

ヒトの分離大豆たん白質摂取時におけるステロール排泄 および血漿コレステロール濃度 (第2報)

EFFECTS OF SOY PROTEIN ISOLATE ON FECAL STEROL EXCRETION AND PLASMA CHOLESTEROL IN YOUNG MEN (II)

奥田豊子・三好弘子・佐々木和美・佐竹理津子・平塚ゆかり

(大阪市立大学生生活科学部)

小石秀夫 (静岡県立大学食品栄養科学部)

Toyoko OKUDA¹, Hiroko MIYOSHI¹, Kazumi SASAKI¹, Rituko SATAKE¹, Yukari HIRATUKA¹ and Hideo KOISHI²

¹Faculty of the Science of Living, Osaka City University, Osaka 558

²Department of Food and Nutritional Science, University of Shizuoka, Shizuoka 422

ABSTRACT

The effects of the substitution of soy protein isolate for milk protein in the diet on plasma cholesterol levels and the fecal excretion of neutral sterols were examined in five healthy young men. In the experimental diets, 25% of the energy was in the form of fat, 67% was carbohydrates and 8% was protein. The intakes of energy and protein were about 43 kcal/kg/day and 0.8 g/kg/day, respectively. The cholesterol intake was 25 mg/kg/day from egg yolk. The subjects were fed a soy protein isolate (SPI) diet and then a skim milk diet for 2 weeks each time. There was a 6-day break period between the two diets. In the milk and SPI diets, half of the protein was skim milk and SPI, respectively. During the milk diet, total and LDL-cholesterols and also the atherogenic index significantly increased, but they were unchanged during the SPI diet period. No significant differences in fecal excretion of neutral sterols and cholesterol were noted between the two dietary periods. There were no differences in serum insulin and plasma glucagon concentrations just after the last breakfast in the two dietary periods. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn.* 9, 97-100, 1988.

植物性のたん白質, 特に大豆たん白質を摂取すると, カゼインなどのような動物性たん白質に比較し, 血漿中コレステロール濃度の上昇を抑制し, 動脈硬化の発症を抑制する可能性が指摘されている。ウサギ, シロネズミ, ブタなどの成績から大豆たん白質には中性および酸性ステロールの体外排泄を促進する作用があり, これが血漿中のコレステロール濃度を低下させる一要因ではないかと報告されている¹⁾。しかしヒトの成績は少ない。前報²⁾で我々は健康な成人を対象としスキ

ムミルクに比較し大豆たん白質を摂取すると糞中への脂質と中性ステロール排泄量が増加することを報告したが, 本年は食事の投与の順番を逆にして検討した。

実験方法

健康な男子学生5名を被検者(年齢 20.2 ± 0.7 歳, 身長 174.7 ± 3.4 cm, 体重 64.2 ± 7.9 kg)とした。食事組成, 栄養素摂取量は前報²⁾と同様で摂取エネルギー 43 kcal/kg, たん白質 0.8 g/kg とし, たん白質の1/6を

米, 2/6を卵黄, 3/6をスキムミルクあるいは大豆(SPI)で投与した。実験食の投与順序を前報²⁾とは逆にし, SPI食を2週間投与後6日間は被検者の自由な食事とし, その後引き続いてスキムミルク食を2週間投与した。コレステロールは主に卵黄由来で, その摂取量は1480 mg/60 kg B. W./日であり, 前報²⁾の1390 mgとはほぼ同じであった。これは日本人の平均的な摂取量の約3倍に相当する。

血液は早朝空腹時に肘静脈より採取した。血漿中各脂質の濃度は酵素法で測定した。各実験食最終日の朝食前, 朝食摂取30分及び60分後に採血し, 血漿中のグルコース濃度(酵素法), 血清のインスリン濃度(酵素免疫OPD法), 血漿グルカゴン濃度(酵素免疫蛍光法)を測定した。

週の前半3日間と後半4日間に分けて糞を採取した。糞中の脂質はFolch法で抽出後重量法で測定した。中性ステロール排泄量はMiettinenらの方法で抽出後, 塩化第二鉄呈色法で測定し, コレステロール排泄量はTMSI-B(ガスクロ工業)でメチル化し, ガスクロマトグラフ(島津GC-8AP)を用いて測定した。

平均値の差の有意性はStudent's t testで検定した。

結果と考察

血液性状は前報²⁾の成績と同様の傾向を示したので10人分をまとめてTable 1に示している。血漿中総コレステロール濃度は, スキムミルク食を1日摂取後ですでに摂取前より高い傾向を示し, 2週目には摂取前より有意に高値を示した。HDL-コレステロール濃度はスキムミルク食を摂取して2週間変動を示さなかった。LDL-コレステロール濃度, 動脈硬化指数ともス

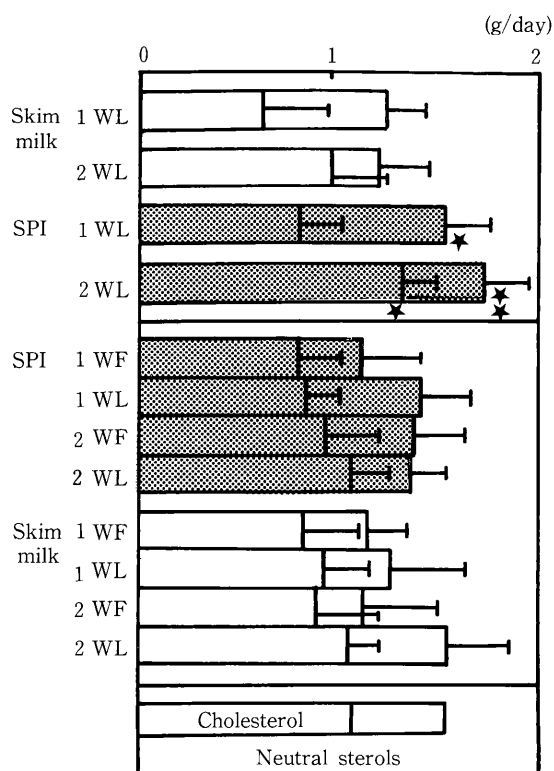


Fig. 1. Fecal excretion of neutral sterols and cholesterol. Five healthy young men were fed first on a SPI diet and then a skim milk diet for 2 weeks each time. Previously, another five subjects were fed first the skim milk diet and then the SPI diet (2). 1 WF: First half of week 1; 2 WL: Later half of week 2.

スキムミルク食を摂取して2週目で摂取前の値より有意に高い値を示した。

Table 1. Plasma cholesterol and atherogenic index¹

	Total (mg/100 ml)	HDL (mg/100 ml)	LDL ² (mg/100 ml)	Atherogenic index ³
Skim milk diet				
Day 0	151±29*	49± 6	84±29	2.09±0.61
Day 1	165±25	50± 4	97±25	2.33±0.53
Week 1	171±29	45± 7	109±23	2.85±0.60
Week 2	179±29**	45± 8	114±24*	3.03±0.71**
SPI diet				
Day 0	154±26	47± 8	88±21	2.32±0.66
Day 1	165±25	48±10	98±20	2.49±0.71
Week 1	164±24	47± 8	97±18	2.49±0.55
Week 2	166±25	49± 8	96±21	2.42±0.60

¹Subjects were 10 male students.

²LDL-cholesterol=Total-HDL-1/5 triglycerides.

³(Total-HDL)/HDL-cholesterol

⁴Values show means±SD.

*p<0.05, **p<0.01 vs. day 0.

一方、SPI 食では、1 日摂取後総コレステロール、LDL-コレステロール濃度とも上昇の傾向を認めたが、その後 2 週間変化を示さなかった。動脈硬化指数についても SPI 食では実験期間を通じて変化を示さなかった。血漿中トリグリセリド、リン脂質濃度はスキムミルク食、SPI 食とも変化を示さなかった。

2 週間の実験期間を通じて乾燥糞重量、脂質排泄量は変化を示さず、SPI 食、スキムミルク食の間にも差は認められなかった。糞中中性ステロールとコレステロールの排泄量を前報²⁾の成績と共に Fig. 1 に示している。前報では週の後半 4 日間のサンプルについてのみ分析し、スキムミルク食に比較し SPI 食で中性ステロール、コレステロール排泄量とも有意に高かったが、今回の成績では両実験食の間で差は認められなかった。これは個体差なのか、実験食投与の順の違いによるのかはわからない。各々の週の後半の成績を 10 人分まとめて Table 2 に示している。中性ステロールの排泄量はほぼ摂取コレステロールに相当する量であった。コ

プロスタノールは糞中に検出されるヒトとそうでないヒトがあり個体差が大きかった。糞中脂質、中性ステロール、コレステロールの排泄量は、10 人の平均値で両食事間に有意な差は認められなかった。

ウサギ、ラットの成績では、大豆たん白質はカゼインに比較し消化速度が遅く、小腸下部に未消化産物が大量に存在し、これがコレステロールや胆汁酸の吸収を阻害し、体外へのステロール排泄を促進させている。このことが大豆たん白質の血漿コレステロール濃度低下作用の 1 要因と推測されている¹⁾。しかし、ヒトでは動物性たん白質を大豆たん白質に代えて投与し血清コレステロール濃度が顕著に低下する場合にも糞中ステロール排泄量には差が認められていない³⁾。

大豆たん白質はアルギニン含量が高くインスリンやグルカゴンの分泌を刺激し、これらのホルモンがコレステロールの代謝に影響している可能性¹⁾が指摘されているので、実験食投与 2 週目の朝食後の血中濃度を検討した (Table 3)。SPI 食摂取後血漿中グルカゴン

Table 2. Fecal weight and lipids¹ (g/day)

	Dry weight	Lipids	Neutral sterol	Cholesterol	Coprostanol
Skim milk diet					
Week 1	26.1±2.0 ²	3.08±0.43	1.31±0.29	0.80±0.34	0.11±0.18
Week 2	27.5±4.2	3.25±0.65	1.44±0.35	0.95±0.34	0.03±0.10
SPI diet					
Week 1	25.9±4.8	3.81±1.01	1.54±0.22	0.86±0.19	0.01±0.01
Week 2	26.2±2.7	3.62±0.57	1.62±0.33	1.25±0.27	0.05±0.12

¹Subjects were 10 male students. Feces were collected for the last 4 days of each week. ²Values show means ±SD.

Table 3. Concentrations of plasma glucose, insulin, and glucagon¹

Time after breakfast	Plasma glucose		Serum insulin		Plasma glucagon	
	Skim milk	SPI	Skim milk	SPI	Skim milk	SPI
(min)	(mg/100 ml)		(μU/ml)		(pg/ml)	
0	87± 2 ²	87± 4	8± 1	8± 2	96± 35	116± 59
30	104±18	106±19	80±31	53±33	286±128	356±203
60	77±12	105±12	41±18	38±22	188±112	242±111

¹Subjects were 5 male students. Blood was sampled after breakfast on 14th (last) day of the diet periods.

²Values show means±SD.

濃度はスキムミルク食より高い傾向を示し、血清インスリン濃度は、低い傾向を示したが、個体差が非常に大きく有意な差ではなかった。

要 約

健康な成人男子に卵黄由来のコレステロールを大量

に含むスキムミルク食を 2 週間投与すると、血漿中総コレステロール、LDL-コレステロール濃度、動脈硬化指数が摂取前に比較し有意に増加した。一方 SPI 食では、2 週間を通じて変化を示さなかった。しかし、糞中中性ステロール、コレステロール排泄量や食事摂取直後の血液中インスリンやグルカゴン濃度には両食事

間に差が認められなかった。

文 献

- 1) 菅野道廣 (1987): コレステロール代謝の調節に関する栄養生化学的研究—食餌タンパク質の影響—。栄食誌, **40**, 93-102.
- 2) 奥田豊子, 三好弘子, 山本由美子, 浅田敏江, 上田真弓, 早川奈津美, 小石秀夫 (1987): ヒトの分離大豆たん白質摂取時におけるステロール排泄および血漿コレステロール濃度。大豆たん白質栄養研究会会誌, **8**, 93-97.
- 3) Fumagalli, R., Soleri, L., Farina, R., Musanti, R., Mantero, O., Nosedà, G., Gatti, E. and Sirtori, C. R. (1982): Fecal cholesterol excretion studies in type II hypercholesterolemic patients treated with the soybean protein diet. *Atherosclerosis*, **43**, 341-353.