

# 中高年女性における軽重量負荷シューズ着用による ウォーキングの運動効果について

東京学芸大学 宮崎 義 憲  
(共同研究者) 玉川大学 山田 信 幸

## Effects of Walking Program with Light-weighted Shoes in Middle and High-aged Women

by

Yoshinori Miyazaki  
*Faculty of Education, Tokyo Gakugei University*  
Nobuyuki Yamada  
*Faculty of Literature Tamagawa University*

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects of walking program with light-weighted shoes in middle and high-aged women. Five female university students and four middle and high-aged women were participated in this walking program with light-weighted shoes (1.2kg for each), and they tried to walk over 3,000 steps or 30 minutes on every day for eight weeks. The differences of exercise intensity between walking with light-weighted shoes and usual sport shoes (400g for each) were compared by measuring of heart rates during walking for 10 minutes at the speed of 80m/min. The effects of this walking program were evaluated from 7 items of physical fitness and 6 items of muscular strength tests before and after program.

As the result, heart rates during walking with light-weighted shoes were higher from 10 to 20 percent than that with sport shoes. No significant mean differences were found in all variables of physical fitness and muscular strength test between before and after walking program, but the most of subjects increased after program in variables of forward bending

with standing and maximal leg flexor strength. This study suggested that walking with light-weighted shoes increase energy costs during walking, and eight weeks of walking program improves lower back flexibility and leg flexor strength in middle and high-aged women.

## 要 旨

本研究の目的は、中高年女性における軽重量負荷シューズ着用によるウォーキング・プログラムの運動効果について検討することである。被験者は、5名の大学生女子と4名の中高年女性とし、軽重量負荷シューズ（片足1.2kg）着用によるウォーキング・プログラムを毎日3,000歩あるいは30分以上という条件で8週間継続させた。毎分80mの速度での10分間歩行中の心拍数測定から、軽荷重シューズと普通のスポーツシューズ（片足400g）着用による歩行時の運動強度の違いを比較した。ウォーキング・プログラム実施前と実施後における7項目の体力テストと6項目の筋力テストの結果から、本プログラムの体力および筋力への運動効果について評価した。

結果として、軽重量負荷シューズ着用による歩行時の心拍数は、普通のスポーツシューズ着用時よりも10～20%高かった。体力テストと筋力テストの全項目において、プログラム実施前と実施後の平均値には有意差を認めなかったが、立位体前屈と最大膝屈筋力の項目ではほとんどの被験者が増加を示した。本研究では、軽重量シューズ着用による歩行は歩行時のエネルギー消費量を高め、中高年女性における8週間の軽重量負荷シューズ着用による歩行プログラムは、腰部の柔軟性や大腿屈筋力を改善する傾向が示唆された。

### 1. 緒 言

最近、ダンベル体操やウエイト歩きなどのように、軽い重量物を手に持ったり、足首に装着してトレーニングすると筋肉量が増し、エネルギー消

費量も高まるという理由から、軽い重量を負荷する、いわゆる軽重量負荷トレーニングが若者や中高年者の間に流行している。しかし、実際のところ、その運動効果については必ずしも十分な科学的データに裏付けられていないようである。

軽い重量を両手に保持したり、手首あるいは足首に装着してトレーニングした場合の運動強度や消費エネルギーについての報告はいくつかある<sup>1,3,4)</sup>。しかし、実際に軽重量負荷トレーニングを一定期間にわたって継続した場合の運動効果については、Blessingら<sup>5)</sup>のエアロビックダンスにおける報告があるが、まだ極めて数少ない。

軽重量負荷トレーニングを日常生活の中で継続的に実施する場合、重量負荷を両手に保持すれば、両手の動作や機能が制限され、手首あるいは足首に装着すると、その着脱の煩雑さが問題となる。しかし、歩行時に使用するシューズそのものを重量負荷とすれば、このような問題点は解消されるであろう。

そこで本研究では、シューズの製造過程で靴底に一定重量の金属の顆粒を敷き詰めた軽重量負荷シューズを特別に試作し、若年者や中高年女性を対象として、この軽重量負荷シューズ着用による歩行プログラムを8週間にわたり毎日継続実施させた際の体力や筋力に及ぼす運動効果について検討することにした。

## 2. 方 法

### 2. 1 被験者

被験者は、週1回定期的に健康体操教室に参加している専業主婦の中高年女性4名（以下、主婦群とする）と、その比較対照群として、日常的に

特別なスポーツ活動を実施していない健康な大学生女子5名（以下、学生群とする）を用いた。各被験者には、体力測定や歩行プログラムに関する実験の趣旨やそれに伴う危険性について十分説明した後に、実験参加への同意を得た。これらの被験者の身体的特徴については、表1に示すとおりである。

表1 被験者の身体的特徴

群	被験者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)
学生群	A. I.	20	157.6	54.1	28.7
	N. S.	19	163.6	55.5	22.4
	C. N.	19	151.7	36.8	13.6
	A. Y.	19	153.9	47.5	21.7
	E. T.	19	157.6	47.2	22.5
	平均値	19.2	156.6	48.2	21.8
標準偏差	0.40	4.05	6.63	4.81	
主婦群	K. T.	55	159.3	56.1	22.8
	M. S.	55	157.9	54.2	27.4
	M. O.	60	145.2	47.2	27.1
	M. K.	57	147.1	57.6	30.8
	平均値	56.8	152.4	53.8	27.0
標準偏差	2.05	6.28	3.98	2.84	

## 2. 2 10分間歩行テスト

歩行プログラム実施に先だって、軽重量負荷シューズ（重量：1.2kg、荷重シューズとする）着用による歩行の運動強度を知るため、一定速度での歩行を10分間継続する10分間歩行テストを行った。このテストは、軽重量負荷シューズあるいは普通のスポーツシューズ（重量：400g、普通シューズとする）を着用して行わせ、その際の心拍数変動を測定した。

歩行時の心拍数変動は、体育館のランニングコース（1周110m）を毎分80mの速度で10分間歩行した際の心拍数をハートレートモニター（Polar社製、VantexXL型）を用いて測定した。歩行速度はコースに設置されたペースメーカーの照明を追従させて維持させた。

なお、この10分間歩行テストにおける心拍数変動の測定は、歩行プログラム終了後においても再度実施した。

## 2. 3 軽荷重歩行プログラム

軽重量負荷シューズ着用による歩行プログラム（以下、軽荷重歩行プログラムとする）は、日常生活の中で一日最低30分間あるいは3000歩以上を必ず実施するという条件で、それを8週間にわたり毎日継続実施させた。軽荷重歩行プログラムの一日最低歩行時間を30分、歩数では3000歩としたのは、浜崎ら<sup>6)</sup>の「歩行30分あるいは歩数3000歩はそれぞれ約100kcalに相当する」という報告を参考とした。

軽荷重歩行プログラムの一日総歩数は、歩数計（ヤマサ社製、AS-150W型）を腰部に装着して計測させるとともに、その着用時間を記録用紙に各自で記入させた。

プログラム実施期間は、5月中旬から7月中旬までの8週間であった。

## 2. 4 運動効果の判定

軽荷重歩行プログラムの運動効果の判定は、プログラム開始前と終了後に、以下のような項目について測定した。

すなわち、

①形態計測（身長、体重、体脂肪率）

②体力テスト（握力、背筋力、立位体前屈、閉眼片足立ち、垂直跳び、肺活量、推定最大酸素摂取量）

③筋力テスト（ショルダープレス、プルダウン、チェストプレス、ローイング、レッグエクステンション、レッグカール）とした。

なお、体脂肪率はインピーダンス法により計測した。推定最大酸素摂取量は、自転車エルゴメーター（コンビ社製）による最大下負荷テストによる推定法を用いた。また、筋力テストは油圧式総合筋力測定器（HYDRA社製、トータルパワー）を用いて測定した。

運動効果の判定は、各テスト項目について歩行プログラム実施前と実施後の平均値差を対応のあ

る Student t-test により実施した。

### 3. 結果

#### 3.1 10分間歩行テストについて

図1は、学生群における普通シューズと荷重シューズ着用による10分間歩行テスト時の平均心拍数の変動を示している。なお、普通シューズと荷重シューズ（前）は歩行プログラム開始前、荷重シューズ（後）は8週間のプログラム終了後の値である。

歩行時の平均心拍数は、普通シューズが毎分

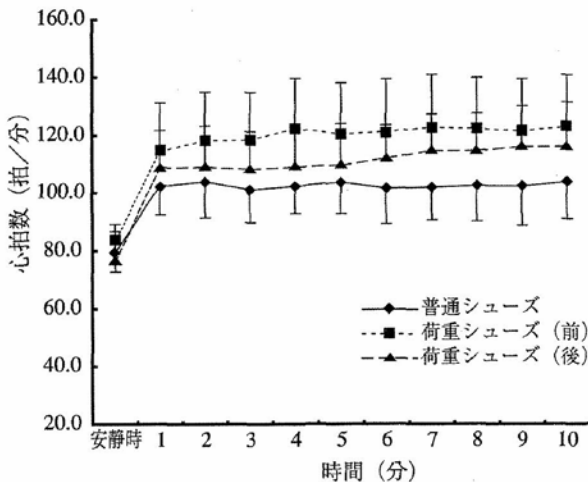


図1 学生群の10分間歩行テスト中における心拍変動の比較

100～105拍レベルであったのに対し、荷重シューズでは毎分約120拍レベルに達し、毎分約20拍（約15～20%）の増加であった。また、荷重シューズ着用時の平均心拍数をプログラム実施前後で比較すると、実施後は毎分約110～115拍レベルで、実施前より毎分約5～10拍（4～8%）ほど減少した。

図2は、主婦群における同様な結果である。主婦群における平均心拍数も学生群とほぼ同様に、普通シューズが毎分約105拍レベルにあったのに対し荷重シューズでは毎分約115拍レベルに達し、約10拍（10%）の増加を示した。また、荷重シューズでの平均心拍数をプログラム実施前後で比較

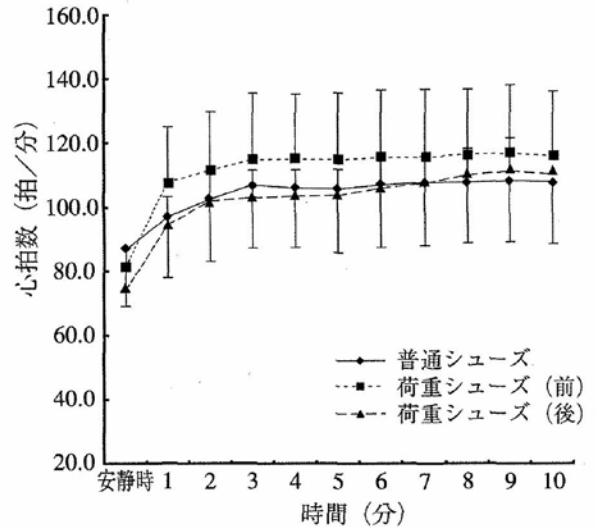


図2 主婦群の10分間歩行テスト中における心拍変動の比較

すると、実施後が毎分約105拍レベルにあり、実施前より毎分約10拍（10%）の減少であった。

なお、プログラム実施前における荷重シューズ歩行の運動強度を体育科学センター<sup>7)</sup>の指標から推定すると、学生群は最大酸素摂取量の40～50%強度レベル、主婦群は50～60%強度レベルに相当する。

#### 3.2 軽荷重歩行プログラムの運動量について

学生群と主婦群の各被験者における荷重シューズ着用による一日の平均歩数と平均着用時間については、学生群の一日平均歩数の平均値が6500歩以上を記録したのに対し、主婦群は約3800歩程度で、学生群の方が有意 ( $p < 0.05$ ) に高い値を示した。また、一日平均着用時間も、学生群が約5時間であったのに対し、主婦群は約1時間程度で学生群の方が有意 ( $p < 0.05$ ) に高い値であった。

学生群の一日平均歩数、着用時間がともに主婦群より著しく高い値を示したのは、大学への通学に荷重シューズを常時着用していたためである。

#### 3.3 体力テスト結果について

表2は、学生群と主婦群の軽荷重歩行プログラ

ム実施前後における体力テスト結果の比較である。

体脂肪率、握力、背筋力、立位体前屈、閉眼片足立ち、垂直跳び、肺活量および推定最大酸素摂取量の各項目について、プログラム実施前と実施後の平均値を比較したところ、学生群、主婦群とも、すべての項目において有意差を認めなかった。ただ、これらの項目の中で立位体前屈は、図3に示すように、学生群、主婦群の全被験者とも、実施前より実施後の方が高い値であった。なお、立位体前屈の測定値は、両群とも個人差が大きかった。

ム実施前後における筋力テスト結果の比較である。

ショルダープレス、プルダウン、チェストプレス、ローイング、レッグエクステンションおよびレッグカールの各項目について、プログラム実施前後の平均値を比較したところ、学生群、主婦群とも、すべての項目において有意差を認めなかった。

ただ、これらの項目の中でレッグカールは、図4に示すように、主婦群の被験者M.K.を除く全被験者とも、プログラム実施後の方が高い値であった。なお、レッグカールの測定値も立位体前屈と同様に個人差が大きかった。

### 3. 4 筋力テスト結果について

表3は、学生群と主婦群の軽荷重歩行プログラ

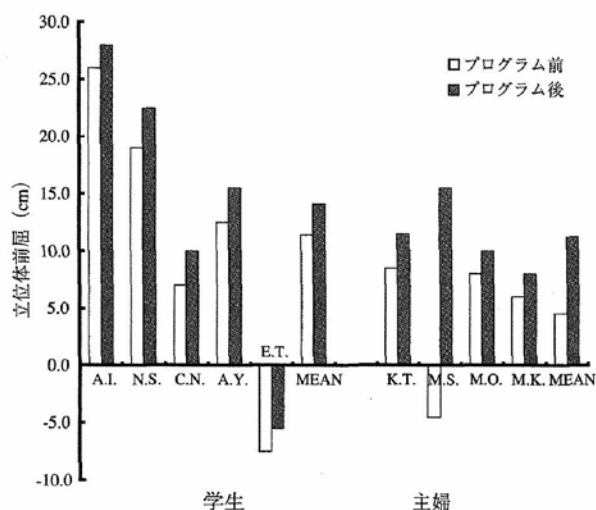


図3 各被験者の軽荷重歩行プログラム前後における立位体前屈の比較

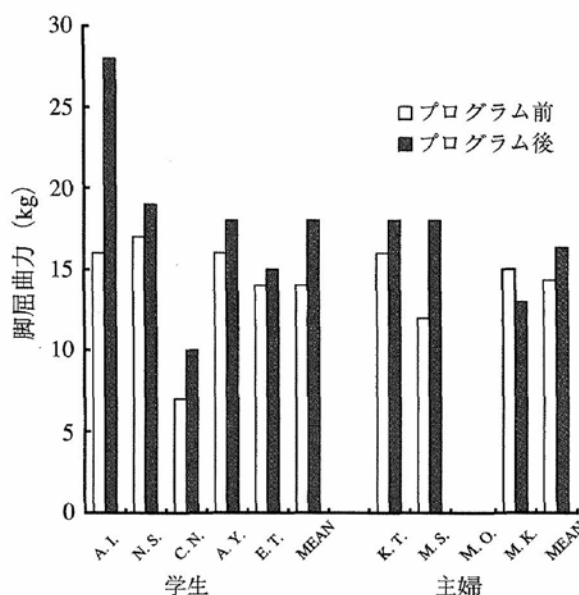


図4 各被験者の軽荷重歩行プログラム前後におけるレッグカールの比較

表2 学生群と主婦群の軽荷重歩行プログラム実施前後における体力テストの結果

群	プログラム		体脂肪率 (%)	握力 (kg)	背筋力 (kg)	体前屈 (cm)	閉眼片足 (秒)	垂直跳 (cm)	肺活量 (ml)	$\dot{V}O_2max$ (ml/kg/分)
学生群 (n=5)	実施前	平均値	21.8	24.0	70.0	11.4	38.8	39.6	2,628.0	35.4
		SD	4.8	6.0	20.8	11.4	23.3	4.5	534.9	7.3
	実施後	平均値	20.7	25.1	75.8	14.1	81.6	39.0	2,822.0	34.4
		SD	3.6	4.7	23.3	11.6	53.3	3.8	534.2	11.5
	t-ratio		-0.403	0.316	0.415	0.372	1.646	-0.227	0.574	-0.164
主婦群 (n=4)	実施前	平均値	27.0	28.3	53.7	4.5	14.3	31.0	2,322.5	33.8
		SD	2.8	6.0	7.7	5.2	5.1	3.3	488.2	14.5
	実施後	平均値	25.7	27.5	55.7	11.3	19.3	30.3	2,350.0	25.5
		SD	3.6	4.8	15.7	2.8	19.8	4.4	670.1	6.8
	t-ratio		-0.566	-0.201	0.229	2.268	0.489	-0.271	0.066	-1.033

表3 学生群と主婦群の軽荷重歩行プログラム実施前後における筋力テストの結果 (kg)

群	プログラム		ショルダープレス (腕押し上げ)	プルダウン (腕引上げ)	チェストプレス (腕押し)	ローイング (腕引き)	レッグエクステンション (脚伸展)	レッグカール (脚屈曲)
学生群 (n=5)	実施前	平均値	26.0	31.2	29.2	22.2	38.0	14.0
		SD	10.9	9.6+	8.9	6.1	14.4	3.6
	実施後	平均値	22.8	29.6	26.6	28.0	41.8	20.2
		SD	4.1	8.5	4.8	7.4	8.7	9.9
	t-ratio	-0.612	-0.280	-0.576	1.357	0.505	1.314	
主婦群 (n=4)	実施前	平均値	25.0	41.0	36.7	35.3	40.3	14.3
		SD	1.4	2.9	1.3	7.1	2.9	1.7
	実施後	平均値	29.0	39.0	39.3	34.3	39.3	16.3
		SD	3.6	2.2	4.5	4.9	6.3	2.4
	t-ratio	2.089	-1.095	1.143	-0.231	-0.287	1.376	

#### 4. 考 察

軽い重量物を両手に保持したり、手首に装着して歩行した場合のエネルギー消費量は、何も保持しない普通の歩行時よりも高くなることが知られている<sup>1,2)</sup>。しかし、軽重量を両手あるいは手首に負荷して歩行する場合、両腕を伸ばした歩行では変化を認めず、肘を90°屈曲させ、両手を大きく振りながらの歩行でなければ高くないという報告もある<sup>3,4)</sup>。

このように両手あるいは手首に重量を負荷した歩行では、腕振り動作の違いが消費エネルギーに大きく影響する。しかし、本研究のような荷重シューズの歩行は、両手あるいは手首の負荷と比較して、歩行動作の違いによる消費エネルギーの差は生じにくいと思われる。

本研究の10分間歩行テストの結果において、荷重シューズ着用時は普通シューズ時よりも、歩行時の平均心拍数は毎分10~20拍の増加で、増加率は10~20%であった。

Bruceら<sup>8)</sup>は、女性被験者7名を用い、運動靴(平均重量514±50g)と軍用革ブーツ(平均重量1,371±104g)を着用し、種々の速度で歩行させた際の酸素摂取量を測定し、ブーツ着用時は運動靴と比較して酸素摂取量は有意に増加し、重量増加100gにつき消費エネルギーの増加率は1.0%であったと報告している。

本研究での荷重シューズ着用による歩行時の平均心拍数の増加率を酸素摂取量の場合と同様に考えることはできないが、普通シューズに約800gの重量増加によって運動強度が10~20%も増加したことになる。

また、軽荷重歩行プログラム実施期間の前後における10分間歩行テストの結果から、8週間の歩行プログラムによる荷重シューズ着用時の平均心拍数は、学生群が4~8%、主婦群が10%の減少率であった。この心拍数の減少は、他の体力テストの結果と考え合わせると、歩行プログラムによる運動効果というよりも、被験者数、測定法、測定への慣れなどの影響によると考える。

本研究の軽荷重歩行プログラムの運動強度は、体育科学センターの指標<sup>7)</sup>から推定すると学生群が最大酸素摂取量の40~50%、主婦群が50~60%の強度であった。

American College of Sports Medicine (ACSM)の指針<sup>9)</sup>によると、健康成人においては、最大酸素摂取量の50%程度の低強度運動であっても、それを一日30分間、週3回の頻度で継続すれば有酸素パワーを向上または維持できるとしている。また、DavisonとGrant<sup>10)</sup>は、歩行運動のような低強度運動であっても、それを継続すれば健康維持に有効であるという報告が最近増えていると指摘している。

これらの報告から、本研究の軽荷重歩行プログ



ラムは、運動強度が最大酸素摂取量の50%程度と低強度であったが、さらに長期間継続すれば有酸素的作業能への効果も期待できることが考えられる。

本研究の軽荷重歩行プログラム前後における体力テストの結果では、すべての項目とも実施前後の平均値間に統計的有意差を認めなかった。これらの結果は、被験者数が少なく、さらに測定値の個人差が大きかったことが強く影響したためと思われる。

ただ、体力テスト各項目の中で、立位体前屈は、被験者全員がプログラム実施前よりも実施後の方で高い値を示した。

立位体前屈は、おもに体幹背筋群の柔軟性を測定するもので、測定時における脊柱起立筋や大殿筋の筋弛緩状態が結果に大きく影響すると言われている<sup>11)</sup>。また、筋電図学的にも、歩行時には前頭面への過度な体幹動作を制限するため、左右脚の着地ごとに腰部背筋群が強く放電することが確かめられている<sup>12,13)</sup>。さらに、自転車こぎのように下肢筋群を軽く反復収縮させると、筋ポンプ作用によって下肢筋群の血液が静脈側に押し出され、全身の血液循環が促進されるという報告もある<sup>14,15)</sup>。

これらの報告を考え合わせると、軽荷重シューズ着用による歩行は、腰部背筋群により強い筋収縮を反復させることになり、その結果として背筋群の筋血流が増加し、それが筋の緊張や疲労回復を促進させ、柔軟性を高める効果を生じたものと考えられる。

一方、中高年者だけでなく、若年者にあっても腰部柔軟性の低下と腰痛発症とは強い関連性が見られるという報告がある<sup>16,17)</sup>。澤田ら<sup>18)</sup>は、腰痛や肩こりなど、運動器官の不定愁訴を訴える主婦を対象に、一定期間の歩行やジョギング、水中運動などの運動療法を実施させたところ、柔軟性などの基礎体力が向上し、運動器官の不定愁訴が

減少したと報告している。これらの報告から、軽荷重シューズ着用による歩行プログラムは、腰部背筋群の柔軟性を向上させ、腰痛の予防や改善効果が期待できるものと考えられる。

本研究の軽荷重歩行プログラムの前後における筋力テストの結果では、体力テストと同様、すべての項目に統計的有意差を認めなかった。これは、重量1.2kgという軽荷重シューズでの歩行プログラムでは、最大筋力を高めるトレーニングとしては負荷強度が軽すぎたため、その効果を認めなかった可能性が考えられる。

ただ、その中でレッグカールの項目は被験者1名を除く全員に運動効果が認められた。レッグカールは、大腿二頭筋を中心とした脚屈筋群の最大筋力を測定する項目である。

歩行時における下肢筋群の筋電図記録<sup>19)</sup>によると、足が地面から離れている離床期（スイング相）の後半に大腿二頭筋の強い放電が見られる。離床期の後半とは、足が前方に振り出され、膝が完全伸展位に達する着地直前の局面である。Worrell<sup>20)</sup>は、膝が完全伸展位に達する局面において足の前方への振り出しを制御するため、大腿二頭筋がeccentricに強く収縮させられると報告している。これは、軽荷重シューズを着用すれば、足の前方への振り出し制御時に生じる慣性力が増加し、大腿二頭筋へのeccentricな負荷がさらに増大することを示唆している。

このことから、本研究の軽荷重歩行プログラムによって大腿屈筋群の最大筋力が増加したのは、軽荷重シューズ着用によって足の振り出し制御時の慣性力が増加し、大腿二頭筋へのeccentricな負荷が増大したことによると考えられる。

なお、金子<sup>21)</sup>は高齢者の歩行動作について、加齢に伴って歩行スピードが低下するのは主にステップ頻度の減少よりもステップ長の短縮によると報告している。この加齢に伴うステップ長の短縮は、足の振り出し制御時の慣性力に抗する大腿

二頭筋の eccentric 負荷に対する筋力の低下による影響とも考えられる。

また、岡本ら<sup>22)</sup>は上体前傾の大きい歩行姿勢の高齢者では、歩行の脚支持期において大殿筋と大腿二頭筋に強い持続的放電が見られると報告している。逆に言えば、これは大殿筋や大腿二頭筋を強化すれば、歩行時の上体前傾角度を小さくする可能性を示唆している。

これらの報告から、軽荷重歩行プログラムにおける脚屈筋群の筋力向上は、加齢に伴う歩行スピードの低下や歩行姿勢の悪化を予防する効果につながるものと考えられる。

なお、本実験の軽荷重歩行プログラムの実施において、軽荷重シューズ着用による歩行の平均歩数や着用時間は学生群の方が主婦群よりも有意に高かったが、歩行プログラムによる運動効果には両群間にほとんど差異を認めなかった。これは、主婦群が歩行時間を決め、短時間で一定の歩数を得ようと早足で歩くよう努力したのに対し、学生群は歩数や着用時間が長くてもゆっくり歩いたことが影響したとも考えられるが、この点についてはさらなる検討が必要であろう。

## 5. 結論

本研究は、大学生と中高年の女性を対象とし、靴底に一定重量の金属の顆粒を敷き詰めて特別に試作したトレーニング用の軽重量負荷シューズ（重量：女子用1.2kg）を着用し、一日最低30分間あるいは3000歩以上の歩行プログラムを8週間にわたり毎日継続実施させた際の体力および筋力への運動効果について検討した。

その結果、歩行時の平均心拍数の変動から、軽重量負荷シューズ着用時は普通のスポーツシューズ着用時と比較して約10～20%ほど運動強度が増加した。また、8週間の軽荷重歩行プログラムの運動効果として、大学生、中高年女性のほとんどの被験者に、立位体前屈および最大脚屈筋力の

増加が認められた。このことから、軽重量負荷シューズ着用による歩行プログラムは、歩行時のエネルギー消費量を増加させ、このプログラムを長期間継続すれば、腰部背筋群の柔軟性や脚屈筋群の筋力向上の効果が期待できることが示唆された。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたっては、被験者としてご協力いただいた多摩市いちようクラブ、実践女子大学の皆さん、施設を提供していただいた多摩市スポーツ振興課、そして助成をいただいた財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に心から感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) Abadie, B.R.; Physiological responses to grade walking with wrist and hand-held weights. *Res. Quart.*, 61, 93-95 (1990)
- 2) Auble, T.E., L. Schwartz; Physiological effects of exercising with handweights. *Sports Med.*, 11, 244-256 (1991)
- 3) Francis, K., Hoobler T.; Changes in oxygen consumption associated with treadmill walking and running with light hand-carried weights. *Ergonomics*, 29, 999-1004 (1986)
- 4) Miller J.F., Stamford B.A.; Intensity and energy cost of weighted walking vs. running for men and women. *J. Appl. Physiol.*, 62, 1497-1501 (1987)
- 5) Blessing D.L., et al.; The physiologic effects of eight weeks of aerobic dance with and without hand-held weights. *American J. Sports Med.*, 15, 508-510 (1987)
- 6) 浜崎 博ほか：健康づくりウォーキングプログラム作成の試み，臨床スポーツ医学，14，1421-1425 (1997)
- 7) 体育科学センター編；スポーツによる健康づくり運動カルテ，講談社，東京，pp.30-31 (1983)
- 8) Bruce, H., et al.; The energy cost of women walking and running in shoes and boots. *Ergonomics*, 29, 439-443 (1986)
- 9) American College of Sports Medicine; Position Stand. The recommended quantity and quality of



- exercise for developing and maintaining cardio-respiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22, 265-274 (1990)
- 10) Davison R.C., Grant S.; Is walking sufficient exercise for health? *Sports Med.*, 16, 369-373 (1993)
  - 11) Watanabe K.; Biomechanical implications of EMG activity of erector spinae and gluteus maximus muscles in postural changes of the trunk. In Morecki, A., et al., *Biomechanics VII-B*, Univ. Park Press, Baltimore, pp.23-30 (1981)
  - 12) Carlson H., et al.; Lumbar back muscle activity during locomotion: effects of voluntary modifications of normal trunk movements. *Acta Physiol. Scand.*, 133, 343-353 (1988)
  - 13) Thorstensson, A., et al.; Lumbar back muscle activity in relation to trunk movements during locomotion in man. *Acta Physiol. Scand.*, 116, 13-20 (1982)
  - 14) 西保 岳ほか：筋ポンプが血液循環動態に及ぼす影響，*体力科学*，34, 167-175 (1985)
  - 15) 西保 岳ほか：筋ポンプが血液循環動態に及ぼす影響（第2報），*体力科学*，34, 284-293 (1985)
  - 16) 内藤久士ほか：中高齢者の腰痛と長座体前屈測定値との関連性について，*体育科学*，25, 175-179 (1997)
  - 17) Salminen J.J., et al.; Leisure time physical activity in the young. Correlation with low-back pain. spinal mobility and trunk muscle strength in 15- year-old school children. *Int. J. Sports Med.*, 14, 406-410 (1993)
  - 18) 澤田淑子ほか：主婦の体力と腰痛，*臨床スポーツ医学*，3, 925-930 (1986)
  - 19) 岡本 勉：エクササイズウォーキングの動作・筋電図学的研究，*デサントスポーツ科学*，12, 33-53 (1991)
  - 20) Worrell T.W.; Factors associated with hamstring injuries. An approach to treatment and preventative measures. *Sports Med.*, 17, 338-345 (1994)
  - 21) 金子公有：高齢者の歩行動作，*J.J. Sports Sci.*, 10, 729-733 (1991)
  - 22) 岡本 勉ほか：筋の働きからみた運動としての歩行—乳幼児から高齢者までの歩行とニューエクササイズウォーキング—，*臨床スポーツ医学*，10, 849-857 (1993)