

卵白たんぱく質の摂取が高齢者の骨格筋機能および筋量に及ぼす影響について

大妻女子大学家政学部・教授 高波 嘉一

■ 緒言

平成23年度国民健康・栄養調査における高齢者のたんぱく質摂取量の平均値は、日本人の食事摂取基準2010年版の推奨量を上回っているものの、高齢者が筋量や筋力を維持するためには、たんぱく質の必要量をより高く設定すべきであるという見解もある。また、身体活動量の低下、エネルギー摂取量の低下により、たんぱく質の推定平均必要量は大きくなることが知られている。要介護状態にある高齢者では、経口から十分に栄養が摂取できず低栄養状態にある者が少なくない。このため実際の臨床現場では、虚弱高齢者に対する高たんぱく質・高エネルギーの栄養補助食品が広く利用され、体重増加に対する効果が認められている。しかし、医療として栄養補給の補助は行われているものの、介護や介護予防の現場ではこのような取り組みがほとんど行われていないのが現状である。

介護状態におけるQOL低下の防止や介護予防を目的とした運動プログラムの導入が、一定の効果を挙げることが報告されているが、現状では十分な成果が得られるには至っていない。要介護高齢者では食が細くなり、量的にも質的にもたんぱく質栄養が不十分なケースが多く、運動プログラムの効果として筋量増加が見られないばかりか筋たんぱく質の分解が進行することも考えられる。筋機能や筋量の維持・増大を目指すには、運動と同時に良質のたんぱく質補給やその摂取タイミングなど、栄養上の配慮も不可欠と考えられる。

卵白たんぱく質の筋量増加に対する有効性は、経験的に一部のアスリートの間でよく知られていたが、最近の基礎研究により、卵白たんぱく質が筋量増加に効果的な食材であることが科学的に示された。そこで本研究では、卵白という我々が十分な食経験を持ったたんぱく質食材の有効活用法の1つとして、高齢者の介護予防における有用性を検証することとした。特に、要介護状態の主要な成因となる加齢性骨格筋萎縮(サルコペニア)の予防・改善、さらに高齢者のQOL向上に対して、運動プログラムと卵白たんぱく質摂取併用が有効であることを確認し、介護予防における卵白たんぱく質摂取の意義を明らかにすることを目的とした。

■ 方法

【対象】通所型介護予防施設において、介護予防プログラムに参加した中高齢女性のうち、主治医の了解が得られた者9名(55～82歳：73.1±8.3歳)を対象とした。対象者を年齢が一致するように2群に分け、片方を運動+卵白たんぱく質摂取併用群(EP群：4名)、もう一方を運動単独群(E群：5名)とした。対象者にはインフォームドコンセントを行い、書面にて参加の同意を得た。なお本研究は、大妻女子大学生命科学研究倫理委員会の審査を受け、承認を得た上で実施した。

【方法】1. 介入内容

①介護予防プログラム：対象者に週1回、介護予防プログラム(2時間/回)に参加することを3か月間継続していただいた。介護予防プログラムは、体重、血圧、体温測定などの健康チェック、ストレッチ、ウォーミングアップ、有酸素運動(ウォークビクス、ノルディックウォーキングなど)、マシンを利用した軽い筋力トレーニングなどで構成される。また、家庭でできる簡単な運動プログラム(ストレッチ、自重負荷による運動)の指導を行い、介護プログラムに参加しない日もできるだけ活動的な生活を送るよう指導した。

②卵白たんぱく質の摂取：EP群では、1日1回、乳酸発酵卵白たんぱく質を含む飲料(ラクティエッグ)100ml(卵白たんぱく質6gを含む)を、介護プログラム期間中毎日摂取するよう指示した。摂取タイミングは、原則として運動実施後としたが、運動ができなかった日は運動実施日と同じ時間帯に摂取するよう指導した。

2. 体力の評価：高齢者の体力評価に適した体力測定法として、握力、脚伸展筋力、開眼片足立ちテスト(静的バランス能力)、5m最大歩行テスト(歩行能力)、Timed up & go(TUG)テスト(複合的動作能力)、10回椅子立ち上がりテスト(脚筋力)を、介護予防プログラム実施期間前後の2回実施した。なお体力測定と同じタイミングで、体組成測定、唾液採取、種々のアンケートを実施した。

3. 生体指標の評価

①体組成測定：バイオインピーダンス法に基づく精密体成分分析装置 InBody730(バイオスペース社)を用い、体重、体脂肪率、骨格筋量(全身、体幹、右腕、左腕、右脚、左脚)を測定した。

②唾液生化学検査：血液採取が困難であったため、生体試料として血液中濃度とよく相関することが知られている唾液を用い、唾液中コルチゾール濃度(ストレスマーカー)、インターロイキン 6(IL-6)濃度(炎症マーカー)を ELISA により測定した。

③血管機能検査：血管の器質的、機能的硬化度の指標として、臨床でよく用いられている脈波伝播速度(PWV)を、form PWV/ABI(オムロンコーリン社)用いて測定した。

以上の項目につき、EP 群および E 群それぞれの介入前後の変化を比較することで、卵白たんぱく質摂取の有効性を検証した。

■ 結果

対象者全員が、3ヶ月間の介護予防プログラムを最後まで実施した。EP 群で、卵白たんぱく質飲料摂取に関連すると思われる不快な症状や異常な所見は認められなかった。

1. 体組成

体重は、プログラム前後で E 群が 49.2 ± 5.5 kg から 48.8 ± 5.8 kg、EP 群が 54.8 ± 11.7 kg から 55.4 ± 10.3 kg と、両群とも変化は認められなかった。BMI も、プログラム前後で E 群が 21.5 ± 1.7 kg/m² から 21.3 ± 1.8 kg/m²、EP 群が 22.3 ± 2.8 kg/m² から 22.6 ± 2.3 kg/m² と、両群で変化は認められなかった。体脂肪率は、プログラム前後で E 群が 28.6 ± 5.1 % から 26.0 ± 4.0 %、EP 群が 29.5 ± 6.0 % から 30.7 ± 5.7 % と、E 群ではやや低下したが、EP 群では変化がなかった。(表 1)

全身の骨格筋量は、プログラム前後で E 群が 18.3 ± 1.5 kg から 18.9 ± 1.4 kg、EP 群が 20.2 ± 3.6 kg から 20.2 ± 3.6 kg と、両群とも変化は認められなかった(表 1)。また、体幹、右腕、左腕、右脚、左脚の筋量も同様に、両群で変化は認められなかった。

以上のように、今回の週 1 回 3ヶ月間の介護予防プログラムでは、明らかな体組成の変化は認められず、また卵白たんぱく質摂取の効果も確認できなかった。

2. 体力測定

握力は、プログラム前後で E 群では 19.6 ± 3.3 kg から 19.7 ± 2.7 kg と変化なかったが、EP 群では 22.0 ± 3.5 kg から 23.6 ± 3.1 kg と、EP 群で握力値の有意な上昇が認められた(図 1)。また等尺性脚伸筋力の測定も行ったが、被験者への指示が適切にできず正確な筋力値を求めることができなかった。

開眼片足立ちテストは、プログラム前後で E 群が 28.4 ± 25.8 秒から 38.5 ± 19.6 秒、EP 群が 24.1 ± 21.8 秒から 36.7 ± 19.3 秒と、両群で改善が認められた。5m 最大歩行テストは、E 群では 3.1 ± 0.3 秒から 3.0 ± 0.2 秒、EP 群では 3.1 ± 0.4 秒から 2.9 ± 0.2 秒と、EP 群で改善が認められた(図 2)。TUG テストは、E 群では 7.1 ± 1.2 秒から 7.4 ± 0.6 秒と変化なかったが、EP 群では 7.9 ± 0.4 秒から 6.6 ± 0.1 秒と、EP 群で複合的動作能力の有意な改善が認められた(図 3)。

10 回椅子立ち上がりテストは、EP 群のみで実施した。プログラム前後で 21.7 ± 5.8 秒から 17.1 ± 1.1 秒と、EP 群で脚筋力の有意な改善が認められた。

3. 唾液生化学検査

本研究では、慢性炎症およびストレスが骨格筋量や機能に影響を及ぼす可能性を想定し、炎症のバイオマーカーである唾液中 IL-6 濃度と、ストレスのバイオマーカーである唾液中コルチゾール濃度を EP 群で測定した。

唾液中 IL-6 濃度は、プログラム前後で 1.00 ± 0.37 pg/ μ g protein から 0.64 ± 0.11 pg/ μ g protein と、改善が認められた(図 4)。また唾液中コルチゾール濃度も、 3.02 ± 0.50 pg/ μ g protein から 2.80 ± 1.22 pg/ μ g protein と、改善が認められた(図 5)。

4. 血管機能検査

本研究では、血管機能検査として血管内皮機能を FMD 法で測定する予定であったが、測定前の安静時間等を含む測定時間が長いことで、対象者全員に実施するのが不可能と判断し、FMD の代わりに血管の器質的、機能的硬化度の代替指標として用いられている PWV の測定を行った。

PWV は、プログラム前後で E 群が 1697 ± 341 cm/sec から 1577 ± 253 cm/sec、EP 群が 1757 ± 369 cm/sec から 1621 ± 282 cm/sec と、両群で改善が認められた(図 6)。

■ 考 察

超高齢社会を迎えたわが国では、今後さらに要介護状態の高齢者が増加するものと見込まれている。これに対し、要介護状態にならないよう、あるいは要介護状態を悪化させないように、四肢の可動域拡大や生活体力改善を目指した体操や軽い筋力トレーニングなど、運動が多くの介護予防プログラムの中に取り入れられている。我々は一昨年より、通所型介護予防施設において効果的な運動プログラムの開発を行ってきたが、筋力トレーニングの効果は短期的には認められるものの、長期的な効果が明確に得られなかった。食事調査の結果、少食によるエネルギー摂取量不足、特にたんぱく質摂取量不足が多くの参加者で認められ、これが筋力トレーニング効果を減弱させる一因と考えた。そこで本研究では、軽い筋力トレーニングに加え卵白たんぱく質をタイミングよく摂取することを介護予防プログラムに取り入れることで、長期的な筋力・筋量の維持・増大効果が認められるのではないかと考え、検証を行った。

軽い筋力トレーニングを含めた3ヶ月間の介護予防プログラムにより、体重や体脂肪率、骨格筋量などの体組成の変化はほとんど認められなかった。これは、卵白たんぱく質飲料を毎日摂取した場合でも同様であった。本研究の当初の計画では、より長期的な効果を確認することを想定していたが、研究協力施設の事情により3ヶ月間の比較的短期間のプログラムの評価を行うこととなった。このため、骨格筋量などへの影響を見るには介入期間が短すぎたので、明らかな効果が認められなかったものと考えられる。

体力については、簡易的な筋力の指標として汎用される握力が、EP群では増加したものの、E群で変化が見られなかった。つまり、栄養の介入を行わなかったE群では筋力の改善は見られず、卵白たんぱく質摂取を運動と併用したEP群でのみ筋力が改善することが示された。また、10回椅子立ち上がりテストの成績もEP群で改善が認められ、下肢の総合的な筋機能も運動+卵白たんぱく質摂取で向上する可能性が示唆された。

開眼片足立ちテストは、E群、EP群ともに改善が認められ、運動を中心とした介護予防プログラムが静的バランスの改善に有効であることが示された。また5m最大歩行テスト、TUGテストは、EP群で改善したものの、E群では変化が見られなかった。これは、介護予防プログラムに卵白たんぱく質摂取を取り入れることで、歩行能力、複合的動作能力がより向上することを示す結果と考えられる。つまり体力測定の結果から、卵白たんぱく質摂取を併用することで、栄養介入のない介護予防プログラムに比べ、筋力の向上、筋機能の改善がより明らかとなることが示唆された。

骨格筋の萎縮や機能低下の原因として、慢性炎症およびストレスが関与する可能性が指摘されている。本研究では、炎症のバイオマーカーである唾液中IL-6濃度、ストレスのバイオマーカーである唾液中コルチゾール濃度を測定したところ、両者ともEP群で改善が認められた。つまり、卵白たんぱく質摂取を取り入れた運動プログラムは、筋萎縮や機能低下に関与する慢性炎症やストレスの低減をもたらす可能性が示された。しかし、E群で唾液サンプルの採取ができなかったため、運動単独の効果か運動+卵白たんぱく質摂取の効果かは不明である。今後この両群を比較する必要がある。

なお本研究の大きな問題点として、対象者数が極めて少なかったことが挙げられる。本研究の研究協力施設が、本来デイサービス施設として事業を行っているため、本研究の対象者に該当する一見健康な高齢者を被験者として集めにくく、結果として研究期間内に集めることができた対象者が少人数にとどまってしまった。また、対象者が女性だけになってしまい、男性について検討することができなかったことも本研究の限界である。今後は、数年計画で被験者を募り、統計解析する上で望ましい対象者数を男女同様に確保する必要があると考えられる。ただ事業として介護サービスを行っている1施設との共同研究では、望ましい対象者確保には限界があると思われ、今後は多施設との共同研究を進めるか自治体との共同研究などにより、明確な結論を導くことができるような対象者を確保することが重要であろう。

■ 要 約

本研究は、我々が十分な食経験を有する卵白が高齢者の筋力・筋量の低下を効果的に防ぐたんぱく質栄養源となり得るかどうかを明らかにし、超高齢社会における卵白の有効活用の可能性を提案することを目的とした。

通所型介護予防施設で運動を中心とした介護予防プログラムに参加する高齢者を対象とし、週1回、3ヶ月間のプログラム期間中、卵白たんぱく質6gを含む飲料を毎日1回摂取する群(EP群)、運動単独群(E群)に分けた。プログラム終了後、骨格筋量などの体組成は両群とも変化なかったが、EP群でのみ筋力の増加、歩行能力、複合的動作能力の改善が認められ、体力指標の改善に卵白たんぱく質

摂取が有効であることが示唆された。また EP 群では、慢性炎症やストレスが改善した可能性も示された。

本研究により、運動と卵白たんぱく質摂取の併用が高齢者の筋力・筋機能の改善に効果的である可能性が確認された。今後卵白たんぱく質摂取を介護予防の現場に広く普及させることで、社会全体として要介護者の大幅な減少、ひいては社会の活性化につながることを期待される。

表1 プログラム前後の体組成変化

	運動単独群		運動+卵白たんぱく質摂取併用群	
	プログラム前	プログラム後	プログラム前	プログラム後
身長 (cm)	151.2 ± 2.8		156.0 ± 7.3	
体重 (kg)	49.2 ± 5.5	48.8 ± 5.8	54.8 ± 11.7	55.4 ± 10.3
BMI (kg/m ²)	21.5 ± 1.7	21.3 ± 1.8	22.3 ± 2.8	22.6 ± 2.3
体脂肪率 (%)	28.6 ± 5.1	26.0 ± 4.0	29.5 ± 6.0	30.7 ± 5.7
骨格筋量 (kg)	18.3 ± 1.5	18.9 ± 1.4	20.2 ± 3.6	20.2 ± 3.6

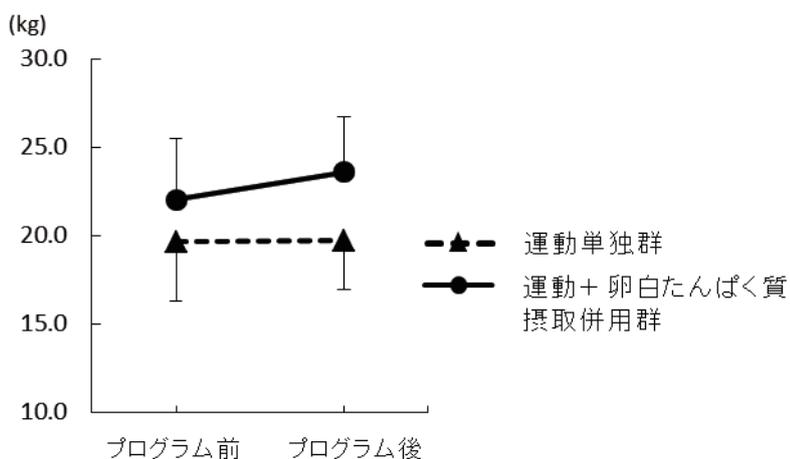


図1 プログラム前後の握力値の変化

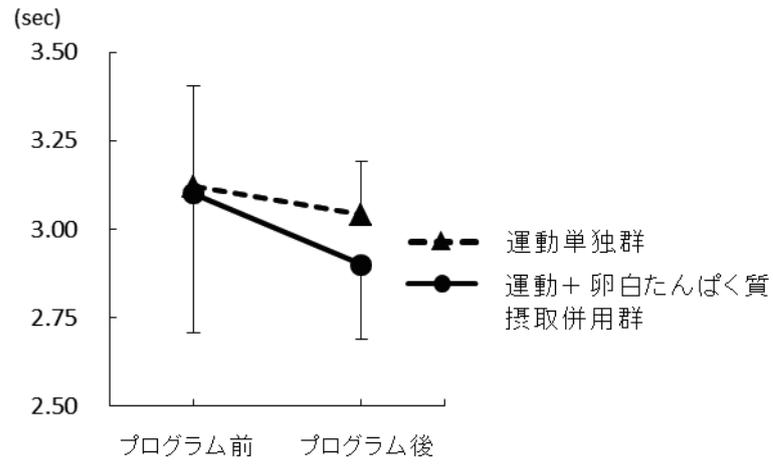


図2 プログラム前後の5m最大歩行時間の変化

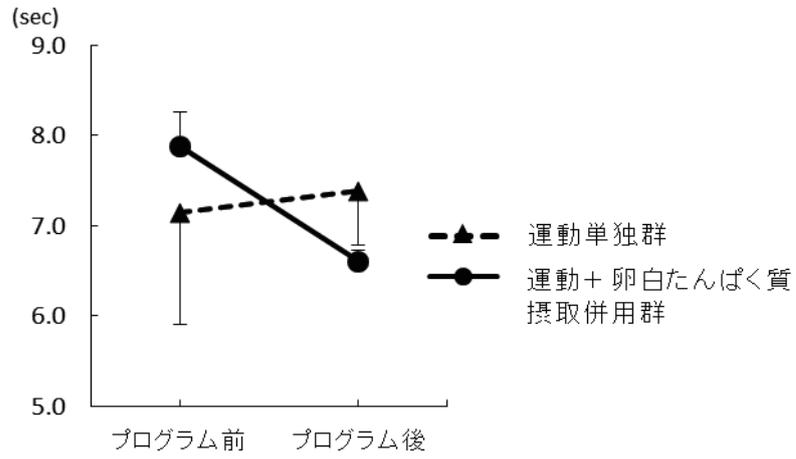


図3 プログラム前後のTUGの変化

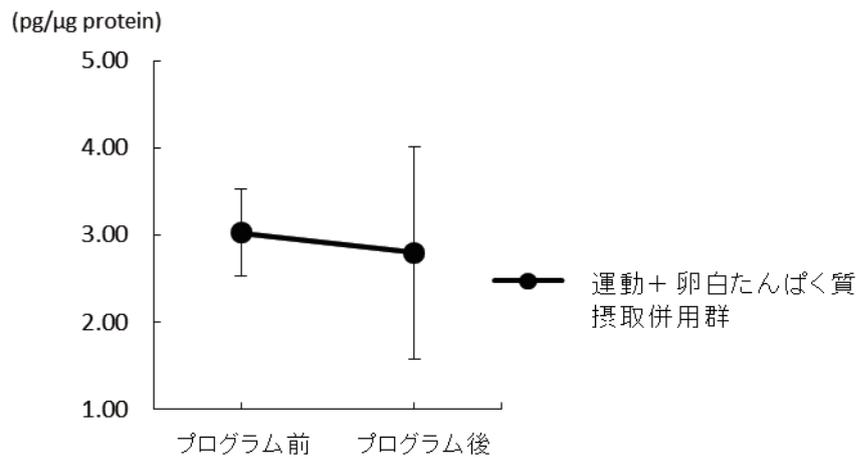


図4 プログラム前後の唾液中IL-6濃度の変化

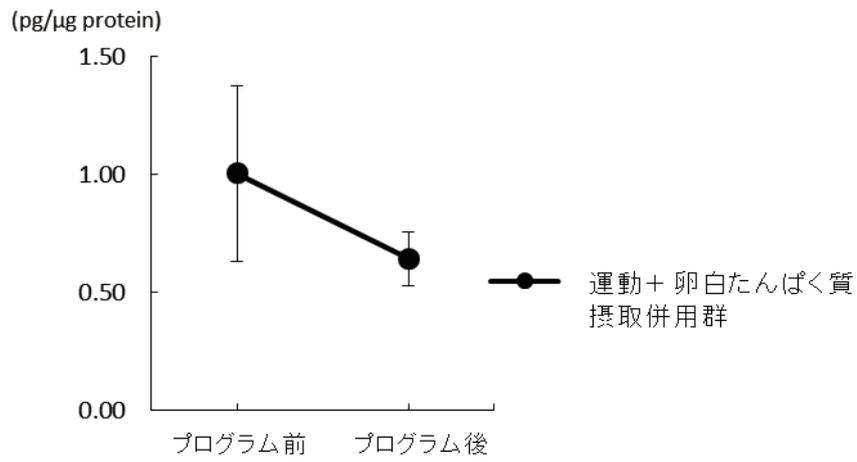


図5 プログラム前後の唾液中コルチゾール濃度の変化

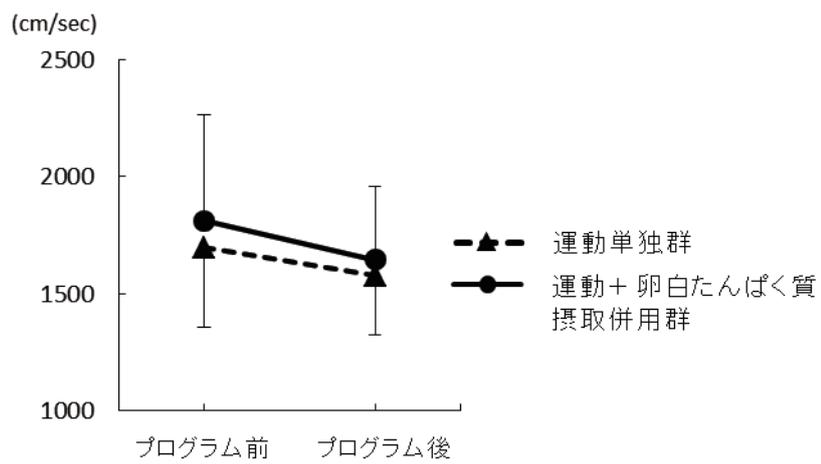


図6 プログラム前後のPWVの変化