

特定高齢者の体力を把握するためのテストバッテリー

| | | | | | |
|-----------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| セイノ 清野 | サトシ 諭* | ヤブシタ 藪下 | ノリコ 典子 ^{2*} | キム 金 | ミジ 美芝 ^{2*} |
| ネモト 根本 | ミユキ みゆき ^{2*} | マツオ 松尾 | トモアキ 知明 ^{2*} | フカサク 深作 | タカコ 貴子 ^{2*} |
| オクノ 奥野 | ジュンコ 純子 ^{2*} | オオクラ 大藏 | トモヒロ 倫博 ^{2*} | タナカ 田中 | キヨジ 喜代次 ^{2*} |

目的 本邦では、新たに改正・施行された介護保険法のもと、特定高齢者に向けた地域支援事業が展開されている。運動機能の評価項目としては、おもに握力、開眼片足立ち、5 m 通常歩行の3項目が活用されている。これらの項目は広く普及している一方で、特定高齢者への適用の妥当性に関する検証は十分になされていない。そこで、本研究では特定高齢者と一般高齢者の体力的相違に基づいた上で、特定高齢者用の体力テストバッテリーを提案することを目的とした。

方法 特定高齢者127人（76.6±5.9歳）と一般高齢者315人（72.2±5.8歳）を対象に、日常生活動作および移動能力に関連した12項目の体力測定を行った。特定高齢者は、「特定高齢者の決定方法および選定方法」に準拠して抽出された。特定高齢者の該当・非該当を従属変数としたロジスティック回帰分析によってテストバッテリーを選定し、主成分分析を用いて体力得点による評価指標を作成した。作成した評価指標を別の集団（特定高齢者28人、一般高齢者143人）に適用することで交差妥当性を検討した。さらに、3か月間の運動介入ができた特定高齢者62人を対象に、運動介入による評価指標の妥当性についても検討した。

結果 ロジスティック回帰分析の結果、タンデムバランス、5回いす立ち上がり、ステップテスト、アップ&ゴーが採択され、この4項目でテストバッテリーを作成した。主成分分析の結果、第一主成分が体力の総合力をあらわすと判断され、次のような体力得点による評価指標を作成した。体力得点 = $0.031X_1 - 0.106X_2 - 0.192X_3 - 0.096X_4 + 1.672$ 、 X_1 : タンデムバランス、 X_2 : 5回いす立ち上がり、 X_3 : ステップテスト、 X_4 : アップ&ゴー。また、receiver operating characteristic (ROC) 解析によって求められた特定高齢者と一般高齢者の体力得点のカットオフ値は、0.065（感度82.2%、特異度81.9%）であった。体力得点推定式およびカットオフ値の交差妥当性は良好であり、特定高齢者への運動介入による体力変化がとらえられるものであった。

結論 本研究で提案した特定高齢者用の体力テストバッテリーは、妥当な体力評価が可能であり、特定高齢者施策などの現場および研究フィールドでの活用が期待できるものである。

Key words : 特定高齢者, 体力, テストバッテリー

1 緒 言

本邦では改正された介護保険法が2006年4月から施行され、新予防給付とともに、新たに要支援・要介護状態に陥る可能性のある高齢者（いわゆる特定高齢者）に向けた地域支援事業が展開されている。要介護予防を目的とした予防段階は、活動的な高齢

者を含む「一次予防」、特定高齢者を対象とした「二次予防」、要支援・要介護状態にある高齢者を対象とした「三次予防」とに分類され、これらの段階における一定期間後のプランの見直しは、サービス利用による生活機能の変化に応じて行われている。特定高齢者施策の参加者に着目すると、生活機能が「維持」と判定された場合は同事業の利用を継続し、「悪化」と判定された場合は要介護認定の申請となり、「改善」と判定された場合は一般高齢者施策への移行対象となる。特定高齢者施策では、要支援・要介護状態への移行を可能な限り防ぎ（遅延させ）、日常生活面でより活動的な一般高齢者のレベルへ体

* 株式会社 THF

^{2*} 筑波大学大学院人間総合科学研究科
連絡先：〒305-0005 茨城県つくば市天久保
2-14-2-302
株式会社 THF 事業部受託研究グループ 清野 諭

力を向上・維持させることがおもなねらいの一つであるといえる。

現在、特定高齢者施策における体力の評価には、簡便で信頼性、妥当性が高いという観点から握力、開眼片足立ち、5 m 歩行の3項目によるテストバッテリー（体力測定項目の組み合わせ）が活用されている。しかし、これらの3項目によるテストバッテリーが、選定された特定高齢者の体力を適切に評価できるか否かについての検討は十分ではないのが現状である。Brown ら¹⁾は、虚弱高齢者84人を週3回の運動群（48人）とコントロール群（36人）に振り分け、3か月間の無作為化比較試験（randomized controlled trial）を行った。全身の主要な筋群、柔軟性、バランス、反応、全身の協調性の向上をねらいとした運動プログラムを提供した結果、下肢筋力、バランス能力は有意に改善したものの、最大歩行速度、通常歩行速度は改善しなかったことを報告している。また、Ikezoe ら²⁾も虚弱高齢者28人を運動群（13人）と対照群（15人）に振り分け、低強度筋力トレーニングによる12か月間の運動介入を行っている。その結果、大腿四頭筋力は有意に改善したものの、握力とファンクショナルリーチは改善しなかったことを報告している。清野ら³⁾は、特定高齢者を含むハイリスク高齢者に対して運動器の機能向上を目的とした運動介入を行った。週1回の集団運動と在宅運動から構成されるプログラムを3か月間提供し、事前事後で10項目の体力測定により介入効果を評価した結果、いす立ち上がりやタンデムウォーキング、アップ&ゴーなどの6項目は有意に改善したにもかかわらず、握力、開眼片足立ち、5 m 通常歩行は有意に変化しなかった。Brown ら²⁾、清野ら³⁾は1か月ごとに運動内容を期分けし、段階を踏んだ運動介入を行っており、その運動内容と運動頻度からすると体力の向上が見込める介入であったといえる。

これらの先行研究の結果をふまえると、厚生労働省の定めている3項目は特定高齢者の体力を評価できるものとして周知されている一方で、特定高齢者に対する運動介入効果を評価する項目としては適当でない（insensitive である）可能性がある。先述した特定高齢者の体力を一般高齢者の体力レベルに改善させるといふ介護保険法の目標においては、1)特定高齢者と一般高齢者との体力的相違に基づいて両者の体力を階層的に評価できること、2)特定高齢者の体力が維持されているかどうか、さらに改善されたのであればどの程度一般高齢者の体力レベルに近づいたのかをフィードバックできること、3)体力測定項目の改善が日常生活動作の改善に直結すること、が重要な点であると考えられる。したがって、

特定高齢者の体力を評価する際には、以上の3つの点を考慮した体力評価方法を用いるべきであり、スクリーニングを目的として体力を評価する場合も、より日常生活を活動的に過ごすために必要な項目を選定することが肝要となる。これまで、代表的な体力評価方法として、国外では Physical performance test (PPT)⁴⁾や Short physical performance battery (SPPB)⁵⁾が、国内では種田ら⁶⁾や重松ら^{7,8)}など、様々なテストバッテリーが開発されている。これらのテストバッテリーは、上述した3)の条件が考慮されており、低体力者にも適用可能という特長を有している。しかし、当然ながら1)2)の条件を満たすものではなく、特定高齢者を対象とした教室展開において完全に適合するものではない。さらに、体力を評価した結果を良質のプログラム構築の礎とするためには、1)2)に準拠した評価指標の開発も希求される。

そこで本研究の目的は、特定高齢者と活動的な一般高齢者の体力的相違に基づいて、特定高齢者用の体力テストバッテリーを新たに提案することとした。とくに、2007年4月より特定高齢者の決定基準が緩和され、特定高齢者施策参加者の大幅な増加が目標に掲げられている本邦において、特定高齢者と一般高齢者の体力的相違に基づく体力評価法の提案は、「運動器の機能向上」を目的とした介入のための有益な情報を提供し、特定高齢者施策の発展へつなぐと考えられる。

II 研究方法

1. 対象者

本研究は、茨城県阿見町、下妻市、城里町、八千代町、千葉県袖ヶ浦市、福島県会津美里町およびその近隣に在住する特定高齢者127人（76.6歳±5.9歳、男性26人、女性101人）と一般高齢者315人（72.2歳±5.8歳、男性109人、女性206人）、計442人（65-92歳）を対象とした。これら442人の対象者群を「基準群」とした。

作成したテストバッテリーにおける評価指標の交差妥当性の検討に、基準群とは別の特定高齢者28人（77.5±6.5歳、男性6人、女性22人）、一般高齢者143人（71.5±4.7歳、男性50人、女性93人）を対象とし、「妥当化群」とした。

さらに、基準群442人のうち、3か月間の運動介入を行った特定高齢者62人（76.7±5.9歳、男性16人、女性46人）を、介入による評価指標の変化を検証する群（「介入群」）とした。

すべての対象者に研究の目的や体力測定および質問紙調査内容を十分に説明し、研究協力への同意を得た。また、本研究は筑波大学に所属する倫理委員

会の承認を受けた。

2. 対象者の抽出方法

本研究で対象とした特定高齢者は、体力測定を打診した8つの自治体のうち承諾が得られた5つの自治体にて、以下の手順で抽出された。各自治体で行われる1)基本健康診査受診, 2)保健師による訪問活動, 3)関係機関(主治医, 民生委員, 高齢者福祉センターなど)からの情報, 4)本人, 家族, 地域住民などからの情報, 5)要介護認定の新規申請時や更新申請時に非該当であった, などのルートにより抽出された高齢者に対して「基本チェックリスト」を行い、「特定高齢者の選定および決定方法」に準拠して特定高齢者が決定された。基本チェックリストは、うつ予防・支援関係を除いた計20項目に「はい」「いいえ」の2段階で回答を求め、規定された選択肢を回答(項目に該当)した場合に1点を配点した。本研究では、「運動器の機能向上」5項目中3項目以上に該当することのみを特定高齢者候補者の要件として用いた。この要件によって早期機能低下者をスクリーニングできることは、先行研究⁹⁾ですでに確認されている。最終的な特定高齢者決定者は97人、特定高齢者候補者は30人であった。ただし、1)特定高齢者候補者30人も医師による判定以外の特定高齢者決定基準を満たしており、特定高齢者施策への参加が望まれる者であること, 2)2007年より特定高齢者候補者の80%を特定高齢者に決定することが目標として掲げられていること, を鑑み、特定高齢者候補者を含めた計127人を本研究における特定高齢者群に分類した。

本研究で対象とした一般高齢者は、特定高齢者候補者の非該当者と、茨城県阿見町, 千葉県袖ヶ浦市, 福島県会津美里町で開催された体力測定に参加した65歳以上の地域住民である。各自治体の広報誌や募集チラシ, 自治体職員による参加勧奨などを通して募集した。

3. 測定項目および測定方法

1) 形態測定

形態指標として、身長計(YG-200, ヤガミ社製)を用いて0.1 cm単位で身長を、体重計(Digital Bathroom Scale HD-316, TANITA社製)を用いて0.1 kg単位で体重を測定した。また、求めた体重(kg)を身長(m)の2乗で除すことによりbody mass index (BMI)を算出した。

2) 体力測定

テストバッテリーを作成するにあたり、その候補となる体力測定項目の選定は極めて重要である。候補項目を選定する際に、測定項目が1)簡便で実用的であるとともに安全に測定できること, 2)特定高齢

者が活動的な日常生活を営む上で必要となる体力をとらえられること, を考慮した。

加齢にともなう筋力低下は上肢に比べて下肢において大きく¹⁰⁾, 55歳から85歳の男女2,109人を対象とした縦断研究によると、3年間で対象者の45.6%に歩行やいす立ち上がりなどの基本的移動能力の低下がみられている¹¹⁾。さらに、65歳以上の高齢男女4,735人を7年間追跡した結果、虚弱者は非虚弱者と比較して移動能力の悪化率が2.45倍にものぼっており¹²⁾, 移動能力低下の予測因子として身体活動量と下肢筋力があげられている¹³⁾。このような基本的移動能力の低下は施設入所や、身体的障害、総死亡などに対する予測因子であり^{14,15)}, quality of life (QoL)にも強く影響を及ぼすことが明らかとなっている¹⁶⁾。

これらの報告から、特定高齢者と一般高齢者との間でも、基本的移動能力に関連する体力要素に顕著な違いがみられるとの仮説が成り立つ。基本的移動能力は特定高齢者と一般高齢者の体力の特徴を把握する上で、着目すべき体力要素と考えられた。金ら¹⁷⁾は、高齢者の日常生活における動作を50ほどに集約し、活動能力の因子構造として(1)全身の移動, (2)上肢の操作, (3)手指の操作, (4)起立・姿勢変換からなる身体機能の仮説構造モデルを報告している。これら4つの因子は、生活機能を良好に保つためにいずれも必要不可欠な要素である。とりわけ第一因子の「全身の移動」は全分散に対する貢献度が最も高いことから、考慮すべき重要な因子といえる。したがって本研究では、日常生活動作の円滑な遂行に必要な移動能力以外の体力要素も考慮した上で、厚生労働省の定める3項目(握力, 開眼片足立ち, 5 m通常歩行)に加えて、特定高齢者の基本的移動能力と日常生活動作に関連の深いと考えられる9項目(タンデムバランス, 長座体前屈, ファンクショナルリーチ, 5回いす立ち上がり, ステップテスト, アップ&ゴー, タンデムウォーキング, 豆運び, ペグ移動)を選定し、テストバッテリーの候補項目とした^{7,8,18~23)}。すべての項目は、秒(0.01単位)またはcm(0.1単位), kg(0.1単位)の測定値として評価した。

体力測定の前には問診によって当日の体調を確認し、過去1年間の既往および治療中の疾患数を聴取した。いずれの測定も体力測定に精通したスタッフが行うことで、安全について十分に留意した。各体力測定項目の測定方法および評価されるおもな体力要素は、表1のとおりである。

3) 質問紙調査

対象者の横断的特徴を把握するために、以下の質

表1 体力測定項目と測定方法

1. 握力 (grip strength) : 筋力
握力計を手に持ち、両腕を体側で自然に下げ、リラックスした姿勢をとらせた。次に、呼吸しながら握力計を可能な限り強く握らせた。持ち手は身体に触れないように、かつ動かさないように注意した。0.1 kg 単位で左右 2 回ずつ計測し、平均値を記録とした。
2. 開眼片足立ち (one-leg balance with eyes open) : 静的バランス能力
両手を腰に当て、両足をそろえて床の上に立った状態から片方の足を床から離し、可能な限り長く立ち続けるよう教示した。接地している支持足の裏が動いたり、腰に当てた手が離れたり、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みなした。計測は足を上げた時点からバランスが崩れた時点までの時間とし、最大値は60秒とした。左右を問わず0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。
3. 5 m 通常歩行 (5-m habitual walk) : 歩行能力
5 m の歩行路を通常の歩く速さで歩いたときの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。歩行路の両端には1 m の予備路を設けた。
4. タンデムバランス (tandem stance) : 静的バランス能力
両手を腰に当てて片足を一足分前に出し、前足のかかとと後ろ足のつま先をつけて直線上に立った状態で、可能な限り長く立ち続けるよう教示した。足の裏が動いたり、腰に当てた手が離れたり、下肢のみで姿勢の維持が不可能になった時点でバランスが崩れたものとみなした。計測は前足のかかとと後ろ足のつま先をつけて直線上に立った時点からバランスが崩れた時点までの時間とし、最大値は30秒とした。左右の足を入れ替えて1回ずつ0.01秒単位で計測し、平均値を記録とした。なお、体重は両脚に均等にかかるよう教示した。
5. 長座体前屈 (sit and reach) : 柔軟性
壁に臀部と背中をつけ、長座位姿勢をとらせた。両手を伸ばし、手のひらを長座体前屈計の上においたまま、膝を曲げないよう上体を前屈させた。この時の長座体前屈計の移動距離を0.1 cm 単位で2回計測し、平均値を記録とした。
6. ファンクショナルリーチ (functional reach) : 動的バランス能力
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、その時点での第3指の先端を0 cm とした。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1 cm 単位で2回計測し、平均値を記録とした。このとき、かかとは浮かせないよう教示した。
7. 5回いす立ち上がり (5-repetition sit-to-stand) : 脚筋パワー
両腕を胸の前で交差し、背中を伸ばした状態で背もたれのついたいすに浅く腰掛けさせた。合図とともに、いすから立ち上がり直立姿勢をとらせ、再びいすに腰掛ける動作を可能な限り速く5回繰り返させた。合図してから5回目の直立姿勢をとるまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。
8. ステップテスト (alternate step) : 脚筋パワー (敏捷性も含む)
立位姿勢をとらせ、その約20 cm 前方に19 cm の台を設置した。足の裏が台の高さ (19 cm) まで上がるよう、可能な限り速くその場で足踏みをおこなってもらい、左右の足を交互に8回上げ下ろしするまでの時間を計測した。測定は0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。
9. アップ&ゴー (timed up and go) : 歩行能力 (調整力も含む)
重量のある肘掛けいすに深い座位姿勢をとり、両手を膝の上に置くよう教示した。合図とともに立ち上がり、3 m 前方のコーンを回って着座するまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。一連の動作は可能な限り速く行ってもらった。
10. タンデムウォーキング (tandem walking) : 動的バランス能力
床上に引いた3 m の直線上を片足のかかとともう一方の足のつま先をつけた状態で、可能な限り速く歩くよう教示した。1)かかととつま先がついていない場合、2)線を踏み外した場合、3)壁に手をつくなどバランスが崩れた場合をエラーとみなした。3 m を歩ききるのにかかった時間を0.01秒単位で2回計測し、それぞれのエラーの数を加えた平均値を記録とした。
11. 豆運び (moving beans with chopsticks) : 巧緻性
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) を非利き手側に、容器2 (直径5.0 cm, 深さ3.5 cm) を利き手側に、両容器の最短距離を20 cm にして並べた。対象者に両容器に正対するように座り合図とともに利き手で持った割り箸を使って豆を1個ずつ容器1から容器2へ移すよう教示した。制限時間は30秒で、1回のみ計測し、容器2へ移した豆の数を記録とした。
12. ペグ移動 (hand working with peg board) : 巧緻性
対象者からみて、手腕作業検査器の遠位の盤にペグを48本さした状態で、検査器に立位で正対させた。合図とともに左右それぞれの手にペグを1本ずつ持ち、手前の盤に移すよう教示した。制限時間は30秒で1回のみ計測し、手前の盤に移したペグの本数を記録とした。

問紙調査を行った。また、体力測定値に影響を及ぼす可能性のある服薬数、肩・腰・膝などの関節の疼痛部位数をあわせて聴取した。服薬数は、基本的に医師から処方された医療用医薬品の数とし、薬局等で購入した一般用医薬品や医薬部外品、サプリメントは除外するものとした。質問紙調査は、自記式で回答を求め、自記式での回答が困難な場合は熟練したスタッフによる面談法によって回答を得た。

(1) Barthel index

歩行や食事、入浴、着替えなどの基本的 activities of daily living (ADL) の評価に Barthel index²⁴⁾ を用いた。各質問項目の総得点を求め、100点満点で評価した。

(2) Physical function domain of the SF-36 (SF-36PF)

身体機能の評価に36-item short-form health survey (SF-36) 日本語版²⁵⁾ 中の physical function index (SF-36PF) を用いた。移動能力や日常的な身体動作に関連する10の質問項目に対して「とてもむずかしい」、「少しむずかしい」、「ぜんぜんむずかしくない」のいずれかを選択してもらい、その回答を100点満点でスコアリングした²⁶⁾。

(3) 老研式活動能力指標 (The TMIG index of competence)

地域で独立した生活を営む上で必要とされる活動能力 (生活機能) の評価に老研式活動能力指標²⁷⁾ を用いた。「はい」(1点)、「いいえ」(0点) で回答する13の質問項目からなり、総計を求めて生活機能として13点満点で評価した。

4. 統計解析

各項目の測定結果は平均値±標準偏差で示した。体力測定項目は尖度と歪度を算出し、暦年齢との間における Pearson の積率相関係数を求めた。特定高齢者と一般高齢者の男女比の比較に χ^2 検定を施し、疾患数、服薬数、疼痛部位数の比較には Mann-Whitney の *U* 検定を適用した。その他の身体的特徴および体力測定値の比較には対応のない *t* 検定を適用した。テストバッテリーに含めるテスト項目の選定には、従属変数を特定高齢者の該当・非該当 (特定高齢者: 1, 一般高齢者: 0), 独立変数を体力測定12項目、調整変数を体力測定値に影響を及ぼす可能性のある“年齢”, “性”, “服薬数”, “疼痛部位数” とした stepwise 法 (変数減少法: 尤度比) によるロジスティック回帰分析を用いた。高齢者の体力測定値に対する影響要因の一つとして BMI があげられるが、特定高齢者では脊柱彎曲を有するケースも多く、身長が過小評価 (BMI が過大評価) されたため、本研究の調整変数からは除外した。

テストバッテリーとして選定された項目から総合的な体力を評価するため、テストバッテリーとして選定された項目間の相関行列に対し主成分分析を施した^{7,8,28~31)}。各項目における素データの標準得点 ((測定値-平均値)/標準偏差) に第一主成分の主成分得点係数を乗じ、その総和により第一主成分得点を算出する推定式を求め、この第一主成分得点を体力得点とみなした。そして体力得点推定式に選定されたテストバッテリーの測定値を代入し、平均0, 標準偏差1としてあらわされる体力得点を算出した。また、receiver operating characteristic (ROC) 解析によって ROC 曲線下面積 (area under the ROC curve: AUC) とその95%信頼区間、感度、特異度をそれぞれ算出し、特定高齢者と一般高齢者の体力得点の最適なカットオフ値を求めた。カットオフ値は、感度と特異度の和が最大となるポイントとした³²⁾。

作成した体力得点のカットオフ値の交差妥当性を検討するため、妥当化群における特定高齢者と一般高齢者の体力得点を比較し (対応のない *t* 検定), 体力得点のカットオフ値によって特定高齢者と一般高齢者が正しく分類される確率 (正判率) を算出した。また、介入群における介入前後の体力得点を比較し (対応のある *t* 検定), 運動介入によって体力得点の向上がみられるかを検討した。

すべての統計処理には統計解析ソフト SPSS12.0 を用い、統計的有意水準は5%とした。

III 研究結果

表2に質問紙調査項目を含めた基準群の身体的特徴を示した。いずれの項目にも特定高齢者と一般高齢者との間で有意差がみられた。Barthel index によると両群ともほぼ身体的に自立しているものの、身体機能 (SF-36PF) や生活機能 (老研式活動能力指標) は、一般高齢者に比べて特定高齢者で有意に低値を示した (表2)。

表3に基準群の体力測定値を示した。すべての測定項目で特定高齢者が一般高齢者よりも有意に劣る値を示し、長座体前屈以外の項目で、暦年齢が高いほど測定値は低下を示す傾向にあった。男女の割合に差がみられたため (表2), 男女別に特定高齢者と一般高齢者の体力測定値および質問紙調査項目を比較したところ、男女合わせた分析と同様の結果を示した。

表4には、特定高齢者の該当・非該当を従属変数、体力測定項目12項目を独立変数としたロジスティック回帰分析の結果を示した。身体的特徴の項目で2群間に差が生じたものの中で、“年齢”, “性”,

表2 基準群の身体的特徴 (n=442)

| | 特定高齢者 (n=127) | 一般高齢者 (n=315) | P値 |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|-------|
| 年齢 [†] (歳) | 76.6±5.9 | 72.2±5.8 | <0.05 |
| 性別 ^{††} 男(%) / 女(%) | 26(20.5) / 101(79.5) | 109(34.6) / 206(65.4) | <0.05 |
| 疾患数 ^{†††} | 2.0±1.4 | 1.5±1.2 | <0.05 |
| 服薬数 ^{†††} | 3.5±2.7 | 1.8±2.1 | <0.05 |
| 疼痛部位数 ^{†††} | 1.4±1.1 | 0.8±0.9 | <0.05 |
| 身長 [†] (cm) | 146.7±7.0 | 152.9±8.4 | <0.05 |
| 体重 [†] (kg) | 52.3±8.9 | 54.9±9.3 | <0.05 |
| BMI [†] (kg/m ²) | 24.3±3.4 | 23.4±3.1 | <0.05 |
| Barthel index [†] (点) | 98.4±3.9 | 99.9±0.7 | <0.05 |
| SF-36PF [†] (点) | 58.4±20.8 | 86.6±13.1 | <0.05 |
| 老研式活動能力指標 ^{†††} (点) | 10.0±2.8 | 12.1±1.5 | <0.05 |

平均値±標準偏差

[†] 対応のない t 検定

^{††} χ^2 検定

^{†††} Mann-Whitney の U 検定

表3 基準群の体力測定値 (n=442)

| 体力測定項目 | 特定高齢者 (n=127, 男性26人, 女性101人) | | | | 一般高齢者 (n=315, 男性109人, 女性206人) | | | |
|----------------------|---------------------------------|-------|-------|--------------------|----------------------------------|-------|-------|--------------------|
| | 平均値±標準偏差 | 尖度 | 歪度 | 暦年齢との相関 | 平均値±標準偏差 | 尖度 | 歪度 | 暦年齢との相関 |
| + 握力 (kg) | 21.1±6.0 | 1.41 | 0.69 | -0.17 [†] | 27.1±7.7* | -0.11 | 0.69 | -0.12 [†] |
| + 開眼片足立ち (秒) | 14.5±17.3 | 1.62 | 1.66 | -0.34 [†] | 32.1±22.6* | -1.64 | 0.11 | -0.42 [†] |
| - 5m 通常歩行 (秒) | 5.6±2.4 | 6.73 | 2.24 | 0.23 [†] | 3.6±0.8* | 3.50 | 1.57 | 0.34 [†] |
| + タンデムバランス (秒) | 19.8±9.8 | -1.35 | -0.35 | -0.38 [†] | 27.7±5.9* | 6.98 | -2.79 | -0.25 [†] |
| + 長座体前屈 (cm) | 31.8±10.0 | 0.59 | -0.92 | 0.03 | 35.2±8.4* | 0.11 | -0.31 | -0.20 [†] |
| + ファンクショナルリーチ (cm) | 23.9±7.1 | 0.70 | -0.03 | -0.28 [†] | 28.6±6.1* | 2.01 | 0.52 | -0.32 [†] |
| - 5回いす立ち上がり (秒) | 10.2±3.8 | 2.18 | 1.26 | 0.37 [†] | 6.6±1.6* | 0.63 | 0.79 | 0.38 [†] |
| - ステップテスト (秒) | 6.5±2.1 | 0.91 | 1.12 | 0.24 [†] | 4.3±0.8* | 1.60 | 1.04 | 0.38 [†] |
| - アップ&ゴー (秒) | 10.1±4.6 | 9.70 | 2.62 | 0.29 [†] | 6.2±1.4* | 8.53 | 2.23 | 0.43 [†] |
| - タンデムウォーキング (秒+エラー) | 17.3±6.8 | 1.61 | 1.18 | 0.36 [†] | 11.9±4.4* | 5.25 | 1.84 | 0.21 [†] |
| + 豆運び (個) | 10.7±3.7 | 0.99 | 0.36 | -0.35 [†] | 12.5±3.9* | 1.38 | 0.32 | -0.32 [†] |
| + ペグ移動 (本) | 34.0±7.6 | -0.43 | -0.06 | -0.38 [†] | 41.4±5.8* | 2.74 | -1.24 | -0.32 [†] |

* $P < 0.05$ vs 特定高齢者

[†] $P < 0.05$

SPSS による出力に基づき、尖度は 0 を基準として、正の値が尖った分布を意味する

+ 値の大きいほうが良い記録

- 値の小さいほうが良い記録

表4 特定高齢者の該当・非該当を従属変数としたロジスティック回帰分析 (n=442)

| 体力測定項目 | オッズ比 [†] | 95%信頼区間 | P値 |
|-----------|-------------------|-------------|-------|
| タンデムバランス | 0.96 | 0.925-1.001 | 0.055 |
| 5回いす立ち上がり | 1.23 | 1.026-1.481 | <0.05 |
| ステップテスト | 1.78 | 1.262-2.520 | <0.05 |
| アップ&ゴー | 1.33 | 1.087-1.626 | <0.05 |

[†] 年齢, 性, 服薬数, 疼痛部位数による調整済みオッズ比

正分類: 85.6%

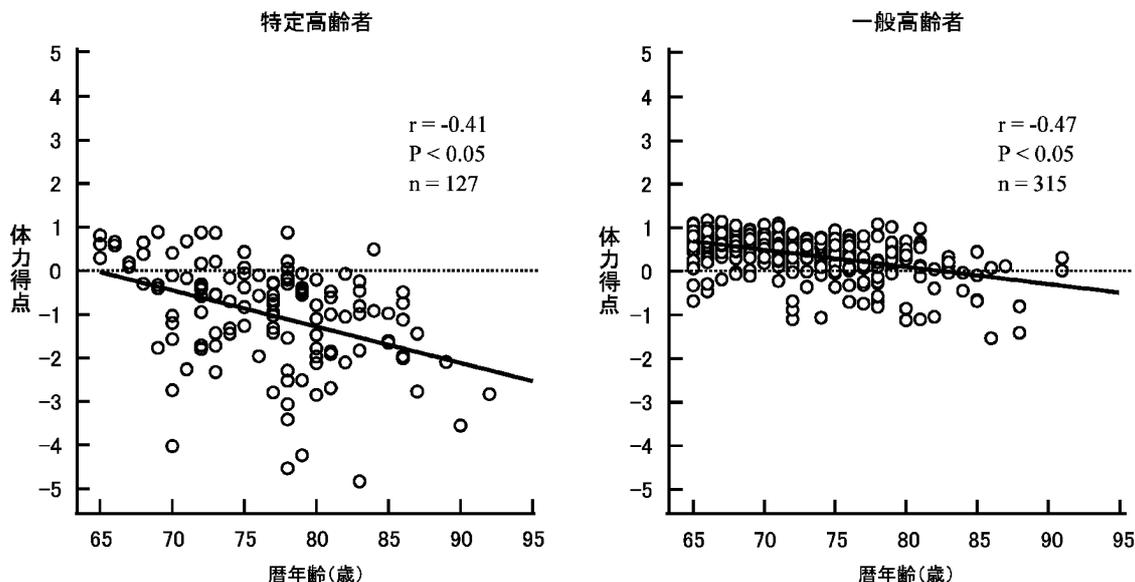
“服薬数” および “疼痛部位数” は、体力測定値に影響を及ぼす可能性があるため、この4つの変数で調整したオッズ比を求めた。stepwise 法 (変数減少法: 尤度比) により、タンデムバランス, 5回いす立ち上がり, ステップテスト, アップ&ゴーの4項目が採択されたため、これらの項目でテストバッテリーを作成した。4項目で男女間に有意差がみられた項目は、ステップテストのみであった (表5)。また、この4項目で特定高齢者と一般高齢者を正しく分類できる確率は85.6%であった。

表5 テストバッテリーとして採択された4項目における性差 (n=442)

| 体力測定項目 | 全体 (n=442) | | 特定高齢者 (n=127) | | 一般高齢者 (n=315) | |
|---------------|------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | 男性 (n=135) | 女性 (n=307) | 男性 (n=26) | 女性 (n=101) | 男性 (n=109) | 女性 (n=206) |
| 年齢 (歳) | 73.8±6.4 | 73.4±6.0 | 76.9±4.9 | 76.6±6.1 | 73.1±6.5 | 71.8±5.3 |
| タンデムバランス (秒) | 25.9±8.1 | 25.2±8.1 | 16.2±10.2 | 20.7±9.5* | 28.2±5.3 | 27.4±6.2 |
| 5回いす立ち上がり (秒) | 7.4±2.7 | 7.7±3.0 | 10.9±3.9 | 10.0±3.8 | 6.6±1.4 | 6.5±1.6 |
| ステップテスト (秒) | 4.7±1.6 | 5.1±1.6* | 7.0±2.1 | 6.3±2.1 | 4.2±0.8 | 4.4±0.8 |
| アップ&ゴー (秒) | 7.1±3.7 | 7.4±3.1 | 12.4±5.8 | 9.6±4.2* | 5.9±1.2 | 6.4±1.5* |

* P<0.05 vs 男性

図1 特定高齢者, 一般高齢者の体力得点の散布図



4項目の第一主成分得点を推定する式を作成するために、4項目間の相関行列に主成分分析を施したところ、第一主成分が全分散の58.7%を説明する結果を得た。したがって、第一主成分が体力の総合力をあらわすと判断し、第一主成分得点を体力得点とみなした。主成分分析で得られた4項目の第一主成分得点係数は、-0.251 (タンデムバランス), 0.310 (5回いす立ち上がり), 0.316 (ステップテスト), 0.315 (アップ&ゴー)であり、第一主成分(体力)にはほぼ同程度の影響を与えていた。これらの第一主成分得点係数の符号を逆転させ、基準群442人における各項目の標準得点を乗じた総和を求めると以下の式になる。

$$\begin{aligned} \text{第一主成分得点 (体力得点)} \\ = & 0.251(X_1 - 25.4)/8.1 \\ & - 0.310(X_2 - 7.6)/2.9 \\ & - 0.316(X_3 - 5.0)/1.6 \\ & - 0.315(X_4 - 7.3)/3.3 \end{aligned}$$

この式を展開し、最終的に4項目によるテストバ

ッテリーから求められた体力得点推定式は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{体力得点} = & 0.031X_1 - 0.106X_2 - 0.192X_3 - 0.096X_4 \\ & + 1.672 \end{aligned}$$

X_1 から X_4 は、それぞれ X_1 : タンデムバランス, X_2 : 5回いす立ち上がり, X_3 : ステップテスト, X_4 : アップ&ゴーである。基準群における体力得点の平均値は特定高齢者で -1.00 ± 1.19 , 一般高齢者で 0.41 ± 0.48 であり、いずれも暦年齢との間に有意な相関関係がみられた(特定高齢者: $r = -0.41$, 一般高齢者: $r = -0.47$) (図1)。

図2に基準群における体力得点のROC曲線を示した。体力得点は、特定高齢者と一般高齢者の識別において大きなROC曲線下面積 ($AUC = 0.7$ 以上)を示した。感度を特異度の和が最大になる点に対応する体力スコア(カットオフ値)は0.065(感度: 82.2%, 特異度81.9%)であった(図2, 表6)。

表7に、妥当化群の素データを体力得点推定式に適用した結果とその正判率を示した。体力得点は特

図2 基準群における体力得点のROC曲線

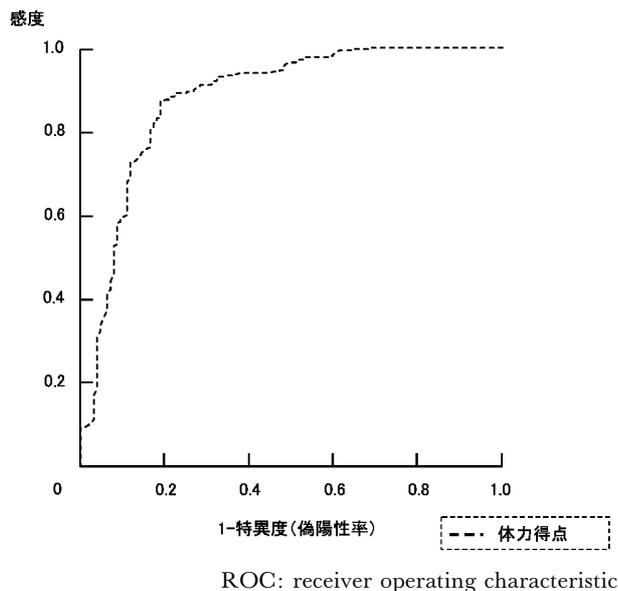


表6 特定高齢者と一般高齢者の体力得点の最適なカットオフ値

| | カット オフ値 | 感度 (%) | 特異度 (%) | AUC | 95% 信頼区間 |
|------|------------|-----------|------------|-------|-------------|
| 体力得点 | 0.065 | 82.2 | 81.9 | 0.881 | 0.842-0.921 |

AUC: area under the ROC curve

表7 異なる集団に体力得点推定式を適用した場合の体力得点および正判率(交差妥当性)の検討

| | 体力得点平均値 | 正判率 | 誤判率 |
|--------------------|--------------|------------------|-----------------|
| 特定高齢者 (n = 28) | -1.05 ± 0.70 | 100% (n = 28) | 0% (n = 0) |
| 一般高齢者 (n = 143) | 0.34 ± 0.52* | 78% (n = 111) | 22% (n = 32) |

* P < 0.05 vs 特定高齢者

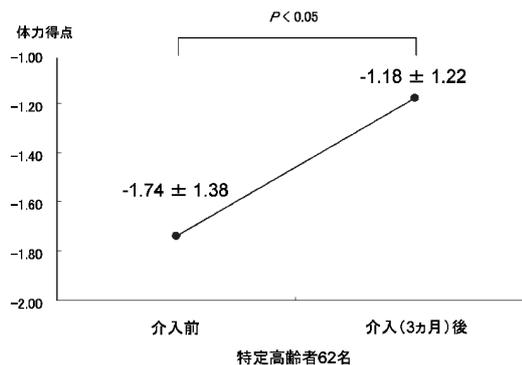
正判率: 体力スコアをカットオフ値(0.065)で分けた際に、特定高齢者および一般高齢者が正しく分類される確率

誤判率: 体力スコアをカットオフ値(0.065)で分けた際に、特定高齢者および一般高齢者が誤って分類される確率

定高齢者で -1.05 ± 0.70 、一般高齢者で 0.34 ± 0.52 であり、一般高齢者において有意に高値を示した。また、体力得点をカットオフ値(0.065)で分けた際に、特定高齢者を正しく分類する確率は100% (誤判率0%)、一般高齢者を正しく分類する確率は78% (誤判率22%)であった(表7)。

図3には、3か月間の運動介入を行った介入群の体力得点を算出し、運動介入による変化を示した。3か月間の運動介入によって、体力得点は $-1.74 \pm$

図3 3か月間の運動介入による体力得点の変化



1.38から -1.18 ± 1.22 へと有意に向上した(図3)。

IV 考 察

1. テストバッテリー(テスト項目)の吟味

選定した12項目にロジスティック回帰分析を施した結果、タンデムバランス、5回いす立ち上がり、ステップテスト、アップ&ゴーの4項目が採択された。すなわち、この4項目が特定高齢者と一般高齢者の体力的相違に最も影響を与えていると考えられる項目であり、採択されたのはすべて移動能力に関連した項目であった。欧米で高齢者の下肢機能を評価する際に用いられているSPPB⁵⁾では、タンデムバランス、8フィート歩行、5回いす立ち上がりがテスト項目として採択され、将来的な障害や総死亡に関連することが報告されている。本研究で作成したテストバッテリーにもSPPBで採択されている2項目(タンデムバランス、5回いす立ち上がり)が含まれており、身体的虚弱の特徴は、これら移動能力の低下によるものが大きいといえる。特定高齢者と一般高齢者の割付けに用いた基本チェックリストは、日常生活に関する実践状況(～していますか)を問うものである。実際の体力測定においても特定高齢者と一般高齢者の違いに移動能力が最も強く影響していたことから、移動能力の低下が、特定高齢者となるリスクとともに廃用症候群や日常生活における不活動のリスクをも高めるものと考えられる。

本研究では、日常生活動作を円滑に遂行する上でどの体力要素が必要かという観点から測定項目を精査した。したがって、特定高齢者と一般高齢者の体力的相違の特徴を実際に確認するための分析は不可欠であった。結果として基本チェックリストに対応した項目が採択されたことから、この4項目を用いることで、特定高齢者に対する適切な体力評価が可能と考えられる。

本研究では8フィート歩行と同様の項目で、厚生労働省のテストバッテリーにも含まれている5m通

常歩行が選ばれず、アップ&ゴーが採択された。アップ&ゴーは、もともと身体的に虚弱な高齢者の基本的移動能力を評価するために開発されたフィールドテストであり²¹⁾、Berg balance scale³³⁾、階段昇降動作³⁴⁾、転倒³⁵⁾などとの有意な関連が報告されている。また、地域在住高齢者と施設に入所している虚弱な高齢者とでは、速さに顕著な差があることも確認されている³⁶⁾。アップ&ゴーはいすからの立ち座り、最大歩行、方向転換（身体の操作）など、日常生活動作を反映した要素を多く含む複合的な項目であり、5 m 通常歩行よりも、特定高齢者と一般高齢者の体力的相違に大きな影響を与えたものと考えられる。

タンデムバランスは、静的バランス能力の尺度として開発された測定項目である²²⁾。先述したように、タンデムバランスはSPPBでも評価項目として用いられているが、この立位バランススコアおよび膝伸筋力が最も低い群では、歩行障害を有する者が42.6%にも達することが報告されている³⁷⁾。タンデムバランスの尖度、歪度を算出したところ、特定高齢者と一般高齢者とでは分布が異なっていた（表3）。特定高齢者では尖度が小さくほぼ左右対称の分布になっているのに対し、一般高齢者では負に歪んだ尖度の大きい分布になっていることが明らかであった。さらに、平均値も考慮すると、一般高齢者ではその測定値がほとんどの者で最大値（30秒）近くに分布し、天井効果がみられていることがわかる。静的バランス能力の評価項目として開眼片足立ちも汎用されているが、開眼片足立ちは測定値の分散が極めて大きい。こうした測定値の分布の違いから、特定高齢者と一般高齢者の体力的相違を検討する上では、タンデムバランスのほうがより有用であった可能性がある。

ステップテストは、階段昇降の測定と同様に下肢の機能を推定する有用なテスト方法である。また、5回いす立ち上がりは、簡便に脚筋パワーを測定する方法として提案されたものである⁵⁾。Beanら^{38,39)}は、脚筋力（脚の最大筋力）よりも脚筋パワー（脚の筋力と動作スピードの積）のほうが移動能力に及ぼす影響が強いこと、また、移動制限のある高齢者において、身体パフォーマンスには脚筋パワーが最も重要な要素であり、階段昇降タイム、いす立ち上がりタイム、タンデムウォーキング、通常・最大歩行、SPPBとそれぞれ有意な相関があることを明らかにした。ステップテストと5回いす立ち上がりは、その動作特性上、基本的移動能力に直結した測定項目ともいえるため、特定高齢者と一般高齢者との体力的相違に大きく影響したと考えられる。これ

らの2項目とアップ&ゴーは、動作遂行時に発揮される体力要素が単一の体力要素だけでなく、動作スピード、バランスなどを含めた全身の協調性などの要素（技術）を含んでいる。松浦ら⁴⁰⁾は神経・筋の協調性や筋力の低下を呈する高齢者では、安全に安定した状態へと動きの特徴の変化がみられるとしている。金ら⁴¹⁾はこれを運動能力因子の単純性の低下（運動能力の脱分化）と解釈しており、特定高齢者のように身体的虚弱が懸念される高齢者においては、それぞれの体力要素別の評価に加えて、体力要素が混合化されたパフォーマンスとしても評価できることが肝要ではないかと考えられる。

握力は、全身の筋量を反映する⁴²⁾として汎用され、多数の研究によってその妥当性や測定の意義が明らかにされてきた⁴³⁾。しかし、高齢者においては筋量に依存している傾向が弱く、年齢（加齢）との関係がより強くなることが示されており⁴⁴⁾、本研究においても男女別に検討するとその傾向が強くなった。こうした理由から、特定高齢者と一般高齢者の体力的相違に影響を与える項目として、握力よりも脚筋パワーおよび基本的移動能力の有用な指標となるステップテスト、5回いす立ち上がりが採択された可能性がある。

以上を考慮すると、本研究で採択された4項目によるテストバッテリーは、特定高齢者の体力評価項目として適当なものであり、現場および研究フィールドでの適用可能性が高いものと考えられる。本研究では下肢を中心とした移動能力を評価する項目が採択された。移動能力は高齢者が自立した生活を維持していく上で必要不可欠であり、高齢者の体力を代表するものとして考えられているため、本研究で提案したテストバッテリーは特定高齢者の体力を妥当に反映し得るであろう。

2. 評価指標の作成と妥当性

テストバッテリーとして選定された4項目において、男女間で有意差がみられた項目はステップテストのみであり、その差も0.5秒未満であった。したがって本研究では、男女共通の評価指標作成を試みた。体力得点（第一主成分得点）は、特定高齢者と一般高齢者のいずれにおいても暦年齢との間に相関関係がみられ、全分散に対する説明率も先行研究^{7,31)}とほぼ同様の値であったため、体力をあらわす因子と解釈できた。

運動指導場面などで縦断的に体力を評価していくためには、具体的な数値による基準値を設定することが望ましい。特定高齢者に対しては良好な生活機能を保ち、円滑な日常生活を過ごすための目標として、一般高齢者に対しては体力低下への警鐘を鳴ら

し、生活習慣に対する行動変容を促す意味としての基準値が必要と考えられる。そこで、特定高齢者と一般高齢者における体力得点の感度と特異度を算出し、ROC 曲線を描くことでカットオフ値を求めた。Hebert ら⁴⁵⁾は先行研究での感度と偽陽性率をまとめており、それによると感度は79~97%、偽陽性率は50~82%であった。この報告と比較すると、本研究のカットオフ値(0.065)は感度、特異度ともに良好であるといえる。これらの値は、特定高齢者と一般高齢者の体力水準を識別する上で最良の値といえるため、特定高齢者においては、体力得点が0.065よりも高いことが活動的であるための一つの目標となろう。また、一般高齢者においては、0.065を下回らないことが一つの目安となる。体力得点のカットオフ値は暦年齢の影響を受けずに体力を評価できるため、運動指導現場のみならず研究フィールドにおいて体力を評価する場合も活用可能なものと考えられる。

次に、作成した体力得点推定式およびカットオフ値の交差妥当性について考察する。妥当化群の特定高齢者、一般高齢者の体力得点はそれぞれ -1.05 ± 0.70 、 0.34 ± 0.52 と平均値間に有意差をみとめたことから、本研究で作成した体力得点推定式の交差妥当性が示されたといえる(表7)。また、本研究で算出した体力得点のカットオフ値(0.065)によって、すべての特定高齢者を正しく分類できた。一方で、一般高齢者では体力得点によって完全に群を判別するまでには至らなかった。ただし、本来の特定高齢者と一般高齢者の分類も質問紙(基本チェックリスト)による主観的な情報を基盤としていることや、体力測定の限界を考慮すると、判別精度にはある程度の限界が生じてくるものと考えられる。早期機能低下者をスクリーニングする意味や、先のHebertの報告⁴⁵⁾も踏まえると、本研究のカットオフ値における特定高齢者および一般高齢者の正判率は比較的良好であると考えられた。今後さらに多集団に適用することで、カットオフ値の妥当性を見極めていく必要がある。

介入群の体力得点は、3か月間の運動介入によって有意に向上した(図3)。運動介入は、異なる複数の地域で行ったものであり、運動プログラムも地域ごとに異なったものが提供されている。つまり、特異的なプログラムによる変化ではなく、一般的な運動プログラムによる体力得点の変化を反映できているといえる。本研究の結果から、体力得点は特定高齢者への運動介入による体力変化をとらえられる指標と考えられる。

本研究の対象者は、茨城県阿見町、下妻市、城里

町、八千代町、千葉県袖ヶ浦市、福島県会津美里町およびその近隣に在住する高齢者である。特定高齢者はそれぞれの地域で候補者の中から無作為に選定されているものの、行政レベルでも把握が困難であり、幅広い地域での調査は不可能であった。また、基本チェックリストの「運動器の機能向上」項目によって選定される特定高齢者候補者の体力は、とくに女性においてばらつきが大きく、先行研究による一般高齢者の平均値と比較しても遜色のないことが示されている⁹⁾。特定高齢者の把握経路は、基本健診からのルートが約6割以上を占めており、会場まで自分で足を運べる、相対的に元気な特定高齢者がサンプリングされている可能性がある。一般高齢者においても同様で、健康意識の高い高齢者のほうが積極的に体力測定に参加する傾向があるため、相対的に体力の高い者の集まる可能性が高い。本研究では、以上のような標本抽出過程における限界を有している。しかし、1)相対的に元気な対象者が集まる傾向は、実際の健康支援現場の参加者状況が反映されていること、2)特定高齢者の選定方法は、「特定高齢者の選定および決定方法」に完全に準拠したものであること、3)本研究の全対象者に占める特定高齢者群の割合(28.7%)は、高齢者全体に占める特定高齢者候補者の割合の目標値(25%)におおよそ当てはまるものであること、を鑑みると、外的妥当性は良好ではないかと考えられる。本研究で提案した体力テストバッテリーを活用することで、特定高齢者の日常生活動作に直結した体力評価が可能となり、良質の「運動器の機能向上」プログラムの礎にできると考えられる。

V 結 語

本研究では、特定高齢者と一般高齢者との間でみられる体力的相違に基づいて、タンデムバランス、5回いす立ち上がり、ステップテスト、アップ&ゴーの4項目からなる特定高齢者用の体力テストバッテリーを提案した。また、体力得点による評価指標を作成し、特定高齢者に向けた体力得点の目標値(0.065)を示すことができた。体力得点推定式の交差妥当性は良好であり、特定高齢者への運動介入による体力変化をとらえられるものであった。以上より、本研究で提案した体力テストバッテリーは、現場および研究フィールドでの活用が期待できるものである。今後は、体力得点の再現性の検討や、対象群を設定しての特定高齢者に対する運動介入効果の検証、幅広い地域でのさらなる妥当性検証が求められる。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金研究事業：基盤研究A「要介護化予防を目的とした中・高齢期の身体機能改善のための包括的指針づくり」(代表：田中喜代次)の支援を受けて行ったものである。また、本研究は各自治体職員の方々、筑波大学田中研究室の大学院生の協力によって遂行できた。ここに記して敬意と感謝の意を表す。

(受付 2008.12.25)
(採用 2009. 7.24)

文 献

- 1) Brown M, Sinacore DR, Ehsani AA, et al. Low-intensity exercise as a modifier of physical frailty in older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 960-965.
- 2) Ikezoe T, Tsutou A, Asakawa Y, et al. Low intensity training for frail elderly women: long-term effects on motor function and mobility. *J Phys Ther Sci* 2005; 17: 43-49.
- 3) 清野 諭, 藪下典子, 金 美芝, 他. ハイリスク高齢者における「運動器の機能向上」を目的とした介護予防教室の有効性. *厚生指標* 2008; 55(4): 12-20.
- 4) Reuben DB, Siu AL. An objective measure of physical function of elderly outpatients. The physical Performance Test. *J Am Geriatr Soc* 1990; 38: 1105-1112.
- 5) Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 1994; 49: M85-M94.
- 6) 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. *日本公衛誌* 1996; 43: 196-208.
- 7) 重松良祐, 金 憲経, 張 美蘭, 他. 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. *日本公衛誌* 1999; 46: 14-24.
- 8) 重松良祐, 中村容一, 中垣内真樹, 他. 高齢男性の日常生活に必要な身体機能を評価するテストバッテリーの作成. *体育学研究* 2000; 45: 225-238.
- 9) 清野 諭, 藪下典子, 金 美芝, 他. 基本チェックリストによる「運動器の機能向上」プログラム対象者把握の意義と課題: 「能力」と「実践状況」による評価からの検討. *厚生指標* 2009; 56(5): 23-31.
- 10) Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol* 1999; 86: 188-194.
- 11) Visser M, Pluijm SM, Stel VS, et al. Physical activity as a determinant of change in mobility performance: the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 1774-1781.
- 12) Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56: M146-M156.
- 13) Buchman AS, Wilson RS, Boyle PA, et al. Physical activity and leg strength predict decline in mobility performance in older persons. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55: 1618-1623.
- 14) Gill TM, Williams CS, Tinetti ME. Assessing risk for the onset of functional dependence among older adults: the role of physical performance. *J Am Geriatr Soc* 1995; 43: 603-609.
- 15) Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, et al. Lower extremity function over age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med* 1995; 332: 556-561.
- 16) Groessl EJ, Kaplan RM, Rejeski WJ, et al. Health-related quality of life in older adults at risk for disability. *Am J Prev Med* 2007; 33: 214-218.
- 17) 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.
- 18) 松浦義行. *体力測定法*. 東京: 朝倉書店, 1983; 180-193.
- 19) Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005; 60: 1546-1552.
- 20) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990; 45: M192-M197.
- 21) Podsiadlo D, Richardson S. The Timed Up & Go: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142-148.
- 22) Rossiter-Fornoff JE, Wolf SL, Wolfson LI, et al. A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995; 50: M291-M297.
- 23) Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, et al. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. A randomized controlled trial. *JAMA* 1994; 272: 1909-1914.
- 24) Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel Index. *Md State Med J* 1965; 14: 61-65.
- 25) Fukuhara S, Bito S, Green J, et al. Translation, adaptation, and validation of the SF-36 Health Survey for use in Japan. *J Clin Epidemiol* 1998; 51: 1037-1044.
- 26) Ware JE Jr, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 1992; 30: 473-483.
- 27) 古谷野亘, 柴田 博, 中里克治, 他. 地域老人における活動能力の測定: 老研式活動能力指標の開発. *日本公衛誌* 1987; 34: 109-114.
- 28) Nakamura E, Miyao K, Oseki T. Assessment of biological age by principal component analysis. *Mech Ageing Dev* 1988; 46: 1-18.
- 29) 田中喜代次, 松浦義行, 中塘二三生, 他. 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* 1990; 35: 121-131.
- 30) Tanaka K, Shigematsu R, Nakagaichi M, et al. The relationship between functional fitness and coronary heart disease risk factors in older Japanese adults. *J Aging Phys*

- Act 2000; 8: 162-174.
- 31) 藪下典子, 吉川和利, 坂井智明, 他. 高齢男性における体力年齢推定式の提案. 民族衛生 2004; 70: 196-206.
- 32) Connell FA, Koepsell TD. Measures of gain in certainty from a diagnostic test. *Am J Epidemiol* 1985; 121: 744-753.
- 33) Bennie S, Bruner K, Dizon A, et al. Measurements of balance: comparison of the Timed "Up and Go" test and Functional Reach test with the Berg Balance Scale. *J Phys Ther Sci* 2003; 15: 93-97.
- 34) Hughes C, Osman C, Woods AK. Relationship among performance on stair ambulation, Functional Reach, and Timed Up and Go tests in older adults. *Issues on Aging* 1998; 21: 18-22.
- 35) Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther* 2000; 80: 896-903.
- 36) Bischoff HA, Stahelin HB, Monsch AU, et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed 'up and go' test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age Ageing* 2003; 32: 315-320.
- 37) Rantanen T, Guralnik JM, Ferrucci L, et al. Coimpairments: strength and balance as predictors of severe walking disability. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999; 54: M172-M176.
- 38) Bean JF, Kiely DK, Herman S, et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 461-467.
- 39) Bean JF, Leveille SG, Kiely DK, et al. A comparison of leg power and leg strength within the InCHIANTI study: which influences mobility more? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003; 58: 728-733.
- 40) 松浦義行. 体力の発達. 東京: 朝倉書店, 1982; 161-167.
- 41) 金 禮植, 稲垣 敦, 田中喜代次, 他. 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 1992; 8: 1-10.
- 42) Rantanen T, Era P, Kauppinen M, et al. Maximal isometric muscle strength and socioeconomic status, health, and physical activity in 75-year-old persons. *J Aging Phys Activity* 1994; 2: 206-220.
- 43) Sayer AA, Syddall HE, Martin HJ, et al. Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age Ageing* 2006; 35: 409-415.
- 44) Kallman DA, Plato CC, Tobin JD. The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength: cross-sectional and longitudinal perspectives. *J Gerontol* 1990; 45: M82-M88.
- 45) Hebert R, Bravo G, Korner-Bitensky N, et al. Predictive validity of a postal questionnaire for screening community-dwelling elderly individuals at risk of functional decline. *Age Ageing* 1996; 25: 159-167.
-

A functional fitness test battery for pre-frail older adults (so-called “specified elderly individuals”)

Satoshi SEINO*, Noriko YABUSHITA^{2*}, Mi-ji KIM^{2*}, Miyuki NEMOTO^{2*}, Tomoaki MATSUO^{2*},
Takako FUKASAKU^{2*}, Junko OKUNO^{2*}, Tomohiro OKURA^{2*} and Kiyoji TANAKA^{2*}

Key words : pre-frail older adults, functional fitness, test battery

Background In Japan, an exercise program for pre-frail older adults (so-called “specified elderly individuals”) (SEIs) has been prescribed under the newly developed long-term care insurance system. Three functional fitness measures (grip strength, one-leg balance with eyes open, and 5-m habitual walk) are used in the system; however, it has yet to be determined if applying these measures to SEIs is appropriate.

Purpose The purpose of this study was to develop a new test battery assessing functional fitness for SEIs, and to determine cross-validity and responsiveness of these measures.

Methods One hundred and twenty seven SEIs (76.6 ± 5.9 yr) and 315 healthy older adults (HOAs) (72.2 ± 5.8 yr) completed twelve functional fitness tests related to activities of daily living (ADL) and mobility. The SEI was defined by the Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare in 2005. The test battery items were selected by logistic regression analysis. A functional fitness score (FFS) equation was developed by principal component analysis. The cross-validity of the FFS equation was then tested using a different set of 28 SEIs (77.5 ± 6.5 yr) and 143 HOAs (71.5 ± 4.7 yr). Responsiveness of the FFS was also assessed in 62 SEIs (76.7 ± 5.9 yr) after a 3-month exercise program.

Results The following 4 test items were selected for assessment of functional fitness in SEIs: tandem stance, 5-repetition sit-to-stand, alternate step, and timed up and go. Applying principal component analysis to the 4 selected functional fitness items, the first principal component was interpreted as total functional fitness. The following equation was developed to estimate FFS based on the first principal component coefficient of each variable: $FFS = 0.031X_1 - 0.106X_2 - 0.192X_3 - 0.096X_4 + 1.672$, $X_1 = \text{tandem stance (s)}$, $X_2 = \text{5-repetition sit-to-stand (s)}$, $X_3 = \text{alternate step (s)}$, $X_4 = \text{timed up and go (s)}$. The cut-off value to distinguish SEIs from HOAs using receiver operating characteristic (ROC) curve was 0.065 (sensitivity 82.2%, specificity 81.9%). The cross-validity and responsiveness of the FFS equation was considered acceptable.

Conclusion This newly developed test battery should be a useful tool for comprehensively evaluating functional fitness in SEIs.

* THF Co., Ltd.

^{2*} Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba