

平成 29 年 5 月 18 日現在

機関番号：32809

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350105

研究課題名(和文)脳神経活動に対するフードテクスチャーによる口腔内刺激の意義

研究課題名(英文)Effect of food texture on brain activity

研究代表者

小城 明子(KOJO, Akiko)

東京医療保健大学・医療保健学部・教授

研究者番号：30412927

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：異なるフードテクスチャーの食事摂取による脳活動への影響の違いを調査し、テクスチャーの意義を明らかにするとともに、喫食者が個々に有する口腔機能と脳活動への影響との関連を明らかにすることを目的に、本研究を立案した。

若年の健康成人においては、常食の摂取により短期記憶力や注意機能の向上がみられたが、口腔内への圧刺激が減弱された嚥下調整食の摂取によるそれらの向上は確認できなかった。また、常食において、咬合力や舌圧が高い者ほど、摂取による注意機能の向上がみられ、口腔機能と摂取する食品のテクスチャーとのバランスが、脳活動の活性化に影響を及ぼす可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Texture modified diets are often used for the elderly with swallowing disorders or dental problems. With generally decreasing cognitive function, activation of the brain by frequent and regular eating is effective in maintaining or improving cognitive function. This study aimed to examine the differences in the effect on brain activity by consuming meals of different textures and to clarify the relation between individual oral function and brain activity. For young healthy adults, improvement of short-term memory ability and performance function could not be observed. For the normal diets, higher oral functions were related to greater brain activity.

研究分野：摂食嚥下リハビリテーション

キーワード：嚥下調整食 テクスチャー 咀嚼 口腔内刺激 脳神経活動

1. 研究開始当初の背景

食品を構成している成分の物理的構造や物理的性質（物性）を示すテクスチャーは、食べ物の二次機能（図1）である感覚・嗜好機能、すなわち“味わい”深く関わっている。“味わい”は、テクスチャー情報に加え、外観（色・外観）香り・味の情報が、脳の一次感覚野に連合入力し、さらに皮質連合野で複合的に絡み合った認知プロセスを経て発現する。テクスチャー情報が“味わい”の評価に占める割合は他の情報に比べ大きく（図2）¹⁾、さらにその嗜好は味覚に比べ個人差が小さいため、テクスチャーの嗜好評価は調理学や食品工業など食品を扱う分野においてきわめて重要視されている。

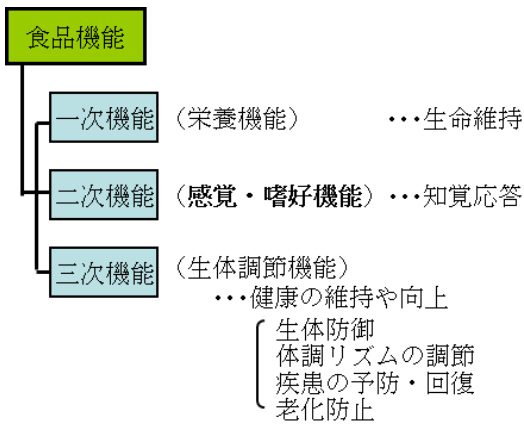


図1 食品の基本機能

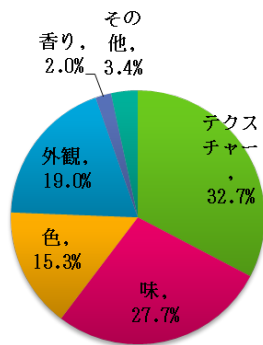


図2 おいしさに関与する特性

近年、口腔内刺激が脳機能回路を賦活化することが明らかにされつつあり、食品の物理的性質（主にテクスチャー）および化学的性質（主に味）に対する知覚応答が食品の二次機能だけでなく、二次機能を通して三次機能へも関与していると期待されている。

Kushidaらは、アルツハイマー・モデルラットを用いた研究を行い、ラットに軟らかい飼料を持続的に摂取させると、意欲に関与する海馬のドーパミン作用が減弱し認知障害が進行することを見出した²⁾。また、若齢マウスを用いた研究では、摂取時に歯根膜への圧刺激がない粉体飼料を摂取させると、ストレスに対応する自律神経系の高次中枢である間脳および、短期記憶を担いストレスによ

りその短期記憶能力が低下することが明らかとされている海馬への負荷が認められ³⁾、テクスチャーと高次脳のクロストークが明らかになった。

2. 研究の目的

本研究では、摂食嚥下機能の低下に配慮した嚥下調整食に着目した。嚥下調整食は嚥下障害や歯科的な問題に直面している高齢者に対し、利用される。一般に、彼らの認知機能は低下しつつあり、認知機能を維持あるいは向上させるために、食事のような毎日の複数回の習慣による脳の活性化が効果的と考えられている。しかしながら、嚥下調整食は口腔内への物理的刺激を一部減弱化し、咀嚼や嚥下をスムーズに行えるよう配慮した食事であり、咀嚼に因らない摂取方法をとるものもある。

健常者が通常摂取する食事（常食）とは異なるテクスチャーの嚥下調整食の摂取が、脳機能回路の賦活化に寄与するかどうかを明らかにすること、また異なる物性の食事摂取において、喫食者が個々に有する口腔機能が脳活動の賦活化に影響を及ぼすかを明らかにすることを目的に、本研究を立案した。

3. 研究の方法

(1) プロトコール

図3のプロトコールにより、データを取得した。各対象者とも3種の試料を、ランダムな順に異なる日に摂取し、その摂取前後の脳活動を評価した。

対象者は、摂取および脳活動への影響を除外するため、下記を要件とした。

- ・口腔内に痛みや自覚する症状がなく、日常、普通に食事を摂取し、摂食に関し自覚する問題がないこと。
- ・歯科治療中ではないこと。
- ・日常の食事摂取時に上顎総義歯を使用していないこと。
- ・糖尿病あるいは空腹時高血糖を指摘されたことがないこと。

データ取得に先立ち、特性データとして、咬合力および舌圧を測定した。咬合力は、オクルーザルフォースメーターGM10（長野計器株式会社）にて、第一大臼歯部の咬合力を、左右交互にそれぞれ2回測定し、最大値を最大咬合力とした。舌圧は、JMS舌圧測定器（株式会社ジェイ・エム・エス）にて、1回の練習の後に3回測定し、平均値を最大舌圧とした。

いずれのデータ取得日も、前日および当日には普段と極端に異なった生活をしないこと、水以外の飲食や口腔ケアはデータ取得の2時間前まで済ませることを依頼した。

(2) 短期記憶力への影響

テクスチャーの異なる3種の食事を試料とし、短期記憶力への影響を調査した。試料は、A：飲む食事（448 kcal）、B：舌で押しつぶ

す食事 (449 kcal)、C: 咀嚼する食事 (444 kcal) とした。いずれも市販のレトルトタイプあるいは缶詰、ブリックパックなどを組み合わせて主食、主菜、副菜、デザート の 4 品とし、主食および主菜は湯煎にて加温後、対象者に供した。食品の選択および組合せは、できるだけ 3 食とも類似した食材や味のものとなるようにした。

想起テストによる短期記憶力を脳活動の指標とした。想起テストは、対象者にコンピューターに取り込まれている記憶課題 (64 枚の写真) を見せた後、想起課題 (64 枚の写真) を見せながら、記憶課題の写真との一致・不一致を回答用紙に × で回答を依頼するものである。正答率を短期記憶力と評価した⁴⁾。なお、本テストは標準化されたものではなく、各研究者がオリジナルテストを作成している。本研究においても、オリジナルのものとし、学習効果を避けるため、6 種作成し、標準化後解析に供した。

(3) 注意機能 (Trail making test) への影響

(1) 項で使用した C: 咀嚼する食事と、D: 容易に噛める食事 (469 kcal)、E: 容易に舌で押しつぶせる食事 (410 kcal) について、データを取得した。D はユニバーサルデザインフード (以下 UDF) の「容易に噛める」区分に、E は UDF の「舌でつぶせる」区分に該当している、あるいは相当すると物性測定にて確認できた商品から選択した。食品の選択や組合せ、提供方法は、(2) 項と同じとした。

Trail making test (以下、「TMT」) による注意機能を脳活動の指標とした。標準化された方法により、Part A および Part B の所要時間 (秒) を計測し、Part B の所要時間から Part A の所要時間を減じたものを [TMT B-A] として解析に供した⁵⁾。[TMT B-A] は短いほど注意機能が高いとの評価となり、前頭葉・海馬の活動と関連が報告されている。

(4) 注意機能 (Digital cancellation test) への影響

脳活動への試料の味の影響を排除するため、味を揃えた試験食品によりデータを取得した。試験食品は咀嚼を要する寒天ゼリー (寒天 2.5% w/w)、舌で押しつぶすゼラチンゼリー (ゼラチンゼリー 1.5% w/w)、飲むドリンクの 3 種とし、いずれも市販のスポーツドリンクの粉末 (ポカリスエットパウダータイプ、大塚製薬) をメーカー推奨量の水で溶解後、ゲル化剤を利用して調整し、冷蔵保存後、試験に供した。寒天ゼリーおよびゼラチンゼリーのゲル化剤の濃度は、順に、UDF の「容易に噛める」区分、「舌でつぶせる」区分に相当する物性となるよう試作の上、決定した。いずれも提供量は 200g とし、15 分間かけて、自然な摂取方法により均一なペースで全量を摂取するよう依頼した。ただし、ドリンクについては、200g を 15 分かけて自然

に摂取することが難しいため、予備として更に 200g を提供し、予備分の摂取量は問わないこととした。

Digital cancellation test (以下、「D-CAT」) を脳活動の指標とした。D-CAT は、注意機能を評価する標準化されたツールである。実施要領に従い 3 種の検査を実施し、3 種の検査の平均見落とし率により評価した⁶⁾。

4. 研究成果

(1) 短期記憶力への影響

健康成人男女 9 名を対象とした (表 1)。想起テストにおける正答率は、B、C において、食前に比べて食後の正答率が高かった (図 4)。A、B は、C に比べて、「見た目」「味」「食感」「量」「総合」のすべてにおいて評価が低かった。

表 1 対象者の特性 (短期記憶力)

	平均 ± SD (範囲)
年齢 (歳)	31.0 ± 6.5 (24 - 41)
最大咬合力 (kN)	0.407 ± 0.160 (0.185-0.597)
最大舌圧 (kPa)	33.7 ± 7.2 (20.4-45.5)

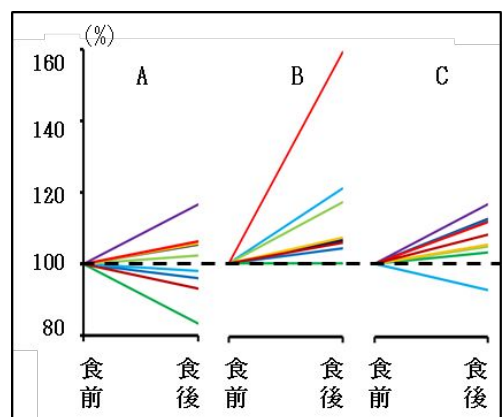


図 4 想起テスト 食事前後の正答率の変化

飲む行為では、短期記憶力の向上は認められなかった。一方、舌で押しつぶす摂食行為は、咀嚼運動と同様に、短期記憶力の向上が認められ、注意力・判断力を司る前頭葉や記憶を司る海馬を活性化する可能性が考えられた。しかし、B は摂取により舌の疲労をもたらしたことが、対象者より報告された。物性測定により、UDF の物性規格を参考に評価すると、かたさが「舌でつぶせる」区分の上限付近あるいは上限をやや超えるものが含まれていた。一般の嚥下調整食よりはかたかったため、舌で押しつぶすには負担が大きく、舌へのその負荷が結果に影響を及ぼした可能性が考えられた。

(2) Trail making test への影響

健常成人男女 18 名を対象とした (表 2)。常食も含め、摂食行為による [TMT B-A] の短縮はみられず、注意機能の向上は認められなかった。しかしながら、C においては、最大咬合力および最大舌圧と [TMT B-A] の短縮時間との間に正の相関関係が認められ (図 5)、咬合力および舌圧が高いほど注意機能が向上することが認められた。

対象者は健常成人であり、日常、常食を摂取していることから、咬合力や舌圧が低い者が C (常食) の摂取を負担に感じたとは考えにくい。そのため、咬合力や舌圧が高いほど、咀嚼運動における筋活動量がより高くなることが推測され、そのため脳神経活動を活性化させた可能性があると考えられた。

表 2 対象者の特性 (TMT)

	平均 ± SD (範囲)
年齢 (歳)	38.8 ± 7.5 (25-50)
最大咬合力 (kN)	0.462 ± 0.198 (0.189 - 0.772)
最大舌圧 (kPa)	35.0 ± 6.7 (19.2 - 47.4)

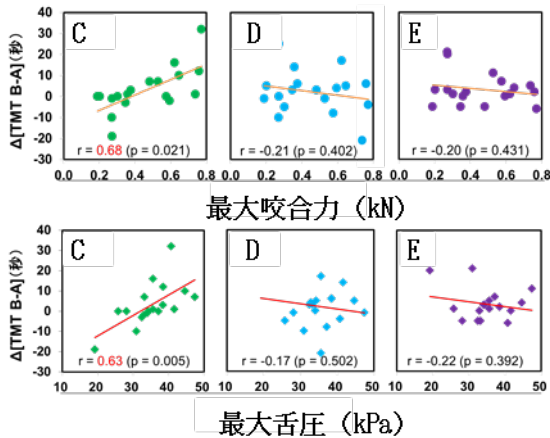


図 5 最大咬合力・舌圧と注意機能の変化

(3) Digital cancellation test への影響

健常成人男女 9 名を対象とした (表 3)。咀嚼して摂取する寒天ゼリーおよび舌で押しつぶして摂取するゼラチンゼリーにおいて、食前に比べ食後見落とし率が低下し、寒天ゼリーでは有意差がみられた。ドリンクは食後見落とし率が上昇しており、その変化量はゼラチンゼリーとドリンクの間に有意な差が認められた (図 6)。ストレス評価では、寒天ゼリーにおいて食前食後で有意差があり、食後にストレス度合が高まっていた。ゼラチンゼリーとドリンクでは有意な違いは見られなかった。官能評価においては寒天ゼリーがドリンクに対し、味、量、総合で有意に低い評価であった。見た目、食感では有意差は認められなかった。なお、自由記載として、寒

天ゼリーは量が多く飽きた、味が薄く感じたといった意見が挙げられた。

表 3 対象者の特性 (D-CAT)

	平均 ± SD (範囲)
年齢 (歳)	21.7 ± 0.7 (21-23)
最大咬合力 (kN)	0.356 ± 0.137 (0.193 - 0.600)
最大舌圧 (kPa)	31.2 ± 7.3 (23.4 - 46.7)

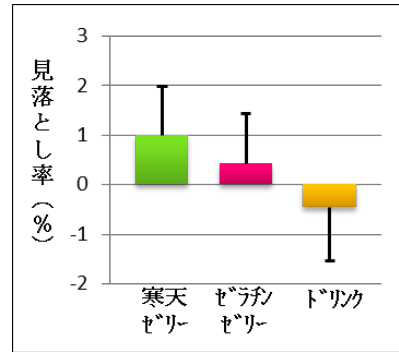


図 6 見落とし率の変化 (食前-食後)

咀嚼を要する寒天ゼリーの摂取による口腔内刺激は、注意機能の向上がみられたことから、脳活動を活性化することが考えられた。ゼラチンゼリーおよびドリンクなど咀嚼を要さない試験食品による口腔内刺激は、咀嚼による口腔内刺激ほど、脳活動を活性化させないことが推察された。

(4) まとめ

常食よりも口腔内への圧刺激が减弱された嚥下調整食の摂取による、短期記憶力や注意機能の向上は確認できなかった。

また、常食において、咬合力や舌圧が高い者ほど、摂取による注意機能の向上がみられ、口腔機能と摂取する食品のテクスチャーとのバランスが、脳活動の活性化に影響を及ぼす可能性が示唆された。

< 引用文献 >

Szczesniak et al. Food Technol, 17:24, 1963
 Kushida et al, Neuroscience Letters, 439:208-211, 2008
 科学研究費助成事業 (科学研究費補助金) 研究成果報告書 (課題番号 21500765), 2014
 富田美穂子, 中村浩二, 福井克仁: 咀嚼が短期記憶能力に及ぼす効果. 日本口腔科学会雑誌, 56(4): 350-355, September, 2007.
 高岡徹, 尾崎浩子: リハ患者の認知症マネジメント 高次脳機能障害の検査と解釈 Trail Making Test. / J. of CLINICAL REHABILITATION (臨床リハビリテーション), 18: 246-250(2009).
 津本智恵: 健常者における注意機能検査の

比較 .美作大学大学院研究叢書(電子版),
1-9(2006) .

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

小城明子、口腔機能低下に対する食事のあり方 / 特集 : オーラルフレイル予防と健康づくり、介護福祉・健康づくり、査読無し、3(2)、2016、pp . 104-108

[学会発表](計7件)

小城明子、竹内由里、河野みち代、高杉一恵、田中賦彦、大石明子、浅野恭代、佐藤礼子、細田明美、下田妙子、柳沢幸江、摂食機能に適合する食形態選択ツール開発の試み 質問票による摂食機能の評価、第60回日本栄養改善学会学術総会、神戸市、2013年9月13日

小城明子、竹内由里、田中賦彦、河野みち代、高杉一恵、大石明子、浅野恭代、佐藤礼子、細田明美、下田妙子、柳沢幸江、摂食機能に適合する食形態選択ツールの作成および評価、第19回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会、倉敷、2013年9月23日

小城明子、学会分類をどのように臨床現場に反映させるのか / 日本摂食嚥下リハビリテーション学会合同パネルディスカッション「嚥下調整食について : 誤嚥性肺炎の話題も含む」、第18回日本病態栄養学会年次学術集会、京都市、2015年1月11日

千代田路子、柳沢幸江他、「噛むことができる食品」の基準評価の提案、第33回日本顎咬合学会学術大会、東京都千代田区、2015年6月27日

小城明子、細田明美、竹内由里、柳沢幸江、咀嚼に因らない摂食行為は脳神経活動の活性化をもたらすか、第21回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会、京都市、2015年9月12日

柳沢幸江、噛む視点からみた高齢者の健康的な食事、第34回日本顎咬合学会学術大会公開フォーラム、東京都千代田区、2016年6月11日

小城明子、竹内由里、細田明美、柳沢幸江、嚥下調整食の摂食行為により脳神経活動は活性化するか、第22回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会、新潟市、2016年9月24日

[図書](計1件)

柳沢幸江、ライフステージにおける食育の課題、成人期・高齢期 / 熊倉功夫監修、和食と食育、pp.223-233、アイケイコーポレーション、2014

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]なし

6 . 研究組織

(1)研究代表者

小城 明子 (KOJO, Akiko)

東京医療保健大学・医療保健学部・教授

研究者番号 : 30412927

(2)研究分担者

竹内 由里 (TAKEUCHI, Yuri)

松本歯科大学・歯学部附属病院・管理栄養士

研究者番号 : 40534441

柳澤 幸江 (YANAGISAWA, Yukie)

和洋女子大学・生活科学系・教授

研究者番号 : 60191160

細田 明美 (HOSODA, Akemi)

東京医療保健大学・医療保健学部・講師

研究者番号 : 40449418

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

なし