

高齢邦人女性の身体機能を評価するテストバッテリーの作成

低水準から高水準への適用を目指して

シゲマツ リョウスケ キム ホン キョン^{2*,3*} チャン ミ ラン*
重松 良祐* 金 憲 経^{2*,3*} 張 美 蘭*
ウエノ リンダ* タナカキ ヨシ^{2*,3*}
上野 リンダ* 田中喜代次^{2*,3*}

目的 本研究は、高齢女性のさまざまな水準の身体機能を評価できるテストバッテリーの作成を行った。

方法 高い水準から低い水準までを抽出する基準は、日常生活における身体活動量と活動範囲とした。テスト項目には生活関連活動 (activities parallel to daily living) に関連の大きい17項目を用い、178人 (60~91歳) の女性に実施した。

結果 テストバッテリーを作成する際の基準とした140人 (基準群) の測定結果に主成分分析を施したところ、全分散の63.5%を説明する5つの因子を抽出することができた。第一主成分は全分散の31.4%を説明し、かつ14項目が0.4以上の因子負荷量を有していた。これらの結果と、再検査法から得られる信頼性、各項目の尖度および歪度の結果を考慮して、4つの項目 (連続上腕屈伸; X_1 , 8の字歩行; X_2 , 豆運び; X_3 , ファンクショナルリーチ; X_4) をテストバッテリーの構成項目として選択した。次に、これら4項目に再度主成分分析を施し、その第一主成分得点を身体機能の総合力と定義した。第一主成分得点を算出する式は以下のとおりである。第一主成分得点 $=0.063X_1-0.055X_2+0.098X_3+0.042X_4-2.65$ 。このテストバッテリー (第一主成分得点の算出式) の基準関連妥当性を検討するために運動群 (週に2~3回運動を行っている) と非活動群 (家事や仕事などの義務的活動を行っていない) の測定値を代入して、双連続相関分析を行ったところ、 $r=0.67$ ($P<0.05$) の結果が得られた。

結論 以上のことより、今回作成した4項目からなるテストバッテリーは高齢者のさまざまな水準の身体機能を評価することができるものと思われる。

Key words : 高齢者, 身体機能, テストバッテリー

I 緒 言

健康な高齢者の増加¹⁾は喜ばしいが、その一方で好ましくない種々の問題が顕在化してきている。厚生省の発表によると、介護を必要とする寝たきり高齢者 (痴呆症を含む) が増加してきており²⁾、今後30年間で約2.2倍に増加すると予想されている³⁾。日常生活においては、75歳以上の高齢者の多くがトイレでしゃがむ、浴槽の縁をまたぐ

などの身体全体を使う動作に負担を感じている⁴⁾。これらの問題点に着目し、近年の高齢者の健康指標には、従来の医学的な指標よりはむしろ日常生活の自立度を指標とすることが適当であるとの考え方が広まっている⁵⁾。このように、今後は高齢者に関わるさまざまな課題を克服していく一つの手段として、高齢者の身体機能水準の把握を通して、自立した日常生活を支援していくことが重要になってくるとと思われる。

高齢者の身体機能水準を把握する研究は数多くなされており、テストバッテリーの作成についての研究もいくつか散見できる^{6~8)}。これらの研究に参加した対象は習慣的な運動を行っていたり、指定の場所にまで測定に向向くことができるという比較的的身体機能水準の高い者が中心である^{6~8)}。

* 筑波大学大学院体育科学研究科

^{2*} 筑波大学体育科学系

^{3*} 筑波大学先端学際領域研究センター人間生態研究アスペクト

連絡先: 〒305-8574 つくば市天王台 1-1-1
筑波大学大学院体育科学研究科 重松良祐

脊髄を損傷したり、重度の関節炎を患っているような身体機能水準の低い者を扱った研究^{9,10)}もあるが、両者を併せたテストバッテリー、つまり幅広い身体機能水準に対応するテストバッテリーを作成した研究は見当たらない^{9,11)}。このようなテストバッテリーの作成は、長期にわたる運動療法（リハビリテーション）に必要な身体機能水準の推移を評価するだけでなく、将来起こりうる寝たきり状態の防止を含めた日常生活における自立の支援につながるものと思われる。

以上のことから、本研究では身体機能水準の高い高齢者から低い高齢者まで幅広い対象を評価することができるテストバッテリーの作成を行う。さらに、身体機能の総合力を得点化する式の作成を行った上で、作成したテストバッテリーの基準関連妥当性についても報告する。なお、本研究で扱う身体機能は、生活関連動作（activities parallel to daily living: APDL）、つまり外歩きや就業などの社会的諸活動に必要で、かつ標準的な日常生活動作（activities of daily living: ADL）よりも高度な身体能力¹²⁾に相当するものと定義する。これは、高齢者の大部分がある程度自立していること¹³⁾、さらに APDL を遂行する能力が ADL を遂行する能力よりも優先的に失われていくと考えられることから、APDL の遂行に必要な身体能力、つまり身体機能の評価する有用性があるとの判断に基づいている。

II 方 法

1. 対象者

本研究の対象者は、茨城県つくば市と取手市およびその近辺に在住する60～91歳の女性178人（平均年齢73.4±6.0歳）である。その内訳は（a）市が主催しているクロッケー・ゲートボール大会とシルバークラブ大会への参加者のうち、測定の承諾を得た者（74人）と、（b）つくば市桜地区に登録されているシルバークラブを無作為に選択した9つのクラブの構成員（104人）である。対象者には本研究の目的および測定内容を十分に説明し、研究参加の承諾を得た。

身体機能の面で個人差が大きくなるよう、対象者を以下の2つの条件に従って選定した。1つ目は、対象者の日常における身体活動である。つまり、活動的でクロッケーやゲートボールを週に3

回以上練習している身体活動量の多い者、詩吟や俳句など座位姿勢での活動を中心としている身体活動量の少ない者、という基準である。2つ目は、対象者の身体機能が大きく関与していると思われる活動範囲に因った。自転車や自動車などを使って遠方まで活動範囲を広げている者、居住地から近い範囲でのみ活動している者である。また、在宅しているものの、家事を含めた身体活動をほとんど行っていなかったり、自ら測定場所まで来ることができず、検者の送迎によって測定が可能になったような身体機能水準の低い者までを対象に含めた。これらの判断には、長年高齢者と有疾病者の運動処方に関与している研究者らによって、対象者本人または家族へ問診して行った。このような手順を経て対象となった高齢者の身体機能（測定結果）は、該当する11項目中10項目において先行研究^{14～16)}から得られる変動係数よりも高いことが認められた。

測定はつくば市および取手市の公園や公民館など延べ11箇所で、高齢者や測定方法に精通している筆者らによって行われた。また、高齢者福祉事業団や老人福祉センターと事前に打ち合わせを行うことで対象者を選定した。そこで各測定場所までの移動が困難とみなされた対象者（21人）については検者が測定場所まで送迎を行った。

以下の資料処理で示すように、テストバッテリーを作成する際の分析には基準群（n=140）のデータを用い、基準関連妥当性の検討には運動群（n=19）と非活動群（n=19）のデータを用いた。この2群は以下の基準に沿って決定した。身体活動量の判断については、総務庁統計局の社会生活基本調査報告¹⁷⁾に記載されている生活時間の分類を用いた。それによると、生活時間は一次活動（睡眠や食事などの生理的活動）、二次活動（家事や仕事などの義務的活動）、三次活動（テレビ鑑賞やスポーツなどの余暇活動）に分類されている。本研究では、非活動群が二次活動を行っていないこと、運動群が三次活動まで行っていること、特に週に2～3回クロッケーやゲートボールなどのスポーツ活動に参加していることを主たる選定基準とした。また、この条件だけでは十分でないため、活動範囲をもう一つの判断基準として用いた。この活動範囲は、主に非活動群の抽出に際して用い、日常生活において自動車や自転車を

運転している場合、非活動群には含めないこととした。以上の手順を経て、運動群を19人、非活動群を19人選定した。ただし、3群の平均年齢に有意差が認められないように配慮した。

測定は男女混合で行ったものの、本研究での対象を女性に限定した。その理由は、高齢になるほど女性の比率が高くなること¹⁸⁾、高齢者のみの世帯の割合が増加してきていることから¹⁹⁾、女性の身体機能を評価する必要性が高いと判断したためである。男性については別の機会に検討を行いたい。

2. 測定項目

金ら²⁰⁾は高齢者の手段の自立や機能的自立に相当する日常生活の活動動作を以下の2つの観点を用いて分類した。すなわち、(a) 上肢、下肢、全身の動作部位の分類、(b) 幼児を対象とした Gallahue²¹⁾、Kruger and Kruger²²⁾の仮説構造を参考にした平衡系、操作系、移動系領域の分類、である。そして、この分類に沿った24のパフォーマンステストを提案している。本研究で用いた測定項目は、この24項目のうち、高水準の身体機能を必要とする項目、複雑な機器を必要とする項目、酷似した複数の項目などの9項目を除き、代替として立位体前屈、ファンクショナルリーチの2項目を加えた17項目を選定した^{7,14,23~26)}。それらは以下のとおりである。握力、連続上腕屈伸、膝関節屈曲筋持久力、手のひらタッピング、足のうらタッピング、落下棒反応、8の字歩行、豆運び、ベグ移動、起立時間、上肢挙上角、下肢挙上角、立位体前屈、長座位体前屈、開眼片足立ち、閉眼片足立ち、ファンクショナルリーチ（測定方法については文末の資料を参照）。

これらの項目は予め、測定方法の安全性や簡易性の向上を10人の高齢女性を対象に筑波大学内にて図った。また、5人のみの対象者のデータではあるものの、異なる2人の検者によって得られたデータ（対象者1人につき2回測定して得られたデータ）から検者間の一致度による信頼性を検討したところ、 $\kappa=0.94$ ($P<0.05$) が示され、テスト項目の検者間の一致度による信頼性が確認された。この信頼性 (κ) は、検者による測定値の不偏分散を全測定値の不偏分散で除したものを1から引いた値 ($1-(\text{検者による不偏分散}/\text{全測定値の不偏分散})$) で評価した²⁷⁾。また、腰痛などの

傷害のために事故の危険性や痛みを伴うと予想される項目については、十分な説明のあと再度対象者に測定承諾の確認を行った上で測定するなど、事故防止に留意した。

3. 資料処理

各項目の平均値、標準偏差を算出するとともに、テストバッテリーを構成する項目としての適合性を吟味するために尖度と歪度を算出した。

次に、17項目の相関行列に対して主成分分析を施した。主成分分析を用いた理由は、日常生活に関連の深い諸動作（項目）が示す総合力を検討するとともに、17のテスト項目の持つ分散を少ない項目で説明（集約）するためである。その後、4項目をテストバッテリーの候補として抽出し（抽出基準は結果に記述）、再度主成分分析を施した。この結果をもとに、重み付き合成得点で表わされる第一主成分得点を推定する式を作成し、この式から得られる得点を身体機能の総合力と定義した。なお、ここでは基準関連妥当性の検討に用いた2群（運動群と非活動群の38人）を除いた140人（基準群）の結果を扱った。

各項目および第一主成分得点の再検査法による信頼性の検討（同一検者による同一対象者に繰り返し測定を行った結果を用いる）、年齢と第一主成分得点間の相関には、Pearsonの積率相関係数を求めた。また、第一主成分得点については、重み付き合成得点の信頼性係数も併せて算出した²⁸⁾。この信頼性係数は、主成分得点を算出する際の係数、測定値の分散、再検査法によるPearsonの積率相関係数の3つの積を各項目ごとに求め、その総和を合成得点の分散で除し、1から引いたもので求めた。

検定における有意水準は、すべて5%とした。

III 結 果

対象者には測定が著しく困難になるような形態（低身長や過体重）を呈する者はみられなかった。測定期間全体を通して事故は生じなかった。項目によっては対象者の判断で測定を取り止められるように配慮したものの、17項目いずれについても90%以上の実施率を示した。標準偏差および尖度、歪度から判断して、起立時間と閉眼片足立ちに大きな偏りが認められた（表1）。

基準群の測定結果に主成分分析を施した結果

表1 形態および各テスト項目の記述統計量

テスト項目	測定人数	平均	標準偏差	尖度	歪度
身長 (cm)	178	147.5	5.3	0.15	0.25
体重 (kg)	178	51.7	7.4	0.07	-0.14
体脂肪率* (%)	178	25.1	6.4	0.39	-0.01
握力 (kg)	171	19.6	4.1	0.80	0.09
連続上腕屈伸 (reps/30 s)	171	22.8	5.5	0.20	0.30
膝関節屈曲筋持久力 (s)	162	44.3	19.2	-0.84	-0.80
手のひらタッピング (n/10 s)	171	52.4	6.3	1.79	-0.52
足のうらタッピング (n/10 s)	171	42.0	8.6	0.20	-0.43
落下棒反応 (cm)	176	24.9	7.5	0.11	0.65
8の字歩行 (s)	167	25.2	7.1	4.65	1.81
豆運び (n/30 s)	176	12.5	3.3	0.86	0.21
ベグ移動 (n/30 s)	173	37.3	5.5	0.11	-0.36
起立時間 (s)	161	4.5	4.2	46.42	6.17
上肢挙上角 (degree)	167	99.8	15.1	0.86	-0.74
下肢挙上角 (degree)	166	74.9	9.5	1.70	-0.75
立位体前屈 (cm)	171	11.2	6.0	0.52	-0.35
長座位体前屈 (cm)	173	10.7	6.6	0.98	-0.68
ファンクショナルリーチ (cm)	165	30.2	7.1	0.18	0.03
開眼片足立ち (s)	167	27.9	23.0	-1.49	0.41
閉眼片足立ち (s)	165	6.2	8.2	22.58	4.17

* 皮下脂肪厚法^{36,37)}

(軸の回転なし)、全分散の63.5%を説明する5つの因子を抽出することができた(表2)。第一主成分得点は年齢との相関が高いこと($r=-0.64$, $P<0.05$), 17項目中14項目において高い因子負荷量(0.4以上)を有していることから、第一主成分を身体機能を表す因子と解釈した。テストバッテリーはできるだけ簡易であることが求められるため、各項目の統計量(平均値、標準偏差など)とともに、(a)第一主成分に高い因子負荷量を示した項目、(b)次手順に示す2回目の主成分分析で得られる第一主成分の固有値が高くなる項目の組み合わせ、(c)金ら²⁰⁾が作業仮説としている高齢者の身体機能の分類(上肢・下肢・全身の部位別の要素と移動系・操作系・平衡系の要素)に照らし合わせ偏りのないこと、を考慮して、連続上腕屈伸、8の字歩行、豆運び、ファンクショナルリーチの4項目をバッテリーの候補項目として抽出した。これら4項目の再検査法による信頼性をPearsonの積率相関係数で検討したところ、それぞれ $r=0.89, 0.81, 0.84, 0.93$ ($P<0.05$)であった。

次に、4項目の重み付き合成得点で表わされる第一主成分得点を推定する式を作成するために4項目の相関行列に主成分分析を施した(軸の回転なし:表3)。その結果、全分散の53.4%を説明する結果を得た。基準群における各項目の平均値、標準偏差および因子得点係数をもとに第一主成分得点を推定する式を作成した。

$$\text{第一主成分得点} = \sum_{j=1}^n w_j X_{ij}$$

ただし、 j は項目を、 w_j は項目の因子得点係数を、 X_{ij} は項目の標準得点((測定結果-平均値)/標準偏差)を示す。主成分分析の結果を上記の式にあてはめると、

$$\begin{aligned} \text{第一主成分得点} &= 0.353(X_1 - 22.9)/5.6 \\ &\quad - 0.341(X_2 - 24.5)/6.2 \\ &\quad + 0.323(X_3 - 13.0)/3.3 \\ &\quad + 0.302(X_4 - 30.5)/7.2 \\ &= 0.063X_1 - 0.055X_2 + 0.098X_3 \\ &\quad + 0.042X_4 - 2.65 \end{aligned}$$

ただし、 X_1 :連続上腕屈伸(回/30秒)、 X_2 :8の字歩行(秒)、 X_3 :豆運び(個/30秒)、 X_4 :フ

表2 テスト項目に対する主成分分析の結果

項目	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	共通性
握力	0.78	0.10	0.09	-0.01	0.17	0.66
連続上腕屈伸	0.62	-0.05	-0.02	-0.17	-0.24	0.47
膝関節屈曲筋持久力	0.44	0.06	0.06	0.59	-0.38	0.69
手のひらタッピング	0.56	-0.31	-0.32	0.19	-0.04	0.54
足のうらタッピング	0.58	-0.21	-0.07	0.38	0.03	0.53
落下棒反応	-0.43	0.08	0.23	-0.36	-0.27	0.44
8の字歩行	-0.85	0.17	0.02	0.07	0.14	0.77
豆運び	0.57	-0.03	0.07	-0.27	0.43	0.58
ベグ移動	0.69	0.01	-0.03	-0.43	-0.18	0.69
起立時間	-0.73	0.05	0.11	0.07	0.19	0.59
上肢挙上角	0.41	0.18	-0.61	0.02	0.18	0.60
下肢挙上角	0.33	0.35	0.22	-0.10	-0.55	0.59
立位体前屈	0.15	0.87	-0.07	0.15	0.12	0.83
長座位体前屈	0.24	0.90	0.04	0.04	0.10	0.89
ファンクショナルリーチ	0.58	0.06	-0.17	-0.28	0.06	0.46
開眼片足立ち	0.61	-0.15	0.42	0.04	0.29	0.66
閉眼片足立ち	0.43	-0.04	0.74	0.14	0.16	0.78
固有値	5.33	1.96	1.37	1.08	1.05	10.79
固有値寄与率 (%)	31.4	11.5	8.1	6.3	6.2	63.5

表3 4項目の記述統計量および主成分分析の結果

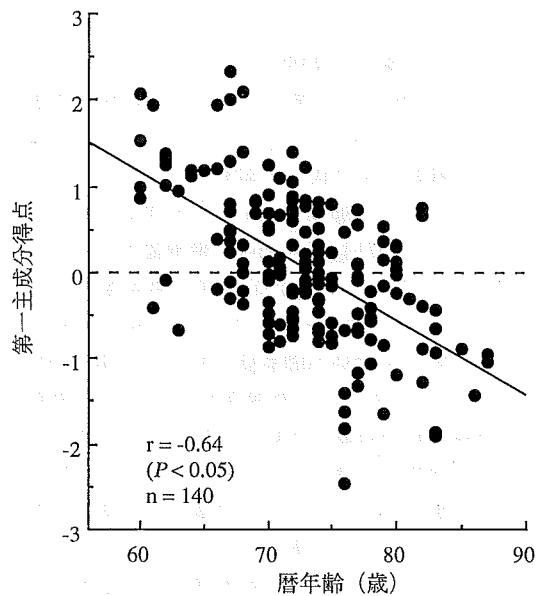
項目	平均値 標準偏差	因子 負荷量	因子得 点係数
連続上腕屈伸	22.9±5.6	0.757	0.353
8の字歩行	24.5±6.2	-0.732	-0.341
豆運び	13.0±3.3	0.694	0.323
ファンクショナルリーチ	30.5±7.2	0.649	0.302
固有値		2.15	
固有値寄与率 (%)		53.4	

ンクショナルリーチ (cm) である。

図1に第一主成分得点の分布を示している。ここで得られた第一主成分得点の信頼性を、重み付き合成得点における信頼性係数²⁸⁾を用いて算出したところ、 $\rho=0.91$ ($P<0.05$) と有意な係数が得られた。また、この第一主成分得点の再検査法による信頼性を表す Pearson の積率相関係数は $r=0.85$ ($P<0.05$) であった。

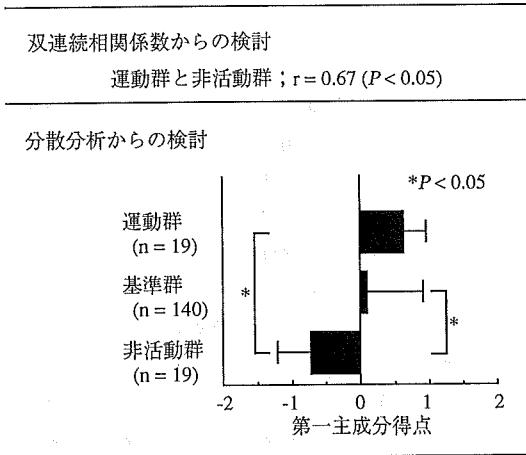
次に、この4項目のテストバッテリーで高齢者の身体機能を総合的に表わすことができるという仮説の妥当性 (基準関連妥当性) を検討した。これ

図1 暦年齢と第一主成分得点の散布図



第一主成分得点
 $= 0.063X1 - 0.055X2 + 0.098X3 + 0.042X4 - 2.65$
 X1:連続上腕屈伸 (reps/30 s), X2: 8の字歩行 (s)
 X3: 豆運び (n/30 s), X4:ファンクショナルリーチ (cm)

図2 テストバッテリーの基準関連妥当性



は、任意の群との判別から妥当性を検討する際に得られるもので、松浦²⁷⁾はこれに相当する方法として双連続相関分析を提示している。運動群と非活動群の測定結果を、上記の第一主成分得点算出式に代入し、これらに双連続相関分析を施したところ、 $r=0.67$ ($P<0.05$) が算出され、得点の分布と両群の判別との間に関連がある、すなわち得点に関して、両群間に大小の差異があることが示唆された。また、運動群および非活動群、基準群の第一主成分得点に分散分析を施すことで、異なった分析方法から妥当性を検討した。その結果、群間の有意差が示され、Post hoc test (Scheffe's Confidence Interval) によって基準群 (0.05 ± 0.85) と非活動群 (-0.76 ± 0.55)、運動群 (0.68 ± 0.27) と非活動群との間に有意差が認められた (図2)。

IV 考 察

一般に、高齢社会の到来は悲観的に捉えられることが多い。労働力と資本に悪影響を与え、その国の潜在成長率を低下させる一方で、寝たきりや痴呆状態の高齢者の増加、介護負担の増大など深刻な問題が生じている。最近では、このような問題に対処すべく、多岐にわたる分野からの積極的なアプローチ (改善策) が試みられている。本研究は exercise gerontology (老年体力学) の分野から高齢社会で顕在化しつつある寝たきり状態の解決の一助として寄与するよう、幅広い水準の身体

機能の評価が可能となるテストバッテリーの作成を目指している。同時に、高齢者の身体機能は寝たきりなどの低い (虚弱な) 水準から、競技会に出場するような高い (優れた) 水準を有する者までと、他の年齢層に比べて身体機能の分散が大きいと考えられるため、詳細な評価を行えるテストバッテリーを用いる前の、スクリーニングとしての役割を担うことを意識した。運動群、非活動群の得点はそれぞれ 0.68 ± 0.27 、 -0.76 ± 0.55 と平均値間に有意差を認めたことから、本研究で作成したテストバッテリー (得点の算出式) の妥当性が示唆されたものの、この得点によって群の判別を可能にするまでには至らなかった。一方で、運動群、非活動群の標準偏差をみる限り、基準群 (0.05 ± 0.85) ほど大きくはないものの、群内での得点の散らばりが認められ、身体機能が比較的近似している各群内での比較も可能になるのではないかとと思われる。

1. テストバッテリーを作成する際の対象者について

高齢者を対象にした最近の exercise gerontology 研究によると、習慣的な運動によって身体機能の低下を防ぐ (低下速度を緩める) ことが明らかになりつつある²⁹⁻³¹⁾。その一方で、身体機能の低い者が長期間運動療法 (リハビリテーション) を受けた場合、一括して測定できる統一されたテストバッテリーが現在のところ欠落しているため、その予後を的確に捕捉することが困難なままであることもいわれている¹¹⁾。また、実際の体力測定の会場には、予め対象となる身体機能水準を告知しておいても、身体機能水準の高い高齢者から低い高齢者まで来られて、水準が幅広くなる傾向にある。このような場合、適合していない水準という理由で高齢者を排除することは好ましくない。これらのことから、可能な限りあらゆる水準の身体機能を評価できるテストバッテリーが必要であると思われる。

そのためには、身体機能の分散が大きくなるように対象者を抽出する必要がある。この点において古名ら¹⁵⁾は、ある農村地域に在住する65歳以上の高齢者全員 (940人) に身体機能評価を試みている。しかしながら、古名ら¹⁵⁾の研究で用いられているテストバッテリー¹⁶⁾作成時の対象者 (60歳以上) は、シルバー人材センター登録者であったこ

とから、一定水準以上の身体機能を有している者であると考えられ、対象集団に偏りのある可能性がある。Kim and Tanaka⁷⁾が扱っている対象者の身体機能水準のばらつきは大きいものの、老人大学という一定の身体機能が求められる場に参加している高齢者を測定している点で、幅広い身体機能水準のサンプリングには結びついていない。Voorrips et al.³²⁾も同様に幅広い身体機能の抽出に努めているが、身体機能水準の高い者から低い者までの評価を保証するテストバッテリーを用いていない。

対象者の選定にあたっては、高齢者福祉事業団や老人福祉センターとの事前の打ち合わせを経ることで、週に3回またはそれ以上クロッケーやゲートボールの練習を行っているような身体機能が高い者から、安全性や動作の円滑さを家族が懸念し、家事を含めた身体活動をほとんど行っていない（行わせてもらえない）ような、身体機能が低い者も対象に含むよう配慮した。また、測定場所を地域（近所）の集会所などに設定したにも関わらず、対象者自らその場所に来ることができず、検者の送迎によって測定が可能になった者も含むことができた。本研究では老人保健施設等を利用する者を含んでいなかったことから、すべての水準を測定できたとはいえないものの、本研究における対象者の身体機能水準は幅広いものと思われる。一方、対象者の地域的背景（例えば都市部、農村部）や心理的背景（例えば生活満足度）まではコントロールしておらず、研究の限界として残っている。

2. 高齢者の身体機能を評価する項目について

本研究では、あらゆる日常生活場面で想定される活動（動作）に密接に関連している項目を取り上げて測定および分析を行った。このようなパフォーマンステストは技術（technique）を多分に含むため、身体機能要素のみを評価することが困難になる。しかしながら、これらの動作の成就そのものが高齢者の自立に直接大きく関わってくることから、機能要素を明確にする立場を取らなかった。この点は、因子分析を使用して身体機能の要素の解釈に努めている先行研究^{6,20)}とは異なっている。

また、本研究は寝たきり状態の防止、つまり自立した日常生活の維持につながる指針づくりを今

後の展開に位置づけているため、高齢者自身が測定動作を理解しやすい日常生活動作そのもの、または類似した動作を取り上げた。例えば、下肢挙上角は階段昇降や湯船をまたぐ際にみられる、筋力や平衡性を含んだ動作として取り上げた。開眼・閉眼片足立ちも、平衡性だけでなく脚筋力を含んだ日常生活にみられる動作に関連した項目として取り上げている。8の字歩行は、ほとんどすべての人に要求される日常動作として測定した。この項目は、筋力、動的平衡性（dynamic balance）、協調性、さらには関節機能（状態）に大きく関連している。また、8の字歩行だけでなく、その他の項目においても、単なる動作の成就だけでなく円滑さをも重視したため、動作に要する時間を測定している。

本研究では全身持久性を扱わなかった。その理由として、全身持久性は疫学的調査³³⁾からもヒトの健康には不可欠な身体機能要素であるとされているものの、さまざまな身体機能要素を統合した能力である³⁴⁾と解釈できることから、低水準の高齢者には、まず、本研究で扱ったようなさまざまな身体機能水準の明確な把握が不可欠であると判断したためである。今後、自立した日常生活における全身持久性の必要性をさらに明確にするとともに、どの身体機能水準から評価が必要になるかを見極めていきたい。

3. テスト項目の吟味

テストバッテリーとして抽出した4項目のうち、8の字歩行とファンクショナルリーチにおいて、全体（178人）の約7%が測定できなかった。これは、膝関節の痛みがあったり測定をこなす自信がなかったりという、身体に器質的障害や愁訴を有する高齢者がいたためである。一方で、8の字歩行やファンクショナルリーチにみられる動作は、高齢者の自立した日常生活と深い関連があることから、テストバッテリーの構成項目には不可欠であると思われる。よって、これらの対象者の評価（特に結果返却）には暫定的にそのテスト項目の平均値を用いるなどの方法が必要になってこよう。

World Health Organization（以下WHOと略す）⁵⁾は、高齢者の健康度評価に求められる基準として（1）明確かつ容易に測定が可能であること、（2）異なった文化や社会に普遍性を持つこ

と、(3) ハイリスクグループの特定や介入 (intervention) に有用であること、(4) ケアの効果判定に有用であること、を挙げている。また、Bulpitt³⁵⁾は身体機能を含めたさまざまな評価尺度に「受け入れられやすく」、「コストの低い」ことを求めている。本研究で抽出した4項目にはWHO⁹⁾が(2)で挙げている文化的な普遍性を持つとは言い難い項目(豆運び)が含まれているものの、(1)については測定全体を通して確かめることができ、(3)および(4)については基準関連妥当性が示唆されたことから、基準を満たしていると思われる。さらに、バッテリーを構成するいずれの項目も測定の器具や手順からみて一般に普及できると思われることから、実用性(普及性)も満たしているものと思われる。本研究で作成した第一主成分得点の算出式は、140人の対象者(基準群)から得られたものであるため、他の対象者に適用した場合、身体機能の測定値(第一主成分得点)が偏る可能性は否めないものの、同じ測定方法を用いることで身体機能を評価することができよう。

V ま と め

本研究で作成したテストバッテリー(連続上腕屈伸、8の字歩行、豆運び、ファンクショナルリーチ)は、高齢者の生活関連活動の遂行に必要な身体機能を評価することができ、さらに安全性と簡便性を満たしている。さらに、4項目のテスト結果から得られる第一主成分得点を算出する式は妥当性および信頼性を満たしている。

つくば市高齢者福祉事業団の稲葉 繁、久松一重の両氏、つくば市桜老人福祉センターの天貝公子氏、および両施設の職員の方々、筑波大学の大学院生の協力で本研究を遂行することができた。ここに感謝の意を表す。なお、本研究は筑波大学先端学際領域研究センター(田中プロジェクト)の援助を受けた。

(受付 '97.11.18)
(採用 '98.11.24)

文 献

- 1) 総務庁. 平成7年国勢調査. 総務庁 URL: <http://www.stat.go.jp>, 1998.
- 2) 厚生省. 平成7年度版厚生白書. 東京:ぎょうせい, 1995.
- 3) 岡崎陽一, 山口喜一. 長寿社会の基礎知識. 東京:エイジング総合研究センター, 1996.
- 4) 山田紀子, 松尾貴代. 高齢者の生活実態と商品情報—75歳以上の高齢者世帯の訪問調査—. 東京:商品科学研究所, 1996.
- 5) World Health Organization. The Use of Epidemiology in the Study of the Elderly. Report of a WHO Scientific Group on the Epidemiology of Aging. WHO Technical Report Series 706, Geneva, 1984.
- 6) 出村慎一, 中比呂志, 春日晃章, 他. 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.
- 7) Kim HS and Tanaka K. The assessment of functional age using "Activities of daily living" performance tests: A study of Korean women. JAPA 1995; 3: 39-53.
- 8) 種田行男, 荒尾 孝, 西嶋洋子, 他. 高齢者の身体的活動能力(生活体力)の測定法の開発. 日本公衆衛生雑誌 1996; 43: 196-207.
- 9) Bucks RS, Ashworth DL, Wilcock GK, et al. Assessment of activities of daily living in dementia: Development of the Bristol activities of daily living scale. Age Ageing 1996; 25: 113-120.
- 10) Schoening HA, Anderegg L, Bergstrom D, et al. Numerical scoring of self-care status of patients. Arch Phys Med Rehabil 1964; Oct: 689-697.
- 11) Bravo G, Gauthier P, Roy PM, et al. The functional fitness assessment battery: Reliability and validity data for elderly women. JAPA 1994; 2: 67-79.
- 12) 松村 秩. 生活関連活動. 土屋弘吉, 今田 拓, 大川嗣雄. 日常生活活動(動作)—評価と訓練の実際—. 東京:医歯薬出版, 1996; 67-82.
- 13) Spirduso WW. Physical Dimensions of Aging, Human Kinetics, IL, 1995.
- 14) 木村みさか, 平川和文, 奥野 直, 他. 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.
- 15) 古名丈人, 長崎 浩, 伊東 元, 他. 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.
- 16) 衣笠 隆, 長崎 浩, 伊東 元, 他. 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.
- 17) 総務庁統計局編. 社会生活基本調査報告. 東京:総務庁統計局, 1991.
- 18) 自治省行政局. 平成8年住民基本台帳人口要覧. 東京:国土地理協会地域情報部, 1996; 23.
- 19) サンケイ新聞データシステム. シルバーデータブック—高齢化社会年鑑'92—. 東京:サンケイ新聞データシステム, 1992; 23.

- 20) 金 禧植, 松浦義行, 田中喜代次, 他. 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作成. 体育学研究 1993; 38: 187-200.
- 21) Gallahue DL. Motor Development and Movement Experiences for Young Children. John Wiley & Sons, Inc. 1976; 49-79.
- 22) Kruger H, Kruger JM. Movement Education in Physical Education. Wm. C. Brown, 1977; 75-112.
- 23) David KL. Mature Stuff: Physical Activity for the Older Adult. Association of the American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance, Reston, VA, 1989; 93-115.
- 24) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. J Gerontol 1990; 45: M192-197.
- 25) Nakao M, Inoue Y, Murakami H. Aging process of leg muscle endurance in males and females. Eur J Appl Physiol 1989; 59: 209-214.
- 26) 東京都立大学体育学研究室. 日本人の体力標準値 第4版. 東京: 不昧堂, 1989.
- 27) 松浦義行. 体力測定法. 東京: 朝倉書店, 1983; 15-55.
- 28) 池田 央. 心理学研究法 8 テスト II. 東京: 東京大学出版会, 1973; 87-91.
- 29) 竹島伸生, 田中喜代次, 小林章雄, 他. 運動習慣を有する高齢者の活力年齢. 体育の科学 1995; 45: 733-735.
- 30) 田中喜代次. 老化予防策としての運動のすすめ—運動によってヒトは若返るか?—. 生きがい研究 1997; 3: 10-21.
- 31) Elward K, Larson EB. Benefits of exercise for older adults. Clin Geriatr Med 1992; 8: 35-50.
- 32) Voorrips LE, Lemmink K, van Heuvelen M, et al. The physical condition of elderly women differing in habitual physical activity. Med Sci Sports Exerc 1993; 25: 1152-1157.
- 33) Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, et al. Changes in physical fitness and all-caused mortality: A prospective study of healthy and unhealthy men. JAMA 1995; 273: 1093-1098.
- 34) Astrand PO, Rodahl, K. Textbook of Work Physiology. McGraw-Hill: New York, 1986; 296-298.
- 35) Bulpitt CJ. Screening in the community. Age Ageing 1994; 23: S18-21.
- 36) Nagamine S, Suzuki S. Anthropology and body composition of Japanese young men and women. Human Biol 1964; 36: 8-15.
- 37) Tsunenari T, Tsutsumi M, Ohno K, et al. Age- and gender-related changes in body composition in Japanese subjects. J Bone Miner Res 1993; 8: 397-402.

資料

本研究で用いた17項目の測定方法は以下の通りである。

1. 握力: 握力計 (竹井機器工業社製 GRIP-D 5101) を利き手に持ち, 両腕を体側で自然に下げ, リラックスした状態をとらせる。次に, 呼吸しながら握力計を可能な限り強く握らせる。利き手は身体に触れないように, かつ動かさないように注意する。
2. 連続上腕屈伸: 背もたれのない椅子に座り, 重さ 2.0 kg のダンベルを利き手に持たせる。両腕を自然に下げた状態から, 30秒間利き手の肘関節を可能な限り早く屈曲・伸展させる (ダンベルを上下させる)。
3. 膝関節屈曲筋持久力: 上背部と腰部を壁に密着させる。このときの臀部と床の距離は, 膝から踵までの長さとも一致させる。足首, 膝および股関節 (矢状面) における角度は約90度とし, 両膝を肩幅に開く。両腕は体側で自然に下げ, この姿勢を可能な限り長く続けさせる (最高60秒間)。
4. 手のひらタッピング: 椅子に座った状態で, タッピング測定器の打叩計ボタンに利き手の手掌遠位部を軽く当てさせる。10秒間可能な限り多く打叩計を叩かせる。
5. 足のうらタッピング: 利き足 (足底遠位部) が足のうらタッピング測定器 (竹井機器工業社製) に触れ, かつ膝関節が軽く伸展する距離に座らせる。10秒間可能な限り多く, 機器のタップ面を踏ませる。
6. 落下棒反応: 利き手の肘部を軽く屈曲させた状態で, 前腕を机の角に置いて座る。測定者は落下棒反応測定器 (ヤガミ社製 LP9400) の上端を持ち, 対象者の利き手の第1指と第2指によって作られる直径約7 cm の円 (地面に対し水平位) の中心に測定器の0 cm の目盛が来るように合わせる。棒の20 cm 目盛あたりに視線をおかせ, 棒が落下したら素早くつかませ, 第1指の最上端の目盛を記録する。測定者は対象者に棒の落下開始を知らせないようにする。
7. 8の字歩行: 床に引かれた1.5×3.6 m の長方形の長辺の両端にコーンを, 正対する長辺の中央に背もたれのない椅子を背中向きに置く。対象者は椅子に座り, 合図によって立ち上がり, 右後方にあるコーンを歩いて回ってから, 元の位置まで戻って椅子に座る。続けて再び椅子から立ち上がり, 左後方にあるコーンを回ってから, 元の位置まで戻って椅子に座る。これを2回繰り返す, その所要時間を計る。
8. 豆運び: 大豆60個 (直径約0.6 cm) を入れた容器1 (直径20.0 cm, 深さ2.0 cm) を左側に, 容器2

- (各々5.0, 3.5 cm)を右側に、両容器の最短距離を20 cmにして並べる。対象者は両容器に正対するように座り、利き手で持った割りばしを使って豆を一個ずつ容器1から容器2へ移す(30秒間)。
9. ベグ移動：対象者からみて、手腕作業検査器(竹井機器工業社製)の遠位の盤にベグを48本さした状態で、検査器に立位で正対させる。合図によって左右それぞれの手にベグを1本ずつ持ち、手前の盤に移しかえる(30秒間；最高48本)。
 10. 起立時間：仰臥位の状態から、可能な限り早く起き上がり、直立させる。このときの起立動作は、日常行っている(慣れている)起立動作を再現させる。
 11. 上肢挙上角：棒を肩幅に持ち、壁から約20 cm 離れ、壁に対して横向き状態で椅子に座らせる。視線は前方に向け、両腕を伸展させたまま可能な限り上方(および後方)に上げさせる。このとき、棒は壁に垂直になるように保つ。対象者の肩峰位の前方水平面を0度とし、棒の位置する角度を記録する。
 12. 下肢挙上角：任意の足を壁側にし、壁に沿って横向きに立たせる。壁から遠位の足で身体を支えつつ、壁側の手を壁に添え、両膝を伸展させたまま、壁側の足を可能な限り高く上げさせる。そのときの床と挙げた足の踵までの距離(下肢挙上高)を計る。下肢挙上高および予め測定しておいた床から大転子までの高さから、下肢挙上角を算出する。
 13. 立位体前屈：立位体前屈計(竹井機器工業社製)の上に靴を脱いだ状態で立たせる。呼吸しながら指先でカーソルを押し、徐々に前傾させる。測定者は、対象者が計器から転落しないように、かつ測定値に影響が出ないように背部を軽く支持する。
 14. 長座位体前屈：靴を脱いで長座位姿勢をとる。呼吸しながら指先で長座位体前屈計(ヤガミ社製WL-35)のカーソルを押し、徐々に前傾させる。
 15. 開眼片足立ち：立位姿勢になって両手を腰にあてた後、任意の足を床から約20 cm 挙げてバランスをとらせる。支持足が動いたり、腰にあてた手が離れたり、支持足以外の身体部分が着地した時点で、バランスが崩れたものとする(最高60秒間)。
 16. 閉眼片足立ち：対象者が測定中に目を閉じること以外は、開眼片足立ちに同じ。
 17. ファンクショナルリーチ：任意の腕を壁側に近づけた状態で壁に横向きに立ち、伸展させた両腕を肩の高さまで前方に挙げ、第3指の先端を0 cm とする。腕を肩と同じ高さに保ったまま、可能な限り上体を前傾し、両腕の指先が前方に移動した距離を計測する。このとき、踵は浮かせないようにする。

A PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY ASSESSING LOW/HIGH EXTREMITY FUNCTIONAL FITNESS IN OLDER JAPANESE WOMEN

Ryosuke SHIGEMATSU*, Hunkyung KIM^{2*,3*}, Milan CHANG*,
Linda M. UENO*, Kiyoji TANAKA^{2*,3*}

Key words: Older adult, Functional fitness, Test battery

The aim of this study was to establish a physical performance test battery to assess the wide variation of functional fitness in older Japanese women. The criteria for sampling low/high extremity functional fitness were the amount of physical activities that older women perform on a regular basis and the distance they could move by foot. Seventeen tests related to the activities parallel to daily living (APDL) were completed for 178 women, aged 60 to 91 years. Principal component analysis of the 17 performance tests in the reference group (n=140) yielded 5 components accounting for 63.5% of the total variance. Fourteen test items were heavily loaded on the 1st principal component, so that 31.4% of the total variance was accounted for by this component. Considering these results as well as test-retest reliability, kurtosis, and skewness of each item, the following four items were selected as a combination of test battery: (X₁) repetition of the bicipital flexion/extension, (X₂) walking around two cones and sitting on a chair, (X₃) moving beans with chopsticks, and (X₄) functional reach. Principal component analysis was again applied to these four variables so as to obtain the first principal component score of each person. As a result, the following equation was drawn: the first principal component score = $0.063X_1 - 0.055X_2 + 0.098X_3 + 0.042X_4 - 2.65$. The scores averaged 0.68 ± 0.27 for the exercise group (n=19) (those who played croquet or other similar sports activities consistently twice or more a week); and -0.76 ± 0.55 for the sedentary group (n=19) (those who did no exercise and confined their activities to the home). Biserial correlation coefficient as an index of criterion-related validity was 0.67 ($P < 0.05$) between the scores in the exercise and sedentary groups. These results indicate that a wide range of functional fitness among older Japanese women can be assessed by the four tests.

* Doctoral Program of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

^{2*} Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

^{3*} Human Beings in the Ecosystem, Tsukuba Advanced Research Alliance, University of Tsukuba