

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：13101

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K22748

研究課題名(和文)「美味しさ」刺激と随意性嚥下機能との関連 摂食アプローチに向けての検証

研究課題名(英文) Relationship between "Taste" Stimulation and Voluntary Swallowing Function: Verification of a Feeding Approach

研究代表者

内山 美枝子 (Uchiyama, Mieko)

新潟大学・医歯学系・教授

研究者番号：10444184

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、「美味しさ」を感じた「飲み込み」は、「美味しさ」を感じない「飲み込み」に違いがあるかの問い検証するものである。我々がこれまで進めてきた検証成果から、「美味しさ」を生体反応から定量化できる可能性がみえた。これらの検証をしながら、「美味しさ」刺激となるサンプルの策定および、随意性嚥下機能の定量化を試みた。当初計画していた咽頭口腔内の大気圧センサーによる評価からより侵襲の少ない検証方法として喉頭隆起周囲の画像解析法を開発し検証を行った。結果、嗜好の違いによって嚥下速度に変化がある状態が確認できた。今課題の成果は美味しさが摂食支援の基礎的データとなりうる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究代表者と研究分担者は3年前から「美味しさ」の客観的指標の策定が必要だと考え、検証した結果、味刺激による瞳孔の縮尺に変動があることや唾液内のタンパク質の1種が特異的に変動する可能性の示唆があった。これらの成果を用いて嚥下機能の定量化で評価ができる可能性を見出した。本研究は、今成果を基にすることで、嚥下機能の低下にある対象の「口から楽しみながら食べる」という摂食ケアへの積極的な介入につながる「芽生え期」の研究といえる。今成果から嚥下機能の低下にある高齢者や知覚障害者への研究応用が可能となり、摂食ケアの技術向上につながるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：This study examines whether there is a difference in 'swallowing' with and without the sense of 'deliciousness.' From the validation work we have carried out so far, we identified the possibility of quantifying 'deliciousness' using biological reactions. We also attempted to formulate a sample that would serve as a 'taste' stimulus and quantify the voluntary swallowing function. The initially planned evaluation using an atmospheric pressure sensor in the pharyngeal cavity was replaced by a less invasive method of image analysis around the laryngeal ridge, which was then verified. As a result, it was confirmed that there were changes in swallowing speed depending on the taste differences. The results of this project can be used as basic data for taste stimulation to support feeding.

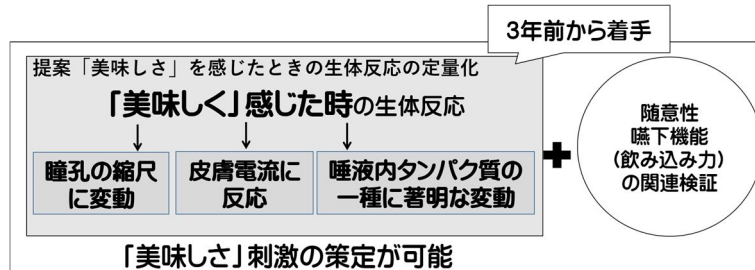
研究分野：看護学

キーワード：美味しさ 随意性嚥下機能 摂食アプローチ

1. 研究開始当初の背景

人が食品を食べる場合には味覚のみならず多様な感覚が影響していることといえる。近年急激に増加した多感覚相互作用・統合に関する研究によって、知覚経験が広範囲に及び複雑な感覚モダリティ間の相互作用を通して形成されることが明らかになってきている (Narumi, 2010)。特に状況の情報を獲得に用いる視覚と「美味しさ」の感覚について、研究代表者と研究分担者は3年前から「視覚障害者が捉えている風味 (flavor) = 『美味しさ』の検証」に取り組んできた。検証に取り組む上で、「美味しさ」の客観的指標の策定が必要だと考えた。

そこから、視覚以外の生体反応から「美味しく」感じた時の反応の変化を見て行った結果、「瞳孔の縮尺に変動がみられること」、「唾液内のタンパク質の1種が特異的に変動する」ということがわかってきた。「美味しさ」の評価には官能検査が高頻度に用いられてきたが、主観的評価が困難な



嚥下機能が低下している高齢者および患者の「口から食べる」満足感を重視したケア

対象には扱うことが困難である。主観的評価が困難な対象にこそ「美味しさ」を感じている評価が必要である。その意味でも「美味しさ」の指標の策定を実現化できるものが必要だと考えた。味覚や「美味しさ」という情動に関わる満足感を重視したケアの介入についてエビデンスをもって積極的に行うことができる。「美味しさ」を重視した食品形態の検証、「美味しい」食事方法への積極的な介入につながるものとする。

「口から食べる」ということは、からだの栄養を保つという観点だけではなく、「美味しさ」や「満足」といった情動にも関連しているのではないかと。これは医療や看護領域において経験知、実践知となっているが、本来のエビデンスとしては持ちあわせていない。それは「美味しさ」の検証は、統合的なものであるため検証は難解である。我々の進めてきた検証成果から、生体反応から客観的な指標を策定できる可能性が見えてきた。これらから、すでに開発されている嚥下機能の定量化で評価ができる可能性を見出した。本研究は、今成果を基にすることで、嚥下機能の低下にある対象の「口から楽しみながら食べる」という摂食ケアへの積極的な介入につながる「芽生え期」の研究といえる。今成果から嚥下機能の低下にある高齢者や知覚障害者への研究応用が可能となり、摂食ケアの技術向上につながるものとする。

2. 研究の目的

本研究は、「美味しさ」を感じたときの「飲み込み」は、「美味しさ」を感じないときの「飲み込み」とは違うのではないかとという問いを検証するものである。「美味しさ」と感じたときの生体指標とは、3年前から進めてきた瞳孔の縮尺および皮膚電気反応、唾液内タンパク質の特異的な変動を示す。その評価から「美味しさ」を刺激として特定し、随意性嚥下機能の評価を行う。評価は口腔内の大気圧センサーによる内圧計測および嚥下運動に関与する筋群 (舌骨上筋群・舌骨下筋群) の筋電位の測定し検証をする。

本研究で明らかにすることは下記の2点である。

- 1) 「美味しさ」を感じたときの生体反応を定量化し「刺激」して策定する。
- 2) 「美味しさ」刺激と随意性嚥下機能の関連を検証する。

3. 研究の方法

1.1 「美味しさ」を感じたときの生体反応の定量化

1.1-1 瞳孔に関する医工学的検証-「美味しい」と感じた時の瞳孔の縮尺の検証

健常の研究対象者に対して、味を調整した食品サンプルを与える。摂食時の瞳孔反応と皮膚電気反応を記録する。サンプルの味は、他の実験でも用いる塩味、甘味、旨味、苦味、酸味を調整したものである。サンプル摂取後に、味に対する主観評価を実施する。これらのスコアと、瞳孔反応、皮膚電気反応の反応量から、味覚に対する印象や好悪を定量化する。瞳孔径は、PC 画像処理を経て時系列の瞳孔径変化を数値化する。

1.1-2 唾液内バイオマーカーの分子生理学的検証-「美味しい」と感じた時の唾液内タンパク質の特異的な変動の検証

これまでの我々の研究から、S100A8 という分子量約1万のタンパク質が、「美味しい」と感じた物と食べた後の唾液検体中に検出されることが分かった。食事前にはほとんど検出されず、更

には美味しいと思わない食物を摂取した後の唾液では検出されなかった。そこで、S100A8 のバイオマーカーとしての評価と定量化を試みる（右図）。

1) S100A8 のバイオマーカーとしての評価：S100A8 が摂取食物の種類に依存して出現しているわけではないことを確認する為に、同じ食物を美味しいと思う群と嫌いな群の被験者を集め、摂取させ唾液検体を採取する。また、それぞれの美味しいと思う食物を摂取させ同様に採取する。それぞれの検体を解析し、S100A8 の出現と食物依存性の関係の有無について検証を行う。

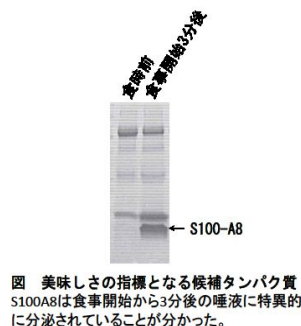


図 美味しさの指標となる候補タンパク質 S100A8は食事開始から3分後の唾液に特異的に分泌されていることが分かった。

2) S100A8 定量化の検討：対象は、20～30代の健康な男女で実施する。上記では、食物を摂取してもらい、「美味しい」の有無と比較検証をする。現在は、SDS-PAGEにより分離したゲルをCBB染色することで、S100A8を半定量比較している。より多くの検体について正確に比較検討する為に、ELISA (Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay) による定量化を試みる。

2. 「美味しさ」刺激と随意性嚥下機能の関連の検証

健康者を研究対象として実施する。1.2で策定した食品サンプルと無味無臭のゼリーを対照として嚥下機能の定量化を行い、比較検証を行う。随意性嚥下機能の評価は、「口腔または喉頭の気圧をモニタリングする装置および方法」(権利者：黒瀬雅之、山田好秋 6174965号)で実施する。これは口唇から声門に至る声道(口腔・咽頭・喉頭を含む)が数多くの筋肉によって作られた外壁によって守られている一つの閉鎖空間であると考え、複合的な筋肉の活動によって生じる嚥下時の空間の容積変化を「気圧変化」として数値化する術の開発された機器である。本評価は圧計測の値と同時記録した筋電図の値を機械学習させることで「飲み込み易さ」の評価を可能にしたものである。飲み込み易さの定量化とともに筋電図を用いて、嚥下に関与する筋群(舌骨上筋群・舌骨下筋群)の筋電位の測定を行い、「美味しさ」刺激と嚥下機能との関連を評価する。

当初、上記の検証方法を計画していたが、被験者に対する侵襲がない方策を検討し、喉頭隆起周囲に設置したマーカーを追尾することでの運動解析方法を開発し、健康者5名を対象とし、嗜好が関与する食品サンプルによる嚥下運動機能を喉頭隆起周囲の動きを情報工学的手法で解析し、嗜好と嚥下運動との関係を検討した。

4. 研究成果

1.1 「美味しさ」を感じたときの生体反応の定量化

1.1-1 瞳孔に関する医工学的検証-

健康の研究対象者に対して、塩味、甘味、旨味、苦味、酸味(以下、五味とする)の食品サンプルを与え、摂食時の瞳孔反応と皮膚電気反応を記録した。サンプル摂取後、味に対する主観評価を実施した。これらのスコアと、瞳孔反応、皮膚電気反応の反応量から、知覚した味覚に対する印象や好悪を定量化した。瞳孔径は、PC画像処理を経て時系列の瞳孔径変化として数値化した。結果、五味のみでも皮膚電気反応はあり、五味に関するフレーバーのみでも反応がみられた。また反応は瞳孔の方が皮膚電気信号より速く反応していた。

さらに、五味(甘味、塩味、苦味、旨味、酸味)+辛味とそれに準じたフレーバーを用い、味刺激やフレーバーの種類によるGSRの変化について検証した。方法は五味+辛味とフレーバー(以下、FT)とフレーバーのみ(以下、F)の12サンプルを口腔内に滴下したときのGSRを計測した。分析は口腔内刺激30秒間と刺激後のGSR値の変化量の差とサンプルによる変化量の比較を行った。被験者は13名(女性7名・男性6名)で実施した。結果、FTとFのいずれにおいてもGRS値の変化量があった。FTとFの変化量の比較では、FTでは旨味、Fでは辛味が高値を示した。これらから、人間の嗜好と生体反応との関連が示唆された。また個人の美味しさの感じ方に注目し、味覚とそれに準じたフレーバーを用いて、味・香り刺激による瞳孔反応と主観評価の関連を検証した。実験は、13名(男性6名、女性7名)の研究対象者に対し、五味+辛味の計12サンプルを口腔内に滴下した時の瞳孔径を計測した。また、主観評価にはVisual Analog Scale (VAS)を用いた。瞳孔径変化とVASの関係をサンプル間、個人間で比較した。その結果、滴下後10秒間のサンプルごとの瞳孔径変化量とVASに有意な相関はないものの、滴下後20～30秒の研究対象者ごとの初期瞳孔径に対する変化率とVASに有意な相関があった。以上より、個人によって異なる味の感じ方は、瞳孔径の変動と関連がみられた。

1.1-2 唾液内バイオマーカーの分子生理学的検証-「美味しい」と感じた時の唾液内タンパク質の特異的変動の検証

これまでの我々の研究成果から、S100A8という唾液中タンパク質が、「美味しい」と感じた場合の食後の唾液中から検出された。S100A8は食前ではほとんど検出されず、美味しいと思わない食物の摂取後には検出されなかった。そこで、S100A8が美味しさのバイオマーカーになりう

るかサンプルを増やし、特異性の検証を試みた。S100A8 が摂取食物の種類に依存して出現しているわけではないことを確認する為に、同じ食物を美味しいと思う群と嫌いな群の被験者を集め、摂取させ唾液検体を採取解析し、S100A8 の出現と食物依存性の関係の有無について検証を行った結果、S100A8 の出現は個人差がみられ、特異性の確定には至らなかった。

2. 「美味しさ」刺激と随意性嚥下機能の関連の検証

健常者 5 名を対象とし、嗜好が関与する食品サンプルによる嚥下運動機能を喉頭隆起周囲の動きを情報工学的手法で解析し、嗜好と嚥下運動との関係を検討した。計測は甲状軟骨切痕や舌骨部といった喉頭中心部にマーキングをし、「美味しい(以下、D)」「不味い(以下、H)」のサンプルを嚥下した際の動画を縦方向(x)と横方向(y)の運動を解析したデータを使用した。解析は嚥下の開始時間 (s) と加速度 (mm/s) で比較した。嚥下開始の時間 (mean) は D が 4.36s, H が 6.14s, 加速度 (mean) は D が 2.724 mm/s, H が 4.63 mm/s であり、D は H より飲み込むタイミングと飲み込む速度に違いがみられた。

「美味しさ」の刺激に対し、生体反応の変化がある可能性が見いだされた。その点においては基礎的調査のうえ、今後検証する上での基礎的データとなりうる示唆が得られた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 小山 諭, 大沼 彩香, 小野間 憲泰, 内山 美枝子, 奥田 明子, 飯島 淳彦	4. 巻 4
2. 論文標題 新たな視点で見る栄養評価 味覚のアセスメント 主観的味覚と味覚センサー	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 栄養	6. 最初と最後の頁 114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Abeywickrama HM, Wimalasiri KMS, Koyama Y, Uchiyama M, Shimizu U, Chandrajith R, Nanayakkara N	4. 巻 17
2. 論文標題 Assessment of Nutritional Status and Dietary Pattern of a Rural Adult Population in Dry Zone, Sri Lanka.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International journal of environmental research and public health	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph17010150.	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 該当する
1. 著者名 Yu Koyama, Shalika Dewmi Premarathne, Thulasika Oppilamany, Ayaka Ohnuma, Akiko Okuda, Atsuhiko Iijima, Noriyasu Onoma, Mieko Uchiyama	4. 巻 23
2. 論文標題 Differences in subjective taste between Japanese and SriLankan students depending on food composition, nationality, and serum zinc	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Clinical Nutrition Experimental	6. 最初と最後の頁 60-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 該当する
1. 著者名 Akiko Okuda, Yuya Hirasawa, Yu Koyama, Atsuhiko Iijima, Etsuko Yamada, Rina Takanarita, Mieko Uchiyama	4. 巻 8
2. 論文標題 Validation of human salivary proteins affected by normal diet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int J Anal Bio-Sci	6. 最初と最後の頁 18-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 小山 諭, 大沼彩香, 小野間憲泰, 内山美枝子, 奥田明子, 飯島淳彦	4. 巻 35(1)
2. 論文標題 味覚のアセスメント: 主観的味覚と味覚センサーの比較	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 栄養	6. 最初と最後の頁 53-55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 小山 諭, Hansani Madushika Abeywickrama, 奥田 明子, 住吉 智子, 内山 美枝子	4. 巻 36
2. 論文標題 フレイル・ロコモ・サルコペニアの予防・改善: 味覚と亜鉛	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BIO Clinica	6. 最初と最後の頁 1301-1306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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7件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 飯島淳彦, 内山美枝子, 藤森麻佑, 小山諭, 奥田明子, 大沼彩香, 小野間憲泰
2. 発表標題 味刺激に対する皮膚電気反応と瞳孔反応によるおいしさの定量化
3. 学会等名 第7回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷保 有紀, 鈴木 良謙, 高成田 里菜, 笹口 亜矢佳, 宮崎 千紘, 内山 美枝子, 飯島 淳彦
2. 発表標題 味・香り刺激に対する美味しさの主観評価と瞳孔反応
3. 学会等名 第8回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内山 美枝子, 飯島 淳彦, 鈴木 良謙, 笹口 垂矢佳, 宮崎 千紘, 谷保 有紀, 高成田 里菜
2. 発表標題 味刺激およびフレーバーの種類における皮膚電気反応変化の検証
3. 学会等名 第8回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高成田 里菜, 奥田明子, 小山 諭, 内山美枝子
2. 発表標題 食の嗜好性と唾液内タンパクの関係に関する検証
3. 学会等名 第12回新潟看護ケア研究学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷保有紀, 内山美枝子, 小山諭, 奥田明子, 川口 史, 樺沢 貴宏, 明道 聖子, 高成田里菜, 飯島淳彦
2. 発表標題 反応時間の違いに着目した味覚・嗅覚刺激による自律神経系の反応
3. 学会等名 第61回日本生体医工学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内山美枝子, 高成田里菜, 佐藤大祐
2. 発表標題 咽頭運動の画像解析における「美味しさ」と随意性嚥下機能と関連検証
3. 学会等名 第61回日本生体医工学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内山美枝子
2. 発表標題 新時代の健康ニーズに応える看護学と工学の共創
3. 学会等名 第61回日本生体医工学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新潟大学大学院保健学研究科看護学分野基礎看護学内山美枝子研究室 http://www.clg.niigata-u.ac.jp/~uccj-/index.html
--

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	飯島 淳彦 (Iijima Atsuhiko) (00377186)	新潟大学・自然科学系・教授 (13101)	
研究分担者	奥田 明子(田所明子) (Okuda Akiko) (60454584)	新潟大学・医歯学系・講師 (13101)	
研究分担者	小山 諭 (Koyama Yu) (10323966)	新潟大学・医歯学系・教授 (13101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	黒瀬 雅之 (Kurose Masayuki) (40397162)	岩手医科大学・歯学部・教授 (31201)	
研究分担者	佐藤 大祐 (Sato Taisuke) (70778703)	新潟大学・研究推進機構・助教 (13101)	

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