

女性高齢者における体力因子構造と 基礎体力評価のための組テストの作成

出村 慎一¹⁾ 中 比呂志²⁾ 春日 晃章³⁾ 松沢 甚三郎⁴⁾

Factorial structure of physical fitness and construction of a test battery for evaluating fundamental physical fitness in elderly women

Shinichi Demura¹, Hiroshi Naka², Kohsho Kasuga³ and Jinzaburo Matuzawa⁴

Abstract

The purpose of this study was to investigate factorial structure of physical fitness and to construct a test battery for evaluating fundamental physical fitness in elderly women.

Fourteen test variables representing muscle strength, muscle power, flexibility, balance, agility and respiratory function were administered to 338 elderly women aged 60 to 89 years by considering the validity, safety and convenience of tests. Factor analysis was applied to the correlation matrix consisting of 14 variables, and 4 factors were interpreted as follows: muscle strength, flexibility, neuromuscular function and respiratory function. It was inferred that factorial structure of physical fitness in the elderly women consisted of the above-mentioned 4 physical fitness factors. Furthermore, the decline of the specificity of physical fitness elements was suggested from the examination of the factorial structure of physical fitness in elderly women. Considering the factorial validity and practicability of tests, the following 4 test items were recommended for assessing the physical fitness in elderly women: X_1 = grip strength (right), X_2 = trunk rotation (left), X_3 = stepping and X_4 = breath-holding. Next, principal component analysis was applied to the variable correlation matrix, and the first principal component was interpreted as fundamental physical fitness factor (FPPF). The multiple correlation between FPPF and 4 physical fitness variables selected was significant ($R=0.876$, $P<0.01$), and 4 test items were considered to be suitable for the assessment of FPPF. The following equation for estimating fundamental physical fitness score (FPFS) was developed; $FPFS (A) = 1.564X_1 + 0.313X_2 + 0.343X_3 + 0.277X_4 - 32.853$. Further, when the breath-holding test was dangerous to administer for elderly women, FPFS could be sufficiently estimated by the formula by means of the vital capacity (X_5); $FPFS (B) = 1.382X_1 + 0.275X_2 + 0.334X_3 + 0.010X_5 - 38.515$. Assessment criterion ranking by a 5-point scale in each age was constructed using a regression equation to age.

Key words: elderly women, factorial structure, fundamental physical fitness, test battery
(Japan J. Phys. Educ. 41: 115-127, July, 1996)

- 1) 金沢大学教育学部
〒920-11 石川県金沢市角間町
- 2) 京都教育大学
〒612 京都府京都市伏見区深草藤森町1
- 3) 聖徳学園女子短期大学
〒500 岐阜県岐阜市中鶴1-38
- 4) 福井医科大学
〒910-11 福井県吉田郡松岡町下合月

1. Faculty of Education, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, Ishikawa 920-11
2. Kyoto University of Education, 1 Fukakusa Fujimori, Fushimi-ku, Kyoto, Kyoto 612
3. Shotoku Gakuen Women's Junior College, 1-38 Nakazura, Gifu, Gifu 500
4. Fukui Medical School, Simoaitzuki, Matsuoka, Yoshida-gun, Fukui 910-11

キーワード：女性高齢者、因子構造、基礎体力、組テスト

I. 緒 言

人生80年時代となり、高齢期を人生の重要な一時期として捉え、より豊かな生活を送ることが求められている。なかでも、豊かな老後のためには活力ある自立した生活を送ることが大切であり、そのためには高齢者においてもある程度の体力水準を維持する必要がある。一般に、中・高齢者においては、加齢とともに体力・運動能力が低下することが報告されている^{20,27,30,40,43,59}。しかし、高齢者の体力や運動能力を総合的に診断する方法については、国際的にも国内的にも統一された見解はなく^{28,58}、測定法の再検討や開発が続けられている^{2-4,7,23,25,27,29,44,56}。また、一方では、高齢者の老化の程度を測る尺度の検討が進められており、生物学的年齢や活力年齢等^{1,8-11,13,21,24,33,34,50,51,54,57,60,61}が提案され、年齢尺度による老化度の評価を試みるアプローチが繰り返されている。

これまで、高齢者の体力特性については、年代差^{12,23,27,29,31}及び運動習慣^{20,28,41,42,46}等の観点から検討されており、有益な知見が得られている。しかし、高齢者の体力・運動能力の構造やその構造変化に関する研究は非常に限られている^{22,46}。運動能力の発達はその構成要素の相互関連性に変化をもたらし、発育発達に伴い運動能力の構造が変化することが報告されている^{14,15,17,18,32,39}。このことは、生理機能の低下に伴い著しい体力変化が生ずる高齢期では青年期や中年期と異なる体力構造にあることを示唆するものである^{12,22}。よって、高齢者の体力を測定・評価しようとする場合、まず、高齢者の体力のどのような能力を測定・評価すべきかという点を十分に検討する必要があると考えられる²³。また、既存の高齢者の体力については、合理的・客観的な手順を経て作成されているものは非常に少ない²³。さらに、高齢者において体力は加齢と共に低下することから、年齢を考慮した体力評価尺度を作成する必要

があるが、現時点ではほとんど見られない。

そこで、本研究の目的は、女性高齢者における体力因子構造を検討すること、及び体力因子構造に基づき、各体力因子を代表するテスト項目を妥当性及び実用性を考慮して選択し、女性高齢者の体力を総合的に評価するための組テスト及び年齢を考慮した評価尺度を作成することである。高齢者においても体力に性差¹²が認められることが報告されている。また、体力因子構造の性差について若干の報告^{22,46}を見ることができているが、十分な吟味がなされていないのが現状であり、高齢者の体力評価のためのテストを作成する場合男女別々に作成する必要がある。さらに、本研究の目的を達成するためには、多人数にわたって、できるだけ多くの体力に関する資料を収集する必要がある。そこで、本研究では、まず、一定量の資料を得ることができた女性高齢者について体力評価のための組テストの作成を試みた。

II. 方 法

1. 対象者の運動習慣及び体格特性

標本はG市及びK市に在住している60歳-89歳の健康な女性高齢者338名であった。年齢段階別の標本は、それぞれ60歳代群151名(60歳-64歳：46名、65歳-69歳：95名)、70歳代群164名(70歳-74歳：102名、75歳-79歳：62名)、80歳代群33名であった。

高齢者の体力に対して運動習慣の有無が大きな影響を及ぼすと推測されることから、体力テスト開始前に運動習慣に関する調査を行った。本研究では、高齢者を対象としたことから、散歩等の比較的軽い運動内容も含めて考えた。調査の内容は、最近3ヵ月間における運動実施頻度及び運動習慣継続年数に関するものであった。図1及び2は、対象者の最近3ヵ月間における運動実施頻度及び運動習慣継続年数を年代別に示している。全体で見ると、週3-4日以上運動をしている者は28.5%を占めており、この割合は各年代でほぼ同じであった。また、週5日以上運動を行っている高齢者は8.3%であり、全く運動を行っていない高齢者は3.5%と非常に少なかった。さ

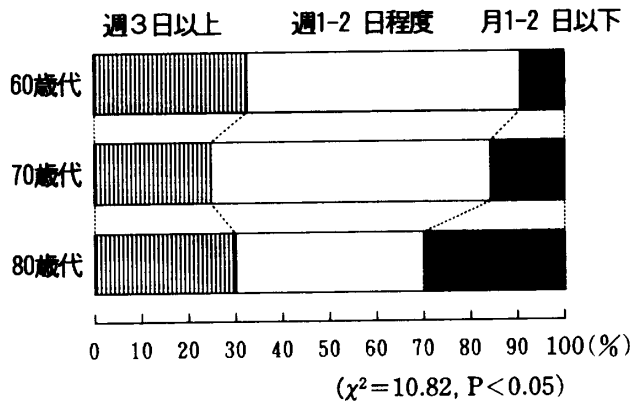


図1 高齢者の最近3ヶ月間における運動実施頻度

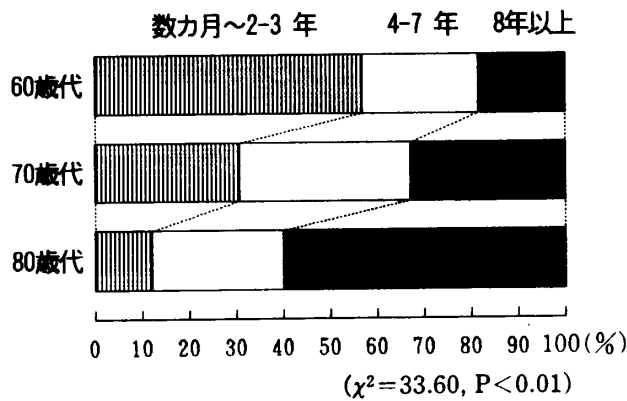


図2 高齢者における運動継続年数

らに、月1-2日程度実施あるいは全く運動を行っていない者は、年代と共に増加する傾向がうかがわれた。図2より、運動習慣継続年数に関しては年代が高い者ほど運動継続年数が長い傾向にあり、全体の40.3%の方が2-3年未満であり、

約3/4の者は4-7年以下の運動経験年数であった。なお、実施している運動種目は主に健康体操であり、その他ゲートボール、社交ダンス等の比較的運動強度の低い内容であった。また、対象者の多くは市町村が主催する健康教室や社会教育事業（例、高砂大学や高年大学等の名称で呼ばれている）に参加している高齢者であった。

表1は、対象とした高齢者の身体特性を上述の年代別に示している。測定は一般に実施されている方法^{35,59}に従った。表より、胸囲を除く全ての変数において有意な年代差が認められ、体格は年代と共に小さくなる傾向を示し、皮下脂肪厚は年代と共に減少する傾向が認められた。

2. 体力変量

高齢者の体力を捉えるために、妥当性、信頼性、安全性及び簡易性を考慮し^{20,22,23,27,41,42}、筋力、瞬発力、肺機能、敏捷性、平衡性及び柔軟性の各体力領域から14変数を選択した（表2）。体力を捉えるためのテストは、PerformanceテストとLaboratoryテストに大別される。全身持久性に関して言えば、前者の代表的なものは持久走のテストであり、後者の代表的なものは最大酸素摂取量のテストであろう。最大酸素摂取量の測定は、比較的高価な測定機器が必要であり、これらの機器を操作したり運転する熟練者や数人の検者等が必要である。また、多人数を同時に測定することができず、測定に時間を要する。さらに、小林ら³¹)は、運動を実施していない70歳代以上の

表1 対象者の身体的特徴

変量名 (単位)	60-64歳		65-69歳		70-74歳		75-79歳		80-89歳		F-値
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
身長 (cm)	149.0	(4.77)	149.3	(5.15)	147.2	(4.81)	147.0	(5.19)	144.6	(5.02)	6.85**
体重 (kg)	52.0	(6.50)	52.1	(8.54)	51.0	(7.64)	50.3	(6.22)	46.9	(6.82)	3.30*
胸囲 (cm)	87.0	(6.13)	86.0	(6.57)	85.9	(6.52)	85.2	(5.46)	83.6	(6.22)	1.57
上腕囲 (cm)	26.9	(2.80)	26.6	(2.64)	26.1	(2.44)	26.2	(2.38)	25.2	(2.65)	2.62*
下腿囲 (cm)	32.7	(2.11)	33.0	(2.69)	32.3	(2.43)	32.1	(2.99)	31.1	(1.78)	5.36**
皮下脂肪厚〔腕〕(mm)	22.0	(4.97)	20.6	(6.07)	20.0	(6.39)	19.2	(4.85)	17.5	(5.36)	3.43**
皮下脂肪厚〔背〕(mm)	22.6	(6.19)	21.1	(6.38)	20.7	(6.84)	19.7	(6.19)	17.7	(7.70)	3.03*

注) F 値：分散分析の結果，**：P<0.01，*：P<0.05

高齢者に対して最大酸素摂取量の測定を実施しようとしたが、血圧や肺機能などの医学的所見から、最大運動負荷テストに対して安全と認められる者が1人もいなかったと述べている。田中ら⁵⁷⁾は、中高年者に対して心電図及び血圧等の監視の下に最大酸素摂取量の測定を実施しているが、106名中8名に異常が見られ、運動を最大下で中断したと報告している。つまり、最大酸素摂取量の測定は妥当性は高いが実用性に劣り、高齢者を対象とした場合、何よりもまず危険性が非常に高い。本研究では安全性及び実用性を第一に考え、また Performance テストの立場から高齢者の体力を総合的に測定評価することを目的としている。

一方、Performance テストの場合でも、最大努力を要求することから高齢者の場合、運動の成就を要求する全身持久性の測定は危険性が高い。全身持久性は体力の重要な要素であり、体力を総合的に評価するためにその測定は不可欠であるが、妥当性よりも安全性が優先され、また有効な Performance テストが開発されていないのが実情である。

全身持久性には、呼吸機能と循環機能が関与している⁵³⁾。そこで、安全性を第一に考え、全身持久性と関連があり⁵⁹⁾、高齢者を対象とした場合においても比較的測定が容易である呼吸機能に関する測定項目を本研究では取り上げることとした。呼吸機能の測定項目としては、肺活量や息こらえテストが広く利用されている^{35,52,59)}。肺活量は、臨床医学、衛生学、体育学の分野で用いられており、肺活量の子備容量を簡便に評価しうる指標である⁵⁹⁾。また、息こらえテストについては、安静時血圧値や心拍数、あるいは一定運動量負荷時のダブルプロダクト値や心予備力の指標と有意な相関を示すことから、運動負荷を行う時のリスクを予測できる可能性が示唆されており、木村ら²⁷⁾は高齢者の体力測定項目として採用している。しかし、「がんばり」の程度を反映しているとの指摘もあり⁵⁹⁾、妥当性の点で問題がないわけではない。そこで、本研究では呼吸機能の測定項目として息こらえテストを選択し、その妥当性

も兼ねて検討を行うこととした。筋力変量の脚筋力は、ケーブルテンションメーターを用いた春日らの方法²⁰⁾により、左右どちらか一方の脚筋力を測定した。息こらえについては、木村らの方法²⁷⁾により、体捻転に関しては出村らの方法^{5,6)}に従って測定した。また、タッピング及びステッピングはタッピング・ステッピング測定器を用い、左右どちらか一方について10秒間における反復回数を測定した^{20,41,46)}。全身反応時間は、全身反応時間測定器を用い、光刺激による跳躍反応時間を5回測定し、最大及び最小値を除く3回の平均値を用いた。その他の体力変量については、一般に実施されている方法^{35,59)}に従った。なお、高齢者に対して体力テストを実施する場合、一般に健康チェックが実施されている。本研究では、血圧測定や簡単な問診等の健康チェックで実施可能な測定項目を選択した。

3. 解析方法

本研究で選択した体力変量の加齢に伴う変化を検討するために、各変量について年代別平均値及び標準偏差を算出し、年代間における平均値の差異の検定(分散分析)を実施した。一要因分散分析の結果、有意差が認められた場合には、ライアン法¹⁹⁾による多重比較検定を行った。また、女性高齢者における体力因子構造を明らかにするために、体力変量間の相関行列に因子分析法を適用した。次に、基礎体力を高齢者の日常の基本的な活動や運動の成就に共通に関与する能力領域と仮定し、主成分分析によって抽出された第一主成分を基礎体力の指標とした。そして、第一主成分を従属変数、各因子を代表するテスト変量を独立変数として重回帰分析を実施した。また、体力テスト結果の質的な考察が可能となり、利用者にとっての理解が容易になることを考慮し、各因子を代表する変量及び基礎体力と年齢との回帰直線を利用し、標準誤差を用いて5段階評価基準を作成した⁵⁵⁾。

表2 体力変量における年代別平均値, 標準偏差及び一要因分散分析の結果

変量名 (単位)	60-64歳		65-69歳		70-74歳		75-79歳		80-89歳		F-値	多重比較検定	r
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD			
1. 握力 [右] (kg)	21.6	4.09	22.1	3.64	20.0	4.20	19.4	4.80	17.3	4.77	10.20**	60, 65 > 70, 75 > 80	-0.342**
2. 握力 [左] (kg)	20.7	3.66	20.9	3.54	19.0	3.89	17.9	4.07	16.6	3.63	12.19**	60, 65 > 70 > 80, 60, 65 > 75	-0.364**
3. 脚筋力 (kg)	18.6	5.99	15.5	5.54	13.6	4.56	12.5	4.51	11.4	4.30	14.71**	60 > 65 > 70 > 80, 60 > 65 > 75	-0.400**
4. 肩腕力 [押す] (kg)	13.5	3.67	12.9	4.78	11.0	4.05	10.2	3.38	7.8	2.99	18.67**	60, 65 > 70, 75 > 80	-0.381**
5. 肩腕力 [引く] (kg)	13.7	3.31	13.7	4.80	10.9	3.90	9.9	3.56	8.6	3.45	18.92**	60, 65 > 70 > 80, 60, 65 > 75	-0.396**
6. 垂直跳び (kg)	20.3	4.37	19.4	4.74	15.8	4.62	14.0	4.99	11.2	5.07	30.97**	60, 65 > 70 > 75 > 80	-0.542**
7. 肺活量 (ml)	2443.3	421.34	2321.7	436.89	2030.8	406.99	1962.4	385.38	1653.6	419.85	26.03**	60, 65 > 70, 75 > 80	-0.494**
8. 息こらえ (sec)	35.2	14.46	29.5	12.06	26.0	11.05	25.8	14.06	23.3	10.08	5.82**	60 > 65 > 70, 80, 60 > 75	-0.295**
9. タッピング (times/10 sec)	59.7	7.23	56.1	8.10	53.4	8.06	49.6	9.66	47.8	6.63	16.29**	60 > 65 > 70 > 75, 80	-0.408**
10. スラッピング (times/10 sec)	41.5	7.16	38.7	9.00	35.7	10.18	34.2	8.45	35.0	6.37	8.01**	60, 65 > 70, 75, 80	-0.231**
11. 閉眼片足立ち (sec)	13.8	13.42	9.8	10.77	6.4	7.17	3.5	2.68	3.8	2.69	15.28**	60, 65 > 70 > 75, 80	-0.358**
12. 体捻転 [右] (deg)	101.1	14.97	101.3	18.66	94.7	15.08	88.3	17.04	86.1	13.53	9.95**	60, 65 > 70 > 75, 80	-0.312**
13. 体捻転 [左] (deg)	103.7	18.05	102.4	18.49	97.5	13.18	89.6	17.42	88.8	17.63	7.92**	60, 65 > 70 > 75, 80	-0.305**
14. 全身反応時間 (msec)	400.4	94.11	404.4	92.68	453.9	113.56	502.1	147.18	491.4	107.40	10.00**	75 > 70 > 60, 65, 80 > 60, 65	0.326**

注) 60 : 60-65歳群, 65 : 65-69歳群, 70 : 70-74歳群, 75 : 75-79歳群, 80 : 80-89歳群, 60 > 80 : 60-64歳群が80-89歳群よりも有意に大きいことを表す。

r : 年齢との相関係数, ** : P < 0.01

Ⅲ. 結果及び考察

1. 体力の加齢に伴う変化

表2は、体力について年代別平均値、標準偏差、年代間の差異の検定結果及び年齢との相関係数を示している。体力の全変量において年代間で有意な差異が認められ、年代と共に値が小さくなる傾向を示した（全身反応時間については年代と共に反応時間が延長される傾向にあった）。また、年齢との相関係数は中程度以下の有意な値が認められた。木村ら^{27,28)}、春日ら²⁰⁾、金ら^{22,23)}は、老人大学や老人クラブ等に所属する高齢者を対象に体力測定を実施し、体力が加齢と共に低下することを報告しており、本研究の結果も同様な傾向を示した。従って、項目によって低下パターンは異なるが、高齢者の体力は加齢に伴って低下する傾向にあり、本研究で選択した体力変量は高齢者の体力を捉えるために有効であると考えられる。

2. 女性高齢者の体力因子構造

表3は、14体力変量間の相関行列に因子分析法を適用し、得られた因子負荷行列及び解釈された因子名を示したものである。因子分析の結果、全分散量の約62%を説明する4因子が抽出された。第1因子は、握力、肩腕力、垂直跳びに0.423以上の負荷量が認められたことから筋力因子と解釈し、第2因子は体捻転の右及び左に0.895以上の負荷量を示したことから柔軟性因子と解釈した。第3因子はステッピング、タッピング、閉眼片足立ちに0.453以上の、全身反応時間に-0.531の負荷量が認められたことから神経機能因子と解釈した。第4因子は肺活量及び息こらえに0.632及び0.852の負荷量が認められたことから呼吸機能因子と解釈した。

金ら²²⁾は、中・高年齢者における運動能力の因子構造を検討した結果、女性では「手と足の敏捷性及び筋力因子」、「関節の可動性及び筋力因子」、「下肢反応の速さ因子」、「上肢反応の速さ因子」及び「平衡性因子」の5因子によって運動能力が構成されると報告している。また、中ら⁴⁶⁾は60歳以上の健康な女性高齢者の体力因子構造は、

表3 因子負荷行列及び解釈された因子名

変量名	F1	F2	F3	F4	C
1.握力(右)	868				0.77
2.握力(左)	858				0.76
3.脚筋力			452		0.38
4.肩腕力(押)	690				0.60
5.肩腕力(引)	727				0.66
6.垂直跳び	423				0.47
7.肺活量	420			632	0.62
8.息こらえ				852	0.76
9.タッピング			693		0.59
10.ステッピング			791		0.64
11.閉眼片足立ち			453	414	0.41
12.体捻転(右)		895			0.86
13.体捻転(左)		904			0.87
14.全身反応時間			-531		0.36
貢献量	3.08	1.96	2.13	1.57	8.74
貢献度(%)	22.03	14.00	15.21	11.19	62.43

注) F1: 筋力因子, F2: 柔軟性因子, F3: 神経機能因子, F4: 呼吸機能因子, C: 共通性, 因子負荷量は1000倍した値である。0.4未満の因子負荷量は省略した。

「筋力因子」、「全身の反応性因子」、「柔軟性因子」、「四肢の敏捷性因子」、「肺機能因子」及び「平衡性因子」の6因子によって構成されると述べている。本研究の結果からも、前述の報告と類似した因子が解釈されている。本研究における「筋力因子」は金らの「手と足の敏捷性及び筋力因子」、「関節の可動性及び筋力因子」や中らの「筋力因子」と対応し、本研究の「神経機能因子」は金らの「下肢反応の速さ因子」、「上肢反応の速さ因子」、「平衡性因子」や、中らの「全身の反応性因子」、「四肢の敏捷性因子」、「平衡性因子」と対応している。さらに、「柔軟性因子」は金らの「関節の可動性及び筋力因子」や中らの「柔軟性因子」と類似する因子と考えられる。また、本研究では、第4因子において肺活量と息こらえに各々0.632及び0.852の負荷量を示し、独立した因子として呼吸機能因子が解釈された。これまで、息こらえテストについては、呼吸機能を測定する項目として取り上げられていたにもかかわらず、その妥当性については検討されてこなかった。本研究

において、息こらえテストは肺活量と0.422の有意な相関係数を示し、肺活量と共に独立した因子として抽出された。従って、息こらえテストは呼吸機能を測定するのに有効であると考えられる。しかし、松沢ら⁴¹⁾は中高年男性ジョギング愛好者に対して体格及び体力測定を実施し心肺機能領域について因子分析を行った結果、有酸素能力及び肺機能因子を抽出しており、今後は全身持久性に関する測定項目を含め、高齢者の体力因子構造を検討する必要がある。

さらに、抽出された因子を見てみると、筋力因子では静的筋力に関する握力、肩腕力と瞬発筋力に関する垂直跳びが1つの因子として解釈され、神経機能因子に関しても敏捷性及び平衡性が複合した因子として解釈されている。中学生を対象とした井上ら¹⁸⁾、高校生を対象とした中ら⁴⁵⁾、大学生を対象とした松浦³⁶⁾、金ら²⁶⁾の体力や運動能力に関する研究においては、抽出されている因子の多くが1つの独立した能力を示しており、本研究とはやや異なる結果であった。高齢者においては、加齢と共に体力が低下することから、体力の構造自体も変化する可能性が示唆される^{12,22)}。児童期及び青年期では加齢と共に体力の分化が進むと考えられるが、高齢者においては因子の単純性が低下し、分化した体力要素が融合する傾向にあると推察される。

また、中高年者の体力・運動能力因子構造の性差を検討した金ら²²⁾及び中ら⁴⁶⁾の報告では、抽出された因子の解釈の点で男女間においてやや異なるものの、解釈された因子の類似性の高いことが指摘されている。しかし、大学生の一般運動能力の性差を検討した金ら²⁶⁾の報告では、因子の類似性は比較的高いものの、女子の因子構造は男子よりも分化していると述べており、年齢段階によって体力・運動能力構造の性差に違いが認められると推測される^{17,22)}。

以上のことから、女性高齢者の体力因子構造は前述の4因子によって構成されることが考えられる。従って、本研究では、高齢者の体力評価のための組テストを作成するにあたり、女性高齢者の体力構成因子である筋力、柔軟性、神経機能及び呼吸

機能の各因子を代表するテスト項目を、妥当性及び実用性を考慮して選択することにした。

3. テスト項目の選択及び評価基準の作成

これまで、因子を代表するテスト変量の選択に関しては、松浦^{36,37)}をはじめ多くの研究者^{5,16,47,49)}によって種々の方法が利用されている。テスト項目選択の重要な条件の1つである妥当性という点を強調すれば、各因子を十分推定ないし説明する変量を選択するのが適切である。しかし、特に高齢者の場合、実用性の点から多くのテストを実施することは困難である²⁹⁾。

表4は、各因子を推定するために選択された体力因子と各変量の相関係数を示している。いずれの因子も1変量によって約63-82%説明可能であり、実用性を考慮すれば各因子を代表する4項目が妥当であると考えられる。金ら²³⁾は日常生活における活動能力の構造を明らかにし、活動能力評価のための簡易組テストの作成を試みた結果、各因子を代表するとして選択された変量による因子の説明度は約32-74%程度であった。実用性を考慮して負荷量の最も高い項目を各因子から1項目ずつ、計4項目を選択した場合、他の3項目は各因子とも程度の差こそあれ関連をもっている。従って、組テストとして選択された4項目を利用した場合の方が、各因子を代表する1変量からの推定よりも、各因子の推定の精度は一般に高くなると推測される。4項目による各因子の推定の精度を見ると(表4の右側部分)、筋力及び神経機能因子ではほとんど増加がなく、その他

表4 体力因子の推定の精度

因子	変量	r	r ²	R	R ²
F1	1	0.868	(75.3%)	0.875	(76.5%)
F2	13	0.904	(81.7%)	0.939	(88.2%)
F3	10	0.791	(62.6%)	0.794	(63.1%)
F4	8	0.852	(72.6%)	0.875	(76.6%)

注) 因子名及び変量番号は表3と同じ。

r: 相関係数 (因子負荷量)

R: 各因子を代表する4変量との重相関係数

r², R²: 貢献度(%) = (r)² 又は (R)² × 100

表5 基礎体力得点の推定の精度及び推定式

基礎体力得点 (FPFF) の推定式	推定の精度
A式 (各因子を代表する4変量を用いた式): $FPFF = 1.564X_1 + 0.277X_8 + 0.343X_{10} + 0.313X_{13} - 32.853$	0.876**(76.7%)
B式 (息こらえの代わりに肺活量を用いた式): $FPFF = 1.382X_1 + 0.010X_7 + 0.334X_{10} + 0.275X_{13} - 38.515$	0.894**(80.0%)

注) X_1 =握力(右), X_7 =肺活量, X_8 =息こらえ, X_{10} =ステップング, X_{13} =体捻転(左), **: $P < 0.01$

の2因子も1変量の場合に比べて4-7%程度の増大にとどまった。高齢者を対象とした場合、身体的な負担をなるべく軽減し、手軽に体力評価が行えることが望ましいと考えられる。前述の握力及びステップングの信頼性は高齢者においても高いことが認められており^{22,23)}、テストの妥当性、信頼性及び実用性を考慮すると、高齢者のための体力を評価する組テストは、握力(右)、息こらえ、ステップング、体捻転(左)の4項目が適切であると考えられる。これらの項目は、これまでの木村ら^{27,28)}、宮口ら⁴²⁾をはじめ多くの人達^{20,22,41)}によって利用されている。

また、本研究では基礎体力を各体力領域の1次式で表せると仮定していることから、選択された4項目によって、高齢者の基礎体力の評価を試みた。まず、各変量間の相関行列に主成分分析を適用し、第一主成分を抽出した。その結果、第一主成分は全ての変量と有意な相関係数を示し約36%の貢献度を有していたことから、基礎体力因子(FPFF: fundamental physical fitness factor)と解釈し^{16,38,47,48)}、第一主成分得点を基礎体力の指標とした。次に、第一主成分得点を従属変数(妥当基準)、各因子を代表する4変量を独立変数として重回帰分析を行った。重回帰分析の結果、0.876の1%水準で有意な重相関係数が認められ(表5)、各因子を代表する4項目によって基礎体力の76.7%が説明されると考えられる。また、息こらえテストの安全性にやや問題があることから、息こらえテストに代えて肺活量を用いた場合の基礎体力の推定式についても検討を行った。肺活量1変量及び肺活量を含めた4変

量による呼吸機能因子の推定の精度は各々39.9%、45.5%であり、息こらえの場合に比較し約28-30%前後の低下が認められる。しかし、息こらえに代えて肺活量を含めた4変量と基礎体力得点との重相関係数は0.894 ($P < 0.01$)であり、基礎体力の推定の精度はほとんど変わらない値を示した。よって、息こらえテストの危険性が危惧される場合には、肺活量を利用して基礎体力を十分推定できると考えられる。

Nakamura et al.⁵¹⁾、田中ら⁵⁷⁾、李ら^{33,34)}、金ら²⁴⁾は、運動ストレス下での生理的検査値あるいは行動体力の測定値に主成分分析法を適用し、各個人の第一主成分スコアを利用してヒトの老化度を評価するための指標を提案し、その有効性を指摘している。本研究においても表5に示した推定式を利用することにより、各体力領域において選択された4項目によって基礎体力の評価が可能となる。なお、基礎体力得点の推定式は、得点の平均が50になるように簡便な式に変換されている。

図3-9は、年齢との回帰直線を利用し、標準誤差を用いて作成した各体力因子及び基礎体力因子の5段階評価尺度を示したものである(一:各変量の年齢への回帰直線を表し、各年齢でAの領域に属する測定値が得られた場合は「優れている」ことを示し、Eの領域に属した場合は「劣っている」を意味している。線上はより優れる群に属すると判定する)。例えば、握力20kgは60歳において「やや劣る」と判定されるが、75歳では「普通」、85歳では「優れる」と判定される。また、図10は、70歳女性高齢者2名(…:Sさ

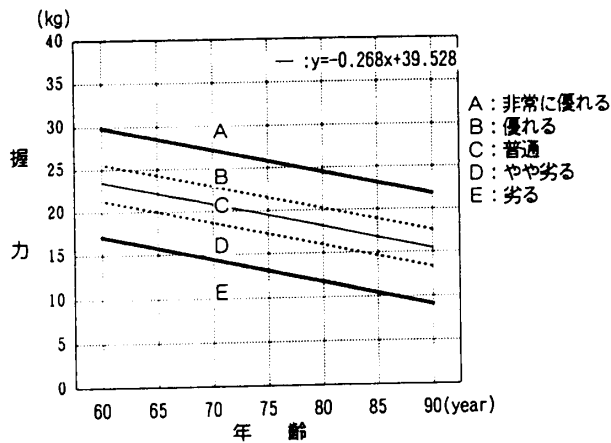


図3 年齢との回帰直線を利用した握力の5段階評価基準

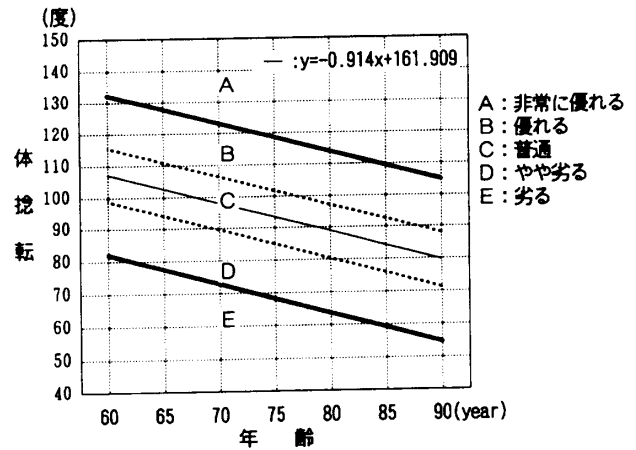


図6 年齢との回帰直線を利用した体捻転の5段階評価基準

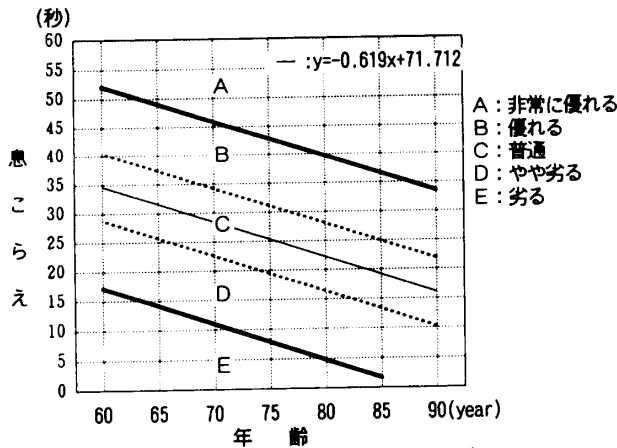


図4 年齢との回帰直線を利用した息こらえの5段階評価基準

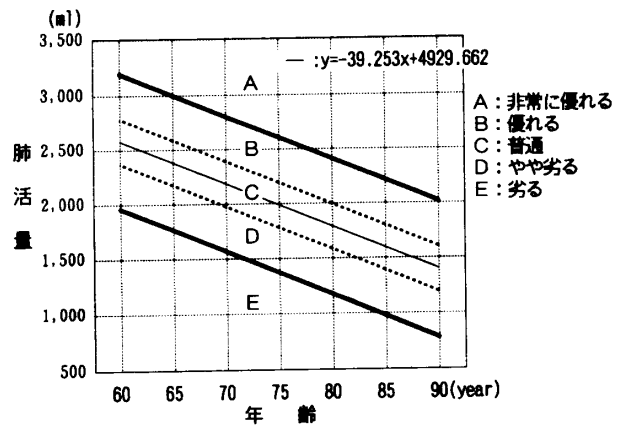


図7 年齢との回帰直線を利用した肺活量の5段階評価基準

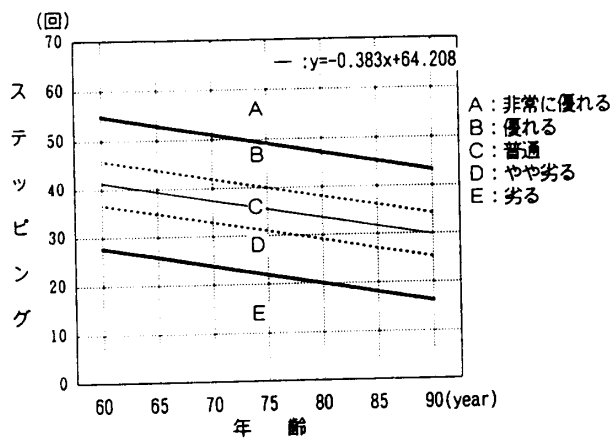


図5 年齢との回帰直線を利用したステップングの5段階評価基準

ん、一：Tさん)の評点を、表5の推定式(B式)及び年齢との回帰直線を利用して算出し、円形プロフィールを作成したものである。Sさんは筋力及び柔軟性に関して普通であり、神経機能、呼吸機能及び基礎体力では優れると評価され、体力のバランスの点でも比較的良好な状態にあると推測される。しかし、Tさんは柔軟性及び呼吸機能に関して普通であるが、筋力、神経機能及び基礎体力においてやや劣っており、全体的に体力レベルは低く、柔軟性及び呼吸機能以外の体力要素では低下傾向が認められる。このように、本研究で作成した評価尺度を利用することにより、各個人は年齢を考慮して自己の各体力要素及び基礎

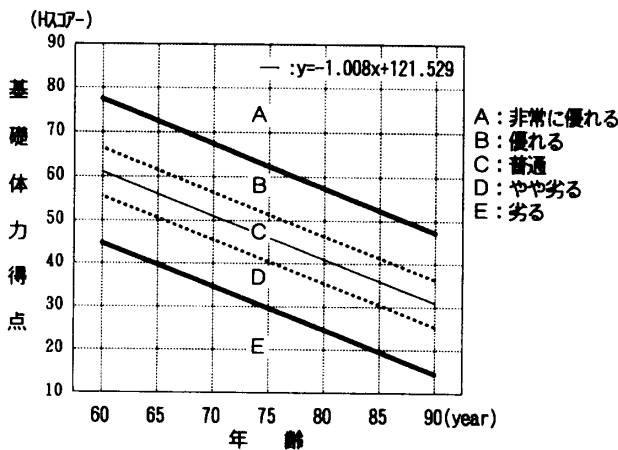


図8 年齢との回帰直線を利用した基礎体力得点の5段階評価基準

注) 基礎体力得点は、握力(右)、息こらえ、ステッピング、体捻転(左)から、表5に示した推定式(A式)を利用し算出した得点である。

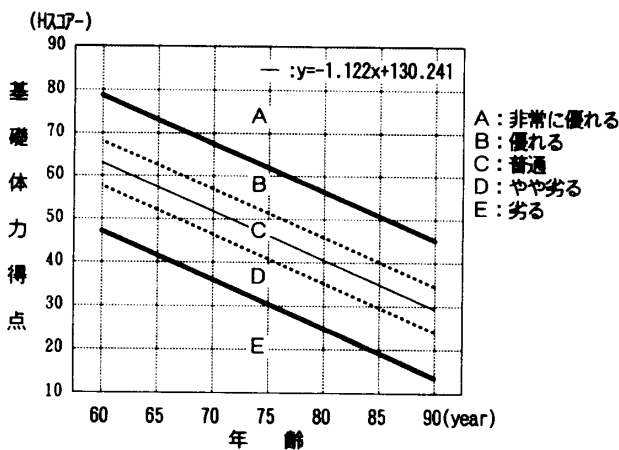


図9 年齢との回帰直線を利用した基礎体力得点の5段階評価基準

注) 基礎体力得点は、握力(右)、肺活量、ステッピング、体捻転(左)から、表5に示した推定式(B式)を利用し算出した得点である。

体力を手軽に知り、体力の現状を客観的かつ具体的に判断することができると考えられる。

近年、多くの研究者によって高齢者用の体力テスト^{7,23,27)}が開発されているが、高齢者全体を同一の基準で評価しているものが多く、年齢を考慮した評価尺度の作成に至っていないのが現状であ

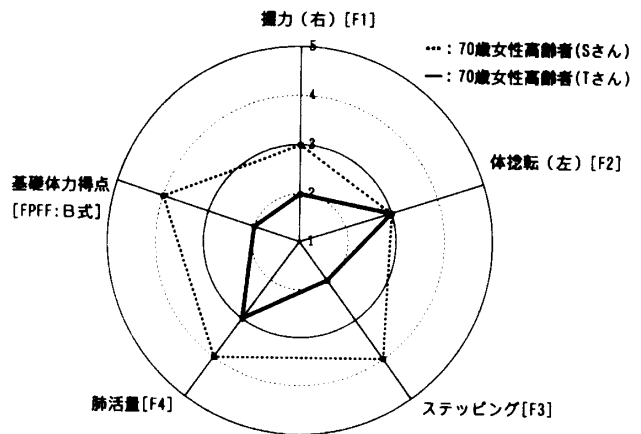


図10 高齢者体力評価プロフィール

る。しかし、本研究において作成された評価尺度を用いることにより、年齢段階に応じた評価が可能であると考えられる。また、木村ら²⁷⁾は、高齢者の体力測定の意味として、「運動を指導する者には体力の特徴、弱点を知る目安を与え、高齢者自身には運動の意欲や運動の習慣化を促すことを目標とすべきであろう」と述べており、本研究で作成されたテストバッテリーを利用することにより、簡単に体力の特徴を把握することができる。

最後に、本研究では、体力テスト作成にあたって高齢者にとってなるべく負担が少ないように考慮したが、事前に安静時の血圧測定や問診等の簡単な健康チェックの実施が望ましいことを付記しておく。

IV ま と め

本研究の目的は、60歳以上の女性高齢者における体力因子構造を明らかにすると共に、高齢者の基礎体力を評価するための組テスト及び年齢を考慮した評価基準を作成することであった。妥当性、安全性及び実用性を考慮して選択された各体力領域を代表する14テスト項目を338名の女性高齢者に対して実施した。因子分析法の結果、筋力因子、柔軟性因子、神経機能因子及び呼吸機能因子の4因子が抽出され、女性高齢者の体力の因子構造は前述の4因子によって構成されていると考えられた。また、呼吸機能因子は息こらえ及

び肺活量テストによって定義された。

前述の各因子から妥当性及び実用性を考慮して、「握力(右)」、「体捻転(左)」、「ステッピング」および「息こらえ」の4項目が体力組テストとして選択された。これらの4項目を利用して第一主成分得点によって評価される基礎体力の推定を試みた結果、これらの4項目によって基礎体力の約77%を推定できることが明らかにされた。また、安全性を考慮し、息こらえテストに代えて肺活量が勧められ、この場合でもほぼ同程度の基礎体力が推定できた(表5参照)。さらに、体力が加齢に伴い低下すること及び利用者にとって解釈しやすくなることを考慮して、各体力構成因子及び基礎体力因子について年齢別5段階評価基準を作成した(図3-9)。

文 献

- 1) Borkan, G. A. and Norris, A. H. (1980) Biological age in adulthood: comparison of active and inactive U. S. males. *Human Biology* 52: 787-802.
- 2) Bravo, G., Gauthier, P., Roy, P. M., Tessier, D., Gaulin, P., Dubois, M. F., and Peloquin, L. (1994) The functional fitness assessment battery: reliability and validity data for elderly women. *JAPA* 2: 67-79.
- 3) Chodzko-Zajko, W. J. and Ringel, R. L. (1987) Physiological fitness measures and sensory and motor performance in aging. *Exp. Gerontol.* 22: 317-328.
- 4) Clark, B. A (1989) Tests for fitness in older adults AAHPERD fitness task force. *J. Physi. Edu. Rec. and dance.* 60: 66-71.
- 5) 出村慎一・松浦義行 (1982) 大学男子水泳選手のための柔軟性組テスト. *体力科学* 31: 94-102.
- 6) 出村慎一 (1983) 中学生水泳選手の形態, 筋力, 及び柔軟性の性差・学年差の検討. *体力科学* 32: 8-16.
- 7) 出村慎一・松沢甚三郎・豊島慶男・松尾典子・中比呂志 (1995) 中高年者のための自覚的体力検査の作成—スクリーニングテストとしての利用—. *教育医学* 40: 181-188.
- 8) Dubina, T. L. Dyundikova, V. A. and Zhuk, E. V. (1983) Biological age and its estimation. II. Assessment of biological age of albino rats by multiple regression analysis. *Exp. Gerontol.* 18: 5-18.
- 9) Furukawa, T., Inoue, M., Kajiya, F., Inada, H., Takasugi, S., Fukui, S., Takeda, H. and Abe, H., (1975) Assessment of biological age by multiple regression analysis. *J. Gerontol.* 30, 422-434.
- 10) 古川俊之 (1976) 寿命モデル, *数理科学* 151: 43-55.
- 11) 古川俊之・苅田全世・吉川博通・稲田 紘・森脇健・阿部 裕・宮崎 学・梶谷文彦・宮脇一男 (1986) 多変量理論による老年者の生物学的年齢推定. *高齢医学* 6: 308-317.
- 12) 古名丈人・長崎 浩・伊藤 元・橋詰 謙・衣笠隆・丸山仁司 (1995) 都市および農村地域における高齢者の運動能力. *体力科学* 44: 347-356.
- 13) Hofecker, G., Skalicky, M., Kment, A. and Niedermuller, H. (1980) Models of the biological age of the rat. I. A factor model of age parameters. *Mech. Ageing Dev.* 14: 345-359.
- 14) 市村操一 (1982) 青年期における運動能力の因子構造の発達の变化. *筑波大学体育科学系紀要* 5: 19-23.
- 15) 飯田顕男・松浦義行・青柳 領 (1986) 基礎運動能力の領域中にしめる各下位領域の割合と加齢に伴う変化—高校生を対象として—. *体育学研究* 31: 39-51.
- 16) 井上フミ・松浦義行 (1971) 基礎運動能力組テスト試案 (女子高校生). *体育学研究* 16: 163-169.
- 17) 井上フミ・松浦義行 (1972) 発育に伴う運動能力因子構造の変化について—中学生女子について—. *体育学研究* 16: 281-290.
- 18) 井上フミ・松浦義行 (1976) 発育に伴う運動能力因子構造の変化について—運動能力系統樹—. *体育学研究* 21: 27-37.
- 19) 岩原信九郎 (1986) 教育と心理のための推計学. 日本文化科学社: 東京, pp. 233-259.
- 20) 春日晃章・出村慎一・松沢甚三郎・豊島慶男・松尾典子 (1992) 運動実施が女性高齢者の体格及び体力に及ぼす影響について—運動実施頻度及び継続年数の観点から—. *教育医学* 38: 168-177.
- 21) 吉川和利 (1985) 生理的年齢予測の重回帰分析. *健康科学* 7: 1-10.
- 22) 金 禎植・稲垣 敦・田中喜代次・芳賀脩光・松浦義行 (1992) 中・高齢者における運動能力の因子構造とその性差. *いばらき体育・スポーツ科学* 8: 1-10.
- 23) 金 禎植・松浦義行・田中喜代次・稲垣 敦 (1993) 高齢者の日常生活における活動能力の因子構造と評価のための組テストの作成. *体育学研*

- 究 38: 187-200.
- 24) 金 禧植・田中喜代次 (1994) 高齢者の活動能力の評価モデル. 体力科学 43: 361-369.
- 25) Kim, H. S. and Tanaka K. (1995) The assessment of functional age using "activities of daily living" performance tests: a study of korean women. JAPA 3: 39-53.
- 26) 金 基学・松浦義行 (1985) 大学生の一般運動能力の因子構造とその性差. 体育学研究 29: 269-283.
- 27) 木村みさか・平川和文・奥野 直・小田慶喜・森本武利・木谷輝夫・藤田大祐・永田久紀 (1989) 体力診断バッテリーテストからみた高齢者の体力測定値の分布および年齢との関連. 体力科学 38: 175-185.
- 28) 木村みさか・森本好子・寺田光世 (1991) 都市在住高齢者の運動習慣と体力診断バッテリーテストによる体力. 体力科学 40: 455-464.
- 29) 衣笠 隆・長崎 浩・伊藤 元・橋詰 謙・古名丈人・丸山仁司 (1994) 男性 (18~83歳) を対象にした運動能力の加齢変化の研究. 体力科学 43: 343-351.
- 30) 小林寛道・北村潔和・松井秀治 (1980) 一般健康成人男子および中高年スポーツ愛好者の Aerobic Power. 体育学研究 24: 313-323.
- 31) 小林寛道・近藤孝晴 (1989) 高齢者の運動と体力. 朝倉書店: 東京, pp. 57-102.
- 32) 小田宮章夫 (1981) スポーツ活動経験による運動能力の発達の特性. 体育学研究 26, 19-28.
- 33) 李 美淑・松浦義行・田中喜代次 (1993) 中年男性の体力年齢の評価. 体力科学 42: 59-68.
- 34) 李 美淑・田中喜代次・松浦義行・早川洋子・竹田正樹・盧 昊成・浅野勝己 (1993) 冠動脈疾患を有する中高年男性の体力年齢と運動療法に伴う変化. 体力科学 42: 371-379.
- 35) 松井三雄・水野忠文・江橋慎四郎 (1965) 体力測定法. 体育の科学社: 東京, pp. 42-164.
- 36) 松浦義行 (1969) 大学生男子のための一般運動能力テストの試案. 体育学研究 13: 215-223.
- 37) 松浦義行・中村栄太郎・吉田愛子・土井喬夫 (1974) バスケットボール・プレーヤーの適性予測に関する研究. 体育学研究 19: 75-86.
- 38) 松浦義行・中村栄太郎 (1977) 基礎運動能力の発達に関する研究—4~8歳の男児について—. 体育学研究 21: 293-303.
- 39) 松浦義行 (1982) 縦断的資料による発育発達にともなう運動能力因子構造の変化に関する研究. 筑波大学体育科学系紀要 5: 79-94.
- 40) 松浦義行 (1989) 体力の発達. 朝倉書店: 東京, pp. 68-167.
- 41) 松沢基三郎・出村慎一・中比呂志・岡島喜信 (1994) 中高年男性ジョギング愛好者の身体特性及びその加齢に伴う変化. 教育医学 40: 125-135.
- 42) 宮口和義・出村慎一・宮口尚義 (1990) 高齢ゲートボール愛好者の体力特性. 体力科学 39: 262-269.
- 43) 文部省体育局 (1994) 平成5年度体力・運動能力調査報告書.
- 44) 永松俊哉・荒尾 孝・種田行男・西島洋子・青木和枝・江橋 博 (1992) 高齢者の日常生活における身体活動能力 (生活体力) 測定法の開発に関する研究—第5法フィールドテストとしての測定方法の有用性について—. 体力研究 81: 11-19.
- 45) 中比呂志・出村慎一 (1994) 運動習慣の違いが青年期男子学生の体格及び体力に及ぼす影響: 3年間の縦断的資料に基づいて. 体育学研究 39: 287-303.
- 46) 中比呂志・出村慎一・松沢基三郎 (1994) 高齢者における体力構成因子と運動習慣の関係. 教育医学 40: 72-73.
- 47) 中村栄太郎・松浦義行 (1970) 基礎運動能力組テストの作成と基礎運動能力指数—高校男子のための試案—. 体育学研究 14: 215-222.
- 48) 中村栄太郎・松浦義行・吉田愛子 (1972) 基礎運動能力の組テストならびに指数の作成—高校生女子について—. 体育学研究 17: 81-88.
- 49) 中村栄太郎・松浦義行 (1978) 敏捷性の組テストならびに指数の作成—高校生男子バスケットボール選手について—. 体育学研究 23: 35-45.
- 50) 中村栄太郎・木村みさか・永田久紀・宮尾賢爾・小関忠尚 (1982) 種々の生理機能にもとづく老化の指標としての生物学的年齢の推定 (男子の場合). 日衛誌 36: 853-862.
- 51) Nakamura, E. Miyao, K. and Ozeki, T. (1988) Assessment of biological age by principal component analysis. Mech. Ageing Dev. 46: 1-18.
- 52) 名取礼二・小川義雄・横堀 栄・木村邦彦 (1970) 最新体力測定法. 同文書院: 東京, pp. 149-216.
- 53) 日本体育学会測定評価専門分科会編 (1988) 体力の診断と評価. 大修館書店: 東京, pp. 100-141.
- 54) 佐々木 陽・横内 峻・堀内成人・大森清彦 (1970) 期待年齢による健康診断成績評価の試み. 日本老年医学会雑誌 7: 323-332.
- 55) 芝 祐順・南風原朝和 (1992) 行動科学におけ

- る統計解析法. 東京大学出版: 東京, pp. 142-166.
- 56) 竹島伸生・鈴木雅裕・田中喜代次・渡辺丈真・小林章雄・橋本佳明・山本 浩 (1993) 運動処方のための高齢者の体力評価システムの開発. 体力研究 83: 82-91.
- 57) 田中喜代次・松浦義行・中塘二三生・中村栄太郎 (1990) 主成分分析による成人女性の活力年齢の推定. 体育学研究 35: 121-131.
- 58) 田中喜代次・李 美淑 (1995) 高齢化社会における健康・体力評価の意義. 筑波大学体育科学系紀要 18: 27-36.
- 59) 東京都立大学体育学研究室編 (1989) 日本人の体力標準値 第4版. 不昧堂出版: 東京.
- 60) Voitenko, V. P. and Tokar, A. V. (1983) The assessment of biological age and sex differences of human ageing, *Exp. Aging Res.* 9: 239-244.
- 61) Webster, I. W., and Logie, A. L. (1976) A relationship between functional age and health status in female subjects, *J. Gerontol.* 31: 546-550.

(平成7年5月15日受付)
(平成7年11月18日受理)