関わらず、認知機能や ADL の低下に伴い義歯を使用していない、もしくは使用できない者が存在する。そこでわが国では、“歯による咀嚼” や、“舌と口蓋間での押し潰し (舌押し潰し)” のような代償的な咀嚼など、様々な咀嚼方法に合わせた食品に関する基準を設定し、高齢者に対して、個々の食塊形成能力に配慮した食品提供を目指している。しかしながら、代償的な咀嚼に関する知見は非常に少なく、そのメカニズムや、代償的な咀嚼によってどのような食品が安全に摂取できるかなど、いまだに不明な点が多い。

申請者は、ゼリーの舌押し潰し時に、食品物性が口蓋圧や舌骨上筋群の筋活動にどのような影響を与えるかを、様々な研究により明らかにしてきた。しかしながら、これらは若年者を対象としたものであり、要介護高齢者を対象としたものはない。過去の報告では、若年者と比較して高齢者は、液体嚥下時の口蓋圧発現様相が異なることや、口蓋への最大舌押しつけ時の舌圧が低いことが明らかにされており、加齢の影響により、舌の運動や筋力は変化していると考えられる。そのため、食品の舌押し潰しにおいても同様に、高齢者と若年者で、舌運動や、舌押し潰しの様相および能力は異なっていると考えられた。

### 2. 研究の目的

申請者は、これまで嚥下の準備期・口腔期において重要な役割を持つ「舌圧」に着目し、健常者における舌押し潰しに関する測定・分析を行ってきた。本研究では、高齢者と若年者の舌押し潰しを比較検討することで、加齢に伴う舌運動の変化を検討し、高齢者の摂取しやすい食品物性の提案への貢献の可能性を見出すことを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### 1. 測定項目および測定方法

##### 1. 舌圧および口蓋圧測定

舌圧および口蓋圧の測定には、Swallow Scan System (ニッタ, 大阪, 日本, 図 1) を使用した。本システムのセンサシートは Y 字型をしており、口蓋正中前方部 (Ch.1), 同中央部 (Ch.2), 同後方部 (Ch.3), 左右後方周縁部 (Ch.4,5) に感圧部位を有し、各チャンネルにおける舌圧および口蓋圧の発現を時系列に沿って記録できる。また、厚さは約 0.1mm と極めて薄く、生理的な摂食嚥下を阻害することなく舌圧および口蓋圧の測定が可能である。



図 1, Swallow Scan System

## 2. 舌骨上筋群筋電位測定

舌骨上筋群の筋電図波形の記録には、NB-6201HS（ナブテスコ，東京，日本）およびデジタルレコーダーRR-XS470（パナソニック，大阪，日本）を使用した。フィルタは、10Hz から 1000Hz のバンドパスフィルタとし、増幅率は 50.4 倍とした。筋電図電極にはエールローデ（メッツ，東京，日本）を使用し、皮膚抵抗を低減させるために電極の貼付前にはアルコール綿で皮膚表面の清拭を行った。電極は、オトガイ下部正中に電極間距離 15mm となるように貼付し、口蓋への舌押しつけ時の舌骨上筋群の筋活動が記録可能であることを確認した。

## II. 測定タスク

対象者の姿勢は座位とし、フランクフルト平面が床に平行となるように頭位を調整し、両足を床に接触させた状態で測定を行った。

### 1. 最大舌押しつけ

対象者に「舌（した）全体を上顎（うわあご）に強く押しつけてください」と指示し、5 秒間の口蓋への舌の最大押しつけを行わせ、その間の舌圧発現および舌骨上筋群の筋活動を測定した。測定は 3 回行った。

### 2. 破断荷重の異なる 3 種類のゼリーの舌押し潰し

対象者の舌背にゼリーをのせ、閉口させた後「ゼリーを舌（した）で 1 回で押し潰してください」と指示し、その間の口蓋圧発現および舌骨上筋群の筋活動を測定した。破碎したゼリーは、嚥下せずにすべて吐き出すように指示した。ゼリーは破断荷重が 10N、30N、50N の 3 種類を使用し、各 3 回ずつ計 9 回測定を行った。9 回の測定の順序はランダム化した。

### 3. 舌押し潰し可能なゼリーの特定

タスク 2 と同様に、対象者の舌背にゼリーをのせ、閉口させた後「ゼリーを舌（した）で 1 回で押し潰してください」と指示し、ゼリーの押し潰しを行わせた。ゼリーは嚥下せずにすべて吐き出させ、破碎の可否を確認した。

対象者には、破断荷重が 10N のゼリーから順に最大 100N までゼリーの破碎を行わせ、舌押し潰しによりゼリーの破碎が行えなかった時点で測定タスクを終了した。舌押し潰し可能なゼリーの破断荷重の最大値を、舌押し潰し能力と定義した。

なお、全てのタスクにおいて各試行間には、1 分間の休憩時間を設けた。またタスク 2、3 においては 1 分間の休憩時間中に対象者に含嗽を行わせた。

## III. 分析方法

### 1. 舌圧および口蓋圧

#### 1) 最大舌押しつけ

5 秒間の最大舌押しつけ時の舌圧波形において、最初に舌圧が発現したチャンネルの onset から、すべてのチャンネルの offset までを分析区間とした。Ch.1-3 の舌圧の最大値を、各対象者の最大舌押しつけ時の舌圧（最大舌圧）とした。最大舌圧は、3 回の試行の平均値を分析に用いた。

#### 2) 破断荷重の異なる 3 種類のゼリーの舌押し潰し

ゼリーの舌押し潰し時の口蓋圧波形は、最初に口蓋圧が発現したチャンネルの onset から、すべてのチャンネルの offset までを分析区間とした。分析区間における各チャンネルの積分値を口蓋圧の分析項目とした。

## 2. 舌骨上筋群筋活動量

### 1) 最大舌押しつけ

5秒間の最大舌押しつけ時の筋電図波形における，onset後の1秒間とoffset前の1秒間を除いた3秒間を分析区間とした．分析区間における平均振幅を最大舌押しつけ時の筋活動量（100%MVC，Maximum Voluntary Contraction）とした．

### 2) 破断荷重の異なる3種類のゼリーの舌押し潰し

ゼリーの舌押し潰し時の筋電図波形は，筋活動のonsetからoffsetまでを分析区間とし，分析区間における積分値を筋電図の分析項目とした．また，各対象者間の個体差を調整するために，最大舌押しつけ時の平均振幅を基準とし，ゼリーの舌押し潰し時の振幅を最大舌押しつけ時の平均振幅で除すことで%MVCを算出し分析に用いた．

## 3. 統計解析

### 分析 高齢者と若年者のゼリーの舌押し潰し様相の比較

#### 1) 高齢者と若年者における口蓋圧および舌骨上筋群筋活動量の比較

高齢者と若年者における，ゼリーの舌押し潰し時の口蓋圧と舌骨上筋群筋活動量を比較した．比較には， $t$ 検定およびMann-WhitneyのU検定を用いた．

### 分析 高齢者と若年者の最大舌圧と舌押し潰し能力の比較

#### 1) 最大舌圧と舌押し潰し能力との関連

最大舌圧と舌押し潰し能力との関連を検討するために，Spearmanの順位相関係数を用いた．

## 4. 研究成果

### 分析 高齢者と若年者におけるゼリーの舌押し潰し様相の比較

#### 1) 高齢者と若年者における口蓋圧および舌骨上筋群筋活動量の比較

口蓋圧積分値は，いずれのゼリーの舌押し潰しにおいても，高齢者と若年者間で有意差を認めなかった．一方で，筋電図積分値は，高齢者の方が若年者と比較して高い値を示し，有意差を認めた．

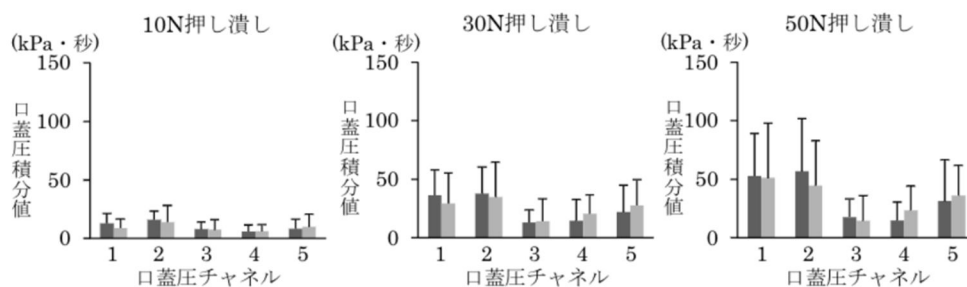


図 2,口蓋圧積分値の比較

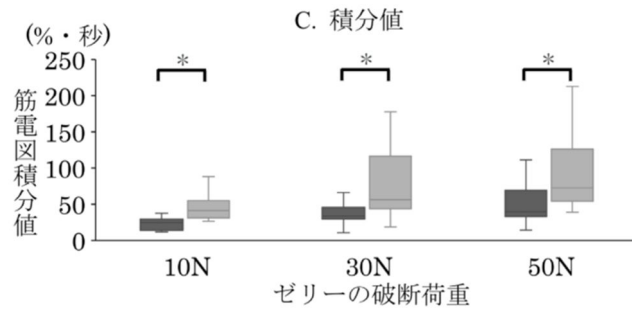


図 3,舌骨上筋群筋活動積分値の比較

■ : 若年者    ■ : 高齢者

分析 高齢者と若年者間の最大舌圧および舌押し潰し能力の比較

1) 最大舌圧と舌押し潰し能力との関連 (図 10)

高齢者と若年者のいずれにおいても,最大舌圧と舌押し潰し能力との間に有意な正の相関関係を認めた(高齢者:  $r_s = 0.585$ , 若年者:  $r_s = 0.524$ ).

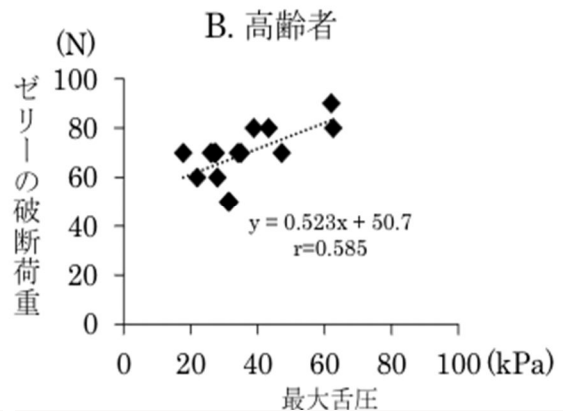
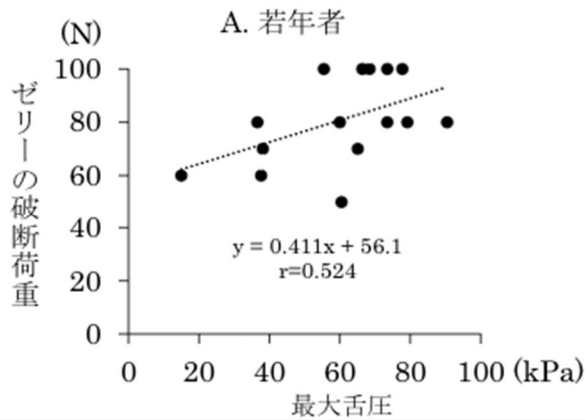


図 10 . 最大舌圧と舌押し潰し能力との相関(若年者) 図 11 . 最大舌圧と舌押し潰し能力との相関(高齢者)

これらの結果から,高齢者ではゼリー押し潰し時に舌圧の値は若年者と同様であるが,舌骨上筋群筋活動量において高齢者の方が高い値を示した.このことから,高齢者は同じ硬さのゼリーの押し潰しを行う際も,若年者と比べてより多くの筋力を使うため,嚥下筋への負荷が大きい可能性が示唆された.

また,高齢者は若年者いずれにおいても舌押し潰し能力と最大舌圧の間に相関関係を認めたことから,最大舌圧を測定することで,高齢者が破砕可能な食品の物性を推定できる可能性が示唆された.

以上のことから,舌圧測定と舌骨上筋群筋活動の測定は,摂食嚥下障害患者や高齢者に対して,提供する食品を決定する指標の一つとなる可能性を示したといえる.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Murakami Kazuhiro, Tokuda Yoshitsugu, Hori Kazuhiro, Minagi Yoshitomo, Uehara Fumiko, Okawa Jumpei, Ishihara Sayaka, Nakauma Makoto, Funami Takahiro, Maeda Yoshinobu, Ikebe Kazunori, Ono Takahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Effect of fracture properties of gels on tongue pressure during different phases of squeezing and swallowing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Texture Studies	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/jtxs.12593	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	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 -

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 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 笠川尚彦, 皆木祥伴, 村上和裕, 堀一浩, 小野高裕, 池邊一典
2. 発表標題 舌の硬さとスクイーミング機能の関係
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第62回学術大会
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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------