

成人における分離大豆たん白質へのアミノ酸補足効果に関する研究（その2）

SUPPLEMENTARY EFFECT OF METHIONINE ON THE UTILIZATION OF SOY PROTEIN ISOLATE IN HUMAN ADULTS (2nd Report)

金子佳代子・小池五郎（女子栄養大学栄養学部）

Kayoko KANEKO and Goro KOIKE

Kagawa Nutrition College, Sakado 350-02

ABSTRACT

Supplementary effect of L-methionine on the utilization of SPI was evaluated in six young women by the nitrogen balance method at protein intake level of 0.3 g/kg/day. Subjects were given SPI in the first experimental period and SPI supplemented with 1% methionine in the second period immediately after a menstruation as the sole source of protein. After one day on protein free diet, each subject received a conventional low protein, diet for three days, then the following seven days a semisynthetic low protein, diet containing SPI or SPI supplemented with methionine in each experimental period, respectively. Energy intake was approximately maintenance level of 35.3 ± 4.5 kcal/kg/day. Nitrogen balances in SPI period and methionine supplemented period were both negative, and there was no significant difference between two values. Blood analysis was carried out before and after SPI period and after methionine supplemented period. Urinary creatinine, urea and ammonia excretions were not markedly affected by the methionine supplementation. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn* 6, 103-107, 1985.

ラットを用いた実験によれば、分離大豆たん白質(SPI)にメチオニンを補足するとその栄養価は明らかに向上することが報告されている¹⁻³⁾。ヒトを対象とした研究においても、SPIの栄養価は動物性たん白質に比べてやや低値である⁴⁻⁸⁾。SPIと牛肉^{6,9)}、魚肉⁸⁾、米¹⁰⁾を組み合わせることによりその利用効率が高くなるとの報告がみられる。しかしその差異は統計的に有意でない場合もあり⁹⁻¹¹⁾、また制限アミノ酸と考えられるメチオニンのSPIへの補足効果については必ずしも一致した知見が得られていない¹¹⁾など、さらに研究の余地が残されている。

我々は成人女子を対象としてSPIへのメチオニン補足効果について検討した。前報¹²⁾では、たん白質摂取レベル0.5 g/kgにおいて1%メチオニン補足による効果のみられないことを報告したが、本報ではさらに

低たん白質レベル(0.3 g/kg)における補足効果について検討した。

実験方法

6名の健康な女子学生を被験者とした。被験者の年齢、身長、体重、基礎体重量、LBM、体脂肪%を、Table 1に示した。

人体代謝実験の方法は、たん白質摂取量を0.3 g/kgとしたことの他は、前報¹²⁾とほぼ同様である。各々の被験者について11日間のSPI食期、その後いったん日常生活、食事にもどり、再びメチオニン補足食期を設定した。この際性周期が同じ時期にあたるよう配慮した。これは成人女子の場合、性周期によりたん白質代謝に変動がみられるとの報告¹³⁾があり、これによる実験誤差をなくすためである。両実験期ともに、1

Table 1. Characteristics of the subjects

Subj. code	Age	Height	Weight ^a	BM ^b	LBM ^c	Fat ^d	Energy intake
	(yr)	(cm)	(kg)	(kcal/kg)	(kg)	(%)	(kcal/kg)
1	21	161	68.2	20.5	46.0	32.6	29.7
2	21	143	59.5	20.1	41.6	30.0	33.1
3	20	155	58.4	18.9	40.0	31.5	33.7
4	21	159	53.2	33.0	35.5	33.3	36.5
5	21	151	47.7	28.2	33.8	29.1	43.1
6	21	153	52.8	24.1	34.3	35.0	35.4
Mean	21	154	56.6	24.2	38.5	31.9	35.3
SD	0.4	6.5	7.1	5.5	4.4	2.2	4.5

a. Mean weight in 22 days of two experimental periods.

b. Measured during the experimental period.

c. Difference between body weight and body fat weight.

d. Calculated from the body density measured during the experimental period using the equation suggested by Brožek (1963).

日無たん白食の後、低たん白調整食を3日間、さらに低たん白実験食を7日間続けた。実験食の組成をTable 2に示した。SPIはフジプロRを使用した。メチオニン補足食におけるメチオニンの添加量はたん白質量の1%とした。

エネルギー摂取量は各被験者について体重維持レベルの摂取量とした。平均エネルギー摂取量は35.3±4.5 kcal/kg/日であった。SPI期およびメチオニン補足期のエネルギー摂取量は同一とした。

実験期間中は毎日早朝排尿後に体重を測定し、24時間尿を採集した。SPI食期およびメチオニン補足食期の7日目と終了翌日の朝食時にマーカーとしてカルミン0.5 gを服用し、マーカーからマーカーまでの糞を

すべて採集した。糞、尿の窒素量をケルダール法、尿中クレアチニンをFolinの方法¹⁴⁾、尿中尿素およびアンモニアをウレアーゼ・インドフェノール法¹⁵⁾で測定した。SPI実験期の前後およびメチオニン補足実験期終了後の3回にわたり、早朝空腹時に採血して、ヘモグロビン、ヘマトクリット、血漿たん白質¹⁶⁾、血漿アルブミン¹⁷⁾、GOTおよびGPT¹⁸⁾、尿素窒素¹⁵⁾を測定した。

基礎代謝量の測定は、実験期間中の早朝にダグラスバッグ法にて行なった。また水中体重を測定して、Brožekの式¹⁹⁾に従い、体脂肪量を求めて、lean body massを算出した。

Table 2. Composition of the experimental diets^a

Ingredient	Intake (g/day)		
	Protein-free diet	SPI diet	SPI+Met diet
SPI	—	10	10
SPI kamaboko ^b	—	53	53
L-methionine	—	—	0.14 ^c
Corn starch	150	120	120
Sucrose	213	213	213
Shortening	50	50	50
Agar	5	5	5
Vitamin mixture ^d	2 tablets	2 tablets	2 tablets
Mineral mixture ^e	12	12	12

a. An example for a 53 kg subject receiving 0.3 g/kg of protein with 36 kcal/kg of energy. Besides this diet, the subject consumed black tea, green tea and lemon juice.

b. Nitrogen content is 20.8 mg/g of SPI kamaboko.

c. 1.0% as a percentage of total protein.

d. For details, see reference (10).

e. For details, see reference (12).

Table 3. Nitrogen balance and urinary urea-N, ammonia N and creatinine excretion of individual subject

Subj. code	SPI						
	Nitrogen intake	Urinary ^a N	Fecal N	Nitrogen balance	Urea ^b N	Ammonia ^b N	Creatinine ^c
		(mg N/kg)			(%)	(%)	(mg/day)
1	45.2	48.9	9.2	-12.9	77	4.6	1290±74
2	45.6	60.0	14.7	-29.0	75	4.3	1073±37
3	46.1	46.7	7.3	- 7.9	76	3.2	892±37
4	46.5	52.6	11.1	-17.1	74	3.3	862±70
5	46.2	52.1	15.3	-21.2	77	3.7	986±60
6	45.7	54.7	9.6	-18.6	73	4.4	1132±158
Mean	45.9	52.5	11.2	-17.8	75	3.9 ^d	1039
SD	0.47	4.6	3.2	7.2	1.3	0.5	160

Subj. Code	SPI+Met						
	Nitrogen intake	Urinary ^a N	Fecal N	Nitrogen balance	Urea ^b N	Ammonia ^b N	Creatinine ^c
		(mg N/kg)			(%)	(%)	(mg/day)
1	45.3	55.0	7.1	-16.7	73	2.7	1328±135
2	44.9	49.0	8.4	-13.2	73	3.4	975±133
3	45.8	51.5	12.4	-18.1	76	2.0	988±179
4	46.9	46.8	11.2	-11.1	74	1.7	926± 95
5	45.7	48.9	11.8	-15.0	76	2.6	913±136
6	47.3	55.4	10.9	-17.0	68	2.7	1138±301
Mean	46.0	51.2	10.3	-15.5	72	2.6 ^d	1045
SD	0.93	3.4	2.1	3.0	3.2	0.5	160

a. Average for the last 4 days on the experimental diet.

b. As a percentage of urinary total nitrogen.

c. Mean±SD in 11 days of the experimental period.

d. Significant difference between the values of SPI period and methionine supplemented period.

結果と考察

実験開始時および終了時の平均体重は SPI 食期 56.9±6.9 kg, 56.2±6.5 kg, メチオニン補足期 57.6±7.2 kg, 56.1±6.8 kg であった。大きな体重の変動はみられなかったが、やや減少する傾向のみられたのは低たん白質摂取によるものと考えられる。

各実験期最後 4 日間の尿中窒素排泄量および窒素摂取量から窒素出納を算出した。各被験者の窒素出納、尿中尿素およびアンモニア窒素排泄量の総窒素排泄量に対する割合、クレアチニン排泄量を Table 3 にまとめた。尿中窒素排泄量、糞中窒素排泄量、窒素出納のいずれについても SPI 期とメチオニン補足期との間に有意な差はみられなかった。尿素窒素、クレアチニン排泄量についても両期の間に有意差はみられなかったが、アンモニア窒素はメチオニン補足期にやや減少する傾向がみられた。

SPI および SPI にメチオニンを補足した場合の消化吸収率と NPU を、日本人成人女子における不可避尿および糞窒素排泄量の数値²⁰⁾を用いて算出した

(Table 4)。SPI の消化吸収率、NPU はいずれも卵たん白質²¹⁾に匹敵するほどの高い値が得られた。しかし、メチオニン補足によりこれらの数値に有意な変化は認められなかった。

Table 5 に血液検査の結果をまとめた。ヘモグロビン、血漿総たん白質、血漿アルブミン、GOT、尿素に多少の変動がみられたが、いずれも正常範囲内での変化であった。GOT、GPT は次第に低下する傾向がみられたが、問題のある変化とは考えにくい。また血漿中尿素濃度はメチオニン補足後にやや増加し、SPI 90 mg N/kg に 1% メチオニン添加によりこれが低下したという小石ら²²⁾の報告とは異なる結果が得られた。

以上の結果をまとめると、SPI (0.3 g/kg) に L-メチオニンを 1% 添加した場合に、窒素出納に改善はみられず、また尿および血液性状にもなんら異常な変化は認められないことが、前報(SPI, 0.5 g/kg)と同様、明らかになった。これらの結果から、成人においては SPI はそのみで高い栄養価を示し、メチオニンを添加しても、必ずしも補足効果がみられないと考えられる。

Table 4. Effect of methionine supplementation on the utilization of SPI

	Nitrogen balance ^a	NPU ^b	Digestibility ^c
	(mg/kg/day)		(%)
SPI	-17.8±7.2 ^d	54.1±13.0	97.6±7.0
SPI+Met	-15.5±3.0	64.5±17.0	99.6±4.6

a. Average for the last 4 days on the experimental period.

b,c. Calculated using values of 10.1 mg/kg and 32.3 mg/kg for obligatory fecal and urinary N losses, respectively.

d. Mean±SD of six subjects.

Table 5. Blood analysis^a

Nitrogen intake	Period	Ht	Hb	Serum total protein	Serum albumin	GOT	GPT	Urea
(mg N/kg)		(%)	(g/100 ml)	(g/100 ml)	(g/100 ml)	(Karmen unit/100 ml)	(mg/100 ml)	
75	1st	40.7±3.1	13.0±1.3	7.5±0.2	4.7±0.1	12±2.2	6±0.1	—
	2nd	39.0±2.5	13.0±0.7	7.8±0.3	4.6±0.2	12±3.2	4±1.7	—
	3rd	40.9±2.8	14.2±0.9 ^{bc}	7.8±0.5	4.8±0.3	8±3.8 ^{bc}	2±1.6 ^{bc}	—
45	1st	46.0±2.9	14.1±1.6	7.8±1.5	5.1±0.5	10.2±4.4	6.0±2.9	24.3±7.6
	2nd	47.0±3.0	11.9±0.8 ^b	8.0±0.7	5.4±0.4	6.7±6.7	3.1±1.0	22.4±8.6
	3rd	45.0±2.6	12.0±0.9	8.3±0.3	4.8±0.3 ^c	4.2±1.8 ^b	2.1±0.8	30.4±8.1 ^b

a. Mean±SD of seven (75 mg N/kg) and six (45 mg N/kg) subjects.

b. Significant difference from value prior to the experimental period (1st), $p < 0.05$.

c. Significant difference from value at the end of the period given SPI diet (2nd), $p < 0.05$.

文 献

- 1) 山口迪夫, 岩谷昌子, 宮崎基嘉(1980): 分離大豆たん白質の制限アミノ酸とその補足効果. 大豆たん白質栄養研究会会誌, **1**, 10-15.
- 2) 井上五郎, 岸 恭一, 八木郁子(1980): 分離大豆たん白質へのメチオニン補足量に関する研究. 大豆たん白質栄養研究会会誌, **1**, 6-9.
- 3) 山口迪夫, 岩谷昌子, 宮崎基嘉(1981): 分離大豆たん白質の制限アミノ酸とその補足効果 (その2). 大豆たん白質栄養研究会会誌, **2**, 77-81.
- 4) Young, V. R., Scrimshaw, N. S., Torun, B. and Viteri, F. (1979): Soy bean protein in human nutrition: An overview. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**, 110-120.
- 5) Vemury, M. K. D., Kies, C. and Fox, H. M. (1976): Comparative protein value of several vegetable protein products fed at equal nitrogen levels to human adults. *J. Food Sci.*, **41**, 1086-1091.
- 6) Kies, C. and Fox, H. M. (1971): Comparison of the protein nutritional value of TVP, methionine enriched TVP and beef at two levels of intake for human adults. *J. Food Sci.*, **36**, 841-845.
- 7) Zezulka, A. Y. and Calloway, D. H. (1976): Nitrogen retention in men fed varying levels of amino acids from soy protein with or without added L-methionine. *J. Nutr.*, **106**, 212-221.
- 8) Wang, M.-F., Kishi, K., Takahashi, T., Komatsu, T., Ohnaka, M. and Inoue, G. (1983): Efficiency of utilization of soy protein isolate in Japanese young men. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **29**, 201-216.
- 9) Scrimshaw, N. S. and Young, V. R. (1979): Soy protein in adult human nutrition: a review with new data, in "Soy Protein and Human Nutrition", ed. by Wilcke, H. L., Hopkins, D. T. and Waggle, D. H., Academic Press, New York, pp. 121-148.
- 10) Kaneko, K., Inayama, T. and Koike, G. (1985): Utilization of soy protein isolate mixed with rice protein in Japanese women. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **31**, 99-106.

- 11) Young, V. R., Puig, M., Queiroz, E., Scrimshaw, N. S. and Rand, W. M. (1984): Evaluation of the protein quality of an isolated soy protein in young men: relative nitrogen requirements and effect of methionine supplementation. *Am. J. Clin. Nutr.*, **39**, 16-24.
- 12) 金子佳代子, 小池五郎(1984): 成人における分離大豆たん白質へのアミノ酸補足効果に関する研究. 大豆たん白質栄養研究会会誌, **5**, 104-108.
- 13) Calloway, D. H. and Karzer, M. S. (1982): Menstrual cycle and protein requirements of women. *J. Nutr.*, **112**, 356-366.
- 14) Koishi, H. (1962): A critical examination on the Folin's method for determination of creatinine concentration in the urine. *Osaka City Med. J.*, **8**, 1-15.
- 15) Weatherburn, M. W. (1967): Phenolhypochlorite reaction for determination of ammonia. *Anal. Chem.*, **39**, 971-974.
- 16) Gornall, A. G., Bordawill, C. J. and Maxima, M. D. (1949): Determination of serum proteins by means of the Biuret reaction, *J. Biol. Chem.*, **177**, 751-766.
- 17) Dumas, B. T., Watson, W. A. and Biggs, H. G. (1971): Albumine standards and the measurement of serum albumine with bromocresol green. *Clin. Chim. Acta*, **31**, 87-96.
- 18) Reitman, S. and Frankel, S. (1957): A colorimetric method for the determination of serum glutamic-oxalacetic and glutamic-pyruvic transaminase. *Am. J. Clin. Path.*, **28**, 56-63.
- 19) Brožek, J., Grand, F., Anderson, J. T. and Kies, A. (1963): Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **110**, 113-140.
- 20) Kaneko, K. and Koike, G. (1983): Obligatory N loss and utilization of egg and rice mixed protein in young Japanese women. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **29**, 455-466.
- 21) Kaneko, K. and Koike, G. (1985): Utilization and requirement of egg protein in Japanese women. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **31**, 43-52.
- 22) 小石秀夫, 奥田豊子, 三好弘子(1984): 成人男子における分離大豆たん白質へのL-メチオニン補足効果. 大豆たん白質栄養研究会会誌, **5**, 99-103.