

大豆ペプチドAM摂取が高齢者の筋力低下に果たす効果

山田 茂^{*1}・田中杏奈²・藤田 瞳²・尾関 彩¹

¹実践女子大学大学院生活科学研究科 ²実践女子大学食生活科学科

Effects of Soybean Peptide AM Intake on Muscle Weakness in the Elderly

Shigeru YAMADA ^{*1}, Anna TANAKA², Hitomi FUJITA¹ and Aya OZEKI¹

¹Graduate School of Human Life Science, Jissen Women's University, Tokyo 191-8510

²Faculty of Human Life Sciences, Jissen Women's University, Tokyo 191-8510

ABSTRACT

In several animal experiments, it was found that the soybean peptide AM inhibits skeletal muscle atrophy. Based on these results, we have investigated the effect on skeletal muscle atrophy in humans. We investigated the effect of soybean peptide AM intake in subjects, including elderly women and female college students. In study A, 3 months after soybean peptide AM intake, the skeletal muscle of female college students showed a statistically significant increase. Further, after intake of soybean peptide AM, their BMI value decreased statistically significantly. However, there was no significant difference in the measured value of each item in a physical fitness test. In Study B, about three months after taking the soybean peptide AM, no change was observed in the amount of body fat and skeletal muscle mass in the elderly. However, a statistically significant difference was observed in items of a physical fitness test, particularly the one leg stand eyes-open value. Thus the effect of the intake of soybean peptide AM on the forms and functions of the elderly and college students were found to be different. *Soy Protein Research, Japan* **16**, 112-118, 2013.

Key words : Soybean peptide AM, female college students, elderly people of 75 years old, Skeletal muscle

骨格筋に関して老年症候群の一つとしてサルコペニアと呼ばれるものがある。サルコペニアは身体的な障害や生活の質の低下および死などの有害な転帰のリスクを伴うものであり進行性および全進性の骨格筋

量および骨格筋力の低下を特徴とする症候群である。EWGSOP¹⁾は筋肉量の低下と筋力または身体能力の低下の両方の存在をサルコペニアの診断に用いることを推奨している。さらに診断基準の論理的根拠として筋力は単に筋肉量にだけ依存するものではなく、また筋力と筋量の関係は直線的なものではないということ

*〒191-8510 東京都日野市大坂上4-1-1

ある¹⁻³⁾。従って、筋肉量に関してのみでサルコペニアを定義するのは狭義的であり、臨床的価値が限定されてしまう。

骨格筋の萎縮は他の疾患がなく加齢のみが原因である場合は、運動習慣によって改善する可能性が考えられるが、疾患を持ち合わせた場合は、運動を負荷する際にも、疾患の影響を十分に考慮する必要がある。運動を行えない状態である場合は、他の方法で筋の萎縮やサルコペニアの進行を抑制する可能性の手段が必要である。これまで、運動と栄養についてはカロリー摂取、カロリー消費という視点で、捉えられてきたが、近年の栄養科学の進歩は分子レベルで個々の栄養素の生体に及ぼす機能解明が行われている。

そこで、我々は、大豆ペプチドAM摂取の筋萎縮予防に及ぼす効果について数回の動物実験を重ね、大豆ペプチドAMの濃度を変え、その筋萎縮抑制に最大の効果を及ぼす濃度を検討した。その結果、動物実験において、大豆ペプチドAMの摂取効果は非常に微量なものであることが判明した。この結果をもとに、ヒトを対象とした研究に着手した。

高齢者への影響を観察するために、比較のため若齢者への影響についても検討した。

なおこの研究は本学の「人間を対象とした研究に関する倫理委員会」の許可を得、さらには、被験者の同意を得て行った。

研究A 大豆ペプチドAM摂取が若齢者の体組成および体力に及ぼす効果について

方 法

1. 対象者：

本学20～22歳の女子大学生10名である。グループ分け：大豆ペプチドAM群4名、プラセボ(乳糖)摂取群3名、何も摂取しない対照群3名の3群に分けて行った。

サプリメント摂取期間：平成24年7月4日～10月10日の99日間である。

サプリメント摂取量：朝、運動直後、就寝前の1日3錠(計150 mg)各自で摂取した。

2. 体組成および体力測定：

測定は摂取前の平成24年7月2日と、10月10日に行った。体組成測定は株式会社バイオスペース社のボディコンポジションアナライザー Inbodyを用いて測定した。測定項目は体重、細胞内液量、細胞外液量、たん

白質量、骨量、体脂肪量、体水分量、筋肉量、除脂肪量、体脂肪率、BMI、骨格筋量である。また、体力測定は文部科学省の新体力テストの測定方法に従い⁷⁾、握力、上体起こし、長座体前屈、反復横跳びを行った。また、旧文部科学省体育局が定めた「旧スポーツテスト」の測定方法に従い、背筋、垂直跳びを行なった。

3. 統計処理：

摂取前後における各群間の平均値の比較はt検定法を用いた。5%未満を有意とした。

結 果

1. 大豆ペプチドが身体組成に及ぼす影響

a) 体重

Fig. 1にはAM群、プラセボ群、対照群の平均値を示した。AM群において摂取前は 55.6 ± 5.54 kg、摂取後は 53.3 ± 4.82 kgであった。プラセボ群は摂取前は 54.8 ± 7.36 kg、摂取後は 54.1 ± 6.11 kgであった。対照群は、摂取前は 51.4 ± 4.57 kg、摂取後は 50.4 ± 4.70 kgであり、すべての群で統計的な有意差はみられなかった。

b) 骨格筋量

Fig. 2にはAM群、プラセボ群、対照群の体重あたりの骨格筋重量の平均値を示した。AM群において摂取前は 0.37 ± 0.02 kg/kg、摂取後は 0.40 ± 0.02 kg/kgであった。プラセボ群において摂取前は 0.37 ± 0.03 kg/kg、摂取後は 0.39 ± 0.04 kg/kgであった。対照群においては、摂取前は 0.38 ± 0.02 kg/kg、摂取後は 0.39 ± 0.02 kg/kgであり、AM群において統計的に有意に増加した($p < 0.05$)。

c) BMI

Fig. 3にはAM群、プラセボ群、対照群のBMIの平均値を示した。AM群において摂取前は 22.7 ± 2.44 kg/m²、摂取後は 21.6 ± 2.00 kg/m²であった。プラセボ群において摂取前は 22.6 ± 2.37 kg/m²、摂取後は $22.3 \pm$

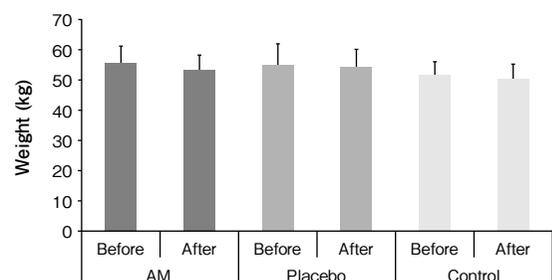


Fig. 1. Effects of soybean peptide AM intake on the weight of the young people.

1.81 kg/m²であった。対照群においては、摂取前は21.1±0.36 kg/m²、摂取後は20.7±0.49 kg/m²であった。AM群は統計的に有意に低下した ($p<0.05$)。

d) 体脂肪量

Fig. 4にはAM群、プラセボ群、対照群の体重あたりの体脂肪量の平均値を示した。AM群の摂取前は0.30±0.02 kg/kg、摂取後は0.26±0.03 kg/kgであった。プラセボ群の摂取前は0.30±0.04 kg/kg、摂取後は0.28±0.04 kg/kgであった。対照群の摂取前は0.27±0.03 kg/kg、摂取後は0.25±0.03 kg/kgであった。AM群で統計的に有意に減少した ($p<0.05$)。

e) 細胞内液量

AM群は摂取前で0.329±0.011 l/kg、摂取後で0.347±0.021 l/kgであった。プラセボ群の摂取前は0.329±0.023 l/kg、摂取後は0.336±0.025 l/kgであった。対照群は摂取前0.347±0.013 l/kg、摂取後は0.356±0.013 l/kgであった。対照群で統計的に有意に増加した ($p<0.05$)。

f) 細胞外液量

AM群は摂取前で0.155±0.006 l/kg、摂取後で0.163±0.007 l/kgであった。プラセボ群は摂取前で0.154±0.006 l/kg、摂取後で0.161±0.002 l/kgであった。対照群の摂取前は0.159±0.010 l/kg、摂取後は0.161±0.010 l/kgであった。AM群で統計的に有意に増加した ($p<0.05$)。

g) たん白質量

AM群の摂取前は0.177±0.005 kg/kg、摂取後は0.185±0.008 kg/kgであった。プラセボ群の摂取前は0.176±0.010 kg/kg、摂取後は0.181±0.009 kg/kgであった。対照群の摂取前は0.184±0.009 kg/kg、摂取後は0.188±0.009 kg/kgであった。AM群と対照群の前後で統計的に有意な増加を示した ($p<0.05$)。

h) 骨量

AM群の摂取前は0.041±0.002 kg/kg、摂取後は0.043±0.003 kg/kgであった。プラセボ群の摂取前は0.041±0.003 kg/kg、摂取後は0.042±0.003 kg/kgであった。対照群の摂取前は0.043±0.001 kg/kg、摂取後は0.044±0.001 kg/kgであった。AM群と対照群の摂取前後で統計的に有意に増加した ($p<0.05$)。

2. 大豆ペプチドが体力に及ぼす影響

a) 握力

Fig. 5にはAM群、プラセボ群、対照群の握力の平均値を示した。AM群の摂取前は27.4±3.85 kg、摂取後は28.3±5.46 kgであった。プラセボ群の摂取前は26.6±3.93 kg、摂取後は27.6±2.72 kgであった。対照群の

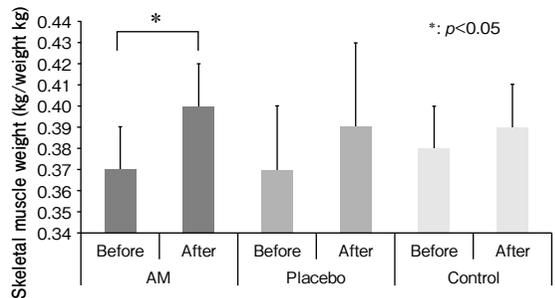


Fig. 2. Effects of soybean peptide AM intake on skeletal muscle weight of young people.

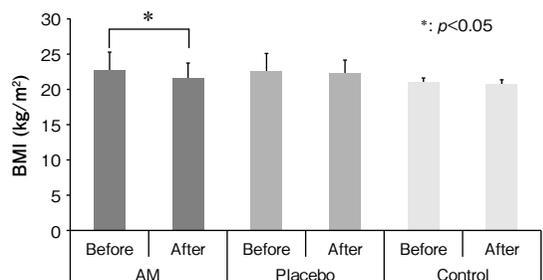


Fig. 3. Effects of soybean peptide AM intake on BMI of young people.

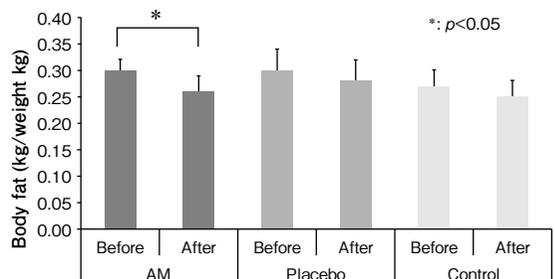


Fig. 4. Effects of soybean peptide AM intake on body fat of young people.

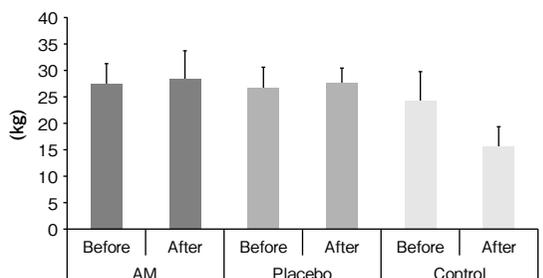


Fig. 5. Effects of soybean peptide AM intake on grip strength of young people.

摂取前は 24.3 ± 5.38 kg, 摂取後は 15.8 ± 3.55 kgであった。すべての群で統計的な有意差はみられなかった。

b) 上体起こし

Fig. 6にはAM群, プラセボ群, 対照群の上体起こしの平均値を示した。AM群の摂取前は 28 ± 2.6 回, 摂取後は 28 ± 4.1 回であった。プラセボ群の摂取前は 29 ± 1.0 回, 摂取後は 27 ± 2.3 回であった。対照群の摂取前は 32 ± 3.1 回, 摂取後は 33 ± 1.5 回でありすべての群で統計的に有意差はみられなかった。

c) 長座体前屈

AM群の摂取前は 50.6 ± 8.43 cm, 摂取後は 48.0 ± 7.47 cmであった。プラセボ群の摂取前は 53.0 ± 8.41 cm, 摂取後は 55.3 ± 5.51 cmであった。対照群の摂取前は 54.3 ± 5.01 cm, 摂取後は 48.0 ± 3.00 cmであった。AM群は摂取前後で統計的に有意に低下した ($p < 0.05$)。

d) 反復横跳び

AM群の摂取前は 50 ± 1.0 回, 摂取後は 48 ± 4.2 回であった。プラセボ群の摂取前は 49 ± 1.5 回, 摂取後は 46 ± 3.0 回であった。対照群の摂取前は 53 ± 3.2 回, 摂取後は 51 ± 5.1 回であった。すべての群の摂取前後で統計的に有意差はみられなかった。

e) 背筋力

AM群の摂取前は 70.1 ± 10.9 kg, 摂取後は 74.8 ± 12.6 kgであった。プラセボ群の摂取前は 73.5 ± 1.80 kg, 摂取後は 77.0 ± 7.70 kgであった。対照群の摂取前は 71.5 ± 35.9 kg, 摂取後は 68.3 ± 28.1 kgであった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

f) 垂直跳び

AM群の摂取前は 40.3 ± 4.79 cm, 摂取後は 41.0 ± 2.71 cmであった。プラセボ群の摂取前は 37.0 ± 7.00 cm, 摂取後は 37.3 ± 6.81 cmであった。対照群の摂取前は 42.3 ± 7.51 cm, 摂取後は 40.0 ± 5.00 cmであった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

考 察

大豆ペプチドが身体組成に及ぼす影響

今回の研究で, 大豆ペプチドAMの摂取が骨格筋量, 骨量と細胞外液量の増加をもたらすことが判明した。また, 体脂肪量とBMIの減少を齎した。体脂肪量の減少は僅かながらの体重の減少を齎し, BMIの減少に結びついたものと推察される。このことは, 大豆ペプチドAMに含まれる何らかの物質が脂肪燃焼を齎したものと考えられる。このようなたん白質の体脂肪減少については他の報告にもみられる。大豆ペプチドAMに

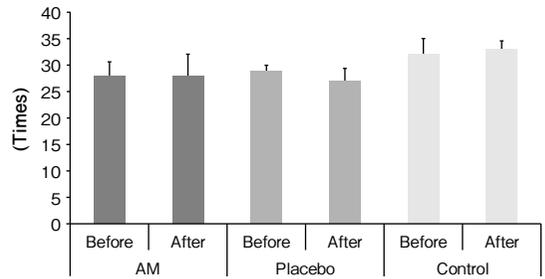


Fig. 6. Effects of soybean peptide AM intake on sit ups by young people.

含まれるペプチドの多くは分子量5,000以下であること, また, 多くはジペプチドとして存在していることから低分子量のペプチドが関与している可能性が考えられる。さらにこの実験で重要なことは大豆ペプチドAMが骨格筋量の増加をもたらしたことである。一般に体たん白質の代謝のためたん白質の摂取量は体重kgあたり1 g程度が推奨されている。今回の摂取量は1日150 mgと非常に微量である。従って, このペプチドが体たん白質合成の素材としての役割を演じたものとは考えにくく, 何らかの機構で筋たん白質合成系あるいは, 筋たん白質分解系に深く関与したものと考えられる。さらにこの事実を骨量の増加とともに推論を深めると, 共通する成長因子IGF-1が考えられる。大豆ペプチドAMの摂取によってIGF-1が増加し, 骨格筋や骨に働いて, 筋芽細胞や骨芽細胞の活性を促したものと推定される。細胞外液量に関しては浸透圧や血管拡張などの調節系に大豆ペプチドAMが関与したものと推察されるが明らかではない。

女子大学生の実態から多くの女子学生は痩せ志向であることが報告されている。更に, 偏食, 運動不足, 睡眠不足, などが重なり体力の低下が懸念されている。しかしながら, 骨格筋形成に関与する筋芽細胞は適度な刺激に敏感に反応することがこれまでの研究報告から想定される。刺激を受けた筋芽細胞(衛星細胞)は大豆ペプチドに含まれる細胞増殖因子や分化誘導因子を活性化して筋の成長を促したものと考えられるが, さらなる研究が要求される。

しかしながら, これまでの動物の実験で大豆ペプチドAM摂取により血漿中のTNF α の減少がみられることから骨格筋組織での変化ではなく身体全体への影響が結果的に骨格筋重量の増大や骨量増大に影響を与えたものとも考えられる。

このように大豆ペプチドAMの作用については多くの課題が残されている。今後, 大豆ペプチドの含まれる個々のペプチドの生理作用の解明が待たれる。

大豆ペプチドが体力に及ぼす影響

体組成と体力は言い直せば身体の形態的变化と機能的変化を意味する。前述したように筋量や骨量の増加が必ずしも、筋力、筋持久力、瞬発力等の増加には結びつかなかった。今回、長座体前屈が、大豆ペプチドAM摂取群で低下した原因については不明であるが、身体の柔軟性の要因に大豆ペプチドAMの摂取が関与していることを示唆している。柔軟性は関節角度が広い範囲に稼働することを意味しているがそれらの要因は結合組織の構成因子や筋組織との相互作用に関する因子によるものと考えられる。現在、膝や肘、足首などの痛みや動きやすさに様々な物質が市販されている。大豆ペプチドAMが同様な働きがあることが示唆されるがその機構解明は今後の研究に委ねなければならない。

研究B 大豆ペプチドAM摂取が高齢者の身体組成および体力に及ぼす効果について

方 法

1. 対象者：

東京都日野市多摩平の森在住の桜楓散歩会会員（本学のプロジェクトチーム）62～87歳（平均75歳）計55名である。対象者はAM群、プラセボ群、対照群の3群に分けて行った。

大豆ペプチド摂取期間：平成25年2月～5月 約3か月間

2. 調査項目

1) 身体組成：体重、骨格筋量、筋肉量、除脂肪量、体脂肪量、体脂肪率、BMI、たん白質、骨量、および基礎代謝量は株式会社バイオスペースのポディーコンポジションアナライザー Inbodyを用いて測定した。

2) 体力測定：握力、長座体前屈、開眼片足立ち、および上体起こしは文部科学省の新体力テスト（65～79歳）に基づき行った。Timed Up & Goは社団法人日本理学療法士協会に基づき行った。

3. 統計処理

各グループでの摂取前後の平均値間の比較は、*t*検定で行った。

結 果

1. 大豆ペプチドAM摂取が身体組成に及ぼす影響

a) 骨格筋量

Fig. 7にはAM群、プラセボ群、対照群の骨格筋量の平均値を示した。AM群の摂取前は 0.34 ± 0.06 kg/kg体重、摂取後は 0.33 ± 0.05 kg/kg体重であった。プラセボ群の摂取前は 0.34 ± 0.04 kg/kg体重、摂取後は 0.33 ± 0.03 kg/kg体重であった。対照群の摂取前は 0.33 ± 0.03 kg/kg体重、摂取後は 0.33 ± 0.03 kg/kg体重であった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

b) 骨量

Fig. 8にはAM群、プラセボ群、対照群の骨量の平均値を示した。AM群の摂取前は 42.0 ± 6.3 kg/kg体重、摂取後は 41.9 ± 5.5 kg/kg体重であった。プラセボ群の摂取前は 40.7 ± 2.3 kg/kg体重、摂取後は 40.0 ± 2.3 kg/kg体重であった。対照群の摂取前は 40.8 ± 3.2 kg/kg体重、摂取後は 40.6 ± 3.3 kg/kg体重であった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

c) 体脂肪量

Fig. 9にはAM群、プラセボ群、対照群の体脂肪量

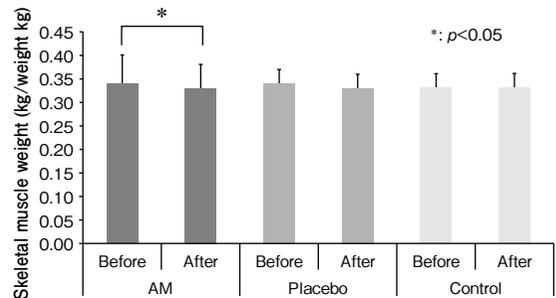


Fig. 7. Effects of soybean peptide AM intake on skeletal muscle weight of the elderly.

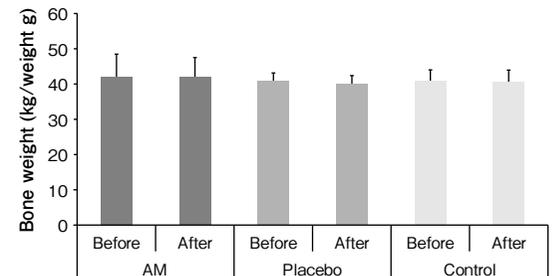


Fig. 8. Effects of soybean peptide AM intake on bone weight of the elderly.

の平均値を示した。AM群の摂取前は 0.30 ± 0.1 kg/kg体重、摂取後は 0.31 ± 0.09 kg/kg体重であった。プラセボ群の摂取前は 0.32 ± 0.03 kg/kg体重、摂取後は 0.33 ± 0.03 kg/kg体重であった。対照群の摂取前は 0.32 ± 0.04 kg/kg体重、摂取後は 0.32 ± 0.04 kg/kg体重であった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

d) たん白質量

Fig. 10にはAM群、プラセボ群、対照群のたん白質量の平均値を示した。AM群の摂取前は 0.17 ± 0.03 kg/kg体重、摂取後は 0.17 ± 0.02 kg/kg体重であった。プラセボ群の摂取前は 0.17 ± 0.01 kg/kg体重、摂取後は 0.17 ± 0.01 kg/kg体重であった。対照群の摂取前は 0.17 ± 0.01 kg/kg体重、摂取後は 0.17 ± 0.01 kg/kg体重であった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

e) 筋肉量

AM群の摂取前は 0.65 ± 0.09 kg/kg体重、摂取後は 0.65 ± 0.08 kg/kg体重であった。プラセボ群の摂取前は 0.64 ± 0.03 kg/kg体重、摂取後は 0.63 ± 0.03 kg/kg体重であった。対照群の摂取前は 0.64 ± 0.04 kg/kg体重、摂取後は 0.63 ± 0.04 kg/kg体重であった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

2. 大豆ペプチドAM摂取が体力に及ぼす影響

a) 開眼片足立ち

Fig. 11にはAM群、プラセボ群、対照群の開眼片足立ちの平均値を示した。AM群の摂取前は 56 ± 48 秒、摂取後は 72 ± 43 秒であった。プラセボ群の摂取前は 57 ± 47 秒、摂取後は 54 ± 44 秒であった。対照群の摂取前は 54 ± 44 秒、摂取後は 44 ± 37 cmであった。AM群の摂取前後で統計的な有意差がみられた。

b) 上体おこし

Fig. 12にはAM群、プラセボ群、対照群の上体おこしの平均値を示した。AM群の摂取前は 6 ± 6 回、摂取後は 7 ± 6 回であった。プラセボ群の摂取前は 5 ± 6 回、摂取後は 9 ± 5 回であった。対照群の摂取前は 1 ± 3 回、摂取後は 3 ± 5 回であった。AM群とプラセボ摂取群の前後で統計的な有意差がみられた。

c) 握力

AM群の摂取前は 22.2 ± 5.4 kg、摂取後は 20.9 ± 5.3 kgであった。プラセボ群の摂取前は 19.1 ± 3.5 kg、摂取後は 18.9 ± 4.2 kgであった。対照群の摂取前は 18 ± 1.8 kg、摂取後は 18.2 ± 2.5 kgであった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

d) 長座体前屈

AM群の摂取前は 41.6 ± 8.7 cm、摂取後は 38.1 ± 7.4

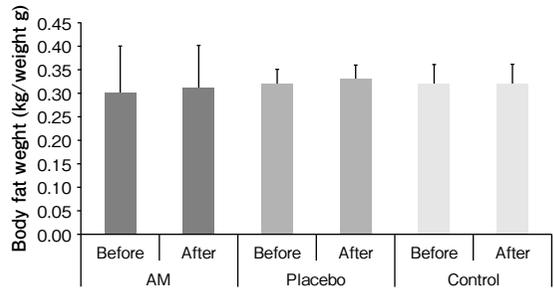


Fig. 9. Effects of soybean peptide AM intake on body fat weight of the elderly.

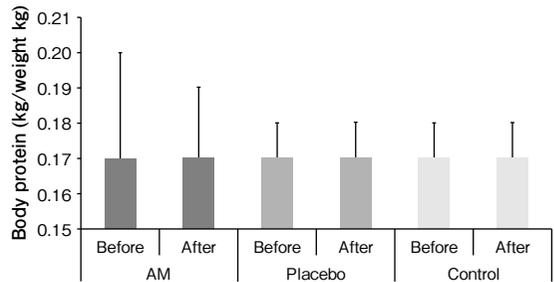


Fig. 10. Effects of soybean peptide AM intake on body protein weight of the elderly.

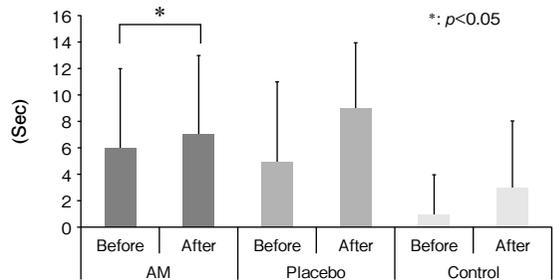


Fig. 11. Effects of soybean peptide AM intake on open-eyes foot balance of the elderly.

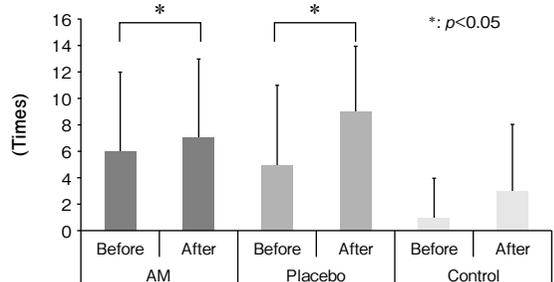


Fig. 12. Effects of soybean peptide AM intake on sit ups by the elderly.

cmであった。プラセボ群の摂取前は 38.2 ± 12.7 cm, 摂取後は 33.9 ± 9.5 cmであった。対照群の摂取前は 37.4 ± 7.3 cm, 摂取後は 38.0 ± 7.5 cmであった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

e) Timed Up & G

AM群の摂取前は 6 ± 1 秒, 摂取後は 7 ± 1 秒であった。プラセボ群の摂取前は 6 ± 0.3 秒, 摂取後は 7 ± 1 秒であった。対照群の摂取前は 7 ± 1 秒, 摂取後は 7 ± 1 秒であった。すべての群の摂取前後で統計的な有意差はみられなかった。

考 察

大豆ペプチドAMの身体組成に及ぼす影響

高齢者の骨格筋量, 骨量は若齢者のような増加は見られなかった。摂取量, 摂取期間は同じであったが, 大豆ペプチドAM摂取のポジティブ効果は観察されなかった。従って, 三か月間高齢者の骨格筋量, 骨量は維持されたものと考えられる。高齢化に伴う生理的老化は, 少なくとも抑制されたものと考えられる。大豆ペプチドAMの作用機序については解明されていないが, すくなくともリタイアマウスを用いての研究から筋萎縮抑制の効果が顕著にみられることから, 投与

量や, 投与期間の問題が考えられる。あるいは消化吸収機構の違いや, 代謝上の問題も考慮しなければならない。今後これらの問題を意識してさらなる研究を進めたい。

大豆ペプチドが体力に及ぼす影響

今回の実験では若齢者同様, 大豆ペプチドAMが体力要因に及ぼす影響は少なかった。唯一, 開眼片足立ちが大豆ペプチドAM摂取群で改善された。このテストは身体のバランス能力をテストするもので, 特に筋肉からの情報のフィードバック機構に主眼を置いたものである。筋の鍛錬によりこの機構が改善されることから, 同じような働きが大豆ペプチドAM摂取により引き起こされることを意味している。このテストは抗重力筋での役割が主であることから身体を維持する筋肉に特に効果があったものと考えられる。

総合すると大豆ペプチドAM摂取の高齢者および若齢者に与える影響は明らかに異なる。すなわち, 摂取するものが同じでも加齢に伴い身体の臓器組織の受け入れ側の変化が, このような変化を生んでいるものと思われる。臓器組織を構成する細胞の変化や細胞を包む細胞外マトリックスが加齢とともにどのような変化するかを今後検討したい。

要 約

数回の動物実験で, 大豆ペプチドAMが骨格筋萎縮を抑制することが判明した。それを踏まえて, 我々は, ヒトの骨格筋萎縮及ぼす影響について検討した。そこで, 我々は, 女子大学生と高齢者を被験者に大豆ペプチドAM摂取の影響について検討した。研究Aにおいて, 大豆ペプチドAM摂取3ヶ月後, 女子大生の骨格筋は統計的に有意に増加した。また, 大豆ペプチドAMを摂取後, BMI値は統計的に有意に低下した。しかしながら, 体力テストの各項目の測定値には有意な差は見られなかった。研究Bにおいて, 大豆ペプチドAMを約3ヶ月間摂取後, 高齢者の骨格筋量と体脂肪量には変化が見られなかった。しかしながら, 体力テストの項目, 開眼片足立ち値に統計的有意差が見られた。このように, 女子大生と高齢者の形態や機能に及ぼす大豆ペプチドAMの摂取の効果は, 異なることが判明した。

文 献

- 1) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M and Zamboni M (2010): Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*, **39**, 412-423.
- 2) Tsvitse S, Peters MG, Stoy AL, Mundy JA and Bowen RS (2009): The effect of downhill running on Notch signaling in regenerating skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol*, **106**, 759-767.
- 3) Akiho M, Nakashima H, Sakata M, Yamasa Y, Yamaguchi A and Sakuma K (2009): Expression profile of Notch-1 in mechanically overloaded plantaris muscle of mice. *Life Sci*, **86**, 59-65.