

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K09660

研究課題名(和文)新しい咀嚼破碎圧検査の開発

研究課題名(英文)Development of novel masticatory fracturing pressure test

研究代表者

津賀 一弘 (Tsuga, Kazuhiro)

広島大学・医系科学研究科(歯)・教授

研究者番号：60217289

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、認知症高齢者に適切な口腔機能管理や摂食指導を行うため、咀嚼の最初に歯あるいは義歯によりどれくらいの圧力で食物を粉碎することが可能かを定量診断する「咀嚼粉碎圧検査」を新たに開発し、その有効性を検証することを目的とした。しかしながら当初考案したモスキート鉗子を改造した測定治具およびポリプロピレン樹脂製の測定治具では十分な測定精度および再現性が得られず、硬さの異なる試験食品による検査法の開発を行った。その結果、組成を調整したパンおよびクッキーを試験食品として用い、段階的に硬さが変化したと感じられ総義歯咀嚼機能評価表とも対応する試験食品を製作することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

歯あるいは義歯により、食事の時にどれくらいの強さで食物を粉碎することができるかを認知機能の低下した人々でも測ることができる検査を開発し、その有効性を検証することを目的としました。当初計画した噛み砕く力の測定器具では必要な精度の検査ができないことが明らかとなり、硬さを段階的に変えたパンとクッキーの試作に変更して、高齢者の感覚や食品の固さで分類したアンケートによる検査の結果と比べました。その結果、協力を得た高齢者の方の人数や健康状態はコロナ感染予防の影響で一部に限定されましたが、噛む感覚やアンケートでの評価と対応できる検査を試作し、食事の固さを決める目安にできる可能性が示唆されました。

研究成果の概要(英文)：In this research project, in order to provide appropriate oral function management and feeding guidance to elderly people with dementia, we quantitatively diagnose how much pressure it is possible to crush food with teeth or dentures at the beginning of mastication. The purpose was to develop a new "pressure test" and verify its effectiveness. However, sufficient measurement accuracy and reproducibility could not be obtained with the measuring jig that was originally devised by modifying the mosquito forceps and the measuring jig made of polypropylene resin. Therefore, we developed an evaluation method using test foods with different hardness. As a result, using bread and cookies with adjusted composition, it was possible to prototype a test food that was felt to have gradually changed in hardness by cared elderly people, and the result was compatible with the denture chewing function evaluation questionnaire reported before.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：咀嚼 摂食 圧力 機能評価 食形態

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

咀嚼機能の「見える化」は、歯科治療の効果を科学的に立証するために必須と言える。しかしながら現在の咀嚼関連の定量検査は、対象者が術者の指示に従って食品を吐き出したり、特定の試験運動を行うことができたりするなど、認知・覚醒レベルの高い対象者でしか行うことができない。一方、X線ビデオ検査や嚥下内視鏡検査は、対象者の自由な咀嚼や嚥下を観察するため、認知・覚醒レベルが低下しても適用できる場合があるが、被曝や偶発症などのリスクも小さくない。食事場面の観察も有用であるが、これら定性検査は術者個人の評価能力に影響を受けると考えられる。

本研究課題では、今後増加の予測される認知症高齢者に適切な口腔機能管理や摂食指導を行うため、どうすれば認知・覚醒レベルの低い高齢者の咀嚼機能を定量評価できるかを本研究課題の核心的な学術的「問い」とした。

### 2. 研究の目的

食事時に発揮する日常的な動作により「歯あるいは義歯により、最初の咀嚼時にどれくらいの圧力で食物を粉砕することが可能か」を定量診断する認知症患者においても測定可能な「咀嚼粉砕圧検査」を新たに開発し、その有効性を検証することを目的とする。

### 3. 研究の方法

計画段階ではモスキート鉗子を改造して用いる予定であったが、メーカーの試作品製作に多大な時間を要し、形状も十分な変更が困難とわかったため、感染対策も考慮して材質変更した。

#### (1) ポリプロピレン樹脂製の測定治具の製作

JMS 舌圧測定器の受圧部である舌圧プローブに咀嚼粉砕圧を楯杆(てこ)作用により減弱させる測定治具として3Dプリンターを用いてABS樹脂製の鋳型を製作し、さらに立体マシニングセンタを用いてポリプロピレン樹脂製の測定治具を製作し、その実用性を検証する。

#### (2) モスキート鉗子を用いた測定治具の製作

咬合力に耐えうる測定治具を製作するため、モスキート鉗子に舌圧プローブの把持部分を付与し、測定内再現性を検証する。

#### (3) 硬さの異なる試験食品の新開発

検査食品としてパンおよびクッキーを選択し、それぞれの配合を変化させ(表1)、硬さの異なる試験食品を製作するとともに試験食品としての妥当性を検証する。

パン配合 (g)				クッキー配合 (g)			
	試作	試作	試作		試作1	試作2	試作3
強力粉	100.0	90.0	80.0	マーガリン	50	60	50
薄力粉		10.0	20.0	上白糖	40	30	40
上白糖	2.0	12.0	20.0	薄力粉	100	100	100
脱脂粉乳	2.0	3.0	5.0	ベーキングパウダー		2	
塩	2.0	1.7	1.5	中糖化還元水飴	20	30	
粉末モルト	0.1			高糖化還元水飴			20
全卵		15.0	20.0				
生地改良剤	0.15	0.15	0.15				
イースト	2.5	3.0	6.0				
ショートニング	2.0						
マーガリン		15.0	20.0				
水	68.0	48.0	40.0				

表1. 試作パンおよびクッキーの配合

#### (4) 硬さの均一な試験食品を用いた Stage 1 transport の検討

検査食品ハイハイン 1/6 個(約 0.3 g)(図1)(亀田製菓株式会社, 新潟)を用いて、咀嚼を要する食品を摂取している要介護高齢者を対象に、フードテストとして、口腔機能と捕食から Stage 1 transport までの様相を検証する(図2)。



図1. 試験食品

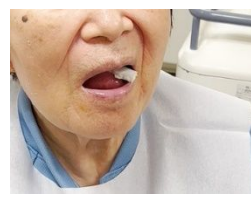


図2. 摂取時

#### 4. 研究成果

##### (1) ポリプロピレン樹脂製の測定治具の製作

現在、医療器材として承認されている JMS 舌圧測定器に装着する測定治具は衛生面を考慮して単回使用が望ましい。製作したポリプロピレン樹脂製の測定治具を舌圧プローブに装着した状態を図に示す(図3)。

ポリプロピレン樹脂製の測定治具および JMS 舌圧測定器を用いて 3 名の若年男性を対象に咀嚼粉碎圧の測定を試みた。しかし、ポリプロピレン樹脂製の測定治具は咀嚼粉碎圧の減弱効果が少なく、3 名とも最大値に達したため個体間変動を検出することができなかった。また、シリコン印象材を緩衝材として使用すると測定治具やシリコン印象材の破壊が生じた(図4)。これにより、ポリプロピレン樹脂製の測定治具は咬合圧に耐えうる強度が不足しているとして使用を断念した。



図3. ポリプロピレン樹脂製の測定治具



図4. 測定治具の改変および破損

##### (2) モスケット鉗子を用いた測定治具の製作

咬合力に耐えうる測定治具を製作するため、モスケット鉗子に舌圧プローブの把持部分を付与し、作用点部には咬合圧の緩衝材としてシリコン印象材を用いた測定治具を製作した(図5, 6)。6名の若年者(男性3名, 女性3名)に対して、試作した測定治具を使用して上下顎歯間で発揮される圧を測定した結果、男性3名ではシリコン印象の破壊が生じたが、女性3名の測定値については良好な再現性(右側の級内相関=0.943, 左側の級内相関=0.987,  $P < 0.01$ )を得た(表2)。これを用いて、4名の高齢者(男性2名, 女性2名)に対して、咀嚼粉碎圧を測定した結果、良好な再現性は得られず(右側の級内相関=-0.179, 左側の級内相関=0.180), 男性1名においては測定治具の破壊が生じた(表3)。

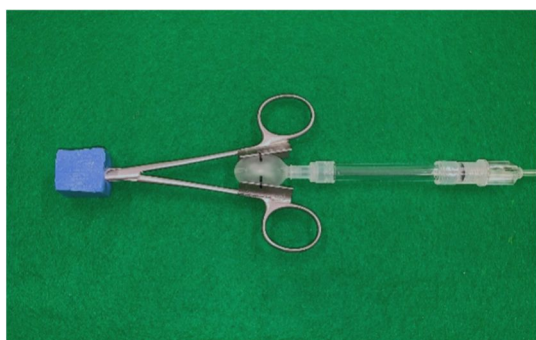


図5. モスケット製の測定治具

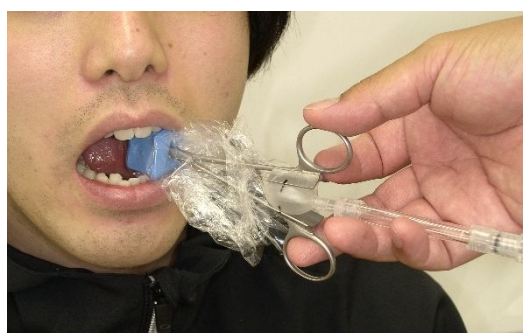


図6. 咬合力測定時

表2. 若年女性被験者3名の測定結果

	(kPa)					
	右側1回目	右側2回目	右側3回目	左側1回目	左側2回目	左側3回目
若年女性被験者A	4.8	4.6	4.2	3.1	3.7	2.8
若年女性被験者B	4.9	4.2	4.2	5.6	5.4	5.0
若年女性被験者C	5.8	5.6	6.0	6.7	6.4	6.4

表3. 高齢被験者4名の測定結果

	(kPa)					
	右側1回目	右側2回目	右側3回目	左側1回目	左側2回目	左側3回目
高齢男性被験者A	0.0	1.1	1.0	0.0	1.3	0.7
高齢男性被験者B	0.2	1.4	破損	2.0	3.8	破損
高齢女性被験者A	0.0	0.0	0.7	0.0	0.6	0.7
高齢女性被験者B	3.1	3.4	3.0	1.5	2.6	1.6



図7. 試作したパンとクッキー



### (3) 硬さの異なる試験食品の新開発

試作パンおよびクッキーは個包装した上で冷凍保存にて保管し、使用前に自然解凍して試験食品として用いた(図7).中高齢成人13名を対象に「硬さ」について5段階の官能評価を行い、加えて佐藤らの総義歯咀嚼機能評価表を用いて、試作したパンおよびクッキーがグループ1~5に属すると感じるかアンケート調査を行った結果、官能評価では3種類の「硬さ」の差が少なく(図8),また、総義歯咀嚼機能評価表についても著明な差が得られなかったため(図9),さらなる試験食品の開発を要することが判明した.

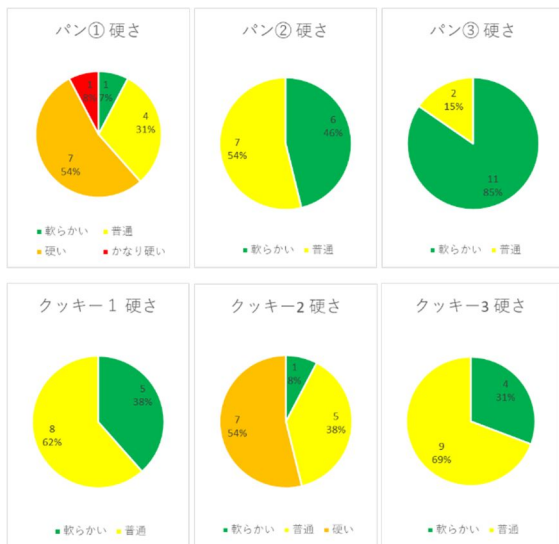


図8. 主観的な硬さ評価

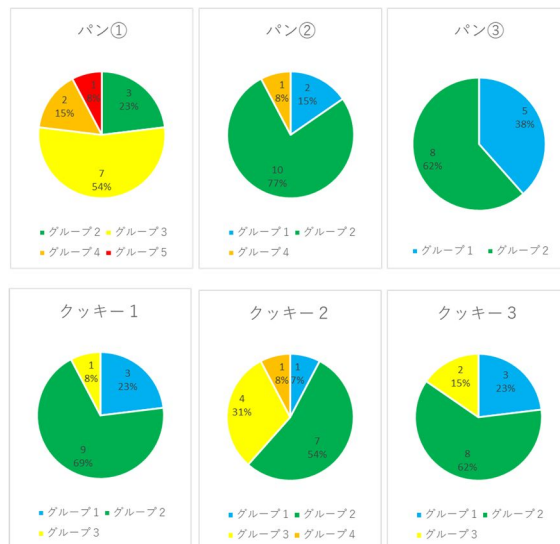


図9. 対応する咀嚼機能評価表のグループ

試作1回目の結果を踏まえ、パンおよびクッキーの配分を変更して再度試験食品を製作した.中高齢成人25名を対象に試作1回目と同様に「硬さ」について5段階の官能評価を行い、加えて佐藤らの総義歯咀嚼機能評価表を用いて、試作したパンおよびクッキーがグループ1~5に属すると感じるかアンケート調査を行った.試作2回目ではパンは段階的に硬さが変化したと感じ、クッキーでは1-2が2-2および3-2より硬く感じる結果となった(図10).

対応する咀嚼機能評価表のグループは、パンの -2 がグループ3~5, -2 がおよそグループ2~4, -2 がグループ1~3に分布しており、段階的な結果となった(図11).また、クッキーの対応する咀嚼機能評価表のグループは1-2 がグループ3~5, 2-2 および 3-2 がおよそグループ2~4に属し、硬さの異なる試験食品を製作することができた(図11).

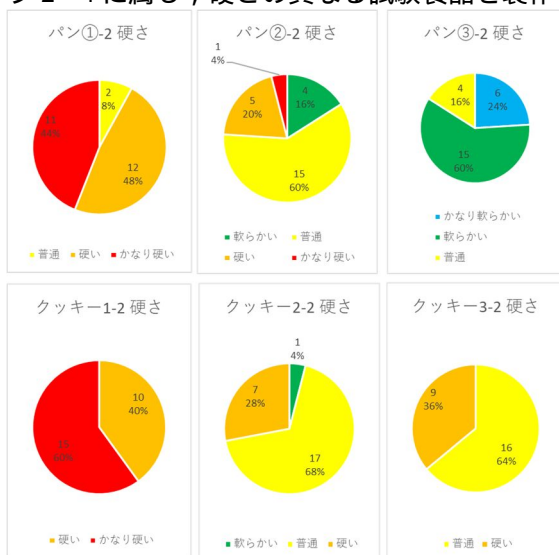


図10. 主観的な硬さ評価(試作2回目)

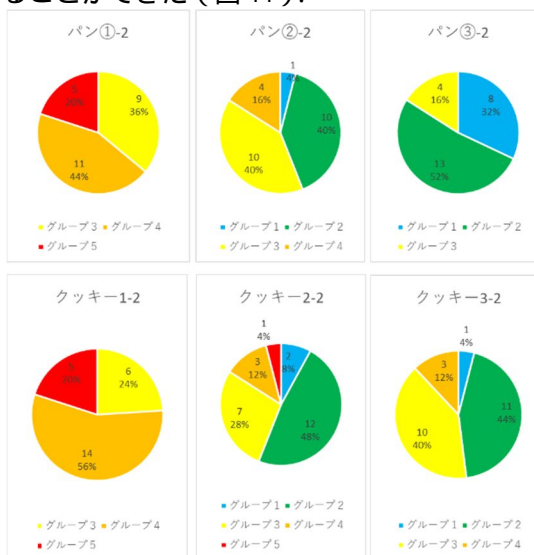


図11. 対応する咀嚼機能評価表のグループ  
(試作2回目)

### (4) 硬さの均一な試験食品を用いた Stage 1 transport の検討

対象者は広島市内の某デイサービスを利用する要介護高齢者47名(男性16名,女性31名,

平均年齢 87.2 歳)であり,認知症を有する者も含まれた。なお,指示理解困難な者は除外した。本調査は 3 ヶ月に 1 度定期的実施する施設内での口腔機能検査・摂食嚥下機能検査において,フードテストも実施しており,その結果を利用した(表 4)。窒息のリスクを回避することに加えてパイロットスタディであることから,日常摂取する食事のレベルが Food Oral Intake Scale のレベル 5(さまざまな物性の食事を経口摂取しているが,特別な準備や代償が必要)からレベル 7(制限なく常食経口摂取)までの者を対象とした。

43 名が試験食品を粉砕可能であった(表 4)。3 回中 1 回でも前歯部で粉砕した者は前歯部群とした。

47 名中 1 名(89 歳男性)は,上下無歯顎で義歯を使用していなかったものの,試験食品を前歯相当部顎堤で 3 回とも粉砕可能であった。1 名(93 歳男性)は,試験食品を舌で硬口蓋に対して押しつぶす様相を呈した。また,1 名(90 歳女性,残存歯数 14 本)は試験食品を前歯部で粉砕しようとしたものの,3 回とも粉砕できず,1 名(100 歳女性,残存歯数 3 本)は,残存する 3 本の位置する下顎左側臼歯部と対合の無歯顎との部分で 1 回のみ粉砕可能であった。

食品を 3 回とも粉砕可能であった 43 名のうち,義歯使用者は 36 名(83.7%)であり,残存歯および義歯により咬合接触を前歯部および左右臼歯部で有していた者は 38 名(88.4%)であった。粉砕部位と咬合接触の有無との関連性も認められなかった。

Yamawaki らの報告に準じ,食品を粉砕した部位における対抗関係を確認し(表 4),前歯部で粉砕した者では,顎堤で粉砕した者は存在しなかった。

表 4 初回食品粉砕部位別の口腔機能

	初回粉砕部位(%)		Total (%)
	臼歯部群	前歯部群	
N (%)	34 (79.1)	9 (20.9)	43
年齢 (mean ± 1SD) (y)	86.7 ± 5.3	88.9 ± 7.0	87.2 ± 5.7
性別 (%)			
男性	11 (25.6)	5 (11.6)	16 (37.2)
女性	23 (53.5)	4 (9.3)	27 (62.8)
残存歯数(残根を含まず)	13.3 ± 10.7	16.2 ± 11.2	13.9 ± 10.7
FOIS (%)			
Lv.5	6 (14.0)	1 (2.3)	7 (16.3)
Lv.6	7 (16.3)	1 (2.3)	8 (18.6)
Lv.7	21 (48.8)	7 (16.3)	28 (65.1)
咬合面積	10.9 ± 9.2	35.6 ± 57.4	16.1 ± 28.2
咬合力	288.8 ± 230.9	470.1 ± 269.7	326.7 ± 247.6
ディアドコキネシス			
/pa/	5.9 ± 1.0	5.7 ± 0.9	5.8 ± 1.0
/ta/	5.6 ± 0.9	5.2 ± 1.2	5.5 ± 1.0
/ka/	5.2 ± 1.2	4.5 ± 1.2	5.1 ± 1.2
RSST	2.1 ± 1.2	2.0 ± 1.1	2.1 ± 1.2
最大舌圧	23.0 ± 8.3	23.0 ± 7.8	23.0 ± 8.1
粉砕部位の咬合関係			
義歯-義歯	13 (30.2)	2 (4.7)	15 (34.9)
義歯-歯	6 (14.0)	1 (2.3)	7 (16.3)
歯-歯	11 (25.6)	6 (14.0)	17 (39.5)
歯-顎堤	3 (7.0)	0	3 (7.0)
顎堤-顎堤	1 (2.3)	0	1 (2.3)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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
研究分担者	吉川 峰加  (Yoshikawa Mineka)  (00444688)	広島大学・医系科学研究科(歯)・准教授   (15401)	
研究分担者	森 隆浩  (Mori Takahiro)  (70760007)	広島大学・病院(歯)・助教   (15401)	

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