

要介護化予防事業で利用できる高齢者の体力年齢推定式作成の試み

中垣内 真樹^{*1} ・ 吉田 大輔^{*2} ・ 阿南 祐也^{*1}

^{*1}長崎大学大学教育機能開発センター ^{*2}鹿屋体育大学大学院体育学研究科

Validity of Equation to Estimate the Physical Fitness Age in Older Women

Masaki NAKAGAICHI^{*1}, Daisuke YOSHIDA^{*2}, Yuya ANAN^{*1}

^{*1} Research and Development Center for Higher Education, Nagasaki University

^{*2} Graduate school of Physical Education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Abstract

The purpose of this study was to develop an equation to estimate the physical fitness age (PFA) which can be utilized in preventive program of long-term care state. Principal component analysis was used to estimate the PFA of older women from five physical fitness variables. The subjects were 366 older women, aged 66 to 94 years. The subjects were categorized into three groups: independent group (n = 276), frail group (n = 38), and exercise group (n = 52). The equation developed to estimate of PFA in independent group was expressed as $PFA = -0.811X_1 - 0.198X_2 - 0.879X_3 + 0.463X_4 - 0.764X_5 + 0.08CA + 97.8$; where X_1 : grip strength, X_2 : balancing on one leg with eyes open, X_3 : chair stand, X_4 : walking around two cones in a figure 8, X_5 : moving beans with chopsticks, CA: chronological age. The mean PFA of frail group (83.8±11.6 years) was significantly higher than their mean CA (78.9±4.7 years, $P < 0.05$). The mean PFA of older women before exercise program (75.9±11.1 years) was matched with their CA (75.4±4.8 years), it was reduced significantly (73.2±10.4 years, $P < 0.05$) after the exercise program. In conclusion, the criterion-related validity of the equation to estimate the PFA was clearly demonstrated as a means to assess the wide variation of physical fitness level in older women. It appears that the PFA may be utilized in preventive program of long-term care state.

Key Words: Physical fitness age, Frail older women, Preventive program of long-term care state, Equation

1. 緒言

平成18年に改正された介護保険制度では、新たに要介護化予防事業が制定された。その中の一般高齢者施策および特定高齢者施策のひとつに運動器の機能（身体機能）向上に向けた事業がある。生活機能が低下し介護が必要となる恐れのある高齢者に対してストレッチや有酸素性運動、筋力強化運動などの個別運動プログラムを提供し、身体的自立度を維持または向上させることが主たる目的である¹⁾。高齢者に対する運動介入の効果についてこれまで数多くの

研究報告があり、高齢者であっても運動器の機能（身体機能）や体力の維持・向上に関する運動の効果が明らかとなっている^{2)~4)}。しかしながらその一方で、要介護化予防事業における運動器の機能（身体機能）や体力を評価できる総合的指標については多くの研究者が試行錯誤しながら作成を試みている段階であるといえる。

厚生労働省による「運動器の機能向上支援マニュアル」¹⁾では、要介護化予防事業を実施するにあたって、運動介入の効果を判定するために運動器の機能（身体機能）水準や体力水準の把

握が義務づけられ、ここでは筋力や移動能力などを評価する7つの体力測定項目の実施が推奨されている。本来、運動器の機能（身体機能）水準や体力水準の評価は運動の介入を受ける高齢者自身の運動実践への動機づけや運動実践後の自己評価を第一義的な目的として実施されるべきであり、加えて要介護化予防事業の事業評価のための指標あるいは運動介入をおこなう指導者のための参考指標とすべきである。高齢者自身の運動実践における動機づけや運動実践後の自己評価を考慮して体力測定の結果をフィードバックする方法などについては「運動器の機能向上支援マニュアル」でも具体的に言及されていない。

一般に用いられる体力測定結果のフィードバック方法には、年齢区分ごとに各体力要素を標準化する方法と、各体力要素の総合スコアを年齢尺度に変換する方法に大別できる⁵⁾。前者の方法は各体力要素の評価には適しているが体力の総合的な評価には適さない。また、高齢者自身が評価結果を理解しづらいとの短所もある⁶⁾。さらに各年齢区分で年齢が高いほど体力が過小評価される可能性があり、高齢者に対しての説明に配慮が必要となる。一方、年齢尺度に変換する方法では体力を総合的に評価しやすく、年齢尺度に変換しているため高齢者であっても理解しやすい特長を有する。もちろん各体力要素の評価が困難であること、高齢者にも理解しやすい指標であるがゆえにフィードバックに配慮が必要となる場合もある。しかしながら要介護化予防事業における運動器の機能（身体機能）水準や体力水準の評価の第一義的な目的を考慮すれば、高齢者が理解しやすいようにフィードバックする方法を提案することが重要であろう。

これまで中高年者や高齢者の体力水準を評価する体力年齢推定式がいくつか提案されている^{7)~9)}。これまで作成された体力年齢推定式には、要介護化予防事業で活用される体力測定項目から構成されているものは我々の知る限りでは見あたらない。また要介護化予防事業の対象となる虚弱高齢者（介護認定者および生活機能が低下し介護が必要になる恐れのある特定高齢者）へ

の適用可能性について検証されているものはみあたらない。そこで本研究では、要介護化予防事業で利用しやすい高齢者の体力年齢推定式を提案し、その妥当性について検討することを目的とする。

2. 方法

2.1 対象者

本研究では、介護保険法に基づく要支援認定者（要支援1、要支援2）および特定高齢者を虚弱高齢者、これらの基準に属さない者を一般高齢者と定義した。対象者は長崎県諫早市に在住する65歳以上の高齢女性であった。一般高齢者276名（76.5±5.2歳）を体力年齢推定式の作成に用い、体力年齢推定式の妥当性の検討に虚弱高齢者（虚弱高齢者群）38名（78.9±4.7歳）と運動教室参加者52名（75.4±4.8歳）を用いた。運動教室参加者（運動介入群）は地域の老人クラブに属し、筆者らの指導した3ヵ月間の運動教室に参加した者で教室前後の体力測定の結果を基に体力年齢推定式の縦断的な妥当性を検討するのに用いた。なお、対象者一人ひとりに本研究の主旨を十分に説明し、研究協力への同意を得た。また、体力測定実施時には安全性に十分配慮し、専門家が測定にあたりとともに測定前後で看護師などによる体調チェックなどもおこなった。

2.2 体力測定項目

本研究で作成する体力年齢推定式は要介護化予防事業で活用することが目的であるため、それに用いる体力測定項目は厚生労働省による「運動器の機能向上支援マニュアル」で推奨される項目および田中らの報告¹⁰⁾から虚弱とされるリスク評価に有用な項目と健康関連QoLとの関連が示唆される体力測定項目から筆者らがこれまでの経験を基に要介護化予防事業で利用しやすい項目を選択した。具体的には、握力（左右の平均値）、開眼片足立ち、椅子座り立ち、8の字歩行、豆運びの5項目であった。体力測定は各地域の公民館等で実施した。全項目、1回の練習後にそれぞれ2回ずつ測定し、結果の良い方を採用した。

2.3 体力年齢推定式の作成および妥当性

体力年齢を評価するための推定式は李ら⁷⁾と同様な手順に従って作成した。一般高齢者(n=276)のデータについて選択した5項目の説明変数相互間の相関行列を求め、これに主成分分析を施した。抽出された第1主成分から各個人の第1主成分得点を暦年齢と比較できるような尺度に変換した。本研究では統計分析の手続きを経て算出される年齢を体力年齢と定義した。次に作成した体力年齢推定式の妥当性を検討するために虚弱高齢者群の体力年齢と暦年齢の比較(対応のあるt検定)、運動介入群の運動介入前後での体力年齢の変化(対応のあるt検定)を検討し、本推定式の有用性を確かめた。

3. 結果

表1には体力年齢推定式作成に用いた一般高齢者群の体力測定の結果および相関行列を示した。

表2に5項目の相関行列に主成分分析を適用した結果を示した。第1主成分の固有値が2.20(全分散の44.0%を説明)であった。抽出した第1主成分から各個人の第1主成分得点を算出し、図1に第1主成分得点と暦年齢の散布図を描いた。両者の直線的な関係から第1主成分は加齢を十分に反映する因子であり、本研究ではこの第1主成分を老化の過程を反映しうる総合的な体力因子と解釈した。主成分得点、つまり総合的な体力スコアの算出式は以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{体力スコア} = & 0.156 \times (\text{握力}) \\ & + 0.038 \times (\text{開眼片足立ち}) \\ & + 0.169 \times (\text{椅子座り立ち}) \\ & - 0.089 \times (\text{8の字歩行}) \\ & + 0.147 \times (\text{豆運び}) \\ & - 5.26 \end{aligned}$$

表2 主成分分析の結果

	因子負荷量	因子得点係数
握力	0.372	0.610
開眼片足立ち	0.456	0.675
椅子座り立ち	0.507	-0.804
8の字歩行	0.646	0.712
豆運び	0.220	0.469
固有値	2.20	
固有値寄与率 (%)	44.0	

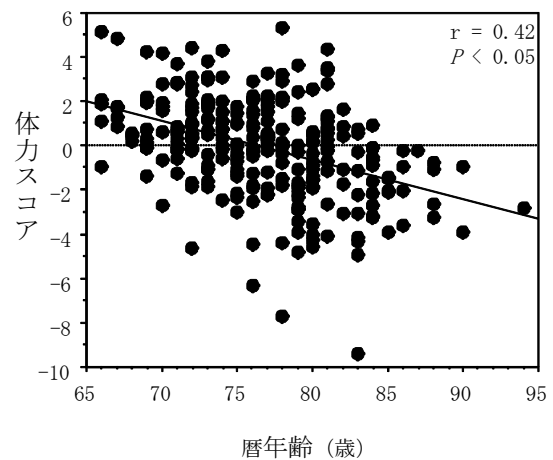


図1 第1主成分得点と暦年齢との関係

次に、体力スコアの分布を暦年齢分布(76.5 ± 5.2歳)に変換し、体力年齢推定式を作成した[体力年齢 = (-1) × 5.2 × 体力スコア + 76.5]。さらにDubina et al.¹¹⁾の提案する方法に従って暦年齢に対する修正項を算出式の中に組み入れて最終的な体力年齢推定式を作成した。図2にはこの体力年齢推定式から算出された体力年齢と暦年齢の散布図を描いた。体力年齢と暦年齢との間にr=0.45の有意な相関関係を示し、回帰直線(回帰係数0.998、切片0.195)はidentity lineと有意な差が認められなかった。体力年齢推定式は以下に示す。

表1 体力年齢推定式作成群(n=277)の測定項目の平均値、標準偏差、相関行列

	平均	標準偏差	年齢	握力	開眼片足立ち	椅子座り立ち	8の字歩行
年齢(歳)	76.5	5.2					
握力(kg)	20.7	3.9	-0.43				
開眼片足立ち(秒)	17.5	17.7	-0.21	0.26			
椅子座り立ち(回/30秒)	14.1	4.2	-0.24	0.22	0.30		
8の字歩行(秒)	27.4	9.0	0.38	-0.38	-0.38	-0.55	
豆運び(個/30秒)	9.6	3.2	-0.10	0.19	0.27	-0.19	0.15

$$\begin{aligned} \text{体力年齢} = & -0.811 \times (\text{握力}) \\ & -0.198 \times (\text{開眼片足立ち}) \\ & -0.879 \times (\text{椅子の座り立ち}) \\ & +0.463 \times (\text{8の字歩行}) \\ & -0.764 \times (\text{豆運び}) \\ & +0.08 \times (\text{暦年齢}) + 97.8 \end{aligned}$$

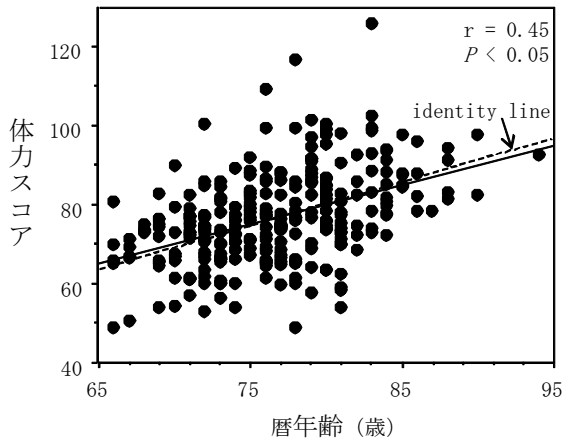


図2 体力年齢と暦年齢の関係

図3は体力年齢推定式を利用して算出した52名の虚弱高齢者群の体力年齢と暦年齢を比較したものである。虚弱高齢者群の体力年齢の平均は83.8歳で、暦年齢の平均78.9歳に比べて有意に高い値を示した。

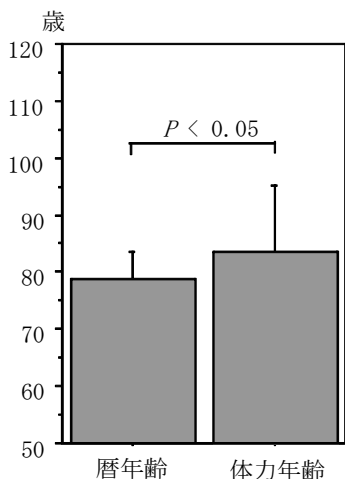


図3 虚弱高齢者の体力年齢と暦年齢の比較

図4は体力年齢推定式を利用して算出した52名の運動介入群の運動介入前後での体力年齢と

暦年齢を比較したものである。運動介入前の体力年齢は平均75.9歳、暦年齢は平均75.4歳で有意な差は見られなかった。運動介入前の体力年齢と運動介入後の体力年齢(平均73.7歳)を比較したところ運動介入前後で有意に体力年齢は若返った。

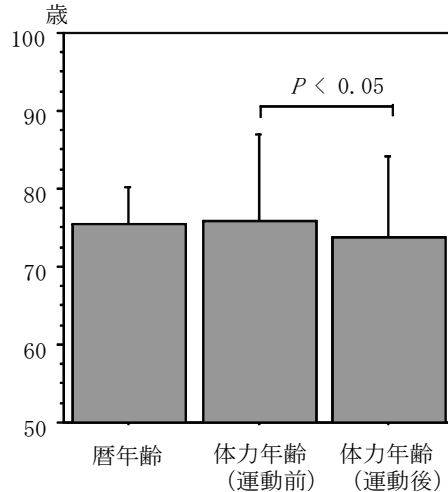


図4 運動介入前後の体力年齢と暦年齢の比較

4. 考察

要介護予防事業に利用できる体力年齢推定式の作成を試みた。体力年齢推定式を作成するにあたって体力測定項目の選択が重要課題である。厚生労働省による「運動器の機能向上支援マニュアル」では、要介護化予防事業を実施するにあたって、運動介入の効果を判定するための運動器の機能(身体機能)水準や体力水準の把握が義務づけられており、ここで推奨されている体力測定項目が握力(前腕筋力)、開眼片足立ち(静的平衡性)、長座位体前屈(柔軟性)、Timed Up & Go Test(機能的移動能力)、ファンクショナルリーチ(動的平衡性)、下肢筋力(大腿四頭筋の静的最大筋力)、10m最大歩行(最大歩行能力)である。体力要素として下肢筋力を中心とした筋力や移動能力、平衡性などが重視されている。田中ら¹⁰⁾の虚弱高齢者を対象とした身体機能評価に関する報告によると5回椅子立ち上がり(下肢筋力)、ステップテスト(下肢筋力)、タンデムウォーキング(動的平衡性)において、元気高齢者が最も体力が高く要介護認定者が最

も低いという階層的な差が得られたとして、元気高齢者と虚弱高齢者の差は移動能力に関する下肢体力であると示唆している。さらに虚弱高齢者と判定されるリスクを分析した結果、5回椅子立ち上がり(下肢筋力)、ステップテスト(下肢筋力)、Timed Up & Go Test(機能的移動能力)、タンデムバランス(平衡性)が選択され、これらの項目が虚弱とされるリスク評価に有用であると報告している。また、健康関連 QoL との関連を分析した結果、以上の項目に加え、ファンクショナルリーチ(下肢筋力、動的バランス)、豆運び(手指動作)、タンデムウォーキング(動的平衡性)が選択されたとしている。

本研究では上記で報告されている測定項目を参考に、1) 虚弱高齢者でも測定可能な項目、2) 虚弱高齢者のリスク評価に適した測定項目、3) 要介護化予防事業でも簡易に測定できる項目を中心に筆者らがこれまで一般高齢者や虚弱高齢者の運動指導および体力評価を実施してきた経験から、握力(前腕筋力)、開眼片足立ち(静的平衡性)、椅子座り立ち(下肢筋力、下肢筋持久力)、8の字歩行(下肢筋力、機能的移動能力)、豆運び(手指動作)の5項目を選択した。握力、開眼片足立ち、椅子座り立ちは上記の報告^{1, 10)}からもわかるように高齢者の体力測定の一般的な項目である。8の字歩行はTimed Up & Go Testに比べて高次の移動能力を判定でき、タンデム歩行よりは難易度が低く、元気高齢者から虚弱高齢者まで階層的な差が得られやすい項目である。豆運びは健康関連 QoL と関連があること、さらに我々の経験の範囲で現場の保健師などから高齢者が楽しめる項目(レクリエーション的項目、ゲーム的項目)として含んでほしいとの要望が強い項目である。本研究の虚弱高齢者においては全測定項目を実施できなかった者はいなかった。虚弱高齢者に対しても実施可能な測定項目であること、これまでの研究報告および実践現場での専門家による内容妥当性を満たしている項目であるといえる。

要介護化予防事業において、運動器の機能(身体機能)水準や体力水準の評価は運動の介入を受ける高齢者自身の運動実践への動機づけや運

動実践後の自己評価を第一義的な目的として実施されるべきである。従って運動器の機能(身体機能)水準や体力水準の評価およびそのフィードバック法については十分な配慮が必要となる。高齢者の体力評価に関するこれまでの報告^{12)~15)}では、高齢者の体力は単一の測定項目の結果だけではなく、多くの項目を集約し総合力として評価することの重要性を述べている。さらに、対象者が高齢であることを考慮すると、体力測定結果のフィードバックは簡潔で、高齢者にとって理解しやすいものが望ましい。田中ら⁶⁾は、諸機能の測定値を直接利用するよりも、暦年齢を基準とする年齢尺度に変換してフィードバックした方が高齢者には理解しやすいとして、年齢尺度での評価を推奨している。本研究ではこれまでの先行研究を踏まえ、体力を総合的に評価でき年齢尺度によって算出できるように体力年齢推定式の作成を試みた。

本研究で作成した体力年齢推定式の妥当性を検討するために虚弱高齢者の体力年齢と暦年齢を比較したところ、体力年齢は暦年齢より有意に4.9歳高かった。李ら⁶⁾は、中高年男性の体力年齢推定式を作成し、その妥当性の検討において冠動脈疾患患者(明らかに体力が低いと考えられる集団)に適用し、体力年齢が暦年齢より明らか(有意)に高いことを報告している。本研究でも虚弱とカテゴライズされる高齢者の体力年齢が暦年齢より高いという同様な結果が得られた。

また体力年齢推定式のさらなる妥当性を検討するために3ヵ月間の運動教室に参加した高齢者の体力年齢について運動介入前後の結果を比較した。運動開始前の体力年齢は平均75.9歳、暦年齢は平均75.4歳で有意な差は見られなかった。運動介入前の体力年齢と暦年齢に有意差が見られなかったことから体力年齢推定式の交差妥当性も良好であったと言えよう。さらに3ヵ月の運動介入前後での体力年齢は平均で2.2歳、有意に若返った。李ら¹⁷⁾は冠動脈疾患者に対する4ヵ月の運動+食事改善プログラムによって体力年齢が約7歳若返ったことを報告している。本研究でも対象者の違いによって程度に違いは

あるが、運動介入による体力年齢の若返りを確認でき、李らの報告と同様であった。

以上のことより本研究で作成した体力年齢推定式は虚弱高齢者にも適用でき、さらに運動介入前後も妥当に評価できることが確かめられ、要介護化予防事業で利用できる可能性が示唆された。

今後は、虚弱高齢者と一般高齢者の体力年齢の比較や運動介入による体力年齢の若返りの比較による妥当性の検討のみならず、体力年齢の変化と要介護認定の変化の関連性（例えば、体力年齢が若返れば介護認定度が改善される）等の多面的な検討が必要であろう。また、体力測定項目数と妥当性の程度などを明らかにして（利便性と妥当性の関連性）、現場でより利用しやすい体力年齢推定式を作成することが望まれよう。

最後に本研究による体力年齢から高齢者の運動器の機能（身体機能）水準や体力水準を妥当に評価できることが示唆されたが、体力年齢は暦年齢と容易に比較できることから体力の程度を評価しやすい反面、高齢者が一喜一憂（体力に著しく自信を持つ者、自信をなくす者）することも少なくないので、返却時および返却後の適切なフォローアップが大切であることを言い添えたい。

5. まとめ

本研究では要介護化予防事業で利用しやすい高齢者の体力年齢推定式を作成し、その妥当性を検討した。本研究で作成した推定式から得られる体力年齢は虚弱高齢者を妥当に評価でき、さらには運動介入前後の体力水準の改善を評価できることが示唆された。

参考文献

- 1) 厚生労働省：介護予防マニュアル（運動器の機能向上支援マニュアル）. 2009
- 2) 山内知子, 山田忠樹, Monirul IM, 岡田 暁宜, 高橋龍尚, 竹島伸生：高齢有疾患者の総合的体力に対する well-rounded exercise program の有効性. 体力科学 52, 513-523, 2003.
- 3) Pierson LM, Herbert WG, Norton HJ, Kiebzak GM, Griffith P, Fedor JM, Ramp WK, Cook JW : Effects of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in cardiac rehabilitation. J Cardiopulm Rehabil 21, 94-100, 2001.
- 4) Puggaard L : Effectss of training on functional performance in 65, 75 and 85 year-old women. Experiences deriving from community based studies in Odense, Denmark. Scand J Med Sci Sport 13, 70-76, 2003.
- 5) 金禧植, 田中喜代次：高齢者の活動能力の評価モデル. 体力科学 43, 361-369, 1994.
- 6) 田中喜代次, 重松良祐, 大蔵倫博, 中垣内真樹, 盧昊成, 金憲経：高齢者の総合的体力を評価するアプローチ（つくばモデル）. 臨床スポーツ医学 15, 837-841, 1998.
- 7) 李美淑, 松浦義行, 田中喜代次：中高年男性の体力年齢の評価. 体力科学 42, 59-68, 1993.
- 8) 重松良祐, 金憲経, 張美蘭, 上野リンダ, 田中喜代次：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 46, 14-24, 1999.
- 9) 重松良祐, 中村容一, 中垣内真樹, 金憲経, 田中喜代次：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 45, 225-238, 2000.
- 10) 田中喜代次, 金美芝, 清野諭, 藪下典子：元気高齢者から虚弱高齢者（特定高齢者）の身体機能を評価できる包括的評価指標の提案. 体力科学 58, 38, 2009.
- 11) Dubina TL, Mints AY, Zhuk EV : Biological age and its estimation . III . Introduction of a correction to the multiple regression model of biological age and assessment of biological age in cross-sectional and longitudinal studies. Exp Gerontol 19, 133-143, 1984.
- 12) Greene LS , Williams HG , Macera CA : Identifying dimensions of physical (motor) functional capacity in healthy older adults. J Aging and Health 5, 163-178, 1993.
- 13) 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 41, 115-127, 1996.
- 14) Era P : Sensory psychomotor and motor functions in men of different ages. Scand J Socisl Medicine, (1990), 39, 9-77.
- 15) 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 : 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, 1993.