

運動トレーニング中の大豆ペプチドの摂取が筋肉たん白質の増加に及ぼす影響

Effects of the Soybean Peptide on an Increase in Muscle Mass During Training in Mice

伏木 亨・石原健吾・松元圭太郎・魚橋良平・井上和生(京都大学農学部)

Tohru FUSHIKI, Kengo ISHIHARA, Keitaro MATSUMOTO, Ryohei UOHASHI and Kazuo INOUE

Department of Food Science & Technology, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606-01

ABSTRACT

Increasing in the muscle mass of mice administered amino acid mixture simulated the soybean peptide was observed. Mice were fed with stock diet and 5% amino acid mixtures solution *ad libitum* during endurance swimming training every 2 days for 5 weeks. The gastrocnemius and quadriceps muscle mass of the soybean peptide group were larger than those of the control group which were given water instead of the soybean peptide. Amino acid mixture which simulated the barley protein gave the similar increase in the muscle mass when it was administered to the mouse instead of soybean peptide. However, the increase in muscle mass was rather smaller in the case of the barley protein-amino acids. The soybean peptide has much lysine, arginine and branched chain amino acids. These results suggested that soybean peptide would stimulate muscle hypertrophy during exercise training with its characteristic amino acid composition. *Rep. Soy Protein Res. Com., Jpn.* **16**, 1-3, 1995.

運動は動物の代謝を大きく変化させ、特に栄養素の要求性を大きく変えることが明らかになってきている。激しい運動はたん白質、エネルギー等の必要量を増加させる一方、食欲を減退させることも多く、適切な栄養素摂取は困難なことが多い。筋肉は栄養素摂取の如何に関わらず、運動負荷によって適応的に増加するといわれているが、材料となる良質のアミノ酸の不足はその合成を抑制する可能性がある。また、負荷がかかっている臓器のたん白質は、筋肉合成のために分解されてしまう。

本研究は、昨年度に引き続き、長期にわたって激しい持久性の運動を行っているヒトに、適切な栄養素を補強するためのモデル実験として、マウスを長期間持久運動させたときの筋肉の合成・維持に、強制的に与えた大豆たん白質の効果を検討した。本年度は対照と

して大麦由来のたん白質と同じ組成のアミノ酸混合物を調製し、アミノ酸混合物どうしの効果を比較した。

実験方法

マウスの持久運動系の設定

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を試作した。この運動装置は、図に示すような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、出水口と吸水口は、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7000 cm³の流量では、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超泳時間とした。水温はマウスの遊泳持続時間が最大となる34℃に設定した。

動物の飼育と持久運動条件

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週間にわたって一日20分間流水プールで遊泳させた（予備飼育）。

予備飼育したマウスを3群に分けた。大豆ペプチドと同じ組成のアミノ酸混合物を調製し、飲料水の中に5%となるように溶解して自由摂取させた（SBAA

群）。もう1群には、対照として大麦抽出たん白質と同じ組成のアミノ酸混合物を与え、コントロール群とした。飲料水中のアミノ酸の組成をTable 1に示す。飼料は固形飼料MFを自由摂取させた。両群マウスを、2日に一度、35日間限界までの遊泳を行わせた。体重および飲水量は毎日測定した。

実験期間終了後マウスの肝臓、心臓、ひ腹筋、四頭筋、ひらめ筋、腎臓、脾臓、腎周囲脂肪、副精巣周囲脂肪の重量をそれぞれ測定した。

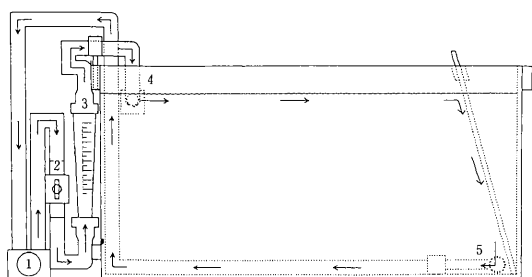


Fig. 1. The illustration of forced swimming system. 1, Pump; 2, Valve; 3, Water flowmeter; 4, Spout part; 5, Suction part.

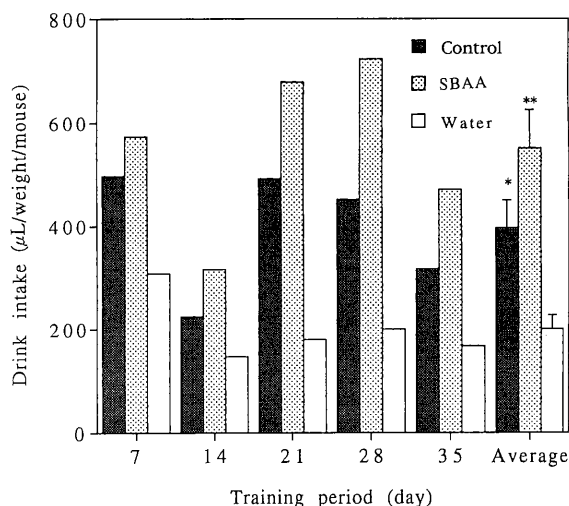


Fig. 2. Intake of fluid containing amino acid mixture in mice. SBAA, 5% amino acids solution, its amino acid composition was simulated the soybean peptide: Control, simulated the barley protein. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ by one-way ANOVA followed by Tukey's test.

Table 1. Amino acid compositions of the sample solutions (g/L)

Amino acid	Soybean peptide	Barley Protein
Val	4.03	5.22
Leu	6.83	8.68
Met	1.10	2.43
Trp	0.96	1.43
Arg	7.99	4.70
Gln	22.46	21.67
Ile	3.99	4.10
Lys	6.46	2.89
Phe	4.62	7.67
Thr	3.63	3.93
His	2.46	1.77

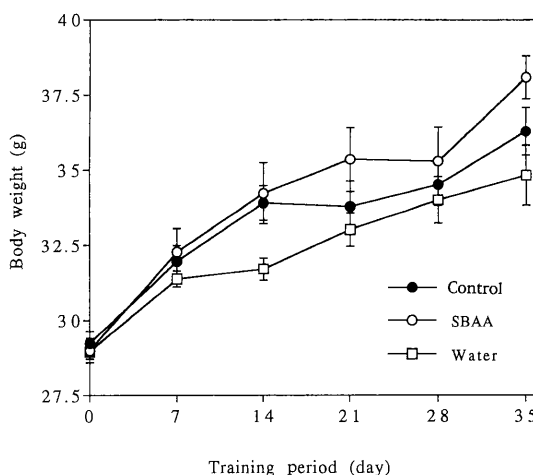


Fig. 3. Body weight change during endurance training with amino acid mixture intake. Values are means $\pm$ SEM for 6-8 mice. SBAA, soybean peptide-amino acids; Control, barley protein-amino acids.

Table 2. Relative muscle weights (% of body weight)

Muscle	Soybean amino acids	Barley amino acids	Water
Gastro- cnemius	1.00±0.02	1.01±0.02	0.99±0.02
Quadriceps	1.47±0.03 ^a	1.38±0.04 ^{a,b}	1.34±0.02 ^b
Soleus	0.03±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01

Values are means ± SEM (Soybean n=6, Barley n=8, Water n=6). Values in the same row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$) by one-way ANOVA followed by Tukey's test.

結 果

昨年度の実験と同様に35日間の遊泳運動を行った。アミノ酸を飲料水に加えた群では水を与えた群よりも飲料の摂取は有意に大であった (Fig. 2)。体重の変化は3つの群で有意な差は見られなかった (Fig. 3)。35日後の筋肉および臓器重量を体重あたりの%で表に示した (Table 2)。肝臓や心臓、脾臓、ひらめ筋には全く両群で差がみられなかったが、ふくらはぎの筋肉であるひ腹筋、太股の筋肉である四頭筋は飲料として水道水を与えた群に比べてSBAA投与群で有意に重量が大であった。脂肪組織の重量はSBAA群が著しく少なかった。対照として用いた大麦たん白質アミノ酸混合群 (Control)は筋肉重量の増大がやや少なく、また腎

周囲脂肪組織重量および副精巣周囲脂肪組織重量の減少もほとんど観察されなかった。

考 察

試作した流水プールによる運動は、遊泳持続時間や別の実験で測定した血液乳酸レベルなどから判断して、最大酸素摂取量の50~60%程度の典型的な持久運動である。昨年度の実験で大豆ペプチドと同じ組成のアミノ酸を飲料に添加して飼育すると、35日間後にひ腹筋、四頭筋の重量が増加し、脂肪重量が逆に減少した。本年度は、この効果が大豆ペプチドに特有のものか、他の植物性たん白質ではどうかという点に焦点を絞って、大麦由来たん白質と同じ組成のアミノ酸混合物を与えた群を設けた。大豆ペプチド組成のアミノ酸混合物は大麦由来たん白質と同じ組成のアミノ酸混合物に比べ、筋肉重量の増加が大きく、また、脂肪重量の減少が著しかった。すなわち、大豆ペプチドは大麦たん白質よりも上記の効果が強いことを示唆している。大豆ペプチドと大麦たん白質のアミノ酸組成とを比較すると、ともにグルタミンの含量が非常に高いことが特徴的である。分岐鎖アミノ酸は大豆ペプチドでやや高く、リジン、アルギニンは大豆ペプチドで非常に高いことがわかる。運動時の大豆ペプチドによる筋肉たん白質の増加はこれらアミノ酸による効果である可能性がある。