

食事前の大豆たん白質摂取が食後の血糖調節に及ぼす影響

鍛島秀明^{*1}, 上本早織¹, 江口航平¹, 遠藤（山岡）雅子¹, 三浦 朗¹, 福場良之¹

¹県立広島大学健康科学科運動生理学研究室

Effect of a Soy Protein Isolate Preload on Postprandial Glycemic Control in Healthy Young Humans

Kashima H^{*1}, Uemoto S¹, Eguchi K¹, Endo (Yamaoka) M¹, Miura A¹ and Fukuba Y¹

¹Department of Exercise Science and Physiology, School of Health Sciences,
Prefectural University of Hiroshima, Hiroshima 734-8558

ABSTRACT

Pre-meal consumption of whey protein improves the post-meal glycemic profile, whereas little information exists on the soy protein (SP). The aim of present study was to examine the effect of different amount of a soy protein isolate (SPI) consuming just before 75 g oral glucose tolerance test (OGTT) on glycemic control. Healthy eight young subjects consumed 400 mL liquid containing of SPI either 0 g (SP0), 20 g (SP20) or 40 g (SP40) in fasting morning. After 30 min from SPI consumption, the OGTT was performed to evaluate the individual glycemic control. Blood glucose (BG) and plasma insulin (PI) concentrations were measured at baseline (-30 min), and before (-10 min) and after 15, 30, 45, 60, 90 and 120 min after OGTT. The SP20 and SP40 significantly resulted in increased the PI secretion compared to SP0 following OGTT. The incremental area under the curves (iAUC) in PI was increased with SPI. The iAUC and peak response in BG were less for SP40 than SP20 and SP0, but not significantly between SP20 and SP0. We conclude that pre-meal consumption of SP40, but not SP20, improves glycemic control in young healthy subjects. Although the exaggerated insulin response to SPI should be mainly attributed to improvement of glycemic control, insulin independent mechanisms (e.g. delayed gastric emptying) might be also expected. *Soy Protein Research, Japan* **18**, 188-191, 2015.

Key words : dose response, insulin response, protein pre-load

*〒734-8558 広島市南区宇品東1丁目1-71

糖尿病患者における血糖調節の管理不良は、神経障害、腎不全、失明、心不全など、種々の合併症の引き金となる。食後血糖値の管理に関するガイドライン¹⁾には、食後高血糖は糖尿病の合併症を加速させる危険因子であると明記されており、近年、食後高血糖の予防を目的とした食事療法がいくつか提案されてきている。中でも、食前のたん白質摂取法 (Protein Pre-Load; PPL) は、食後高血糖を効果的に抑制できる方法として注目されている。具体的には、食事の30分前にたん白質55gを摂取すると、摂取しない場合と比べて食後の血糖上昇が抑制される²⁾。PPLによる血糖上昇の抑制は、インスリン分泌の亢進、胃内容排出の遅延やインスリン分泌の亢進に作用するグルカゴン様ペプチド-1 (Glucagon Like Peptide-1; GLP-1) 分泌の亢進によるものと考えられている。現在までに、乳清たん白質 (Whey Protein; WP) を用いた研究では、いずれも食後の血糖調節において有益な効果が得られることはわかっているが^{2~4)}、その他のたん白質と同様の効果が得られるかどうかは不明である。そこで本研究では、大豆分離たん白質 (Soy Protein Isolate; SPI) 摂取がその後の主食摂取に伴う血糖調節に及ぼす影響を検討した。加えて、SPIと血糖調節における量反応関係を検討した。

方 法

健康な成人男女8名 (男性4名、女性4名、年齢22±2歳、身長165±10 cm、体重57±7 kg、±標準偏差) が実験に参加した。すべての被験者は、実験の目的、方法、危険性について説明を受け、その内容に書面で同意した上で実験に参加した。実験はヘルシンキ宣言を順守して行われ、県立広島大学人間文化学部倫理委員会の承認を得た後に行った。

被験者は以下の3つのプロトコールにランダムに参加した。被験者は半仰臥位の姿勢で30分の安静後、400 mLの水に、SPI (粉末状大豆たん白質、プロリーナHD-101R、不二製油株式会社) を0 g (SP0)、20 g (SP20) あるいは40 g (SP40) を溶解した溶液のいずれかを摂取し、さらに30分の安静を保った。その後、75 g経口ブドウ糖溶液 (225 mL) (トレーランG液75 g、味の素) を摂取し、120分の安静を保った (経口ブドウ糖負荷試験: OGTT)。

血中グルコース濃度 (Blood glucose concentration; BG) と血漿インスリン濃度 (Plasma insulin concentration; PI) は、SPI摂取前 (-30分)、OGTT直前 (-10分)、OGTT後15分、30分、45分、60分、90分、120分のタイミン

グで、穿刺針を用いて右手の第二指および第三指から採血し測定した。BGは簡易測定装置 (グルコカードダイアメーター α GT-1661, ARKRAY社) を用いて測定した。PIは血液を10,000 ~ 12,000 rpmの速度で5分間遠心分離して血漿を得た後に、専用キット (Mercodia Insulin ELISA, Mercodia AB) を用いて測定した。

データは全て平均±標準誤差で示した。全ての測定項目に対して、二元配置分散分析 (時間×溶液) を行い、時間に対して有意なF値が得られた場合、Dunnettの事後検定を行い、安静時 (SPI摂取前) との比較を行った。また、溶液に対して有意なF値が得られた場合、Tukey HSDの事後検定を行なった。統計解析ソフトはSPSS 18 statistics softwareを用い、有意水準は全て危険率5%未満とした。

結 果

OGTT後のPIは、すべての条件において安静時と比べて有意に上昇した ($p < 0.05$) (Fig. 1A)。SP40は、OGTT直前、OGTT後15 ~ 45分、ならびに90分の時点でSP0と比べて有意に高く、OGTT後15分の時点では、SP20に比べて高い傾向にあった。SP20は、OGTT直前においてSP0と比べて高い傾向にあり、OGTT後15分の時点では、SP0と比べて有意に高かった。プロトコール全体のPIの曲線下面積 (iAUC) は、SP20とSP40がSP0と比べて有意に高く、SP40がSP20と比べて高い傾向にあった (Fig. 1B)。

OGTT後のBGは、すべての条件において安静時と比べて有意に上昇した (Fig. 2A)。SP40は、OGTT後15 ~ 45分の時点で、他の2条件に比べて有意に低かった。プロトコール全体のBGのiAUCは、SP40がSP0とSP20と比べて有意に低く、SP0とSP20には差は認められなかった (Fig. 2B)。各被験者のBGの最高値を比較すると、SP40がSP0と比べて有意に低く、SP20とは低い傾向にあった (Fig. 2C)。

考 察

本研究は、健康な若年者を対象に、食前的大豆たん白質摂取が血中グルコース濃度および血漿インスリン濃度に及ぼす影響と、それらの量反応関係を検討した。食前的大豆たん白質摂取はOGTT後の血中グルコース濃度の上昇を有意に抑制した。また、この抑制効果は大豆たん白質の摂取量に伴うものであった。このことから、乳清たん白質によるPPLの効果と同様に、主食摂取後の血糖上昇を効果的に抑制できることが示唆さ

れた。大豆たん白質摂取による血糖上昇の抑制は主にインスリン分泌の亢進によるものと考えられるが、胃

内容排出の抑制といったインスリン分泌とは異なる機序の関与も推察される。

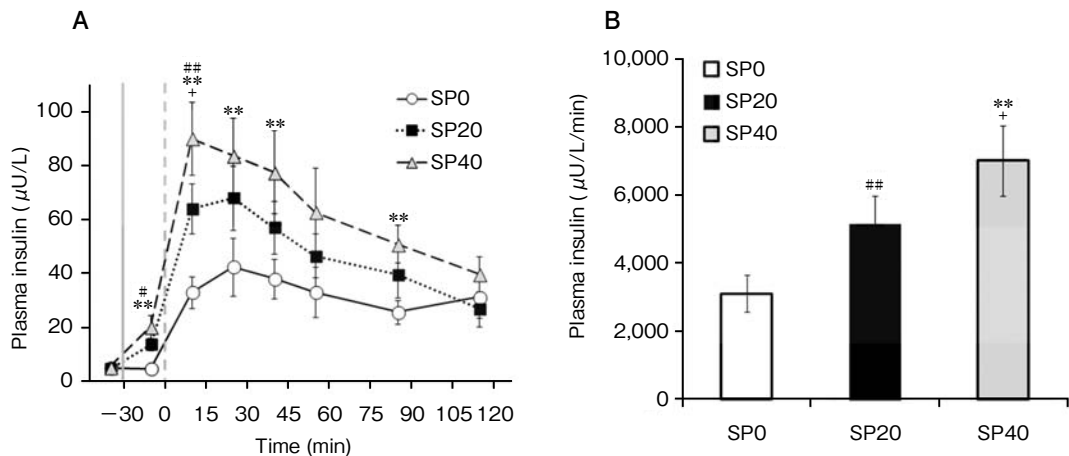


Fig. 1. Effect of pre-loading with SPI on plasma insulin response (A) and total incremental area under the curve (B). SP0 vs. SP20, #: $p<0.1$, ##: $p<0.05$. SP0 vs. SP40, *: $p<0.1$, **: $p<0.05$. SP20 vs. SP40, +: $p<0.1$. Data are mean $\pm$ SEM.

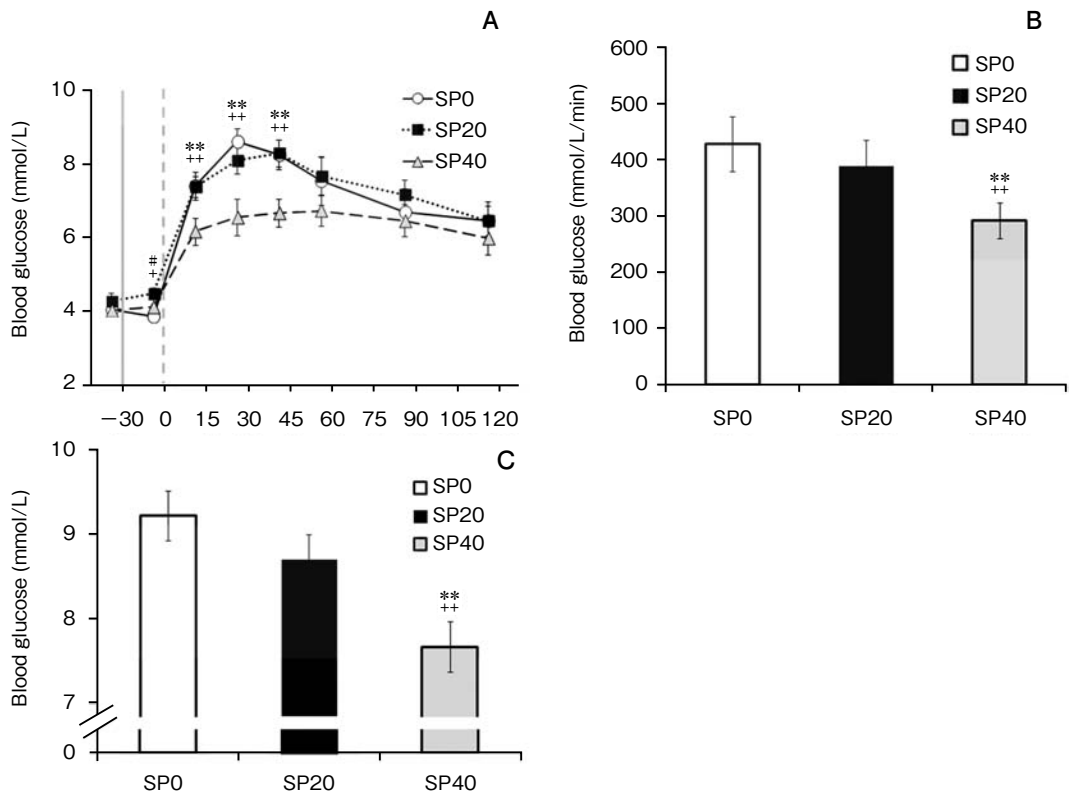


Fig. 2. Effect of pre-loading with SPI on blood glucose response (A), total incremental area under the curve (B) and peak response (C). SP0 vs. SP20, #: $p<0.1$, ##: $p<0.05$. SP0 vs. SP40, *: $p<0.1$, **: $p<0.05$. SP20 vs. SP40, +: $p<0.1$, ++: $p<0.05$. Data are mean $\pm$ SEM.

要 約

糖尿病患者における血糖調節の管理不良は、神経障害、腎不全、失明、心不全など、種々の合併症の引き金となる。食後血糖値の管理に関するガイドラインには、食後高血糖は糖尿病の合併症を加速させる危険因子であると明記されており、近年、食後高血糖の予防を目的とした食事療法がいくつか提案されてきている。中でも、食前のたん白質摂取法（Protein Pre-Load; PPL）は、食後高血糖を効果的に抑制できる方法として注目されている。具体的には、食事の30分前にたん白質55 gを摂取すると、摂取しない場合と比べて食後の血糖上昇が抑制されるという。現在までに、乳清たん白質（Whey Protein; WP）を用いた研究では、いずれも食後の血糖調節において有益な効果が得られることはわかっているが、その他のたん白質で同様の効果が得られるかどうかは不明である。そこで本研究では、大豆分離たん白質（Soy Protein Isolate; SPI）摂取がその後の主食摂取に伴う血糖調節に及ぼす影響を検討した。加えて、SPIをどのくらい摂取すれば血糖調節に有効かを検討した。食前的大豆たん白質摂取により、OGTT後の血中グルコース濃度の上昇は有意に抑制された。また、この抑制効果は大豆たん白質の摂取量に伴うものであった。このことから、乳清たん白質によるPPLの効果と同様に、主食摂取後の血糖上昇を効果的に抑制できることが示唆された。大豆たん白質摂取による血糖上昇の抑制は主にインスリン分泌の亢進によるものと考えられるが、胃内容排出の抑制といったインスリン分泌とは異なる機序の関与も推察される。

文 献

- 1) IDF Clinical Guidelines Task Force (2007): Guideline for Management of Postmeal Glucose. Brussels, International Diabetes Federation.
- 2) Ma J, Stevens JE, Cukier K, Maddox AF, Wishart JM, Jones KL, Clifton PM, Horowitz M and Rayner CK (2009): Effects of a protein 'preload' on gastric emptying, glycemia, and gut hormones after a carbohydrate meal in diet-controlled type 2 diabetes. *Diabetes Care*, **32**, 1600-1602.
- 3) Akhavan T, Luhovyy BL, Brown PH, Cho CE and Anderson GH (2010): Effect of premeal consumption of whey protein and its hydrolysate on food intake and postmeal glycemia and insulin responses in young adults. *Am J Clin Nutr*, **91**, 966-975.
- 4) Jakubowicz D, Froy O, Ahrén B, Boaz M, Landau Z, Bar-Dayán Y, Ganz T, Barnea M and Wainstein J (2014): Incretin, insulinotropic and glucose-lowering effects of whey protein pre-load in type 2 diabetes: a randomised clinical trial. *Diabetologia*, **57**, 1807-1811.