

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：12602

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12323

研究課題名(和文)新規成分含有ガム咀嚼が心身に及ぼす効果の総合的検討

研究課題名(英文) Study on physical and mental influences of chewing of the gum containing novel component

研究代表者

杉本 久美子 (SUGIMOTO, Kumiko)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・非常勤講師

研究者番号：10133109

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：ガム咀嚼の心身への効果は含有成分によって多様に変化する。本研究では、ガム咀嚼の効果(唾液分泌、自律神経活動および脳活動)から総合的に評価する方法を用いて、ガムの新規成分である辛味成分カプサイシンを含むガムの咀嚼が生じる効果について分析した。カプサイシン含有ガムの咀嚼は、無味および甘味のベースガムと比較してより強力かつ持続的な唾液分泌促進効果を示し、他のガムと同様に副交感神経活動低下と交感神経活動上昇ならびに脳波のβ波の割合増加を誘発した。さらに、計算課題中にカプサイシンガム咀嚼を行った場合のみ、時間経過に伴う解答数の減少が抑えられたことから、覚醒効果が高く作業効率向上に役立つ可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The effects of gum chewing varies with components of gum. In this study, the effects of chewing of gum containing capsaicin, which is a novel ingredient for gum and a pungent stimulation, were investigated by measuring salivary secretion, autonomic nervous activities and electroencephalogram (EEG). Chewing of capsaicin-containing gum induced higher and more persistent increase in salivary flow compared with tasteless gum and base (sweet) gum. It caused a decrease in parasympathetic activity accompanied with an increase in sympathetic activity and an increase in ratio of beta wave component in EEG, which were also observed during chewing of other gums. In addition, chewing of capsaicin-containing gum during calculation task of Kraepelin test prevented a decrease of answer rate over time, suggesting an effectiveness for improvement of work efficiency through arousal effect.

研究分野：口腔保健学

キーワード：ガム咀嚼 フレーバー カプサイシン 唾液分泌 自律神経活動 脳波 作業効率

### 1. 研究開始当初の背景

咀嚼が心身に及ぼす作用については、これまでに多くの報告がなされている。咀嚼の効果を評価する研究ではガムを咀嚼する方法が用いられることが多く、ガム咀嚼によって脳内血流量の変化、自律神経活動の変化などの全身的效果、ならびに咀嚼機能向上、唾液分泌量増加などの口腔領域への効果が期待できることが知られている。また、プロスポーツ選手においても、試合中にガムを噛むことで、集中力やパフォーマンス能力が向上する可能性も示唆されている一方で、ガム咀嚼にはストレス緩和効果があるとの報告もある。様々な硬さや形状、味、香りのガムが市場にはあるが、これらの研究は、無味・無臭のガムや1種類のフレーバーガムの検討にとどまっており、ガムの味・香りの違いによる効果の比較はほとんど行われていない。また、唐辛子の辛味成分であるカプサイシンは食物をより美味しくするだけでなく、口腔内体性感覚への刺激を介して嚥下障害患者における嚥下機能改善効果が期待できることが報告されている。このような新規の成分を含んだガムの開発と咀嚼効果の検討はまだなされていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、従来の一般的フレーバーを含むガムさらに新規成分としてカプサイシンを含むガムの咀嚼が心身に及ぼす効果を多面的に評価して、成分による違いを明らかにし、成分の特徴を活かしたガムの活用方法を検討することを目的とした。心身に及ぼす効果を多面的に評価するために、口腔への作用としては唾液の分泌量や成分への影響、全身への作用としては、自律神経活動および脳活動への影響を検討した。加えて、作業効率や作業ストレスの側面からの検討を行うため、カプサイシンガムについて、ガム咀嚼が計算作業負荷に及ぼす影響について検討を行った。

### 3. 研究の方法

本研究ではガム咀嚼およびカプサイシン刺激に対する生体の応答を、唾液の分泌量と成分、自律神経活動および脳波を計測することにより、客観的かつ多角的に検討した。

なお、本研究は東京医科歯科大学歯学部倫理委員会の承認(番号:D2014-038)を得たうえで実施した。被験者募集にあたっては、研究の意義・内容を文書と口頭で説明し、自由意思による研究協力への同意を得た。

(1)既存フレーバーガムの咀嚼が唾液および自律神経・脳活動に及ぼす影響

被験者：顎口腔機能に異常を認めない健康な成人13名(男性8名、女性5名)、平均年齢 $24.3 \pm 1.1$ (SD)歳

試験用ガム：無味無臭およびグリーンミント・コーヒーフレーバー(甘味料含有)の粒ガム(1g)

プロトコル：3種類のガム咀嚼条件で、安静5分間 咀嚼5分間 咀嚼後5分間を1試行とし、試行間には30分以上の休憩時間を置いた。各5分間の前後で1分間口腔内に貯留させた唾液を吐唾法により採取し、唾液分泌量および粘性を測定した。同じタイミングで、唾液量測定後ストレス(交感神経活動レベル)指標とされる唾液中アミラーゼ活性を唾液アミラーゼモニター(ニプロ社)を使用して計測した。自律神経活動は、きりつ名人(クロスウェル社)を用いて継続的に記録した心拍変動の周波数解析から、高周波数成分(0.15-0.4Hz)を副交感神経活動、低周波数成分(0.04-0.15Hz)/高周波数成分を交感神経活動の指標として計測した。脳波はアルファテック(能力開発研究所)を使用して、前額部2か所(Fp1、Fp2)から継続的に閉眼状態で記録し、周波数解析により、波成分のパワーを計測し、各成分が優位となる時間割合を求めた。

(2)カプサイシンによる口腔内刺激の効果

被験者：口腔機能に問題のない健康成人 18

名(男性6名、女性12名)、平均年齢 $26.6 \pm 4.5$ 歳

試験液：脱イオン水、5基本味およびカプサイシンの水溶液

プロトコール：各試験液を1分間口腔内に含み、分泌された唾液とともにトレーに吐き出し、増加量を刺激唾液量として測定し、安静時唾液量と比較した。さらに、試験液を吐き出した直後からの唾液分泌量変化を経時的に測定した。試験液による刺激は少なくとも4分間の間隔を置いて実施した。カプサイシン刺激においては、唾液のアミラーゼ活性および分泌型免疫グロブリンA(SIgA)濃度をあわせて測定した。

自律神経活動の測定は研究(1)と同様の方法で行なった。また、脳波は脳波記録装置ESA-16を用いて、前頭部のFp1、Fp2、F3、F4の4か所から継続的に記録し、周波数解析により、成分のパワーを計測した。

### (3)カプサイシン含有ガムの咀嚼効果

唾液および自律神経・脳活動への影響

被験者：顎口腔機能に異常を認めない健康な女子学生9名、平均年齢 $26.3 \pm 5.9$ 歳

試験用ガム：無味、甘味のみ(ベース)、およびカプサイシン+甘味(カプサイシン)の粒ガム(1g)

プロトコール：3種類のガム咀嚼条件で、自律神経および脳波の測定は安静5分間咀嚼5分間咀嚼後7分間を1試行とし、試行間には30分以上の休憩時間を置いた。研究(1)と同様の方法で記録を行ったが、脳波記録においては、筋電図の混入をさらに除外し、より安定した記録が出来るよう電極の改良を行った。唾液は、安静時から、咀嚼終了後7分まで、9回にわたって1分間貯留した唾液を吐唾法により採取し、重量を測定した。唾液アミラーゼ活性は安静時とガム咀嚼後に測定した。

作業効率と唾液への影響

被験者：顎口腔機能に異常を認めない健康な

成人女性10名、平均年齢 $23.0 \pm 4.0$ 歳

試験用ガム：甘味のみ(ベース)、およびカプサイシン+甘味(カプサイシン)の粒ガム(1g)

プロトコール：作業効率への影響を検討するため、作業課題として内田クレペリンテスト(日本・精神技能研究所)を実施した。被験者は5分間の休憩をはさんで、前後半、各15分間の計算を行い、その解答数を作業効率の指標とした。実験条件は後半15分間の計算において、ガム咀嚼なし、ベースガムあるいはカプサイシンガムの咀嚼を行う3種類とし、各条件で異なる日に測定を行った。計算効率の経時的変化を調べるために、前後半15分をそれぞれ、5分ずつの前期、中期、後期に3分割し、前期の解答数を100%として、中期、後期の解答数の相対値を求め、比較した。さらに、唾液への影響を検討するため、前後半の計算課題前後に唾液分泌量とアミラーゼ活性の測定を行った。

## 4. 研究成果

(1)既存フレーバーガムの咀嚼が唾液および自律神経・脳活動に及ぼす影響

5分間の咀嚼直後の唾液分泌量はグリーンミントガムとコーヒーガムで安静時より増加したが、無味無臭ガムでは有意な増加は認められなかった。コーヒーガムでは咀嚼後5分においても増加を維持しており、より持続的効果を示した。唾液量が増加したにもかかわらず、唾液の粘性には明確な変化はみられなかった。唾液アミラーゼ活性はグリーンミントガム咀嚼においてのみ咀嚼直後と咀嚼5分後に低下した。心拍からみた交感神経活動は咀嚼前半の2.5分間にグリーンミントガムとコーヒーガムで上昇したが、グリーンミントガムでは咀嚼後半以降安静時レベルに戻ったことから、リラックス・ストレス緩和効果を有する可能性が示唆された。一方、脳波ではすべてのガムで波成分の低下と波

成分の上昇がみられ、ガム咀嚼による覚醒効果が示唆された。

### (2)カプサイシンによる口腔内刺激の効果

唾液分泌量では、5 基本味よりもカプサイシンは顕著な増加効果を示し、その増加効果は刺激後 6 分まで継続し、他の刺激よりも強力かつ持続的な効果を持つことが示された（図 1）。また、カプサイシン刺激による SIgA 分泌量の増加が認められ、口腔内免疫活性を高める可能性が示唆された。自律神経活動では、カプサイシン刺激中に交感神経活動の上昇が認められ、唾液中のアミラーゼ活性の上昇結果とあわせて、カプサイシンは自律神経を交感神経優位に変化させることが示された。脳波においては、カプサイシン刺激中に  $\alpha$  波、 $\beta$  波の変化は認められなかったが、 $\alpha$  波のパワーが上昇したことから、脳活動をより注意・覚醒状態に誘導することが示唆された。

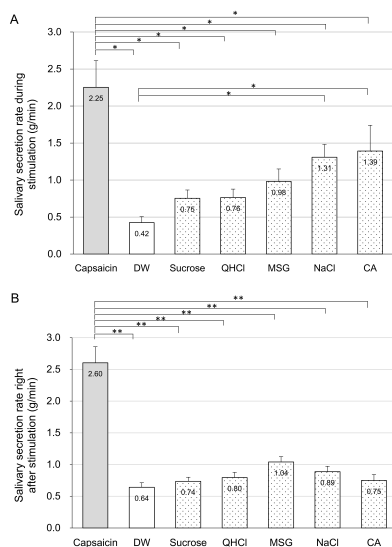


図 1 カプサイシンの唾液分泌促進効果

A. 1 分間の刺激中の唾液分泌量、B. 刺激直後の唾液分泌量、DW：純水、QHCl：塩酸キニーネ、MSG：グルタミン酸ナトリウム、CA：クエン酸、\*： $p < 0.05$ 、\*\*： $p < 0.01$

これらの結果から、カプサイシンによる口腔内刺激は、高く持続的な唾液分泌促進効果を持ち、口腔内の免疫機能を高めるとともに、

自律神経の活動的方向への変化と脳の覚醒方向への変化をもたらすことが示され、口腔への効果は辛味刺激と味覚刺激を併用することで、より促進されると考えられた。

### (3)カプサイシン含有ガムの咀嚼効果

#### 唾液および自律神経・脳活動への影響

唾液分泌については、3 種類のガム全てにおいて咀嚼中と咀嚼直後に有意な増加が認められたが、咀嚼前半(2.5 分)では、カプサイジングム、ベースガムともに無味ガムより高い増加効果を示し、咀嚼後半と咀嚼直後では、カプサイジングムが他のガムよりも高い増加効果を示した。唾液アミラーゼ活性はカプサイジングムのみ咀嚼後に増加し、交感神経活動を上昇させることが示された。心拍からみた自律神経活動では、副交感神経活動は 3 種類ともに咀嚼中に低下し、交感神経活動は、カプサイジングムとベースガムで有意な上昇、無味ガムで上昇傾向がみられ、カプサイジングムによる交感神経活動上昇が確認された。脳波では、3 種類のガムとも咀嚼中に  $\alpha$  波成分の増加と mid  $\beta$  波成分の減少が認められ、ガム間の差はみられず、咀嚼そのものに伴う変化と考えられた。

#### 作業効率と唾液への影響

3 条件で共通となる前半 15 分間の解答数については、前期に比較して、中期、後期で解答数が減少する共通の特徴がみられた。しかし、条件が異なる後半の解答数については、ガム咀嚼なしでは、中期から後期へと解答数が有意に減少していったのに対し、ベースガム咀嚼では後期に減少傾向が認められたのみで、カプサイジングムでは全く減少が認められなかった。このことは、ガム咀嚼、特にカプサイジングム咀嚼は、作業効率の低下を防ぐ可能性があることを示している。一方、後半 15 分間の計算後の唾液分泌量については、ガム咀嚼なし、およびベースガム咀嚼では有意な変化がなかったのに対し、カプサイジングム咀嚼では有意な増加がみられ、作業

時の口腔内環境を向上させる可能性が示唆された。

#### (4)本研究の総括

今回検討した従来ガムのフレーバーとして用いられているグリーンミントやコーヒーは、それぞれリラックス効果および持続的唾液分泌促進効果の特徴を有することが確認された。また、味やフレーバーに関わらず、ガム咀嚼そのものが交感神経活動を高め、脳波の 波成分の割合を増加させる作用があり、自律神経の活動的方向への変化および覚醒作用を発揮することが示唆された。今回新規成分として着目したカプサイシン含有ガムは、唾液分泌促進作用が著明で、交感神経亢進作用、脳の覚醒作用を介して作業効率向上にも役立つ可能性が示唆された。

#### <引用文献>

小島弘光 他：近赤外線分光法を用いた 2Hz ガム咀嚼時における前頭前野血流動態の測定．愛院大歯誌，50，435-440，2012．

石山郁朗，鈴木政登，佐藤誠，中村泰輔：心拍変動、唾液成分および脳波による咀嚼時交感・副交感神経系活動の評価．日咀嚼誌 16，55-69，2006．

丹羽政美，平松達，仲田文昭，濱屋千佳，小野木啓人，齋藤公士郎：ストレス緩和における咀嚼刺激の機能的有意性．日農医誌 54，661-666，2005．

中條信義，富岡重正，江口寛，高石和美，張剛太：ガム噛みがストレス反応に与える影響．日歯麻酔誌 35，346-353，2007．

Ebihara T, Takahashi H, Ebihara S, et al.: Capsaicin troche for swallowing dysfunction in older people. J Am Geriatr Soc, 53, 824-828, 2005.

#### 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 8 件)

Yoko Kono, Ayako Kubota, Masato Taira, Narumi Katsuyama, Kumiko Sugimoto, Effects of oral stimulation with capsaicin on salivary secretion and neural activities in the autonomic system and the brain. Journal of Dental Sciences, 査読有, 13 巻, 2018, 116-123, DOI: 10.1016/j.jds.2017.08.007

杉本 久美子，食べる機能を支えるしくみ．日本歯科衛生教育学会雑誌，査読無，8 巻，2017，10-16，<http://kokuhoken.net/jdshe/> Hiroko Imura, Masahiko Shimada, Yoko Yamazaki, Kumiko Sugimoto, Characteristic changes of saliva and taste in burning mouth syndrome patients. Journal of Oral Pathology and Medicine, 査読有, 45 巻, 2016, 231-236, DOI: 10.1111/jop.12350

Shizuka Tanaka, Naoko Uehara, Natsumi Tsuchihashi, Kumiko Sugimoto, Emotional relationships between child patients and their mothers during dental treatments. Journal of Dental Sciences, 査読有, 11 巻, 2016, 287-292, DOI: 10.1016/j.jds.2016.03.003

Taki Sekiya, Zenzo Miwa, Natsumi Tsuchihashi, Naoko Uehara, Kumiko Sugimoto, Analysis of physiological responses associated with emotional changes induced by viewing video images of dental treatment. Journal of Medical and Dental Sciences, 査読有, 62 巻, 2015, 11-18, DOI: 10.11480/620103

#### [学会発表](計 11 件)

Taki Sekiya, Kumiko Sugimoto, Tetsumasa Nakano, Michiyo Miyashin, Objective monitoring of psychological states of children during dental treatment. American Academy of Pediatric Dentistry -

Annual Session 2018, 2018 年

Shingo Kamijo, Kumiko Sugimoto, Yui Kasai, Meiko Oki, Tetsuya Suzuki, Investigation of the needs for prostheses and dental technicians in home-visit dental care in Japan. The 6th International Congress of Dental Technology, 2017 年

Yoko Kono, Ayako Kubota, Masato Taira, Kumiko Sugimoto, Effect of intraoral stimulation with capsaicin on salivary secretion and neural activity. 17<sup>th</sup> International Symposium on Olfaction and Taste, 2016 年

杉本 久美子, 食べる機能を支えるしくみ . 第 7 回日本歯科衛生教育学会, 2016 年

杉本 久美子, 味覚基礎研究から口腔保健研究への展開 第 80 回口腔病学会学術大会, 2015 年

長谷川愛, 大塚紘未, 杉本久美子, 口呼吸習慣と口臭および口唇機能との関連の検討 . 日本歯科衛生学会第 11 回学術大会, 2016 年

Kayo Kimura, Kazuo Shimazaki, Kumiko Sugimoto, Takashi Ono, Influence of habitual mouth-breathing on taste sensation. 94th General Session and Exhibition of The IADR, 2016 年

中禮宏, 立川皓太, 杉本久美子, 大木明子, 上野俊明, マウスガード装着による咬筋および主働筋筋活動の動態変化 . 第 80 回口腔病学会学術大会, 2015 年

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

杉本 久美子 (SUGIMOTO, Kumiko)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・非常勤講師

研究者番号 : 1 0 1 3 3 1 0 9

### (2)研究分担者

上條 真吾 (KAMIJO, Shingo)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・助教

研究者番号 : 4 0 7 2 5 2 2 2

土橋 なつみ (TSUCHIHASHI, Natsumi)

東京医科歯科大学・歯学部・非常勤講師

研究者番号 : 7 0 6 4 8 4 1 9

### (4)研究協力者

河野 葉子 (KONO, Yoko)

久保田 絢子 (KUBOTA Ayako)