

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：33101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11566

研究課題名(和文) 食品成分を利用したご飯の低グリセミックインデックス化に関する研究

研究課題名(英文) Suppressive effect of food components on postprandial plasma glucose levels

研究代表者

佐藤 真治 (Sato, Shinji)

新潟薬科大学・応用生命科学部・教授

研究者番号：70211943

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：グリセミックインデックス(GI)はその食品の固有な値ではなく、血漿中のエネルギー成分や栄養成分の状態によって大きく変動することが知られている。そこで、摂食後の血糖動態に及ぼす栄養成分の影響を明らかにすることを目的として検討を行った。実験動物としてWistar系雄性ラットを用いた。乳タンパク質やアミノ酸、乳化した油脂を経口投与30分後にマルトースを経口投与し、経時的に採血を行った。ロイシン、イソロイシン、油脂を併用経口投与した後の血糖曲線下面積は、マルトースを単独経口投与した後の値よりも有意に低く、摂食後の血糖値の上昇を抑制できることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脂質、タンパク質、食物繊維などの食品成分の併用摂取による血糖値の変動について詳細に検討した結果、糖質摂取後のGIが食品成分の併用摂取によって低下することが明らかとなり、糖質のGIが固有の値ではなく、低GI化が可能であることを明らかにした。血糖値上昇が緩やかな低GI食品は、糖尿病性神経障害・網膜症・腎症などの糖尿病合併症の発症予防に効果的である。本研究は、食品成分の併用摂取によって、糖質の低GI化が可能であることを示しており、糖尿病合併症の発症予防に効果を発揮する食事療法の構築に有用な情報を提供するものであり、学術的意義、社会的意義は大きいと考えられる。

研究成果の概要(英文)： It is known that the glycemic index (GI) is not a constant value, and the value of GI can be greatly fluctuated in accordance with the energy and nutritional content status in plasma. The aim of this study was to clarify the suppressive effect of the food components on the postprandial plasma glucose levels in rats. Alterations in plasma glucose, insulin and free fatty acids levels were determined after ingestion of maltose (1 g/kg) with or without food components such as fats, proteins, amino acids or dietary fibers. Plasma glucose levels were significantly lower after co-ingestion of 30 % fats, leucine or isoleucine compared with the control groups. These reductions of plasma glucose levels after co-ingestion of 30 % fats might be caused by the suppression of the gastrointestinal absorption of glucose in accordance with the delay of the gastric emptying rate.

研究分野：食品分析学

キーワード：グリセミックインデックス セカンドミール効果 血糖値 食品成分 油脂 アミノ酸 タンパク質 食物繊維

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

食品のグライセミックインデックス (GI) とは、ブドウ糖 50 g を摂取した後の血糖時間曲線下面積 (AUC) を 100 として、糖質 50 g を含む食品を摂取した後の AUC より算出される値であり、40 数年前に提唱された値である。欧米諸国を中心に GI に関する論文は非常に多く発表されており、日本においても 2002 年に日本 GI 研究会が設立され、数多くの GI に関する研究成果が発表されている。血糖値上昇が緩やかな低 GI 食品は、糖尿病性神経障害・網膜症・腎症などの糖尿病合併症の発症予防に効果的であることは揺るぎのない事実であり、食事療法に積極的に取り入れる必要がある。しかし、「米飯などは血糖値が上がり易い食品であるため、メタボリック症候群の発症予防には適さない食品であり、肥満症を招く恐れのある食品である」などの不適切な情報は払拭する必要がある。単糖類であるグルコースを多く含む食品や水分を多く含む食品を摂取すると、食物が素早く小腸へ移動するために血糖値が急激に上昇する。逆に、脂質・タンパク質・食物繊維を多く含む食品を同時に摂取すると、インクレチンなどの消化管ホルモンが分泌され、摂取した糖質が胃に長く滞留するために血糖値の上昇が緩やかになる。このように、食品の GI の値はその食品を単独で与えた場合の値であるが、複数の脂質・タンパク質・食物繊維などの食品成分を同時に摂取させた場合や調理方法を組み合わせることによって、同一食品の GI が大きく変動する。つまり、「食品の GI は不変な固有の値ではなく、脂質・タンパク質・食物繊維などの食品成分との併用摂取や種々の要因によって大きく変動する」ことを広く周知させることが重要であると考えた。これが本研究の着想に至った経緯であり、研究開始当初の背景である。

2. 研究の目的

国民健康・栄養調査の結果によると、「40~74 歳男性の 2 人に 1 人、女性の 5 人に 1 人が、メタボリック症候群が強く疑われる者または予備群である」と報告されている。糖尿病、高血圧症、脂質異常症などのメタボリック症候群を予防するためには、内臓脂肪蓄積型の肥満症の発症を予防し、インスリン抵抗性の惹起を阻止することが非常に重要である。インスリン抵抗性を伴う糖尿病や糖尿病性合併症は、血糖値の上昇を十分にコントロールすることによってその発症を予防することが可能になる。即ち、摂食後の血糖値上昇の穏やかな食品を積極的に摂取することや抗酸化物質を積極的に摂取することにより、インスリン抵抗性を伴う病気の発症予防が可能になると考えられている。

内臓脂肪量の増加は全身の糖代謝能を悪化させてインスリン抵抗性を惹起させる。運動療法や低 GI 食品を用いた食事療法など様々な手段によって内臓脂肪量の蓄積を減少させることは、糖代謝能を維持させるうえで重要であり、メタボリック症候群の発症予防に効果を発揮することが報告されている。食物繊維の摂取が多い群の肥満度は、食物繊維の摂取が少ない群に比べ有意に低くなることが報告されている。白パンを摂取した後の血糖値と血漿中インスリン濃度の上昇は、タンパク質を同時に摂取した場合に有意に抑制されることが報告されている。米飯を摂取する前にオリーブオイルなどの油脂をかけたサラダを摂食すると血糖値や血漿中インスリン濃度の上昇が抑制されることが報告されている。米飯の GI は、米穀の種類・調理方法・加工方法の違いによって、7~132 と非常に大きく変動することが報告されている。そこで本研究は、糖質摂取後の血糖値の上昇が脂質・タンパク質・食物繊維などの食品成分の摂取によって抑制されることを示し、糖質の GI が固有の値ではなく、脂質・タンパク質・食物繊維などの食品成分の摂取によって低 GI 化が可能であることを実証するために行われた。

3. 研究の方法

実験日前日に右頸静脈にカニューレを施した Wistar 系雄性ラット (10 週齢) を用いた。グリセリン脂肪酸エステルを用いて乳化した 30 % 油脂 (ナタネ油、魚油、混合油、中鎖脂肪酸油) を 6.7 mL/kg、乳タンパク質、カゼイン、ホエイ、バリン、ロイシン、イソロイシンを 480 mg/kg、難消化性デキストリン、カラギナン、大豆食物繊維を 180 mg/kg 経口投与 30 分後にマルトース (1 g/kg) を経口投与し、経時的に採血を行った。3 時間後再びマルトース (1 g/kg) を経口投与し経時的に採血を行った。血糖値、血漿中インスリン濃度、血漿中遊離脂肪酸濃度を測定し、摂食後の血糖動態とセカンドミール効果に及ぼす栄養成分の影響について検討を行った。

4. 研究成果

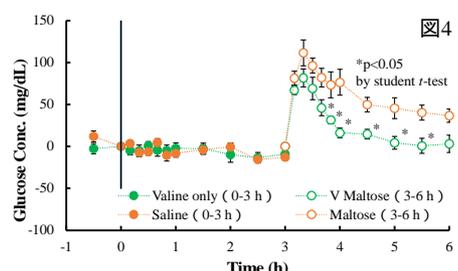
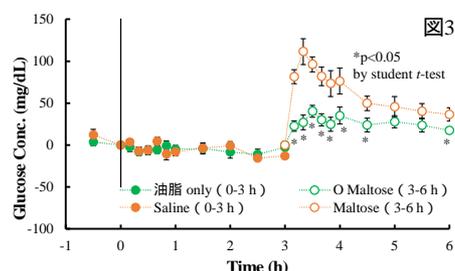
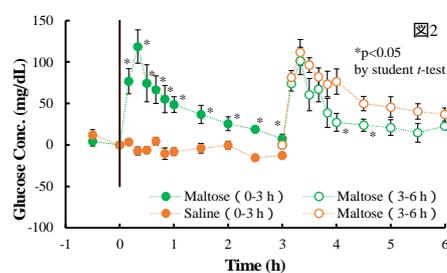
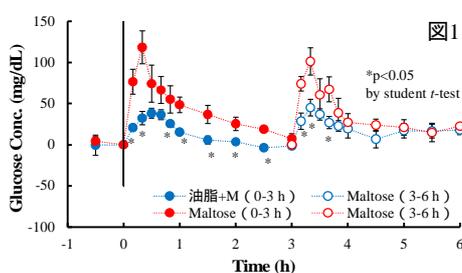
(1) 糖質摂取後の血糖動態に及ぼす栄養成分の影響

グリセリン脂肪酸エステルを用いて乳化した 30 % ナタネ油 (6.7 mL/kg) 経口投与後 30 分後にマルトース (1 g/kg) を併用経口投与後の血糖値の上昇は、マルトースを単独経口投与した後の血糖値の上昇に比べ有意に抑制されることが明らかとなった (図 1)。30 % 油脂 (ナタネ油、魚

油、混合油) ロイシン、イソロイシンを併用経口投与した後の血糖曲線下面積 (33 ± 5 、 51 ± 9 、 49 ± 9 、 33 ± 13 、 7 ± 11 mg/dL · h) は、マルトースを単独経口投与した後の値 (124 ± 20 mg/dL · h) よりも有意に低く、摂食後の血糖値の上昇を抑制できることが明らかとなった。これらの栄養成分の併用摂取によって、糖質摂取後の血糖値の上昇を抑制させることが判明した。

(2) セカンドミール効果に及ぼす栄養成分の影響

1 回目にマルトースを経口投与し、3 時間後に再びマルトースを経口投与した後の血糖値の上昇は、1 回目に生理食塩水だけを経口投与し、3 時間後にマルトースを経口投与した 4 と 4.5 時間後の血糖値の上昇に比べ有意に抑制されることが判明し、1 回目に糖質を摂取することによって、2 回目に摂食した後の血糖値の上昇が抑制される“セカンドミール効果”を期待できることが明らかとなった(図 2)。1 回目に 30% ナタネ油(6.7 mL/kg)だけあるいはパリン(480 mg/kg)を経口投与し、3 時間後にマルトースを経口投与した後の血糖値の上昇は、1 回目に生理食塩水だけを経口投与し、3 時間後にマルトースを経口投与した後の血糖値の上昇に比べ有意に抑制されることが判明し、ナタネ油あるいはパリンの単独投与によっても“セカンドミール効果”を期待できることが明らかとなった(図 3、4)。これらの結果は、糖質の GI が固有の値ではなく、脂質・タンパク質・食物繊維などの食品成分の摂取によって低 GI 化が可能であることを示している。



<引用文献>

- D J Jenkins, T M Wolever, R H Taylor, H Barker, H Fielden, J M Baldwin, A C Bowling, H C Newman, A L Jenkins, D V Goff, Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange, *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1981, 362-366
- O G Kolterman, J Insel, M Saekow, J M Olefsky, Mechanisms of insulin resistance in human obesity: evidence for receptor and postreceptor defects, *J. Clin. Invest.*, **65**, 1980, 1272-1284
- K Murakami 1, S Sasaki, H Okubo, Y Takahashi, Y Hosoi, M Itabashi, Dietary fiber intake, dietary glycemic index and load, and body mass index: a cross-sectional study of 3931 Japanese women aged 18-20 years, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **61**, 2007, 986-995
- H Meng, N R Matthan, L M Ausman, A H Lichtenstein, Effect of prior meal macronutrient composition on postprandial glycemic responses and glycemic index and glycemic load value determinations, *Am. J. Clin. Nutr.*, **106**, 2017, 1246-1256
- 金本 郁男, 井上 裕, 守内 匡, 山田 佳枝, 居村 久子, 佐藤 眞治, *糖尿病*, **53**, 2010, 96-101
- B Kaur, V Ranawana, J Henry, The Glycemic Index of Rice and Rice Products: A Review, and Table of GI Values, *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.*, **56**, 2016, 215-236

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------