

大豆ペプチドAM摂取が高齢者および一流スポーツ選手の 身体組成と体力に及ぼす影響について

山田 茂¹・藤田 瞳¹・松山梨奈¹・三輪真衣子¹・安孫子菜摘¹・桂あゆみ¹・熊川大介²・高橋雄介³・前渕元宏⁴

¹実践女子大学生生活科学部食生活科学科スポーツ栄養学研究室

²国立スポーツ科学センター ³中央大学理工学部

⁴不二製油株式会社研究開発本部基盤研究所健康機能研究室

Effect of Soy Beans Peptide AM Intake on the Skeletal Muscle Development and Physical Fitness in Elderly Person

Shigeru YAMADA¹, Hitomi FUJITA¹, Rina MATSUYAMA¹, Maiko MIWA¹,
Natsumi ABIKO¹, Ayumi KATSURA¹, Daisuke KUMAGAWA²,
Yusuke TAKAHASHI³ and Motohiro MAEBUCHI⁴

¹Department of Food & Health Sciences, Faculty of Human Life Sciences,
Jissen Women's University, Tokyo 191-8510

²Japan Institute of Sports Sciences, Tokyo 115-0056

³Department of Sciences & Engineering, Chuo University, Tokyo 112-0003

⁴Health & Nutrition Research Department Basic Research Institute. R&D, Fuji Oil Co. LTD.,
Tsukubamirai 300-2497

ABSTRACT

In this experiment, we investigated the effects of soybean peptide AM intake on the development and the function of skeletal muscle in the elderly (average age 80). Subjects were grouped to observe the effect of soy peptides AM uptake. The study divided subjects into two groups, one with an intake of soybean peptide Hinute AM (Fuji Oil Co., Ltd.) (Peptide Group—9 subjects) and one with a placebo intake of lactose (Placebo Group—4 subjects). We used the MR system to confirm the development of skeletal muscles. Measured skeletal muscles were the abdominal rectus muscle, the outside abdominal muscle, a major hip throw quarter, quadratus muscle of loins, a spine stand quarter, glutei maximi and a femur quarter. As a result of measurement, the muscles that were increased by soybean peptide AM intake were the rectus abdominis muscle, psoas major muscle, gluteus maximus, and femoral muscle. A physical test was performed in accordance with the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology's sport and young people bureau's "Guidelines for a new fitness test" (1999). Measurement items were

*〒191-8510 東京都日野市大坂上4-1-1

grip strength, sit-up, a long seat body anteflexion, and back strength. In addition, the Timed Up&Go Test, which the Japanese Physical Therapy Association recommends, was administered. From the results of the fitness test, the only item that was increased from soybean peptide intake was back strength. Accordingly, intake of soy peptide AM was found to have an impact on the development and function of skeletal muscle. Considering characteristics of individual skeletal muscle, in the future connection we would like to examine the effect of further soybean peptide AM intake. *Soy Protein Research, Japan* **18**, 143-152, 2015.

Key words : soy beans peptide AM, skeletal muscle, physical fitness, MRI

平成26年9月の総務省の人口統計によると、高齢者人口は25.9%と過去最高の割合となった¹⁾。高齢化が進む現代社会において、高齢者が心身ともに健康で自立した生活を送ることが重要視されている。高齢化社会の現実課題として、ロコモティブシンドロームが挙げられる。ロコモティブシンドロームとは「運動器の障害により要介護になるリスクの高い状態になること」を指す²⁾。主要因として骨粗鬆症、関節トラブル、そして加齢に伴う骨格筋量の減少（サルコペニア）が挙げられる³⁾。これらの要因は個別に独立しているのではなく、筋肉の減少で関節の負担が増し、関節が痛むので活動量が低下して筋肉が減少するといったように密接に関連している。ロコモティブシンドロームの一因であるサルコペニアは、「加齢に伴う筋力の減少、または老化に伴う筋肉量の減少」を指す⁴⁾。加齢に伴い筋たん白合成因子（運動、IGF-1、テストステロン、ビタミンD、アミノ酸など）が減少する一方で、各種疾患の増加により炎症性サイトカイン（TNF- α 、IL-6など）が増加し、筋たん白分解が合成を上回ることによって発症すると考えられている。サルコペニアは、高齢者のふらつきや転倒・骨折、更にはフレイルティに関連するなど、問題は多岐に渡る。フレイルティとは「老化に伴う種々の機能低下（予備能力の低下）を基盤とし、様々な健康障害に対する脆弱性が増加している状態、すなわち健康障害に陥りやすい状態のこと」を指す⁴⁾。健康状態の中にはADL障害、要介護状態、疾病発症、入院や生命予後などが含まれる。フレイルティは要介護状態に至る前段階として捉えることができ、介護予防との関連性が高い状態といえる。よって何らかの対策を講じないと、負のスパイラルが止められずに寝たきりのリスクが増大していく一方となる。

高齢者が自立した生活を送るための手段のひとつとして、運動習慣を持つことが挙げられる。運動の継続は運動機能の改善、転倒・骨折などの予防効果、体力の維持・向上があるとの報告もある⁵⁾。

運動に加え、栄養補給の併用による筋肉量や筋力への効果についても様々な成果が報告されている。例えば新開らの研究⁶⁾によると、虚弱高齢者に対して筋力向上トレーニングプログラムに大豆ペプチドの栄養介入を加え、その相乗効果を検討した結果、効果が増強される可能性が示された。また、増田らの研究⁷⁾によると、スクワット運動直後に大豆ペプチドを摂取した場合、血中CPK濃度の上昇は有意に抑えられ、成長ホルモンも効率的に分泌された。CPKは損傷した筋肉を修復するために分泌され、分泌量が多いほど筋肉の損傷が激しいことを示す。また成長ホルモンは、筋肉細胞へのアミノ酸の輸送を増加させ、たん白質合成を促す働きがある。従って、大豆ペプチドは筋損傷の軽減に関与していると考えられる。

以上より、高齢者が運動と大豆ペプチド補給の併用を行うことで、筋肉量や筋力の増強が期待できる。そこで本研究では、運動や大豆ペプチド摂取による高齢者の骨格筋の変化を、MR法（磁気共鳴映像法）を用いて測定した。

次に一流スポーツ選手に対するペプチド摂取の効果について検討した。スポーツマンの体型は競技種目により大きく異なる。例えば、相撲力士、体操選手、水泳選手、マラソン選手などの体型は、イメージとして描くことができるほど、特徴的な体型をしている。このような体型は長年のトレーニングによって作られたもので、その体型は、練習で培った骨格筋の特性を反映しているものと考えられる。体型はトレーニングによって作り上げられた骨格と骨格筋そのものの変容である。しかしながらスポーツマン体型は骨格筋の特性を意味しているにもかかわらず、パフォーマンスとの関係についてはあまり言及されていない。一つ一つの骨格筋がトレーニングによってどのように作られ、どのような機能を獲得するようになったか、スポーツ選手の筋の発達の経過は発育発達とは異なった視点で、

解明しなければならない。スポーツ競技それ自体の練習によって作られる筋の形態と機能は、意識的にトレーニング機器等を使って作る筋肉とは根本的な違いが生まれる。栄養についても同様なことがいえる。即ち、バランスのとれた栄養によって作られる筋と、特殊なサプリメントを強制的な摂取で随意的に作る筋とがある。サプリメントに関して、科学的効果については明確ではないものの期待を持って摂取することによる効果も考慮しなければならない。

そこで、本研究では一流の水泳選手の筋の形態がパフォーマンスとどのような関係にあるのか、更には、サプリメント摂取によりそれが水泳選手の骨格筋の形成にどのような意味を持つのか検討した。

研究A（高齢者に対するペプチド摂取の効果）

II-1：対象者

東京都日野市にある都市機構（UR）の「多摩平の森」にお住いの70～88歳の高齢者の女性13名である。平均年齢80歳である。

群分け：大豆ペプチドハイニュートAM（不二製油株式会社）摂取群9名（以下ペプチド）、プラセボ（乳糖）摂取群4名（以下プラセボ）の2群にわけて行った。

II-2：サプリメント摂取期間：平成26年8月9日～12月18日の132日間である。

サプリメント摂取量：朝食後、昼食後、夕食後の1日3錠（計150 mg）各自で摂取してもらった。

II-3：MR法による骨格筋の測定

対象者は、臥位姿勢のもとでMRI撮影を行った。撮影は、肩から膝までの範囲を10 mm間隔で水平面にスライスした。画像から確認できる脊柱起立筋をモニター上でトレースした。トレースした脊柱起立筋はOsirisソフトによって筋肉の面積を測定した。

II-4：体力測定方法⁷⁾

a) 握力：握力計の指針が外側になるように持ち、人差し指の第二関節がほぼ直角になるように、握りの幅を調整する。直立の姿勢で両足を自然に開き、腕を自然に下げ、握力計を身体や衣服に触れないようにして力一杯握りしめる。この際、握力計を振り回さないようにする。左右交互に二回ずつ測定して、左右それぞれの最高値を採用しこれらを平均して握力値とする。計測値および平均値はともにkg単位とし、小数点第1位まで求める。このテストは、右左

の順に行い、同一被験者に対して2回続けて行わない。

b) 上体起こし：マットで仰臥姿勢をとり、両手を軽く握り、両腕を胸の前で組む。両膝の角度を90°に保つ。補助者は被測定者の両膝をおさえ、固定する。「始め」の合図で、仰臥姿勢から両肘と両大腿部がつくまで上体を起こし、すばやく開始時の仰臥姿勢に戻す。30秒間、前述の上体起こしを出来るだけ多く繰り返す。30秒間の上体起こし（両肘と両大腿部がついた）回数を記録する。ただし、仰臥姿勢に戻したとき、背中がマットにつかない場合は回数としない。実施上の注意点としては両腕を組み、両脇をしめる。仰臥姿勢の際は背中（肩胛骨）がマットにつくまで上体を倒す。補助者は被測定者の下肢が動かないように、両腕で両膝をしっかり固定する。しっかり固定するために、補助者は被測定者より体格が大きい方が望ましい。被測定者と補助者の頭がぶつからないように注意する。被測定者のメガネははずすようにするなどがある。

c) 長座体前屈：被測定者は、両足を前屈計の間に入れ、長座姿勢をとる。壁に背・尻をぴったりとつけ、背筋を伸ばす。ただし、足首の角度は固定しない。肩幅の広さで両手のひらを下にして、手のひらの中央付近が、前屈計の台の手前端にかかるように置き、両肘を伸ばす。初期姿勢をとった時点で数値を「0」に合わせる。被測定者は、両手を台から離さずにゆっくりと前屈して、箱全体を真っ直ぐ前方にできるだけ遠くまで滑らせる。このとき、膝が曲がらないように注意する。最大に前屈した後に手を離す。2回実施して、良い方の記録を採用する。計測単位はcmとし、小数点以下は四捨五入する。実施する上で、前屈姿勢をとったとき、膝が曲がらないように気をつける。機器が真っ直ぐ前方に移動するように注意する。機器がスムーズに滑るように床面の状態に気をつける。靴を脱いで実施するという点に注意する。

d) 背筋力：背筋力計の台の上に両足先を15 cmぐらい離して立ち、膝を伸ばしたままハンドルを順手で握り、背を伸ばして上体を30度前方に傾ける。膝を曲げないで上体を起こすようにする。測定の際、後方へ引っ張らないように注意する。2回実施して最高値を採用する。測定単位はkgとし、小数点第1位まで求める。

e) Timed Up&Go: 動的立位のバランスの指標として測定した。0 m地点は椅子の前脚とし、3 m地点はコーンの中心とする。開始肢位は椅子の背もたれに軽くかけ、手は大腿部の上に置いた姿勢とする。被験者には測定者の合図で椅子から立ち上がり、3 m先のコーンまで最大の速度で歩き、コーンのところで折り返し、また最大の速度で椅子まで歩き、椅子に座るよう指示した。コーンの回り方は被験者に決めさせた。この全動作の所要時間をストップウォッチで計測した。計測は2回行い、良い方を記録とした。

II-5: 統計処理

介入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。統計的な有意水準の指標として5%未満を用いた。

II-6: 倫理的配慮

この研究は、本学「人間を対象とした研究に関する倫理委員会」の許可を得て行った。また、対象者には事前に同意を得て行った。

結 果

a) 大豆ペプチドAM摂取の骨格筋量に及ぼす効果

体幹筋や脚筋の増強は高齢者の歩行効率を改善するための重要な課題となる。そこで、大豆ペプチドAM摂取の前後の体幹筋と大腿部筋の変化を、MR法（磁気共鳴映像法）を用いて検討した。Fig. 1は介入前後のMRI画像から腹直筋の横断面積を求めたものである。ペプチド摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は $11.9 \pm 2.8 \text{ mm}^2/\text{kg}$ で、介入後の平均面積と標準偏差は $14.2 \pm 4.6 \text{ mm}^2/\text{kg}$ であった。プラセボ摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は $15.2 \pm 2.2 \text{ mm}^2/\text{kg}$ で、介入後の平均面積と標準偏差は $14.7 \pm 1.7 \text{ mm}^2/\text{kg}$ であった。腹直筋はペプチド摂取群で介入前の平均値と比べ統計的に有意に増加し、プラセボ群では有意な差は認められなかった。Fig. 2は介入前後のMRI画像から外側腹筋の横断面積を求めたものである。ペプチド摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は $57.8 \pm 6.4 \text{ mm}^2/\text{kg}$ で、介入後の平均面積と標準偏差は $59.4 \pm 7.8 \text{ mm}^2/\text{kg}$ であった。プラセボ摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は $65.2 \pm 0.6 \text{ mm}^2/\text{kg}$ で、介入後の平均面積と標準偏差は $66.0 \pm 4.4 \text{ mm}^2/\text{kg}$ であった。外側腹筋群ではペプチド摂取群、プラセボ群どちらも平均値と比べ有意な差はなかった。Fig. 3は介入前後のMRI画像から大腰筋の横断面積を求めたものである。ペプチド摂取群の介

入前の平均面積と標準偏差は $25.9 \pm 3.3 \text{ mm}^2/\text{kg}$ で、介入後の平均面積と標準偏差は $28.5 \pm 2.6 \text{ mm}^2/\text{kg}$ であった。プラセボ摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は $27.7 \pm 5.2 \text{ mm}^2/\text{kg}$ で、介入後の平均面積と標準偏差は

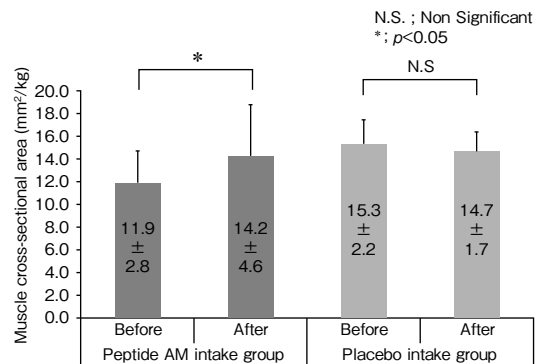


Fig. 1. Effect of soy peptide AM intake on rectus abdominis muscle development in elderly person.

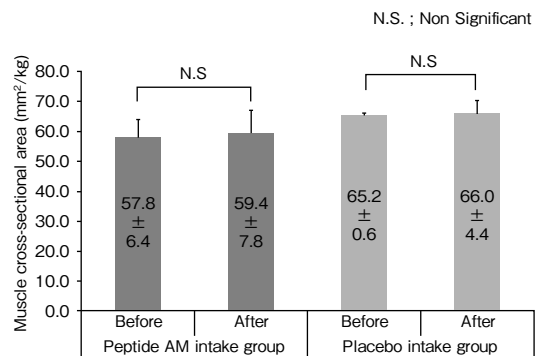


Fig. 2. Effect of soy peptide AM intake on outside abdominal muscle development in elderly person.

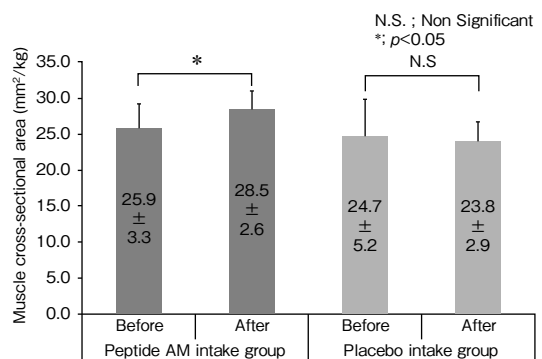


Fig. 3. Effect of soy peptide AM intake on psoas major muscle development in elderly person.

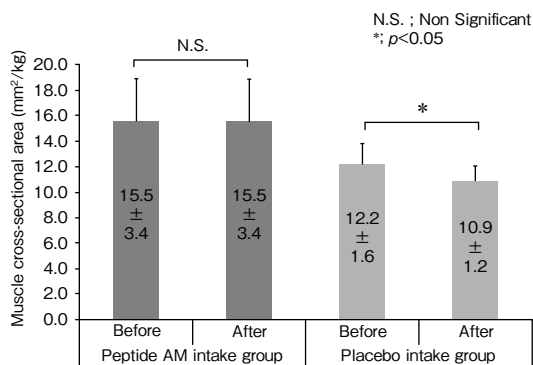


Fig. 4. Effect of soy peptide AM intake on quadratus lumborum muscle development in elderly person.

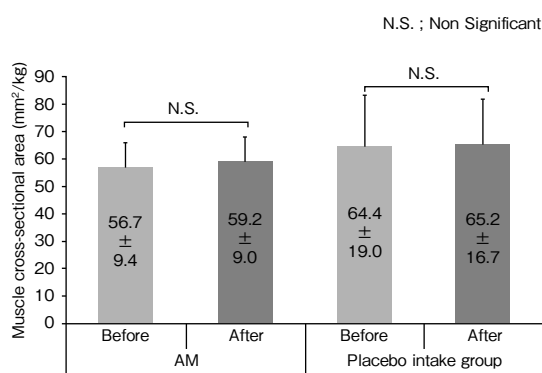


Fig. 5. Effect of soy peptide AM intake on erector spinae muscle development in elderly person.

23.8 ± 2.9 mm²/kgであった。大腰筋はペプチド摂取群で介入前の平均値と比べ有意に増加し、プラセボ摂取群では有意な差は見られなかった。Fig. 4は介入前後のMRI画像から腰方形筋の横断面積を求めたものである。ペプチド摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は15.5 ± 3.4 mm²/kgで、介入後の平均面積と標準偏差は15.5 ± 3.4 mm²/kgであった。プラセボ摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は12.2 ± 1.6 mm²/kgで、介入後の平均面積と標準偏差は10.9 ± 1.2 mm²/kgであった。腰方形筋はペプチド摂取群で介入前の平均値と比べ変化がなかったが、プラセボ摂取群では統計的に有意な低下が観察された。Fig. 5は介入前後のMRI画像から脊柱起立筋の横断面積を求めたものである。ペプチド摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は56.7 ± 9.4 mm²/kgで、介入後の平均面積と標準偏差は59.2 ± 9.0 mm²/kgであった。プラセボ摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は64.4 ± 19.0 mm²/kgで、介入後の平均面積と標準偏差は65.2 ± 16.7 mm²/kgであった。脊柱

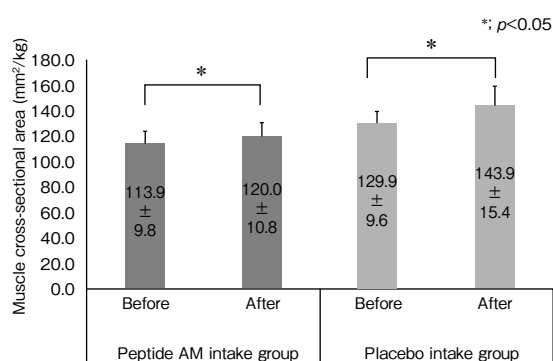


Fig. 6. Effect of soy peptide AM intake on gluteus maximus muscle development in elderly person.

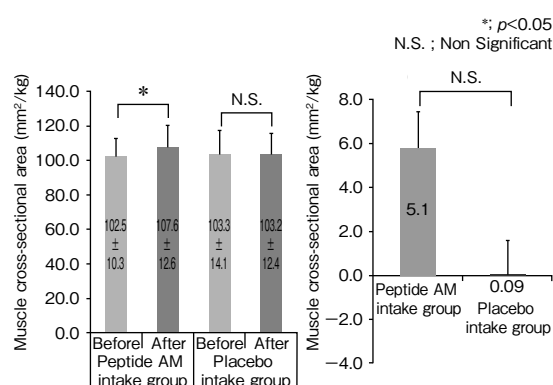


Fig. 7. Effect of soy peptide AM intake on thigh muscle development in elderly person.

起立筋を介入前後で比較した結果、AM群、プラセボ群で統計的に有意な差はなかったが、AM群では維持・上昇傾向がみられた。Fig. 6は介入前後のMRI画像から大臀筋の横断面積を求めたものである。ペプチド摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は113.9 ± 9.8 mm²/kgで、介入後の平均面積と標準偏差は120 ± 10.8 mm²/kgであった。プラセボ摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は129 ± 9.6 mm²/kgで、介入後の平均面積と標準偏差は143 ± 15.4 mm²/kgであった。大臀筋においてはペプチド摂取群とプラセボ群とも介入後統計的に有意に増加した。Fig. 7は介入前後のMRI画像から大腿部筋の横断面積を求めたものである。ペプチド摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は102.5 ± 10.3 mm²/kgで、介入後の平均面積と標準偏差は107.6 ± 12.6 mm²/kgであった。プラセボ摂取群の介入前の平均面積と標準偏差は103.3 ± 14.1 mm²/kgで、介入後の平均面積と標準偏差は103.2 ± 12.4 mm²/kgであった。ペプチド群では介入前後で有意に増加を示した。プラセボの介入

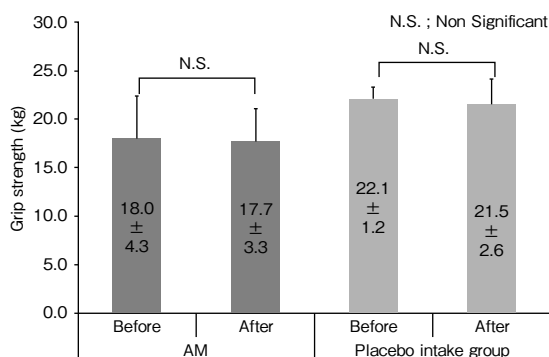


Fig. 8. Effect of soy peptide AM intake on the grip strength in elderly person.

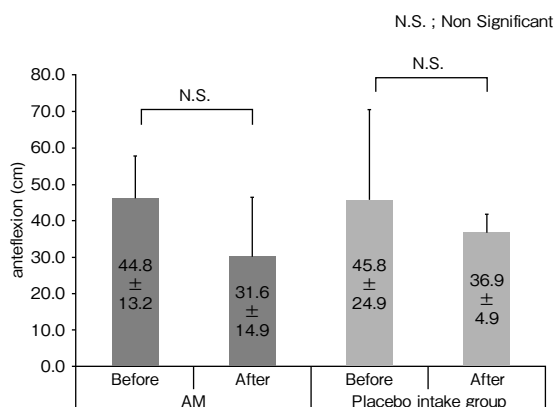


Fig. 10. Effect of soy peptide AM intake on the long seat body antelexion in elderly person.

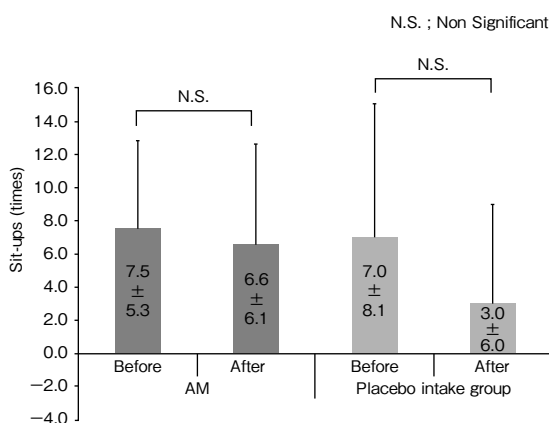


Fig. 9. Effect of soy peptide AM intake on the upper body sit-up test in elderly person.

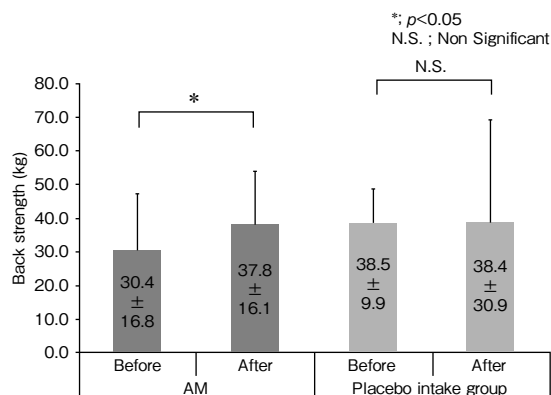


Fig. 11. Effect of soy peptide AM intake on the back strength in elderly person.

前後では有意な差は見られなかった。

b) 大豆ペプチドAM摂取が体力に及ぼす影響について

b-1) 握力に対する影響について

Fig. 8はAM摂取群、プラセボ摂取群において握力の平均値を求め介入前後で比較したグラフである。AM摂取群において介入前は 18.0 ± 4.3 kg、介入後は 17.7 ± 3.3 kgであった。プラセボ摂取群において介入前は 22.1 ± 1.2 kg、介入後は 21.5 ± 2.6 kgであり、すべての群において統計的な有意差はみられなかった。

b-2) 上体起こしに対する影響について

Fig. 9はAM摂取群、プラセボ摂取群において上体起こしの平均値を求め介入前後で比較したグラフである。AM摂取群において介入前は 7.5 ± 5.3 回、介入後は 6.6 ± 6.1 回であった。プラセボ摂取群において介入前

は 7.0 ± 8.1 回、介入後は 3.0 ± 6.0 回であり、すべての群において統計的な有意差はみられなかった。

b-3) 長座体前屈に対する影響について

Fig. 10はAM摂取群、プラセボ摂取群において長座体前屈の平均値を求め介入前後で比較したグラフである。AM摂取群において介入前は 44.8 ± 13.2 cm、介入後は 31.6 ± 14.9 cmであった。プラセボ摂取群において介入前は 45.8 ± 24.9 cm、介入後は 36.9 ± 4.9 cmであり、すべての群において統計的な有意差はみられなかった。

b-4) 背筋力に対する影響について

Fig. 11はAM摂取群、プラセボ摂取群において背筋量の平均値を求め、介入前後で比較したグラフである。AM摂取群において介入前は 30.4 ± 16.8 kg、介

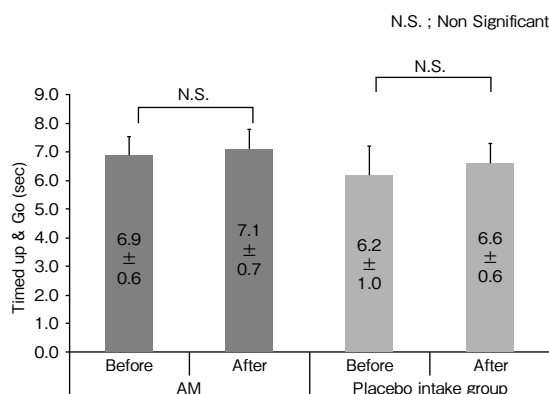


Fig. 12. Effect of soy peptide AM intake on the Timed Up & Go in elderly person.

入後は 37.8 ± 16.1 kgであり統計的に有意に増加した ($p < 0.05$)。プラセボ摂取群において介入前は 38.5 ± 9.9 kg, 介入後は 38.4 ± 30.9 kgであり, 統計的な有意差はみられなかった。

b-5) Timed Up&Goに対する影響について

Fig. 12はAM摂取群, プラセボ摂取群において Timed Up&Goの平均値を求め, 介入前後で比較したグラフである。AM摂取群において介入前は 6.9 ± 0.6 秒, 介入後は 7.1 ± 0.7 秒であった。プラセボ摂取群において介入前は 6.2 ± 1.0 秒, 介入後は 6.6 ± 0.6 秒であり, すべての群において統計的な有意差はみられなかった。

考 察

a. 大豆ペプチドAM摂取が骨格筋に及ぼす影響について

腹直筋は第5～第7肋軟骨, 剣状突起, 肋剣靭帯らに起始し 恥骨の恥骨稜, 恥骨結合に付着している。腹直筋の主な働き 胸郭全壁を引き下げる。骨盤の前部を引き上げ, 体幹の屈曲, 腹腔内圧をあげる作用を行う。即ち体幹を支える役割を担っている。大豆ペプチド摂取の結果, 腹直筋の断面積は統計的に増加した。越智らの研究では, 大豆に含まれるペプチドが廃用性筋萎縮に有効であるかを確認するために, 坐骨神経切除マウスへの摂食実験を行ったところ, 坐骨神経切除により減少する筋湿重量および筋横断面積はペプチドの摂取によって抑制され, 大豆に含まれるペプチドは廃用性筋萎縮の予防・治療に有効な機能性ペプチドである可能性が考えられたと報告している⁸⁾。即ち,

神経刺激の欠如が筋萎縮を招くが, 大豆ペプチド摂取により何らかの作用で萎縮が抑制されることを示唆している。実際, 腹直筋は肋間神経により支配されていることから, この論文からは推測の域をでない。外側腹筋群 (外腹斜筋, 内腹斜筋) においては大豆ペプチド摂取の影響は観察されなかった。これらの筋は体幹を前屈あるいは側屈する働きを持つこのような運動の不足によるものかあるかは筋特有の性質によるものかは不明である。大腰筋は浅頭に起始部は, 第12胸椎～第4腰椎までの椎体および肋骨突起に付着し, 深頭は, 全腰椎の肋骨突起に付着している。停止部は大腿骨の小転子である。大腰筋の主な働き股関節を屈曲あるいは股関節を僅かに外旋する作用を持つ。即ち, 大腿部を持ち上げ, あるいは腰を落としたりする運動によって鍛えられる筋である。この筋は加齢に伴い萎縮し, その筋力低下が転倒を引き起こすものと考えられている。今回の実験で大豆ペプチド摂取により筋断面積は有意に増加した。

従って, 高齢者の筋萎縮予防や転倒防止に対して大豆ペプチドAMの摂取は大きく寄与するものと考えられる。腰方形筋は腸骨稜, 腸腰靭帯に起始部を持ち第12肋骨, L1～L4の椎体の肋骨突起に停止部がある。腰方形筋の主な働きは腰椎を屈曲あるいは第12肋骨を下制する働きを持つ。この筋は姿勢制御に大きく関与するものと考えられる。大豆ペプチドAMの摂取の筋への影響は観察されなかった。プラセボ群で統計的に低下した理由は明らかではないが, 被験者が平均80歳という高齢者であることから加齢に伴う萎縮は進行している可能性が考えられる。

脊柱起立筋は腸筋筋 (腰腸筋筋, 頸腸筋筋, 胸腸筋筋), 最長筋 (胸最長筋, 頸最長筋, 頭最長筋), 棘筋 (胸棘筋, 頸棘筋, 頭棘筋) で成り立っている。今回, 測定は主に胸最長筋, 胸棘筋, 腰腸筋筋の重なる部分を計測している。胸最長筋は脊椎を伸展あるいは側屈する役割を担っている。胸棘筋は脊椎を伸展あるいは脊椎を回旋する役割を担っている。腰腸筋筋の主な働きは, 腰椎を伸展あるいは側屈することである。このように脊柱起立筋は腹筋と拮抗する働きを行っている。

大豆ペプチドAMの摂取により, 脊柱起立筋の変化は観察されなかった。即ち, 屈筋である腹直筋に大豆ペプチドの効果は観察されなかったが, 伸筋である脊柱起立筋には効果がなかった。

大臀筋は後殿筋線の後方, 仙骨・尾骨の外側縁, 胸腰筋膜, 仙結節靭帯らに起始部があり, 大臀筋の浅層は, 大腿筋膜の外側部で腸脛靭帯に移る。深層は, 大腿骨の臀部粗面に付着している。大殿筋の主な働きは

股関節を伸展あるいは股関節を外旋する役割を担っている。従ってこの働きは大腰筋と拮抗するものである。実験の結果はペプチド群とプラセボ群の両群とも統計的に有意に増加した。この増加の原因は明らかではないが股関節を中心とした運動の効果が表れたものと考えられる。大腿部の筋で大腿直筋の起始部は下前腸骨棘に、中間広筋・外側広筋・内側広筋は、大腿骨にある。停止部は膝蓋骨で膝蓋靭帯を経て、腓骨粗面に付着している。大腿四頭筋の主な働きは膝関節の伸展と股関節の屈曲を担っている。また、ハムストリングス（大腿二頭筋、半腱様筋、半膜様筋）は下腿に起始部を持ち、停止部は坐骨にある。大腿二頭筋は大腿骨にも付着している。ハムストリングス筋の主な働きは基本的には膝関節の屈曲と股関節の伸展という働きである。ただし3つの筋肉によって股関節・膝関節の内旋・外旋も担っている。今回の大豆ペプチド摂取では明らかに大腿部筋の断面積は増加した。屈筋群と伸筋群での違いは観察されなかった。プラセボ群では観察されなかったことから大豆ペプチドの作用が考えられるが今後検討したい。

b. 大豆ペプチドAM摂取が 体力に及ぼす影響について

体力測定の結果、統計的に有意差が観察されたのは背筋力の増加のみであった。背筋力は、脊柱起立筋を中心として、臀筋と腹筋とが総合された力といわれており、歩行時の脊柱起立筋は歩行周期全般にわたり活動し、慣性と重力によって体幹が前方に屈曲するのを防ぎ、同時に左右への動揺も抑えている。背筋力を測定することは、高齢者の運動機能を把握するための一つの指標となると思われ、また、背筋力を強化することは、歩行能力の向上、全身の筋力強化につながると考えられ、転倒予防や介護予防にも役立つ可能性がある。大豆ペプチドAM摂取により背筋力が増加したことは、腹直筋の肥大が直接的に関連している可能性が考えられるが、大臀筋や脊柱起立筋との関係を考慮しなければならない。

研究B（一流スポーツ選手に対するペプチド摂取の効果）

被験者：本研究の対象者は、C大学水泳部に所属する19～21歳男子学生15名である。対象者を大豆ペプチドハイニュートAM（以下AMとする）（不二精油株式会社）摂取群、プラセボ（乳糖）摂取群の2グループに分けた。

摂取期間：摂取期間は4ヶ月とし、各自自由摂取と

した。

MR撮影：臥位姿勢のもとでMR撮影を行った。撮影は、首から大腿部までの範囲を10 mm間隔で横断面にスライスした。

本研究では、腹直筋・外側腹筋群（腹横筋、内・外腹斜筋）・大腰筋・腰方形筋、大臀筋、脊柱起立筋、僧帽筋、胸鎖乳突筋、8つの筋肉を計測した。

画像から確認できる各筋の断面積をOSIRISソフトにてモニター上でトレースした。

各骨格筋の測定法

- 1) 腹筋群：骨盤上端レベル（ヤコビー線）の画像を用い計測した。
- 2) 脊柱起立筋：第4腰椎と第5腰椎の間の部分を計測した。
- 3) 胸鎖乳突筋と僧帽筋：k-PACSソフトを用い頸椎5番目（C5）の位置を指定し、計測した。
- 4) 大臀筋：大転子骨頭に基準線を求め、大臀筋の面積を計測した。

また、身長や体格の違いなどにより筋断面積に差が生じるため、測定した各筋の横断面積値にLBM（除脂肪体重）÷2/3乗をして体格などの影響を受けないよう、数値補正を行った。

統計処理：ペプチド摂取介入前後における各群間の平均値の比較はt検定法を用い、統計的な有意水準を5%未満とした。競技種目間の比較では一元配置分散分析を用いて有意差を確認し、多重比較法（Tukey法）で各群間の比較を行った。有意水準を5%未満とした。

結 果

各骨格筋の横断面積を測定した結果、プラセボ群の脊柱起立筋と大臀筋に統計的な有意差があった。脊柱起立筋の面積は $157 \pm 20 \text{ mm}^2/\text{kg}$ から $151 \pm 22 \text{ mm}^2/\text{kg}$ と有意に減少した。（Fig. 13）さらに、大臀筋は筋面積 $344 \pm 39 \text{ mm}^2/\text{kg}$ から $321 \pm 31 \text{ mm}^2/\text{kg}$ と減少し、5%水準で有意差が認められた（Fig. 14）。

考 察

この実験は4か月間コーチの指導の下に練習を行ったものである。日曜日を除く週6日間のトレーニングである。1日に泳ぐ時間は平均7時間である。かなりの時間を泳いでいることになる。従って、骨格筋の断面積の変化は泳ぐことによって作られたものと判断できる。プラセボ群での筋量の減少は泳ぐことによって作

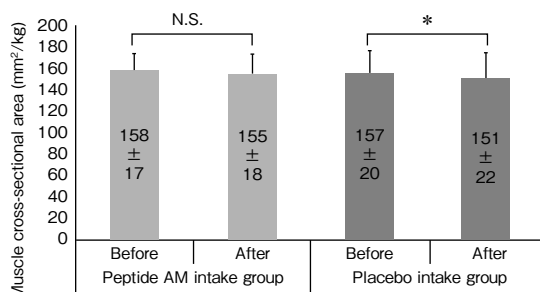


Fig. 13. Effect of soy peptide AM intake on erector spinae muscle development in elderly person.

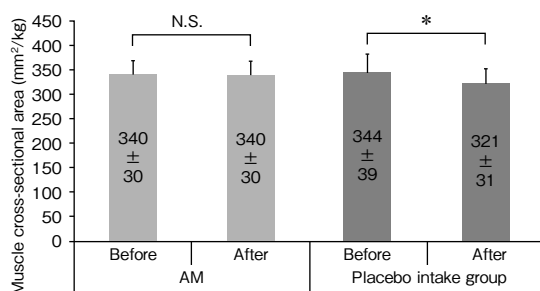


Fig. 14. Effect of soy peptide AM intake on gluteus maximus muscle development in elderly person.

られたものであり、泳ぎに適応したものと判断できる。従って、筋が萎縮して機能を失ったということではなく、筋が萎縮してより泳ぎに適応したと考えられる。事実、Fig. 15, Fig. 16に見られるように筋量の減少に伴いパフォーマンスが高まることが明らかである。ペプチドやたん白質の摂取が筋の発達を促すことが知られているが、これはあくまでも筋量とパフォーマンスが正の相関がある場合に限る。実際に筋を萎縮に導く方がパフォーマンスを高めることもあることが本実験で明らかとなった。今回の実験で脊柱起立筋や大臀筋はプラセボ群で明らかに低下を示した。また、ペプチド摂取群には介入後、統計的な違いは観察されないことから、本来、練習によって筋量が少なくなるべきところをペプチド摂取により萎縮が抑制されたものと思われる。従って安易に、ペプチドを摂取し骨格筋の肥大や萎縮抑制を行うべきでないことが本実験から明らかになった。

しかしながら、本実験では筋機能の十分な検査は行われていない。また、AM摂取により、骨格筋量の変化は観察されなかったが、その原因が筋肥大誘導に依ってのものか、筋萎縮抑制によるものなのかは明ら

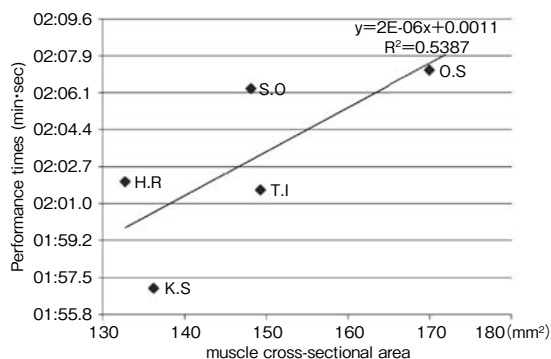


Fig. 15. Relationship of swimming performance and cross-sectional area of erector spinae muscle.

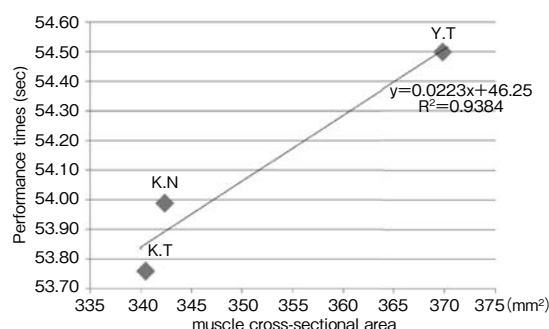


Fig. 16. Relationship of swimming performance and cross-sectional area of gluteus maximus muscle.

かでない。今後、このような問題点を踏まえて研究を進めたい。

要 旨

本実験は大豆ペプチドAM摂取が高齢者および一流選手の身体組成と体力に及ぼす影響について検討した。高齢者を対象とした研究では、大豆ペプチドAM摂取の影響を観察するために群分けをおこない、大豆ペプチドハイニュートAM（不二製油株式会社）摂取群9名（以下ペプチド）、プラセボ（乳糖）摂取群4名（以下プラセボ）の2群にわけて行った。骨格筋の発達を確認するためにMR装置を用いた。測定した筋は腹直筋、外側腹筋、大腰筋、腰方形筋、脊柱起立筋、大臀筋、大腿部筋である。測定の結果、大豆ペプチドAM摂取により増加した筋は腹直筋、大腰筋、大臀筋、大腿部筋であった。体力テストは文部科学省スポーツ・青少年局：「新体力テスト実施要項」（1999）に準じて行った。測定項目は握力、上体起こし、長座体前屈、背筋

力である。さらに、日本理学療法士協会が行っている Timed Up & Go Test の測定を行った。体力テストの結果、大豆ペプチドAM摂取により増加した項目は背筋力のみであった。以上の結果大豆ペプチドAM摂取により骨格筋の形態および機能に影響を及ぼすことが判明した。今後、個々の骨格筋の特性などを考慮して、さらなる大豆ペプチドAM摂取の影響について検討したい。

次に、サプリメントAM摂取により水泳選手の骨格筋の形成にどのような効果及ぼすのか検討した。対象はC大学水泳部に所属する19～21歳男子学生15名である。対象者を大豆ペプチドハイニュートAM（以下AMとする）摂取群、プラセボ摂取群の2グループに分けた。摂取期間は4ヶ月とした。摂取は毎食後1錠

とした。1錠あたりのAMは50 mgとした。本研究では、腹直筋・外側腹筋群（腹横筋、内・外腹斜筋）・大腰筋・腰方形筋、大臀筋、脊柱起立筋、僧帽筋、胸鎖乳突筋、8つの筋肉をMRで撮影した。OSIRISソフトにてモニター上で各筋の横断面積をトレースし計測した。各骨格筋の横断面積を測定した結果、プラセボ群の脊柱起立筋と大臀筋に統計的な有意差が見られた。脊柱起立筋の面積は $157 \pm 20 \text{ mm}^2/\text{kg}$ から $151 \pm 22 \text{ mm}^2/\text{kg}$ と有意に減少した。さらに、大臀筋は筋面積 $344 \pm 39 \text{ mm}^2/\text{kg}$ から $321 \pm 31 \text{ mm}^2/\text{kg}$ と減少し、5%水準で有意差が認められた。ペプチドの摂取については萎縮抑制の効果が求められたが、これがパフォーマンス向上を抑制する可能性が示唆された。

文 献

- 1) 総務省統計局（2014）：人口推計－平成26年9月報－
- 2) Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA and Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group (2001) : Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, **56**, M146-M156.
- 3) 中村耕三（2012）：ロコモティブシンドローム（運動器症候群）。日本老年医学会雑誌, **49**, 393-401.
- 4) 山田陽介, 山縣恵美, 木村みさか（2012）：フレイルティ & サルコペニアと介護予防。京府医大誌, **121**, 535-547.
- 5) 三村寛一, 塩野祐也, 齋藤誠二, 鉄口宗弘, 安部恵子, 三村達也（2006）：中高齢者の体力と生活・運動習慣に関する研究。大阪教育大学紀要 IV 教育科学, **54**, 35-44.
- 6) 新開省二, 金憲経, 渡辺直紀, 李相侖, 斎藤京子, 鈴木隆雄（2009）：虚弱高齢者を対象とした運動 vs. 運動＋栄養介入（大豆ペプチド）の効果に関する無作為化比較試験。栄養学雑誌, **67**, 76-83.
- 7) 越智ありさ, 北畑香菜子, 二川健（2014）：廃用性筋萎縮とアミノ酸。生化学, **86**, 367-371.