

研究成果報告書

令和 6 年 6 月 20 日

公益財団法人本庄国際奨学財団

理事長 本庄八郎殿

貴財団より助成のありました研究の成果について下記のとおり報告します。

報告者 _____ 山本 登志子



記

1. 助成対象テーマ

慢性炎症予防・改善を目指した食品機能性の探索と機能性を付加した嚥下調整食の開発

2. 助成対象者

(所属) 岡山県立大学 保健福祉学部 栄養学科
(氏名) 山本 登志子

3. 共同研究者

(所属) 岡山県立大学 情報工学部 人間情報工学科
(氏名) 穂苅 真樹

(所属) 岡山県立大学 保健福祉学部 栄養学科
(氏名) 津嘉山 泉

(所属) 福山大学 生命工学部 健康栄養科学科
(氏名) 鴻池 優佳

(所属)
(氏名)

(所属)
(氏名)

4. 研究の目的

超高齢社会を迎えた我が国では、疾病予防とフレイル対策は最重要課題であり、喫食量を維持し疾病予防効果を付加した嚥下調整食の開発は意義深い。本研究の課題は、(1) 疾病予防のために、炎症誘導性脂質メディエーター合成系を標的とした食品機能性を探索し、その作用機序を明らかにすること (2) 機能性を付加した新規嚥下調整食を開発し、物性や嚥下機能測定による嚥下調整食適合性を評価することである。その課程で、生体信号を利用した、簡便で非侵襲的な生理的嚥下測定法の開発にも取り組む。これにより、今までにない食品機能性を付加した、個人に適合する嚥下調整食(テーラーメイド食品)の開発基盤の構築を目指す。

5. 研究の成果

1. 炎症誘導性脂質メディエーター合成系を標的とした食品機能性の探索

生活習慣病や慢性疾患は、基盤にある炎症の持続(慢性炎症)が引き金となって、発症あるいは重症化する。慢性炎症の予防や改善は、個人の健康や生活の質の維持だけでなく、我が国の医療費削減にも貢献する。我々は、炎症誘導性脂質メディエーター合成系を標的とした慢性炎症予防のための食品機能性を探索してきた。慢性炎症の予防や改善のための食品機能性の標的は、 $\omega 6$ 系不飽和脂肪酸のアラキドン酸より産生されるプロスタグランジン(PG) E_2 やロイコトリエン類(LTs)の合成酵素である。これまでに、自然薯にPGE₂合成系の誘導型シクロオキシゲナーゼ(COX)-2とマイクロソーム型PGE合成酵素(mPGES)-1の発現抑制効果と抗炎症・抗腫瘍効果を明らかにし、炎症性皮膚がんモデルマウスの腫瘍形成抑制と抗炎症効果が認められた。また、含有される機能性成分のジオスゲニンがマクロファージ特異的に作用して、急性あるいは慢性の肝炎の症状を改善することを明らかにした。また、ナツメグに含まれるマラバリコンCがLTs合成系初発酵素の5-lipoxygenase(5-LOX)とPGE₂の最終合成酵素であるマイクロソーム型PGE合成酵素-1(mPGES-1)を二重阻害することを見出し、慢性炎症性皮膚疾患の尋常性乾癬や好酸球性肺炎を改善することを明らかにした。

2. 簡便で非侵襲的な生理的嚥下機能測定法の構築

非侵襲的で客観的な指標評価が可能な嚥下機能計測システムとして、嚥下時の咽頭音を採取し、得られた波形から、評価パラメータとして、嚥下時間と嚥下音パワーを算出した。若年群(20-25歳)と高齢群(50-65歳)の男女を対象に測定を行ったところ、嚥下音パワーは男女差と食品物性の違いによって変化することが示された。また、若年群と高齢群の嚥下時間を比較したところ、女性では加齢による有意な変化は認められなかったが、男性では加齢により嚥下時間が有意に延長された。これらの結

5. 研究の成果（つづき）

果より、我々が開発した嚥下機能測定法は、男女差、年齢差、食品物性の違いを区別し、簡便で非侵襲的、客観的な評価系としての有用性が期待できる。

3. 機能性を付加した嚥下調整食の開発

慢性炎症予防効果が示された機能性食品の中でも、特に、特徴的な物性をもつ自然薯を利用して嚥下調整食開発に向けた基礎研究を行った。すりおろした自然薯は特有の粘性を有する。そこで、食品加工を容易にし、均一な材料として利用価値の高い低温乾燥粉末を調製して、嚥下調整食として利用するための物性評価と嚥下機能評価を行った。

3-1. 自然薯粉末を利用したとろみ剤としての物性評価

自然薯粉末をとろみ剤として調整し、キサンタンガムや市販のとろみ剤とともに粘度比較を行った。粘度測定は、日本摂食・嚥下リハビリテーション学会「嚥下調整食分類 2013」の基準の測定法に準じて、コンプレート型の回転粘度計を用いた。自然薯粉末溶液は、市販の増粘剤同様に、「嚥下調整食分類 2013」に示される「とろみ」に適合した粘度に調整可能であることが示された。また、様々な条件下における粘度の安定性を検討したところ、自然薯粉末溶液の粘度は、温度変化に対してやや安定性に欠けるものの、pH 変化に対する安定性や α -アミラーゼ抵抗性については、キサンタンガムや市販の増粘剤と同程度に良好であった。さらに、キサンタンガムや市販の増粘剤では、食塩添加量に依存して粘度が大きく低下するのに対して、自然薯粉末溶液は優れた安定性を示した。

3-2. 自然薯粉末溶液の嚥下機能適合性評価

嚥下難易度の異なる食品（ポタージュ、ヨーグルト、プリン）とヨーグルトと同程度のかたさに調整した自然薯粉末溶液について、若年群を被験者として嚥下音パワーを測定した。Texture Profile Analysis (TPA) によって求めたかたさ指数 (N/m^2) の常用対数と嚥下音パワーを比較したところ、食品のかたさ指数が大きくなるほど嚥下音パワーは低下することが示された。その中で、自然薯粉末溶液は、嚥下訓練者用モデル食材とされるヨーグルトと同程度の値を示した。また、レオロジー解析の結果からも、ヨーグルトと同様の物性を示すことが明らかとなり、自然薯粉末は、嚥下困難者用のとろみ剤として有用であることが示唆された。

以上の結果より、副作用の軽減が期待でき、炎症誘導性脂質メディエーターの産生を抑制する機能性食品を見出すことができた。また、新規な嚥下機能測定法を構築し、食品物性の違いを評価できる系としての有用性が示された。これらを活用し、慢性炎症予防効果を付加した嚥下調整食の開発が期待できる。

6. 今後の課題

慢性炎症予防のための機能性食品については、炎症誘導性脂質メディエーター合成系を標的とした候補食品が複数見出されている。いくつかの慢性炎症性疾患モデルマウスでの効果も検証した。今後は、その他のモデルでの有効性や、一方で長期投与における安全性についても検討する必要がある。さらに、ヒトを対象とした効果の検討も必要である。

嚥下機能評価系については、男女差や食品物性による違いを評価できる系として期待できる。今回は、限られた年齢層での比較にとどまっており、さらに幅広い年齢での比較を行う必要がある。それによって、さらなる本法の信頼性や有用性の実証に繋がる。また、実際の食事の摂取を考えた際、嚥下だけでなく咀嚼についても統合的に評価できる系が必要である。

機能性を付加した嚥下調整食開発の試みとして、最も研究成果が進んでいる自然薯粉末を用いたとろみ剤で実施し、物性評価と嚥下機能評価で適合性が示された。今後は、その他の機能性成分を用いた嚥下調整食開発にも取り組みたい。

7. 本研究に関する主な発表論文、投稿等

(論文を別送またはメールに添付して送付)

1. Yuka Konoike, Izumi Tsukayama, Mei Oji, Takayo Kawakami, Kayoko Ishii, Toshiko Suzuki-Yamamoto. A Thickening Agent Using *Dioscorea japonica* Powder Exhibits Suitable Properties for People with Dysphagia. *Foods* 12(21), 3943, 2023.
2. 應地 芽生, 鴻池 優佳, 丸岡 紗也, 津嘉山 泉, 山本 登志子. 栽培方法の違いが自然薯ペーストのテクスチャーにおよぼす影響. *岡山県立大学保健福祉学部紀要*. 29(1), 53-60, 2023.
3. Izumi Tsukayama, Yuki Kawakami, Asako Tamenobu, Keisuke Toda, Saya Maruoka, Yuki Nagasaki, Yoshiko Mori, Risa Sawazumi, Kensuke Okamoto, Keita Kanzaki, Hideyuki Ito, Yoshitaka Takahashi, Yoshimi Miki, Kei Yamamot, Makoto Murakami, Toshiko Suzuki-Yamamoto. Malabaricone C derived from nutmeg inhibits arachidonate 5-lipoxygenase activity and ameliorates psoriasis-like skin inflammation in mice. *Free Radic. Biol. Med.* 193, 1-8, 2022.

以上