

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K20436

研究課題名(和文)咀嚼嚥下動態評価による安全な介護食の開発

研究課題名(英文)Development of safe nursing care foods by evaluating processing dynamics

研究代表者

藤原 茂弘 (Fujiwara, Shigehiro)

新潟大学・医歯学系・助教

研究者番号：70711034

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、介護食品の基材であるゲルの物性を舌圧および主観的感覚で評価することで、食品物性と咀嚼嚥下動態の関係を明らかにすることである。

計測結果から、破断荷重が増加するにつれて舌圧最大値および「つぶしにくい」という感覚が増加する傾向を認めるなど、ゼリー食品の初期物性がゼリーを舌で押しつぶして嚥下を行う際の経時的な舌圧発現様相の変化に及ぼす影響が明らかとなった。また、官能評価と舌圧発現様相の関係性も明らかとなり、主に機器によるテクスチャーの評価と官能評価をもとに製作される介護食品の基準に対して、新たに生体計測という評価軸を加える可能性を示唆する結果を得られたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to clarify the relationship between food texture and processing dynamics by evaluating the physical properties of gels, which is the base material of nursing care foods, by tongue pressure measurement and subjective sensation.

From the measurement results, the influence of the initial texture on the change of the tongue pressure during processing gels by tongue was clarified, such as the maximal tongue pressure and the subjective sense of "difficult to crush" increased as the breaking load increased. In addition, the relationship between subjective sensation and tongue pressure production became clear. It was thought that biometric evaluation was newly applied to the criteria of the nursing care foods which was mainly based on the evaluation of the texture by the equipment and sensory evaluation.

研究分野：有床義歯補綴学

キーワード：摂食・嚥下リハビリテーション 歯学 医療・福祉 解析・評価 食品工学

1. 研究開始当初の背景

近年、摂食・嚥下リハビリテーションに対するニーズは高まる一方であり、それに伴い介護食への関心も高まりつつある。介護食とは、咀嚼・嚥下機能に障害をもつ人に対して適切な栄養管理を行うために二次的調理によって食べやすくした食品を指していたが、高齢嚥下障害患者の急速な増加に伴ってさまざまな食品基材や加工法が導入され、現在も市場は拡大している。しかし、介護食の物性に関する基準は機器測定や官能評価によるものであり、実際に介護食を摂取する際に、口腔周囲組織や食塊がどのような挙動を示すかなど、咀嚼嚥下機能を十分に考慮しているとは言えない。

咀嚼嚥下機能評価の指標として、舌と口蓋の接触様相、すなわち舌圧発現様相が着目されるようになり、歯科領域において開発・運用している舌圧測定システム(図1)を用い、これまで食品化学の専門家とともに、介護食の基材であるゲルの硬さが咀嚼・嚥下時の舌運動にどのような影響を及ぼすか(Yokoyama, [Fujiwara et al. 2014 Plos One](#)), 機器測定におけるプランジャーを模擬舌に置き換えた場合ゲルの破壊挙動はどう変化するか(Ishihara et al. 2013, 2014 J Tex Stud)について検討し、機器測定におけるゲルの破壊挙動と実際の摂食における口腔内の挙動との間には違いがあることなどが報告されてきた。

こうした背景から、本研究では一人一人の嚥下障害患者に安全な介護食を提供するために、食品物性と咀嚼嚥下動態の関係を明らかにする必要があると考え、舌圧持続時間、舌圧最大値などの舌圧発現様相を客観的評価法として応用することにより、舌圧測定システムを用いて、ゲルの物性が咀嚼嚥下動態に与える影響を明らかにしたいと考えるに至った。

この舌圧測定システムを食品物性の評価に用いることで、介護食の舌での押しつぶしの様相の客観的な知見がはじめて得られ、様々な食品物性で主観的評価であるVASとあわせて評価を

行うことで、嚥下しやすい食品物性の介護食はどのような押しつぶしの様相となるのかが明らかになると予想される。さらに、その結果を食品開発に応用することにより、より安全性の高い介護食の商品開発が可能になると予想され、高齢社会の健康と福祉に対する歯科領域の新しい貢献の可能性を開拓したいと考える。



図1. 舌圧センサシートシステム

2. 研究の目的

本研究の目的は、介護食の基材であるゲル(ゼリー状食品)の物性を舌圧で評価することで、食品物性と咀嚼嚥下動態の関係を明らかにすることであり、さらには押しつぶしやすさ、飲み込みやすさなど被験者の主観的評価であるVASスコアを分析に含めることで、実際に嚥下しやすい食品物性を摂取した際の舌圧発現パターンを見出すことにより、機器測定ではなく実際に食品を咀嚼する場である口腔内で得られたバイオメカニカルな指標を元にした新たな介護食を開発するための基礎資料を得ることを最終的な目標としている。

こうして得られる知見は、今後一人一人の嚥下障害患者により安全な介護食を提供することが可能になると考えている。

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男性健常有歯顎者7名(平均年齢28.0±3.7歳)とした。なお、本研究は大阪大学大学院歯学研究科倫理委員会の承認を受けたものである(H21-E32)

(2) 被験試料

ゼリー試料は、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し製作したものとした。脱アシル型ジェランガムはネイティブ型ジェランガムに比べて変形が少なく、もろい。この2つのゲルの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製作した。また、匂いの影響を排除するため、すべての試料に10%スクロースを添加した。試料名および物性を表1に示す。ゼリーB10, C10は厚生労働省の「えんげ困難者用食品」許可基準Ⅱを満たしていた。また、ゼリーB10, C10は日本介護食品協議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。このように、今回使用したゼリー試料の物性は、咀嚼・嚥下困難者用食品の一般的な基準の中に入っている。

試料	破断荷重 (N)	破断歪 (%)
A10	9.71 ± 0.13	43.31 ± 0.34
A20	21.23 ± 0.73	47.49 ± 1.33
A30	28.70 ± 1.00	46.16 ± 1.08
B10	9.29 ± 0.71	58.75 ± 0.86
B20	19.38 ± 0.48	62.41 ± 0.44
B30	28.44 ± 1.07	63.79 ± 0.60
C10	9.73 ± 0.94	74.34 ± 1.67
C20	19.38 ± 1.11	77.75 ± 0.69
C30	29.40 ± 0.99	78.71 ± 1.19

表1. ゼリー試料の物性

(3) 舌圧の記録

舌圧測定には、スワロースキャンシステム(ニッタ社製)の舌圧センサシートを硬口蓋に貼付し、口蓋正中部3点(Ch.1-3)ならびに後方周縁部2点(Ch.R,L)の5点における舌圧を記録した。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ロフォン JM0116(小野測器社製)で嚥下音を記録した。

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、直径20mm、高さ12mmの円柱状のゼリー試料5mlを一旦口腔内(口腔底)に含み、験者の指示の後、咀嚼せずに舌で押しつぶした後に自分が飲み込めるタイミングで嚥下するよう指示した。用意した9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。

(4) 官能試験

スクイーピングにおける各試料の「つぶれやすさ」、「ばらけやすさ」、「まとまりやすさ」、「飲み込みやすさ」に関する官能評価を得るために、舌圧測定とは別に各被験者に4種類(A10,A30,C10,C30)の試料をスクイーピングした後、ただちにVisual Analogue Scale(VAS)によるアンケートに回答させた。アンケートの項目は「Q1. 最初の押しつぶし時に舌でつぶしやすいですか(力を入れずにつぶせますか)」、「Q2. 2回目の押しつぶしから最後の押しつぶしの間で口の中でばらつきやすいですか(ゼリーは細くなりやすいですか)」、「Q3. 2回目の押しつぶしから最後の押しつぶしの間で口の中でまとまりやすいですか(食塊はまとまりやすいですか)」、「Q4. 飲み込みやすいですか(力を入れずに飲み込めますか)」とした。各試料について、2回ずつ別の日に官能試験を行った。

(5) 分析方法

① 舌圧発現様相

ゼリー試料をスクイーピングしてから嚥下した際に得られた舌圧波形の一例を図2に示す。分析を行うにあたり、最初の押しつぶし波形の始まりから終わりまでの区間をInitial squeeze、最後の押しつぶし波形の始まりから終わりまでの区間をLast squeeze、その間の押しつぶし波形の始まりから終わりまでの区間をMiddle squeeze、嚥下波形の始まりから終わりまでの区間をSwallowと4区間を定義した。Middle squeezeの舌圧が複数回発現する場合は、個々の舌圧の平均をMiddle squeezeの舌圧とした。

各感圧部位における舌圧持続時間・舌圧最大値・舌圧積分値を分析項目とした。舌圧持続時間は舌圧の Onset から Offset までの時間、舌圧最大値は舌圧の Onset から Offset までの間に発現した舌圧の最大値、舌圧積分値は舌圧の Onset から Offset までの間に発現した舌圧の積分値とした。各分析区間における舌圧分析項目とゼリー試料の初期破断荷重および初期破断歪の間で繰り返しのない二元配置分散分析を行い、有意差が認められた際には Tukey の方法により多重比較を行った。有意水準は 5%とした。

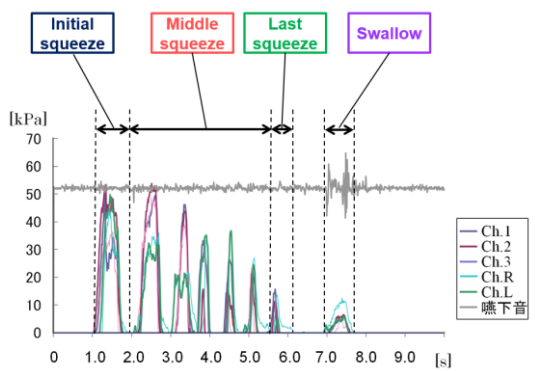


図 2. 舌圧波形の一例と分析区間

②官能評価

食品物性に関するアンケート結果とゼリー試料の初期破断荷重および初期破断歪との関連についてスピアマンの順位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

方法で設定した 4 区間に分けて結果を示す。

(1) Initial squeeze

すべての感圧点において破断荷重が増加するにつれて舌圧最大値は増加する傾向を認めた(図3)。また、口蓋正中中央部(Ch.2)において最も顕著に舌圧最大値の変化が認められた。このことから、舌と口蓋正中中央部(Ch.2)の接触はゼリーの初期物性に最も影響を受け、ゼリーの破砕において主要な役割を担っていることが示唆された。

官能評価において、「Q1. 最初の押しつぶし

時に舌でつぶしやすいですか」は Initial squeeze に相当する質問となっている。質問に対する回答(スコア値)とゼリーの初期破断荷重との間に有意な負の相関が認められた。このことから、ゼリーの初期破断荷重が増えると「つぶしにくい」という感覚が強まることが示された。

これを舌圧測定の結果と総合すると、ゼリーの初期破断荷重が増えて、「つぶしにくい」という感覚が強まることによって、舌はより大きな力でゼリーを押しつぶそうとして高い舌圧が発揮されていることがうかがえる。

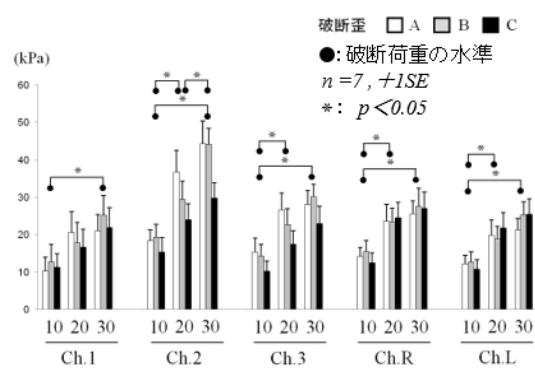


図 3. Initial squeeze における舌圧最大値の比較

(2) Middle squeeze

すべての感圧点において破断荷重が増加するにつれて舌圧最大値は増加する傾向を認めた(図4)。このように、Middle squeeze では Initial squeeze より後方の感圧点でも初期物性に対応した舌圧の変調が生じていることが明らかとなった。これは、より広い範囲で舌と口蓋との接触様相を変化させることによって、食塊形成およびそれに続く食塊の中咽頭への移送を行っていると考えられる。

官能評価の結果について、「Q2. 2回目の押しつぶしから最後の押しつぶしの1間で口の中であらつきやすいですか」および「Q3. 2回目の押しつぶしから最後の押しつぶしの間で口の中でまとまりやすいですか」は Middle squeeze および Last squeeze に相当する質問になっている。Q2 の質問に対する回答(スコア値)とゼリーの初期破断荷重および初期破断歪との間に有意な負

の相関が認められ、Q3の質問に対する回答(スコア値)とゼリーの初期破断歪との間に有意な正の相関が認められたことから、ゼリーの初期破断荷重が高いほど「ばらつきにくい」という感覚が強まり、初期破断歪が大きいほど「ばらつきにくい」、「まとまりやすい」という感覚が強まることが示された。

これらの舌圧測定と官能評価の結果を総合すると、ゼリーの初期破断荷重が増えると、「ばらつきにくい」という感覚が強まり、それに対応して舌圧最大値が増加したと考えられる。一方、ゼリーの初期破断歪が増えると「ばらつきにくい」、「まとまりやすい」という感覚が強まりながらも舌圧最大値は減少したことから、ゼリーの初期破断歪の高さは舌圧の緩衝効果になると推測される。

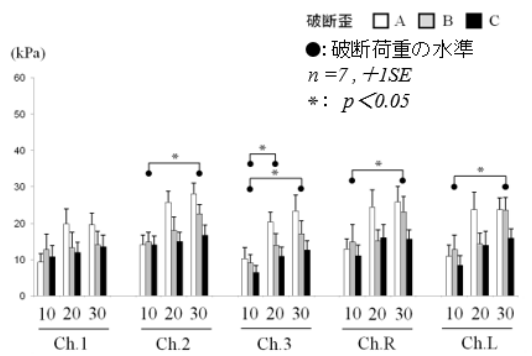


図4. Middle squeeze における舌圧最大値の比較

(3) Last squeeze

すべての感圧点において破断荷重および破断歪が変化しても舌圧最大値に有意な変化を認めなかった(図5)。

嚥下の誘発には食品の粉碎度合い、食塊の水分値、食塊の付着性などが関係しており、これらは咀嚼の過程で経時的に変化し、嚥下に適した物性、すなわち嚥下惹起にとっての至適範囲の物性であると嚥下反射が誘発される。Last squeezeではInitial squeeze, Middle squeezeを経た食塊は嚥下に適する範囲の物性に近づいたため、一定の舌圧で処理できたと考えられる。

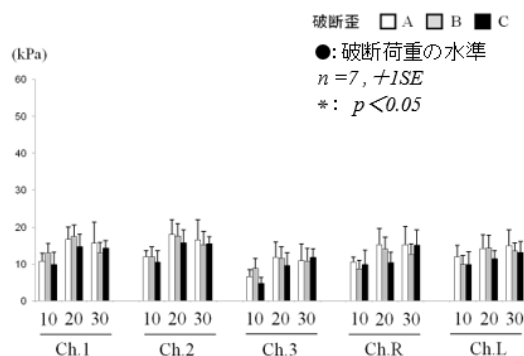


図5. Last squeeze における舌圧最大値の比較

(4) Swallow

すべての感圧点において破断荷重および破断歪が変化しても舌圧最大値に有意な変化を認めなかった(図6)。

官能評価の結果について、「Q4. 飲み込みやすいですか」はSwallowに相当する質問になっており、質問に対する回答(スコア値)とゼリーの初期破断荷重との間に有意な負の相関が認められた。このことから、ゼリーの初期破断荷重が増えると食塊形成後も「飲み込みにくい」という感覚が強まることが示された。しかしながら、ゼリーの初期破断荷重が大きいほど「飲み込みにくい」と感じているにも関わらず、舌圧に有意な差が認められなかったことから、Swallowの舌圧や官能評価の結果にも初期破断荷重および初期破断歪以外の物性(例えば食塊の凝集性・付着性など)が関与している可能性があると考えられる。

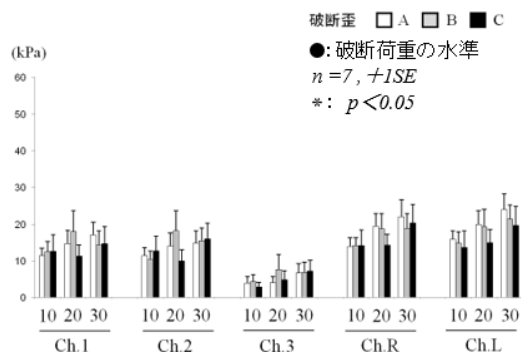


図6. Swallow における舌圧最大値の比較

以上(1)～(4)の結果より、ゼリー食品の初期物性がゼリーを舌で押しつぶして嚥下を行う際の経時的な舌圧発現様相の変化が明らかとなった。また、官能評価と舌圧発現様相の関係性も明らかとなり、主に機器によるテクスチャーの評価と官能評価をもとに製作される要介護者用食品の基準に対して、新たに生体計測という評価軸を加える可能性を示唆する結果を得られたと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 1 件)

①徳田佳嗣, 小野高裕, 堀一浩, 藤原茂弘, 皆木祥伴, 村上和裕, 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経時的変化. 日本補綴歯科学会第 125 回学術大会. 2016/07/09. 石川県立音楽堂 (石川県金沢市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤原 茂弘 (FUJIWARA, Shigehiro)

新潟大学・医歯学系・助教

研究者番号：70711034