

アミロース含有率が糖質食後の血糖応答に及ぼす影響

齊藤, 篤司
九州大学健康科学センター

<https://doi.org/10.15017/748>

出版情報：健康科学. 25, pp.49-53, 2003-03-25. 九州大学健康科学センター
バージョン：
権利関係：

— 原 著 —

アミロース含有率が糖質食後の血糖応答に及ぼす影響

齊 藤 篤 司^{1)*}

Effects of Amylose Content of Starch on Postprandial Glycemic Responses in Healthy Japanese Male

Atsushi SAITO^{1)*}

Abstract

The belief that meals containing simple sugars result in higher blood glucose concentrations than meals containing equivalent amounts of starches persists in the general public. Because it was believed that starchy food digest slowly and result in low blood glucose. Yet, relationships between meal composition and resulting blood glucose changes is not so simple. After meals, blood glucose and serum insulin levels in normal and diabetic subjects vary markedly and depend on amylose content of starch in diet. In order to investigate the differences in glucose and insulin response to rice and rice cake which containing different levels of amylose. Each carbohydrate load contained 75 gm. of glucose. Seven healthy males participated in this study after an overnight fast. Mean age, height, body weight, body mass index of the subjects were 25.0 ± 1.3 years, 177.0 ± 3.3 cm, 73.5 ± 4.6 kg, 23.4 ± 1.1 , respectively. There were no significant differences between plasma glucose responses and the total area under the plasma glucose curve for each of the oral carbohydrate loads. Moreover, there were no significant differences between the rate of area under the plasma glucose curve for each carbohydrate to glucose. These findings indicate that both of the carbohydrates may not be a low-glycemic response food for Japanese. Confirming previous research, the classification of a carbohydrate as complex carbohydrate does not predict its post-ingestion effects on blood glucose or serum insulin levels.

Key words: plasma glucose, serum IRI, amylose, amylopectin, rice, rice cake

(Journal of Health Science, Kyushu University, 25: 49-53, 2003)

緒 言

様々な炭水化物に対する血糖や血清インスリンの応答を明確にすることにより、過剰な血糖応答とインスリン分泌、そして、これに伴うインスリン抵抗性、耐糖能低下を引き起こす危険性を減少させることが可能である。低グリセミック・インデックス (GI: glycemic index) 食は糖の利用を促し、インスリンの

感受性を亢進するという報告もある⁶⁾⁹⁾。GIを決定する要因の1つとして、炭水化物食品のデンプンに占めるアミロースとアミロペクチンの構成比が知られている。デンプンに占めるアミロースとアミロペクチンの割合が糖代謝に影響を及ぼし¹⁾²⁾、アミロース含有率の高いでんぷんの摂取はインスリン応答の正常化に有効であり³⁾、高いアミロース含有率を有する米の有効性も示されてきた³⁾¹⁴⁾。

1) 九州大学健康科学センター Institute of Health Science, Kyushu University

*連絡先: 九州大学健康科学センター 〒816-8580 福岡県春日市春日公園6-1 Tel/fax: 092-583-7854

Correspondence to: Institute of Health Science, Kyushu University 6-1 Kasuga-koen, Kasuga, Fukuoka 816-8580, Japan
Tel/fax: +81-92-583-7854 E-mail: saito@ihs.kyushu-u.ac.jp

米のGIは米の種類により異なり、グルコースに対する血糖応答を100としたとき64~93とされている¹⁰⁾。この中で低いGIを示す米は、長粒種でアミロース含有率が30%前後と高い割合を占める。これに対し、日本人が主に摂取している米のアミロースの含有率は約15~20%であり、GIは85前後である。しかし、筆者が日本人の耐糖能正常被検者を対象に精白米ごはん摂取後の血糖応答について検討した結果¹⁰⁾、同量の糖質を含むグルコース水溶液と同様の血糖及び血清インスリン応答を示した。このような報告は欧米人を対象とした先行研究では見られない。さらに、近年、我が国では一度炊飯したご飯を冷凍もしくは冷蔵保存し、利用する際、固くならないようアミロース含有率が数%の低アミロース米が用いられている。これは健康のために低GI食が推奨されている時代に逆行する可能性がある。

そこで、このような精白米ごはんに対する高い血糖応答が日本人が通常摂取している米のアミロース含有率によるものかどうかを検討するため、アミロース含有率がほぼ0%とされる餅を対照として検討した。

方 法

1. 被検者

被検者は本実験の主旨および危険性に関する説明を受けた上で、協力を承諾して参加した7名の成人男性とした。

被検者の空腹時血糖値 ($94.0 \pm 2.0 \text{ mg/dl}$) はすべて正常であった。また、グルコース75g経口摂取の結果、摂取後2時間の血糖値も $84.1 \pm 4.1 \text{ mg/dl}$ と正常値を示した。

2. 実験手順

被検者は実験前日できるだけ運動を避け、夜10時までに食事を終了した。また、以降は水以外の摂取を禁じた。当日は歩行を避け、朝9時までに実験室に来室し、その後30分間の座位安静を保持した。糖摂取前の採血を行った後、グルコース75gの水溶液300mlと蒸留水200ml、グルコース75gに相当するごはん235gもしくは餅139gを蒸留水（グルコース摂取との重量差分）とともに摂取した。また、摂取終了後から、30、60、90、120分に採血を行った。実験中は座位安静とし、飲食、喫煙は禁止した。グルコースの調製およびごはんの炊飯に用いた水はすべて蒸留水とした。餅は市販のものを電子レンジで加熱した。各糖質は室温（22℃）

で摂取された。各糖質の摂取実験は1週間以上の間隔をおいて、順不同に行われた。

3. 測定項目

肘静脈から血液を採取し、2mlをフッ化ナトリウム入りのチューブに分注し、血漿グルコース（酵素電極法、以下血糖）の測定に供した。また、7mlを遠心分離し、血清を血清インスリン値（IRMA法、以下血清IRI；immunoreactive insulin）の測定に供した。得られた血糖及び血清IRI曲線から、曲線下の面積を算出した。さらに、グルコース水溶液摂取後の血糖曲線面積及び血清IRI曲線面積をを100とした際のご飯および餅摂取後の血糖曲線面積及び血清IRI曲線面積の割合を血糖曲線面積比および血清IRI曲線面積比とした。

4. 統計処理

糖摂取に伴う血糖値および血清IRI値の経時的変化は繰り返しのある分散分析を用いた。糖摂取後の血糖曲線面積および血清IRI曲線面積の比較には

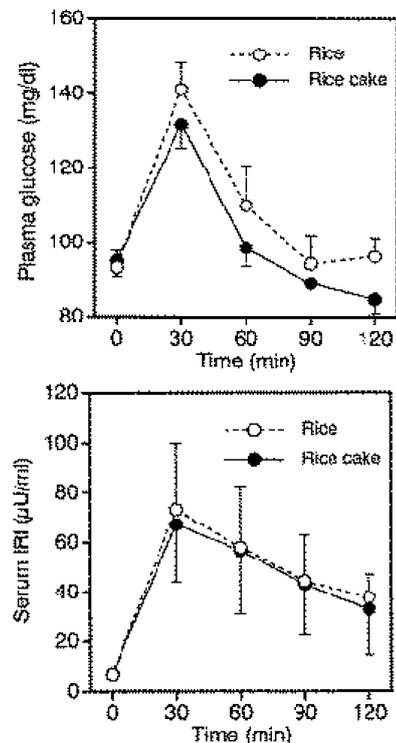


Fig. 1 Plasma glucose (upper) and serum IRI (bottom) responses after the ingestion of Rice (○) and Rice cake (●). Values are mean \pm SE.

Mann-Whitney の U 検定を用いた。結果はすべて平均値±標準誤差で示し、 $p < .05$ を有意とした。

結 果

1. 血糖値

糖質負荷後の血糖値の変化を図1に示した。糖摂取前の血糖値はご飯および餅摂取前でそれぞれ 93.3 ± 2.5 , 95.1 ± 2.7 mg/dl と両実験間に差はなかった。繰り返しのある分散分析の結果、糖摂取後の血糖値は有意な変化を示した。しかし、両糖質間に差は認められず、時間要因との交互作用も認められなかった。その結果、両糖質摂取に伴う血糖曲線面積はご飯摂取および餅摂取でそれぞれ 13202.1 ± 786.8 , 12285.0 ± 224.5 mg/dl · 120min と差は認められなかった (図2)。

2. 血清 IRI 値

糖負荷後の血清 IRI の変化を図1に示した。糖摂取前の血清 IRI 値はご飯および餅摂取前でそれぞれ 6.3 ± 1.4 , 6.7 ± 1.1 μ U/ml と両実験間に差は認められ

なかった。繰り返しのある分散分析の結果、糖摂取後の血清 IRI 値は有意な変化を示した。しかし、両糖質間に差は認められず、時間要因との交互作用も認められなかった。両糖質摂取に伴う血清 IRI 曲線面積はご飯、餅摂取でそれぞれ 5916.6 ± 2211.6 , 5599.7 ± 2345.8 μ U/ml · 120min と両糖質間に差は認められなかった (図2)。

3. 血糖曲線面積比および血清 IRI 曲線面積比

グルコース摂取時の血糖曲線面積に対するご飯および餅摂取時の血糖曲線面積の比はそれぞれ 97.2 ± 8.4 %, 99.6 ± 5.3 %と両糖質間に差はなかった。また、血清 IRI 曲線面積の比もそれぞれ 84.0 ± 10.5 %, 77.6 ± 11.5 %と両糖質間に差はなかった。

考 察

種々の糖質に対する血糖応答は個人間で差がある。しかし、グルコースに対する血糖応答を基準に、これに対する種々の糖質に対する血糖応答の比を用いると、

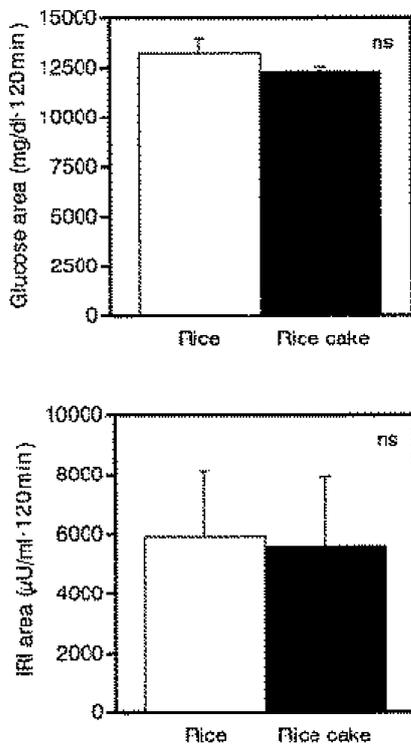


Fig. 2 Areas under the plasma glucose (upper) and serum IRI (bottom) response curves after the ingestion of Rice (□) and Rice cake (■). Values are mean±SE.

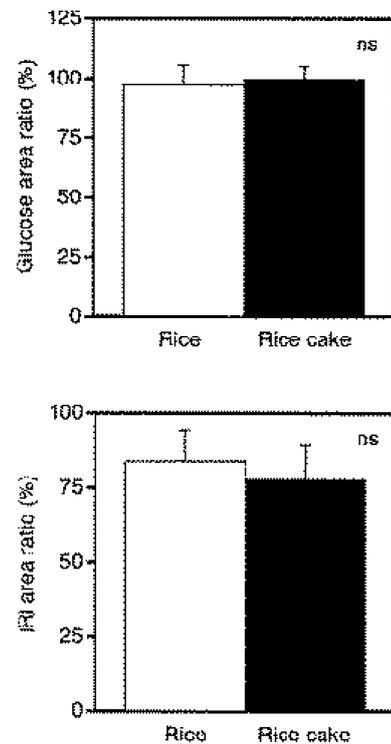


Fig. 3 Ratio of areas under the plasma glucose (upper) and serum IRI (bottom) response curves after the ingestion of Rice (□) and Rice cake (■) to glucose. Values are mean±SE.

ある糖質に対する血糖応答の比の個人間の差がなくなり、その糖質固有の血糖応答 (GI: glycemic index) として用いることが可能となる^{5) 7) 11-13)}。

このような糖質固有の GI をもたらす要因の 1 つとして、デンプン食品ではデンプンに占めるアミロースとアミロペクチンの含有率が知られている。アミロース含有率の高い食事を継続した結果、一過性、長期のいずれにおいても経口糖負荷試験に対する血糖および血漿インスリン応答が低下やインスリンの感受性の亢進を伴う糖代謝の改善が報告されている^{2) 3) 4)}。アミロースはグルコースが直鎖状に結合した螺旋構造を持ち、アミロペクチンは分枝構造を持つ。その結果、アミロペクチンはアミロースに比し、分子当たりのデンプン分解酵素の作用を受ける表面積が大きくなる。さらに、アミロースの螺旋状の構造は構造中に水を保持し、ゲルを形成しやすいのに対し、アミロペクチンはゲル化しづらい。結果として消化・吸収されやすいとされている¹⁾。したがって、高アミロースと高アミロペクチン含有の食事を摂取させた際、アミロース含有率の高い食事において低い血糖および血漿インスリン応答が報告されている¹⁾。

本研究で用いられた餅は、アミロース含有率がほぼ 0% とされるもち米からつくられており、精白米ご飯に比し、高い血糖応答を示すことが予測された。しかし、摂取後の血糖応答、血清 IRI 応答ともに両糖質摂取間に差は認められなかった。両糖質食間の血糖応答に違いが生じなかったことに関しては、本研究で用いた米のアミロース含有率が一般に低い血糖応答を示すとされる米のアミロース含有率ほど高くなかったことによるかもしれない。日本人が主に摂取している米のアミロースの含有率は 15~20% で、低い血糖応答や低 GI が報告されている米のアミロース含有率は 23~28% である^{4) 8)}。したがって、低 GI 食としてのメリットを米に求める場合、少なくともアミロース含有率が 25% を越えるものである必要があることが示唆されるが、低 GI を示す米の多くが長粒種であり、我が国では主食として用いられることはない。しかし、市販の弁当等に柔らかさを保つためアミロース含有率 5~6% の低アミロース米が使用されることを考えると、さらに高 GI 食にさらされる可能性が高まる。

また、GI に相当するグルコース摂取時の血糖曲線面積に対するご飯および餅摂取時の血糖曲線面積の比はそれぞれ 97.2±8.4%、99.6±5.3% とグルコース水溶液摂取に対する血糖応答と差がなかった。このような、精白米ご飯がグルコースと同様の高い血糖応答を示す

先行研究は見られない。本研究における血糖の面積比は GI と同じものとして比較はできないが、血糖応答の大きさを決定する要因が単にアミロース含有率にともなう消化・吸収速度ではないことは明らかである。耐糖能低下者の急増が危ぶまれる現在、米やアミロース含有率も含め血糖応答に影響する要因を日本人を対象に検討される必要がある。

ま と め

グルコース 75g と等量の糖質を含むご飯と餅に対する血糖および血清インスリン値の応答について検討した。被検者は耐糖能正常な成人男性 7 名であった。結果を以下に要約する。

1. 反復測定分散分析の結果、両糖質摂取後の血糖応答に有意な差は認められず、血糖曲線面積も両糖質間に差は認められなかった。
2. 反復測定分散分析の結果、両糖質摂取後の血清 IRI 応答には有意な差が認められず、両糖質摂取後の血清 IRI 値曲線面積も両糖質間に差は認められなかった。
3. グルコース水溶液摂取後の血糖曲線面積を 100 とした際のご飯および餅摂取後の血糖曲線面積の割合はそれぞれ 97.2±8.4%、99.6±5.3% とグルコース摂取に対する血糖応答と差がなかった。

参 考 文 献

- 1) Behall KM, Scholfield DJ and Canary J (1988): Effect of starch structure on glucose and insulin responses in adult. *Am J Clin Nutr*, 47: 428-432.
- 2) Behall KM, Scholfield DJ and Canary J (1989): Diets containing high amylose vs amylopectin starch: effects on metabolic variables in human subjects. *Am J Clin Nutr*, 49: 337-344.
- 3) Behall KM and Howe JC (1995): Effect of long-term consumption of amylose vs amylopectin starch on metabolic variables in human subjects. *Am J Clin Nutr*, 61: 334-340.
- 4) Goddard MS, Young G and Marcus R (1984): The effect of amylose content on insulin and glucose responses to ingested rice. *Am J Clin Nutr*, 39: 388-392.
- 5) Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH,

- Barker H, Fielden H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL and Goff DV (1981): Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr*, 34: 362-366.
- 6) Jenkins DJA, Wolever TMS, Collier G (1987): Metabolic effects low-glycemic-index diet. *Am J Clin Nutr*, 46: 968-975.
- 7) Jenkins DJA, Wolever TMS and Jenkins AL (1988): Starchy foods and glycemic index. *Diabetes Care*, 11 (2): 149-159.
- 8) Miller JB, Pang E and Bramall L (1992): Rice: a high or low glycemic index food? *Am J Clin Nutr*, 56: 1034-1036.
- 9) Ritz P, Krempf M, Cloarec D, Champ M and Chabonnel B (1991): Comparative continuous-indirect-calorimetry study of two carbohydrates with different glycemic indices. *Am J Clin Nutr*, 54: 855-859.
- 10) 齊藤篤司 (1999): 日本人の精白米摂取時の血糖および血清インスリンの応答. *J East Asian Sport and Exercise Science*, 3: 9-15.
- 11) Wolever TMS and Jenkins DJA (1986): The use of glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *Am J Clin Nutr*, 43: 167-172.
- 12) Wolever TMS, Jenkins DJA, Jenkins AL and Josse RG (1991): The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr*, 54: 846-854.
- 13) Wolever TMS (1992): Glycemic index versus glycemic response: nonsynonymous terms. *Diabetes Care*, 15: 1436-1437.
- 14) Wolever TMS, Katzman-Relle L, Jenkins AL, Vuksan V, Josse RG and Jenkins DJA (1994): Glycemic index of 102 complex carbohydrate foods in patients with diabetes. *Nutrition Research*, 14 (5): 651-669.