

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 6月24日現在

機関番号：34519  
 研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2011～2012  
 課題番号：23792263  
 研究課題名（和文）味や香りが異なる食品の咀嚼によって生じる脳および全身の変化についての検討  
 研究課題名（英文）Study on the cerebral and systemic changes caused by chewing of the foods with different taste and odor  
 研究代表者  
 長谷川 陽子（HASEGAWA YOKO）  
 兵庫医科大学・医学部・助教  
 研究者番号：60432457

## 研究成果の概要（和文）：

本研究では、様々な味・香りのガム咀嚼中の脳血流変化および体循環、自律神経活動(心拍血圧ゆらぎ解析)を評価し、味・香りの変化にこれらが受ける影響について検討を行った。その結果、味・香りがあるガムを咀嚼した時が最も脳血流が上昇し、味のある食品を摂取することが脳循環をはじめとする循環系の賦活化に重要であることが示された。次に、ガム咀嚼時に分泌される唾液中のコルチゾールを計測し、味および香りが異なるガムを咀嚼した時のストレス反応を明らかにすることを目的に実験を行った。その結果、甘み/レモンの香りがある最もおいしく感じるガムの咀嚼によって、ストレス抑制効果のあるコルチゾールが多く分泌されることが分かった。

## 研究成果の概要（英文）：

In this study, we examined the changes in cerebral blood flow, systemic circulation, and autonomic nerve activity (heart rate and blood pressure variability analysis) during chewing of gum with various tastes and odors in order to investigate the effect of changes in taste and odor on these values. The result was that chewing of gum with taste and odor increased the cerebral blood flow most, suggesting that intake of foods with taste is important for activation of circulation system such as cerebral circulation. Furthermore, we measured the amount of secreted cortisol in saliva during chewing of gum in order to investigate the stress response to the chewing of gum with different tastes and odors. The results was that the gum with sweetness and lemon odor tasted best, and when chewing this gum, the amount of saliva secreted during chewing and the concentration of cortisol in saliva were higher than when chewing the other five gums. These results indicated that chewing of gum with taste and odor, which was delicious for the subjects, causes more secretion of cortisol, an anti-stress hormone.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：咀嚼，味と香り，脳血流，ストレス，情動

## 1. 研究開始当初の背景

咀嚼運動はヒトが日常的に行う運動の一つであり、咀嚼による高次脳機能の回復や向

上を目的とした「咀嚼」と「脳」についての研究は、加齢による脳機能の低下に対する効果的な予防法の開発など、高齢化が進む現代

社会にとって極めて意義のある研究といえる。また、「おいしい」という情動は、心を和ませ筋の緊張を解いて、精神的肉体的にリラックスさせる作用を持っており、咀嚼とこうした情動の関係を知ることは、咀嚼を単に消化の出発点だけでなく QOL を向上させ脳および全身の機能維持に貢献する日常的な運動としてとらえる上で重要である。

咀嚼と脳に関する研究には、fMRI や PET などの Neuroimaging によって脳活動部位の局所血流量増加を観察する手法が主に用いられてきた。Neuroimaging は、タスクに対して活動する脳局所を特定し、その活動程度を血流量で評価する。一方で、活動する脳局所とタスクとの関連性についての説明の困難さ、咀嚼運動の複雑さゆえに実験条件を規定することが難しい等、咀嚼と脳の関連性についての検討はなかなか進展しにくいのが現状である。これに対し、脳血流の変化を高い時間分解能で簡便に計測することができる近赤外分光計(NIRS)や超音波血流計は、咀嚼時に活動する脳局所部位の詳細な特定はできないものの、咀嚼を運動として評価するには優れていることから、咀嚼と脳に関する研究に良く用いられている。

我々はこれまで、超音波血流計(経頭蓋超音波ドプラ装置)を用いて大脳半球血流の80%を支配する中大脳動脈の血流変化と、NIRS で前頭部(情動を司る)の血流変化を脳活動の指標として用い、咀嚼と脳の関連性についての研究に取り組んできた。様々な顎運動時の脳血流と体循環の変化の検討、咀嚼における大脳半球優位性、咀嚼リズムや咀嚼側と脳血流との関連性、被験食品における味や香りの影響など、咀嚼と脳の関連性について様々な角度から検討を行ってきた。さらに近年では、咀嚼時の循環・呼吸、消化を制御する自律神経の活動にも注目し、咀嚼時の心拍血圧のゆらぎを解析し、咀嚼時の自律神経活動の一端が明らかとなった。また、咀嚼時の情動(快/不快)と脳および体循環の間には密接な関わりがあることが分かってきた。

食品の風味(味・香り)が作用する脳の領域(大脳辺縁系・視床下部)は、循環・呼吸・消化・吸収などの自律機能を制御し、2つの出力経路(神経性・体液性)を経由して全身に情報を伝達している。我々が研究対象にしてきたのは血圧や心拍など内臓器官を支配する神経性経路であり、視床下部-下垂体経路を介してホルモン分泌を引き起こす体液性経路についての検討は未だ行っていない。

一方、咀嚼運動は、唾液の分泌と嚥下を伴い、唾液に含まれるホルモンや蛋白は自律神経活動、特にストレス状態の極めて有効な指標であることが知られている(Foki, T. et al. Neuroimage 2007, 26-39)。また、唾液分泌量が増加すると嚥下回数は増加するが

(Mansson, I. et al. Acta Otolaryngol 1975, 445-450)、嚥下時にはタッピングなどの単純な顎運動に比べてより広範囲の脳が活動するとの報告(Onozuka, M. et al. J Dent Res, 2002, 743-746)がなされている。従って、咀嚼と脳について論じる際には、嚥下運動を考慮に加えた考察が不可欠であると考えた。

そこで本課題では、これまでの研究に咀嚼時の唾液嚥下と体液性の自律神経活動の分析を加えた新たな実験系による評価を行う。

## 2. 研究の目的

味や香りが異なる食品の咀嚼によって生じる脳および全身の変化を検討するため、被験者に硬さや食感は同じで味・香りが異なるガムを咀嚼させ、脳血流(中大脳動脈血流速度と前頭部血流)、体循環(心拍数と動脈血圧)、自律神経活動(心拍血圧ゆらぎ解析)を計測する。また、味・香りが異なるガムそれぞれについてガム咀嚼時に分泌する唾液を採取・計量し、コントロールガム(味・香なし)咀嚼時の唾液量と比較することで、味・香りの異なるガム咀嚼時の嚥下頻度を明らかにする。また、採取した唾液を生化学分析にてストレスマーカーを定量し、味・香りの異なるガム咀嚼時における自律神経の体液性調節について明らかにする。さらに咀嚼時の情動について Visual analog scale (VAS)による官能評価を行い、味や香りが異なる食品の咀嚼時の情動の変化と脳および全身の関連性について統計学的手法を用いて検討を行う。

## 3. 研究の方法

(1) 味および香りの異なるガム咀嚼時の脳血流、体循環、自律神経の計測および評価  
準備したガム(味および香りのあるガム、味のみ、香りだけのガム)と味・香りのないガム(コントロールガム)を咀嚼した時の脳血流(中大脳動脈血流速度と前頭部血流)、体循環(心拍数と動脈血圧)を計測する。心拍数と動脈血圧波形を心拍血圧ゆらぎ解析ソフトウェアを用いて分析し、神経性の自律神経活動について明らかにする。また実験終了直後に、被験食品のおいしさと味についてのVASに回答してもらい、咀嚼時の情動について被験食品毎に数値化する。

(2) 味および香りの異なるガム咀嚼により分泌される唾液の分析

唾液の日内変動と、他の計測データの日間変動も加味して、2の計測翌日に昼食後4時間以上あけて、2と同様の被験食品を一定時間咀嚼してもらい、分泌した唾液を採取する。得られた唾液は遠沈管に収集し、重量を計る。これらとコントロールガム咀嚼時の唾液量および自己申告による嚥下回数との比較か

ら、各ガム咀嚼時に生じた嚥下回数を推定する。

遠沈管に収集した唾液は冷凍保存しておく、後日生化学分析を行う。酵素免疫測定法にてコルチゾールを定量する。これらの結果より、味および香りの異なるガム咀嚼時の体液性自律神経調節を明らかにする。

### (3) 顎口腔運動前後の頭位変化の影響

f-MRI を用いて咀嚼時の脳血流計測を行うための予備実験として、顎口腔運動前後の頭位変化の影響を MRI を用いて評価した。

## 4. 研究成果

### (1) 味および香りの異なるガム咀嚼時の脳血流、体循環、自律神経活動

筋活動量に有意差が無いにも拘らず、両側中大脳動脈および心拍数において、甘味および香りのあるガムが他2種類のガムより有意に高値を示した。心拍数および血圧は、味および香りのあるガム咀嚼時が、他のガムと比較して有意に高値を示した。また、交感神経活動において、香りおよび甘味のあるガム、甘味のあるガム、香りおよび甘味のないガムの順に低値を示したことから、ガムの甘味や香りは自律神経活動に影響を与えることが示唆された。

### (2) 味および香りの異なるガム咀嚼により分泌される唾液

味・香りの異なるガム咀嚼時に分泌される唾液中のコルチゾールを計測し、味・香りが異なるガム(無味、甘みのみ、レモンの香りのみ、甘み/酸味、甘み/レモンの香り)を咀嚼した時のコルチゾール計測と官能試験を行った。その結果、甘み/レモンの香りがあるガムが最もおいしいと被験者らは感じており、咀嚼による唾液分泌量とコルチゾール濃度は、甘み/レモンの香りのガムが他5種類の唾液より高い値を示したことから、おいしいと感じる味・香りのあるガム咀嚼によってストレス抑制効果のあるコルチゾールが多く分泌されることが分かった。

### (3) 顎口腔運動前後の頭位変化の影響

顎口腔運動前後の頭位変化の影響を MRI を用いて評価した。その結果、運動前後の相関係数は 0.97 であり、頭位の変化は小さかった。すなわち、咀嚼運動時の脳血流計測の課題となる頭部の変位は抑えられることが確認できた。

## 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 5 件)

- (1) Hasegawa Y, Tachibana Y, Sakagami J, Zhang M, Urade M, Ono T. Flavor-enhanced modulation of cerebral blood flow during gum chewing. PLOS ONE. 2013; <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0066313>
- (2) Hasegawa Y, Kakimoto N, Tomita S, et al. Movement of the mandibular condyle and articular disc on placement of an occlusal splint. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011; 112:640-647. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2011.06.013>
- (3) Hasegawa Y, Movement of the mandibular condyle and articular disc on placement of an occlusal splint Reply. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2012; 113:711-712. <http://dx.doi.org/10.1016/j.oooo.2012.02.008>
- (4) Kakimoto N, Chindasombatjaroen J, Tomita S, Shimamoto H, Uchiyama Y, Hasegawa Y, et al. Contrast enhanced multidetector CT for odontogenic cysts and cystic appearing tumors of the jaws: Is it useful? Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol; 2013; 115: 104-113. <http://dx.doi.org/10.1016/j.oooo.2012.09.082>
- (5) Fujiwara M, Honda K, Hasegawa Y, Hasegawa M, Urade M. Comparison of Joint Pain between Related and Unrelated to Articular Disc Displacement without Reduction in the Temporomandibular Joint. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod; 2013; Epub ahead of print. <http://dx.doi.org/10.1016/j.oooo.2012.11.012>

[学会発表] (計 5 件)

- ① 長谷川陽子, 橘吉寿, 小野高裕. 味および香りがガム咀嚼時のストレスに及ぼす影響. 第 23 回日本咀嚼学会学術大会・総会. 2012 年 10 月 13 日, 北海道.
- ② 長谷川陽子, 柿本直也, 富田世紀, 本田公亮, 田中裕人, 小野高裕, 藤原正識, 前田芳信. オクルーザルスプリントによ

る顎関節の変位が顎関節部の痛みに及ぼす影響. 日本補綴歯科学会平成 23 年度関西支部学術大会. 2012 年 2 月 13 日, 神戸.

- ③ 長谷川陽子, 阪上穰, 小野高裕, 堀一浩, 本田公亮, 浦出雅裕. 習慣性咀嚼側が脳循環に及ぼす影響. 日本顎口腔機能学会第 47 回学術大会. 2011 年 10 月 22 日, 神戸.
- ④ Hasegawa Y, Kawabe M, Kimura H, Kurita K, Fukuda J, Urade M. Influence of Denture Wearing on Outcome of Treatment for Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of the Jaws. Nationwide Survey in Japan. 14th Meeting of the International College of Prosthodontists. September 09, 2011, Hawaii, USA.
- ⑤ Hasegawa Y, Kakimoto N, Tomita S, Tanaka Y, Yagi K, Nagashima T, Honda K, Ono T, Kondo J, Maeda Y, Urade M. Influence of an occlusal splint on TMJ position. IADR 89th General Session and Exhibition. March 17, 2011, San Diego, USA.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

長谷川 陽子 (HASEGAWA YOKO)  
兵庫医科大学・医学部・助教  
研究者番号：60432457