

# バックワード・ウォーキングからみた女性の老化

山本博男<sup>1)</sup>・石田嘉之<sup>2)</sup>・田中克枝<sup>3)</sup>

## Self-paced backward walking as a method for exercise testing in elderly and young women

Hiroh YAMAMOTO・Yoshiyuki ISHIDA・Katsue TANAKA

### I. 諸言

高齢社会が急速に進展し、誰でも簡単に始められ、健康の保持・増進に対して適度な強度で行なえるウォーキングの人氣が上昇中である。ウォーキング、即ち、歩行は、片足が常に地面に着いた状態での前後左右方向への移動運動であり、本稿では、後方への歩行を背歩 (Backward Walking) のこと。以下 BW と略記する) と便宜的に表現する。とりわけ、BW は稲作、養殖、地引網等、農業・漁業における重要な基本的労働動作でもある。BW が、前方への歩行と異なる危険性として視覚的に進行方向が見えないことが挙げられ、通常、後方への移動運動は日常生活では行われることが少ない運動でもある。言い換えれば、BW には、進行方向が見えずあらゆる障害物を確認できない危険がある。従来 Bassey ら(1976)は、前方への歩行 Forward Walking (以下 FW と略記する) を運動検査法の一つとして位置付けている。左右の足を交互に後方へ運び、後方移動を行う BW は非日常的運動であり、FW とは異なる特徴があることから、身体能力の低下が FW より年齢的に早い段階で現れる可能性がある。加えて、一般に女性は男性に比べ加齢に伴う体の変化等『老化』に対して意識が高いようである。こうした観点に基づき本稿では、女性を対象に、加齢に伴う BW の変化を実験的に明らかにしようとした。

従って、本研究の目的は、女性における BW が、加齢に伴い、どのように変化するかを調べ、バイオメカニクスの観点から検討することである。

### II. 実験方法

#### 1. 被検者

被検者は年齢 18 歳から 77 歳までの女性 136 名であった。被検者は 1 人で自由に歩くことができ、心肺機能等に異常のない石川県在住の女性とした。被検者は実験を行う前に実験手順を十分理解した上で本実験に参加した。Himann ら(1988)の方法に基づき、被検者を年齢により、3 種類のグループに分類した。

①Group1=18 - 39 歳

②Group2=40 - 62 歳

③Group3=63 歳以上

被検者の身体特性に関して、身長、体重、Body Mass Index(以下 BMI と略記する)、皮下脂肪

圧（上腕部、背部）、脚長を測定した。皮下脂肪厚はパーペテンキャリパー(made in U.K.)を用い、立位姿勢での上腕（右上腕背部で肩峰点、撓骨点とを結ぶ線上の midpoint）、と背部（右肩甲骨下角）の2箇所をそれぞれ3回ずつ測定し平均値を求めた。脚長は床面から大転子までの高さとした。

## 2. 実験手順

歩行テストは、Bassey ら(1976)の方法に従った。本実験には高齢者も参加することから、予備実験等を踏まえ、歩行距離を 30m とし、被検者にはヘルメットを着用させ安全に配慮した。被検者は平坦な 30m コースを以下の3種類のペースでBWした（Photo1）。

- ① ゆっくり BW（以下、Slow pace と表記する）
- ② 普通の速さで BW（以下、Normal pace と表記する）
- ③ 速く BW（以下、Fast pace と表記する）

ただし、すべてのペースでの速度は、各被検者の主観的な速度で行った。なお、試行順はランダムとした。各歩行テストでは、30m コースのうちラスト 20m間を測定対象とした。

ストップウォッチ（マンサンサービス株式会社製、マオ・スポーツタイマー）を用いて歩行時間、カウンター（プラス株式会社製、数取器）を用いて歩数を記録した。この記録をもとに Slow、Normal、及び Fast 各ペースの歩行速度、歩幅、ピッチ、%速度変化（以下、%change と表記する）を算出した。

## 3. 測定項目、及び測定方法

歩行テストによる測定項目については、以下に示す方法を用いて算出した。

- ① 歩行速度は、20m を歩いた時間から算出した。

$$\text{歩行速度 (m/sec)} = 20(\text{m}) / \text{歩行時間(sec)}$$

- ② 歩幅は一方の足が着地してから同じ足が着地するまでの1ストライドにおける踵から踵までの距離とし、以下の式より算出した。

$$\text{歩幅 (m)} = 20(\text{m}) / \text{歩数 (steps)}$$

- ③ ピッチは、単位時間あたりの両足の歩数とし、以下の式より算出した。

$$\text{ピッチ (steps/min)} = \text{歩数(steps)} / \text{歩行 時間 (min)}$$

- ④ %change は、様々な年齢の被検者における Normal pace 速度の標準化を行うために、Group1 の Normal pace 歩行速度の平均値を基準とした%表示とし、以下の式により算出した。

$$\% \text{change (\%)} = \text{個人の Normal pace 歩行速度 (m/sec)} / \text{Group1 の平均 Normal pace 歩行速度 (m/sec)} \times 100$$

## III. 結果

### 1. 身体特性

被検者 136名の身体特性を Table 1 に示した。身長、脚長は Group 間年齢の増加に伴い減少する傾向がみられた。また、皮下脂肪厚、BMI は、Group 間年齢の増加に伴い増加する傾向がみられた（Table1）。

## 2. 歩行テスト

歩行テストの結果を Table2 に示した。3 pace における年齢と歩行速度を Figure1、年齢と歩幅を Figure 2、年齢とピッチを Figure3 に示した。即ち、Normal pace は、年齢に関係なくほぼ一定であり、Slow pace は、加齢に伴いわずかな増加傾向を示した。しかし、Fast pace は、歩行速度、歩幅において減少傾向、またピッチにおいて増加傾向を示した (Figure1、2、3)。

Normal pace 歩行速度と %change との間に正の相関( $r=0.99$ )が認められた。年齢と %change との関係は Figure 4 に示した。各年代別における %change の平均値は、50 代で急激な減少傾向が見られた (Figure4)。

## IV. 考察

### 1. 歩行テスト

#### (1) Slow pace

Slow pace において、加齢に伴い歩行速度が、わずかに増加する傾向がみられた (Figure1)。Group1 の強い脚筋力による片脚支持時間の増加に伴う歩行速度の減少と、Group2、3 の有意なピッチの増加による歩行速度の増加のためであろう。また、年齢と皮下脂肪厚に有意な正の相関( $r=0.43$ )があることから、中高年者が、後方への推進力を得る時、皮下脂肪による重さを利用し、加齢に関係なく歩行することが可能なペースである。

#### (2) Normal pace

Normal pace において、各 Group 間にピッチで有意差が見られないにもかかわらず、歩行速度において加齢に伴う減速が見られ、加齢に伴う歩幅低下や、それに関係する他の機能的な要因が影響している。

#### (3) Fast pace

Fast pace において、歩行速度と歩幅に加齢に伴う明らかな減少が見られ (Figure1、2)、ピッチで加齢に伴う増加が見られた (Figure3)。Group1 が歩幅、ピッチ両方を増加させることにより、歩行速度を増加させているのに対し、Group2、3 が脚筋力の低下や平衡能の衰えなどが影響しているためか、歩幅を減少させ、ピッチを増加させることでしか歩行速度を増加することができないためである。

3 pace 全体で言えることは、高齢者が歩幅を増加させることが困難であり、歩行 pace が増加するほど、顕著に見られるようになる。

## 2. FW と BW の比較

Figure 4、5 に FW、BW 両歩行速度の年齢と %change の関係を示した。各被検者の歩行速度を大きく反映しているといえる。%change の年齢による変化は、加齢に伴う歩行速度の変化である。Himann ら (1988) は、FW における更年期 (critical age) の開始は 62 歳であると報告している。しかし本研究の BW においては 60 歳代に見られず、50 歳代前半に見られた (Figure4、5)。

## 3. 歩行速度低下の動作

歩行速度は、歩行速度(m/min)=歩幅(m/steps)×ピッチ (steps/min) で表される。従って、歩行速度低下の動作として歩幅かピッチかが問われる。本研究の Normal pace における、加齢に

伴う歩行速度、歩幅、ピッチの変化から、BW の歩行速度低下に歩幅が影響していることが明らかとなった。また、BW のほうが 10 年近く早い年齢で、歩行速度、歩幅に減少傾向がみられることが明らかである。

## V. 結論

1. Slow pace における歩行速度は、加齢に伴いわずかな減少を見せた。
2. Normal pace 及び Fast pace における歩行速度は、歩行 pace が速くなるほど、加齢に伴う減速の割合が高かった。
3. 加齢に伴う歩行速度の減速は、歩幅に起因していた。
4. 歩行速度の減速は、50 歳代前半に顕著である。

BW は、バランス維持等が要求される歩行と考えられ、BW では FW より年齢的に早く更年期 (critical age) の開始がみられる。従って、BW には老化を知らせる運動情報がある。

## 【参考文献】

1. Baker, R., A. Hausch, B. McDowell (2001). Reducing the variability of oxygen consumption measurements. *Gait & Posture*, 13, 202-209.
2. Bassey, E.J., P.H. Fentem, L.C. MacDonald and P.M. Scriven (1976). Self-paced walking as a method for exercise testing in elderly and young men. *Clinical Science Mole Medicine*, 51, 609-612.
3. Cunningham, D.A., P.A. Rechinitzer, M.E. Pearce and A.P. Donner (1983). Determinants of self-selected walking pace across age 19-66. *Journal of Applied Physiology*, 52, 115-119.
4. Flynn, T.W. (1994). Comparison of cardiopulmonary responses to forward and backward walking and running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(1), 88-94.
5. Heath, E.M. (2001). Backward walking practice decreases oxygen uptake, heart rate and ratings of perceived exertion. *Physical Therapy In Sports*, 2, 171-177.
6. Himann, J.E., D.A. Cunningham, P.A. Rechinitzer (1988). Age-related changes in speed of walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(2), 161-166.
7. Kaneko, M. (1990). Biomechanical analysis of walking and fitness testing in elderly women. *Human Kinetics Publishes*, 84-89.
8. Stanford, B.A. (1988). Exercise and the elderly. *Exercise in sport Science reviewed by Pandolf, K.B.*, 341-379.
9. Rosenrot, P.W. (1980). The relationship between velocity, stride time, support time, and swing time during normal walking. *Journal of Human Movement Studies*, 6, 323-335.



Photo1 Scene of experiment

Table1. Physical Characteristics of Subjects

Age group	N	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Leg Length (cm)	Skinfold Thickness (mm)	Body Mass Index
Group 1 (18-39yr)	53	28.0 (7.8)	158.7 (4.8)	54.0 (6.3)	80.5 (3.4)	30.4 (8.6)	21.40 (2.36)
Group 2 (40-62yr)	46	51.3 (7.9)	153.8 (4.6)	52.2 (5.8)	76.7 (3.7)	36.2 (9.6)	22.11 (2.58)
Group 3 (63+yr)	37	66.8 (3.4)	151.9 (5.8)	54.7 (5.5)	75.9 (4.0)	39.9 (6.2)	23.68 (1.94)

Body Mass Index = Weight (kg) / Height (m)<sup>2</sup> × 10<sup>2</sup>

Skinfold Thickness = Sum of 2 (triceps, subscapular) skinfold

Table2. Self-paced walking test.

PACE										
		SLOW			NORMAL			FAST		
Age group	N	SPEED (m/sec)	STEP LENGTH (m)	STEP FREQUENCY (steps/min)	SPEED (m/sec)	STEP LENGTH (m)	STEP FREQUENCY (steps/min)	SPEED (m/sec)	STEP LENGTH (m)	STEP FREQUENCY (steps/min)
Group 1 (18-39yr)	53	0.73 (0.17)*	0.49 (0.08)*	89.7 (17.5)	1.08 (0.17)	0.54 (0.07)	120.0 (12.7)	1.69 (0.29)	0.62 (0.07)*	163.9 (22.3)*
Group 2 (40-62yr)	46	0.85 (0.17)	0.53 (0.07)*	96.0 (15.8)	1.10 (0.17)*	0.54 (0.06)*	121.4 (13.7)	1.61 (0.31)*	0.53 (0.08)*	182.1 (25.3)
Group 3 (63+yr)	37	0.83 (0.18)	0.49 (0.07)	99.1 (13.7)	0.99 (0.17)	0.50 (0.06)	121.6 (15.8)	1.32 (0.24)	0.46 (0.10)	175.4 (21.3)

Entris are means and standard deviations (in parentheses)

\* : significant at p<0.05

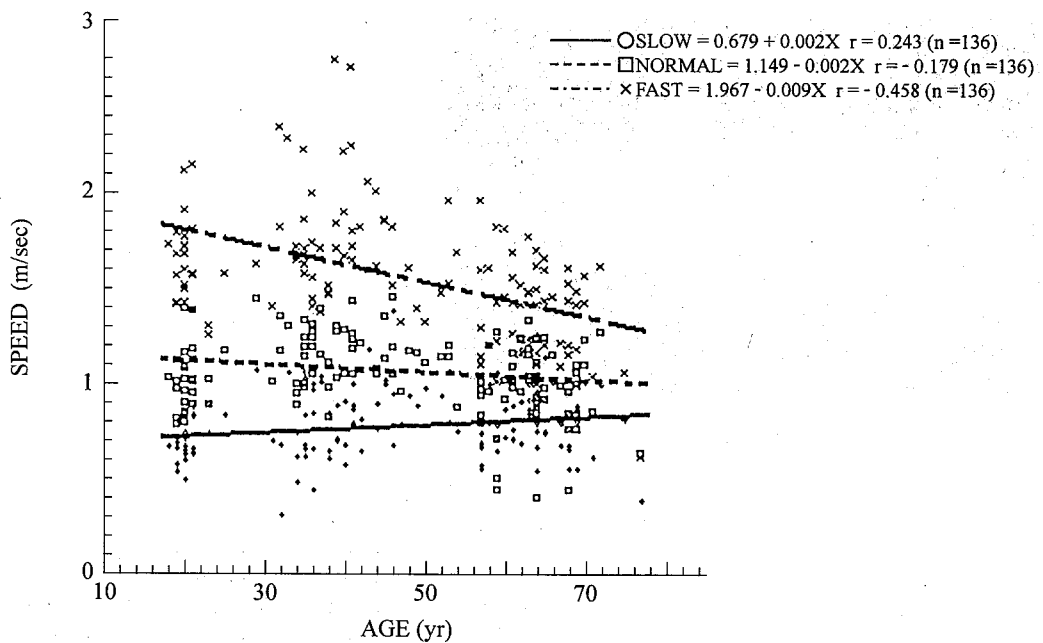


Figure1. Backward walking speeds and equations as a function of age for three different paces (slow, normal, and fast) for females.

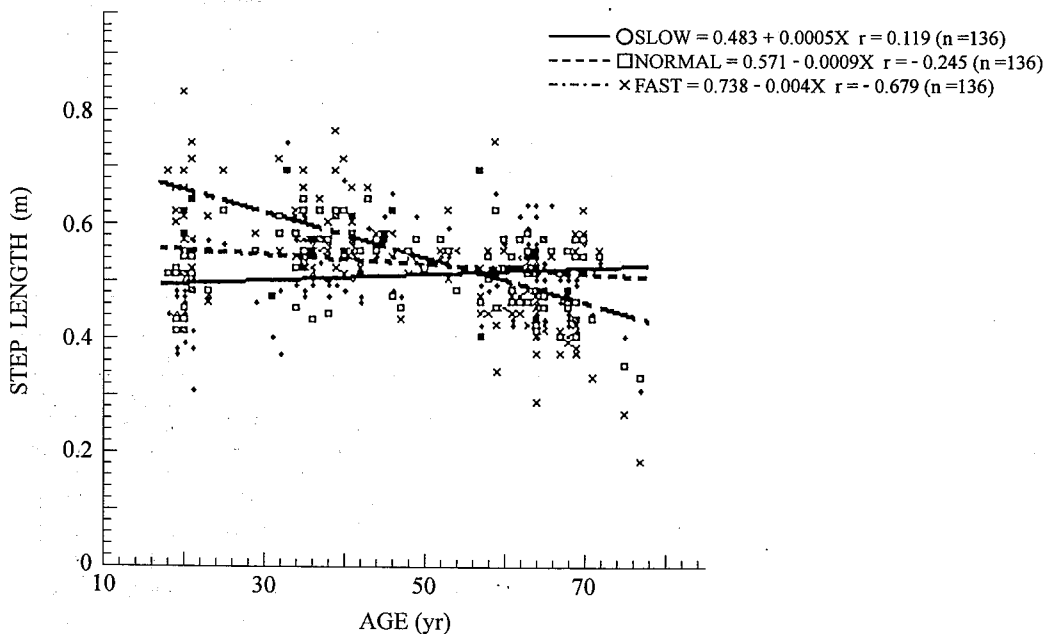


Figure2. Step length during backward walking and equations as a function of age for three different paces (slow, normal, and fast) for females.

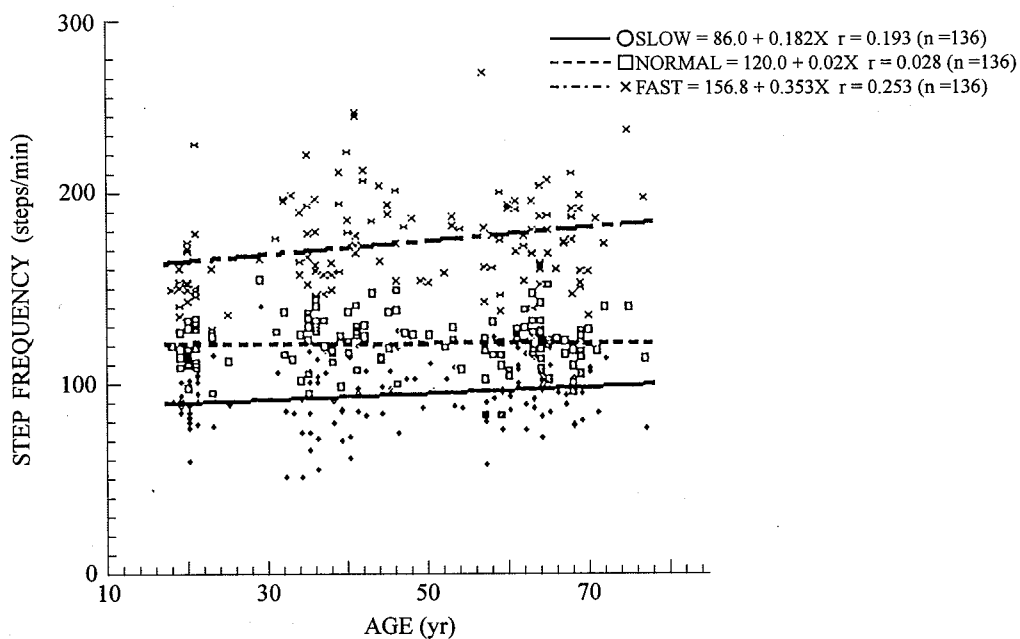


Figure3. Step frequency during backward walking and equations as a function of age for three different paces different pace (slow, normal, and fast) for females.

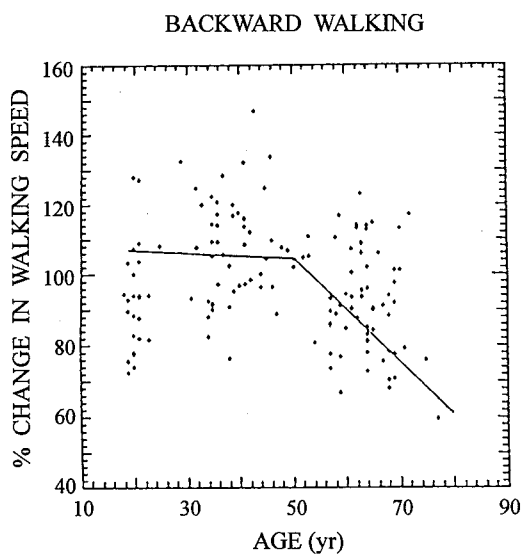


Figure4. Normal walking speed, expressed as a percent change from the mean values for 18-to 39-yr old subjects, as a function of age for females.

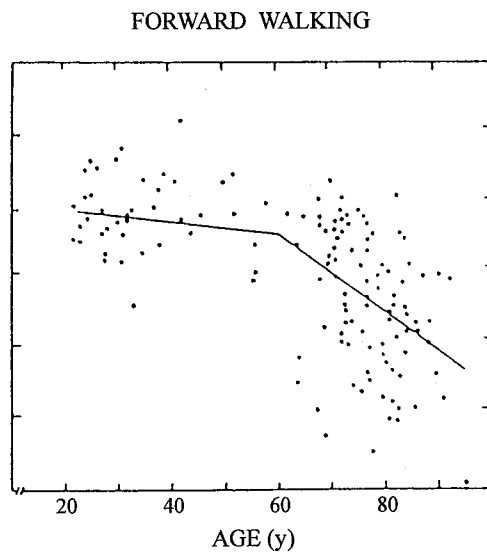


Figure5. Normal walking speed, expressed as a percent change from the mean values for 18-to 39-yr old subjects, as a function of age for females. (cited from Himann et al, 1988)