日常生活における歩行とレモン摂取の変化が閉経期中高年女性の 身体組成・血液生化学諸指標に与える影響

佐藤 公子^{*1}, 堂本 時夫^{*1}, 平光 正典^{*2}, 片桐 孝夫^{*2}, 加藤 洋司^{*1},
三宅由希子^{*1}, 石原 克秀^{*1}, 梅井 凡子^{*1}, 瀧川 厚^{*1},
原田 俊英^{*1}, 青井 聡美^{*1}, 池田ひろみ^{*1}

^{*1} 県立広島大学保健福祉学部

^{*2} (株) ポッカコーポレーション中央研究所

Effect of Variation of Lemon Intake and Walking in Daily Life on Various Indicators of Muscle Mass and Blood Biochemistry in Menopausal Middle-aged and Elderly Women

Kimiko SATO^{*1}, Tokio DOMOTO^{*1}, Masanori HIRAMITSU^{*2}, Takao KATAGIRI^{*2}, Yoji KATO^{*1},
Yukiko MIYAKE^{*1}, Katsuhide ISHIHARA^{*1}, Namiko UMEI^{*1}, Atsushi TAKIGAWA^{*1},
Toshihide HARADA^{*1}, Satomi AOI^{*1} and Hiromi IKEDA^{*1}

^{*1} Prefectural University of Hiroshima

^{*2} Incorporated Company POKKA CORPORATION Central Research Laboratory

Abstract **Objectives:** We examined the factors considered to change body composition and blood biochemistry indicators in menopausal middle-aged and elderly women. These changes result from exercise by walking as part of their daily activities and lemon consumption by women who live on the small islands of the Seto Inland Sea, Japan's largest citrus fruit (lemon)-producing region.

Methods: Between September 2011 and March 2012, we recorded the daily lemon consumption and the number of steps taken by 101 middle-aged and elderly female lemon farmers. We also measured their body dimensions, body compositions, and blood pressure pulse wave velocity and conducted blood tests before and after the survey period. The results before and after the survey period were compared by the t-test and associations were determined on the basis of Pearson's correlation coefficient. Covariance structural analysis was carried out to determine causal associations.

Results: From the results of covariance structure analysis, lemon intake did not have a direct impact on each item examined. The third item, i.e., "the factors related to arteriosclerosis," was affected indirectly via citric acid and fatigue, and anticoagulation was shown. The fourth item, i.e., "the factors related to maintenance of muscle mass," which is affected by menopausal years and the change in walking speed, was shown to be associated with the second item, i.e., "the factors related to lipid metabolism." Menopausal years affected the first, third and fourth items.

Conclusions: Lemon intake did not have a direct impact on each item. Lemon has been shown to indirectly affect the third item through citric acid. Walking affected the second item, the level of total cholesterol, such as HDL cholesterol, through the fourth item. The importance of providing services that lead to sustained physical activity and a well-balanced metabolism between lipids and carbohydrates has been shown.

Key words: muscle mass (身体組成), blood biochemistry (血液生化学諸指標), lemon (レモン), walking (歩行), menopausal (閉経期)

受付 2013 年 3 月 4 日, 受理 2013 年 10 月 16 日

Reprint requests to: Kimiko SATO

Prefectural University of Hiroshima, 1-1 Gakuen-cho, Mihara,
Hiroshima 723-0053, Japan

TEL: +81(848)60-1120, FAX: +81(848)60-1134

E-mail: Ksatou@pu-hiroshima.ac.jp

I. はじめに

近年、運動不足や栄養の過剰摂取は、高血圧・高脂血症・糖尿病・肥満などの生活習慣病や女性においては骨粗鬆症など筋骨格系の障害を引き起こす要因となっている(1)。これらの予防には運動と栄養のバランスが重要であることが以前から指摘されており、適正な運動習慣や栄養摂取は、中高年女性の骨密度、生活習慣病の予防や改善に効果があることが明らかにされてきている(2-5)。しかし、現在のエネルギー摂取量が終戦直後の水準まで減っているにもかかわらず、年齢とともに肥満症や高脂血症のリスクが増加していることは、エネルギー摂取量の減少が必ずしも生活習慣病の解決につながらないことを示唆している(6, 7)。また、加齢による身体活動の減少は、骨格筋量の低下に関連して、さまざまな代謝性疾患を増加させる。特に、閉経期の課題である女性ホルモンのエストロゲン低下は、大腿部の脂肪蓄積抑制や腹部への内臓脂肪の増加の原因となって、筋量の低下、体重やBMIなど身体組成に影響を与えることが報告されている(7, 8)。このため、中高年女性は、閉経期を見据えた健康の基盤づくりとして、骨格筋の筋量維持や骨密度の低下を予防する運動が重要になると考える。

しかし、メタボリックシンドロームリスクファクター軽減のため、中高年女性に限らず、現在運動をほとんどしていないものに身体活動量の基準とされる3メッツ以上の運動を実施させることは容易ではないと推測される(9)。それに加えて、人間の行動は複雑であるため、同一人物であっても食事または運動でそれぞれの心理的準備段階(ステージ)が異なることも保健指導を困難にしている(10, 11)。このため、本研究では、身体負担感が少ない「歩行」(12)と、対象地区の特産物であり、血中中性脂肪抑制効果、血圧上昇抑制効果、脂肪蓄積抑制効果(13-15)が期待される「レモン」を日常生活に取り入れた場合、閉経期の中高年女性の身体組成・血液生化学諸指標に与える影響を検討した。

II. 研究方法

対象および方法

1. 対象

対象とした地域は、日本有数のレモン生産地である広島県東部の島嶼部である。研究を開始するにあたり、事前に研究の主旨と方法の説明を行った結果、研究協力の承諾が得られたレモン農家の中高年女性126名について測定を行い、途中で中止したものや高血圧、糖尿病、高脂血症など服薬、現病歴のある25名を除いた。次に、抽出した101名(平均年齢:60.9歳、年齢層:33歳~77歳)を閉経前14名(平均年齢:46.4歳、年齢層:33歳~53歳)、閉経後1年以上経過した87名(平均年齢:63.2歳、年齢層:51歳~77歳)に分類した。閉経前後に区分した理由は、閉経の有無や閉経後の年数による女

性ホルモンの分泌変動格差が身体組成・血液生化学諸指標に及ぼす影響を明確にするためである(16)。

2. 調査期間および研究方法

調査期間は、2011年9月~2012年3月である。身体計測、体組成計測、血液検査、血圧脈波測定は9月(1回目)と3月(2回目)に実施した。

測定項目

1) 身体計測、体組成計測(身体組成)

体組成計(タニタ BC-118D)を用いて体重のほかに全身の体脂肪率、除脂肪量、Body mass index (BMI)を計測した。腹囲(臍レベル)は立位で計測した。

2) 血圧測定およびABI検査・baPWV検査

日本コーリン社製血圧脈波検査(form BP-203RPE III)を用いて、血圧測定、動脈硬化判定に関わるABI検査、baPWV検査を測定した。血圧測定の体位は仰臥位で実施し、baPWV検査は上腕、足首間の脈波を採取し、血管のしなやかさを検査した。血圧およびbaPWV検査は、利き腕による左右差を考慮して左右平均値を用い、広島県東部島嶼部の公会堂で計測した。

3) 血液生化学・血清学的検査

検査時に5mlの採血を行い、生化学・血清学的検査を行った。検査項目は、クエン酸(酵素法)、アディポネクチン、レプチン[ELISA法(Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay)],赤血球数(RBC)、中性脂肪(TG)、総コレステロール(T-CHO)、HDLコレステロール(HDL-C)、LDLコレステロール(LDL-C)、HbA1cなどを一般血液項目とし(株)F臨床検査センターに依頼した。

4) モニタリング

記録に際して、対象者に運動と食事を日常生活に取り入れていく大切さを説明した。効果的な運動指標としては1995年のACSM(American College of Sports Medicine: アメリカスポーツ医学会)とCDC(Centers for Disease Control and Prevention: アメリカ疾病予防センター)の身体活動指針「1日30分以上の中強度活動をほぼ毎日行うことが望ましい」との勧告(9)をふまえて、歩行中心の活動で換算した4,000から6,000歩/日を目標に歩くことを勧めた。また、レモン摂取については血圧上昇抑制効果、脂肪蓄積抑制効果があるためできるだけ食卓に取り入れるように指導した。

① レモン摂取記録

2011年9月~2012年3月までのレモン摂取量/日の記録を対象者に依頼した。レモン摂取記録開始前の日常生活における対象者のレモン摂取状況は、レモン収穫前であったことから少量であった。記録用紙はレモン1/4単位で個数と摂取方法を記録する様式を準備して3月に回収した。果汁で飲料とした場合は、標準的レモン1個が約100gであり、果汁の重量%が30%であることから30mlを1個分とした。集計結果は1人当たりの1日平均摂取個数で示した。なお、継続してレモン摂取をした場合の安全性は、4週間連続して300mlのレモン果汁飲料(レモン果汁60%)を摂取した結果、試験飲料に起因す

る有害事象は認められなかった報告から、日常的なレモン摂取では過剰摂取による問題はないと判断した (17)。

② 運動 (歩数記録)

記憶機能付き歩数計 (SUZUKEN Kenz Lifecorder) を貸出し、1 日の歩行数の記録を行った。

3. 統計分析

調査開始前後の測定結果は、全体、閉経前、閉経後 1 年以上の 3 項目で対応のある t 検定を行った。また、閉経前後 2 群間の歩行数、レモン摂取、身体的特性、血液生化学諸指標の変化を平均値の差で検討した。各変化量との関連性は、Pearson の相関係数を用いた。次に、因子という直接観測されない潜在変数が、観測変数に影響を与えていると仮定し、観測変数に影響を及ぼす因子関係を明確化するためレモン摂取変化量、歩行数、クエン酸変化量、閉経年数を除いて探索的因子分析を行った。因子抽出方法は、最尤法を採用した。因子軸の回転には共分散構造分析において抽出した因子間の因果関係や相関関係を分析するため、因子間の相関関係を仮定した斜交回転であるプロマックス回転法を用いた。因子数の決定は、固有値が 1 以上、累積寄与率が 50% の値を超えた結果から判断した。次に、抽出された各因子とレモン摂取変化量、歩行数変化量、クエン酸変化量および閉経年数との相関関係を検討した。

上記分析結果と先行研究 (13-15, 18-20) をもとに、共分散構造分析を用いて検証的因子分析を行った。解析したモデルの適合度指標は、CFI (Comparative Fit Index), IFI (Incremental Fit Index), RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) の 3 項目を用い、CFI, IFI が 0.9 以上、RMSEA < 0.05 をモデル適合基準として妥当性を検討した (21)。統計解析には統計ソフト SPSS ver.16.0J for Windows (SPSS 社, 東京), Amos Ver.5 (SPSS 社, 東京) を用いた。

4. 倫理的配慮

この研究は、ヘルシンキ宣言に基づいて、研究の主旨を説明、調査の目的や利点と欠点、手順・参加または不参加で不利益がないことを文書で提示し、承諾を得ることができた者を対象とした。質問紙と検査結果は、データの個人情報を外して匿名化し、個人の特定が不可能な状態で分析をした。なお、この研究は県立広島大学倫理委員会の承諾 (承認番号 第 M11-0024 号) を受けて実施した。

Ⅲ. 結 果

対象者は、身体に障害がなく、自立した生活を送っている中高年女性 101 名である。全対象者の 5 か月間の 1 日平均レモン摂取個数 / 人は 0.47 個 (最小値: 0 個, 最大値: 3.05 個) で果汁として換算すると 1 日平均約 14.1 ml であった。1 日平均歩行数は 6,973 歩 (最小値: 4,352 歩, 最大値: 15,902 歩), 1 日平均歩数変化量 (42.22 歩) であった。一方、閉経後 1 年以上では、5 か月間の 1 日平均レ

モン摂取個数は 0.49 個 (最小値: 0 個, 最大値: 3.05 個) で果汁として換算すると 1 日平均約 14.7 ml, 閉経前群の 1 日平均レモン摂取個数は 0.23 個 (最小値: 0 個, 最大値: 1.08 個) で果汁として換算すると 1 日平均約 6.9 ml であった。閉経後 1 年以上の平均歩行数は 6,908 歩で、閉経前の 7,444 歩と比較して低い歩行数を示した。

調査開始前後での身体的特性、血液生化学諸指標の比較

表 1 に全体、閉経前、閉経 1 年以上の 3 群に分けた各調査前後の測定値の変化を示した。この結果、調査前後で有意差が認められた測定項目は、レモン摂取量、体重、BMI など 15 項目であった。閉経前測定値では、1 回目と比較して 2 回目の測定値が有意に減少した項目は「レモン摂取量、最低血圧、HbA1c」、増加した項目は「体重、BMI、体脂肪率、ABI、baPWV、アディポネクチン、レプチン」であった。閉経 1 年以上では、1 回目より「除脂肪量」が有意に減少したが、「体重、体脂肪率、T-CHO、LDL-C、RBC、baPWV、アディポネクチン、レプチン、クエン酸」が増加した。

次に、対象者を閉経前、閉経後 1 年以上の 2 群に分けて、各変化量を群間比較した (表 2)。閉経前後で有意差が認められた項目は、「BMI 変化量、除脂肪量変化量、最低血圧変化量、TG 変化量、HbA1c 変化量、レプチン変化量」の 6 項目であった。閉経前群の方が閉経後 1 年以上群と比べて平均変化量が「BMI 変化量、最低血圧変化量、TG 変化量、HbA1c 変化量、レプチン変化量」の 5 項目で大きいことが示された。

表 3 に各変化量間の関連性を示す。この結果、レモン摂取変化量では、歩行数変化量に負の相関関係、クエン酸変化量と正の相関関係が認められた。歩行数変化量では RBC 変化量と正の相関関係が認められた ($r = .238$, $p < 0.05$)。クエン酸変化量では、最高血圧変化量と負の相関関係、RBC 変化量と正の相関関係が示された。次に、閉経年数では、BMI 変化量、体重変化量、除脂肪量変化量と負の相関関係、最低血圧変化量と TG 変化量に正の相関関係が認められた。

探索的因子分析

レモン摂取変化量、歩行数変化量、クエン酸変化量および閉経年数を除いた 17 項目を因子分析した。この結果、共通性の低い項目「腹囲変化量、TG 変化量」を取り除き、15 項目で再度、因子分析を実施した。因子数は、固有値 1 以上の基準から累積寄与率が 59.683 である 4 因子とした (表 4)。第 1 因子は体重変化量、BMI 変化量、体脂肪率変化量、アディポネクチン変化量、レプチン変化量の項目から構成され、「脂肪蓄積に関する因子」とした。第 2 因子は T-CHO 変化量、HDL-C 変化量、LDL-C 変化量の項目が高い因子負荷量を示したため「脂質代謝に関する因子」と解釈した。第 3 因子は最高血圧、最低血圧、ABI 変化量、baPWV 変化量から構成されている。第 4 因子は、動脈の機能的変化による血管壁硬度

表 1 1 回目と 2 回目の測定結果の比較

測定項目	閉経期間	1 回目 (9 月)	2 回目 (3 月)	変化量 (2 回目 - 1 回目)	t 検定
レモン摂取量	全体	0.47	0.45	-0.02	0.104
	閉経前 (0 年)	0.25	0.21	-0.04	0.005**
	閉経後 1 年以上	0.50	0.49	-0.01	0.220
歩行数	全体	6957.92	7000.14	42.22	0.657
	閉経前 (0 年)	7528.54	7497.46	-31.08	0.787
	閉経後 1 年以上	6862.82	6917.25	54.44	0.619
腹囲 cm	全体	83.15	82.47	-0.68	0.145
	閉経前 (0 年)	82.50	82.44	-0.06	0.962
	閉経後 1 年以上	83.24	82.47	-0.77	0.124
体重 Kg	全体	54.82	55.36	0.54	0.001**
	閉経前 (0 年)	56.65	58.32	1.67	0.001**
	閉経後 1 年以上	54.32	54.63	0.37	0.025*
BMI	全体	23.29	23.52	0.23	0.005**
	閉経前 (0 年)	23.31	23.99	0.68	0.000***
	閉経後 1 年以上	23.28	23.44	0.16	0.076
体脂肪率 %	全体	33.10	35.37	2.27	0.000***
	閉経前 (0 年)	32.93	35.66	2.73	0.000***
	閉経後 1 年以上	33.13	35.32	2.19	0.000***
除脂肪量 Kg	全体	36.29	35.41	-0.88	0.000***
	閉経前 (0 年)	38.64	38.19	-0.45	0.118
	閉経後 1 年以上	35.92	34.96	-0.95	0.000***
最高血圧 mmHg	全体	129.82	129.64	-0.18	0.871
	閉経前 (0 年)	124.96	120.96	-4	0.128
	閉経後 1 年以上	130.60	131.03	0.43	0.728
最低血圧 mmHg	全体	75.34	73.41	-1.93	0.014*
	閉経前 (0 年)	75.32	69.61	-5.71	0.008**
	閉経後 1 年以上	75.35	74.02	-1.33	0.114
TG mg/dL	全体	139.23	139.46	0.23	0.979
	閉経前 (0 年)	163.14	111.57	-51.57	0.218
	閉経後 1 年以上	135.38	143.94	8.56	0.240
T-CHO mg/dL	全体	208.01	214.56	6.55	0.003**
	閉経前 (0 年)	219.43	226.71	7.28	0.153
	閉経後 1 年以上	206.17	212.61	6.44	0.008**
HDL-C mg/dL	全体	63.43	64.48	1.05	0.178
	閉経前 (0 年)	67.07	71.36	4.29	0.132
	閉経後 1 年以上	62.85	63.37	0.52	0.505
LDL-C mg/dL	全体	119.53	124.15	4.62	0.012*
	閉経前 (0 年)	124.29	132.21	7.92	0.145
	閉経後 1 年以上	118.76	122.85	4.09	0.038*
RBC 10 ⁴ /mm ³	全体	424.11	437.88	13.77	0.000***
	閉経前 (0 年)	431.93	442.57	10.64	0.129
	閉経後 1 年以上	422.85	437.13	14.28	0.000***
HbA1c %	全体	5.37	5.33	-0.04	0.018*
	閉経前 (0 年)	5.36	5.26	-0.1	0.001**
	閉経後 1 年以上	5.37	5.35	-0.02	0.133
ABI	全体	1.10	1.11	0.01	0.334
	閉経前 (0 年)	1.05	1.09	0.04	0.034*
	閉経後 1 年以上	1.11	1.11	0	0.670
baPWV	全体	1484.59	1555.50	70.91	0.000***
	閉経前 (0 年)	1237.57	1287.04	49.47	0.037*
	閉経後 1 年以上	1524.34	1598.70	74.36	0.000***
アディポネクチン ug/ml	全体	9862	12417.98	2555.98	0.000***
	閉経前 (0 年)	7927.93	10325.57	2397.64	0.005**
	閉経後 1 年以上	10173.23	12754.69	2581.46	0.000***
レプチン ng/ml	全体	6.37	8.71	2.34	0.000***
	閉経前 (0 年)	6.06	9.51	3.45	0.000***
	閉経後 1 年以上	6.42	8.58	2.16	0.000***
クエン酸 mg/dL	全体	2.68	2.87	0.19	0.000***
	閉経前 (0 年)	2.65	2.61	-0.04	0.774
	閉経後 1 年以上	2.68	2.91	0.23	0.000***

全体 : n=101, 閉経前 : n=14, 閉経後 : n=87

* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

全体, 閉経前, 閉経 1 年後の 3 群に分類し, 調査前後における身体計測, 体組成計測, 血液検査, 血圧脈波測定結果の比較したもの。

表 2 閉経年数 2 群間の測定変化量の比較

	閉経 2 群	平均値	標準偏差	F 値	t 値	有意確率
レモン摂取変化量	閉経前 (0 年)	-.009	.044	2.765	0.081	0.936
	閉経後 1 年以上	-.010	.083			
平均歩行数変化量	閉経前 (0 年)	-31.08	416.750	.260	-5.38	0.594
	閉経後 1 年以上	54.44	963.869			
BMI 変化量	閉経前 (0 年)	.679	.529	.373	3.155	0.004**
	閉経後 1 年以上	.157	.818			
腹囲変化量	閉経前 (0 年)	-.057	4.441	.003	0.554	0.586
	閉経後 1 年以上	-.770	4.592			
体脂肪率変化量	閉経前 (0 年)	2.729	1.852	.133	0.724	0.471
	閉経後 1 年以上	2.197	2.641			
除脂肪量変化量	閉経前 (0 年)	-.443	.991	.203	2.027	0.045*
	閉経後 1 年以上	-.954	.857			
最高血圧変化量	閉経前 (0 年)	-4.000	9.205	.975	-1.609	0.123
	閉経後 1 年以上	.431	11.534			
最低血圧変化量	閉経前 (0 年)	-5.714	6.883	.860	-2.173	0.043*
	閉経後 1 年以上	-1.328	7.750			
baPWV 変化量	閉経前 (0 年)	49.464	79.649	2.953	-0.861	0.394
	閉経後 1 年以上	74.356	182.345			
RBC 変化量	閉経前 (0 年)	10.643	24.538	5.614	-0.731	0.466
	閉経後 1 年以上	14.276	15.863			
T-CHO 変化量	閉経前 (0 年)	7.286	17.963	.051	0.137	0.891
	閉経後 1 年以上	6.437	21.938			
TG 変化量	閉経前 (0 年)	-51.571	149.040	7.773	-2.518	0.013*
	閉経後 1 年以上	8.563	67.516			
HDL-C 変化量	閉経前 (0 年)	4.286	9.988	.991	1.358	0.195
	閉経後 1 年以上	.517	7.208			
LDL-C 変化量	閉経前 (0 年)	7.929	19.129	.410	0.702	0.492
	閉経後 1 年以上	4.092	18.115			
HbA1c 変化量	閉経前 (0 年)	-.107	.100	1.601	-2.535	0.018*
	閉経後 1 年以上	-.026	.162			
アディポネクチン変化量	閉経前 (0 年)	2397.643	2669.196	1.002	-0.223	0.825
	閉経後 1 年以上	2581.448	3848.267			
レプチン変化量	閉経前 (0 年)	3.464	1.932	.832	2.120	0.044*
	閉経後 1 年以上	2.169	3.046			
クエン酸変化量	閉経前 (0 年)	-.036	.455	.103	-2.008	0.060
	閉経後 1 年以上	.231	.498			

全体 : n=101, 閉経前 : n=14, 閉経後 : n=87

* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

閉経前, 閉経 1 年以上の 2 群に分けて, 測定値 (変化量) の平均の差を検討したもの。

を反映する指標であるため「動脈硬化に関する因子」とした。除脂肪量が骨格筋の維持と関わっていること, 運動は赤血球や筋組織によるグルコース消費に影響を与えることから, 第 4 因子は「筋量維持に関する因子」と解釈した。次に, レモン摂取変化量, 歩行数変化量, クエン酸変化量および閉経年数, 4 因子間の関連を表 5 に示した。表 5 からクエン酸変化量と閉経年数は, 第 4 因子「筋量維持に関する因子」と正の相関関係, 第 2 因子「脂質代謝に関する因子」と第 3 因子「動脈硬化に関する因子」に正の相関があることが示された。

検証的因子分析

中高年女性の身体組成, 血液生化学諸指標とレモン摂取, 歩行数, クエン酸, 閉経年数の関連性を検討した。因子分析から得られた「脂肪蓄積に関する因子, 脂質代謝に関する因子, 動脈硬化に関する因子, 筋量維持に関する因子」の 4 因子を潜在変数に設定し, 共分散構造分析を行った。この結果, 適合度指標が CFI: 0.985, IFI: 0.928 と適合基準の 0.90 より大きい値であること, RMSEA: 0.000 で 0.05 以下であったことから, 図 1 を妥当性のあるモデルとして採択した。このモデルでは, レモン摂取

表 3 閉経期中高年女性の各変化量との関連性

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1. レモン摂取変化量	1.000																				
2. 歩行数変化量	-.368**	1.000																			
3. クエン酸変化量	.207*	.102	1.000																		
4. 閉経年数	-.005	.033	.186	1.000																	
5. BMI 変化量	.009	-.008	-.074	-.225*	1.000																
6. 腹囲変化量	-.119	.112	.075	-.055	.219*	1.000															
7. 体重変化量	.044	-.031	-.069	-.287**	.959**	.313**	1.000														
8. 体脂肪率変化量	-.073	.086	.029	-.073	.792**	.093	.704**	1.000													
9. 除脂肪量変化量	.113	-.128	-.123	-.200*	-.002	.155	.123	-.577**	1.000												
10. 最高血圧変化量	.058	-.125	-.215*	.136	.104	-.090	.064	.115	-.034	1.000											
11. 最低血圧変化量	.013	.025	-.037	.196*	.174	.075	.142	.169	-.045	.746**	1.000										
12. ABI 変化量	-.098	.054	-.026	-.123	-.068	.141	-.046	-.123	.089	-.255*	-.298**	1.000									
13. baPWV 変化量	.032	.072	-.127	.050	-.081	-.106	-.083	-.093	.067	.296**	.114	-.005	1.000								
14. RBC 変化量	.038	.238*	.232*	.073	.010	.037	.002	.248*	-.371**	-.037	-.005	-.100	.212*	1.000							
15. T-CHO 変化量	.001	-.063	.011	-.014	.064	.152	.074	.077	-.036	.106	.170	.123	-.047	.110	1.000						
16. TG 変化量	-.065	.127	.140	.245*	.025	.122	.047	.045	-.004	.005	.070	.019	.083	.048	.155	1.000					
17. HDL-C 変化量	-.153	-.153	.188	-.170	-.213*	.072	-.203*	-.275**	.174	.028	.036	.095	-.116	.035	.263**	-.485**	1.000				
18. LDL-C 変化量	.053	-.069	-.101	-.073	.142	.091	.142	.146	-.063	.098	.139	.115	-.033	.124	.880**	-.189	.205*	1.000			
19. HbA1c 変化量	-.036	-.137	.139	.178	-.015	.037	-.017	.052	-.151	-.081	.010	-.006	.005	.261**	.086	.062	.044	.050	1.000		
20. アディポネクチン変化量	-.072	-.076	.047	.017	-.249*	-.033	-.259**	-.239*	.087	.023	.011	-.065	-.008	-.008	.087	.076	.189	-.071	.127	1.000	
21. レプチン変化量	.073	-.035	-.105	-.153	.288**	.109	.367**	.167	.088	.069	.132	-.111	.039	-.034	.195	.078	-.102	.210*	.073	-.175	1.000

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

全対象を対象として、各測定値 (変化量) との関連性を分析した。

表 4 因子分析結果 (プロマックス法)

	因子			
	第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子	第 4 因子
体重変化量	.964	.034	-.044	-.181
BMI 変化量	.957	.010	-.006	-.088
体脂肪率変化量	.766	-.029	.029	.426
アディポネクチン変化量	-.464	.109	.129	.054
レプチン変化量	.448	.222	.074	-.194
T-CHO 変化量	.007	.940	-.020	.112
LDL-C 変化量	.114	.907	-.052	.116
HDL-C 変化量	-.372	.496	-.025	-.090
最高血圧変化量	-.034	.050	.901	-.081
最低血圧変化量	.051	.123	.847	-.049
ABI 変化量	-.009	.250	-.537	-.117
baPWV 変化量	-.191	-.105	.430	.082
除脂肪量変化量	.001	.054	-.032	-.835
RBC 変化量	-.119	.120	.040	.765
HbA1c 変化量	-.129	.163	-.059	.476
固有値	3.216	2.138	1.875	1.724
累積寄与率	21.439	35.634	48.191	59.683

共分散構造分析を用いて分析するために、レモン摂取・歩行数およびクエン酸変化量・閉経年数を除いた項目を斜交回転であるプロマックス回転法を用いて因子分析を行った。

変化量の影響を受けたクエン酸変化量が閉経年数とともに第 3 因子「動脈硬化に関する因子」に関与していることが示された。第 4 因子「筋量維持に関する因子」は閉経年数、歩行数変化量から影響を受けて「第 2 因子」に関与していることが示された。

IV. 考 察

対象地域は、柑橘系栽培農家や漁業、また古くは塩田が開発されるなど、瀬戸内海の交通の要衝として栄えてきた。しかし、近年、過疎化や人口の高齢化に伴う高齢者単身世帯、2 人暮らしの増加は、地域の経済、流通・教育・文化に影響を与えている (22)。このような家族構成や社会環境の変化は、中高年者の健康寿命の延伸に加えて、ますます地域で自立した生活の重要性を示唆していると考えられる。特に、女性は、閉経を迎えることで女性ホルモンの分泌が変化し、脂質異常症や動脈硬化性疾患、肥満の発生頻度が上昇することが報告されている (8)。脂質異常や肥満を含む生活習慣病は、日常生活の中で「運動、休養、栄養」を整えていくことで予防が可能な疾患である (3, 4)。本研究では日常生活に入手が容易な食材「地域特産のレモン」と、起伏のある島嶼部で

表 5 因子間相関

	歩行数変化量	レモン摂取変化量	クエン酸変化量	閉経年数	第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子	第 4 因子
歩行数変化量	1.000							
レモン摂取変化量	-.368**	1.000						
クエン酸変化量	.102	.207*	1.000					
閉経年数	.033	-.005	.186	1.000				
第 1 因子	.033	.038	-.086	-.181	1.000			
第 2 因子	-.115	-.008	-.012	-.097	.069	1.000		
第 3 因子	-.040	.063	-.133	.174	.170	.225*	1.000	
第 4 因子	.164	-.057	.205*	.200*	.191	-.044	.042	1.000

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

観測変数に影響を及ぼす因子を求めるためレモン摂取変化量、歩行数、クエン酸変化量、閉経年数を除いて探索的因子分析を行った。

図 1 レモン摂取およびクエン酸・歩行数変化量と閉経年数との身体組成・血液生化学諸指標の因子関係の検討。歩行数変化量・レモン摂取変化量、クエン酸・閉経年数が閉経期の中高年女性の身体組成、血液生化学諸指標に与える影響を検討した。

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

実施でき、技術的に難易度の低い運動「歩行」を取り入れることで身体組成・血液生化学諸指標の改善を試みた。また、記録をつけることでレモン摂取と運動の継続を図った。次に、日常生活に歩行とレモン摂取を取り入れた場合、閉経期の中老年女性の身体組成・血液生化学諸指標に与える影響と支援方法を検討した。

調査前後の1日平均レモン摂取変化量は、全体で-0.02個、閉経後1年以上では-0.01個で調査前後の摂取量に有意差はなかったが減少傾向を示した。一方、閉経前のレモン摂取変化量は-0.04個となり、調査後で有意に減少していた。本研究で調査後にレモン摂取量が減少した理由として、レモンはカットすれば、そのまますべて食べることができる果物ではなく、調理・加工が必要な特質を持つことがあげられる(23)。食べるのに手間がかかるレモンの特徴は、食べにくさにつながり摂食行動に影響を与えることが推測される。食品産業センター(24, 25)が行った調査では、食生活において一番面倒感のあるものに「献立を考える」を報告している。また、食事作りに役立っている食品調査では「冷凍食品」の割合が多く、手軽に調理できる食材が好まれることが示されている。レモンの場合、家庭で利用できる献立の種類や調理方法が多様な食材でないことから、今後、調理方法の充実、広報活動が必要であり、摂食行動との関連とともに検討が必要と考える。

日常生活にレモン果実を活用した場合、レモン摂取量は果汁に換算すると1日平均14.1ml摂取できることが示された。しかし、レモン摂取と各測定変化量の関連ではクエン酸変化量と歩行数変化量に相関がみられたが、期待していた血中中性脂肪抑制、血圧上昇抑制、脂肪蓄積抑制傾向は認められなかった。レモン摂取による血流改善効果が認められた研究ではレモン果汁を30ml/日飲用していたことから、日常生活で摂取したレモン量では身体組成、血液生化学諸指標に与える影響が少ないことが考えられる。今後、先行研究結果(18, 19)本研究で得られた血液生化学諸指標の関連を明らかにするためには、対象者およびレモン摂取量や運動量などの条件を整えた研究を展開することが必要と考える。

調査期間を通した全体平均歩行数は6,973歩/日で、平成23年国民健康・栄養調査(26)の6,705歩(女性、60-69歳)、4,323歩(女性、70歳以上)と比較して、やや上回っていたことが示された。平均歩行数に日常の身体活動量に相当する2,000歩から4,000歩を加えると、1日の活動量は8,000歩から10,000歩となるため、体重・体脂肪の減少に関連して血圧、血糖、中性脂肪の改善が期待できると思われる。しかし、本研究では歩行運動が体重、体脂肪率の減少に結びついておらず、反対に体重が有意に増加していたことが示された。この原因として、調査前後の歩行数増加量が少なかったことが考えられる。このことは、British Medical JournalでTerry Dwyerら(27)が1日平均歩数の増加がないものに比べて、歩行数が増加したものはBMIが1,000歩あたり0.08減少

し、Waist-hip ratioが0.15減少したと報告していることから推察される。よって、目標歩行数維持だけでなく、無理ない歩行数6,000歩から開始し、プラス1,000歩/日(28)歩数を増加する段階的な指導をしていくことが体重やBMI、血液生化学諸指標の適正化に効果をもたらすと考えられる。

その他の体重の増加原因としては、閉経と血中脂質の関係が考えられる。閉経期の血中脂質の増加は、腹部への内臓脂肪の増加の原因となって体重などの身体組成に影響を与えることが報告されている(7, 8, 29, 30)。しかし、本研究では、閉経後1年以上の群が閉経前群と比べてTG変化量が有意に増加したが、T-CHO変化量、LDL-C変化量に有意差がなく、閉経期前後は内臓型肥満に傾きやすいことを示唆するにとどまった。内臓型肥満の原因となる血中脂質と閉経に関連性は認められなかったが、糖脂質代謝を改善する作用を持つため運動と食行動の改善、生活習慣の見直し(29)は重要であると考えられる。

「体重、BMI」と「レプチン、アディポネクチン」と関連では、先行研究で血中アディポネクチンは肥満、糖尿病、動脈硬化疾患、内臓脂肪量に逆相関するという報告(31)がされており、本研究でも、BMI変化量、体重変化量、体脂肪率変化量と負の相関関係が示され同様の結果が認められた。また、レプチンには、食欲や代謝、動脈硬化などの心血管障害や血圧上昇作用(32-34)を持つと述べられていることや、本研究でも同様の結果が示されたことから、体重やBMI、脂質代謝に影響をもつと考えられる。よって、閉経期には、生体の脂質代謝、脂肪貯蓄、動脈硬化と関連しているアディポネクチン、レプチンの変動に注目し、BMI、体脂肪率を含めて総合的に健康管理を行う必要があると考える。

次に、閉経期の中老年女性のレモン摂取・クエン酸および歩行数・閉経年数と身体組成・血液生化学諸指標を共分散構造分析で検討した。この結果、レモン摂取変化量は、クエン酸変化量を通して間接的に第3因子「動脈硬化に関する因子」に影響を与えていることが示されたが、第1因子「脂肪貯蓄に関する因子」、第2因子「脂質代謝に関する因子」、第4因子「筋量維持に関する因子」との関連性が認められなかった。一方、閉経年数は、クエン酸変化量を介して第3因子「動脈硬化に関する因子」に関与する間接的な経路と、第1因子「脂肪貯蓄に関する因子」、第3因子「動脈硬化に関する因子」、第4因子「筋量維持に関する因子」に直接影響を与える2経路があることが示された。このことは、閉経年数が中老年女性の脂肪貯蓄など身体組成だけでなく、動脈硬化や骨格筋の筋量維持に影響を与えることを示唆していると考えられる。また、歩行数変化量が閉経年数と第4因子「筋量維持に関する因子」を介して第2因子「脂質代謝に関する因子」に関与していたことは、先行研究(35-37)で歩行が筋肉の維持、血糖降下作用、脂質代謝の改善があると述べていることに関連すると推測する。今後は、歩行運

動の継続を重視した体力に合わせた歩行コースの整備と仲間づくり、運動記録の充実など、サービスの提供が課題と考える。次に、第 1 因子「脂肪貯蓄に関する因子」であるが、体脂肪と脂質、血圧の関連を示した表 3 の結果や先行研究 (4, 11, 12) と異なり、第 2, 3, 4 因子間に有意な関連は認められなかった。これは、対象者の間食などを含めた摂取エネルギーの把握不足、研究開始と終了時期の季節変化が考えられる。また、閉経期前後の身体組成変化は体重・BMI の増加だけでなく、体重低下も問題である。平成 23 年度国民健康・栄養調査では、60-69 歳で BMI $\geq$ 25 の肥満割合が 24.4% と増加傾向であったが、BMI < 18.5 の者も 60-69 歳で 8.7%, 70 歳以上になると 9.7% と増加した。低体重は、骨量低下や骨折を生じるリスクを高めるため、筋量維持に関わるたんぱく質の摂取と、脂肪組織のもととなる脂質の減少、米を中心とした高糖質食指導も健康管理に入れる必要がありそう (38, 39)。

V. 結 論

共分散構造分析の結果、レモン摂取は各因子に直接的な影響はなく、疲労回復、抗血液凝固作用、血流量改善効果を持つクエン酸を介して間接的に第 3 因子「動脈硬化に関する因子」に影響することが示された。また、歩行は筋量維持に寄与する可能性が示されたことから、閉経期の中老年女性に対する歩行指導は効果があると考えられる。本研究で、中老年女性が日常生活に無理なく取り入れることのできる歩行数は約 6,000 歩、レモン摂取量は果汁で 14.1 ml であることが示された。このことから、日常生活に運動を取り入れるには、6,000 歩から開始し、対象者の運動負担感の軽減を図りながら計画的に歩数を増加していくことが必要と考える。今回、レモン摂取と血中中性脂肪抑制効果、血圧上昇抑制効果、脂肪蓄積抑制効果には関連性が認められなかったが、今後は対象者など条件を調整し、本研究で得られた第 3 因子「動脈硬化に関する因子」との関連性を明らかにしていきたいと考える。

本研究は、県立広島大学における平成 24 年度学内共同プロジェクト研究事業の助成を受けて実施した。なお、(株) ポッカコーポレーションからのレモン飲料または果実、機材提供や、研究実施および論文作成に同社が関わっている事実はなく、利益相反はありません。

文 献

- (1) 石田良恵, 黒川貞生, 鈴木志保子, 金久博昭. 50 歳代女性の 1 日当たりの歩行数と身体特性, 体力, 血液性状との関係. 体力科学 2001;50:885.
- (2) Zinker BA. Nutritional and exercise in individual with diabetes. Clin Sports Med 1999;18:585-606.
- (3) 金川克子. エビデンスと実践事例から学ぶ運動指導. 東京: 中央法規, 2009,42-55, 72-75.
- (4) ベス H. マーカス, リーアン H. フォーサイス. 行動科学を活かした身体活動運動支援. 東京: 大修館書店, 2006,141-161.
- (5) 田中茂穂. 間接熱量測定法による 1 日のエネルギー消費量の評価. 体力科学 2006;55:527-532.
- (6) 伊里美千代, 滝澤恵子, 安田美有紀, 森仁美, 三井政子. 女性の骨密度と生活習慣について S 市における成人女性の骨密度検診結果から. 岐阜県母性衛生学会雑誌 2002;29:81-87.
- (7) 宮島多映子, 鶴山 治, 桐村智子, 加治秀介, 吉本祥生. 閉経後の日本人女性の骨密度に影響を及ぼす要因. 日本看護研究学会雑誌 2002;25:97-107.
- (8) 山内美香, 山口 徹, 名和田清子, 高岡 伸, 杉本利嗣. 閉経後女性における高 LDL 血症の骨脆弱性に及ぼす影響. Osteoporosis Japan 2012;20:257-260.
- (9) Chair Aram V. Chobanian, M.D. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. Intl Medical Pub 2003;7-20.
- (10) 山門 實, 清瀬 闊, 笹森典雄, 日野原茂雄, 菱沢利行, 高橋英孝, 奈良昌治. 人間ドックにおける閉経後高コレステロール血症についての予後調査研究 (閉経後高コレステロール血症予後調査研究). 人間ドック 2011;25:771-777.
- (11) 竹中晃二. 運動と健康の心理学. 東京: 朝倉書店, 2012,28-38.
- (12) 冨本茂裕, 有田幹雄, 佐谷 修, 橋爪俊和, 羽野卓三, 西尾一郎, 松本正信, 宮下和久. 軽症高血圧における 1 万歩運動の効果. 臨床スポーツ医学 1998;15:647-652.
- (13) 平光正則, 福本修一, 岡田美紀, 三宅義明, 仲谷照代. レモンポリフェノールの抗肥満作用. 日本農芸化学会 2006,202.
- (14) 臼田美香, 桜井智香, 宇都春美, 谷真理子, 貴堂としみ, Thu Nghiem Nguyet, 平光正典, 坂井田和裕, 三宅義明, 近藤和雄. レモンの食後高脂血症抑制作用の検討. 日本未病システム学会雑誌 2004;10:62-63.
- (15) 堂本時夫, 石原克秀, 三宅由希子, 平光正典, 高寺恒慈, 加藤洋司, 白岩加代子, 十河正典, 瀧川 厚. 日常的なレモン摂取によるメタボリックシンドローム関連指標への影響. Health Sciences 2010;26:210-218.
- (16) Kanis JA. The use of calcium in management of osteoporosis. Bone 1999;24:279-290.
- (17) 岡田美紀, 平光正典, 松永 両. レモン果汁飲料の過剰摂取における安全性. Health Sciences 2007;23:210-217.
- (18) 白石美香, 桜井智香. レモンフラボノイドの食後血清中中性脂肪濃度に及ぼす影響. 機能性食品と薬理栄養 2005;3:37-40.
- (19) 臼田美香, 桜井智香, 宇都春美, 谷真理子, 貴堂としみ, Thu Nghiem Nguyet, 平光正典, 坂井田和裕, 三宅義明, 近藤和雄. レモンフラボノイドの食後血清中中性脂肪濃度に及ぼす影響. 機能性食品と薬理栄養 2005;3:37-40.
- (20) 桜井智香, 宇都春美, 田子元美, 臼田美香, 谷真理子, 田中美穂, 奥村美保, 貴堂としみ, Thu Nghiem Nguyet, 平光正典, 三宅義明, 坂井田和裕, 清瀬千佳

- 子, 鈴木恵美子, 近藤和雄. レモンフラビノイドのヒト LDL 被酸化能に関する検討. 日本未病システム学会雑誌 2003;9:239-242.
- (21) 山本嘉一郎, 小野寺孝義. Amos による共分散構造分析と解析事例. 東京: ナカニシヤ出版, 2002,49-77.
- (22) 尾道市・瀬戸田町合併協議会. 尾道市・瀬戸田町新市建設計画 2006,1-47. <http://www.city.onomichi.hiroshima.jp/profile/gappei/onoin/katsudou> (2013 年 3 月 4 日アクセス)
- (23) 株式会社三菱総合研究所. 中央果実基金調査資料 平成 22 年度 (財) 中央果実生産出荷安定基金協会委託事業 果物の消費増進に関する調査・分析事業報告書 2011;214:1-137.
- (24) 財団法人食品産業センター. 日本型ミールソリューション展望. 東京: (財) 食品産業センター, 1998, 52-253.
- (25) 財団法人食品産業センター. 豊かな食の実現に向けたマーケティング戦略. 東京: (財) 食品産業センター, 2000,30-79.
- (26) 厚生労働省 平成 23 年国民健康・栄養調査. 食生活・運動に関する状況. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/h23-houkoku.html> (2013 年 8 月 28 日アクセス)
- (27) Dwyer T, Ponsonby AL, Ukoumunne OC, Pezic A, Venn A, Dunstan D, Barr E, Blair S, Cochrane J, Zimmet P, Shaw J. Association of change in daily step count over five years with insulin sensitivity and adiposity: population based cohort study. BMJ 2011;342:c7249.
- (28) 清水弘行. 女性厚生労働省「健康づくりのための身体活動基準 2013」及び「健康づくりのための身体活動指針 (アクティブガイド)」<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple.html> (2013 年 8 月 26 日アクセス)
- (29) 肥満の成因, 特に性ホルモンと肥満の基礎的検討. 肥満研究 2002;18:14-18.
- (30) Janssen I, Powell LH, Crawford S, Lasley B, Sutton-Tyrrel K. Menopause and the metabolic syndrome: the study of Women's Health Across the Nation. Arch Intern Med 2008;168:1568-1575.
- (31) 船橋 徹. アディポネクチン. 東京. 日本臨床 2003;61:329-340.
- (32) 宮本恵宏. 循環器疾患の炎症マーカー (高感度 CRP とアディポネクチン). 生物試料分析 2009;32:121-126.
- (33) 佐藤哲子, 小川佳宏. 肥満合併糖尿病患者における動脈硬化症の指標としてのレプチン / アディポネクチン比について. Arterial Stiffness 2005;8:1346.
- (34) 若槻明彦, 永田行博編. 中高年女性の脂質代謝. 中高年女性医学入門. 東京: 医薬ジャーナル社, 2003,68-77.
- (35) 森谷敏夫. 生活習慣病における運動療法の役割. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌 2006;25:361-368.
- (36) 森谷敏夫, 津田謹輔, 林達也編. 運動による自律神経活動の賦活とその生理学的意義. 糖尿病の食事・運動療法. 東京: 文光堂, 2007,162-168.
- (37) ウィリアム・F. ギャノン, 星猛, 林秀生, 菅野富夫. 医科生理学展. 東京: 丸善株式会社, 1996,447-480, 527-532.
- (38) Jéquier E. Body weight regulation in humans: The importance of nutrient balance. News Physiol Sci 1993;8:273-276.
- (39) Bray GA. Obesity, a disorder of nutrient partitioning: The MONA LISA hypothesis. J Nutrition 1991;1:1146-1162.