

大豆たん白質分解ペプチドの体脂肪蓄積抑制効果 に関する研究

石原健吾・松元圭太郎・魚橋良平・伏木 亨*

京都大学農学部

Effects of Soybean Peptide on Suppression of Body Fat Accumulation during Endurance Swimming in Mice

Kengo ISHIHARA, Keitaro MATSUMOTO, Ryouhei UOHASHI and
Tohru FUSHIKI

Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606

ABSTRACT

Suppression of body fat accumulation of mice chronically administered soybean peptide was investigated. Mice were fed with commercial chow and 5% soybean digestion peptide in the water during endurance swimming every 2 days for 5 weeks. The mass of the epididymal fat pads and the peripheral fat were significantly smaller than control. Sedentary mice did not show any difference in mass from control. Amino acid mixture which simulated the soybean peptide gave the same suppression of body fat accumulation when it was administered to the mouse for 5 weeks. These results suggested that soybean peptide would decrease in body fat during exercise training with its characteristic amino acid composition. Lysine and arginine contents, which are markedly high in the soybean peptide, may not be relevant to it. *Rep. Soy Protein Res. Com., Jpn.* **17**, 94-97, 1996.

Key words: body fat content, endurance swimming, soybean peptide

大豆たん白質の分解ペプチドをマウスに与えて持久運動を負荷すると、体脂肪の蓄積が抑制されることをすでに報告した。この効果が大豆たん白質分解ペプチドの特徴的なアミノ酸組成に起因するものかについて、大豆たん白質分解ペプチドと同じ組成のアミノ酸混合物を調製して検討した。また、大豆たん白質のアミノ酸のなかで、どのアミノ酸が体脂肪蓄積抑制に寄与し

ているのかを明らかにする目的で、大豆たん白質分解ペプチドのアミノ酸のうち、リジンとアルギニンを大麦たん白質ペプチドのそれに置換したものを調製し検討した。

実験方法

持久運動の方法

昨年度と同様に、マウスに定量的に持久性の運動負荷を与える方法として流水プールによる遊泳運動装置

*〒606 京都市左京区北白川追分町

を用いた¹⁾。この運動装置は、90×45×45 cmのプールにポンプによって一定の表面流を施したもので、流れが均一になるように特に工夫を加えている。流量はバルブと流量計でレベルを調節した。本実験で用いた毎分7,000 cm³の流量は、最大酸素摂取量の50%程度の運動で、一般のヒトでは駆け足程度の弱い運動であると推定される。この条件で、マウスは、トレーニングしない状態で約40分間泳ぎ続けることができる。マウスが疲労して流れに逆らって泳ぐことができなくなった時点を最大遊泳時間とした。水温はマウスの遊泳持続時間が最大となる34°Cに設定した。

動物の飼育、持久運動条件。

5週齢のddY雄マウスを固形飼料MFの自由摂取で飼育し、遊泳に慣れさせる目的で、1週間にわたって1日20分間流水プールで遊泳させた（予備飼育）。

結 果 と 考 察

35日間、大豆たん白質分解ペプチド（大豆ペプチド、SBP）を与えながら持久運動を続けたマウスの臓器重量をTable 1に示した。肝臓、心臓、脾臓重量には有意な差は見られないが、後肢の筋肉である腓腹筋と四頭筋がそれぞれ有意にペプチド摂取群で大きくなっていった。腎臓はペプチド群でやや大きくなっている。これは、余分のアンモニアを処理しなくてはならないためであると思われる。腎周囲脂肪と副精巣周囲

脂肪の重量がいずれもペプチド群で著しく減少していた。脂肪重量の減少は30%を超えており、大豆ペプチドが顕著な脂肪蓄積防止効果を持っていることを示している。対照として大麦由来たん白質分解ペプチド（BGP）を同じ条件で与えたが、体脂肪蓄積抑制効果は見られなかった。

このような脂肪蓄積防止効果が、ペプチドの摂取によっておこるのか、それとも、運動を行ったときのみ現れるのかを明らかにするために、同じ飼育条件で運動をさせないで35日のあいだ飼育した。運動を全く負荷しないと、運動をさせながら飼育したときと異なって大豆ペプチド投与群と水投与群には筋肉重量、脂肪重量とも全く差が見られず、運動をさせないと大豆ペプチドの効果は全く見られないことが示唆された。

大豆ペプチドの効果が、そのアミノ酸組成によるものか、あるいは特殊な機能を持つペプチドによるものかを明らかにする目的で、マウスを同じ条件で運動させながら、大豆ペプチドと全く同じ組成のアミノ酸混合物を与え、水を与えたものと比較した。大豆ペプチドには、分岐鎖アミノ酸、リジン、アルギニン、グルタミンなどが多く含まれている。大豆ペプチドと大麦ペプチドのアミノ酸組成をTable 2に示す。

アミノ酸混合物に変えても35日間運動させた後の脂肪重量は、やはり大豆ペプチド組成のアミノ酸投与群（SBAA）で有意に低いことが明らかになった（Table 3）。このことは、大豆ペプチドの脂肪蓄積防止効果

Table 1. Relative organ weights (% of body weight)

	Water	BGP	SBP
Liver	4.46±0.12	4.77±0.17	4.65±0.18
Heart	0.39±0.01	0.38±0.01	0.39±0.01
M.gastrocnemius	0.99±0.02 ^a	1.07±0.03 ^b	1.05±0.02 ^{ab}
M.quadriceps	1.36±0.02 ^a	1.45±0.03 ^b	1.45±0.02 ^{ab}
M.soleus	0.03±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01
Kidney	1.33±0.05 ^a	1.47±0.03 ^b	1.42±0.03 ^{ab}
Spleen	0.28±0.02	0.30±0.02	0.29±0.01
Perirenal fat	0.64±0.07	0.61±0.06	0.47±0.03
Epididymal fat	1.81±0.17 ^{ab}	1.83±0.13 ^b	1.34±0.07 ^a

Values are expressed as means ± SEM (Water, n=8; BGP, n=9; SBP, n=7). All mice were given free access to a stock diet (MF). Mice were given free access to the 5% soybean peptide (SBP) beverage, the 5% beer grain peptide (BGP) beverage or water, respectively. All mice were subjected to forced swimming for 32 days. Mice were swum until exhaustion in current water pool 3 times in a week. On the 35th day mice were killed by decapitation and removed organs quickly. Values in the same row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$) by one-way ANOVA followed by Tukey's test.

Table 2. Amino acids composition of the peptides (weight %)				
	SBP	BGP	SBP	BGP
Val	4.03	5.22	Ile	3.99
Leu	6.83	8.68	Lys	6.46
Met	1.10	2.43	Phe	4.62
Trp	0.96	1.43	Thr	3.63
Arg	7.99	4.70	His	2.46
Glu	22.46	21.67	Cys	1.31
Tyr	3.30	4.61	Ala	3.73
Asp	12.25	5.19	Gly	4.02
Pro	5.58	10.56	Ser	5.26

Crude protein in soybean peptide (SBP) and beer grain peptide (BGP) was 90.3% and 74%, respectively. These peptides were hydrolyzed and assayed composition of amino acids. Glutamine and asparagine were detected as glutamic acid and aspartic acid since they were deaminated by hydrolysis.

Table 3. Relative organ weights (% of body weight)			
	Water	BGAA	SBAA
Liver	4.73±0.13	4.60±0.09	4.97±0.11
Heart	0.40±0.02	0.40±0.01	0.43±0.01
M. gastrocnemius	0.99±0.02	1.01±0.02	1.00±0.02
M. quadriceps	1.34±0.02 ^a	1.38±0.04 ^{ab}	1.47±0.03 ^b
M. soleus	0.04±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01
Kidney	1.43±0.04	1.44±0.06	1.52±0.05
Spleen	0.29±0.02	0.30±0.02	0.30±0.03
Perirenal fat	0.51±0.06	0.63±0.11	0.45±0.10
Epididymal fat	1.87±0.21	1.86±0.23	1.37±0.16

Values are expressed as means ± SEM (Water, n=6; BGAA, n=8; SBAA, n=6). All mice were given free access to a stock diet (MF). Mice were given free access to the 5% soybean amino acid (SBAA) beverage, the 5% beer grain amino acid (BGAA) beverage or water, respectively. All mice were subjected to forced swimming for 32 days. Mice were swum until exhaustion in current water pool 3 times in a week. On the 35th day mice were killed by decapitation and removed organs quickly. Values in the same row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$) by one-way ANOVA followed by Tukey's test.

Table 4. Relative organ weights (% of body weight)			
	LA	SBAA	Control
Liver	4.15±0.31	4.34±0.23	4.24±0.30
Heart	0.40±0.04	0.39±0.03	0.38±0.03
M. gastrocnemius	1.02±0.14	0.92±0.04	0.91±0.09
M. quadriceps	1.38±0.15	1.32±0.15	1.28±0.12
Kidney	1.51±0.18	1.39±0.17	1.32±0.16
Spleen	0.25±0.04	0.27±0.07	0.22±0.04
Perirenal fat	0.63±0.22	0.62±0.21	0.75±0.17
Epididymal fat	1.97±0.58	1.94±0.81	2.17±0.48
Epi+Peri	2.59±0.78	2.56±0.97	2.84±0.61
BAT	0.62±0.11	0.58±0.07	0.61±0.10

Values are means ± SD (n=8). Mice were fed MF with 5% Lys/Arg beverage (LA), the 5% soybean amino acid diet beverage (SBAA), the 5% beer grain amino acid beverage (Control), respectively.

が、そのアミノ酸組成によるものであることを示唆している。

大豆ペプチドは動物の交感神経を活性化させるという報告がある²⁾。大豆分離たん白質の摂取によって褐色脂肪組織の重量が増加したという報告もある。大豆ペプチドはリジンやアルギニン含量が高く、これが熱産生に寄与している可能性がある。そこで、リジン・アルギニン含量の低い大麦たん白質を対照として、これと同じ組成のアミノ酸混合物を調製してマウスに与えた。さらに、リジンとアルギニンだけを対照のたん白質レベルにまで下げてあとは大豆ペプチドと同じ組成のアミノ酸混合物を作り (LA 群)、これまでの実験と同じく、35日間運動をさせながら飼育し、臓器重量を測定した。

Table 4 に明らかなように、大豆ペプチドと同じ組成のアミノ酸混合物 (SBAA) では、大麦たん白質組成のアミノ酸混合物 (BGAA) よりも脂肪重量が低い。

リジンとアルギニンを低くした大豆ペプチド組成のアミノ酸混合物 (LA) でも、完全な大豆ペプチド組成のものと同様に脂肪重量の減少傾向が認められた。また、脂肪代謝と深い関わりのある褐色脂肪組織重量は3つの群で全く差がなかった。

血清 T_3 は基礎代謝レベルを反映するが、3群の T_3 には全く差が認められず、本研究で観察された運動による脂肪重量の減少は褐色脂肪組織や甲状腺機能の促進によるものではないことが示唆された。

これらのことから、大豆ペプチドにはその特徴的なアミノ酸組成に起因する脂肪蓄積防止作用があることが示唆された。この効果の発現には、大豆ペプチドを摂取させると同時に持続的な運動を行わせることが必須である。大麦たん白質分解ペプチドにはそのような効果はなかった。大豆ペプチドのリジンやアルギニンの比率を変えてもこの作用はなくなり、詳細なメカニズムについては今後の検討が必要である。

要 約

大豆たん白質の分解ペプチドを飲料水に混合してマウスに投与し、流水プールを用いて持久運動を行わせると、大豆たん白質ペプチドを投与した群は対照群よりも有意に体脂肪の蓄積が抑制される。本実験では、大豆たん白質ペプチドと同組成のアミノ酸混合物、ならびに対照として、脂肪蓄積抑制効果のみられない大麦たん白質ペプチドと同組成のアミノ酸混合物をマウスの飲料水に添加し、持久運動を行わせた。大豆たん白質ペプチドのアミノ酸のうち、大豆たん白質に特徴的なリジンとアルギニン含量を大麦たん白質のそれに変えて検討したが、脂肪蓄積効果は喪失しなかった。大豆たん白質ペプチドの脂肪蓄積抑制効果はこれらのアミノ酸では完全には説明することはできず、分岐鎖アミノ酸など、他のアミノ酸についても検討する必要がある。

文 献

- 1) Matsumoto K, Ishihara K, Tanaka K, Inoue K and Fushiki T (1996): An adjustable current swimming pool for the evaluation of endurance capacity of mice. *J Appl Physiol*, 81, in press.
- 2) 齊藤昌之 (1990): 交感神経活動に及ぼす大豆たん白質ペプチドの影響。大豆たん白質栄養研究会会誌, 11, 95-97.