健康支援
第21巻2号　145-152，2019

カゼインペプチド摂取が定期的に運動する一般女性の身体組成に及ぼす影響に関する予備的研究：ランダム化オープン比較試験

齋藤　史子[1)]、中村　浩彦[1)]、武田　安弘[1)]、渡邊　久仁紀[2)]、冨永　友也[3)]

Effects of milk casein hydrolysate intake on the body composition of healthy women undertaking habitual exercise in fitness clubs: A randomized open controlled pilot study

Noriko SAITO [1)], Hirohiko NAKAMURA [1)], Yasuhiro TAKEDA [1)], Kuniki WATANABE [2)], Tomonari TOMINAGA [3)]

Abstract

BACKGROUND: Maintaining appropriate body composition before old age is important for maintaining health in old age, and for this purpose, exercise and nutrition are important. **OBJECTIVE**: We examined the effects of milk casein hydrolysate intake on the body composition of healthy women doing habitual exercise in fitness clubs, such as body weight, body fat percentage, fat mass and muscle mass. **METHODS**: 187 members were recruited and randomly assigned into two groups: casein hydrolysate intake group (Pep) and control group (Con). During the 12-week experimental period, total daily activities of each participant were recorded, and the body composition was measured once every 4 weeks. **RESULTS**: Primaly analysis revealed that casein hydrolysate intake did not influence the body composition at 12 week. But, results of secondary analysis showed that the decrease in body weight at 4 week in the Pep group tended to be higher than that in the Con group ($p=0.082$). Additionally, the subgroup analysis of participants with body mass index (BMI) 22-25 kg/㎡ showed that the decreases in body weight, total fat mass, and BMI in the Pep group were significantly higher than those in the Con group ($p<0.05$). In the same subgroup, a negative correlations between total daily activity and body weight change as well as between total daily activity and total fat change were observed only in the Pep group. **CONCLUSION**: In conclusion, no obvious effects of the casein hydrolysate intake on the body composition could be confirmed. However, it was suggested that there may be some influence on the body composition or energy metabolism in a certain populations.

Keywords
Milk casein hydrolysate, Body weight, Fat mass, Circuit-based exercise, BMI

1）森永乳業株式会社 健康栄養科学研究所
〒252-8583 神奈川県座間市東原5-1-83
Morinaga Milk Industry Co . , LTD. Wellness & Nutrition Science Institute
代表者通信先：齋藤史子、森永乳業株式会社 健康栄養科学研究所
〒252-8583 神奈川県座間市東原5-1-83
Phone: 046-252-3046　Fax: 046-252-3055　E-mail: n_saitou@morinagamilk.co.jp
1-83, 5-Chome, Higashihara, Zama-City, Kanagawa-Pref. 252-8583 Japan
2）株式会社タニタフィッツミー
〒174-0071　東京都板橋区常盤台1-38-9　TANITA Fitsme
3）とみなが内科医院
〒243-0401　神奈川県海老名市東柏ヶ谷3-13-6　Tominaga clinic

受付日：2018.9.18，採択日：2019.2.23

健康支援
第21巻2号　145-152，2019

Ⅰ　緒言

健康寿命の延伸、すなわち高齢期の健康維持には、運動と栄養が重要とされている。2016年にスポーツ庁が実施したスポーツの実施状況に関する調査では、「運動不足を感じている」者は男女合わせて67％であり、「体力に不安がある」者の割合は男性より女性の方が高い。また、１年間に運動を実施した者の割合は、高年齢層ほど高い傾向があり、運動を実施する目的としては、「健康のため」と回答した者が77％であった[1)]。

運動は、基礎代謝量の低下を抑制し、安静時におけるエネルギー消費量の維持につながる。さらに筋肉の萎縮、筋力の低下、骨量の減少など、メタボリックシンドロームを含めた生活習慣病や加齢に伴う生活機能低下（フレイル）をきたすリスクを低減させる[2,3)]。これらのことは、筋肉量の維持や過体重の抑制など、運動による体組成への効果と関わる。

こうした運動の効果に関して、適切な栄養管理や補助的な栄養摂取が効果を高めることが示されている。例えば、運動時の栄養指導が、フィットネスジム会員の過体重・肥満の改善、中高年女性の筋力改善に有効であることが示されている[4,5)]。また、補助的な栄養成分としてはたんぱく質が重要である。たんぱく質は、筋肉・骨など身体組織の主成分となるなど重要な役割を担っており、体組成の改善を目的にその摂取効果を検討した多くの研究が行われている[6,7)]。さらに分岐鎖アミノ酸（branched-chain amino acids：BCAA）を含むアミノ酸、ホエイたんぱく質分解物などの摂取効果の検証が行われている[8,9)]。カゼインペプチド（分解物）では、女子大学生を対象に除脂肪体重の増加、筋力の向上などの報告がある[10)]。しかし、中高年層の体組成に関する検討は行われていない。そこで我々は、健康維持のために運動施設を利用している中高年層を対象に、運動時のカゼインペプチドの摂取が体組成に及ぼす影響について、予備的な検討を行った。

Ⅱ　方法

１．対象者と研究デザイン

本試験は2013年５月から2014年６月にかけて実施した。対象は女性専用のフィットネスジム５店舗に会員として所属している者とした。１店舗で募集可能な40名程度を上限とし、店舗スタッフが口頭で募集した後、文書で同意が得られた者を登録した。なお、募集期間は各店舗４週間とし、その後、12週間の介入試験を実施した。選択基準は、年齢が20歳以上60歳未満で、フィットネスジムに１ヵ月以上の会員期間を有し、かつ週３回以上、フィットネスジムのサーキットトレーニング（circuit training：CT）を実施している者とした。また、除外基準は、薬物アレルギーあるいは重篤な食物アレルギーを有する者、BCAAまたはペプチドを含有することを特徴とする食品を常用している者、血圧・運動履歴などから不適当と判断される者とした。

研究デザインは、ランダム化オープン無処置対照並行群間比較試験とした。店舗、CT実施期間（３ヵ月以上）を割付因子とした層化置換ブロック法より作成した４ブロックの割付表に基づいて、対象者を非摂取群（Con群）とカゼインペプチドの摂取群（Pep群）の２群にランダムに割り付けた。

２．調査測定項目

対象者には、登録時に年齢、CT実施期間などをアンケート用紙に記載してもらった。試験開始時（0W）とその後４週毎（4W、8W、12W）に、フィットネスジムでの運動直前に血圧、および生体電気インピーダンス法による体組成計MCシリーズ（タニタ社製）を用いて体組成（体重、BMI（body mass index）、体脂肪率、脂肪量、筋肉量（lean mass））を測定した。なお、測定タイミングは、全ての対象者で食事条件、時間帯の統一を図ることが困難であったため、対象者各個人での測定タイミングが毎回同様となるように実施した。また、身体活動量として、毎日の歩数、総活動量（kcal）、およびMets・時（エクササイズ量：３Mets以上の身体活動強度（Mets）とその身体活動を実施した時間（時）を乗じた値）を、３次元活動量計AM121カロリズム®スマート（タニタ社製）を用いて計測するとともに、CTの実施状況（実施日数）、試験食品の摂取状況、試験期間中に生じた症状・病気等（有害事象）、を日誌にて記録させた[11)]。

３．運動内容

CTは、ショルダープレス、ヒップエクステンション、アダクション・アブダクション、アブドミナル、スクワット、レッグエクステンション、アームカール、チェストプレス、レッグプレス、レガッタなどの全身および各部位が鍛えられる油圧式マシンを用いたレジスタンス運動とステップ運動（ボードエクササイズ）による持久的運動を30秒毎に交互に行う、１回約30分の運動である。対象者には、フィットネスジムにて週３回の実施を目標とさせ、運動時の運動強度として、自覚的運動強度のスコアが11～13（心拍数として約110～130拍/分）となるように、スタッフの指導のもと実施させた。

４．試験食品

試験食品は、アミノ酸が２～３個程度結合したジペプ

チド、およびトリペプチドを主体とするカゼインペプチドを主成分とする粉末飲料（PeptideEX：森永乳業社製）とした（表１）。

Pep群には、CT実施日に本試験食品２本（たんぱく質として計10g）を摂取させた。２本のうち、１本はCT開始時から終了時にかけて、もう１本はその後就寝前までの任意の時間に摂取するように指示した。試験食品の調製は、対象者自らが350～500 ml程度の水に試験食品（１本）を溶解して行った。またCon群には、各自が日常摂取している飲料（主に水やお茶）を自由に摂取させた。

表1：試験食品1本（８g）当たりの栄養素の成分組成

栄養成分		
エネルギー	28.0	kcal
たんぱく質	5.0	g
（BCAA）	（1.1	g）
脂質	0.0	g
炭水化物	2.0	g

BCAA：branched-chain amino acids

５．倫理的配慮

本試験は、「ヘルシンキ宣言」に基づく倫理原則「疫学研究に関する倫理指針」を遵守して実施した。また、試験開始前に、対象者には十分に研究内容について説明を行い文書による同意を得た。なお、本試験は、医療法人健昌会倫理審査委員会の承認（No. PEPTIDEEX-01）を得て実施した。なお、本試験は、臨床試験登録を行っていない。

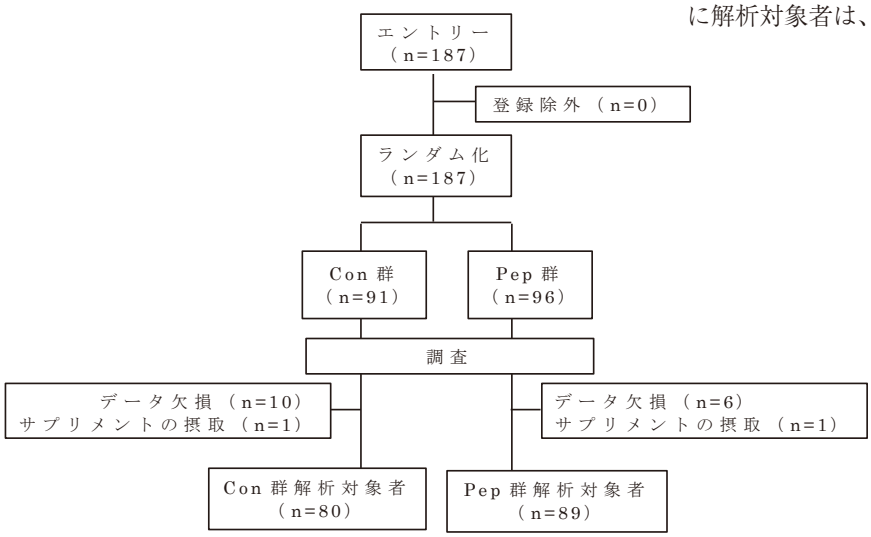

図1：解析対象者の内訳
Con：control group、Pep：peptide intake group

６．統計解析方法

解析対象者は、全ての測定値が得られた者とした。ベースラインの群間比較は、計量データについてはStudentのt検定、順序データおよび分類データについてはFisherの正確検定を用いた。期間中の身体活動量の群間比較にはStudentのt検定を用いた。主解析は、12週後の体組成項目の群間比較とし、０週値を共変量とする共分散分析（analysis of covariance：ANCOVA）を用いた。この他、探索的解析として、開始から４週間ごと（4W、8W）の体組成項目の群間差を、０週値を共変量とするANCOVAを用いて検討した。この他、群内の経時的な比較にpaired-t検定を用いた。また、総活動量と体重および脂肪変化量の関連性の解析には、Pearsonの相関係数および回帰直線を算出した。群ごとの回帰直線の平行性の検定については、目的変数を体重変化量もしくは脂肪変化量とし、説明変数を群、総活動量、群×総活動量の交互作用とした二元配置の分散分析を行った。統計値は平均値±標準偏差で示した。統計解析には解析ソフトJMP9.0（SAS Institute Japan）を用い、統計的有意水準は５%に設定した。

Ⅲ　結果

１．解析対象者

解析対象者の内訳を図１に示した。登録した187名をランダムに振り分けた結果、Con群91名、Pep群96名であった。介入後、除外基準であるBCAAまたはペプチドを含有することを特徴とする食品を摂取した者（Con群１名、Pep群１名）、データ欠損者（Con群10名、Pep群６名）を除外した。欠損データの内訳は、活動量（Con群６名、Pep群６名）、試験食品摂取状況（２名）、体組成（Con群８名、Pep群５名）であった（一部重複あり）。最終的に解析対象者は、Con群80名、Pep群89名であった。

0W時点における対象者の基本的特徴を表２に示した。収縮期血圧（p=0.026）および拡張期血圧（p=0.022）において群間での差が認められたが、他の項目では有意な群間差は見られなかった。

２．主解析

12W時点での体組成には、Con群とPep群の群間差は認められなかった。各項目の群間差は、体重0.14 kg（95%CI −0.27~0.54 kg）、体脂肪率0.24%（95%CI −0.24~0.72%）、脂肪量0.17 kg（95%CI −0.21～0.56 kg）、BMI 0.07 kg/㎡（95%CI −0.10～0.23 kg/㎡）、筋肉量0.04 kg（95%CI −0.14～0.23 kg）であった。身体活動量は、Pep群に比べてCon群のCT実施回数が少なかったが、この他の活動量には差を認めなかった（表３）。Pep群の試験食品の平均摂取本数は66.4±25.8本、平均摂取率は88.6%（1.8本/運動日）であった。なお、試験食品と因果関係の認められた有害事象の発生はなかった。

表2：対象者の基本的特徴

背景因子	Con 群 n = 80	Pep 群 n = 89	p 値
年齢（歳）	47.1±7.7	47.6±8.2	0.686
身長（cm）	157.0±5.5	157.9±4.9	0.239
CT 実施期間（ヵ月）	5.5±2.9	5.9±2.8	0.632
収縮期血圧（mmHg）	129±16	123±19	0.026
拡張期血圧（mmHg）	80±12	76±13	0.022
店舗毎の人数 A/B/C/D/E	17/12/16/16/19	19/19/16/18/17	0.836

（平均値±標準偏差（SD））
Con：control group、Pep：peptide intake group、
CT：circuit training

表3：体組成の変化と身体活動量（全体）

項目	群	0W 平均	0W SD	0W p 値 [1]	4W 平均	4W SD	4W p 値 [2]	8W 平均	8W SD	8W p 値 [2]	12W 平均	12W SD	12W p 値 [2]
体重（kg）	Con	57.3 ± 8.8		0.529	57.2 ± 8.7		0.082	56.8 ± 8.6**		0.372	56.6 ± 8.5**		0.508
	Pep	58.3 ± 12.3			58.0 ± 12.3**			58.0 ± 12.2**			57.8 ± 12.2**		
体脂肪率（%）	Con	30.8 ± 6.7		0.661	30.6 ± 6.8		0.813	30.3 ± 6.8**		0.477	30.1 ± 6.8**		0.322
	Pep	30.3 ± 8.5			30.0 ± 8.4*			29.9 ± 8.4**			29.8 ± 8.3**		
脂肪量（kg）	Con	18.2 ± 6.7		0.751	18.0 ± 6.6		0.561	17.7 ± 6.5**		0.423	17.5 ± 6.5**		0.377
	Pep	18.6 ± 10.3			18.4 ± 10.3**			18.3 ± 10.2**			18.1 ± 10.1**		
BMI（kg/m²）	Con	23.3 ± 3.7		0.880	23.2 ± 3.7		0.138	23.1 ± 3.6**		0.333	23.0 ± 3.6**		0.420
	Pep	23.4 ± 4.7			23.3 ± 4.7**			23.2 ± 4.6**			23.2 ± 4.7**		
筋肉量（kg）	Con	36.8 ± 2.7		0.173	36.9 ± 2.9		0.176	36.9 ± 2.7		0.779	36.8 ± 2.7		0.642
	Pep	37.4 ± 2.6			37.4 ± 2.6			37.4 ± 2.6			37.4 ± 2.7		

項目	群	1-4W 平均	1-4W SD	1-4W p 値 [1]	1-8W 平均	1-8W SD	1-8W p 値 [1]	1-12W 平均	1-12W SD	1-12W p 値 [1]
CT 実施回数（回/週）	Con	3.1 ± 1.0		0.068	2.8 ± 0.9		***0.023***	2.8 ± 0.9		***0.029***
	Pep	3.3 ± 0.9			3.1 ± 0.9			3.1 ± 0.9		
歩数（×10 歩/日）	Con	695 ± 243		0.182	691 ± 243		0.327	688 ± 247		0.469
	Pep	746 ± 229			726 ± 218			713 ± 216		
3Met 以上の活動（Mets・時/週）	Con	49.8 ± 21.4		0.522	49.4 ± 21.1		0.707	49.2 ± 21.4		0.855
	Pep	51.8 ± 20.1			50.6 ± 19.9			49.8 ± 19.3		
活動量/体重（kcal/日/kg）	Con	11.3 ± 3.2		0.270	11.2 ± 3.3		0.456	11.2 ± 3.3		0.587
	Pep	11.8 ± 2.6			11.6 ± 2.6			11.4 ± 2.6		

Con 群：n=80、Pep 群:n=89
p 値 [1]：群間差（Student の t 検定）、p 値 [2]：群間差（0W 値を共変量とする ANCOVA（analysis of covariance））
* p<0.05、** p<0.01：群内における 0W との差（paired-t）
SD：standard deviation、Con：control group、Pep：peptide intake group、BMI：body mass index、
CT：circuit training

表4：体組成の変化と身体活動量（BMI 22以上25未満の集団）

項目	群	0W			4W			8W			12W		
		平均	SD	p値[1]	平均	SD	p値[2]	平均	SD	p値[2]	平均	SD	p値[2]
体重	Con	59.2	± 3.7	0.177	59.3	± 3.5	***0.004***	58.8	± 3.8	0.597	58.8	± 3.7	0.360
(kg)	Pep	57.8	± 4.0		57.3	± 4.1**		57.3	± 4.0**		57.0	± 4.3**	
体脂肪率	Con	32.0	± 2.6	0.887	31.9	± 2.7	0.174	31.5	± 2.6	0.837	31.4	± 2.9	0.763
(%)	Pep	31.9	± 3.2		31.4	± 2.8*		31.3	± 3.0*		31.2	± 2.9*	
脂肪量	Con	19.0	± 2.3	0.437	19.0	± 2.3	***0.039***	18.6	± 2.3	0.642	18.5	± 2.4	0.529
(kg)	Pep	18.5	± 2.5		18.0	± 2.4**		18.0	± 2.4**		17.8	± 2.5**	
BMI	Con	23.4	± 0.7	0.405	23.4	± 0.8	***0.011***	23.2	± 0.9	0.702	23.2	± 0.9	0.432
(kg/m^2)	Pep	23.6	± 0.9		23.4	± 0.9**		23.4	± 0.9*		23.3	± 1.0**	
筋肉量	Con	37.9	± 2.1	0.201	38.0	± 2.1	0.105	37.9	± 2.2	0.574	37.9	± 2.1	0.143
(kg)	Pep	37.0	± 2.5		37.0	± 2.4		37.0	± 2.5		36.9	± 2.4	

項目	群	1-4W			1-8W			1-12W		
		平均	SD	p値[1]	平均	SD	p値[1]	平均	SD	p値[1]
CT実施回数	Con	3.1	± 1.0	0.450	2.9	± 0.9	0.229	2.9	± 0.9	0.262
(回/週)	Pep	3.3	± 1.1		3.2	± 1.0		3.2	± 1.0	
歩数	Con	716	± 286	0.586	706	± 281	0.643	704	± 283	0.746
(×10歩/日)	Pep	753	± 216		736	± 204		725	± 203	
3Met以上の活動	Con	50.3	± 20.2	0.700	49.4	± 20.4	0.714	49.6	± 20.7	0.850
(Mets・時/週)	Pep	52.2	± 17.8		51.2	± 16.8		50.5	± 16.9	
活動量/体重	Con	11.4	± 3.3	0.761	11.3	± 3.5	0.881	11.3	± 3.6	0.960
(kcal/日/kg)	Pep	11.7	± 2.5		11.4	± 2.5		11.3	± 2.5	

Con群：n=23、Pep群：n=35
p値[1]：群間差（Studentのt検定）、p値[2]：群間差（0W値を共変量とするANCOVA（analysis of covariance））
* p<0.05、** p<0.01：群内における0Wとの差（paired-t）
SD：standard deviation、Con：control group、Pep：peptide intake group、BMI：body mass index、
CT：circuit training

3．探索的解析

3－1．全体の結果

体組成の変化は、4W時にCon群に比べPep群において、体重の低下が大きい傾向（p=0.082）を示したが、8Wでは群間差は確認されなかった。身体活動量は、Pep群に比べてCon群のCT実施回数において1-8Wで少なかったが、この他の活動量には差を認めなかった。一方、Pep群内では、4W、8W、12Wで、体重、体脂肪率、脂肪量、BMIの有意な減少（p<0.05）が確認された。これに対しCon群内では、8W、12Wに体重、体脂肪率、脂肪量、BMIが有意に減少した（p<0.01）。また、両群ともに筋肉量に変化は見られなかった。（表3）。

3－2．BMI層別の結果

BMIの層別化は日本肥満学会の肥満症の判断基準に基づき、解析対象者をBMI 18.5未満（3.6%；n=6）、BMI 18.5以上25未満（74.5%；n=126）、BMI 25以上（21.9%；n=37）に区分した。しかし、BMIが標準範囲である者の割合が70%以上であったため、この集団をBMIの標準値である22で2群に分け（BMI 18.5以上22未満（40.2%；n=68）、BMI 22以上25未満（34.3%；n=58））、計4群で解析した。

解析の結果、BMI 22以上25未満以外の集団では体組成の変化に群間差は見られなかった。BMI 22以上25未満の集団は、Con群23名（47.7±1.6歳）、Pep群35名（48.0±1.5歳）であった。本集団の体組成の変化と身体活動量を表4に示した。体組成の変化は、4W時点のPep群の体重、脂肪量、BMIが、Con群と比較して有意に大きく低下した（p < 0.05）が、8W以降は有意差を認めなかった。また群内では、Pep群で、4W、8W、12Wで体重、体脂肪率、脂肪量、BMIが有意に減少（p<0.05）したのに対し、Con群では有意な変化は確認されなかった。なお、両群とも筋肉量に変化はなかった。身体活動量に有意な群間差は確認されなかった。試験食品の摂取状況は、12週間での平均摂取本数は66.4±28.5本、平均摂取率は86.5%であった。

3－3．総活動量と体組成の変化量の相関

全解析対象者のPep群において、体重変化量と総活動量が0-8W（r = -0.261、p<0.05）、0-12W（r = -0.231、p<0.05）で負の相関を示した。またBMI 22以上25未満のPep群において、体重変化量と総活動量が0-4W（r = -0.388、p<0.05）、0-8W（r = -0.616、p<0.01）、0-12W（r = -0.714、p<0.01）のすべての期間、および、

脂肪変化量と総活動量が0-8W（r = -0.437、p<0.01）、0-12W（r = -0.629、p<0.01）で負の相関を示した（図2）。この関係は、カゼインペプチドの摂取期間が長い程強い負の相関を示した。群間における交互作用はBMI 22以上25未満の集団のみで確認された。一方、Con群では相関が見られなかった。

Ⅳ　考察

本試験は、フィットネスジムで運動する一般中高年女性を対象として、ランダムにカゼインペプチドの摂取群（Pep群）と非摂取群（Con群）に分け、12週間の体重、脂肪量、筋肉量などの体組成の変化に及ぼす影響について検討した。

運動と体脂肪の減少に関して、平松らは、比較的運動習慣のない中高年女性を対象に週1回のCT運動を実施させ、3ヵ月で体脂肪率と体幹脂肪量の減少、6ヵ月で体重とBMIの減少、および上肢筋肉量の増加を確認している[5]。また運動と栄養摂取に関して、食事を低カロリー食とし、運動後にホエイたんぱく質分解物もしくはカゼイン分解物を体重1 kgあたり1.5 g摂取させることで12週後の筋量が増加し脂肪量が減少したことが報告されている[12]。また、運動習慣のない成人を対象にアミノ酸混合物を摂取させるとともに、1日1,000歩の運動を12週間実施させることで腹部総脂肪面積が減少した報告など[13]、たんぱく質、たんぱく質分解物、アミノ酸の摂取による効果も明らかにされている。しかしながら、カゼインペプチド摂取による脂肪量の減少についての報告は少ない。本試験で用いたカゼインペプチドと同一のペプチドを用いた研究報告として、平垣内らは、運動に加え本カゼインペプチドを1日20 g摂取させることで、2～3ヵ月後の除脂肪体重の増加、筋力の向上、さらに、体重、皮脂厚などの減少量がペプチド摂取群で大きかったことを報告している[10]。

本試験の主解析の結果では、対象者の体組成へのペプチド摂取の影響は確認できなかった。期間中のCT実施回数には両群で差を認めたが、体重当たりの活動量などその他の活動量には両群で差がなく、活動の違いが影響した可能性は低いと考えられる。一方、探索的解析の結果、体組成への影響は8W時点でも見られなかったが、4W時点では体重の低下がPep群で、Con群と比較して大きい傾向を示した。群内の変化においても、Con群が8W以降で体重、体脂肪率、脂肪量の減少を認めたのに対し、Pep群では4W以降で減少を認めた。いずれの群も先行研究と比較して早期に体組成の変化が認められており、運動量の寄与が大きかったことが考えられる。さらに体重や脂肪量への影響を検討するためBMIによる層別解析を行ったところ、BMI 22以上25未満の集団では、4W時点で体重、脂肪量の低下に群間差が認められた。しかしながら、より影響が観察されやすいと考えられるBMI 25以上の集団では影響が見られなかったこと、また、BMI 22以上25未満の集団でも8W以降は有意な差を認めなかったことなど、限定的な影響と考えられる。BMI 25以上の集団で差が見られなかったことについては、本集団では初期の体重（Pep群78.3 ± 4.5 kg、Con群66.8 ± 1.6 kg、p<0.01）、や脂肪量（Pep群38.6 ± 1.0 kg、Con群43.6 ± 2.1 kg、p<0.05）に大

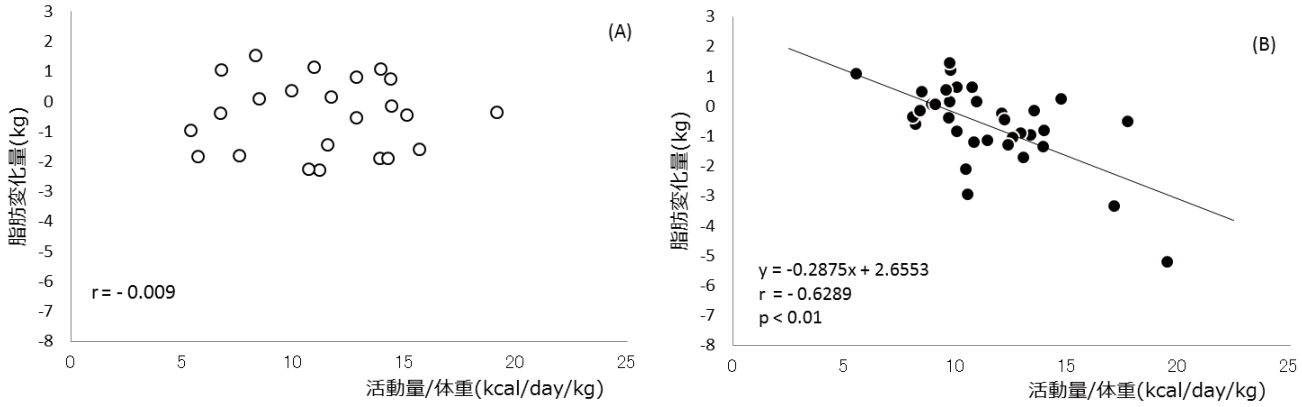

図2：BMI 22以上25未満の集団における12週間の総活動量と脂肪量の変化量の相関（X軸：活動量、Y軸：脂肪量の変化量）
（A）Con群：n=23（r：Pearsonの相関係数）
（B）Pep群：n=35（式：直線回帰式、r：Pearsonの相関係数）
Con：control group、Pep：peptide intake group、
BMI：body mass index

きな差があったことが影響したものと推察される。また8W以降で群間差が消失することについては、運動量の寄与が大きかったこと、あるいは一定レベル以上の運動量が継続される場合には長期的な摂取による体組成への影響が認められなくなる可能性も考えられる。今後、対象者の限定や試験デザインを調整して、改めて検証すべきと考える。

さらに探索的な解析として、４～12週間での総活動量と体重または脂肪量の変化量の間の関連性について検討したところ、Pep群にのみ負の相関を確認した。活動量と体組成の変化との関連性について、２型糖尿病を有しているBMI 23以上の女性を対象に適正な食事指導を行うことで、活動量や総消費エネルギー量が体組成の変化量と有意に相関し、特に脂肪量の変化量が活動量と最も強い負の相関を示したことが報告されている[14]。すなわち、体重や脂肪量の変化に対し、活動量や総消費エネルギーが相関を示すには、摂取エネルギー量など食事内容の適切なコントロールが必要と考えられる。一方、本試験では、試験期間中の摂取エネルギー量については試験開始前の習慣をなるべく変更しないように求めたのみであるにも拘わらず、Pep群においてのみ、BMI 22以上25未満の集団、並びに全解析対象者においても有意な相関を認めた。摂取エネルギー量が両群間で異なっていた可能性は否定できないが、体組成へ及ぼす影響とは別に、エネルギー代謝や摂食行動に何らかの長期的な影響を及ぼした可能性を示唆するものとも考えられる。

我々は一方で、高脂肪食を摂取させたマウスを用い、低強度トレーニングを実施させ、本試験と同一のカゼインペプチドを摂取させることで、筋AMPK（AMP-activated protein kinase）活性が高まりミトコンドリアの脂肪酸代謝酵素が増加すること、さらにはカゼインと比較して本カゼインペプチドを摂取させることで、体重や脂肪重量の増加が抑制されることを報告している[15,16]。本研究ではBMI 25以上の集団では影響を観察することができなかったが、体脂肪量の多い集団で本カゼインペプチド摂取の効果が認められる可能性はあると考えられる。

本研究は予備的研究であり、いくつかの限界がある。第一に、体重・脂肪量の低下は探索的解析による部分集団でのみ見られた結果であり、主解析結果では影響は観察されていない。第二に、食事調査を実施していないため、エネルギー摂取量、すなわちエネルギー収支を把握できておらず、本研究で得られた結果が本ペプチド摂取の影響かどうか十分な判断はできない。第三に、体組成の測定タイミングが全対象者で統一されていないため、体組成の測定値の信頼性が低く体組成の結果を見えにくくした可能性がある。さらに、オープン試験デザインでありプラセボ効果の可能性を否定できない。以上の点を踏まえ、今後さらに、運動時に本ペプチドの摂取が及ぼす影響について、より明らかにしていく必要がある。

Ⅴ　結論

フィットネスジムに通う一般中高年女性を対象とし、運動時にカゼインペプチドを摂取させ、12週間の体重、脂肪量、筋肉量等の体組成に及ぼす影響について探索した。その結果、全体としてはカゼインペプチドの摂取による体組成への影響は確認されなかった。一方、探索的解析の結果では、運動のみの場合よりも早期に体組成が変化する可能性が示唆された。今後、対象者の選択や、食事の影響、プラセボ効果を含め、更なる検証が必要である。

利益相反

本試験は、森永乳業株式会社から試験食品が提供され、株式会社タニタフィッツミーで実施されたものである。その他の団体との利益相反はありません。

謝辞

本論文の執筆にあたりご指導賜りました東京大学大学院総合文化研究科の八田秀雄教授に心より御礼を申し上げます。

文献

1）スポーツ庁健康スポーツ課：スポーツの実施状況等に関する世論調査, 2016;6-23.
2）厚生労働省：健康づくりのための身体活動基準, 2013; 1-2.
3）安部孝，琉子友男，これからの健康とスポーツ科学 第４版. 講談社. 東京. 2015; 19-37.
4）Wanjek M, Senner V, Scharhag-Rosenberger F, Halle M. Effects of different weight loss intervention programmes in health clubs - an observational multicenter study. Eur J Sport Sci, 2016; 16: 859-867.
5）平松喜美子，森本美智子，谷村千華，他：中高年女性を対象とした筋肉量・筋力を強化するための複合運動の効果. 米子医誌, 2009; 60: 113-118.
6）前田有美，横山典子，高橋康輝，他：肥満中年女性の身体組成に及ぼす複合トレーニングとタンパク質摂取の併用効果. 体力科学, 2007; 56: 269-278.
7）Kerksick CM, Rasmussen CJ, Lancaster SL, et al. The effects of protein and amino acid supplementation on performance and training adaptations

during ten weeks of resistance training. J Strength Cond Res, 2006; 20 : 643-653.
8）Gualano AB, Bozza T, Lopes De, et al. Branched-chain amino acids supplementation enhances exercise capacity and lipid oxidation during endurance exercise after muscle glycogen depletion. J Sports Med Phys Fitness, 2011; 51: 82-88.
9）Farup J, Rahbek SK, Vendelbo MH, et al. Whey protein hydrolysate augments tendon and muscle hypertrophy independent of resistance exercise contraction mode. Scand J Med Sci Sports , 2014; 24: 788-798.
10）平垣内寧子，田村明，阪本孝男，飯本雄二：血中タンパク質と筋力に与えるペプチド摂取の影響．中京女子大学紀要, 1995; 29: 149-156.
11）財団法人 健康・体力づくり事業財団．エクササイズガイド活用ブック．2008; 40-41.
12）Demling RH, DeSanti L. Effect of a hypocaloric diet, increased protein intake and resistance training on lean mass gains and fat mass loss in overweight police officers. Ann Nutr Metab, 2000; 44: 21-29.
13）Sasai H, Ueda K, Tsujimoto T, et al. Dose-ranging pilot randomized trial of amino acid mixture combined with physical activity promotion for reducing abdominal fat in overweight adults. Diabetes Metab Syndr Obes, 2017; 10: 297-309.
14）Jung JY, Han KA, Kwon HR, et al. The usefulness of an accelerometer for monitoring total energy expenditure and its clinical application for predicting body weight changes in Type 2 Diabetic Korean women. Korean Diabetes J, 2010; 34: 374-383.
15）Matsunaga Y, Tamura Y, Takahashi Y, et al. Pre-exercise casein peptide supplementation enhances endurance training-induced mitochondrial enzyme activity in slow twitch muscle, but not fast twitch muscle of high fat diet-fed mice. J Phys Fitness Sports Med, 2015; 4: 377-384.
16）Matsunaga Y, Tamura Y, Sakata Y, et al. Comparison between pre-exercise casein peptide and intact casein supplementation on glucose tolerance in high-fat diet–fed mice. Appl Physiol Nutr Metab, 2018; 43: 355-362.