

大豆たん白質ペプチドの経管栄養への応用：大豆たん白質ペプチドの栄養に関する基礎的検討

AVAILABILITY OF SOY PROTEIN PEPTIDES FOR TOTAL ENTERAL NUTRITION

斉藤昌之・嶋津 孝（愛媛大学医学部）

Masayuki SAITO and Takashi SHIMAZU

School of Medicine, Ehime University, Ehime 791-02

ABSTRACT

Nutritional characteristics of soy protein peptides were examined in rats for the study of availability of the peptides for total enteral nutrition. Groups of female Sprague-Dawley rats (150-180 g) were given a diet containing either soy protein peptides (SPT-5), soy protein (SPI), milk casein (Clinimeal) or amino acids (ED-AC). Under *ad libitum* feeding condition, the amount of diet intake was about 20% less in SPT-5 and SPI groups than in Clinimeal and ED-AC groups. After 16 days, the weights of body and white adipose tissue in SPT-5 and SPI groups were significantly lower than those in two other groups. When almost the same amount of diet was given through a gastric tube in combination with *ad libitum* feeding, there were no significant differences between groups in body weight, organ weights and values of several blood parameters. The results suggest that soy protein peptide is one of the nitrogen sources available for total enteral nutrition. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn.* 9, 57-60, 1988.

高カロリー輸液や経腸栄養などの非経口栄養法は、食物を自発的に摂取できない場合や術後の栄養補給法として、広く用いられており、その重要性は計り知れない。特に経腸栄養は、高カロリー輸液と流動食の間に位置し成分栄養素剤の開発によりその利用は拡大しつつある。

ところで、現在用いられている経腸栄養剤では、窒素源としてたん白質（ミルクカゼイン）ないしはアミノ酸混合が用いられているが、前者では消化機能が低下している場合には不適当であったり溶解性が低いためにチューブがつまり易い等の問題が残っている。これらの点はアミノ酸混合に置き換えると改善されるが、低分子化に伴う浸透圧の上昇による下痢や特有の臭いなどの新たな問題が出てくる。

従来、食餌たん白質はアミノ酸にまで完全に消化されてから特異的輸送系で吸収されると考えられてきた

が、最近小腸上皮細胞にはペプチドに対する輸送系が別に存在していることが見出され、たん白質はオリゴペプチドの形で吸収されることが明らかとなってきた。これらのことを踏まえて、本研究では経腸栄養剤の窒素源としてオリゴペプチド、特に大豆たん白由来のペプチドを利用することを目的として、その栄養効果についての基礎的検討を、実験動物を用いて行なった。

実験方法

SD 系雌性ラット（初体重 150～180 g）を使用し、6 匹を 1 群として、各群に Table 1 に示すような窒素源の異なる飼料を摂取させた。SPT-5 飼料は、大豆ペプチド（SPT-5, 平均ペプチド鎖長 3.2）22% を窒素源として 0.3% L-メチオニンを添加したものであり、エネルギー含量は 3.9 kcal/g である。SPI 飼料は、分離

Table 1. Composition of diets (%)

	SPI	SPT-5	Clinimeal	ED-AC
Soy protein	22*	-----	-----	-----
Soy peptide	-----	22*	4	-----
Milk casein	-----	-----	14	-----
Amino acids	-----	-----	-----	18
Dextrin	55	55	58	79
Sucrose	15	15	5	-----
Lipid	3	3	14	0.6
Salts and vitamins	5	5	5	2.4
Energy (kcal/g)	3.9	3.9	4.5	3.75

*+0.3% L-methionine

大豆たん白質を22% (0.3% L-メチオニン添加) 含んでいる。また、たん白質を窒素源とする飼料として、ミルクカゼイン18%を含み、4.5 kcal/g のエネルギー含量の経管栄養剤クリニミール (エーザイ) を用いた。一方、アミノ酸からなる飼料としては、必須アミノ酸6.8%、非必須アミノ酸10.8%を含む成分栄養剤 ED-AC (味の素) を用いた。各飼料は1.5倍量の温湯にとかけて与えた。

初めの実験では、各々の飼料液を自由に摂取させ、毎日摂取量と体重を測定した。16日後にラットを断頭屠殺し、尾長と心臓、肝臓、腎臓、脾臓、脾臓並びに傍子宮脂肪組織の重量を測定した。また、同時に血液試料も採取し、血漿中のグルコース、総コレステロール、中性脂肪、たん白質及びアルブミン濃度を、市販キット (和光純薬) を用いて測定した。

次の実験では、SPT-5、クリニミール並びに ED-AC 飼料液 8~10 ml (15~20 kcal) を、1日2回、午前10時と午後4時に、チューブで胃内に投与するとともに、各飼料液を自発的に自由に摂取できる状態にした。毎日、総摂取量 (チューブで投与した量と自発的に摂取した量) と体重を測定し、15日後にラットを断頭屠

殺し、実験1と同様の測定を行なった。

結果と考察

大豆ペプチドの栄養効果を調べるために、まず、22% の SPT-5 (0.3% メチオニン添加) を含む飼料を作成し、成長期のラットに16日間自由に摂取させて、窒素源としてミルクカゼインを主体とするもの (クリニミール)、アミノ酸を用いたもの (ED-AC) 並びに大豆たん白質そのもの (SPI) を用いた飼料と比較検討した。なお、クリニミールや ED-AC は栄養効果や副作用についてすでに詳細に調べられており、現在、経腸栄養剤として広く利用されているものであり、新たに大豆ペプチドについて検討する場合、比較対照として適切であると思われる。

Fig. 1 は通常市販固形飼料から各合成飼料に切り代えてから16日間の、体重増加 (成長) と飼料の1日当たりの平均摂取量を示すが、クリニミールと ED-AC 群はほぼ同量を摂取し、体重増加も約 3.9 g/日と、良好な成長が確認された。一方、SPI 及び SPT-5 群は成長が明らかに遅く、16日後にはクリニミールや ED-AC 群よりも 11~14 g 低体重となった。また、飼料摂取量も約 57 kcal/日と前2群の約 77% に過ぎなかった。これに対応して、心臓や肝臓の重量も低い傾向にあり、特に白色脂肪組織は、クリニミール群に比べて半減していた (Table 2)。なお血中のグルコース、中性脂肪、たん白質、アルブミンの濃度には、各群間に有意差がなかったが、コレステロールは SPI 及び SPT-5 群で低値となる傾向が認められた (Table 3)。

このように、SPI や SPT-5 を含む飼料を自由に摂取させると、クリニミールや ED-AC を与えた場合と比べて、体重増加や体脂肪蓄積が少なかった。これは、おそらく飼料摂取量が少ないためと考えられるので、次に各飼料の摂取量を同一にして、同様の測定を行な

Table 2. Body weight, tail length and organ weights of rats fed *ad libitum*

	SPI	SPT-5	Clinimeal	ED-AC
Body weight (g)	232 ± 6	292 ± 3	243 ± 7	243 ± 5
Tail (mm)	196 ± 2	196 ± 1	197 ± 2	199 ± 2
Organ weight (mg)				
Heart	864 ± 23	847 ± 28	906 ± 27	983 ± 38
Liver	8588 ± 443	8414 ± 206	8758 ± 432	10587 ± 356
Kidney	1930 ± 72	1887 ± 53	1821 ± 45	1917 ± 84
Pancreas	842 ± 64	764 ± 38	666 ± 71	566 ± 62
Spleen	537 ± 25	551 ± 52	516 ± 36	576 ± 39
WAT*	2833 ± 319	2835 ± 312	5878 ± 363	4435 ± 367

*Parametrial white adipose tissue

Table 3. Blood analyses of rats fed *ad libitum*

	SPI	SPT-5	Clinimeal	ED-AC
Glucose (mg/100 ml)	139± 4	142± 4	136± 6	135± 4
Cholesterol (mg/100 ml)	75± 3	77± 3	89± 4	99± 4
Triglyceride (mg/100 ml)	78±11	67±11	74±12	72±16
Protein (g/100 ml)	5.8±0.2	5.8±0.2	6.3±0.2	5.6±0.1
Albumin (g/100 ml)	3.2±0.1	3.2±0.1	3.6±0.2	3.3±0.1

Table 4. Body and organ weights of tube-fed rats

	SPI-5	Clinimeal	ED-AC
Body weight (g)	209± 4	212± 4	209± 5
Organ weight (mg)			
Liver	8035±155	9176±367	8951±470
Kidney	1804± 85	1813± 70	1812± 71
Pancreas	590± 43	625± 68	481± 43
Spleen	517± 24	500± 28	479± 42
WAT*	1553±177	1899±467	2939±163

*Parametrial white adipose tissue

Table 5. Blood analyses of tube-fed rats

	SPT-5	Clinimeal	ED-AC
Glucose (mg/100 ml)	127±4	129±5	134±4
Cholesterol (mg/100 ml)	92±4	105±3	92±4
Triglyceride (mg/100 ml)	49±7	74±7	51±7
Protein (g/100 ml)	6.8±0.4	6.5±0.1	6.2±0.2
Albumin (g/100 ml)	3.9±0.1	3.8±0.1	3.4±0.1

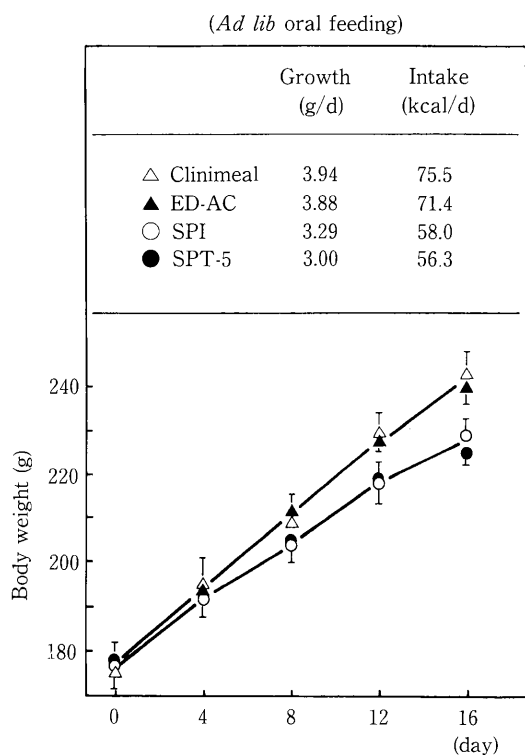
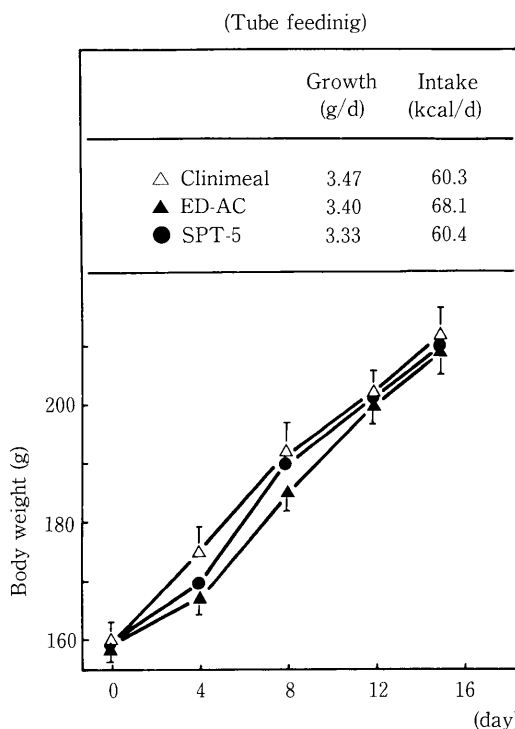
Fig. 1. Body weight and diet intake of rats fed *ad libitum*

Fig. 2. Body weight and diet intake of tube-fed rats

った。

飼料摂取量を各群で同一にするには、自由に摂取させた場合の最少摂取量に合わせるのも一方法 (paired feeding) であるが、経腸栄養を念頭に入れて、今回は一定量をチューブによって胃内へ強制的に投与する方法を採用した。まず、約 60 kcal/日の飼料を午前10時、午後2時、午後6時、午後10時と4回に分けて (1回当たり 8~10 ml) 投与したところ、クリニミールではラットの一般的状態も良好であったが、ED-AC の場合、6 匹中 2 匹が軽い下痢状態を呈し、SPT-5 では、6 匹すべてが下痢を起こした。そこで、投与回数を 1 日 2 回 (午前10時と午後4時) に減らし、不足分はラットが自由に摂取できるようにしたところ、下痢も起こさず大略順調に成長した。このように、1 日 2 回強制的に胃内へ投与すると、ラットは更にほぼ同量を自発的に摂取し、両者を合計した 1 日摂取量は、SPT-5

で、60.4 kcal となり、クリニミール (60.3 kcal) や ED-AC (68.1 kcal) とほぼ同量となった。このような条件下では、成長は 3 群ともほぼ同様となり (Fig. 2), 1 日約 3.4 g の体重増加となった。白色脂肪が小さい傾向はあるものの他の臓器重量 (Table 4) や血中成分 (Table 5) についても、SPT-5 群と他の 2 群とで顕著な差異は認められなかった。

以上の結果から、窒素源として大豆ペプチドを用いた場合、摂取量を同一とすればミルクカゼインやアミノ酸混合を用いた場合と同様の栄養効果もたらされるものと考えられるので、今後、経腸栄養へ応用し得るものと期待できる。しかし、今回の結果で、SPT-5 飼料では他に比べて下痢が起こりやすいということが明らかとなったので、その原因が SPT-5 自体にあるのか、用いたデキストリンや脂肪 (コーン油) にあるのか等、今後解決しなければならない問題である。