

# 加齢に伴う歩行速度の変化

山本 博男・道用 亘\*・安田 従生\*\*・菊川 厚子\*\*\*

## Age-related changes in speed of walking for Japanese men and women

Hiroh YAMAMOTO・Wataru DOUYOH  
Nobuo YASUDA & Atsuko KIKUKAWA

### 1. 研究の目的

厚生省の統計では、2020年に65歳以上の人口の割合が全人口の21%を占め、5人に1人が高齢者である社会が出現すると予測されている<sup>4),11)</sup>。このような日本の高齢化社会の進展に伴い、交通機関の発達や会社における作業のオートメーション化が進み、人間の行う動作が省略化されてきている。歩行は年齢に関わらず気軽に行える身体運動であり、一般に健康保持・増進や体力向上に役立つと考えられている<sup>5)</sup>。今日、特に中高齢者を中心に「エクササイズ・ウォーキング」が盛んである背景には、他人に迷惑をかけない自立した老後を送りたい日本人の願望が潜んでいるのだろう。

例えば、Grimby et al. (1962, 1972)<sup>6),7)</sup>は、歩行中のエネルギー消費における年齢・身長・体重・体脂肪・心肺機能の影響について報告している。Basseley et al. (1976)<sup>2)</sup>は、自由歩行を含む3段階の歩行速度による平均速度から高齢者の体力レベルを推定するテストを開発した。Cunningham et al. (1983)<sup>3)</sup>は、Self-selected walking paceによる歩行速度と年齢、最大有酸素能力、身体的特性との関係を調べた。その結果、類似した身体的特性を示す被検者において、 $\dot{V}O_2\max$ は歩行速度と相関があり、Self-selected walking paceは年齢における最大有酸素能力に相関があったと報告している。Pearce et al. (1983)<sup>16)</sup>は、床歩行とトレッドミル歩行において、歩行速度、年齢、エネルギー消費について調べた。Himann et al. (1988)<sup>8)</sup>は、約62歳を過ぎると歩行速度は減少し、年齢と歩

行速度、酸素摂取量の間には高い相関があったとしている。以上のように高齢化社会にある日本に与えられた課題は、「寝たきり」にならないため健康保持増進に努めるだけでなく、楽しく歩くことによって「歳をとってもしっかりした脚どりで、自分の足で歩く」ことにあるのではないだろうか。そこで本研究では歩行に着眼し、現在の日本人における歩行の実態が加齢に伴ってどのように変化するか調べ、歩くことの基礎的資料を得ようと考えた。

したがって本研究の目的は、歩行速度において何歳から減速現象がみられ、顕著な老化が始まるかを調べ、加齢に伴う身体的変化がどのように歩行速度に影響するかを検討することであった。

### 2. 研究方法

被検者は19~83歳の女性148名及び18~89歳の男性105名であり、実験には予め実験手順、内容を理解した上で参加した。年齢に基づいて18~39歳をグループ1、40~62歳をグループ2、63歳以上をグループ3とした。被検者の身体的特性を表1に示す。本実験はself-paced walking test<sup>2)</sup>を修正した方法を用いて行った。平坦な底面の80mコースを以下に示す4種類のペースで歩行するよう被検者に指示を与えた。

- 1) ゆっくり歩行(以下 slow pace と略記する)
- 2) 普段歩く時の速さで歩行(以下 normal pace と略記する)
- 3) 速く歩行(以下 fast pace と略記する)
- 4) ジョギング(以下 jogging pace と略記する)

Table 1. Physical characteristics of sample population

Age Group	N	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body Mass Index*	Skinfold Thickness <sup>†</sup> (mm)	Leg Length (cm)
<b>Females</b>							
Group 1 (19-39yr)	37	28.1 (7.2)	159.9 (3.9)	54.3 (5.2)	21.2 (1.8)	29.1 (7.1)	82.1 (4.1)
Group 2 (40-62yr)	57	50.9 (7.1)	155.5 (5.6)	54.3 (5.2)	22.4 (2.4)	29.1 (9.3)	79.1 (4.1)
Group 3 (63+yr)	54	72.6 (5.4)	148.0 (6.8)	48.8 (6.5)	22.2 (2.2)	28.0 (7.0)	75.8 (3.8)
<b>Males</b>							
Group 1 (18-39yr)	44	27.8 (5.5)	174.0 (5.8)	69.7 (9.1)	23.0 (2.7)	18.2 (4.0)	88.0 (4.5)
Group 2 (40-62yr)	19	51.0 (7.0)	167.4 (6.9)	65.6 (8.0)	23.4 (2.9)	20.6 (8.2)	83.8 (4.4)
Group 3 (63+yr)	42	74.9 (6.5)	161.3 (3.8)	55.4 (6.7)	21.1 (3.1)	15.1 (5.2)	79.5 (4.1)

\*Body Mass Index = Weight (kg)/Height (m)<sup>2</sup>  
<sup>†</sup>Skinfold Thickness = Sum of 2 (triceps, subscapular) Skinfold

但し、全てのペース歩行における速度は、各被検者の主観的速度で行い、試行順は任意とした。80m コース中、最後の20m 区間において、ストップウォッチ(マルマンサービス株式会社製、マオスポーツタイマー)、カウンター(プラス株式会社製、数取器)を用いて歩行時間、歩数を記録し、以下の項目について算出した。

- 1) 歩行速度：単位時間あたりに進んだ距離とし、以下の式により算出した。  
 歩行速度(m/sec) = 20(m) / 歩行時間(sec)
- 2) 歩幅：一方の足が着地してから同じ足が着地するまでの1 サイクルにおける踵から距離とし、以下の式より算出した。  
 歩幅(m) = 20(m) / 歩数(steps)
- 3) ピッチ：単位時間あたりにおける両足の歩数とし、以下の式より算出した。  
 ピッチ(steps/min) = 歩数(steps) / 歩行時間(min)
- 4) % change in walking speed (以下% change)：%change は、様々な年齢の各被検

者における normal pace 歩行速度を標準化するため、グループ1 の normal pace 歩行速度の平均値を基準に%表示した値とし、以下の式により算出した。

$$\%change(\%) = \frac{\text{個人の normal pace 歩行速度(m/sec)}}{\text{グループ1における normal pace 歩行速度の平均値(m/sec)}} \times 100$$

統計処理は、平均値の差異検定には一要因分散分析を行い、有意差が認められた場合多重比較検定を行った。なお、本研究における有意水準は1%とした。

### 3. 結果と考察

#### 1. 歩行速度と歩幅、ピッチ

self paced walking testによる歩行速度、歩幅、ピッチの結果を表2に示す。歩行速度はHimann et al. (1988)<sup>9)</sup>の報告と比較すると男女ともに0.1~0.3m/sec 速い傾向にあった。これは本研究における被検者が日本人であり、人種及び国民性の相違が影響したと推察される。しかし、本研究において、全てのペースでグループ3の歩行速度が遅い傾向にあったことは、先行研究の結果と一致した。また、fast paceを始め(図2)、年齢と歩行速度は有意な負の相関関係にあり(p<0.01)、加齢に伴う歩行速度の減少がみられた。

歩幅とピッチは全被検者グループにおいて、歩行速度の増加に伴い両者とも増加した。歩幅は男性被検者における slow pace の歩行を徐き、グループ3が小さい傾向にあった(図3)。

Table 2. Means and S.D. of speed(m/sec), step length(SL ; m), and step frequency(SF ; steps/min) at self-selected paces in each group

Age Group	SLOW PACE			NORMAL PACE			FAST PACE			JOGGING PACE		
	Speed	SL	SF	Speed	SL	SF	Speed	SL	SF	Speed	SL	SF
<b>FEMALE</b>												
Group 1	0.98 (0.16)	0.61 (0.09)	98.90 (10.30)	1.39 (0.15)	0.69 (0.05)	121.60 (8.30)	1.83 (0.19)	0.78 (0.07)	140.80 (10.10)	2.92 (0.50)	1.02 (0.16)	172.10 (11.10)
Group 2	1.13 (0.17)	0.61 (0.06)	110.90 (11.80)	1.45 (0.16)	0.67 (0.06)	129.30 (8.00)	1.72 (0.21)	0.72 (0.06)	142.90 (12.30)	2.59 (0.40)	0.89 (0.20)	178.10 (12.90)
Group 3	0.93 (0.24)	0.55 (0.09)	101.60 (13.90)	1.19 (0.22)	0.61 (0.08)	117.70 (13.30)	1.48 (0.28)	0.66 (0.09)	133.90 (13.30)	2.25 (0.31)	0.79 (0.10)	172.10 (15.10)
<b>MALE</b>												
Group 1	0.95 (0.23)	0.58 (0.09)	96.50 (11.90)	1.37 (0.23)	0.71 (0.08)	116.80 (10.30)	1.86 (0.20)	0.83 (0.08)	134.00 (15.80)	3.01 (0.55)	1.09 (0.19)	167.30 (23.20)
Group 2	1.09 (0.23)	0.63 (0.08)	102.50 (13.90)	1.39 (0.17)	0.71 (0.06)	118.20 (9.30)	1.71 (0.15)	0.78 (0.07)	131.20 (9.00)	2.67 (0.21)	0.91 (0.08)	173.70 (10.60)
Group 3	0.90 (0.21)	0.59 (0.10)	95.60 (16.60)	1.22 (0.18)	0.65 (0.07)	112.80 (10.40)	1.53 (0.29)	0.72 (0.09)	127.50 (14.50)	2.32 (0.59)	0.80 (0.16)	173.30 (32.30)

\* : significant at p<0.01

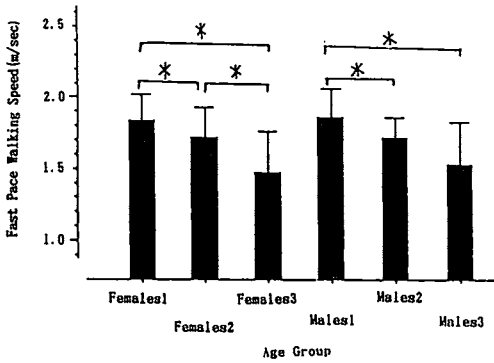


Figure 1. Mean values and S.D. for fast pace walking speed for each age group (\* : significant at  $p < 0.01$ ).

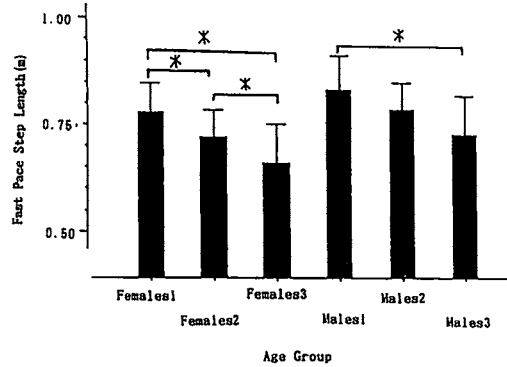


Figure 3. Mean values and S.D. for fast pace step length for each age group (\* : significant at  $p < 0.01$ ).

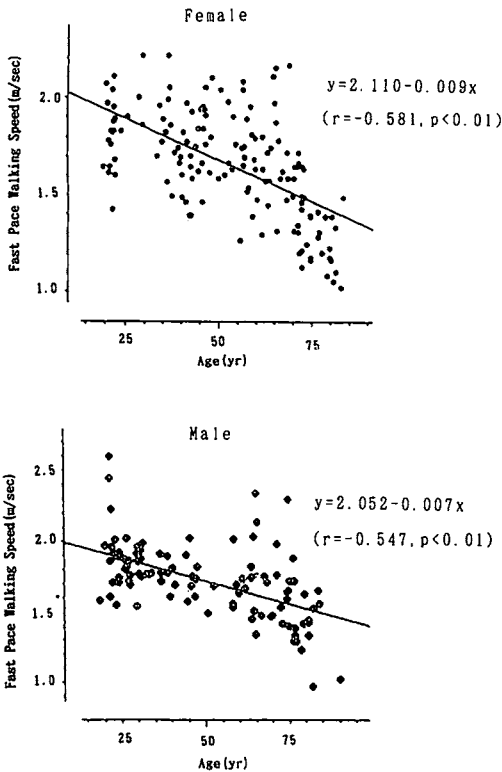


Figure 2. Fast pace walking speed as a function of age for female and male (\* : significant at  $p < 0.01$ ).

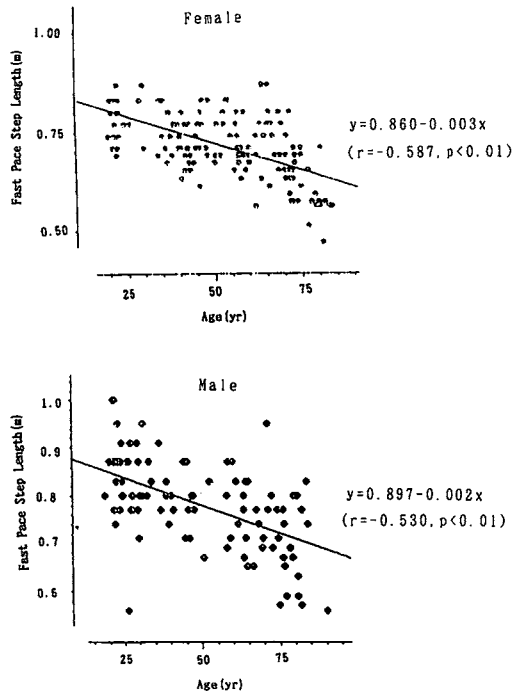


Figure 4. Fast pace step length as a function of age for female and male (\* : significant at  $p < 0.01$ ).

また、fast paceにおいて、年齢と歩幅は、男性被検者は回帰直線  $y = 0.897 - 0.002x$  ( $r = -0.530, p < 0.01$ )、女性被検者は回帰直線  $y = 0.860 - 0.003x$  ( $r = -0.587, p < 0.01$ ) の関係

が認められる等、加齢に伴う歩幅の減少がみられた。よって、加齢に伴う歩行速度の減少は、歩幅の減少が一要因として考えられる。これは、先研究<sup>14),18)</sup>同様、加齢に伴う脚筋力及び柔軟性の減少が関与していると推察される。ピッチは男性被検者において、fast pace時に年齢とピッ

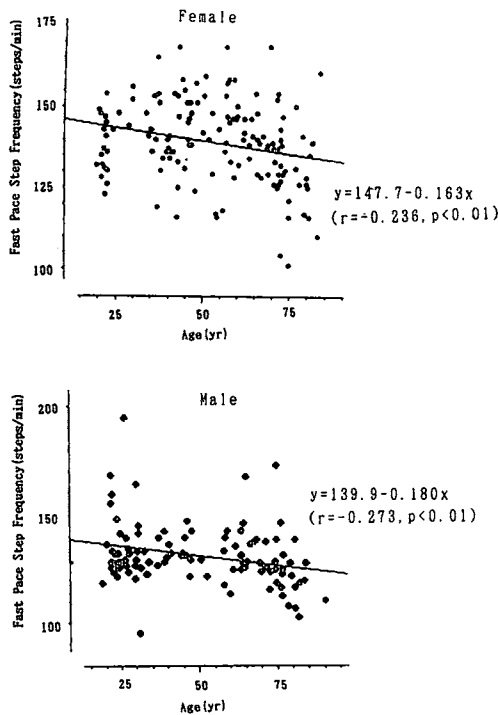


Figure 5. Fast pace step frequency as a function of age for female and male (\* : significant at  $p < 0.01$ ).

チの間に有意な ( $P < 0.01$ ) 負の相関が得られたが (図5) グループ内で有意な差は認められ

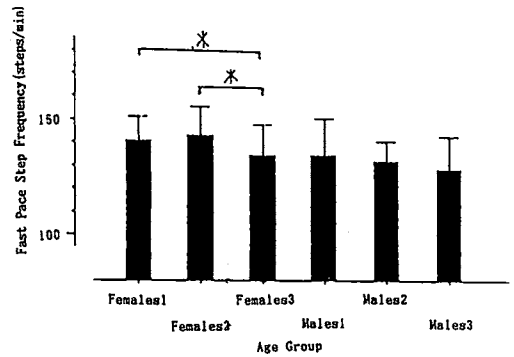


Figure 6. Mean values and S.D. for fast pace step frequency for each age group (\* : significant at  $p < 0.01$ ).

なかった ( $p > 0.01$ )。一方、女性被検者のピッチは全てのペースにおいてグループ3が小さい傾向があり (表2, 図6), 特に, fast pace時 (図5), 年齢とピッチの間には有意な負の相関 ( $p < 0.01$ ) が認められた。よって女性被検者は, 加齢に伴う歩行速度の減少に, 歩幅だけでなくピッチの減少も関係していると思われる。

2. 歩行速度と身体的特性の関係

歩行速度と身体的特性との関係を表3に示す。女性被検者において, 年齢, 身長, 体重, 脚長と歩行速度の間に有意な正の相関がみられ ( $p < 0.01$ ), 男性被検者において, 年齢と歩行

Table 3. Correlation Coefficients among Variables for Females and Males

Females										
Variable	Slow speed (m/sec)	Normal speed (m/sec)	Fast speed (m/sec)	Jogging speed (m/sec)	Height (cm)	Weight (kg)	Leg Length (cm)	%changee (%)	Skinfold Thickness (mm)	BMI*
Age	-.186	-.422*	-.581*	-.445*	-.671*	-.379*	-.590*	-.422*	-.073	.134
Slow speed		.687*	.495*	—	.292*	.274*	.122	.687*	.150	.083
Normal speed			.733*	—	.522*	.388*	.340*	1.000*	.140	.011
Fast speed				—	.595*	.325*	.439*	.733*	.071	-.137
Jogging speed				—	.387*	-.022	.083	.182	-.001	-.311*
Height						.641*	.794*	.522*	.155	-.121
Weight							.522*	.388*	.614*	.680*
Leg Length								.340*	.131	-.046
%change									.140	.011
Skinfold Thickness										.662
BMI										
Males										
Variable	Slow speed (m/sec)	Normal speed (m/sec)	Fast speed (m/sec)	Jogging speed (m/sec)	Height (cm)	Weight (kg)	Leg Length (cm)	%changee (%)	Skinfold Thickness (mm)	BMI*
Age	-.155	-.407*	-.547*	-.462*	-.722*	-.617*	-.643*	-.407*	-.210	.281*
Slow speed		.620*	.287*	—	.045*	.138*	.050	.619*	.372	-.127
Normal speed			.642*	—	.195	.004	.120	1.000	.272	-.116
Fast speed				—	.392*	.245	.304*	.640*	.229	.038
Jogging speed				—	.378*	.211	.289	.326	.369*	-.014
Height						.675*	.839*	.196	.071	.141
Weight							.469*	.005	.336	.822*
Leg Length								.119	.000	-.015
%change									.272	-.115
Skinfold Thickness										.448*
BMI										

\*BMI (Body Mass Index) = Weight (kg) / Height (m)<sup>2</sup>

\* : significant at  $p < 0.01$

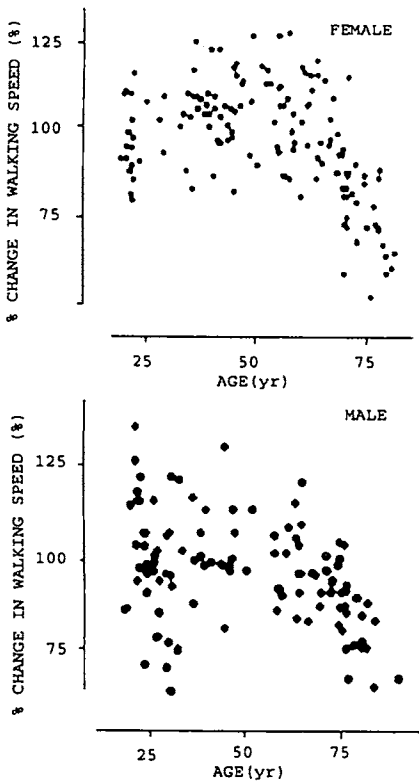


Figure 7. Normal pace walking speed, expressed as a percent change from the mean values for 18-39 yr-old subjects, as a function of age for female and male.

速度、身長と fast jogging pace の歩行速度、脚長と fast pace の歩行速度との間に有意な正の相関がみられた ( $p < 0.01$ )。また歩行速度と BMI、皮下脂肪厚との間に有意な相関はみられず ( $p > 0.01$ )、Cunningham et al. (1983)<sup>3)</sup>の結果と一致したが、Himann et al. (1988)<sup>8)</sup>の結果とは異なった。Himann et al. (1988)<sup>8)</sup>は、62歳以下で、体重、皮下脂肪厚に相関があると述べているが、本研究における被検者のより小さい BMI 及び、皮下脂肪厚の測定部位の相違が影響していると考えられる。前述のとおり、歩行速度と年齢の間には男女とも有意な負の相関が認められ ( $p < 0.01$ )、年齢が歩行能力を代表する歩行速度に影響を与える一要因であることが明らかになった。しかしながら Cunningham et al. (1983)<sup>3)</sup>は、歩行速度に影響を与える

のは年齢ではなく、単位体重当りの最大酸素摂取量であると報告している。

### 3. %change in walking speed

% change と年齢の関係を図 7 に示す。

%change は各年齢における normal pace 歩行速度を標準化したため、各被検者の歩行速度を大きく反映していると言える。男性被検者の25歳の前後においてばらつきが見られるものの、%change は加齢に伴って曲線的に減少する傾向にある。また、男性、女性被検者とも60歳を前後に急激な減速現象が窺え、歩行能力が、この年齢を境に急激に退行することが示唆された。

### 4. 結 論

本研究で得られた結論は以下の通りである。

1. 歩行速度は加齢に伴って減少し、特に60歳前後から顕著に現れ始める。
2. 加齢に伴う歩行速度の減少は、女性において歩幅、ピッチの加齢に伴う減少、男性において歩幅の加齢に伴う減少に対応していた。
3. 歩行速度は BMI、皮下脂肪厚には相関がないが、女性被検者は身長、体重、脚長に相関があり、男性被検者は身長、脚長に相関が認められた。

### 〈参考文献〉

- 1) アメリカスポーツ医学会：運動処方のための指針。南江堂。1989。
- 2) Bassey, E. J., P. H. Fentem, I. C. MacDonald and P. M. Scriven: Selfpaced walking as a method for exercise testing in elderly and young men. Clin. Sci. Mole. Med. 51: 609-612, 1976.
- 3) Cunningham, D. A., P. A. Rechnitzer, M. E. Pearce, and A. P. Donner: Determinants of self-selected walking pace across ages 19 to 66. J. Appl. Physiol. 52: 115-119, 1983.
- 4) 藤本大三郎：老化はなぜおこるか。講談社。1993。
- 5) 藤原章司：女性の体力について—運動不足を感じている若年女性と、歩行運動を長期間継続している中高年女性の体力測定の結果から—。香川大学教育学部紀要。56-1, 1982。

- 6) Grimby, G., J. Bjure, M. Aurell, B. Ekstrom-Jodal, G. Tibblin and L. Wilhelmsen : Work capacity and physiological responses to work. *Am. J. Cardiology*. 30 : 37-42, 1972.
- 7) Grimby, G. and B. Soderholm : Energy expenditure of men in different age groups during level walking and bicycle ergometry. *Scandinav. J. Clin. and Lab. Investigation*. 14 : 321, 1962.
- 8) Himann, J.E., D. A. Cunningham, P. A. Rechnitzer and D. H. Paterson : Age-related changes in speed of walking. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20(2) : 161-166, 1988.
- 9) 小林寛道 : 歩のメカニズムと障害. *Jap. J. Sports Sci.* 3 (8) : 572, 1984.
- 10) 近藤四郎 : 足の話. 岩波書店. 1979.
- 11) 厚生省 : 厚生白書—子育ての社会的支援を考える—株式会社ぎょうせい. pp99, 1993.
- 12) 久埜真由美, 宮下充正 : 中高年齢者のウォーキングの指導について. *Jap. J. Sports Sci.* 13(1) : 37-41, 1994.
- 13) 宮下充正 : 歩行研究の概略, *体育の科学*. 15 : 264-273, 1965.
- 14) 中村八郎 : 正常小児自由歩行におけるバゾグラム. *日本整形外科学会誌*. 34 : 559, 1960.
- 15) 大道等, 宮下充正 : 歩行の基本変数と体幹上下動. *体育の科学*. 31 : 562-567, 1981.
- 16) Pearce, M., D.A. Cunningham, A.P. Donner, P.A. Rechnitzer, G.M. Fullerton and J.H. Howard : Energy cost of treadmill and floor walking at self-selected paces. *Eur. J. Appl. Physiol.* 52 : 115-119, 1983.
- 17) Cavanagh, P.R. and K.R. Williams : The effects on stride length variation on oxygen uptake during distance running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14(1) : 30-35, 1982.
- 18) 高梨泰彦 : 加齢にともなう歩容の変化 —その成長過程を中心に—. 慶応義塾大学紀要.
- 19) Tzancoff, S. P. and A. H. Norris : Effects of muscle mass decrease on age-related BMR changes. *J. Appl. Physiol.* 43 : 1001-1006, 1977.
- 20) 東京都立大学身体適性学研究室 : 日本人の体力標準値・第四版. 不昧堂. 1989.