

女子大学生のインスリン抵抗性と 食後血糖値に関する研究 (第 2 報)

若本 ゆかり*

Study of Insulin Resistance and Postprandial Blood Glucose Levels in Female University Students. (Report II)

Yukari WAKAMOTO

The objective of this study was to determine insulin resistance and postprandial blood glucose levels, in terms of lifestyle-related diseases including diabetes mellitus, in college-aged young women.

The subjects comprised 12 healthy college-aged women. Blood glucose levels were measured using a convenient self-measurement tool for blood glucose at the following time points: under fasting conditions and at 15, 30, 45, 60, 90, and 120 minutes after a meal. The study meals comprised rice, potatoes, and sweet potatoes. The study meals were ingested either freshly cooked or after refrigeration. The area under the blood glucose concentration curve (IAUC) after a rice meal was divided into a high IAUC group and low IAUC group and the 2 groups compared. Postprandial blood glucose levels were higher when the meal was eaten immediately after cooking versus after refrigeration, even with the same type of food. Differences were particularly marked in the high IAUC group. Fluctuations in blood glucose levels were also greater in the high IAUC group.

To prevent lifestyle-related diseases, it is important to determine the prevalence of insulin resistance in young people, and to initiate edification and interventions from an early stage.

Key words : female university students, postprandial blood glucose levels, starchy foods

緒 言

糖尿病をはじめとする生活習慣病の一次予防には、健康管理に対する動機づけが大切である。特に血糖コントロールにおい

ては食後高血糖を改善し、血糖値の高低の変動を抑えることが重要である¹⁾。近年では若年層においても、75g OGTT (Oral Glucose Tolerance Test) の結果から、耐糖能異常や境界型の存在が確認されるこ

キーワード：女子大学生，食後血糖値，でんぷん質食品

※ 本学人間生活学部食品栄養学科

と^{2,3)}、75g OGTTでは正常型と判定された若年健常者にも食後高血糖を示す者があること⁴⁾、インスリン抵抗性指標は体脂肪率と高い正の相関を示すこと⁵⁾が報告されている。さらに前報ではHOMA-Rの高い者の方が血糖値の高低差があり、変動が大きいことが明らかとなった⁶⁾。

耐糖能異常が認められた若年女性においては、極端な糖質制限や欠食などによるインスリン分泌能低下が示唆されている⁷⁾。

これらの結果より、生活習慣病の予防および生活習慣の改善には、若年者のインスリン抵抗性を把握し、有病者数が増加する40歳台以前の若年層にむけた罹患性や重大性を認知させる早期からの教育的介入が望まれる。

近年では、レジスタントスターチの食後血糖上昇抑制作用が報告されている⁸⁻¹⁰⁾。レジスタントスターチについての報告では、調理方法により含有量が異なること^{11,12)}、でんぷん質食品の中でも、いも類は米飯やパンに比べ血糖・インスリン反応が大きいこと¹³⁾、前報ではじゃがいものIAUCが大きい結果であったこと⁶⁾から、今回はでんぷん質食品とその調整方法に着目し、同一食品を加熱調理直後および冷蔵保存後という異なる状態で摂取した際の食後血糖値への影響について検討を試みた。

方 法

対象者は同意の得られた健常な女子大学生12名である。前報と同様に⁶⁾、血糖測定は自己検査用グルコース測定器（ニプロフリースタイルフリーダム ライト ニプロ株式会社製）を用いて、空腹時、検査食摂取後15、30、45、60、90、120分の血糖値を測定し、血糖上昇曲線下面積（IAUC）を算出した。

米飯は冷蔵で販売されているもの（以下、冷）とそれを電子レンジ（500W）で約20

～40秒間温めたもの（以下、温）を検査食とした。じゃがいもとさつまいもはラップに包み電子レンジ（500W）で約6分間加熱した直後のもの（以下、温）と加熱後氷水で速やかに冷却し、冷蔵庫で保存したものの（以下、冷）を検査食とした。糖質量は同一となるよう供給量を調整した。対象者には空腹時に75gOGTTを行い、血糖値とインスリン値を経時的に測定した。

検査食の糖質量は、前報⁶⁾と同様に、40gに設定した。

検査前10時間以上は水・茶以外絶食とし、前回の検査から1週間以上間隔を空けて実施した。検査食摂取時の水分は水150ml程度、飲食時間は5～10分、咀嚼は自由咀嚼とし、摂取後は検査終了まで絶飲食とした。

採血は岡山クリニックに、分析は岡山医学検査センターに委託した。

なお、本研究はノートルダム清心女子大学研究倫理審査委員会の承認を得たものである。

米飯（冷）を基準食とし、この血糖上昇曲線下面積（IAUC）中央値で高群と低群の2群に分け、比較検討を行った。統計解析は、IAUC高群と低群の2群間の比較はMann-Whitney検定を、検査食間の血糖値の比較はWilcoxon符号付順位和検定を用いて検討した。解析には、統計ソフトIBM SPSS Statistics 22 for Windows（日本IBM株式会社）を用い、有意水準は5%とした。

結 果

対象者の年齢、体重、BMI、体脂肪率、血液生化学検査値を表1に示す。

表 1 血液検査結果

	高群(n=6)	低群(n=6)	p value
年齢(歳)	20.3 ± 0.5	20.7 ± 0.5	n.s.
BMI(kg/m ²)	19.6 ± 2.0	20.7 ± 3.0	n.s.
体脂肪率(%)	26.5 ± 2.4	28.8 ± 4.9	n.s.
Hb(g/dl)	13.4 ± 0.9	13.1 ± 0.5	n.s.
T-CHO(mg/dl)	195.3 ± 35.5	171.7 ± 37.3	n.s.
TG(mg/dl)	68.8 ± 21.0	61.3 ± 26.1	n.s.
HDL-C(mg/dl)	66.0 ± 26.1	64.8 ± 11.7	n.s.
LDL-C(mg/dl)	113.5 ± 29.8	97.3 ± 29.4	n.s.
HbA1c (NGSP値)(%)	5.3 ± 0.1	5.2 ± 0.2	n.s.
75gOGTT			
血糖0分(mg/dl)	84.0 ± 5.6	83.3 ± 8.8	n.s.
血糖30分(mg/dl)	130.2 ± 18.8	136.2 ± 25.4	n.s.
血糖60分(mg/dl)	109.2 ± 27.7	119.5 ± 23.7	n.s.
血糖120分(mg/dl)	103.8 ± 20.6	101.3 ± 13.0	n.s.
インスリン0分(μU/ml)	6.8 ± 2.6	6.7 ± 4.4	n.s.
インスリン30分(μU/ml)	73.8 ± 31.9	56.5 ± 31.6	n.s.
インスリン60分(μU/ml)	70.4 ± 51.3	40.6 ± 36.0	n.s.
インスリン120分(μU/ml)	58.0 ± 11.7	46.3 ± 16.2	n.s.
HOMA-R	1.4 ± 0.6	1.4 ± 0.9	n.s.

n.s.:not significant

対象者の OGTT1 時間値が 180mg/dl 以上の者、2 時間値が 140mg/dl 以上の者、および空腹時血糖値が 110 mg/dl 以上の者はいずれもいなかった。HbA1c も全員 4.6 - 6.2 の基準範囲内であり、検査値も 2 群間に有意な差は認められなかった。

検査食別の IAUC を図 1 示す。IAUC 高群の方が、(温) (冷) による違いが大きい傾向であった。

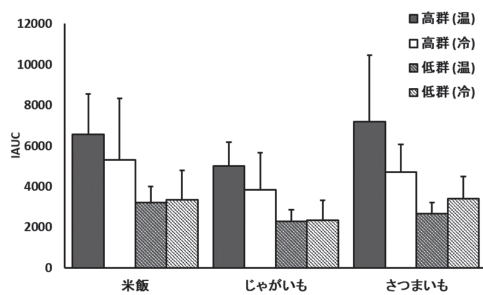


図 1 検査食別 IAUC

IAUC 高群と低群の 2 群間の各検査食摂取後の血糖値の推移を図 2 ~ 7 に示す。

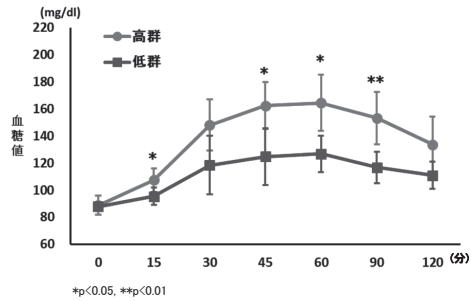


図 2 米飯 (温) 摂取後の血糖値の推移

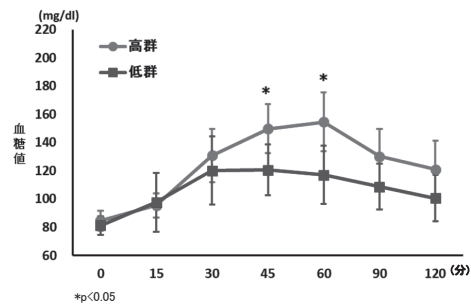


図 3 米飯 (冷) 摂取後の血糖値の推移

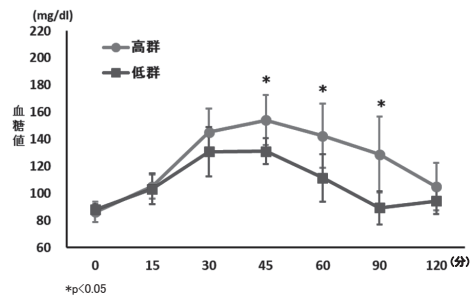


図 4 じゃがいも (温) 摂取後の血糖値の推移

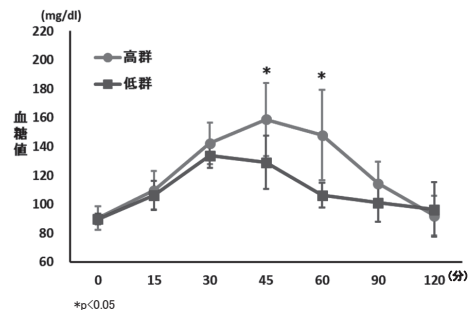


図 5 じゃがいも (冷) 摂取後の血糖値の推移

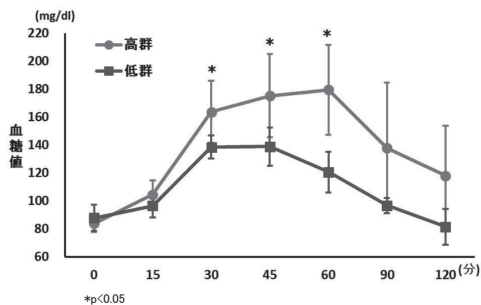


図6 さつまいも(温)摂取後の血糖値の推移

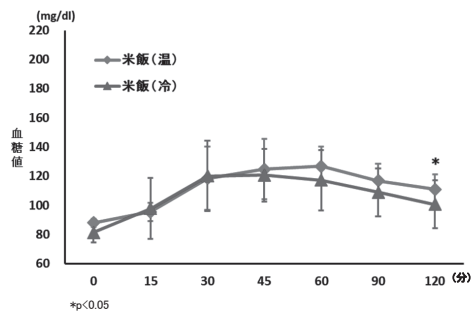


図9 米飯摂取後の血糖値の推移(低群)

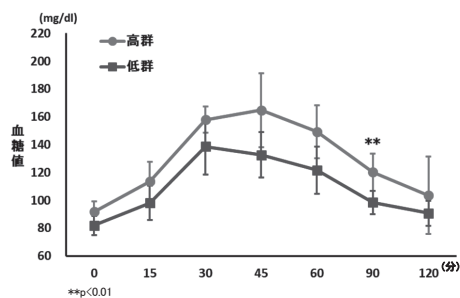


図7 さつまいも(冷)摂取後の血糖値の推移

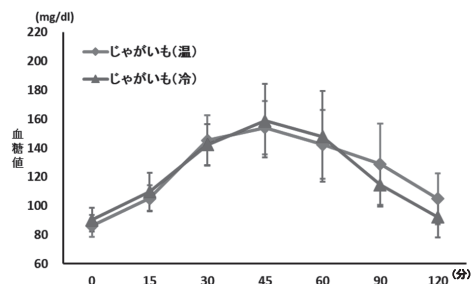


図10 じゃがいも摂取後の血糖値の推移(高群)

IAUC 高群と低群の2群間では、食後15分～90分に有意差が認められ、いずれもIAUC高群が高値であった。また(温)の方が、2群間での有意差が顕著であり、(温)(冷)別にみると(温)ではピークまでの上昇幅が大きく、(冷)では下降が遅い傾向がみられた。この傾向は特にさつまいもで顕著であり、有意差のある食後経過時間が(温)と(冷)とで異なっていた。

IAUC 高群、低群別に(温)(冷)間での血糖値の推移を図8～13に示す。

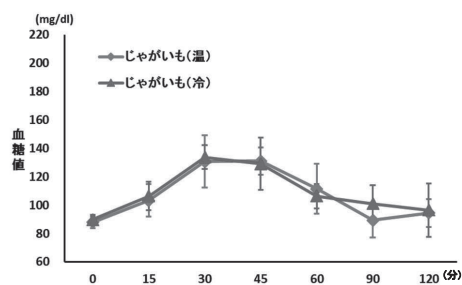


図11 じゃがいも摂取後の血糖値の推移(低群)

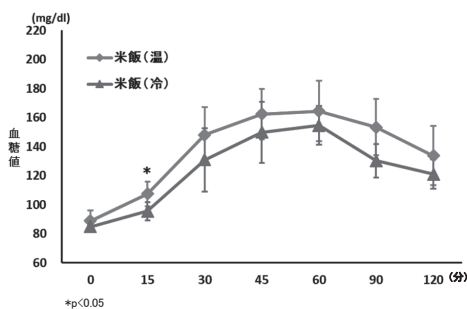


図8 米飯摂取後の血糖値の推移(高群)

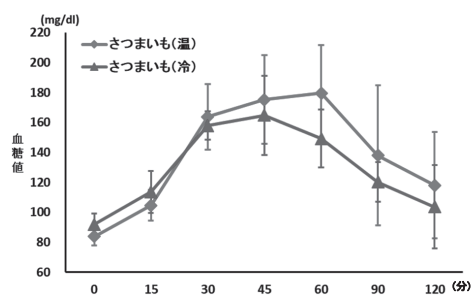


図12 さつまいも摂取後の血糖値の推移(高群)

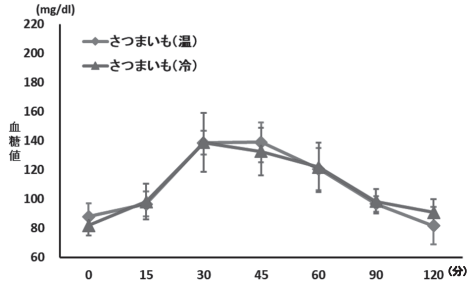


図 13 さつまいも摂取後の血糖値の推移(低群)

IAUC 高群の米飯摂取後 15 分、IAUC 低群の米飯摂取後 120 分の血糖値に有意差が認められ、いずれも (温) の方が高値であった。IAUC 高群のさつまいも摂取後の血糖値の推移も、(温) の方が上昇が大きく、下降が遅い傾向がみられたが、個人差が大きく (温) (冷) 間で有意な差は認められなかった。一方 IAUC 低群では (温) (冷) ともに大きな変化はみられなかった。

考 察

IAUC 高群は低群に比べて食後血糖値の上昇が大きく、特に (温) の方が、2 群間での有意差が顕著であった。また IAUC 低群では検査食の (温) (冷) による違いはほとんどみられなかったのに対し、IAUC 高群では米飯とさつまいもにおいて (温) より (冷) の方が食後血糖値の上昇が低い傾向であった。これにはレジスタントスターチの効果も考えられる。

レジスタントスターチ量は、調理方法の影響を受け^{12, 14)}、じゃがいもについては蒸す、焼く、あるいは茹でたのちに冷蔵庫で 24 時間冷却することで増加することが報告されている^{12, 15)}。今回、検査食別のレジスタントスターチ量を確認することはできなかったが、IAUC 高群にみられた (温) (冷) による食後血糖値の違いは、レジスタントスターチによる血糖上昇抑制効果の関与も推測される。ただし IAUC 低

群では高群ほどの効果は認められなかったことから、対象により効果のあらわれ方が異なることが考えられる。

効果のあらわれ方について、グリセミックインデックス (Glycemic Index : GI) の血糖コントロールに対する評価を検討した報告¹⁶⁾では、GI の効果が得られやすいのは、健常者でもやや血糖値が高めであったり、インスリン分泌がやや亢進している症例、耐糖能異常者、あるいは軽度の糖尿病患者であり、健常者あるいは非常に血糖コントロールが悪い例ではあらわれにくいとされている¹⁷⁾。今回の (冷) でみられた食後血糖上昇抑制も、この報告と同様に IAUC がやや高めの高群でよりあらわれやすかったものと考えられる。

また朝食を欠食すると、昼食後の血糖値上昇状態が継続することが報告されている¹⁸⁾。今回の検査食摂取のタイミングは、空腹時間の長さから朝食欠食に近い状態であると考えられ、IAUC 高群のように食後血糖値の上昇および変動の大きい対象者では、そうでない者に比べて、朝食欠食後に摂取する食事の食後血糖値上昇に与える影響のより大きいことが推測された。

以上の結果より、若年者において既に食後血糖値の上昇が大きい者が存在するが、レジスタントスターチや GI による抑制効果もあらわれやすいことから、これを動機づけとして早期から教育的介入を行うことが必要と考えられた。介入内容としては、血糖値が上がりやすくなるようなでんぷん質食品に偏った食事を避ける、その調理方法についても注意を促す、朝食欠食を避けるなどの指導である。早期から介入することで、食後血糖値が上昇しやすい食事や行動が習慣化するのを防ぎ、食生活習慣の改善につながることを期待できる。若年層を対象とした、これらについての周知を促す教育的介入を行うことにより、自己管理能力

の育成、さらには生活習慣病の一次予防に貢献できると考えた。

要 約

本研究では、糖尿病を含めた生活習慣病予防の観点から、女子大学生のインスリン抵抗性および食後血糖値の実態把握を目的とした。

対象は同意の得られた健常な女子大学生12名である。血糖値は、簡易型自己血糖測定器を用いて、空腹時および検査食を摂取後15分、30分、45分、60分、90分、120分後の血糖値を自己測定した。検査食は米飯、じゃがいも、さつまいもである。それぞれ、加熱直後のもの、および冷蔵保存したものを検査食とした。米飯の血糖上昇曲線下面積 (IAUC) 中央値で高群と低群の2群に分け、2群間で比較した。食後血糖値は、同じ食品でも加熱直後のものの方が冷蔵保存したものに比べて高値であり、IAUC 高群でその差がより顕著であった。さらに IAUC 高群の方が血糖値の変動が大きい結果であった。

生活習慣病の予防のためにも、若年者のインスリン抵抗性を把握し、早期から教育的介入を行うことが必要と考えられた。

謝 辞

本研究に協力して頂いた学生の皆さんに、心から感謝申し上げます。

文 献

- 1) 日本糖尿病学会編：科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン2013, 南江堂, 東京, 2013, pp.7-40.
- 2) 古木美香, 田代晶子, 小川恒夫, 杉山佳子：耐糖能異常を示した女子学生の血糖値に及ぼす食事組成の影響—管理栄養士養成課程へのセルフマネジメント教育導入の試み—, 南九州大学研究報告 自然科学編 (41), 15-21 (2011).
- 3) 山本弥生, 中神朋子, 福嶋清香, 大屋純子, 内潟安子：75g ブドウ糖負荷試験を用いた東京女子医科大学医学部第5学年の耐糖能についての検討, 東京女子医科大学雑誌, 83 (5), 349-355 (2013).
- 4) 長坂昌一郎, 植田武史：健常者・糖尿病患者における食後血糖値, 月刊糖尿病, 2 (10), 30-36 (2010).
- 5) 北村弥生, 中西裕美子：女子大学生における生活習慣病に関する研究—インスリン抵抗性の実態—, ノートルダム清心女子大学紀要人間生活学・児童学・食品栄養学編, 38 (1), 76-84 (2014).
- 6) 若本ゆかり：女子大学生のインスリン抵抗性と食後血糖値に関する研究, ノートルダム清心女子大学紀要人間生活学・児童学・食品栄養学編, 40 (1), 50-56 (2016).
- 7) 川瀬文哉, 立花詠子, 塚原丘美：2Ea-07 インクレチン及びインスリン分泌に及ぼす低糖質食の影響—第2報—, 第64回日本栄養改善学会学術総会講演要旨集, 75 (5), 173 (2017).
- 8) Ranganathan Sadagopan, Champ Martine, Pechard Catherine, Blanchard Patricia: Comparative study of the acute effects of resistant starch and dietary fibers on metabolic indexes in men. *Am J Clin Nutr.*, 59(4), 873-883(1994).
- 9) Yuji YAMADA, Seio HOSOYA, Shigeru NISHIMURA, Takashi TANAKA, Yoshitaka KAJIMOTO, Akira NISHIMURA, Osami KAJIMOTO : Effect of Bread Containing Resistant Starch on Postprandial Blood Glucose Levels in Humans. *Bioscience, Biotechnology.*,

- and Biochemistry*, 69(3), 559-566(2005).
- 10) 後藤勝：レジスタントスターチの開発，日本家政学会誌，65 (4)，197-202 (2014)。
 - 11) Furio Brighenti, M. Cristina Casiraghi, Cristina Baggio: Resistant starch in Italian diet. *British Journal of Nutrition.*, 80, 333-341(1998).
 - 12) Liyong Chen, Ruiping Liu, Chengyong Qin, Yan Meng, Jie Zhang, Yun Wang, Guifa Xu: Sources and intake of resistant starch in the Chinese diet. *Asia Pac J Clin Nutr.*, 19 (2), 274-282(2010).
 - 13) Coulston A, Greenfield MS, Kraemer FB, Tobey TA, Reaven GM: Effect of differences in source of dietary carbohydrate on plasma glucose and insulin responses to meals in patients with impaired carbohydrate tolerance. *Am J Clin Nutr.*, 34(12), 2716-2720(1981).
 - 14) Inan Eroglu Elif, Buyuktuncer Zehra : The effect of various cooking methods on resistant starch content of foods. *Nutrition and Food Science.*, 47(4), 522-533(2017).
 - 15) Akerberg AK, Liljeberg HG, Granfeldt YE : An in vitro method, based on chewing, to predict resistant starch content in foods allows parallel determination of potentially available starch and dietary fiber. *The Journal of Nutrition.*, 128(3), 651-660(1998).
 - 16) 土井邦紘：食品の面から見た糖尿病食，糖尿病，29 (12)，1149-1151 (1986)。
 - 17) 細谷憲政監修：臨床栄養のための Glycemic Index，第一出版，東京，2001，pp.32-35。
 - 18) 秦艶萍，横山久美代，成瀬克子，徳久幸子：朝食欠食が昼食後の血糖値変動に及ぼす影響，女子栄養大学紀要，34，33-39 (2003)。