

経腸及び非経腸栄養への SPT-5 の利用

AVAILABILITY OF SOY PROTEIN PEPTIDE IN ENTERAL NUTRITION

井原美佳・大中政治・新山喜昭（徳島大学医学部）

Mika IHARA, Masaharu OHNAKA and Yoshiaki NIIYAMA

Department of Nutrition, School of Medicine, The University of
Tokushima, Tokushima 770

ABSTRACT

The effects of dietary nitrogen forms (protein or peptides) and feeding condition (nibbling or continuous feeding) on growth and energy and nitrogen utilization were examined in young adult rats. Groups of the male Wistar rats were given a diet containing either 20% soy protein isolate (SPI) or soy protein peptides (SPT) *ad libitum* for 7 days. Other group of rats were fed a liquid diet containing SPT by continuous infusion (SPTc). Gross energy efficiency and nitrogen retention, which were estimated from energy and nitrogen balances, respectively, were higher in SPT group than those in SPI group. As the food intake in SPI fed rats was less than that in SPT fed rats, we could not conclude that peptides were better source than protein for energy and nitrogen utilization. The paradoxical relationships between food efficiency (body weight gain/food intake) and gross energy efficiency or PER (body weight gain/protein intake) and nitrogen retention rate in SPT and SPTc groups were observed, suggesting that parameters, such as food efficiency or PER based on body weight gain, were not necessarily adequate in assessing the nutritional values of a liquid diet. Briefly say, it was proved that soy protein peptides with average chain length of 3.3 were useful nitrogen source for enteral nutrition. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn.* 10, 71-75, 1989.

術前術後における，成分栄養による経腸栄養法の重要性は広く知られており，その窒素源として近年ではペプチド混合物も利用されている。しかし，ペプチド栄養については，その生体内代謝等，不明な点もまだ多く残されている。

そこで我々は，白ネズミを用い，分離大豆たん白質 (SPI) とその酵素加水分解物で平均鎖長3.3のペプチド (SPT) を経口的又は直接胃内に投与して，その際の発育，エネルギー及び窒素出納への影響を検討した。

実験方法

実験は Fig. 1 のような計画で行った。すなわち体重約160 g の Wistar 系雄白ネズミを用いて，SPI あ

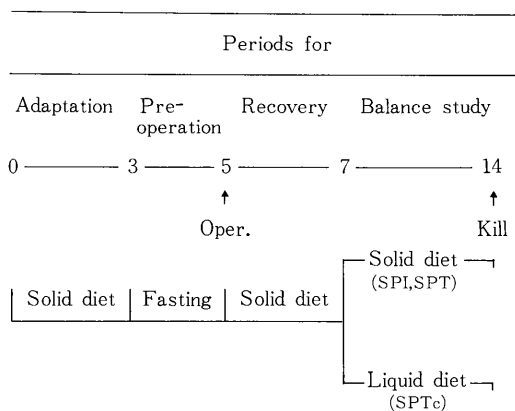


Fig. 1. Experimental design.

るいはSPT (いずれも不二製油製) の粉餌を自由摂取させる群(以下 SPI 及び SPT 群)と、代謝期に SPT の流動餌を胃内に連続投与 (continuous infusion) する群 (以下 SPTc 群) の 3 群を設けた。まず動物に SPI 又は SPT の粉餌を与え、体重が180 g に達したところで1日絶食後、SPTc 群には胃カテーテル装着手術を、他の2群には偽手術を施した。その後、体重が170 g に回復した動物を代謝ケージに移し (代謝期)、前述の各食餌を経口的に自由摂取させ、あるいは胃カテーテルを用いて連続投与した。7 日間の代謝期間中毎日連続して (体重測定等の日々の動物処置に要した1時間を除く23時間の間) 吸気採集を行い、全消費エネルギー量を間接法で求め正確なエネルギー出納を算出した。同時に尿、糞便を集め窒素出納も算出した。

投与した各餌の組成を Table 1 に示した。流動餌は0.043 ml/min の流速 (59.3 ml/23 hr.) で投与したが、この群 (SPTc 群) のエネルギー、窒素摂取量が SPT 群のそれと等しくなるよう、その栄養素濃度を調整した。しかし各ミネラルは既製注射溶液により補給した。

動物の体重及び摂食量は毎日測定した。実験終了時に動物を断頭屠殺し、乾燥カーカスについて体組成分析を行った。血漿は凍結保存し、尿と共に遊離アミノ酸分析を行った。

Table 1. Composition of solid and liquid diets

Solid diet	(g/kg)
SPI or SPT	200
Glucose	467
Sucrose	233
Vitamin mixture (Harper)	10
Choline-Cl	5
Mineral mixture (AIN-76™)	35
Soybean oil	50
Liquid diet	(/100 ml)
SPT (g)	7.7
Glucose (g)	18.1
Sucrose (g)	9.0
Vitamin mixture (g)	0.4
Choline-Cl (g)	0.2
0.75% Ca solution (ml)	11.9
6.0% MgSO ₄ solution (ml)	0.8
8.7% K ₂ HPO ₄ solution (ml)	3.9
Physiological saline (ml)	4.9
10% Fat emulsion (ml)	16.0

結果と考察

各群の全期間の体重変化を Fig. 2 に示した。術前後の絶食や手術の影響で明らかな体重減少が見られたが、その後順調に回復した。代謝期初日の体重に若干差があったため、代謝期中の増加量としてみると (Fig. 3), たん白食 (SPI) とペプチド食 (SPT) ではた

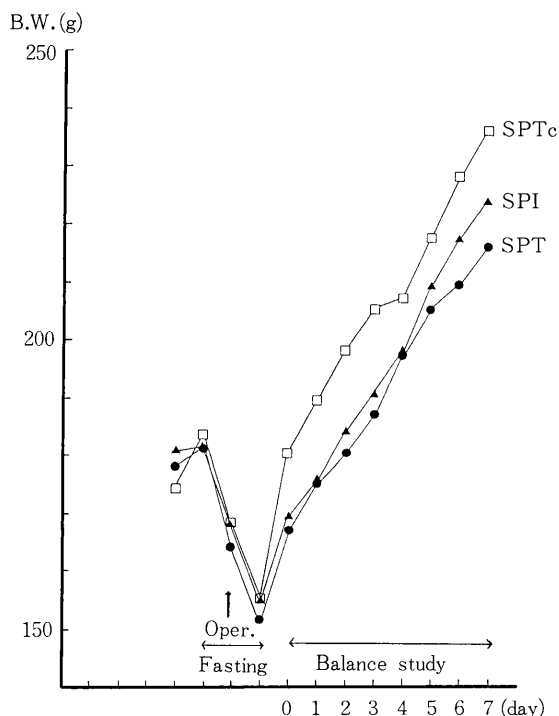


Fig. 2. Changes in body weight.

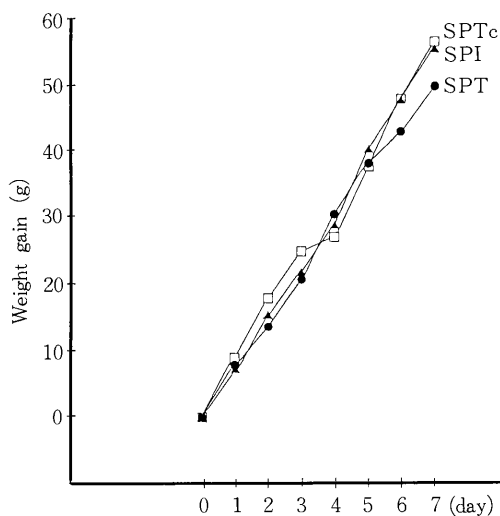


Fig. 3. Weight gain.

ん白食の方が、又投与方法別 (SPT と SPTc) では連続注入 (continuous infusion) の方がそれぞれ大であった。

代謝期の体重増加量と、摂食量又はたん白摂食量から算出した食餌効率及びたん白効率を Table 2 に示した。食餌効率はたん白食とペプチド食ではたん白食群が良く、又投与方法による比較では連続投与群が自由摂食群より高い値になった。たん白効率はたん白食群の方がペプチド食群より有意に高く、投与方法による比較では SPTc 群が高くなった。

このように食餌効率及びたん白効率からみると、ペプチドの場合、強制的連続投与の方が自由摂食より有効であるように思われた。

次に Table 3 に実測のエネルギー出納値とエネルギー利用効率を示した。たん白食群とペプチド食群に

ついて体重100 g 当りのエネルギー出納及びエネルギー効率を比べると、共にペプチド群が大であった。しかし、摂食量もペプチド群がやや大きかったので、エネルギー利用に関してたん白質よりペプチドの方が有利であると即断することはできないと思われる。一方、SPT の投与方法による比較では、出納、効率ともに自由摂食群が連続投与群より大であった。しかしこの際もやはり前者の摂食量が後者のそれより大であったので、エネルギー利用に対する投与方法の優劣をも即断しがたい。なお、各群についての実測のエネルギー出納から求めた効率と、エネルギー利用の一側面を示すと思われる食餌効率 (Table 2) を比べてみると、パラドキシカルな関係を示していた。

Table 4 は体重100 g 当りの窒素出納及び蓄積効率を示したものである。N 源の形態差による比較では、

Table 2. Food and protein intakes and body weight gain

Group (n)	Food intake (A)	Protein intake (B)	Weight gain (C)	Food efficiency (C/A)	Protein efficiency (C/B)
	<i>g/7 days</i>	<i>g/7 days</i>	<i>g/7 days</i>		
SPI (5)	135.2±17.2	22.8±2.9	55.5±9.8	0.41±0.03	2.42±0.15
SPT (7)	154.3±11.7 ^a	25.2±1.0	49.0±6.6	0.32±0.03 ^a	1.95±0.27 ^a
SPTc (5)	150.8±6.1	23.6±1.0 ^b	56.1±6.4	0.37±0.03 ^b	2.38±0.18 ^b

^aSignificant difference between protein group and peptide group at $p<0.05$. ^bSignificant difference between SPT group and SPTc group at $p<0.05$.

Table 3. Energy balance

Group (n)	Energy intake (A)	Metabolizable energy	Energy expenditure	Energy balance (B)	Gross energy efficiency (B/A)
					<i>(kcal/100 g body weight/day)</i> %
SPI (5)	41.38±3.58	38.98±3.44	23.29±1.84	15.69±2.25	38±3
SPT (7)	47.95±3.38 ^a	45.84±3.31 ^a	25.47±0.89 ^a	20.37±3.21 ^a	42±5
SPTc (5)	42.12±1.85 ^b	39.99±1.60 ^b	23.55±1.35 ^b	16.44±1.61 ^b	38±3

^aSignificant difference between protein group and peptide group at $p<0.05$. ^bSignificant difference between SPT group and SPTc group at $p<0.05$.

Table 4. Nitrogen balance

Group (n)	N intake (A)	Feces N	Urine N	N balance (B)	N retention rate (B/A)
					<i>(g/100 g body weight/day)</i> %
SPI (5)	1.85±0.16	0.10±0.01	0.96±0.07	0.79±0.11	43±3
SPT (7)	2.08±0.08 ^a	0.08±0.02	1.03±0.14	0.97±0.14 ^a	47±7
SPTc (5)	1.80±0.05 ^b	0.08±0.03	1.17±0.03 ^b	0.55±0.08 ^b	31±4 ^b

^aSignificant difference between protein group and peptide group at $p<0.05$. ^bSignificant difference between SPT group and SPTc group at $p<0.05$.

出納値、効率ともにペプチドの方がたん白質より大であり、投与方法による比較では自由摂取の方が連続投与より高くなった。しかし、ペプチド自由摂取群の摂食量が他の2群に比べやや大きいので、この点は考慮の要があろう。またエネルギーの場合と同様、出納試験より得られた窒素蓄積効率の結果はたん白効率の結果とは逆であった。

以上から、出納試験にもとづくエネルギーや窒素の蓄積量はたん白質よりもペプチドの方が、又連続投与より自由摂取の方がやや優れているようにも考えられるが、摂食量を正確に同じにして再検討をする必要があると思われる。

Fig. 4 は、実験終了時の体組成を示している。体脂肪、体たん白質濃度は、たん白食とペプチド食では差は見られず、又 SPT の投与方法別で比較すると、脂肪割合は SPT の連続投与 (SPTc) で高い傾向にあった。このことは SPTc 群のエネルギー出納、効率が SPT 群より低かったこと (Table 3) と一見矛盾するようであるが、SPTc 群の代謝期初日の体重が SPT 群のそれより約15 g 程度多いこと (Fig. 2)、即ち実験当初から体脂肪の多かったことと関係があるかもしれない。

また、先に体重増加は連続投与群が自由摂取群より大きいことを示したが、体組成から見て、SPTc 群で SPT 群より脂肪が多くたん白質に差がないことは、前者の増加体重部分は活性組織の増加割合が特に多いものではないことを意味している。このことは、窒素蓄積量や効率が連続投与群より自由摂取群で大きかったこと (Table 4) から推察できる。又体重増加量は連続投与群の方が自由摂取群より大であったのに、実際のエネルギー、窒素の蓄積量、効率は逆に自由摂取群が連続投与群より大きかったことは、流動餌連続投与時の栄養評価において、食餌及びたん白効率のような体重増加との関連で求められた指標は必ずしも適当でないことを示している。

我々は、卵白たん白質及びその加水分解物 (平均鎖長2.2のペプチド) を今回実験と同様に自由摂取又は胃内に強制投与した実験を行い Table 5 に示すような結果を得ている。この場合も上記同様、エネルギー出納値、窒素出納値から求めた効率と、体重増加から計算した効率が並行せずパラドキシカルな関係を示している。このことは、流動餌使用時の栄養効率評価に体重増加量を用いることが必ずしも正しくないという、先の見解を一層裏付けていると言える。

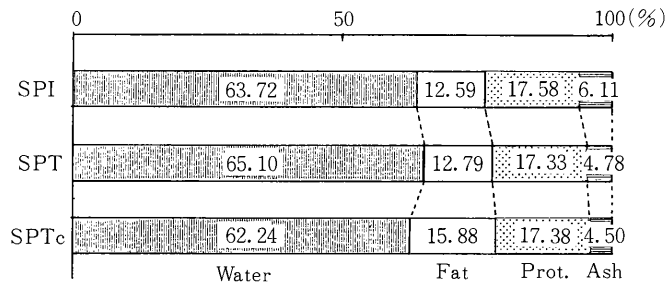


Fig. 4. Body composition.

Table 5. Comparison of utilization efficiencies of energy and nitrogen by two approaches

	SPT		Egg white peptide	
	Solid (ad lib.)	Liquid (continuous)	Solid (ad lib.)	Liquid (continuous)
Energy				
Food efficiency ¹	0.32	0.37	0.34	0.42
Gross energy efficiency ²	42	38	46	45
Nitrogen				
PER ¹	1.95	2.38	2.43	2.82
N retention rate ²	47	31	56	45

¹Ratio of BW gain to food or protein consumption. ²Efficiency from balance study data.

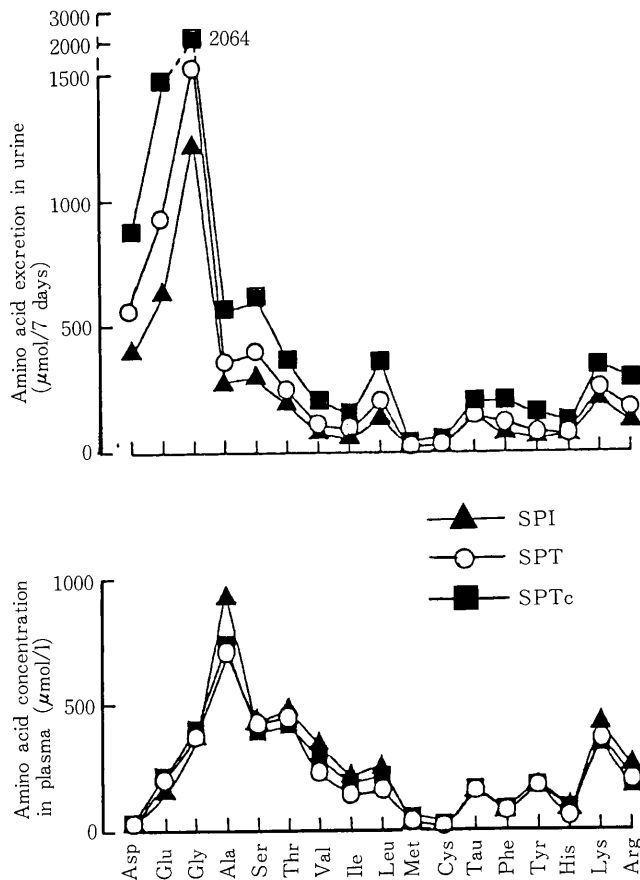


Fig. 5. Amino acid pattern.

各群の血漿及び尿中のアミノ酸量を Fig. 5 に示した。実験期間中の各アミノ酸の総摂取量は各群間で差はなかったが、たん白質とペプチドではペプチド群の方が、また SPT の投与方法別で比べると、連続投与群の方が自由摂取群より尿中アミノ酸量が多く血漿中アミノ酸量が少ない傾向にあった。

さらに我々は、大豆ペプチドを非経腸栄養に利用する目的で、頸静脈から中心静脈へカニューレションした動物への投与を試みたが、投与開始からわずか数時間のうちに全動物が死亡した。現在のところ原因は不明であるが、今後検討したい。

要 約

1. 窒素源として SPI, SPT (鎖長 3.3) を 20% 含む食餌を経口的に白ネズミに与え、窒素形態の差による生体への影響を見た。又 SPT を胃内に強制投与し、投与方法差による影響についても検討し

た。

2. 窒素形態の差では、窒素蓄積効率及びエネルギー効率がペプチド群において優れていたが、ペプチド群の摂食量がやや多かったため、窒素及びエネルギーの利用に関してペプチドが何らかの有利な性質を持つとは即断できない。しかし、大豆ペプチドが経管栄養の窒素源として十分に利用し得ることが分かった。
3. 投与方法による比較では、連続投与群における体重増加は活性組織の相対的増大を伴わず体脂肪の増加を伴うものであったため、このような連続強制投与を行う場合には、体重とこれに関する食餌効率、たん白効率等からだけで栄養評価をすることは適当でなく、出納試験によってエネルギー、窒素の効率を求めるのがより良いということが分かった。