

閉経前および閉経後の中高齢女性における生活習慣と 体組成, 体力, 骨密度の比較

浅井 英典¹⁾

Comparison of daily activities, body composition, physical fitness,
and bone mineral density with pre- and post-menopausal women.

Hidenori Asai¹

Abstract

This study was carried out to investigate differences and relationships of body composition, physical fitness, bone mineral density (BMD), blood components, and food ingestion in pre- and postmenopausal women. The subjects were 53 premenopausal women (38.5±4.3yr) and 52 postmenopausal women (61.1±4.5yr) living in matsuyama city. Their BMD of lumbar spine (L₂~L₄), femoral neck and calcaneus were measured by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA).

BMI, waist/hip ratio and %Fat for postmenopausal women were significantly greater than those of premenopausal women. In premenopausal women, grip strength, stepping, one leg balance with eyes closed, $\dot{V}O_2\max$ and 3-sites BMD were significantly greater than those of postmenopausal women. There were no differences in maximal isometric leg strength, whole body reaction time, standing trunk flexion and average daily walking steps between the both groups. Blood sugar, triglyceride, total-cholesterol, LDL-cholesterol, ALP, bone-ALP for postmenopausal women were significantly higher than those observed in premenopausal women, but no difference of HDL-cholesterol in both groups.

$\dot{V}O_2\max$ significantly correlated with the maximal isometric leg strength, the BMD of femoral neck and calcaneus in postmenopausal women. Significant correlations were found between $\dot{V}O_2\max$ and the maximal isometric leg strength, the BMD of calcaneus in premenopausal women.

These results suggest that ordinary walking does not prevent the loss of BMD, while it maintains of the muscular function of lower limbs, and it is possible to improve aerobic function in postmenopausal women.

Key words : menopause, daily activity, body composition, physical fitness, bone mineral density

キーワード：閉経, 日常生活活動量, 体組成, 体力,
骨密度

65歳以上の高齢者の総人口に占める割合の増加に伴い, 平成12年度から介護保険制度が実施に移されることとなった。その背景の1つとして, 我が国における急速な高齢化に伴う要介護者数の増加に対して, 家庭での対応やこれまでの社会的施策が追いつかなくなったことが挙げられる。そして, 要介護者に対しても彼

らに残された身体的および精神的機能を活用することによって, 可能な範囲内で自立することが求められている。

一方, 現在自立生活を送っている高齢者においては, 介護を必要としない身体的および精神的状況を極力維持していくことが重要であり, これは社会的要請でもある。高齢者における抑うつ度が, 高次の生活活動能力と密接に関連しており, QOLの低下を防ぐためにも身体機能や活動能力の維持・増進の必要性が指

1) 愛媛大学教育学部
〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番

1. Faculty of Education, Ehime University,
Bunkyo-cho 3, Matsuyama-shi, Ehime, 〒790-8577,
Japan

摘されている¹⁵⁾。また一方で、中高齢者の健康への関心が高まり、積極的にスポーツ教室などに参加する人口も増えつつある。これに伴って、高齢者の体力やその他の要因に及ぼす運動習慣などの影響について、縦断的あるいは横断的調査・測定が多数なされている^{9, 11, 13, 16, 17, 24, 25)}。

中高齢者においては退行性骨粗鬆症の発生が増加しているが、その約80%は女性である。その主因として、閉経後のエストロゲンの急激な低下が挙げられているが、この他に栄養素摂取状況²⁶⁾や身体活動量などが密接に関係していることは既知のことである。閉経後の女性にanaerobic threshold以上あるいは60% $\dot{V}O_{2max}$ 以上の強度で、30~60分間、1週間に2~3回の頻度で歩行運動を長時間にわたって実践させることによって、骨密度が有意に増加したり^{3, 6, 14, 19)}、逆に改善が認められなかったとする報告²⁾がなされている。このように骨密度の増減は、歩行運動の強度、時間、頻度やその他の要因の影響を受け、必ずしも同様な結果が得られていない。そして、前述の結果は、閉経後の女性に対して介入的に指導を行い、その効果を追跡調査したものであり、閉経後の女性と閉経前の女性について、骨密度、体力、栄養素等摂取状況など幅広い観点から比較検討した研究は非常に少ない⁷⁾。また、骨密度に関しては、運動によって測定部位で効果が異なることも示されており¹⁴⁾、腰椎、大腿骨頸部、および踵骨の骨密度から総合的に検討することも必要であると思われる。

以上のことから本研究においては、閉経前の成人女性と閉経後の中高齢女性の形態、骨密度、体力要素、血液成分、栄養素等摂取状況などの調査・測定を行い、両者の相違を比較するとともに、これらの項目の関連性を多面的に検討することを目的とする。

測定方法

1. 被験者

松山市に在住の閉経後5年以上を経過した中高齢女性52名(年齢 61.1 ± 4.5 歳:中高齢群)および閉経前の成人女性53名(年齢 38.5 ± 4.3 歳:成人群)を被験者とした。日常生活状況を聞き取りで調査したところ、中高齢群は、全員が既婚者であり、そのうち6名が夫と死別し、平均同居人数は2.9名であった。また、彼らは日常生活においてボランティア活動や様々なサークル活動などに積極的に参加し、歩行などに時間を費やしている者が多かったが、定期的な運動習慣を有している者は極く僅かであった。一方、成人群は6名が未婚者で、平均同居人数は4.1名であった。彼らは、家

庭で専ら育児をしている者や座業的な職業に就いている者がほとんどであり、中高齢群と同様に運動習慣を有している者は極く僅かであった。

2. 形態測定

形態に関する項目として身長、体重、栄研式皮下脂肪厚計を用いた身体6カ所の皮下脂肪厚(上腕背部、肩甲骨下縁、腋下部、腰部、腹部、大腿部)、周径囲(上腕囲、腰囲、臀囲、大腿囲)およびインピーダンス法による体脂肪率(タニタ社製体内脂肪計TBF/102)を測定した。これらの測定値からBMI(Body Mass Index)、肥満度およびウエスト/ヒップ比(W/H比)を求めた。

3. 体力測定

体力測定項目として、以下の項目の測定を行なった。

- 1) 握力: 握力計(竹井機器社製グリップ-D)を用いて、左右交互に2回ずつ測定し、それぞれの大きい方の値を平均した。
- 2) 膝伸展筋群による最大等尺性脚筋力: フォースプレート(AMTI社製 MODEL OR 6-6-2000, 定格容量 $F_x \cdot F_y 4450N$, $F_z 8900N$, 非直線性0.4%)を垂直に固定して、被験者は長座姿勢をとり片足の足底をフォースプレートにつけ、最大努力で等尺的に膝関節伸展筋群を収縮させた。左右それぞれ2回ずつ行い、大きい値を左右の最大等尺性脚筋力とした。
- 3) 反応開始時間および全身反応時間: フォースプレート上に膝関節を軽く屈曲して立ち、LEDの発光を光刺激として、フォースプレートから跳び離れた。光刺激の発生から脚筋群の収縮によるフォースプレートへの加圧開始までの時間を反応開始時間として計測した。また、光刺激を認識して足がフォースプレートから離れるまでに要した時間を全身反応時間として計測した。5回実施し、平均値を求めた。
- 4) ステッピング: 被験者は椅子に座り、フォースプレート上に両足をのせ、検者の合図で12秒間出来る限り素早く足を交互に踏み換えた。合図開始から10秒間で踏み換えられた回数を計測した。
- 5) 閉眼片足立ち: 被験者は、両手を腰に当て、利き足を支持足にして、他の足を上げ床から離れた。目を閉じた時点から支持足の位置がずれた時、手が腰から離れた時、支持足以外の身体他の部分が床についた時、あるいは目を開いた時のいずれかが生じた時点までの時間を計測した。

- 6) 立位体前屈：台上で両踵を接触させて直立し、膝関節を伸展したまま反動をつけずに前屈させ、台上から指先までの距離を計測した。
- 7) 最大酸素摂取量：自転車エルゴメータ (Monark社製) を用いて、5分間の安静の後、25Wの負荷を3分間課し、これ以後3分間毎に25Wずつ負荷を漸増させて、12分間の運動を実施した。被験者の体力および疲労状況によっては、さらに同様の負荷の増加量で運動を続けた。運動中、胸部双極誘導法によって心電図を導出し、1分間あたりの心拍数を計測した。さらに、呼気ガス分析器 (ミナト社製 エアロモニター AE-280) を用いて運動中の酸素摂取量を breath by breath 法で測定した。各運動負荷終了前30秒間の心拍数と酸素摂取量から一次回帰式を求め、その式に年齢から予測される最高心拍数を代入して最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) を推測した。
- 8) 平均歩数：ペドメータ (秦運動具工業社製 マイ・カロリー-EC-500) を被験者全員に配布し、測定実施以前の1週間の歩数を記録し、1日あたりの平均歩数を算出した。

4. 骨密度測定

ALOKA社製DCS3000を用いて、DXA法によって腰椎 (L2-4)、大腿骨頸部、および踵骨の骨密度を測定した。

5. 血液学的検査

被験者には、採血の前日には激しい運動を控え、21時以降は食物を摂らずに入室するように依頼した。座位安静後、肘静脈より採血した。採取された血液について、血糖 (BS)、中性脂肪 (TG)、総コレステロール (TC)、HDLコレステロール (HDL-C)、LDLコレステロール (LDL-C)、アルカリフォスファターゼ (ALP) および骨由来アルカリフォスファターゼ (Bone-ALP) の分析を行った。これらの血液学的検査は、愛媛県健康増進センターに委託した。

6. 栄養素等摂取量調査

食事調査票を全員に配布し、平日の連続した2日間に関食も含めて摂取したすべての食事内容を料理名、食品名、目安量、および可食重量についてそれぞれ記入するように依頼した。その記録から1日当たりの平均食品群別摂取量および栄養素等摂取量を計算した。また、毎日の自由時間や歩行の頻度などについての質問紙に記入を依頼した。

7. 統計処理

各測定項目の両群間の比較には、対応のないt検定を、項目間の対応関係はPearsonの相関係数を用いて検討を行なった。形態、体力、骨密度に関する測定項目の重回帰分析はステップワイズ法を用いた。なお、統計的有意水準は5%とした。

研究結果

1. 形態・体力・骨密度

全被験者の年齢とBMI ($r=0.315$, $p<0.01$)、体脂肪率 ($r=0.246$, $p<0.05$)、腰囲 ($r=0.419$, $p<0.01$)、W/H比 ($r=0.644$, $p<0.01$)、大腿囲 ($r=-0.237$, $p<0.05$) との間にそれぞれ有意な相関関係が見られた。同様に加齢とともに $\dot{V}O_{2max}$ ($r=-0.391$, $p<0.01$)、腰椎骨密度 ($r=-0.669$, $p<0.01$)、大腿骨頸部骨密度 ($r=-0.591$, $p<0.01$)、踵骨骨密度 ($r=-0.605$, $p<0.01$) は低下し、ALP ($r=0.596$, $p<0.01$)、Bone-ALP ($r=0.437$, $p<0.01$)、中性脂肪 ($r=0.337$, $p<0.01$)、総コレステロール ($r=0.323$, $p<0.01$) は増加する傾向が見られた。

体重には両群間で差はなかったが、BMIおよび肥満度は、成人群に比べて中高齢群の方が有意に高い値を示した ($p<0.01$)。また、中高齢群の体脂肪率および皮下脂肪厚合計も中高齢群が有意に高かった。上腕囲および腰囲は中高齢群が有意に大きく、臂囲に差が見られなかったため、W/H比は0.94および0.85で中高齢群が有意に高かった ($p<0.001$)。大腿囲は逆に成人群が有意に大きかった (表1)。

握力、ステップング、閉眼片足立ちおよび $\dot{V}O_{2max}$ は成人群の方が有意に高い値を示した ($p<0.001$)。これに対して、最大等尺性脚筋力、反応開始時間、全身反応時間、立位体前屈および平均歩数には両群間に相違は見られなかった (表2)。

DXA法によって測定した腰椎骨密度は中高齢群および成人群でそれぞれ 0.854g/cm^2 および 1.148g/cm^2 であり、大腿骨頸部の骨密度は 0.715g/cm^2 および 0.895g/cm^2 であり、両測定項目とも中高齢群の方が有意に低い値を示した ($p<0.001$)。また、踵骨骨密度も成人群 (0.591g/cm^2) に比べて中高齢群 (0.453g/cm^2) の方が有意に低値であった ($p<0.001$) (表3)。

2. 血液生化学的指標

HDL-Cは両群間で相違は見られなかったが、BS、TG、TC、LDL-C、ALP、およびBone-ALPにおいては、いずれも中高齢群の方が高い結果を示していた (表4)。

表1. 中高年齢群および成人の身体的特性

		中高年齢群	成人	t-test
年齢	yr	61.1 ± 4.5	38.5 ± 4.3	-
身長	cm	151.1 ± 5.8	158.1 ± 5.1	-
体重	kg	52.4 ± 9.0	52.5 ± 6.2	ns
肥満度	%	4.7 ± 16.8	-4.1 ± 11.5	p<0.01
BMI	kg/m ²	23.0 ± 3.7	21.1 ± 2.5	p<0.01
体脂肪率	%	27.7 ± 5.9	25.0 ± 4.7	p<0.05
皮下脂肪厚合計	mm	172.9 ± 53.5	146.5 ± 42.8	p<0.01
上腕囲	mm	25.9 ± 2.9	24.5 ± 2.1	p<0.01
腰囲	mm	72.6 ± 7.5	66.6 ± 5.5	p<0.001
臀囲	mm	89.1 ± 6.0	88.8 ± 4.5	ns
ウエスト/ヒップ比		0.94 ± 0.06	0.85 ± 0.05	p<0.001
大腿囲	mm	23.3 ± 9.1	27.1 ± 6.2	p<0.05

BMI: Body Mass Index (体重(kg)/身長²(m))

表2. 中高年齢群および成人の体力測定結果

		中高年齢群	成人	t-test
握力	N	243.2 ± 37.3	280.5 ± 34.3	p<0.001
右最大等尺性脚筋力	N	905.2 ± 285.4	914.0 ± 240.3	ns
左最大等尺性脚筋力	N	898.3 ± 260.9	927.7 ± 225.6	ns
反応開始時間	msec	194 ± 19	199 ± 30	ns
全身反応時間	msec	431 ± 41	421 ± 46	ns
ステップング	times	90.4 ± 11.1	104.6 ± 11.0	p<0.001
閉眼片足立ち	sec	16.4 ± 24.8	43.4 ± 46.7	p<0.001
立位体前屈	cm	11.2 ± 7.1	11.1 ± 8.0	ns
最大酸素摂取量	l/min	1.73 ± 0.43	2.00 ± 0.34	p<0.001
体重あたり最大酸素摂取量	ml/kg/min	33.1 ± 7.6	28.2 ± 5.8	p<0.001
平均歩数	steps/day	8091 ± 3588	7608 ± 2473	ns

表3. 中高年齢群および成人の骨密度測定結果

		中高年齢群	成人	t-test
腰椎骨密度	g/cm ²	0.854 ± 0.147	1.148 ± 0.131	p<0.001
大腿骨頸部骨密度	g/cm ²	0.715 ± 0.117	0.895 ± 0.128	p<0.001
踵骨骨密度	g/cm ²	0.453 ± 0.083	0.591 ± 0.088	p<0.001

3. 栄養素等摂取量調査および日常生活状況

タンパク質あるいはカルシウムを多く含む食品の摂取量を表5に示した。大豆および乳製品、小魚類、海藻類および緑黄色野菜の摂取量には、両群に明らかな相違は見られなかった。肉類は成人の方が、そして魚介類、牛乳および緑黄色野菜以外の野菜の摂取量は中高年齢の方が有意に多かった。また、前述の食品別摂取量から計算した各栄養素の摂取量を表6に示した。全摂取エネルギー量および脂肪は有意に成人の方が多く、タンパク質および糖質に両群間で差は見られなかった。カルシウム、リンおよびカリウムはすべ

て中高年齢が有意に高かったが、ビタミンDに差は見られなかった。

平日の自由時間が、2時間未満、2～4時間および4時間以上と答えたものは、中高年齢では、それぞれ12.8%、27.7%および55.3%であり、成人では12.5%、37.5%および48.2%であった。また、屋外で歩行を「頻繁に行っている」と「頻繁に行っていない」と答えた者は、中高年齢で59.6%と38.3%であったのに対し、成人では5.4%と91.1%であった。

表4. 中高齢群および成人群の血液成分分析結果

		中高齢群	成人群	t-test
血糖	mg/dl	98.0±10.9	93.2± 9.0	p<0.05
中性脂肪	mg/dl	91.5±39.8	69.2±35.1	p<0.05
総コレステロール	mg/dl	230.1±35.6	207.6±32.3	p<0.01
HDL-コレステロール	mg/dl	65.9±14.6	68.2±15.3	ns
LDL-コレステロール	mg/dl	145.8±33.4	125.5±27.7	p<0.01
ALP	IU/dl	196.0±60.0	117.6±25.1	p<0.001
Bone-ALP	IU/dl	69.0±36.8	40.7±14.9	p<0.001

表5. 中高齢群および成人群のタンパク質あるいはカルシウムを含む食品群別摂取量

		中高齢群	成人群	t-test
大豆	g	81.7± 62.7	65.4± 56.7	ns
魚介類	g	103.8± 71.4	76.6± 53.8	p<0.05
肉類	g	49.0± 45.7	83.9± 54.1	p<0.001
牛乳	g	175.1±130.4	112.7±122.1	p<0.05
乳製品	g	41.3± 66.0	36.6± 68.7	ns
小魚類	g	7.4± 14.2	5.6± 13.4	ns
海藻類	g	4.0± 4.6	3.5± 3.8	ns
緑黄色野菜	g	87.2± 68.5	85.2± 77.7	ns
その他の野菜	g	231.0±117.4	177.1± 95.5	p<0.05

表6. 中高齢群および成人群の栄養素等摂取量

		中高齢群	成人群	t-test
全摂取エネルギー量	kcal	1905.0±337.0	2060.0±405.0	p<0.05
タンパク質	g	82.4± 17.2	80.3± 17.5	ns
脂肪	g	52.9± 15.9	70.3± 19.3	p<0.001
動物性脂肪	g	22.4± 10.8	28.8± 13.3	p<0.01
植物性脂肪	g	24.1± 9.6	36.3± 14.0	p<0.001
糖質	g	266.9± 55.0	264.4± 66.7	ns
カルシウム	mg	729.0±215.2	581.5±222.5	p<0.001
リン	mg	1309.0±250.0	1202.0±284.0	p<0.05
カリウム	mg	3114.0±817.0	2699.0±742.0	p<0.01
ビタミンD	IU	127.9±149.7	94.6±123.9	ns

4. 測定項目間の関連

中高齢群においては, $\dot{V}O_{2max}$ と大腿骨頸部骨密度 ($r=0.333$ $p<0.05$), 踵骨骨密度 ($r=0.464$ $p<0.01$), 右・左最大等尺性脚筋力 ($r=0.565$ $p<0.01$, $r=0.538$ $p<0.01$) とはそれぞれ有意な相関関係が見られた。また, 成人群でも $\dot{V}O_{2max}$ と踵骨骨密度 ($r=0.352$ $p<0.05$) および右・左最大等尺性脚筋力 ($r=0.316$ $p<0.05$, $r=0.362$ $p<0.05$) との間には有意な相関関係が見られた。 $\dot{V}O_{2max}$ と各測定項目との重回帰分析の結果, 回帰係数が有意であったのは, 中高齢群では右最大等尺性脚筋力と大腿骨頸部骨密度であり, 以下の式を得た。 $\dot{V}O_{2max}$ (l/min) =

$1.506 \times \text{大腿骨頸部骨密度 (g/cm}^2) + 0.001 \times \text{右最大等尺性脚筋力 (N)}$ ($r=0.777$, $p<0.001$)

また, 右最大等尺性脚筋力のかわりに左最大等尺性脚筋力でも同様な結果が得られた。

考 察

閉経前および閉経後の中高齢女性を対象にして形態, 体力, 骨密度, 血液成分, 栄養素等摂取などの調査・測定を実施した。中高齢群と成人群のBMIおよび体脂肪率は, 既に報告されている同年代の値と同様であった¹⁰⁾。全被験者において, 年齢に対するBMI, 体

脂肪率の有意な相関は加齢に伴う体脂肪量の増加を示した。閉経前に比べて閉経後の女性の脂肪量は20%程度多いことが報告¹⁰⁾されているが、本研究では両群間で差は見られず、中高齢群の方が10.6%程度多いだけであった。さらに、腰囲は加齢とともに増加し、臀囲は両群間で変化がなかったことから、W/H比が加齢とともに有意に増加した。逆に大腿囲が有意に低下していたことから、体幹への脂肪の蓄積傾向が認められた。女性においてはW/H比が0.8~0.85以上の場合、上半身肥満と判定されるが、成人群では0.85、中高齢群では0.94で、特に中高齢群で上半身肥満の傾向が強く見られた。このことは、閉経前に比べて閉経後の女性の中枢部位に存在する脂肪量が多く、年齢が全脂肪量に対する腹部脂肪量の比率と高い相関があることを報告したSvendson et al.²²⁾の結果と一致していた。

中高齢群の握力、全身反応時間および閉眼片足立ちは、同年代について報告されている結果^{18, 23)}と同様であったが、 $\dot{V}O_2\max$ は本研究の方が明らかに高い値であった。一方、成人群の握力は同年齢の値と同様で、全身反応時間および閉眼片足立ちは低値であったが、 $\dot{V}O_2\max$ は高い傾向にあった。加齢に伴う体力の低下は周知のことであるが¹¹⁾、中¹²⁾は、筋力、上・下肢の敏捷性、柔軟性および平衡性は加齢に伴い低下し、その中でも特に筋力と平衡性の低下が著しいことを報告している。本研究では、両群間で年齢に23歳の違いがあったにもかかわらず、中高齢群の膝伸展筋群によって発揮された最大等尺性脚筋力、反応開始時間、全身反応時間および立位体前屈には成人群と比較しても相違が認められなかった(表2参照)。出村ら¹⁴⁾は、加齢と運動量の低下が体力の低下を引き起こしており、これを阻止することは難しいが、運動の実践によってこの低下の遅延をさせることは可能であるとしている。中高齢群に属する被験者は、半数以上の者が4時間以上の自由時間を有し、約60%の者が頻繁に歩行運動を行っていた。また、同年代の中高齢者に比べて、積極的にボランティア活動などで外出することが多く、それに伴う身体活動量も多い傾向にあった。1日あたりに平均して8,000歩以上歩いており、成人群と有意な差は無いものの、このような身体活動量の多さによって、下肢筋機能の低下が軽減あるいは防止され、結果的に成人群と同等の筋力値を有していたことが推測される。

女性の骨密度は、20歳代で最大値に至り、これ以降は徐々に下降していき、閉経後にエストロゲンの分泌量の低下が主因となって急激に減少していくことが明らかになっている^{21, 26)}。中高年女性の有経者と閉経者の腰椎骨密度が年齢とともに低下することが報告され

ており⁹⁾、本研究の全被験者の年齢と3部位の骨密度には有意な負の相関があった。本研究の閉経後5年以上経過した中高齢群の腰椎、大腿骨頸部、および踵骨骨密度は、いずれも成人群のそれらに比べて有意に低値であり、成人群のそれぞれ74.4、80.0、および76.6%に相当していた(表3参照)。定期的な運動の実施が骨密度に及ぼす影響について検討を行った研究は数多くあるが、運動の強度、実施頻度、継続期間、運動の種類など様々な要因が組み合わされて関係してくるため、その結果は必ずしも一致していない。

Cavanaugh and Cann²¹⁾は、閉経後の高齢者に最高心拍数の60~85%の強度で、15~40分間、週3回の頻度で52週間にわたって歩行運動を実施させたが、腰椎骨密度の低下を防ぐことができなかったと報告している。これとは逆に週2回、1時間の運動を8ヵ月間実施したり、AT以上の強度で7ヵ月間あるいは、70~90% $\dot{V}O_2\max$ の強度で22ヵ月間にわたって歩行やジョギングを行なったことで閉経後の腰椎骨密度が有意に増加したことが示されている^{3, 6, 9)}。また1年間の歩行運動では腰椎骨密度は低下し、大腿骨頸部のそれには変化がなかったのに対して、バドミントンを実施したことで大腿骨頸部の骨密度には有意な増加が認められたことも報告されている²³⁾。

一方、骨芽細胞でALPは高い酵素活性を示すため、骨代謝マーカーとして利用されている。このマーカーは骨の代謝回転の程度を把握する指標とされており、閉経前の女性に比べて閉経後では骨代謝マーカーが増加し、高代謝回転の状態にあることが指摘されている¹²⁾。本研究でも成人群に比べて中高齢群のALP値は有意に高く、これと同様の結果が得られた。また、ALPは骨芽細胞以外の組織にも存在するため、Bone-ALPが一層骨の代謝状態を反映するマーカーとして利用されるようになってきた。このマーカーも中高齢群で有意に高く、閉経に伴う骨代謝が積極的に行われていたと考えられる。

本研究においては、前述のように両群間で平均歩数、下肢筋機能に相違が見られず、体重も同等であったため、日常生活における骨への物理的刺激に大きな違いがないことが推測された。特に中高齢群は積極的に歩行を行っていたことから、骨密度に望ましい効果を与えていることが予想された。しかし、前述のような先行研究でも明らかのように、意図的に中等度あるいはそれ以上の強度で運動を行わなければ骨密度に改善が望めないことは明らかである。したがって、本研究の被験者が行っていた通常歩行のような運動強度では、閉経に伴うエストロゲンの分泌量の低下に起因した骨形成の抑制、あるいは骨形成速度に対する骨吸収

速度の増加などの因子の方が強く作用していたため、成人群より有意に中高齢群の骨密度が低く、その低下を防ぐまでに至っていないと推測される。

また、骨粗鬆症の診断基準項目の中には血液中のカルシウムやリンがある。骨密度の大小に関与する栄養因子としてのカルシウムとリンは、食事調査の結果、中高齢群では、魚介類、牛乳、および野菜から多く摂取していた（表5参照）。その結果、これらの1日当たりの摂取量は、成人群に比べて有意に中高齢群が多いことが認められている（表6参照）。厚生省が薦めるカルシウムの日本人1日当たりの必要所要量は600mgであり、両群ともこのレベルを越えた量を摂っていた。しかし、加齢に伴いカルシウムの腸管からの吸収が低下するため、高齢者においては一層多くのカルシウム摂取が必要とされる。DeSouza et al.⁵⁾は、65歳以上の女性では体内のカルシウムバランスの平衡をプラスに保つためには、1日当たり約850mgの摂取が必要であるとしている。この報告から本研究結果を考慮すれば、中高齢群においては、1日当たり600mgを越えて、成人群より多くのカルシウムを摂っていたが、骨密度を維持するには不十分であった可能性もある。体内に取り込まれたビタミンDは、活性型ビタミンDに転換され、腸管からのカルシウムの吸収に強く作用することが知られている。ビタミンDは様々な食品に含まれるが、今回の結果では有意な違いは認められなかった。

肥満傾向にある中高齢女性の値²⁰⁾に比べて、本研究の中高齢群のTGとTCは低く、HDL-Cは高い傾向にあった。さらに、HDL-Cを除いて、BS, TG, TC, およびLDL-Cは、成人群に比べて中高齢群で有意に高値を示していた。このことは、加齢に伴うTCとLDL-Cの増加傾向やHDL-Cに年齢差が無いとした報告²¹⁾と同様の結果であった。

本研究の中高齢群においては、 $\dot{V}O_2\max$ と大腿骨頸部骨密度、踵骨骨密度、左右最大等尺性脚筋力とはそれぞれ有意な相関関係が見られ、成人群でも $\dot{V}O_2\max$ と踵骨骨密度および左右最大等尺性脚筋力の間に有意な相関関係が見られた。佐藤ら¹⁷⁾は、中高齢者では形態面よりも身体の機能面が健康度には重要であり、筋力や平衡性の他に全身持久力と筋持久力が重要であることを指摘している。本研究においては $\dot{V}O_2\max$ に影響を与える要因として、特に中高齢群においては最大等尺性脚筋力と大腿骨頸部骨密度が密接に関係する事が示された。中高齢者が日常生活で積極的に歩行運動をはじめとする様々な身体活動を実施することで、有酸素的持久能力の低下の軽減あるいは維持・増進がなされることや²⁰⁾、下肢の筋機能にも改善が見られるこ

とが報告されている¹⁾。また、 $\dot{V}O_2\max$ が平均骨密度の増加に伴って高くなる傾向が見られ、特に脚に関連した骨密度との間で相関が高く、逆に体幹の骨密度との間の相関は低かったことが示されており²⁰⁾、本研究の結果と一致するものであった。このようなことから歩行などによって身体活動量を高いレベルで維持することは、効果的な刺激を下肢の筋群や骨に与えることになり、ひいては全身の有酸素能力の改善が促されていくことが推測される。

以上のことから、閉経後の中高齢女性においては、歩行の実施などによって日常生活における身体活動量を確保することは、骨密度の低下を予防するまでには至らないが、下肢の筋機能を維持する上では有効であり、全身持久力が改善される可能性があることも示唆された。

要 約

閉経者と有経者を対象にして、形態、体力、骨密度、血液成分、栄養素等摂取に関する調査・測定を実施し、両者の相違を比較するとともに、各項目間の関連性についても検討することを目的とした。

1. 松山市に在住の閉経後5年以上を経過した中高齢女性52名(61.1歳)および閉経前の成人女性53名(38.5歳)を被験者とした。
2. この2群について、形態(身長、体重、BMI、肥満度、周径囲および体脂肪率)、体力(握力、膝伸展筋群による最大等尺性脚筋力、反応開始時間および全身反応時間、ステップング、閉眼片足立ち、立位体前屈および $\dot{V}O_2\max$)、平均歩数、骨密度(腰椎、大腿骨頸部および踵骨)、血液成分および栄養素等摂取量を比較した。
3. BMI, W/H比および体脂肪率は、成人群に比べて中高齢群の方が有意に高い値を示した($p < 0.01$)。
4. 握力、ステップング、閉眼片足立ち、 $\dot{V}O_2\max$ は成人群の方が有意に高い値を示した($p < 0.001$)。膝伸展筋群によって発揮された最大等尺性脚筋力、反応開始時間、全身反応時間、立位体前屈、および平均歩数には両群間には相違は見られなかった。
5. 腰椎、大腿骨頸部、踵骨骨密度はいずれも成人群に比べて中高齢群の方が有意に低値であった($p < 0.001$)。
6. HDL-Cは両群間で相違は見られなかったが、BS, TG, TC, LDL-C, ALP, およびBone-ALPにおいては、いずれも中高齢群の方が高い結果を示していた。

7. 魚介類, 牛乳, および緑黄色野菜以外の野菜の摂取量は中高年齢群の方が, 肉類は成人群の方が有意に多かった。
8. 中高年齢群では $\dot{V}O_2\max$ と大腿骨頸部骨密度, 踵骨骨密度, 左右最大等尺性脚筋力とはそれぞれ有意な相関関係が見られ, 成人群でも $\dot{V}O_2\max$ と踵骨骨密度および左右最大等尺性脚筋力の間に有意な相関関係が見られた。

以上のことから, 閉経後の中高年齢女性においては, 歩行の実施などによって日常生活における身体活動量を確保することは, 骨密度の低下を予防するまでには至らないが, 下肢の筋機能を維持する上では有効であり, 全身持久力が改善される可能性があることも示唆された。

引用文献

1. 浅井英典, 新開省二, 井門恵理子 (1997) 施設入所老人のQOLの改善に向けた体力医学的介入研究. (財) 明治生命厚生事業団第12回健康医科学研究助成論文集 12: 1-9.
2. Cavanaugh, D.J. and Cann, C.E. (1988) Brisk walking does not stop bone loss in postmenopausal women. *Bone* 9: 201-204.
3. Dalsky, G.P., Stocke, K.S., Ehsani, A.A., Slatopolsky, E., Lee, W.C., and Birge, S.J. (1988) Weight-bearing exercise training and lumbar mineral content in postmenopausal women. *Annals of Internal Medicine* 108: 824-828.
4. 出村慎一, 春日晃章, 松沢甚三郎, 郷司文男 (1998) 女性高齢者の基礎体力と健康状態, 日常生活活動, 及び食生活の関係. *体力科学* 47: 231-244.
5. DeSouza, A.C., Nakamura, T., Stergiopoulos, K., Shiraki, M., Ouchi, Y., and Orimo, H. (1991) Calcium requirement in elderly Japanese women. *Gerontology* 37(suppl 1): 43-47.
6. Hatori, M., Hasegawa, A., Adachi, H., Shinozaki, A., Hayashi, R., Okano, H., Mizunuma, H., and Murata, K. (1993) The effects of walking at the anaerobic threshold level on vertebral bone loss in postmenopausal women. *Calcif. Tissue Int.* 52: 411-414.
7. 伊木雅之, 梶田悦子, 斎藤幸江 (1996) 骨粗鬆症の予防に最も効果的な運動処方決定に関する研究. *体力研究* 91: 58-66.
8. 梶田悦子, 伊木雅之, 飛田芳江, 三田村純枝, 日下幸則, 緒方昭, 寺本路夫, 土田千賀, 山本和高, 石井靖 (1995) 中高年女性の腰椎骨密度とそれに影響する要因 (第3報) 有経者と閉経者別にみた体力指標及びLifestyle要因と骨密度との関係. *日本衛生学雑誌* 50: 893-900.
9. Krolner, B., Toft, B., Nielsen, S.P., and Tondevold, E. (1983) Physical exercise as prophylaxis against involuntarily vertebral bone loss: a controlled trial. *Clinical Science* 64: 541-546.
10. Ley, C. L., Lees, B., Stevenson, J. C. (1992) Sex- and menopause-associated changes in body fat distribution. *Am. J. Clin. Nutr.* 55: 950-954.
11. 南雅樹, 出村慎一, 佐藤進, 春日晃章, 松沢甚三郎, 郷司文男 (1998) 高齢期における形態及び体力要因の変化とその性差. *体力科学* 47: 601-616.
12. 松本俊夫 (1994) 骨粗鬆症の生化学的診断: クリニカルマーカー. *Molecular Medicine* 31: 744-749.
13. 中比呂志, 出村慎一, 松沢甚三郎 (1997) 高齢者における体格・体力の加齢に伴う変化及びその性差. *体育学研究* 42: 84-96.
14. Nelson, M. E., Fisher, E. C., Dilmanian, F. A., Dallal, G. E., and Evans, W. J. (1991) A 1-y walking program and increased dietary calcium in postmenopausal women: effects on bone¹⁻⁴. *Am.J.Clin.Nutr.* 53: 1304-1311.
15. 長田久雄, 柴田博, 芳賀博, 安村誠司 (1995) 後期高齢者の抑うつ状態と関連する身体機能および生活活動能力. *日本衛生学雑誌* 42: 897-909.
16. Rogers, M.A., Hagberg, J.M., Martin, W.H., Ehsani, A.A., and Holloszy, J.O. (1990) Decline in $\dot{V}O_2\max$ with aging in master athletes and sedentary men. *J.Appl.Physiol.* 68: 2195-2199.
17. 佐藤敏郎, 村瀬智彦, 藤井輝明, 岩尾智, 小林由樹, 佐藤祐造 (1996) 中高年者における健康と体力の関係. *体力科学* 45: 357-364.
18. 佐藤敏郎, 村瀬智彦, 小林由樹 (1998) 中高年女性における健康と体力との関係及び各体力構成要素の貢献度. *体力科学* 47: 411-420.
19. Simkin, A., Ayalon, J., and Leichter (1987) Increased Trabecular bone density due to bone-loading exercise in postmenopausal osteoporotic women. *Calcif. Tissue Int.* 40: 59-63.
20. 鈴木石松, 永谷照男, 町田望, 陳全寿, 伊藤朗 (1996) 長期トレーニングが中高年肥満傾向者の

- 体格, 循環機能及び血清脂質に及ぼす影響.
日本衛生学雑誌 50:1047-1056.
21. 鈴木政登, 清水桃子, 河辺典子, 高尾匡, 町田勝彦, 川上憲司 (1996) 健康女性の最大酸素摂取量, 血清脂質, 体組成, 骨密度の加齢変化および習慣的運動の影響. 体力科学 45:329-344.
22. Svendsen, O.L., Hassager, C., and Christiansen, C. (1995) Age- and menopause-associated variations in body composition and fat distribution in healthy women as measured by dual-energy X-ray absorptiometry. *Metabolism, Clinical and Experimental* 44:369-373.
23. 田畑泉 (1995) 運動実践の骨密度に及ぼす影響. *JJ.Sports Sci.* 14:67-71.
24. 竹島伸生, 小林章雄, 渡辺丈真, 赤松康弘, 古井景, 中田昌敏, 田中喜代次, 鈴木雅裕, 藤田聡, Pollock, M.L. (1996) 高齢者の運動処方に関する研究. 一身体活動量と加齢による体力の減退率の関連— 体力科学 91:51-57.
25. 上村慎一, 西城千夏, 村山留美子, 栗山孝雄, 小山美千, 高木廣文, 町田和彦 (1996) 高齢者のライフスタイル・社会的ネットワークと血圧・血清脂質との関係. 日本衛生学雑誌 50:1057-1066.
26. 吉村典子 (1996) 縦断調査による骨量低下要因に関する研究. 体力研究 91:116-123.
-