

健常高齢者における体力要素間の関連性：性差及び年代差

南 雅 樹¹⁾ 出 村 慎 一²⁾ 長 澤 吉 則³⁾
多 田 信 彦⁴⁾ 松 沢 甚 三 郎⁵⁾

RELATIONSHIPS BETWEEN PHYSICAL FITNESS ELEMENTS OF HEALTHY OLDER ADULTS : GENDER AND AGE DIFFERENCES

MASAKI MINAMI, SHINICHI DEMURA, YOSHINORI NAGASAWA, NOBUHIKO TADA and JINZABURO MATSUZAWA

Abstract

The aim of this study was to clarify the relationship between physical fitness elements in healthy older adults, considering the differences between gender and between age. Subjects were 1042 active and non-injured people aged from 60 years to under 90 years. The subjects were classified into two different age groups of under 75 years group and 75 years and over group. A total of 11 variables representing four physical fitness elements (muscular, joint, neural, and respiratory functions) were selected through examination of safety and validity. Two-way ANOVA was used to examine gender and age differences in each physical fitness element. Pearson's correlation coefficient and partial correlation coefficient excluding age factor were calculated for each gender and age group.

As a result of examining the relationship among physical fitness elements, the correlation coefficients within variables consisting of the following each function, muscular function, joint function and agility of extremities, were significant in both age groups, and these tendencies were consistent in both gender groups. Similarly, significant correlation coefficients between standing-reach and muscular function variables, and between trunk twist and foot balance with eyes open and reaction time were found in the under 75 years group, but not in the over 75 years group. On the other hand, different tendencies between genders were found in the relationship between the muscular function variables and trunk twist and foot balance with eyes open, and between the reaction time and stepping and muscular function variables. As the relationships among physical fitness elements tended to decline in the over 75 years group, it is inferred that this tendency is influenced by the change with aging of physical fitness characteristics and environmental factors around the older adults.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2001, 50 : 571~582)

key word : physical fitness element, relationship, older adult, gender difference, age difference

I. 緒 言

老化の加速する高齢期は、体力の低下が顕著になる^{1,2)}。そして、高齢期の体力低下は個人差が非常に大きく、高齢期以前の運動経験の蓄積及び

高齢期における日常生活や運動習慣の影響が体力や健康状態を大きく左右する^{3~5)}。不自由な日常生活を送る高齢者がいる一方で、地域社会へ積極的に働きかけ、活動的な生活を送っている高齢者も存在する。後者の活動旺盛で健常な高齢者は、

¹⁾米子工業高等専門学校

〒683-8502 鳥取県米子市彦名町4448

²⁾金沢大学教育学部

〒920-1192 石川県金沢市角間町

³⁾秋田県立大学

〒010-0195 秋田県秋田市下新城中野字街道端西241-7

⁴⁾福井県立大学

〒910-1195 福井県吉田郡松岡町兼定島4-1-1

⁵⁾福井医科大学

〒910-1194 福井県吉田郡松岡町下合月23-3

Yonago National College of Technology 4448, Hikona, Yonago, Tottori 683-8502

Faculty of Education, Kanazawa University Kakuma, Kanazawa, Ishikawa 920-1192

Akita Prefectural University 241-7 Kaidobata-Nishi, Shimoshinjo-Nakano, Akita-city, Akita 010-0195

Fukui Prefectural College 4-1-1 Kenjyojima, Matsuoka, Yoshida, Fukui 910-1195

Fukui Medical School 23-3 Shimoaitsuki, Matsuoka, Yoshida, Fukui 910-1194

高齢化が進む我が国において増加しつつある。

一般に、高齢期の体力は、自立した生活を営むための生活関連体力が重要と考えられ⁶⁾、日常生活動作に基準を置いた測定法が開発されているが、活動的な高齢者の体力を的確に、詳細に捉えることは困難であり^{7,8)}、青年期や壮年期で用いられる、個々の体力要素を最大発揮値から量的に捉えるテストが適用されている。

これまでの健常高齢者の体力に関する研究では、高齢期体力の構成要素⁹⁾、各体力要素の性差や低下特性¹⁰⁾、あるいは若年期から高齢期まで同次元での体力の加齢変化^{11,12)}などが明らかにされている¹³⁻¹⁵⁾。しかし、いずれの研究も、体力要素間の関係については十分検討していない。

体力が低下し始める壮年期では、各体力要素の独立性が比較的顕著にみられる³⁾が、これは、体力要素毎に、最高レベルを維持する期間や低下傾向が異なり、結果的に各要素がそれぞれ変化するためである¹⁰⁻¹²⁾。様々な運動機能の低下は、そうした個々の体力要素の低下が総合的に関わっていると推測される。老化が加速する高齢期では、体力要素の加速的な低下は、更に、日常の様々な運動機能の低下に大きな影響を及ぼすと考えられる。

家治川ほか¹¹⁾は、筋力や柔軟性の不足によって、持久性テストを中断し、高齢期で重要な持久性の評価が困難になったと述べている。このことは、日常生活での持久性発揮には筋力や柔軟性が不可欠であり、それを高めるあるいは維持することが非常に重要であることを示唆している。また、開眼片足立ちは、一般に平衡性に関わる神経機能のテストとして用いられ、高齢期では顕著に低下することが報告¹⁴⁻¹⁶⁾されているが、その動作には、脚筋力や瞬発力の関与が指摘されている^{14,17)}。高齢期では、足腰の安定性が低下し、転倒しやすくなる。これは、骨折などの大ケガや、その後の動作能力に関わる問題であり、その主要原因が平衡機能や脚力の低下^{3,4,14)}にあることを示唆している。高齢期では、衰退する幾つかの機能が最大レベルで動作遂行に関わっており、一つ

の運動機能の低下が、他の運動機能低下に影響を及ぼし、日常生活上の重大な問題となると考えられる。高齢者の体力の維持、遅延、あるいはリハビリの対策を考える上でも、高齢期の体力要素間の関係を明らかにすることは重要であろう。

高齢者の体力の因子構造や各体力要素の性差および加齢変化に関しては先行研究において様々な知見が明らかにされている^{10-15,21)}。しかし、高齢者の体力要素間の関係の特徴はいかなるものか、その関係は加齢に伴いどのように変化するか、また男女間に傾向の違いは認められるかなどに関しては十分な知見が得られていない。80歳以上の高齢者に対し、最大能力発揮に基づく体力テストを実施し、その結果をもとに体力要素相互間の関係を検討した研究は世界的にも例がなく、非常に貴重な資料となろう。これらを踏まえ、本研究では、60代から80代の健常な高齢者について、性別および年齢群別に体力要素間の関係を検討し、体力要素間の関係が加齢に伴いどのように変化するか、またその傾向は男女間でどのように異なるのかについて明らかにすることを目的とした。

Ⅱ. 方 法

1. 被験者

被験者は、60歳～90歳未満の身体に支障のない健康な高齢者であった。つまり、自立した生活を営んでいる高齢者(厚生省「障害老人の日常生活自立度判定基準」のランクJ以上の高齢者)であり、その多くは、市や県の主催する健康教室や社会教育事業(高年大学、すこやか教室、長寿祭など)に参加し、スポーツを積極的に実施していた。全ての被験者に対し、事前に本研究の主旨および測定内容を説明し、研究に対する参加の同意を得た。被験者の年代別、性別内訳は、表1に示している。尚、本研究では、標本の年齢幅を均等にすること、および壮年期を経て高齢期の体力特性を検討するうえで60歳前半の資料も分析対象とする必要性があることを考慮し、60歳以上の高齢者を被験者とした。また、被験者を「75歳未満群」と「75歳以上群」に分類し、年齢の影響を検討した。

Table 1. Number of subjects for each age group.

	Under 75 years group			Over 75 years group		Total
	60s	65s	70s	75s	80s	
Male	27	63	78	91	45	304
Female	94	223	219	146	56	738
Total	121	286	297	237	101	1042

Note. Sample size of under 75 years group was 704 (male : 168, female : 536), and that of over 75 years group was 338 (male : 168, female : 202).

2. 測定項目及び方法

体力変量は、比較的高齢者に利用^{4,10,11,14~16,21~24)}され、信頼性、客観性、及び妥当性等の高い変量を選択した。つまり、高齢者の体力を筋機能、関節機能、神経機能、及び肺機能からなると仮定^{3,18)}し、それぞれを代表する次の11項目を、安全性及び身体的負担を考慮して選定した。筋機能では、握力、肩腕力(押・引)及び垂直跳びを選択した。肩腕力はヤガミ社製 DINAMOMETER 肩腕力計を用い、出村ら²¹⁾の方法に従い測定した。すなわち、肩腕力計を胸の前で両手で持った状態から、内側に押すおよび外側に引く際の筋力を測定した。垂直跳びに関しても出村ら²¹⁾の方法に従った。被験者に跳躍板上で直立姿勢を取らせた状態で、腰に距離測定用のロープを装着し、垂直方向に跳躍した際の腰の移動距離を測定した。関節機能は、立位体前屈及び体捻転を選定した。体捻転は、角度の刻んであるビニールシート上に両足を揃えて立ち、両端に鎖の付いた棒を地面と水平に両肩上で抱え、膝と腰を曲げないで胴体を捻った際の身体正面からの最大捻転範囲を測定した。神経機能は、開眼片足立ち、タッピング、ステッピング、及び全身反応時間のテストを実施した。開眼片足立ちは開眼片足が可能な時間(最大120秒)を測定した。タッピング及びステッピングは、LED社製の測定機器(TAPPING COUNTER MODEL AM3)を用い、利手と利足による10秒間のそれぞれの最大叩打回数を測定した。全身反応時間は、竹井機器社製の測定機器(WHOLE BODY REACTION TYPE II)を用い、光刺激による跳躍反応時間を5回測定し、最大と最小を除く3値の平均値を代表値とした。肺機能は、特に、安全性や実用性の点から肺活量を選定した。

肺活量の測定は、ミナト医科学社製の機器(オートスパイロ AS-500)を用いた。尚、握力と体捻転は、左右のそれぞれを測定し、その平均値を代表値とした。

3. 統計解析

各体力変量の性差及び年齢群間差を検討するため、二要因分散分析を行い、有意差が認められた場合には、TukeyのHSD法に基づく多重比較検定を行った。また、高齢期の体力の全体像を捉えるため^{8,25)}、体力11変量からなる相関行列に主成分分析を施し、第1主成分を抽出した。そして、第1主成分得点を求め、同様に、二要因分散分析及び多重比較検定を行なった。各体力要素間の関係を検討するため、年齢群別及び性別に、ピアソンの積率相関係数及び年齢の影響を除外した偏相関係数を算出した。尚、本研究の有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結 果

1. 体力変量の性差及び年齢群間差

各変量における基礎統計量及び二要因分散分析の結果を表2に示している。握力、肩腕力(引)、肩腕力(押)、垂直跳びの4変量は、有意な交互作用が認められ、年齢群間差が男女間で異なる傾向を示した。いずれの変量も男性が女性より、75歳未満群が75歳以上群よりそれぞれ有意に高い値を示したが、その相対的な低下率は男性の方が大きい傾向にあった。立位体前屈は性差及び年齢群間差が認められ、男性において75歳未満群が75歳以上群より高く、両年齢群とも女性が男性より高い値であった。体捻転では、年齢群間差が認められ、男女とも75歳未満群が有意に高い値であった。神

Table 2. The result of two-way ANOVA for each variable.

Function	Variable	Senescence	under 75 years		over 75 years		ANOVA		
			Mean	SD	Mean	SD	Gender	Age	Interaction
Muscular	1. Grip strength (kg)	M	34.4 ^H	5.5 >	29.3 ^H	5.5	1183.96**	144.13**	11.27**
		F	21.8	4.2 >	18.9	4.4			
	2. Shoulder and arm pull strength (kg)	M	20.5 ^H	6.8 >	15.1 ^H	5.4	402.09**	148.21**	11.64**
		F	12.4	4.4 >	9.3	3.5			
	3. Shoulder and arm push strength (kg)	M	21.4 ^H	7.4 >	15.8 ^H	5.4	398.46**	133.70**	13.00**
		F	12.6	4.6 >	9.7	4.1			
	4. Vertical jump (cm)	M	26.8 ^H	8.1 >	18.3 ^H	6.1	220.58**	226.15**	17.03**
		F	18.4	5.6 >	13.6	5.3			
Joint	5. Standing-reach (cm)	M	2.8	7.3 >	2.0	8.5	238.13**	4.96 *	0.62
		F	10.8 ^H	6.1	9.3 ^H	6.7			
	6. Trunk twist (degree)	M	101.8	15.2 >	92.8	15.5	2.94	59.63**	0.01
		F	99.7	15.8 >	91.0	16.8			
Neural	7. Foot balance with eye opened (sec)	M	78.5 ^H	39.5 >	47.8	38.1	7.71**	133.61**	0.10
		F	71.8	37.0 >	39.4	30.2			
	8. Tapping (times/10sec)	M	55.4	8.5 >	50.6	8.8	0.32	67.85**	0.13
		F	55.5	7.3 >	51.1	7.9			
	9. Stepping (times/10sec)	M	42.7 ^H	8.8 >	37.5	9.4	10.05**	42.55**	2.59
		F	39.6	9.2 >	36.4	8.2			
10. Reaction time (msec)	M	459.0	106.4 <	554.5	181.2	3.96 *	85.24**	0.01	
	F	480.5	128.6 <	573.7	161.6				
Respiratory	11. Vital capacity (ml)	M	3102.3 ^H	677.4 >	2677.6 ^H	586.1	564.05**	118.11**	0.48
		F	2204.5	453.4 >	1830.8	422.7			
	12. First principal component	M	2.82 ^H	1.713 >	0.45 ^H	1.528	533.19**	302.66**	9.79**
		F	-0.21	1.388 >	-1.86	1.230			

Note) M : male F : female Mean value of right and left sides was used for grip strength and trunk pronation.

> : The value of the under 75 years is significantly higher than that of the over 75 years.

^H : The value is significantly higher than the other in a comparison between male and female.

経機能の4変量は、年齢群間差が認められ、開眼片足立ち、タッピング及びステッピングは75歳未満群の方が、全身反応時間は75歳以上群の方がそれぞれ有意に高い値であった。その4変量の内、性差はタッピング以外の3変量に認められた。肺活量は、性差及び年齢群間差が認められ、男性が女性より、75歳未満群が75歳以上群よりそれぞれ有意に高い値であった。

表3は、体力11変量の相関行列に主成分分析を適用した結果を示している。第1主成分の貢献量は4.1であり、すべての変量と有意な関係を示し、また、全分散の37%を説明し得るものであった。第1主成分得点を算出し、二要因分散分析を行っ

た結果、性差、年齢群間差、及び交互作用が認められた(表2)。多重比較検定の結果、男性が女性より、75歳未満群が75歳以上群よりそれぞれ有意に高い値であった。

2. 変量相互の相関係数

変量相互間の相関係数及び年齢の影響を除外した偏相関係数を、男性の75歳未満群は表4、75歳以上群は表5、女性の75歳未満群は表6、75歳以上群は表7にそれぞれ示している。

筋機能の4変量間の相関係数は、男性の75歳以上群の肩腕力(引)と垂直跳び間を除き、男女とも両年齢群において有意な値であった。また、関節

Table 3. Result of principal component analysis.

Variable	Factor loading of the first principal component
1. Grip strength	0.815
2. Shoulder and arm pull...	0.816
3. Shoulder and arm push...	0.789
4. Vertical jump	0.778
5. Standing-reach	-0.097
6. Trunk twist	0.452
7. Foot balance with ...	0.486
8. Tapping	0.477
9. Stepping	0.399
10. Reaction time	-0.414
11. Vital capacity	0.739
Contribution	4.111
% contribution	37.369

機能の立位体前屈と体捻転の相関係数も、男女の両年齢群で有意な値であった。神経機能の4変量間の相関係数は、男性の場合、75歳未満群の開眼片足立ちとステップング及び全身反応時間の間を除きすべて有意な値であった。女性の場合、75歳未満群ではステップングと開眼片足立ち及び全身反応時間の間を除きすべて有意な値であったが、75歳以上群ではタッピングとステップングの間、及び開眼片足立ちと全身反応時間の間が有意な値であった。

各身体機能間の変量の関係では、肺活量は、男女の両年齢群において、握力、肩腕力(引)、肩腕

力(押)と有意な相関係数が認められた。また、垂直跳びと体捻転及び開眼片足立ちとの間、タッピングと握力及び体捻転との間もそれぞれ有意な値が認められた。一方、立位体前屈と開眼片足立ち及び全身反応時間との間、ステップングと体捻転及び肺活量との間には、男女の両年齢群とも有意な相関係数は認められなかった。

男女共に、75歳未満群で有意、75歳以上群で有意ではなかったのは、立位体前屈と握力、肩腕力(引)及び垂直跳びとの間、体捻転と開眼片足立ち及び全身反応時間との間、そしてステップングと肩腕力(引)の間であった。逆に、男女共、75歳未満群は有意でなく、75歳以上群で有意な値を示した変量はみられなかった。

両年齢群ともに、男性のみ有意な相関係数が認められたのは、ステップングと全身反応時間の間であった。一方、両年齢群ともに、女性にのみ有意な相関係数が認められたのは、肩腕力(押)と立位体前屈及び体捻転との間、肩腕力(引)と体捻転及び開眼片足立ちとの間、肺活量と垂直跳び及びタッピングとの間であった。

第1主成分と各体力変量との関係を性別及び年齢群別に検討した結果、女性の75歳以上群における立位体前屈を除く全ての対で有意な相関係数が認められた。

IV. 考 察

1. 高齢期における体力要素間の関係

Table 4. Partial correlation coefficients and correlation coefficients between physical fitness variables in the under 75 years males.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Age
1. Grip strength		0.448**	0.488**	0.454**	0.314**	0.147	0.195*	0.347**	0.232**	-0.283**	0.447**	0.703**	-0.274**
2. Shoulder and arm pull...	0.386**		0.558**	0.320**	0.221**	0.201**	0.000	0.263**	0.256**	-0.325**	0.298**	0.669**	-0.382**
3. Shoulder and arm push...	0.449**	0.514**		0.284**	0.125	0.134	0.006	0.149	0.138	-0.136	0.376**	0.636**	-0.258**
4. Vertical jump	0.382**	0.169*	0.190*		0.157	0.411**	0.413**	0.443**	0.341**	-0.358**	0.224**	0.707**	-0.478**
5. Standing-reach	0.329**	0.244**	0.132	0.185*		0.191*	0.055	0.090	0.194*	-0.133	0.164*	0.268**	0.010
6. Trunk twist	0.085	0.120	0.076	0.346**	0.200*		0.246**	0.278**	0.110	-0.309**	0.117	0.405**	-0.245**
7. Foot balance with ...	0.117	-0.143	-0.085	0.310**	0.061	0.181*		0.313**	0.082	-0.157*	0.111	0.397**	-0.326**
8. Tapping	0.271**	0.135	0.056	0.318**	0.101	0.205**	0.215**		0.296**	-0.309**	0.196*	0.518**	-0.387**
9. Stepping	0.186*	0.195*	0.090	0.281**	0.201*	0.062	0.015	0.239**		-0.194*	0.142	0.365**	-0.208**
10. Reaction time	-0.244**	-0.278**	-0.091	-0.310**	-0.137	-0.276**	-0.103	-0.261**	-0.161*		-0.099	-0.469**	0.189*
11. Vital capacity	0.401**	0.215**	0.328**	0.106	0.174*	0.052	0.022	0.099	0.089	-0.048		0.612**	-0.281**
12. First principal component	0.687**	0.595**	0.611**	0.607**	0.326**	0.334**	0.277**	0.398**	0.306**	-0.444**	0.570**		-0.544**

Note) The values at the lower left and the values at the upper right are partial correlation coefficients excluding the age factor and correlation coefficients, respectively. *P<0.05, **P<0.01

Table 5. Partial correlation coefficients and correlation coefficients between physical fitness variables in over 75 years males.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Age
1. Grip strength		0.447**	0.399**	0.380**	0.165	0.270**	0.255**	0.315**	0.164	-0.096	0.275**	0.651**	-0.266**
2. Shoulder and arm pull...	0.420**		0.651**	0.220*	0.110	0.082	0.064	0.327**	0.140	-0.284**	0.333**	0.682**	-0.186*
3. Shoulder and arm push...	0.381**	0.643**		0.244**	0.092	0.160	0.172	0.297**	0.069	-0.255**	0.225**	0.694**	-0.132
4. Vertical jump	0.319**	0.169	0.214*		0.082	0.330**	0.386**	0.211*	0.195*	-0.266**	0.127	0.647**	-0.340**
5. Standing-reach	0.141	0.092	0.079	0.047		0.294**	0.408**	-0.041	0.055	-0.165	0.235**	0.232*	-0.111
6. Trunk twist	0.235**	0.050	0.140	0.291**	0.280**		0.073	0.298**	0.144	-0.104	0.241**	0.421**	-0.178*
7. Foot balance with ...	0.195*	0.012	0.142	0.321**	-0.030	0.025		0.292**	0.228*	-0.301**	0.040	0.470**	-0.281**
8. Tapping	0.293**	0.311**	0.284**	0.179*	-0.057	0.282**	0.268**		0.207*	-0.211*	0.093	0.553**	-0.130
9. Stepping	0.146	0.126	0.058	0.176	0.045	0.131	0.213*	0.198*		-0.216*	0.149	0.507**	-0.089
10. Reaction time	-0.026	-0.247**	-0.230*	-0.193*	-0.141	-0.059	-0.244**	-0.184*	-0.200*		-0.123	-0.547**	0.269**
11. Vital capacity	0.239**	0.310**	0.206*	0.069	0.219*	0.215*	-0.013	0.071	0.136	-0.077		0.419**	-0.185*
12. First principal component	0.616**	0.672**	0.701**	0.596**	0.206*	0.388**	0.409**	0.549**	0.339**	-0.454**	0.383**		-0.377**

Note) The values at the lower left and the values at the upper right are partial correlation coefficients excluding the age factor and correlation coefficients, respectively. *P<0.05, **P<0.01

Table 6. Partial correlation coefficients and correlation coefficients between physical fitness variables in under 75 years females.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Age
1. Grip strength		0.541**	0.500**	0.363**	0.136**	0.248**	0.207**	0.250**	0.169**	-0.060	0.396**	0.666**	-0.234**
2. Shoulder and arm pull...	0.513**		0.654**	0.325**	0.169**	0.298**	0.238**	0.311**	0.156**	-0.141**	0.400**	0.734**	-0.249**
3. Shoulder and arm push...	0.471**	0.633**		0.258**	0.197**	0.293**	0.206**	0.268**	0.141**	-0.142**	0.336**	0.693**	-0.233**
4. Vertical jump	0.309**	0.262**	0.194**		0.098*	0.308**	0.408**	0.314**	0.240**	-0.214**	0.303**	0.661**	-0.350**
5. Standing-reach	0.133**	0.168**	0.196**	0.095*		0.181**	-0.023	0.160**	0.052	-0.024	0.126**	0.169**	-0.026
6. Trunk twist	0.203**	0.253**	0.251**	0.246**	0.180**		0.176**	0.238**	0.078	-0.163**	0.263**	0.505**	-0.239**
7. Foot balance with ...	0.142**	0.171**	0.144**	0.332**	-0.033	0.107*		0.275**	0.122**	-0.276**	0.159**	0.499**	-0.326**
8. Tapping	0.204**	0.265**	0.222**	0.249**	0.158**	0.189**	0.212**		0.233**	-0.288**	0.261**	0.577**	-0.251**
9. Stepping	0.140**	0.124**	0.111*	0.202**	0.049	0.044	0.078	0.204**		-0.025	0.110*	0.364**	-0.150**
10. Reaction time	-0.001	-0.094*	-0.098*	-0.154**	-0.019	-0.119**	-0.225**	-0.248**	0.007		-0.187**	-0.381**	0.210**
11. Vital capacity	0.340**	0.340**	0.274**	0.194**	0.126**	0.190**	0.037	0.184**	0.057	-0.117**		0.602**	-0.388**
12. First principal component	0.647**	0.720**	0.678**	0.601**	0.176**	0.458**	0.417**	0.536**	0.336**	-0.327**	0.519**		-0.457**

Note) The values at the lower left and the values at the upper right are partial correlation coefficients excluding the age factor and correlation coefficients, respectively. *P<0.05, **P<0.01

Table 7. Partial correlation coefficients and correlation coefficients between physical fitness variables in over 75 years females.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Age
1. Grip strength		0.593**	0.494**	0.486**	0.164*	0.250**	0.240**	0.372**	0.168*	-0.109	0.350**	0.743**	-0.338**
2. Shoulder and arm pull...	0.573**		0.526**	0.274**	0.145*	0.179*	0.200**	0.254**	0.095	-0.062	0.296**	0.598**	-0.188**
3. Shoulder and arm push...	0.449**	0.503**		0.250**	0.187**	0.242**	0.097	0.250**	0.067	-0.036	0.388**	0.660**	-0.252**
4. Vertical jump	0.421**	0.229**	0.183*		0.109	0.279**	0.362**	0.208**	0.192**	-0.173*	0.266**	0.653**	-0.331**
5. Standing-reach	0.106	0.112	0.145*	0.048		0.258**	0.104	0.044	0.130	-0.130	0.120	0.216**	-0.195**
6. Trunk twist	0.208**	0.152*	0.209**	0.240**	0.233**		0.154*	0.221**	0.071	-0.056	0.150*	0.469**	-0.169*
7. Foot balance with ...	0.181*	0.165*	0.044	0.314**	0.064	0.122		0.103	-0.032	-0.411**	0.257**	0.526**	-0.219**
8. Tapping	0.317**	0.219**	0.200**	0.138	-0.004	0.187**	0.052		0.273**	-0.137	0.193**	0.529**	-0.246**
9. Stepping	0.150*	0.082	0.069	0.177*	0.117	0.058	-0.051	0.263**		-0.088	0.073	0.351**	-0.079
10. Reaction time	-0.060	-0.028	0.011	-0.121	-0.097	-0.026	-0.386**	-0.096	-0.075		-0.039	-0.382**	0.186*
11. Vital capacity	0.297**	0.264**	0.351**	0.297**	0.079	0.116	0.218**	0.145*	0.056	0.004		0.564**	-0.229**
12. First principal component	0.704**	0.582**	0.631**	0.601**	0.151	0.445**	0.490**	0.485**	0.350**	-0.341**	0.529**		-0.415**

Note) The values at the lower left and the values at the upper right are partial correlation coefficients excluding the age factor and correlation coefficients, respectively. *P<0.05, **P<0.01

握力、肩腕力(引)、肩腕力(押)、垂直跳びに関与する筋機能は、相互に関係が認められた。筋力及び瞬発力は、高齢期に比較的顕著に低下する^{4,11,15)}。本研究の結果から、高齢期における低下率((75歳未満群平均値-75歳以上群平均値)/(75歳未満群平均値))をみると、同じ筋力でも、日頃、発揮している握力の低下率(男性15%、女性13%)は、肩腕力(23~26%)に比べ低い。また、瞬発力(垂直跳び)の低下率は、肩腕力よりも更に大きい傾向にある(男性32%、女性26%)。このように、日頃から様々な活動で筋力を発揮する機会の多い健常高齢者の場合、日常生活上での筋の使用状況(使用頻度や使用部位)の違いにより筋機能の低下傾向は若干異なる²⁹⁾と考えられる。

また、垂直跳びは、性や年齢群に関わらず、体捻転及び開眼片足立ちと関係が認められた。片足立ちには、平衡性に関わる神経機能と共に、脚筋力の強さや持久性も関与する^{14,17)}。特に、移動能力が大きく低下する高齢期^{3,4,15)}では、持続的な姿勢維持には、脚筋力の関与が大きい。垂直跳びと開眼片足立ちは、脚筋力が共に関わっていると考えられる。体捻転も、上体を捻る上での下肢の安定性としての脚筋力が関与し、そのことが垂直跳びとの関係の認められた一因であろう。花井ほか¹⁴⁾は脚筋力と開眼片足立ちとの関係を、木村ほか¹⁶⁾は片足立ちと垂直跳びとの関係を報告している。脚筋力の低下は、移動や立位姿勢維持を困難にする原因であることは明らかであろう。

関節機能の立位体前屈と体捻転は、男女とも両年齢群において有意な関係が認められた。これまでの報告から、体前屈関節機能(立位体前屈)は女性が優れるが^{4,11,12,14,15)}、体捻転関節機能は、性差のない^{10,15)}ことが示唆されている。一方、低下率は、立位体前屈が体捻転よりも大きい。上体の関節機能は、その作用方向によって性差や年齢群間差が異なるものの、相互に関係があり、特定の部位の関節機能が劣れば他の関節機能も低下している可能性がある^{と推察される。}

神経機能の4変量の内、男女とも両年齢群において関係が認められたのは、タッピングとステッ

ピングであった。両者は、小筋群における単一動作の素早さに関わる能力を捉えるテストである。局部の機敏さに関わる能力として、手腕部と脚部は関連があり、上肢の敏捷性に優れる者は、下肢の敏捷性にも優れると推測される。また、タッピングについては、握力との間で、性や年齢群に関わらず関係が認められた。タッピングと握力は、その機能自体は異なるが、同じ手腕部の機能であり、維持や低下は相互依存関係にあることが示唆される。手腕部を素早く動かすことと、大きな力を発揮することは、高齢者にとって、日頃の手腕部の動作性を維持あるいは支える重要な機能と考えられる。

肺活量は、男女の両年齢群において、筋機能(握力、肩腕力(引)、肩腕力(押))と有意な関係が認められた。木村ほか¹⁶⁾は、同様に、肺機能(息こらえ)と筋機能との関係を報告しており、肺活量には、肺の容積と共に、呼吸に関する筋機能(呼吸筋)が関与する³¹⁾と推測される。

男女の両年齢群にいずれも関係が認められなかったのは、立位体前屈と開眼片足立ち及び全身反応時間との間、ステッピングと体捻転及び肺活量との間であった。つまり、高齢期では、上体の前屈関節機能は、平衡性や敏捷性に関わる神経機能とは関係がなく、また、脚部の単一動作の素早さに関する神経機能は、上体捻転の関節機能や肺機能とは関係がない。いずれも分化した独立の機能であり、機能の低下は相互に独立に進行すると推測される。

2. 体力要素間の関係の性差及び年齢群間差

高齢期の体力要素間の関係において、男性と女性で異なる傾向が認められた。図1は表4~7の相関分析の結果において、男女間で異なる傾向を示した相関関係を図示している。体捻転関節機能は、女性の両年齢群において、肩腕力(引)及び肩腕力(押)との関係が認められたが、男性では認められていない。関節機能には、関節の柔らかさ(関節囊、靭帯、軟部組織の柔軟度)¹²⁾と、関節の可動性に関わる筋力(主働筋の筋力や拮抗筋の伸展性)が関与する。関節の柔らかさに関与する結合

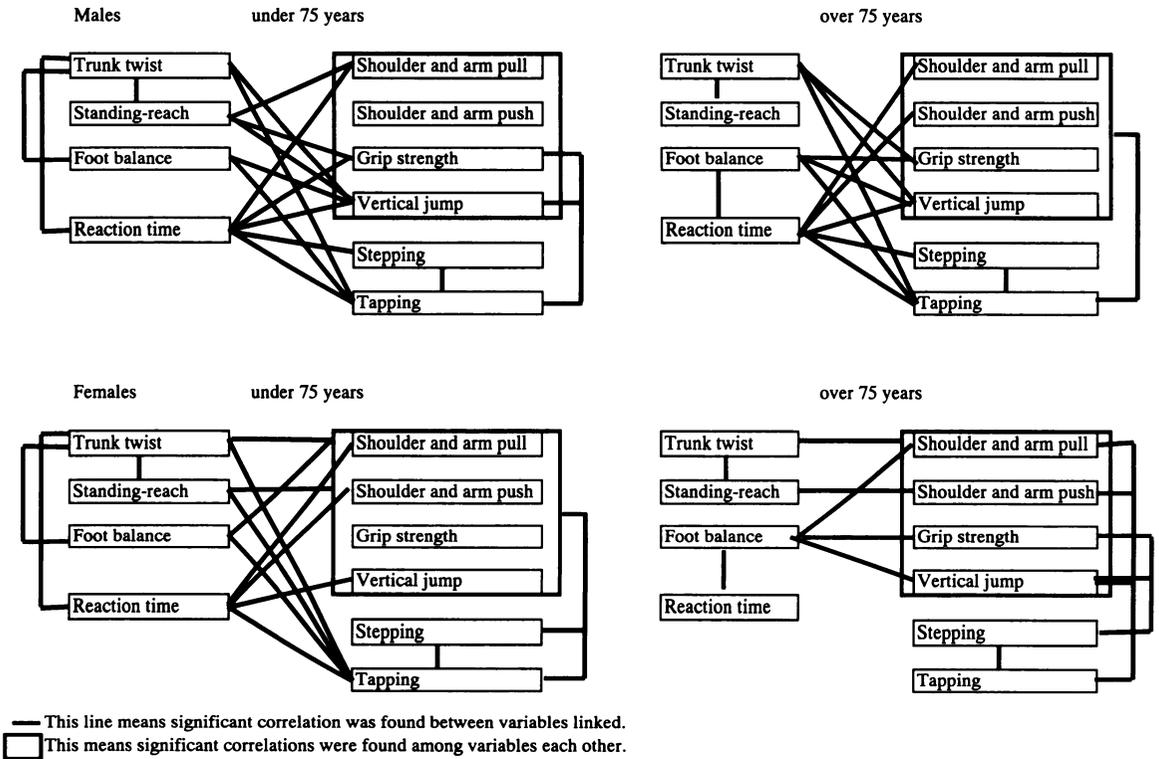


Fig. 1. The relationship among physical fitness elements.

組織の組織学的変化や関節の可動性に関わる筋の状態の性差については、先行研究でも明らかにされていない。今回、男性と女性の筋力(肩腕力(引), 肩腕力(押))は、高齢期で同程度に低下(23~26%)するが、筋力そのものは女性が男性の2/3にも満たない。上体の捻転の関節機能については、性差は認められない(表2)。これらのことは、体幹の捻転に必要な筋力の最大筋力に対する割合が女性の方が高く、このことが相関関係の有意性に影響していることを示唆している。

開眼片足立ちは、男女とも脚の瞬発力と有意な関係が認められるが、女性においては、更に、筋機能の多くの項目とも関係が認められた。高齢者の場合、骨の弱体化や軟骨の加齢による変性が生じ、関節に負担がかかる状態になっており、体支持能力に及ばず筋力の役割は大きい^{28,29)}。特に女性の場合、閉経後の骨の脆弱化が男性よりも著しいことが知られている^{27,28)}。女性は男性よりも筋

力が劣ることと合わせて考えると、立位姿勢の安定性に対する筋力の影響度が男性より女性の方が相対的に高く、結果的に立位姿勢の安定性と種々の筋力との間に有意な相関関係が認められたと考えられる。

全身反応時間とステッピングの関係は、男性で認められ、女性では認められなかった。ステッピングはやや男性が優れ、筋力の関与が示唆される。全身反応時間についても、男性では、瞬発力(垂直跳び)との関係や筋力との関係が認められ、下肢の筋力や瞬発力の低下は、全身や下肢の動作能力低下に直接影響を及ぼすと考えられる。一方、女性の全身反応時間は、75歳未満群において筋力や瞬発力と弱い関係が認められるが、75歳以降では認められない。高齢者の筋力低下の原因の一つとして神経系機能の低下が指摘されている。Brown³⁰⁾は高齢者の場合、加齢とともに運動単位数が減少することを報告し、このような神経系

の変化が筋力発揮時の運動単位動員数の変化に影響すると述べている。加えて、筋力の中でも、速筋線維の加齢に伴う萎縮は顕著であり、筋力低下と密接に関係していることが報告されている²⁹⁾。今回、全身反応時間と筋力との関係が男性においてより強く認められたことは、全身の移動に関わる筋機能と神経機能の低下が男性において顕著であったことが影響していると考えられる。

男女共に、高齢期の75歳以前と以降では、相互の関係が異なる体力要素もみられる。立位体前屈は、75歳未満群において、握力、肩腕力(引)、及び瞬発力との関係が認められるが、75歳以降では認められない。関節機能の低下は関節囊や靭帯などの組織の老化による関節の弱体化が影響すること^{27,28)}や、特に高齢期後期(75歳以降)における筋機能の低下に対し、関節機能は加齢に伴う低下が小さいこと^{9,15,16)}などが影響していると推測される。

体捻転も、男女ともに75歳未満では開眼片足立ちや全身反応時間との関係が認められるが、75歳以降には認められない。体捻転と後者二つは異なる機能であるが、いずれも立位における下半身の安定性が重要であり、その点で共通している。本研究においても、これらの変量と筋力変量との関係は、男女とも両年齢群において有意であった。今回、体捻転と前述の神経機能変量との関係が75歳以降に認められなかったのは、体捻転に対して、神経機能変量における75歳以降の低下が著しいことが影響していると考えられる。

第1主成分は、女性の75歳以上群の立位体前屈との間を除き、男女とも全変量と有意な関係を示した。本研究では、基礎体力を各体力領域の一次式で表せると仮定し、第1主成分を基礎的体力とした。同様な考え方による体力評価はこれまでも報告されている^{10,21)}。本研究の基礎的体力は、全11変量の37%以上を説明できることに加え、男女の両年齢群とも、各体力変量や年齢と有意な関係を有しており、各体力構成要素の特性や加齢に伴う能力低下の現象を反映していると解釈できる。

年齢との関係を両年齢群間で比較すると、75歳

未満から75歳以降にかけて相関係数の値が小さくなる体力変量は、男性で9変量、女性で8変量みられ、多くは年齢との関係が低下する傾向を示している。体力変量全体を反映する第1主成分(基礎的体力)も、男女共、年齢との相関係数は後期の方が小さい。これは、75歳以降では、75歳未満ほど加齢に伴う低下は顕著でないことを示唆している^{10,21,22)}。また、変量相互の関係からみると、男性は、75歳以降の方が有意な関係が認められた変量は少なく、女性では75歳以降に至って17の変量間の関係がなくなっている。高齢期の体力要素は、相互の関係が加齢に伴い薄弱化する傾向にある。このことは、体力要素の全てが同様に低下するものではないことを示唆している。動作能力の低下は、加齢よりも社会的背景や健康状況の影響が大き²⁶⁾、高齢になるほど、日常の生活状況や運動の蓄積が運動機能により影響を及ぼす。つまり、活動的な生活を送っている健常高齢者では、加齢に伴って体力特性に加え個人を取り巻く環境が多様化し、結果的に体力要素相互間の関係が低くなると推測される。

V. ま と め

健常な高齢者を対象に体力要素間の関係を検討してみると、筋機能、関節機能、四肢の敏捷性の各変量相互間の関係はいずれの年齢群においても有意であり、この傾向は男女間で類似している。また、立位体前屈と筋機能、体捻転と開眼片足立ち及び全身反応時間の各変量相互間においても、男女とも75歳までは有意な相互関係を示すが、75歳以降には認められない。一方、筋機能変量と体捻転及び開眼片足立ち、全身反応時間とステップング及び筋機能変量の各変量相互間では、体力要素間の関係が男女間で異なる傾向を示す。また全体的に、体力要素間の関係は75歳以降低下する傾向にあり、体力特性や個人を取り巻く環境の変化が影響していると推測される。

(受理日 平成13年7月12日)

文 献

- 1) Nakao, M., Inoue, Y., and Murakami, H. Aging pro-

- cess of leg muscle endurance in males and females. *European Journal of Applied Physiology*, (1989), **59**, 209-214.
- 2) 衣笠 隆, 長崎 浩, 伊東 元, 橋詰 謙, 古名丈人, 丸山仁司. 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*, (1994), **43**, 343-351.
Kinugasa T, Nagasaki H, Ito H, Hashizume K, Furuna T, Maruyama H. Effect of aging on motor ability in men aged 18 to 83 years. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1994, **43**, 343-351.
 - 3) 松浦義行. 体力の発達. 朝倉書店, 東京, (1982).
 - 4) 木村みさか, 森本好子, 寺田光世. 都市在宅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*, (1991), **40**, 455-464.
Kimura M, Morimoto Y, Terada M. Exercise habits and physical performance in aged city dwellers. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1991, **40**, 455-464.
 - 5) 古名丈人, 長崎 浩, 伊東 元, 橋詰 謙, 衣笠隆, 丸山仁司. 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*, (1995), **44**, 347-356.
Furuna T, Nagasaki H, Ito H, Hashizume K, Kinugasa T, Maruyama H. Motor abilities of older adults in Japanese urban and rural communities. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1995, **44**, 347-356.
 - 6) Katz, S. The science of quality of life. *Journal of Chronic Disease*. (1987), **40**, 459-463.
 - 7) Guyatt, G., Walter, S., and Norman, G. Measuring change over time: Assessing the usefulness of evaluative instruments. *Journal of Chronic Disease*, (1987), **40**, 171-178.
 - 8) Bravo, G., Gauthier, P., Roy, P. M., Tessier, D., Gaulin, P., Dubois, M. F., and Peloquin, L. The functional fitness assessment battery: Reliability and validity data for elderly women. *Journal of Aging and Physical Activity*, (1994), **2**, 67-79.
 - 9) 金 憲経, 田中喜代次, 重松良祐. 韓国高齢女性における日常生活の活動体力に関する検討. *体力科学*, (1997), **46**, 355-364.
Kim H, Tanaka K, Shigematsu R. Characteristics of activity fitness of daily living in elderly Korean women. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1997, **46**, 355-364.
 - 10) 中 比呂志, 出村慎一, 松沢甚三郎. 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*, (1997), **42**, 84-96.
Naka H, Demura S, Matsuzawa Z. Change of physique and physical fitness with age and its sexual difference in the elderly. *Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sports Sci.*, 1997, **42**, 84-96.
 - 11) 家治川豊, 加納哲也, 平川和文, 岡田修一, 小田慶喜, 高田義弘. 高齢者に必要な体力要素の研究. 大阪ガスグループ福祉財団研究調査報告集 2, (1989), 97-103.
 - 12) 東京都立大学体育学研究室. 日本人の体力標準値第四版. 不昧堂, 東京, (1989).
 - 13) 中西光雄, 琉子友男, 三宅紀子, 北 一郎, 綿祐二, 桜井智野風. 高齢者用体力テスト項目の検討. *Journal of Sport Science*, (1994), **19**, 39-48.
Nakanishi M, Ryushi T, Miyake N, Kita I, Wata Y, Sakurai T. Re-examination of physical fitness test items for elderly persons. *Journal of Sport Science*, (1994), **19**, 39-48.
 - 14) 花井忠征, 古田善伯, 大森正英, 井上広国, 水野敏明, 森 基要, 岩田弘敏. 高齢者の体力水準と体力評価基準の作成. *教育医学*, (1996), **41**, 331-341.
Hanai T, Furuta Y, Omori M, Inoue H, Mizuno T, Mori M, Iwata H. Physical fitness in the aged people-Preparation of standard for evaluation of physical fitness. *J. Educ. Health Sci.*, 1996, **41**, 331-341.
 - 15) 南 雅樹, 出村慎一, 佐藤 進, 春日晃章, 松沢甚三郎, 郷司文男. 高齢期における形態及び体力要因の加齢変化とその性差. *体力科学*, (1998), **47**, 601-616.
Minami M, Demura S, Sato S, Kasuga K, Matsuzawa Z, Goshi F. The changing of physique and physical fitness with age and its sex-difference in elderly people. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1998, **47**, 601-616.
 - 16) 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. 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*, (1989), **38**, 175-185.
Kimura M, Hirakawa K, Okuno T, Oda Y, Morimoto T, Kitani T, Fujita D, Nagata H. An analysis of physical fitness in the aged people with fitness battery test. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1989, **38**, 175-185.
 - 17) 内藤久士. 高齢者のバランス能力. *体育の科学*, (1991), **41**, 719-724.
 - 18) Osness, W. H., Adrian, M., Clark, B., Hoeger, W., Raab, D., and Wiswell, R. Functional fitness assessment for adults over 60 years, 2nd ed., Kendall/Hunt, IA. (1996).
 - 19) Rikli, R. E. and Jones, C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, (1999), **7**, 129-153.
 - 20) 重松良祐, 金 憲経, 田中喜代次. 余裕のある日常生活を営むために必要な高齢女性の身体機能水準. *体育学研究*, (1999), **44**, 334-344.
Shigematsu R, Kim H, Tanaka K. Functional fitness sufficient for achievement of activities parallel to daily living in older community-dwelling women. *Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sports Sci.*, 1999, **44**, 334-344.

- 21) 出村慎一, 中比呂志, 春日晃章, 松沢甚三郎. 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. 体育学研究, (1996), **41**, 115-127.
Demura S, Naka H, Kasuga K, Matsuzawa Z. Factorial structure of physical fitness and construction of a test battery for evaluating fundamental physical fitness in elderly women. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sports Sci., **41**, 1996, 115-127.
- 22) Kinugasa, T., Nagasaki, H., Furuna, T., and Itoh, H. Physical performance measures for characterizing high functioning older persons. Journal of aging and physical activity. (1996), **4**, 338-348.
- 23) Rikli, R. and Busch, S. Motor performance of women as a function of age and physical activity level. Journal of Gerontology. (1986), **41**, 645-649.
- 24) Greene, L. S., Williams, H. G., Macera, C. A., and Carter, J. S. Identifying dimensions of Physical (Motor) functional capacity in health older adults. Journal of Aging and Health, (1993), **5**, 163-178.
- 25) Jolliffe, I.T., and Morgan, B.J.T. Principal component analysis and exploratory factor analysis. Statistical Methods in Medical Research, (1992), **1**, 69-95.
- 26) Seeman, T. E., Charpentier, P. A., Berkman, L. F., Tinetti, M. E., Guralnik, J. M., Albert, M., Blazer, D., and Rowe, J. W. Predicting changes in physical performance in a high-functioning elderly cohort: MacArthur studies of successful aging. Journal of Gerontology, (1994), **49**, M97-M108.
- 27) 藤原勝夫, 碓井外幸, 立野勝彦. 身体機能の老化と運動訓練-リハビリテーションから健康増進まで-. 日本出版サービス, 東京, 1996, pp. 1-75.
- 28) 岩倉博光, 岩谷力, 土肥信之. 老年者の機能評価と維持. 医歯薬出版, 東京, 1994, pp. 33-117.
- 29) 出村慎一, 佐藤進. 高齢者の筋機能特性. 日本生理人類学会誌, (2000), **5**, 53-58.
Demura S, Sato S. Characteristics of muscular function in older people. Journal of Physiological Anthropology, (2000), **5**, 53-58.
- 30) Brown, W. F. Methods for estimating numbers of motor units in biceps-brachialis muscles and losses of motor units with aging. Muscle Nerve (1988), **11**, 423-432.
- 31) 小林寛道, 近藤孝晴. 高齢者の運動と体力. 朝倉書店, 東京, pp. 3-9.