

大豆たん白質ペプチドの経管栄養への応用：熱産生に及ぼす影響

AVAILABILITY OF SOY PROTEIN PEPTIDES FOR TOTAL ENTERAL NUTRITION

斎藤昌之（北海道大学獣医学部）

Masayuki SAITO

Faculty of Veterinary Medicine, Hokkaido University, Sapporo 060

ABSTRACT

Effects of dietary soy protein peptides on energy expenditure were examined in rats, with special reference to the thermogenic activity of brown adipose tissue (BAT). Groups of female Sprague-Dawley rats (150-170 g) were given a diet containing either soy protein peptides (SP) or amino acids (ED) for 13 days. Regardless of peptide (amino acid) content (7 and 18%) in the diet, body weight gain (Δ BW) was less in SP group than ED group, while the former ate more. Thus, the energy efficiency (Δ BW/food intake) was decreased under the SP diet, suggesting an increase in energy expenditure, i. e., heat production. In accordance with this, GDP binding to BAT mitochondria, an index of the thermogenic activity of this tissue, was increased under the SP diet. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn.* **10**, 81-83, 1989.

経腸栄養や高カロリー輸液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、広く用いられている。我々は先に、経腸栄養剤の窒素源としてオリゴペプチド、特に大豆たん白質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ラットを用いて基礎的検討を行った¹⁾。その結果、摂取量を一定にすれば、アミノ酸混合物やミルクカゼインを窒素源とした場合と同様の栄養効果もたらされることが明かとなった。

ところで、前報¹⁾で供した飼料では、ペプチド含量は18%と十分量であったが、10%以下と低含量になるとカゼイン等に較べて栄養効率が低下することが（少なくともラットでは）、知られている。これは大豆ペプチド中のメチオニン含量の低さに起因するとされているが、大豆ペプチドの栄養効率について、今回はエネルギー消費（熱産生）との関係を中心に検討を加えた。

実験方法

Wistar 系雌性ラット（初体重150～170 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。SP-18飼料は、大豆ペプチド（ハイニュート PM, 平均ペプチド鎖長3.2）18%を窒素源としたもので、エネルギー含量は3.75 kcal/g である。また SP-7飼料は大豆ペプチド含量を7%に減じたものである。一方、アミノ酸を窒素源とする飼料として、必須アミノ酸6.8%, 非必須アミノ

Table 1. Composition of diets (%)

	ED-18	ED-7	SP-18	SP-7
Soy peptide			18	7
Amino acids	18	7		
Dextrin	78	89	78	89
Lipids	1	1	1	1
Salts and vitamins	3	3	3	3

酸10.8%を含む成分栄養剤エレンタール ED-AC (森下製薬) をそのまま (ED-18飼料), あるいはアミノ酸含量を7%に減じて (ED-7 飼料) を用いた。

各飼料を2倍量の水にとかけて自由に摂取させ、摂取量と体重を毎日測定した。13日後にラットを断頭屠殺し、肝臓、腎臓、脾臓、傍子宮脂肪組織、後腹膜脂肪組織及び肩甲間褐色脂肪組織 (BAT) を採取し、重量を測定した。

BAT を小片に切り刻み、0.25 M サッカロース緩衝液 (5 mM TES, 1 mM EDTA, pH 7.2) 中でホモゲナイズした後、Cannon と Lindberg の方法²⁾ に従ってミトコンドリア標品を調製した。

この標品のたん白質濃度は Lowry らの方法³⁾ で測定した。GDP 結合量は、前報りに従い、 $10 \mu\text{M}$ ^3H -GDP と 100 mM ^{14}C -サッカロースを含む反応液にミトコンドリア標品 (0.1~0.3 mg たん白質相当) を加えて 20°C 、10分間放置後、ミリポアフィルターでろ過してフィルター上の ^3H と ^{14}C の放射活性を測定することにより、算出した。また、ミトコンドリア標品のチトクロームオキシダーゼ活性は、Oriei と Okunuki の方法⁵⁾ により測定した。

結 果 と 考 察

大豆ペプチドの栄養効果を調べるために2種の異なる含量 (7及び18%) の大豆ペプチド飼料を作成して、成長期のラットに自由に摂取させ、アミノ酸飼料を与えた場合と比較した。なおアミノ酸飼料としてエレンタールを用いたが、この栄養効果や副作用についてはすでに詳細に調べられ、現在、経腸栄養剤として広く利用されており、比較対照として適切なもので、これをそのまま、あるいはアミノ酸含量を7%に減じて用いることにした。

Table 2 は、各飼料を13日間摂取させた場合の体重変化と飼料摂取量を示し、同様に Table 3 には、13日後の各種臓器重量をまとめた。まず対照としたED-18群とアミノ酸含量を減じたED-7群で比較すると、後者の方が飼料摂取量がやや多いにも拘らず体重増加が少なく終体重がやや低値となった (Table 2)。体重の差異に応じてED-7群の各種臓器重量も小さい傾向を示した (Table 3)。同様の変化は、大豆ペプチド含有飼料についてもみられた。即ち、SP-18群に較べてSP-7群では、摂食量が明らかに多いにも拘らず体重

Table 2. Body weight change and diet intake

	ED-18	ED-7	SP-18	SP-7
Body weight (g)				
Initial	163±5	160±4	162±5	163±3
Final	190±5	184±5	180±3	175±4
Growth (g/day)	2.1±0.2	1.8±0.2	1.6±0.2	0.9±0.1
Diet intake (kcal/day)	52.1±1.9	55.5±1.5	48.5±1.3	59.6±1.1
Efficiency (mg/kcal)	40.4±3.1	32.0±3.0	33.0±5.1	15.5±2.2

Efficiency=Growth/Diet intake.

Table 3. Body and organ weights

	ED-18	ED-7	SP-18	SP-7
Body weight (g)	190±5	184±5	180±3	175±4
Organ weight (g)				
Liver	8.77±0.10	8.55±0.25	7.74±0.20	7.28±0.33
Kidney	1.27±0.03	1.11±0.02	1.31±0.02	1.14±0.01
Spleen	0.29±0.02	0.29±0.01	0.31±0.01	0.27±0.01
WAT-PM	5.59±0.44	5.08±0.27	3.85±0.24	3.88±0.15
WAT-RP	4.60±0.38	3.82±0.33	2.76±0.10	2.79±0.17
BAT	0.48±0.01	0.42±0.03	0.33±0.03	0.39±0.02

WAT-PM : parametrial white adipose tissue.

WAT-RP : retroperitoneal white adipose tissue.

BAT : interscapular brown adipose tissue.

増加が少なかった (Table 2)。

このように、アミノ酸飼料、大豆ペプチド飼料共に窒素含量を減らすと、摂食量の増加と成長遅延がみられる。摂食量当りの体重増加としてエネルギー効率を算出すると、低窒素含有飼料での低効率化がより鮮明となる (Table 2)。エネルギー効率の低下、即ち体内へのエネルギー蓄積の減少という事実は、低窒素含量飼料を摂取した場合には、熱産生という形でエネルギー消費が増加することを示している。このことは、たん白質（カゼイン）をサッカロースで置換した低たん白質飼料を摂取したラットでは、熱産生機能が亢進するという報告⁶⁾とも良く一致している。

熱産生の特異的部位として褐色脂肪組織 (brown adipose tissue, BAT) が知られている。白色脂肪組織がエネルギーの蓄積臓器であるのとは逆に、BAT は熱産生、即ちエネルギーの散逸臓器であり、冬眠覚醒や寒冷暴露、多食などの場合に機能亢進が起こり、体温調節やエネルギー平衡の維持に寄与している。従って、前述の ED-7 や SP-7 群で示された熱産生の増加は、BAT 機能の亢進に依っている可能性が高い。この考えを確かめるために、BAT ミトコンドリアに

対する GDP 結合を測定して、BAT での熱産生能の評価を行った。その結果、Fig. 1 に示すように、ED、SP 食、いずれも窒素含量が低い方が GDP 結合が高いことが明かとなった。なお、これが非特異的变化でないことは、同じミトコンドリア酵素であるチトクロームオキシダーゼ活性は、群間であまり差異がないことから明かである。

ED 群と SP 群を比較した場合も、エネルギー効率と GDP 結合の変化は明かである。即ち、18%、7% いずれの含量でも SP 群はエネルギー効率が低値、GDP 結合が高値となり、熱産生の増加が示された。このような差異が大豆ペプチドに特有のものか否かについては、更に検討を進める必要があるが、これらの結果は、エネルギーバランスの維持調節や肥満との関連で示唆に富んでおり、今後、より詳細な解析を行う予定である。

文 献

- 1) 斎藤昌之, 嶋津 孝 (1988): 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。大豆たん白質栄養研究会会誌, **9**, 57-60.
- 2) Cannon, B. and Lindberg, O. (1979): Mitochondria from brown adipose tissue: isolation and properties. *Methods in Enzymology*, **55**, 65-78.
- 3) Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. (1951): Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-275.
- 4) Lupien, J. R., Glick, Z., Saito, M. and Bray, G. A. (1985): Guanosine diphosphate binding to brown adipose tissue mitochondria is increased after single meal. *Am. J. Physiol.*, **249**, R694-R698.
- 5) Oriei, Y. and Okunuki, K. (1965): Studies on cytochrome a. *J. Biochem.*, **58**, 561-568.
- 6) Rothwell, N. J., Stock, M. J. and Tyzbit, R. S. (1983): Mechanisms of thermogenesis induced by low protein diet. *Metabolism*, **32**, 257-261.

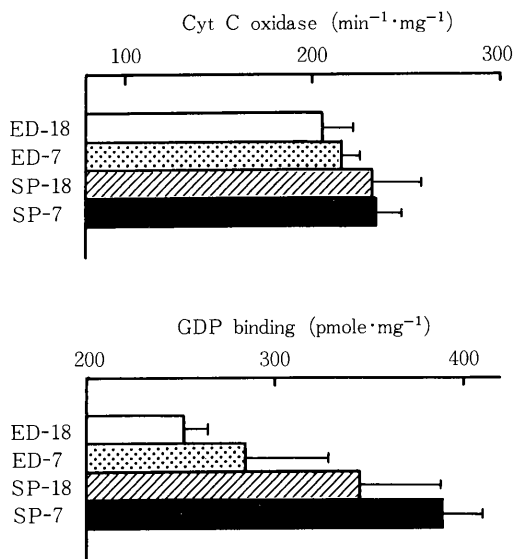


Fig. 1. GDP binding and cytochrome oxidase in BAT mitochondria.