

## 栄養補助食品と運動実践の組合せが 中高齢者の活力年齢に及ぼす効果

濱崎 愛<sup>\*1</sup>、大須賀洋祐<sup>\*2</sup>、窪田 大<sup>\*3</sup>、  
川手 雄二<sup>\*3</sup>、小林 裕幸<sup>\*4</sup>、田中喜代次<sup>\*5</sup>

## Combined effects of nutritional supplements and exercise habituation on vital age of middle-aged and older adults

Ai HAMASAKI<sup>\*1</sup>, Yosuke OSUKA<sup>\*2</sup>, Dai KUBOTA<sup>\*3</sup>,  
Yuji KAWATE<sup>\*3</sup>, Hiroyuki KOBAYASHI<sup>\*4</sup>, Kiyoji TANAKA<sup>\*5</sup>

### Abstract

#### Objectives

It is important to develop a valid health support program which is effective in decreasing the vital age (getting younger) of older adults. Some studies have examined the combined effect of a variety of nutritional supplements and exercise practice on muscle mass and physical fitness in older adults; however the impact of these health assistance on the vital age, which is a comprehensive health indicator, has not been revealed. The present study examined the combined effects of nutritional supplements and exercise habituation on vital age of older adults.

#### Methods

Forty-nine, middle-aged and older adults, aged between 60 and 79 years, were selected and assigned to two groups: the exercise with supplement intake group (n=25) and the exercise with supplement non-intake group (n=24). Both groups participated in the exercise program consisting of resistance training and walking once a week during 12 weeks. Combination group took the nutritional supplements which mainly consisted of whey protein (12 g/day) and collagen peptide (2 g/day) every day for 12 weeks. Before and after the 12-week interventions, the changes in vital age were evaluated.

#### Results

The results showed that vital age of the non-intake group remained unchanged ( $P=0.055$ ), while vital age of the intake group was significantly reduced ( $P=0.030$ ). The changes of vital age after 12 weeks did not differ significantly ( $P=0.580$ ) between groups.

#### Conclusion

This study suggests that the combination of milk protein nutritional supplements and exercise practice is effective for decreasing the vital age of older adults and become an important tool for establishment of a new health support program.

Key words : Middle-age and older, exercise, nutritional supplements, vitality age, health support program

<sup>\*1</sup>筑波大学大学院人間総合科学研究科

Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan

<sup>\*2</sup>東京都健康長寿医療センター研究所 Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

<sup>\*3</sup>株式会社明治健康栄養商品開発部 The nutritional product development part, Meiji Corporation

<sup>\*4</sup>筑波大学医学医療系 Faculty of Medicine, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan

<sup>\*5</sup>筑波大学体育系 Faculty of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan

茨城県つくば市天王台1-1-1筑波大学体育科学科系 田中 喜代次 電話番号 : 029-853-2655

## I はじめに

我が国の高齢化率は2014年の時点で26.0%に達し、超高齢社会に突入している。厚生労働省のデータをみると、日常生活において介護等を必要とせず、自立した生活を送れる期間(健康寿命)と平均寿命との差は男性で9.1年、女性で12.7年に及ぶとの報告がある<sup>1)</sup>。今後高齢化がさらに進む我が国においては、その差を短縮するために、良質な評価指標に基づく健康支援プログラムの開発が急務である。これまでに高齢者を対象とした運動や栄養による健康支援策が展開され、様々な健康関連指標が改善されることが報告されている<sup>2,3)</sup>。高齢者の健康関連指標は、加齢によって低下することが明らかになっているものの、性や職業、日常生活の身体活動量、生育環境、食習慣、生活様式等により、個人差が大きいことが知られている<sup>4)</sup>。また、様々な老化による機能低下と、疾病等による機能低下の区別が困難な場合が多いことから<sup>5)</sup>、高齢者の健康状態は、総合的に評価することが望ましい。

田中らは、ヒトの健康度・老化度の指標として「活力年齢(vital age)」を提唱した<sup>6,7,8)</sup>。活力年齢とは、様々な健康関連因子を総合的に評価する指標である。年齢は、高齢者でも理解が容易な尺度であるため、活力年齢を利用して生活習慣の改善を図ることは、高齢者が健康度を維持していくうえで有益な評価指標となりうる。既に多くの先行研究により、運動実践に伴う冠危険因子や体力の改善は報告されている<sup>9,10)</sup>。また、運動実践と食事指導を組み合わせることによって、運動実践単独や食事指導単独と比較して、活力年齢がより顕著に若返ると報告されている<sup>11)</sup>。しかし、高齢者では、運動実践に伴う身体活動量の増加が体重減少とそれに伴う筋量減少を引き起こし、筋機能の低下に繋がる可能性も指摘されている<sup>12)</sup>。高齢者は、若年期、中年期と比較して低栄養に起因する体重減少を起こしやすく<sup>13)</sup>、筋量の減少・筋力低下は、転倒による骨折のリスクや機能的自立を奪う様々な障害のリスクを高めうる<sup>14,15,16,17)</sup>。さらに、高齢期における体重減少は、基礎疾患の治療を妨げるとともに、感染症のリスクを上昇させ、介護保険認定および死亡リスクを高めることが報告されている<sup>16,18)</sup>。このように、高齢期における顕著な体重減少は、外科的・内科的疾患のリスクを増加させるとともに、身体的自立が損なわれる様々な障害のリスクを高める可能性もある<sup>16)</sup>。したがって、高齢期では、体重を可能な限り維持したまま活力度を良好な状態に維持させることが肝要であると考えられる。このような状況を勘案すると、運動によって不足する栄養素量に対して栄養補助食品をうまく利用することも、活力年齢を維持・若返らせる上で、有効な手

段の一つと期待できる。これまで運動実践と栄養補助食品の摂取が高齢者の様々な個別指標(筋量や体力等)に及ぼす効果について着目されてきたが、総合的指標(活力年齢)に対する効果について検討した研究はみられない。

そこで本研究は、運動実践と栄養補助食品の摂取が、中高齢者の活力年齢に及ぼす効果について明らかにすることを目的とした。

## II 方法

### A. 対象者

#### 1-1. 研究デザインと割り付け方法

研究のデザインは、オープン化無作為化比較試験とした。対象者の割り付けは、本研究とは関連しない第3者が対象者を運動実践+栄養補助食品摂取群(摂取群)と、運動実践単独群(非摂取群)の2群に無作為に割り付けた。

#### 1-2. 対象者の募集方法

対象の募集は、茨城県南地区の住民に配布される地域情報紙への広告記事の掲載を依頼し、電話受付によりおこなった。

#### 1-3. 研究参加のための適格基準

組入基準は、1)日常生活において運動習慣を有さない60-79歳の中高齢者、2)医師から運動を制限されていない者、3)要支援・要介護認定を受けていない者である。除外基準は、1)日常生活において運動習慣を有する者(3METs以上の運動、150分/週以上のウォーキングと週2回以上の筋力運動)、2)生活習慣が不規則な者、3)本試験に影響を及ぼす可能性のある医薬品、医薬部外品、サプリメント等を服用している者、4)現在を含めて過去3か月に他の臨床研究への参加歴を有する者、5)食物に対してアレルギー症状がある者(特に乳・小麦・卵アレルギー)、6)たんぱく質摂取制限が必要である者、7)その他、試験責任医師が対象者として不適当と判断した者である。

### B. 栄養補助食品の内容と摂取方法

栄養補助食品として、明治ロコテイン(株式会社明治社製)を提供した。この栄養補助食品の1袋あたりの栄養成分は、乳清たんぱく質(6g)とコラーゲンペプチド(1g)で構成されており、水150mlに1袋(14g)を溶解し、1日2袋を朝夕2回に分けて12週間摂取するよう求めた。なお、摂取群には、栄養補助食品を摂取した場合、飲用日誌に記載するように求めた。

### C. 運動教室

週1回90分の運動教室を全12回開催した。教室での運動プログラムは、準備運動(15分)、筋力運動(20分)、有酸素性運動(40分)、整理運動(15分)の計90分で構成した。主運動は、6種目の筋力運動<sup>19)</sup>とし、運動強度は対象者の体力レベルに応じて漸増的に負荷を高めた。高齢者に対する筋力運動の頻度に関しては、「運動に適応するまでは、少なくとも週2回以上実践することが望ましく、最少の負荷から運動を始める必要がある」との報告を参考に<sup>20)</sup>、検者は対象者に自宅でも3回/週実践するように促し、実践した場合は運動日誌に記録するように求めた。

### D. 倫理的配慮

対象者は、研究に本人の意思で参加した。全ての対象者に研究の目的や体力測定、質問紙調査内容、データの取り扱いについて説明し、研究に伴う不利益が生じた場合、一度同意した場合でも随時測定を拒否・撤回できることを口頭および文書にて伝え、自筆署名による承認を得た。なお本研究は、筑波大学体育系研究倫理審査委員会による承認を受けた(承認日:平成26年6月19

日、承認番号:第体26-7号)。

### E. 分析項目

#### 1. 主要評価項目

主要評価項目は、活力年齢とした。活力年齢の算出<sup>21)</sup>に必要な測定項目は、以下の通りであり、算出式は表1に示した。

#### (1) 肩甲骨下部皮脂厚

肩甲骨下部皮脂厚の測定は、栄研式皮下脂肪厚計(TK-11258, 明興社製)を使用した。上衣非着用状態で、両腕を自然な姿勢のまま下ろし、測定をおこなった。測定部位より約1~2cm上方をつまみ、右側を2度測定しその平均値を採用した。測定は、活力年齢の算定式に基づき男性のみおこなった。

#### (2) 腹囲

腹囲は、非伸縮性のメジャーにて、測定部位は臍位とし、前方および側方からメジャーが水平であることを確認し測定した。安静立位時に0.1cm単位で2度測定し、その平均値を採用した。測定は、活力年齢の算定式に基づき女性のみおこなった。

表1: 活力年齢の算出式

---

**【男性】**

$$\text{男性活力スコア} = 0.023X_1 + 0.011X_2 - 0.005X_3 + 0.004X_4 - 0.044X_5 - 0.013X_6 - 0.032X_7 - 0.012X_8 - 0.400X_9 - 0.007X_{10} + 14.28$$
$$\text{男性活力年齢} = -8.58 \times \text{活力スコア} + 0.367 \times \text{暦年齢} + 40.00$$

$X_1 =$  肩甲骨下部皮脂厚 (mm);  $X_2 =$  収縮期血圧 (mmHg);  $X_3 =$  総コレステロール (mg/dl);  
 $X_4 =$  中性脂肪 (mg/dl);  $X_5 = \dot{V}O_{2LT}$  (ml/kg/min);  $X_6 = HR_{LT}$  (beat/min);  $X_7 =$  反復横とび (n/20s);  
 $X_8 =$  閉眼片足立ち (s);  $X_9 = FEV_{1.0}$  (l);  $X_{10} =$  超音波音速 (m/s)

---

**【女性】**

$$\text{女性活力スコア} = 0.021X_1 + 0.011X_2 - 0.044X_3 - 0.008X_4 + 0.004X_5 + 0.004X_6 + 0.003X_7 + 0.043X_8 - 0.039X_9 - 0.011X_{10} - 0.419X_{11} - 0.007X_{12} + 9.64$$
$$\text{女性活力年齢} = 8.98 \times \text{活力スコア} + 0.295 \times \text{暦年齢} + 40.75$$

$X_1 =$  腹囲 (へそ) (cm);  $X_2 =$  収縮期血圧 (mmHg);  $X_3 = \dot{V}O_{2LT}$  (ml/kg/min);  $X_4 = HR_{LT}$  (beat/min);  $X_5 =$  総コレステロール (mg/dl);  $X_6 = LDLC$  (mg/dl);  $X_7 =$  中性脂肪 (mg/dl);  
 $X_8 =$  ヘマトクリット (%);  $X_9 =$  反復横とび (n/20s);  $X_{10} =$  閉眼片足立ち (s);  $X_{11} = FEV_{1.0}$  (l);  $X_{12} =$  超音波音速 (m/s)

---

(報告書<sup>21)</sup>より引用)

### (3) 血圧

血圧の測定は、水銀血圧計 (YAGAMI, SPHYGMO-MANOMETER, ケンツメディコ社製) を使用した。椅子座位で10分の安静後に熟練した検者が2回、収縮期血圧と拡張期血圧を測定し、その平均値を採用した。

### (4) 血液生化学検査

対象者に、血液検査前日の激しい運動や採血予定時刻の12時間前の食事を控えるように指示し、空腹状態で正中肘静脈より採血をおこなった。血液生化学検査の項目は、ヘマトクリット、総コレステロール、低比重リポ蛋白コレステロール、中性脂肪とした。血液検査項目の分析は、江東微生物研究所 (つくば市) に依頼した。低比重リポ蛋白コレステロール値は、高比重リポ蛋白コレステロール値を用いて、Friedewald et al. の計算式 ( $LDLC = TC - HDLC - 0.2TG$ , ただしTGは400 mg/dl 以下に限る) に基づき算出した。

### (5) 全身持久性体力

全身持久性体力の指標として、自転車エルゴメータ (828E, Monark社製) を用いて換気性閾値および最高酸素摂取量を測定した。測定では、摩擦抵抗をかけない状態で2分間のウォーミングアップをおこなった後、ペダルの回転数をメトローム音に合わせて60 rpmに維持するように指示した。毎分0.25 kpずつ段階的にトルクを高める多段階漸増負荷法を採用した。運動中は、心電図と心拍数を心電計 (DS-2150, フクダ電子社製) で熟練した検者が連続的にモニタリングし、データの収集とともに緊急時の対応に備え、事故防止に努めた。運動中の呼気ガスは、自動呼気ガス分析器 (COSMED Pulmonary Function Equipment, 日本光電工業社製) を用いて酸素摂取量を測定し、30秒毎の平均値に換算して出力した。乳酸閾値 (lactate threshold: LT) は、呼気ガス指標から求められる換気性閾値で代用した。換気性閾値は、原則として酸素摂取量の増加に対する換気量の急上昇開始点から求めた。

### (6) 反復横とび

幅100 cm平行線を3本引き、中央線をまたいで開始の姿勢をとるよう求め、開始の合図とともに左右のどちらかへ移動し、その側方の線、次に中央の線、次に他方の側方の線をまたぐか線を踏んだ数を20秒間記録した。測定は対象者の疲労に配慮し1回とした。

### (7) 閉眼片足立ち

立位姿勢で両手を腰にあてた後、片方の足を床から離れた状態でバランスをとり、その後に対象者のタイミングで目を閉じてもらい0.1秒単位計測した。最大60秒間維持するよう求め、静止時間を測定した。測定は2回行い最大値を採用した。

### (8) 1秒率

1秒率は、電子スパイロメーター (SP-310, フクダ電子社製) を使用し、努力性肺活量測定における最初の1秒に排出される呼気量を求めた。測定は2回行い最大値を採用した。

## 2. 副次的評価項目

副次的評価項目は、日常的な身体活動量、栄養素量、ロコモ度テスト25 (日本整形外科学会) とした。日常的な身体活動量は、加速度センサー搭載型活動量計 (3軸加速度計オムロン社製 Active style Pro) を用いて評価した。加速度計は、睡眠や入浴・水中活動時を除くすべての活動時に着用するように促し、装着時間は12時間/日以上になるよう求めた。加速度計データの採用基準は、10時間/日以上装着時間を満たす日が7割以上満たす者とした。栄養素量は、食事摂取状況に関する質問指標を用いて過去3日間 (休日1日含む) の食事内容を記録するよう求めた<sup>22,23)</sup>。栄養価計算は、エクセル栄養君を用いて、管理栄養士が算出した<sup>24,25)</sup>。

## 3. 基本情報および健康関連情報

疾患 (脳血管疾患、高血圧、糖尿病、心疾患、骨粗鬆症、呼吸器疾患)、関節痛 (股関節痛、膝痛、腰痛、足関節痛)、および服薬の有無など、対象者の健康関連情報をインタビュー形式で聴取した。疾患は、過去1年間に医師に診断された疾患とし、関節痛は本人が自覚症状を有するものとした。服薬状況は、現在服用している薬の有無を聴取した。

## F. 解析方法

研究は、摂取群26名、非摂取群25名で開始した。栄養補助食品の摂取率が80%以上、教室参加率が70%以上、3メッツ以上の運動を150分以上実践している週が9週以上の基準を満たしている者を解析対象とした。ベースライン時の量的変数には、対応のない $t$ 検定を、質的変数には、 $\chi^2$ 検定を適用し、統計値は、平均値  $\pm$  標準偏差または該当者数 (%) で示した。教室前後の測定値の比較には、対応のある $t$ 検定を適応し、教室前後における変化値の比較には、対応のない $t$ 検定を適応した。統計値は、平均値  $\pm$  標準偏差で示した。すべての統計処理には統計解析ソフト IBM SPSS Statistics Version 21 を用い、統計的有意水準は5%に設定した。

## III 結果

### A. 研究フロー (図.1)

研究は、摂取群26名 (男性5名/女性21名)、非摂取群25名 (男性6名/女性19名) で開始され、体調不良の理由で摂取群1名、非摂取群1名がそれぞれ途中で離脱

した。運動教室の出席率は、摂取群が97.5%、非摂取群が92.5%で有意な差はみられなかった。栄養補助食品の摂取率は、98.1%であった。

## B. ベースライン検定

ベースライン時における対象者の基本的特徴の比較を表.2に示した。対象者の基本的特徴を摂取群と非摂取群で比較した結果、すべての項目において有意な群間差はみられなかった。

## C. 主要評価解析

### 3-1. 教室前後における活力年齢の変化および変化値の比較(表.3)

摂取群の活力年齢は、教室後、有意に若返ったが、非摂取群の活力年齢に有意な変化はみられなかった。教室前後における活力年齢の変化値は $-2.3 \pm 5.0$ 歳、非摂取群の変化値は $-1.6 \pm 3.9$ 歳であった。教室前後における活力年齢の変化値を両群で比較したところ、有意な群間差はみられなかった。

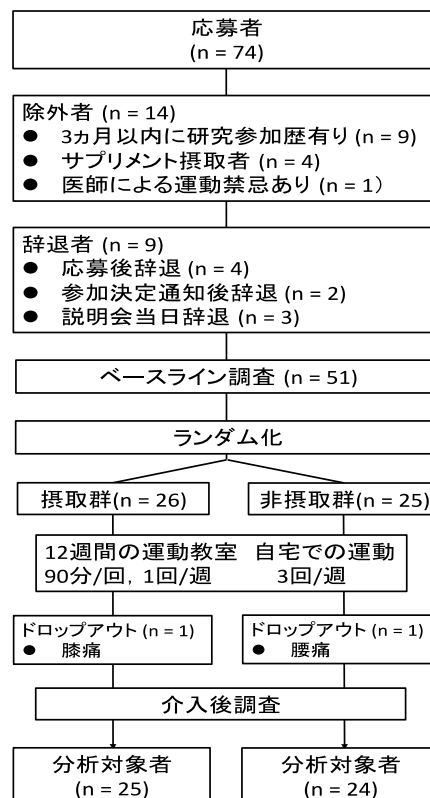


図1：研究フロー

表2：対象者の基本的特徴の比較

|                                    | 摂取群<br>n = 25 |        | 非摂取群<br>n = 24 |        | P    |
|------------------------------------|---------------|--------|----------------|--------|------|
| 活力年齢, 歳                            | 79.0          | ± 7.2  | 78.6           | ± 5.8  | n.s. |
| 年齢, 歳                              | 69.9          | ± 4.5  | 70.0           | ± 4.4  | n.s. |
| 身長, cm                             | 154.6         | ± 7.7  | 154.9          | ± 7.7  | n.s. |
| 体重, kg                             | 56.8          | ± 9.2  | 55.6           | ± 8.9  | n.s. |
| Body mass index, kg/m <sup>2</sup> | 23.7          | ± 3.0  | 23.1           | ± 2.2  | n.s. |
| 服薬の有無, n (%)                       | 16 (64.0)     |        | 15 (62.5)      |        | n.s. |
| 安静時収縮期血圧, mmHg                     | 133.6         | ± 12.9 | 131.5          | ± 17.7 | n.s. |
| 安静時拡張期血圧, mmHg                     | 79.4          | ± 7.5  | 79.1           | ± 8.0  | n.s. |
| 安静時心拍数, 拍/分                        | 76.8          | ± 4.9  | 75.0           | ± 8.6  | n.s. |
| 性, 男性/女性                           | 5/20          |        | 5/19           |        | n.s. |

平均値 ± 標準偏差

n.s. : not significant

表3：活力年齢の変化および変化値の比較

| 変化の比較  | 教室前           |       | 教室後            |       | P      |
|--------|---------------|-------|----------------|-------|--------|
| 摂取群    | 79.0          | ± 7.2 | 76.8           | ± 6.8 | 0.030* |
| 非摂取群   | 78.6          | ± 5.8 | 77.0           | ± 6.0 | n.s.   |
| 変化値の比較 | 摂取群<br>n = 25 |       | 非摂取群<br>n = 24 |       | P      |
| 教室前後   | -2.3          | ± 5.0 | -1.6           | ± 3.9 | n.s.   |

平均値 ± 標準偏差

\*: 教室前と比較して有意に変化 ( $P < 0.05$ ).

n.s. : not significant

### 3-2. 教室前後における活力年齢構成要因の変化の比較(表.4)

栄養補助食品摂取群と非摂取群の安静時収縮時血圧値は、教室後、有意に低下した。摂取群のヘマトクリット値、換気性閾値に相当する酸素摂取量と心拍数は有意に増加した。非摂取群の肩甲骨下部皮脂厚は、有意に減少し、総コレステロール値は有意に増加した。教室前後における活力年齢の構成因子の変化値を両群で比較したところ、すべての項目において、有意な群間差はみられなかった。

### 3-3. 教室前後におけるエネルギーおよび栄養素摂取量の変化および変化値の比較(表.5)

栄養補助食品摂取群のたんぱく質、カルシウム、ビタミンDの摂取量は、教室後、有意に増加した。教室前後のカルシウムとビタミンDの摂取量の変化値に有意な群間差がみられた。

表4：教室前後における活力年齢構成要因の変化の比較

| 変化の比較                    | 教室前    |        | 教室後    |        | P        |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 腹囲(臍位), cm               |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 85.4   | ± 9.1  | 82.7   | ± 8.7  | 0.006*   |
| 非摂取群                     | 84.7   | ± 7.3  | 82.2   | ± 7.9  | 0.011*   |
| 肩甲骨下部皮脂厚, mm             |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 25.3   | ± 7.4  | 21.7   | ± 8.7  | n.s.     |
| 非摂取群                     | 25.8   | ± 7.2  | 22.7   | ± 4.6  | 0.015*   |
| 安静時収縮期血圧, mmHg           |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 133.6  | ± 12.9 | 124.2  | ± 11.9 | < 0.001* |
| 非摂取群                     | 131.5  | ± 17.7 | 125.9  | ± 14.2 | 0.02*    |
| 総コレステロール, mg/dL          |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 216.5  | ± 35.2 | 225.9  | ± 39.5 | n.s.     |
| 非摂取群                     | 220.9  | ± 38.0 | 235.0  | ± 40.5 | 0.025*   |
| トリグリセライド, mg/dL          |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 103.6  | ± 57.7 | 100.1  | ± 48.7 | n.s.     |
| 非摂取群                     | 99.5   | ± 45.1 | 108.2  | ± 51.0 | n.s.     |
| 低比重リポ蛋白コレステロール, mg/dL    |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 129.7  | ± 28.5 | 135.7  | ± 31.9 | n.s.     |
| 非摂取群                     | 135.5  | ± 34.8 | 144.8  | ± 38.2 | n.s.     |
| ヘマトクリット, %               |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 40.6   | ± 3.6  | 42.1   | ± 3.8  | < 0.001* |
| 非摂取群                     | 40.6   | ± 2.8  | 41.4   | ± 2.6  | n.s.     |
| 反復横跳び, 回/20秒             |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 27.8   | ± 5.8  | 28.2   | ± 4.8  | n.s.     |
| 非摂取群                     | 26.4   | ± 5.8  | 26.2   | ± 4.2  | n.s.     |
| 閉眼片足立ち, 秒                |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 9.5    | ± 11.8 | 7.2    | ± 5.8  | n.s.     |
| 非摂取群                     | 8.9    | ± 8.0  | 9.4    | ± 7.9  | n.s.     |
| 1秒量, L                   |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 2.0    | ± 0.4  | 2.1    | ± 0.5  | n.s.     |
| 非摂取群                     | 2.0    | ± 0.5  | 2.1    | ± 0.4  | n.s.     |
| 換気性閾値に相当する酸素摂取量, mL/kg/分 |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 13.5   | ± 2.8  | 15.2   | ± 3.7  | 0.036*   |
| 非摂取群                     | 14.1   | ± 2.7  | 15.0   | ± 3.9  | n.s.     |
| 換気性閾値に相当する心拍数, 拍/分       |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 104.3  | ± 11.8 | 110.4  | ± 17.1 | 0.035*   |
| 非摂取群                     | 111.6  | ± 16.8 | 112.6  | ± 15.9 | n.s.     |
| 超音波伝播速度, m/秒             |        |        |        |        |          |
| 摂取群                      | 1531.9 | ± 15.6 | 1537.5 | ± 18.2 | 0.028*   |
| 非摂取群                     | 1533.4 | ± 26.0 | 1546.5 | ± 27.9 | 0.001*   |

平均値 ± 標準偏差

\*: 教室前と比較して有意に変化( $P < 0.05$ ).

n. s. : not significant

表5：教室前後におけるエネルギーおよび栄養素摂取量の変化および変化値の比較

| 変化の比較            | 教室前           |   |       | 教室後            |   |       | P      |
|------------------|---------------|---|-------|----------------|---|-------|--------|
| 体重,kg            |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 56.8          | ± | 9.2   | 57.1           | ± | 9.6   | n.s.   |
| 非摂取群             | 55.6          | ± | 7.7   | 55.9           | ± | 9.2   | n.s.   |
| エネルギー摂取量, kcal/日 |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 1988.7        | ± | 407.0 | 2017.4         | ± | 507.6 | n.s.   |
| 非摂取群             | 1991.3        | ± | 409.0 | 2023.9         | ± | 332.2 | n.s.   |
| 水分, g/日          |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 1853.0        | ± | 551.2 | 1965.7         | ± | 498.8 | n.s.   |
| 非摂取群             | 1838.8        | ± | 400.9 | 1772.2         | ± | 460.4 | n.s.   |
| タンパク質, g/日       |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 78.2          | ± | 22.4  | 88.3           | ± | 21.6  | 0.031* |
| 非摂取群             | 79.9          | ± | 17.1  | 81.9           | ± | 20.4  | n.s.   |
| 脂質, g/日          |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 61.1          | ± | 21.2  | 59.2           | ± | 24.0  | n.s.   |
| 非摂取群             | 62.4          | ± | 18.8  | 59.4           | ± | 19.3  | n.s.   |
| 炭水化物, g/日        |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 273.3         | ± | 56.1  | 274.4          | ± | 65.6  | n.s.   |
| 非摂取群             | 269.6         | ± | 56.3  | 262.4          | ± | 40.3  | n.s.   |
| カルシウム, mg/日      |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 638.0         | ± | 256.1 | 817.1          | ± | 232.2 | 0.000* |
| 非摂取群             | 701.5         | ± | 245.1 | 683.8          | ± | 293.8 | n.s.   |
| ビタミンD, µg/日      |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 9.9           | ± | 14.1  | 28.9           | ± | 5.4   | 0.000* |
| 非摂取群             | 10.8          | ± | 6.7   | 10.6           | ± | 6.7   | n.s.   |
| コレステロール, mg/日    |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 320.5         | ± | 148.8 | 343.1          | ± | 145.1 | n.s.   |
| 非摂取群             | 380.5         | ± | 169.0 | 389.4          | ± | 165.8 | n.s.   |
| 食塩, g/日          |               |   |       |                |   |       |        |
| 摂取群              | 13.4          | ± | 4.2   | 12.1           | ± | 3.2   | n.s.   |
| 非摂取群             | 13.2          | ± | 2.5   | 12.5           | ± | 3.4   | n.s.   |
| 変化値の比較           | 摂取群<br>n = 25 |   |       | 非摂取群<br>n = 24 |   |       | P      |
| 体重,kg            | 0.3           | ± | 1.3   | 0.3            | ± | 1.1   | n.s.   |
| エネルギー摂取量, kcal/日 | 28.7          | ± | 495.3 | 32.6           | ± | 344.1 | n.s.   |
| 水分, g/日          | 112.7         | ± | 441.9 | -66.7          | ± | 351.9 | n.s.   |
| タンパク質, g/日       | 10.1          | ± | 22.1  | 1.9            | ± | 16.4  | n.s.   |
| 脂質, g/日          | -1.8          | ± | 24.5  | 5.7            | ± | 16.3  | n.s.   |
| 炭水化物, g/日        | 1.1           | ± | 64.2  | -7.2           | ± | 53.1  | n.s.   |
| カルシウム, mg/日      | 179.1         | ± | 181.5 | -17.7          | ± | 221.1 | 0.001† |
| ビタミンD, µg/日      | 19.0          | ± | 13.0  | -0.2           | ± | 5.8   | 0.000† |
| ビタミンC            | 47.0          | ± | 94.6  | 36.8           | ± | 82.9  | n.s.   |
| コレステロール, mg/日    | 22.5          | ± | 167.4 | 8.9            | ± | 153.1 | n.s.   |
| 食塩, g/日          | -1.3          | ± | 4.6   | -0.7           | ± | 3.5   | n.s.   |

平均値±標準偏差  
\*：教室前と比較して有意に変化( $P < 0.05$ ).  
†：摂取群と非摂取群の変化値を比較して有意に変化( $P < 0.05$ ).  
n. s. : not significant.

## IV 考察

本研究では、中高齢者における栄養補助食品と運動実践が活力年齢、およびその構成因子に及ぼす効果を明らかにすることを目的に、栄養補助食品摂取群と非摂取群の活力年齢の変化値を比較した。その結果、体重減少を起こすことなく、摂取群で活力年齢が若くなった。しかし、2群間で変化値に有意差はみられなかったことから、今後は対象者を増やして再検討する必要がある。これまで運動と栄養補助食品の摂取が高齢者の身体的健康度に及ぼす相乗効果を検討した先行研究は数多く報告されている。これらの研究結果をまとめると、栄養補助食品による身体的健康度への効果がみられなかった報告と<sup>26,27)</sup>、効果がみられた報告<sup>28,29)</sup>があり、栄養補助食品の有効性に関する見解は一致していないのが実情と考えられる。有意な相乗効果がみられなかった報告として、高齢者の消化機能には個人差があり、栄養素の吸収が低下しているため、筋力運動との相乗効果が得られにくいものや<sup>26)</sup>、たんぱく質摂取推奨量(0.8g/kg/日)を上回れば筋力や身体機能の向上できるが、たんぱく質の摂取量が推奨量よりも低量であると改善しないという報告がある<sup>27)</sup>。

一方、有意な相乗効果がみられた例として、虚弱高齢者に、筋力運動と消化吸収の良い大豆たんぱくを加水分解したオリゴペプチド(大豆ペプチド)と組み合わせることで、下肢機能が有意に相乗的に改善するものや<sup>28)</sup>、必須アミノ酸を摂取することで筋力だけでなく、筋量や歩行速度の増加効果を高めるとい報告がある<sup>29)</sup>。さらに、筋力運動とインスリン感受性の低下による筋タンパク質合成機能の弱화를予防する有酸素性運動を組み合わせたコンバインドエクササイズと、運動直後に消化吸収の速い乳清たんぱく質を摂取して、膝伸展筋力、timed up & go テスト、除脂肪量が改善したという報告がある<sup>29)</sup>。また、筋タンパク合成は、運動終了直後に最も高まり<sup>30)</sup>、運動後のたんぱく質を摂取するタイミングが遅くなると、筋タンパク質合成の効率が低下すると指摘されている<sup>29)</sup>。これらの先行研究をまとめると、高齢者は健康補助食品に対する感受性に関して個人差が大きいことや、加齢による生理学的変化に違いがみられやすく、栄養補助による利用効果を増加させるには、摂取量や摂取タイミングをコントロールすることが重要であると考えられる。また、高齢者はもともと体力水準が一様ではなく、身体機能に対する個人差が大きく<sup>4)</sup>、それに関連した運動や栄養介入のアドヒアランスに差があり<sup>28)</sup>、個人の体重により高齢者の体重維持のために必要なたんぱく質摂取推奨量が異なるため、たんぱく質補充必要量が対象者によっては不足していた可能性を否定できない。以上より、2群間で活力年齢の変化値に有意差がみられな

かった要因には、対象者に栄養補助食品を摂取するタイミングをコントロールしなかったこと、栄養補助食品の摂取量を個々人の体格別に考慮して算出しなかったことが考えられる。

栄養補助食品と運動の組合せが栄養摂取状況に及ぼす影響について考察すると、地域で開催される介護予防教室では、運動指導に栄養指導を取り入れたプログラムを提供すると、虚弱高齢者の食品摂取状況の改善と多くの体力測定項目で向上がみられる<sup>31)</sup>。また、本研究と類似した研究では、教室前にビタミンAやカルシウムといった栄養素が不足していた高齢者を対象に、乳清たんぱく質のパウダー(25g/日)を提供した結果、教室後にビタミンAとビタミンC、ビタミンD、カルシウムの値が介入前と比べて有意に増加したと報告されている<sup>29)</sup>。また、身体活動量が高い人は、空腹を満たすために食事を摂取し、必然的に豊富な種類の食品を摂取するという報告がある<sup>32)</sup>。本研究においても、摂取群では、先行研究を支持する結果が得られ、さらに活力年齢が有意に若返ったことから、高齢者では、運動実践や栄養を適切に管理することが重要だと考えられる。

本研究結果の現場への適応について考察する。疾患を抱えた中高齢者のみならず、元気な高齢者が運動を実践する場合においても、運動によるエネルギー消費や蓄積量を考慮したうえで、栄養管理に努める必要がある。栄養不足のまま運動を実践すると、栄養改善が得られるどころか、かえって栄養状態の悪化や体力・筋力の低下につながる可能性がある<sup>33)</sup>。今後現場へ適応していくためには、臨床現場に限らず、高齢者では運動実践とともに、栄養補助を併用することで、良好な栄養状態を保ちながら運動を有効に継続できると考えられる。また、手軽に誰にでも日常的に継続して行える運動強度と頻度の提供に加えて、栄養状態の維持・改善に有効な栄養補助食品を運動直後に摂取しやすい形態、量、味を提供できる支援へとつないでいくことが求められる。

今後の課題としては、栄養摂取のタイミングの重要性を啓発し、より効果的なタイミングで摂取できるよう促すことが必要であると考えられる。また、本研究の対象者が、自由意思により参加していることから、健康意識の高い中高齢者に限定されている偏りが否定できず一般化することは難しい。そこで、より一般化された方法(住民台帳から無作為に選出するなど)で対象者を募集することが今後の課題である。

## V 結語

本研究は、運動実践と栄養補助食品の摂取が、中高齢者の活力年齢に及ぼす効果について検討した。その結



果、栄養補助食品の摂取群の活力年齢は、教室後有意に若返り、栄養補助食品摂取と運動実践による相乗的な若返りの可能性が示された。

## 謝 辞

本研究にご協力いただいた、株式会社明治、株式会社 THF によるご支援のもと、教室の運営、データ収集・解析までスムーズに運営できるようにご配慮いただきました。また、対象者の皆様におかれましては、多くの労力をおかけしたにも関わらず、温かくご協力いただきましたことを、心より感謝申し上げます。この場をお借りして関係各位に深甚の謝意を表します。

## 文 献

- 1) 厚生労働省：健康寿命における将来予測と生活習慣病対策の費用対効果に関する研究，2010；25-32.
- 2) Kim HK, Suzuki T, Saito K, et al.: Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 2012; 60: 16-23.
- 3) Yamada M, Arai H, Yoshimura K, et al.: Nutritional Supplementation during Resistance Training Improved Skeletal Muscle Mass in Community-Dwelling Frail Older Adults. *J Frailty Aging*, 2012; 1: 64-70.
- 4) 衣笠隆，芳賀脩光，江崎和希，他：低体力高齢者の体力、生活機能、健康度に及ぼす運動介入の影響（無作為化比較試験による場合）。*日本運動生理学雑誌*，2005；12：63-73.
- 5) 丸山仁司：高齢者リハビリテーション動向。*理学療法学*，2004；19：163-167.
- 6) 田中喜代次，松浦隆喜，中塘二三生，他：主成分分析による成人女性の活力年齢の推定。*体育学研究*，1990；35：121-131.
- 7) 田中喜代次，吉村隆喜，前田如矢，他：CHD危険因子に基づく健康評価尺度としての成人女性の活力年齢の妥当性。*動脈硬化*，1991；19：303-310.
- 8) 田中喜代次，木塚朝博，大蔵倫博：健康づくり・介護予防のための体力測定評価法。*金芳堂*，2013；106-112.
- 9) 田中喜代次：あなたの「活力年齢」は～活力年齢を若く保つための減量方法とは～。*メディアミルクセミナー*，2009；21.
- 10) 竹田正樹，田中喜代次，浅野勝巳：虚血性心疾患女性における健康体力水準の改善に必要な運動量～活力年齢を用いた検討～。*体力科学*，1996；45：189-19.
- 11) 江藤幹，笹井浩行，松尾知明，他：食事改善または運動実践が肥満男性の活力年齢に及ぼす影響。*健康支援*，2012；14：13-23.
- 12) Evans WJ, Campbell WW: Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *J Nutr*, 1993; 123: 465-468.
- 13) 葛谷雅文，深柄和彦：高齢者の栄養。静脈経腸栄養，2011；26：65-67.
- 14) 久野譜也，村上春香，馬場紫乃，東俊東，上岡方士：高齢者の筋特性と筋力トレーニング。*体力科学*，2003；52：17-30.
- 15) 尾崎隼朗，藤田聡，真田樹義，安部孝：ルコペニア－その原因・病発症とその関係・改善策。*NACA Japan*，2008；15：2-9.
- 16) 藤田聡：サルコペニア予防における運動と栄養摂取の役割。*基礎老化研究*，2011；35：23-27.
- 17) 山田実：高齢者のサルコペニアと転倒。*日本転倒予防学会誌*，2014；1-9.
- 18) Gavazzi G, Krause KH: Ageing and infection. *Lancet Infect Dis*, 2002; 2: 659-666.
- 19) 福永哲夫：活動的なライフサイクルを可能にするからだづくり－筋力・筋量の保持－。ライフスタイルと健康，2006；11（5）：20-27.
- 20) 日本体力医学会体力科学編集委員会。2001
- 21) 田中喜代次，高齢者のサクセスフル・エイジングに繋がる生物学的活力の評価，平成12年度～平成14年度科学研究費補助金（基礎研究（B））研究成果報告書；2002.
- 22) 今木雅英，上田秀樹，奥田豊子：公衆栄養学。*南山堂*，2011；79-85.
- 23) 早瀬仁美，久野真奈見，松永泰子，吉池信男：秤量記録法による食事調査データを用いた系統的分析に基づく料理分類の試み。*日本栄養・食糧学会*，2007；60：189-198.
- 24) 星野雄一，星地亜都司：ロコモ診断ツールの開発－運動器検診に向けて。日本整形外科学会雑誌，2011；85：12-20.
- 25) Seichi A, Hoshino Y, Doi T, et al.: Development of a screening tool risk of locomotive syndrome in the elder: the 25-question Geriatric Locomotive Function Scale. *J Orthop Sci*, 2012; 17: 163-172.
- 26) Paddon-Jones D, Kevin R Short, Campbell W, et al.: Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am J Clin Nutr*, 2008; 87: 1562S-1566S.

- 27) Cambell WW, Leidy HJ: Dietary protein and resistance training effects on muscle and body composition in older person. *J Am Coll Nutr*, 2007; 696S-703S.
- 28) 新開省二, 金憲経, 渡辺直紀, 鈴木隆雄: 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) の効果に対する無作為化比較試験. *日本運動生理学*, 2009; 67: 76-83.
- 29) 森博康, 丹羽正人: 適切な栄養管理とコンバインドエクササイズ直後のホエイたんぱく質が高齢者の身体組成や身体機能に与える影響. *栄養学雑誌*, 2014; 72: 12-20.
- 30) Borsheim E, Kevin DT, Steven E, et al. : Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. *Am J Physiol*, 2002; 283: 648-657.
- 31) 深作貴子, 奥野純子, 戸村成男, 他: 特定高齢者に対する運動及び栄養指導の包括的支援による介護予防効果の検証. *日本公衆衛生雑誌*, 2011; 58: 420-432.
- 32) 川上浩, 朴昶泰, 朴晟鎮, 他: 高齢者における牛乳摂取と身体活動に関する研究. *Milk Sci*, 2014; 63: 145-153.
- 33) 若林秀隆: サルコペニアと栄養療法・高齢者の栄養状態と QOL. *静脈経腸栄養*, 2014; 29: 41-46.