

## 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

重松良祐<sup>1)</sup> 金 憲 経<sup>2)</sup>\* 田中喜代次<sup>2)</sup>

### Functional fitness sufficient for achievement of activities parallel to daily living in older community-dwelling women

Ryosuke Shigematsu<sup>1</sup>, Hunkyung Kim<sup>2</sup>\* and Kiyoji Tanaka<sup>2</sup>

#### Abstract

Maintenance of functional fitness is important for activities parallel to daily living (APDL) in older adults. The purpose of this study was to establish the functional fitness level sufficient for the achievement of APDL. For this purpose, the screening power of different thresholds of functional fitness score (FFS) was assessed using the receiver operating characteristics (ROC) curve. One hundred and ninety-two older community-dwelling women served as subjects ( $73.0 \pm 7.2$  yr). FFS was calculated using four functional fitness items (arm curl, walking around two cones, moving beans with chopsticks, functional reach), and the level of achievement of APDL was evaluated by a questionnaire consisting of 16 questions. The sensitivity and false positivity rate of FFS as a screening threshold were analyzed within a cutoff range of  $-1.250$  to  $0.250$ , and the corresponding ROC curve was plotted to determine the threshold. The sensitivity ranged between 34.6% and 86.5%. The threshold showing the best equilibrium between sensitivity and specificity approached  $-0.375$ , where the sensitivity and false positivity rate were 63.6% and 38.7%, respectively. When data from another questionnaire survey were analyzed to determine the criterion-related validity, a sensitivity of 61.9% and a false positivity rate of 32.2% were obtained. These results indicate that this threshold could provide useful information for the achievement of APDL.

**Key words:** older adult, functional fitness

(Japan J. Phys. Educ. 44: 334-344, July, 1999)

キーワード：高齢者，身体機能

#### 1. 目 的

近年，社会の高齢化がさまざまに論議されているなかで，体育学，特に運動老年学（exercise gerontology）の分野は，寝たきり状態に代表される極度に自立度の低い高齢者よりは，むしろ

Katz et al. (1983) のいう活動的余命（active life expectancy）を伸ばすことのできる比較的自立度の高い高齢者を対象とした，身体的な自立度を保持する方策の提示を担っていると思われる。これは，人々の志向が生命の量（quantity of life）だけでなく生命の質（quality of life）をも重視するようになってきていること，WHO (1984) が

1) 筑波大学大学院体育科学研究科  
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1

2) 筑波大学体育科学系  
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1

\* 先端学際領域研究センター人間生態システム研究アспект  
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1

1. Doctoral Program of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574

2. Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574

\* Human Beings in the Ecosystem, Center for Tsukuba Advanced Research Alliance, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574

従来までの医学的指標だけでなく身体的な自立度を高齢者の健康度指標に加えることを勧告している、などの動きにも沿っている。

これまでに、四肢や体幹を動かすパフォーマンステストに基づく高齢者の身体機能の測定方法がいくつか考案されている（出村ら, 1996; Guralnik et al., 1994; Kim and Tanaka, 1995; 木村ら, 1989; 種田ら, 1994; Osness, 1989; Reuben and Siu, 1990; 重松ら, 1999）。同時にその評価尺度も作成されており、データの信頼区間の提示（Osness, 1989）、パーセンタイル値を用いて順位を示す方法（Guralnik et al., 1994; 木村ら, 1989; Reuben and Siu, 1990）、測定結果もしくは因子得点から5段階に振り分ける方法（出村ら, 1996; 種田ら, 1996）、主成分得点を用いた年齢尺度（Kim and Tanaka, 1995; 重松ら, 1998）などがある。これらの評価尺度は、対象者が自分自身の自立度を客観的に把握することができるという特長を有している。

しかしながら、その自立度がどの程度であればよいのか、という水準設定はなされていない。収縮期血圧は140 mmHg以上（JNC, 1988）、総コレステロールが220 mg/dl以上（日本動脈硬化学会高脂血症診療ガイドライン検討委員会, 1997）であれば治療の対象となるといった水準が見当たらない。身体的自立度は高血圧症や高脂血症と同様、特定の因子のみによって規定されるとは限らないものの、客観的な指標でもってその水準を示すことが必要である。これまで行なわれてきた高齢者の身体的な自立度の測定では、標本母体に対して段階的に振り分けられた標準化による評価や年齢尺度による評価、つまり相対的な評価が用いられていたが、これからは自立度を保つことのできる水準を絶対値で表すことが求められてこよう。具体的な数値目標を設定することは、高齢者のライフスタイルの改善を図る際の目安になると思われる。そこで本研究では、運動を主体とした高齢者の健康処方を行なう上で目標となる、自立した日常生活を営んでいるとみなされる高齢者の身体機能水準の設定を目的とした。

## 2. 方 法

本研究の目的である身体機能水準の設定については、1992年のアメリカの臨床化学検査標準化委員会（National Committee for Clinical Laboratory Standard）の基準値設定の指針に沿った船渡と矢吹（1995）の手順に従った。この手順の中で本研究に関連する主なものは、(1)測定方法の決定と水準範囲に影響を及ぼす因子の把握、(2)選定基準に従った対象者の選定と除外、(3)データの精製、(4)水準の設定、(5)水準の妥当性の検討、である。

以下に、これらの手順に沿って方法を示していく。

### (1) 測定方法の決定と水準範囲に影響を及ぼす因子の把握

パフォーマンステストに基づく高齢者の身体機能の測定には、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項目からなるテストバッテリー（重松ら, 1999）を用いた。このテストバッテリーは、入浴・更衣・移乗などのADL (activities of daily living) よりも高度な身体能力、つまり外歩きや就業などの社会的諸動作（生活関連動作, activities parallel to daily living, APDL）に必要な身体能力（松村, 1996）、を評価することができる。また4項目は、高齢者の手段的自立や機能的自立に相当する17のパフォーマンステストを代表する、つまりこの4項目がその17項目の第一主成分を表すとともに（第一主成分の因子負荷量が0.57-0.85）、再検査法による信頼性の高いことと（連続上腕屈伸で $r=0.89$ 、8の字歩行で $r=0.81$ 、豆運びで $r=0.84$ 、ファンクショナルリーチで $r=0.93$ 、いずれも有意）、測定値の分布に偏りのないことを認めている（重松ら, 1999）。この17項目は文献研究や高齢者の生活の観察結果に関連していると同時に、APDLの理論的構成を仮定した構成概念妥当性に基づいていると判断したことから、高齢者の身体的な自立度を客観的に表すことができるものと位置づけた。測定方法は以下の通りである（重松

ら, 1999).

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秒間利き腕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）。

8の字歩行：床に引かれた1.5×3.6 mの長方形の1つの長辺の両端にコーンを1つずつ置き、正対する長辺の中央に背もたれのついた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。これをさらに左右1回ずつ繰り返し、総所要時間を計る。

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）。

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、その時の第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。

APDLに焦点をあてて評価を行なっている理由は、高齢者の大部分がある程度自立していること（古谷野ら, 1993; Spirduso, 1995）、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（藤田と旗野, 1989）、APDLの遂行に必要な身体能力、つまり身体機能を評価する有用性があるとの判断に基づいている。本研究ではこの身体機能の水準を、標準化した4項目の総合スコア（functional fitness score: FFS）で表すこととする。その算出式は以下の通りである（重松ら,

1998).

$$\text{FFS} = 0.072X_1 - 0.075X_2 + 0.090X_3 + 0.041X_4 - 2.11$$

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）、 $X_4$ ：ファンクショナルリーチ（cm）である。なお、このFFSは先に紹介した17項目の第一主成分得点との間に高い相関係数が示され（Pearsonの積率相関係数で0.88,  $P < 0.05$ ）、また17項目の第一主成分得点を従属変数に、4項目の測定結果を独立変数とした重回帰分析では $R = 0.91$ と有意な重相関係数が示された（未発表資料）。これらのことから、4つのパフォーマンステストで身体機能をとらえることができるものと思われる。

日常生活における自立度の評価は、自己申告による金ら（1994）の質問紙に準じた。この質問紙は、高齢者が日常生活において成就困難と感じられる動作および日常生活に必要なとされる諸動作を参考にして作成されている。4つの下位尺度（全身の移動、上肢の操作、手指の操作、起立・姿勢変換：各4問ずつ）の16問からなっている（付録1）。説明後、対象者各自による回答を求めたが、視力が低下しているために独力での回答が困難と判断できた対象者には対面式にて調査を行なった。これらの質問は、身体機能測定の実施と同日に行なった。各設問のスコアを、「できない」1点、「あまりできない」2点、「どちらでもない」3点、「ある程度できる」4点、「十分にできる」5点として、16問の総合得点を算出した（16-80点）。

さらに、古谷野ら（1987）の東京都老人総合研究所（都老研）の活動能力指標（付録2）を、設定した水準の妥当性の検討に用いた。この指標は地域で独立した生活を営むうえで必要とされる活動能力を測定するための尺度であり、手段的自立、知的能動性、社会的役割の3つの下位尺度で構成されている。これらの下位尺度はLawton（1972）の活動能力指標の体系にある理論的仮説に一致している（古谷野ら, 1987）。「はい」を1点、「いいえ」を0点とし、13問の総合得点を算出した（0-13点：妥当性の検討方法について

は、(5)の身体機能水準の妥当性の検討を参照)。

また、身体機能に影響を及ぼす因子として性や年齢などが挙げられるものの(出村ら, 1996; 木村ら, 1989; 野間, 1993), 本研究では女性のみを用いていること, どのような年齢にあっても APDL の遂行は必要であること, さらには先に示したように各テスト項目の再現性が高かった(重松ら, 1999) ことから, 水準に影響を及ぼす因子は特に設定しなかった。

## (2) 対象者の選定と除外基準

対象者は茨城県に在住している60歳以上の女性192名(基準群,  $73.0 \pm 7.2$ 歳, 身長 $147.2 \pm 6.1$  cm, 体重 $50.2 \pm 7.2$  kg)とした。長年にわたり高齢者と有疾病者の運動処方に関わっている研究者らが, 対象者の身体活動量と所属している団体の活動内容を予め聴き取り調査することで, 身体機能や日常生活における自立度の個人差(散らばり度)を大きくすることに努めた(対象者はすべて何らかの団体に所属していた)。身体活動量の聴き取りには, 総務庁統計局の社会生活基本調査報告に記載されている生活時間の分類を用いた。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, 二次活動をほとんど行っていないと判断された対象者(19名)や三次活動(特にスポーツ)を多く行っていると判断された対象者(19名)も含めた。また, 所属している団体の活動内容の判断をもとに, クロケターの練習を週に2-3回行っている対象者(2団体18名), 詩吟やカラオケなどを月に1-2回実施している対象者(3団体33名)も含めた。

なお, 日常生活に支障を来していない, つまり介助を必要としていないこと(厚生省の寝たきり度判定基準ランク A 以上), 約3カ月以内に入院のために臥床中心の生活を送っていないことを本人もしくは家族・知人への問診によって確認した。

## (3) データの処理

結果は平均値±標準偏差で表した。測定項目における暦年齢を因子とした平均値の差異は, 一元配置の分散分析によって検討した。 $F$ 値が有意であると確認された場合, Scheffe の post hoc test を施し, どの年代間に差異があるかを確認した。有意水準は5%とした。FFSの信頼性は, 再検査法による Pearson の積率相関係数( $r$ )で評価した。また, 池田(1973)の重み付き合成得点における信頼性係数( $\rho$ )も併せて算出した。この信頼性係数は, 測定値の分散中に占める真値の分散の割合を表したものである。算出方法は, (1)主成分得点を算出する際の係数の2乗, (2)測定値の分散値, (3)信頼性係数を1から引いたもの, の積を各項目ごとに求め, その総和を FFS の分散で除し, さらに1から引いたものである。

各測定項目と暦年齢の分布図からみて著しく飛び離れていたデータには, 交差検定を施した。交差検定は, 説明の困難なデータが含まれている場合に, 同一個人から得られた他項目のデータをもとに棄却か否かを総合的に判断する検定法である(出村, 1996)。ただし, 高齢期には障害や疼痛などのために特定の項目の値が低くなることも考えられるので, 確認もしくは再測定が困難な場合は棄却したが, 研究者らがその対象者の結果を合理的であると判断した場合には棄却しなかった。

## (4) 身体機能水準の設定

身体機能水準の設定にはさまざまな方法(Bohannon, 1997; Cureton and Warren, 1990; Posner, 1995)がとられているが, 本研究では receiver operating characteristic (ROC) 曲線(市原, 1995; Swets, 1998)を用いて水準を設定した。この方法は, 表2に示すように水準を変化させた際, 感度と偽陽性率がどのように変化するかを連続的に検討するものである(市原, 1995)。本研究で用いている感度とは, 自立していない対象者を自立していないと正しく判定する確率を指し, 偽陽性率とは自立している対象者を自立していないと誤って判定する確率のことである。

以下に、本研究で行なった身体機能水準の設定手順を示す。日常生活を余裕をもって遂行していくためには、種々の動作を「ある程度できる」ことが必要であると判断し、金ら（1994）の自立度スコアが平均3.5点以上（総合得点で56点以上）を示す対象者を「余裕をもって遂行している群（自立群：以下、A群）」と定義し、それ以外を対象者をB群として全体を2つに分けた。ただし、総合得点で56点を示した対象者のなかで、1問でも1点（できない）に○を付けた場合は自立していないとみなした。また、任意の下位尺度（例えば「全身の操作」：付録1を参照）の設問4問すべてが2点（あまりできない）であった場合も、類似した動作における自立度が極端に低いという判断から、本研究で定義する自立に達していないとみなし、B群に移して分析した。

ROC解析において暫定的に設定する水準は5つ以上が望ましいとされていること（Swets, 1998）、Borthey et al. (1994) は水準を10個設定していること、対象者全員のFFSの平均値が-0.43であったことなどから、FFSを0.25-1.25まで0.125間隔で計13個を暫定的に設定し（任意に設定した身体機能水準）、それぞれにおける感度および偽陽性率を算出した。感度とは「任意に設定した身体機能水準を下回っているB群の対象者数/B群全体の対象者数」を指し、偽陽性率とは「任意に設定した身体機能水準を下回っているA群の対象者数/A群全体の対象者数」を指す。ここで、任意に設定した身体機能水準を下回るといふことは、APDLに含まれる種々の動作が「ある程度できる」には満たない（十分にはできない）ことを意味している。

次に、感度および偽陽性率が2次曲線上に散布しているとの仮定（市原, 1995）にならい、曲線回帰分析を施した。そして、その曲線上で感度が最も高く、偽陽性率が最も低くなる点を求め、それに相当する1つの身体機能水準を最終的に決定した。

##### (5) 身体機能水準の妥当性の検討

設定した身体機能の水準の妥当性を、古谷野ら

（1987）の活動能力指標から検討した。この古谷野ら（1987）の質問紙は、地域での独立した生活を営むうえで必要とされる活動能力の評価を仮定していることから、金ら（1994）の自立して豊かな日常生活を営むのに必要な能力を評価している質問紙と、手段的自立や機能的自立という観点からみて同等であると位置づけた。また、古谷野ら（1987）の質問紙では各質問が「はい」、「いいえ」の2件法で尋ねられていることから、13点満点を「日常生活の動作をある程度できる」と定義した。対象者全体を13点満点の対象者と、それ未満の点数の対象者とに分け、(4)で設定した身体機能水準を適用した場合の感度と偽陽性率を算出した（異なる指標による水準の妥当性, criterion-related validity）。

### 3. 結 果

表1に年齢、対象者数、暦年齢、FFSおよびそれを構成する4項目、自立度スコア、都老研の活動能力指標の結果を、5歳ごとの区分と全体の観点から示した。いずれの項目にも年代間に有意差が認められ、加齢にともなって種々のスコアの低下していくことが認められた。FFSの信頼性（池田, 1973）では、 $\rho=0.92$  ( $P<0.05$ )と有意な係数が得られた。また、23名 ( $74.8\pm 6.5$ 歳)に対して実施したFFSの再検査の結果から得られたPearsonの積率相関係数は $r=0.95$  ( $P<0.05$ )であった。金ら（1994）の質問紙の信頼性は同じ23名に対する再検査の結果より、 $r=0.96$  ( $P<0.05$ )と算出された。

表2にFFSを任意に変動させた際の感度と偽陽性率の変化を示した。FFSを0.250に設定した場合、感度は86.5%と高いものの、偽陽性率は65.7%と算出された。以下、FFSを0.125ずつ-1.250まで低下させた。FFSを-1.250に設定した場合、感度は34.6%と低いものの、偽陽性率は12.9%まで低下した。これら13個設定した水準における感度と偽陽性率を散布図に表したところ、図1のようになった。これらの点が2次曲線上にあるという判断（市原, 1995）で回帰したところ、

**Table 1** Age, number of subjects, functional fitness score (FFS), and each variables, index of ability of daily living activity (Kim index), index of competence in the elderly living at home (Koyano index) in each 5 years category

	Total	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85+	F value	Post hoc test <sup>#</sup>
Number	192	26	36	50	45	24	11		
Age	73.0(7.2)	62.2(1.3)	66.6(1.2)	72.1(1.2)	76.9(1.5)	82.2(1.3)	87.0(2.9)	935*	60<65<70<75<80<85
FFS	-0.43(0.91)	0.56(0.81)	-0.08(0.60)	-0.21(0.54)	-0.78(0.72)	-1.31(0.79)	-1.63(0.88)	30.9*	60>65, 70, 75, 80, 85 65, 70>75, 80, 85
Arm curl (n/30 s)	20.8(5.1)	24.2(5.9)	21.4(4.3)	22.3(4.4)	19.5(4.7)	17.6(4.1)	17.3(5.2)	8.1*	60>75, 80, 85 70>80
Walking <sup>#1</sup> (s)	25.7(6.0)	21.2(3.7)	21.9(4.0)	24.6(4.2)	27.2(4.2)	32.5(6.5)	32.5(7.4)	25.7*	60, 65<75, 80, 85 70<80, 85; 75<80
Moving beans (n/30 s)	11.8(3.3)	14.7(4.2)	12.1(2.8)	11.6(2.4)	11.2(3.0)	10.5(3.7)	9.9(2.6)	6.6*	60>70, 75, 80, 85
Functional reach (cm)	27.7(8.0)	33.6(7.6)	29.5(7.2)	29.9(6.3)	24.9(7.6)	23.5(6.3)	17.9(7.4)	12.4*	60, 70>75, 80, 85 65>85
Kim index <sup>#2</sup>	63.8(12.7)	72.6(11.4)	70.2(9.3)	64.4(11.4)	59.9(11.9)	57.3(12.5)	49.8(10.1)	11.6*	60, 65>75, 80, 85 70>85
Koyano index <sup>#3</sup>	11.6(1.8)	12.4(1.2)	11.8(1.9)	11.8(1.2)	11.5(2.0)	11.4(1.8)	9.6(3.0)	4.3*	60, 65, 70>85

The numbers in the parentheses indicate the standard deviations.

<sup>#1</sup>Walking around two cones, <sup>#2</sup>Kim et al. (1994), <sup>#3</sup>Koyano et al. (1987), <sup>#4</sup>Post hoc test using Scheffe's confidence interval.

\*P<0.05.

**Table 2** Characteristics of different cutoff points of functional fitness score (FFS)

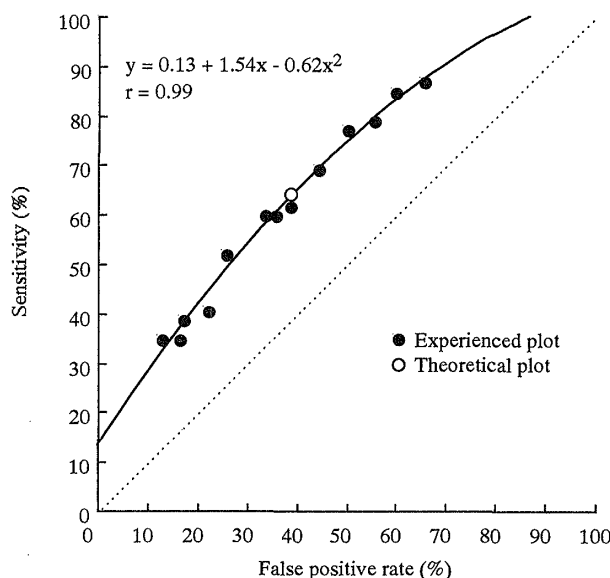
FFS	Sensitivity <sup>#1</sup>			False positive rate <sup>#2</sup>		
	%	above <sup>#3</sup>	below <sup>#4</sup>	%	above <sup>#3</sup>	below <sup>#4</sup>
0.250	86.5	7	45	65.7	48	92
0.125	84.6	8	44	60.0	56	84
0.000	78.8	11	41	55.7	62	78
-0.125	76.9	12	40	50.0	70	70
-0.250	69.2	16	36	44.3	78	62
-0.375	61.5	20	32	38.6	86	54
-0.500	59.6	21	31	35.7	90	50
-0.625	59.6	21	31	33.6	93	47
-0.750	51.9	25	27	25.7	104	36
-0.875	40.4	31	21	22.1	109	31
-1.000	38.5	32	20	17.1	116	24
-1.125	34.6	34	18	16.4	117	23
-1.250	34.6	34	18	12.9	122	18

<sup>#1</sup> Sensitivity was calculated using the number of the subjects showed more than 56 points in Kim's index.

<sup>#2</sup> False positive rate was calculated using the number of the subjects showed less than 56 points in Kim's index.

<sup>#3</sup> The number of subjects above the FFS.

<sup>#4</sup> The number of subjects below the FFS.



**Fig. 1** Receiver operating characteristics (ROC) curve for functional fitness score. The 45 degree dashed line through the origin indicates the ROC curve of a test exhibiting discriminatory ability not better than chance.

$$y=0.13+1.54x-0.62x^2$$

(x: 偽陽性率, y: 感度)

が得られた ( $r=0.99, P<0.05$ ). 次にこの2次曲線上にあり, 図1における左上隅の点との直線距離が最小になる点を求めたところ, 白丸(○)で表している座標 (0.387, 0.636) となった. つまり, 感度を63.6%, 偽陽性率を38.7%としたときに, 左上隅の点 (2群を完全に判別することのできる点) に最も近くなることが分かった. 表2より, このような感度と偽陽性率になる最も近似したFFSは-0.375であった. よって, この-0.375を, 日常生活を余裕をもって遂行することのできる身体機能の水準とした. なお, 設定した水準前後 (-0.38--0.37) のスコアを示す対象者 (6名) は,  $72.2\pm 3.9$ 歳, 身長 $147.7\pm 2.3$ cm, 体重 $51.0\pm 4.4$ kgであり (基準群の平均値との間に有意差なし), 連続上腕屈伸 $21.9\pm 5.6$ 回/30秒, 8の字歩行 $26.2\pm 3.6$ 秒, 豆運び $12.4\pm 3.0$ 個/30秒, ファンクショナルリーチ $25.8\pm 3.8$ cmであった.

ところで, FFS=-0.375よりもFFS=-0.625の方が有用であるととらえることもできる (表2). それは, 感度がFFS=-0.375の時に比べて1.9%低下する一方で, 偽陽性率が5.0%も低下するためである. しかしながら, 図1上の左上隅の点は感度が高く, 偽陽性率が低いことを意味することから, 左上隅点との直線距離の小さい点 (水準) が望ましいこと, 水準を高めを設定することで高齢者の健康処方に対して教育的 (啓発的) な効果をよりもたらすことなどを勧告し, 最終的に FFS=-0.375を身体機能水準として採用した.

Criterion-related validityの検討として, 古谷野ら (1987) の活動能力指標において13点満点であった対象者87名と, 13点未満の対象者105名とに分けて FFS=-0.375を適用した場合の感度と偽陽性率を求めた. その結果, 感度61.9% (水準を下回った者65名, 上回った者40名: 計算式は方法(4)を参照), 偽陽性率が32.2% (同28名, 59名) となり, 感度では金ら (1994) の自立度スコアで検討した際と同様の検出力が認められ,

偽陽性率では低下することが認められた.

#### 4. 考 察

これまでに, 相対評価ではなく絶対評価からみた水準設定は, いくつか報告されている. ROC解析を用いていない研究において, Bohannon (1997) は握力にみられる筋力が個人の筋力の低下の程度を表わす指標であること, および筋力の低下が身体機能の低下と関連があることを前提として, 20-79歳までの対象者 (男性106名, 女性125名) のデータをもとにした握力の水準設定を検討している. この水準は対象者の性, 暦年齢, 体重を説明変数とした重回帰式によって求められるようにしている. Cureton and Warren (1990) は, 5-17歳の子どもの良好な健康状態の保持に必要な体力水準を設定する立場から, 絶対評価の必要性を述べている. 最大酸素摂取量が成人における健康状態や疾病の危険因子に大きく関連していることを前提に, 男子では $42\text{ ml/kg/min}$  (5-17歳), 女子では $40\text{ ml/kg/min}$  (5-9歳) または $39-35\text{ ml/kg/min}$  (10-17歳) を最低限の水準としている.

ROC解析を用いた研究においては, 日本骨代謝学会の骨粗鬆症診断基準検討委員会が, 腰椎X線像で骨萎縮度I度とII度を最も効率よく識別する腰椎密度を決定している. それによると, 若年成人 (20-44歳) における平均骨塩量の-2.5SDを許容範囲としている (折茂ら, 1997), Borthery et al. (1994) も同様にROC解析を用いて, 糖尿病か否かの診断ならびに耐糖能を, 毛細血管から得られる血糖値で判別しようと試みている.

このように水準設定についての報告はいくつかなされてはいるものの, 高齢期においては各自測定値がそれまでの環境 (栄養, 教育, 経済状態, 職業など) の影響を大きく受けていると考えられることから, 性・年齢を統一化した集団を抽出してもその中でばらつきが大きく (野間, 1993), 水準設定が困難である. また, 健康に関連する体力は “将来, 健康な人生を送る可能性が高い” レベルに維持することが大切であり, それ

以上の体力は必要でないという最低限の水準を提示するという考えもある(田畑, 1997). このようなか, 体力の低下が自立度の判定に有用であることを仮定とした, 高齢者における水準設定がいくつか報告されている(Judge et al., 1996; 中山と道場, 1998; Posner et al., 1995; Shephard, 1987; William and Hornberger, 1984). Posner et al. (1995) は平均69.4歳の女性61名を対象にした研究において, 自立度(ADL)を表す質問紙の結果を最も精度良く推定する筋力の項目が, ヒラメ筋( $R=0.76, P<0.001$ )と腓腹筋( $R=0.65, P<0.001$ )であることを確認したうえで, それぞれの1RMが30 kg, 45 kgになるまで自立度が改善していくことを示唆している. この研究では, ヒラメ筋・腓腹筋の測定値と自立度(質問紙の得点)との散布図から必要な水準が, ROC解析ではなく視覚的に設定されている. 中山と道場(1998)は高齢慢性心不全患者のQOLの維持に必要な体力レベルが, 6分間歩行において100 m以上, 身体活動能力指数(SAS-METs)において4 METs以上と想定している. これは, その水準以下の成績を呈する患者の睡眠度, 健康感, 社会参加が顕著に低くなっていることに基づいている. また, Shephard (1987)は, 身体的に自立するために必要な最大酸素摂取量の値を13 ml/kg/minであるとしている.

本研究では, 自立した日常生活を営んでいるとみなされる60歳以上の女性の身体機能水準を, 標準得点にて規定した. データ処理の結果, 日常生活の種々の動作を余裕を持って遂行しているとみなされた者の身体機能は $FFS=-0.375$ 以上であることが示唆された. ROC解析を用いた分析において感度は63.6%, 偽陽性率は38.7%であった. Herbert et al. (1996)のまとめたレビューでは, 自立度を質問紙で判別している先行研究での感度と偽陽性率が報告されている. それによると感度は79-97% ( $89\pm7\%$ ), 偽陽性率は50-82% ( $67\pm12\%$ )であった. 本研究における結果はこれらに比べて偽陽性率は低く良好であったものの, 感度は低かった. 感度が低い理由として, 本研究で対象とした高齢者の身体機能が全体的に高

かったと同時に, 日常生活における諸動作を「どちらでもない」もしくは「ある程度できる」という高い水準で自立度を定義したためと思われる. しかしながら, 質問紙の結果からではなく, 高齢前期(74歳未満:112名)と高齢後期(75歳以上:80名)というように暦年齢で分けてから同様のROC解析を行なったところ, 高齢前期では感度が31.3% (水準を下回った者5名, 上回った者11名: 計算式は方法(4)参照), 偽陽性率が26.0% (同71名, 25名), 高齢後期では感度が75.7% (同28名, 9名), 偽陽性率が51.2% (同21名, 22名)となった. 高齢後期での偽陽性率は高齢前期の2倍近くにもなったものの, 感度はそれ以上に増加した. このことから, 設定した水準は健康処方におけるスクリーニングとしての役割を果たす可能性が後期高齢者において大きくなると示唆された. また, 本研究では金ら(1994)の質問紙の総合得点(自立度スコア)において56点以上と56点未満に分けて分析を行なっている. これとは別に, 対象者全体を24, 40, 56, 72点を境に分割して同様のROC解析を行なった(つまり1質問あたり1.5, 2.5, 3.5, 4.5点に相当し, 全体を5分割して解析を行なった). 40点未満を示す対象者数が少なかったため, 56点未満の群に統合し( $n=52$ ), 72点以上を示した群( $n=70$ )の両群の結果にROC解析を施した. その結果,  $FFS=-0.380$ の時に最も精度よく2群を識別することができた. 次に56-72点を示した対象者(69名)に設定した水準を適用すると, 水準を上回った対象者は31名, 下回った対象者は38名と69名がほぼ2分された結果が示された. これらのこと, および先に検討したcriterion-related validityの結果から, 設定した身体機能水準の妥当性が示唆された.

日常生活における種々の動作能力の低下は社会的背景(収入状況など)や健康状況に左右され, 加齢による影響力よりも大きい(Seeman et al., 1994)とされることから, 身体機能(FFS)のみで規定することには限界があろう. また, 本研究で行なったように2群を識別するためにはロジスティックモデルや判別関数を用いることも可



能であるが、本研究では単に2群を精度よく識別するだけでなく、任意に水準を設定することが可能であること (Zweig and Campbell, 1993) も必要と考えたため、ROC解析を用いた。高齢者自身に自立度低下を抑えるためのライフスタイルの改善を早い段階で求める必要性の高いことを考慮すると、FFS = -0.375よりも高い水準で目標を設定することもできよう。

以上、設定した身体機能水準は本研究で用いた高齢女性を対象に、主観的な情報 (質問紙) の結果を基盤としていることから、データ量および解析精度に限界がある。本研究ではそのような限界を踏まえながら、日常生活における種々の動作を独力で余裕をもって遂行するために必要な身体機能水準に関するアイデアおよびその水準を提案した。この水準を用いて、対象者の身体機能を掘り所に適切な健康処方を行なうことができると思われる。今後は、今回用いた対象者とは異なる高齢者に身体機能水準を適用するとともに (交差妥当性の検討)、水準以下の対象者の身体機能の保持 (もしくは向上) を試みる運動プログラムの開発およびその効果の検証が求められてこよう。

## 5. ま と め

本研究では、日常生活の種々の動作を独力で余裕をもって遂行しているとみなされる高齢者の身体機能水準を絶対値で表すことを目的とした。192名の高齢女性 (73.0±7.2歳) を対象に、質問紙から得られる日常生活の自立度の評価結果をもとに、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項目から算出される標準得点 (FFS) で設定した。ROC解析の結果、FFS = -0.375以上の身体機能が必要であることが示唆された。対象者の数や、設定した水準の基盤となる質問紙の結果が主観によるものであること、などの限界はあるものの、本研究で設定した絶対値の水準は運動を主体とした高齢者の健康処方に用いることができると思われる。

## 謝辞

本研究は、筑波大学先端学際領域研究センター

人間生態システム研究アспект (田中プロジェクト) の支援によって行なわれた。

## 文 献

- Bohannon, R. W. (1997) Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 78: 26-32.
- Bortheyry, A. L., Malerbi, D. A., and Franco, L. L. (1994) The ROC curve in the evaluation of fasting capillary blood glucose as a screening test for diabetes and IGT. *Diabetes Care* 17: 1269-1272.
- Cureton, K. L. and Warren, G. L. (1990) Criterion-referenced standards for youth health-related fitness tests: A tutorial. *Res. Q.* 61: 7-19.
- 出村慎一 (1996) 健康・スポーツ科学のための統計学. 大修館書店: 東京, pp. 321-323.
- 出村慎一・中比呂志・春日晃章・松沢基三郎 (1996) 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. *体育研* 41: 115-127.
- 藤田利治・籾野脩一 (1989) 地域老人の日常生活動作の障害とその関連要因. *日公衛誌* 36: 76-87.
- 船渡忠男・矢吹重光 (1995) 年齢・性・人種差を考慮した正常値 (基準値・基準範囲) の設定. *日臨* 53(増刊): 29-34.
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., Scherr, P. A., and Wallace, R. B. (1994) A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J. Gerontol.* 49: M85-M94.
- Hebert, R., Bravo, G., Korner-Bitensky, N., and Voyer, L. (1996) Predictive validity of a postal questionnaire for screening community-dwelling elderly individuals at risk of functional decline. *Age Ageing* 25: 159-167.
- 市原清志 (1995) 正常値 (基準値・基準範囲)・異常値に対する考え方. *日臨* 53(増刊): 9-28.
- 池田 央 (1973) 心理学研究法 8: テストII. 東京大学出版会: 東京, pp. 87-91.
- Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC) (1988) The 1988 report of the Joint National Committee on detection, evaluation, and treatment of high blood pressure (JNC-V). *Arch. Intern. Med.* 153: 154-183.
- Judge, J. O., Schechtman, K., Cress, E., and FICSIT Group (1996) The relationship between physical performance measures and independence in in-

- strumental activities of daily living. *J. Am. Geriatr. Soc.* 44: 1332-1341.
- Katz, S., Branch, L. G., Branson, M. H., Papsidero, J. A., Bech, J. C., and Greer, D. S. (1983) Active life expectancy. *N. Engl. J. Med.* 309: 1218-1224.
- 金 禧植・稲垣 敦・田中喜代次 (1994) 高齢女性の日常生活における活動能力を評価するための簡易質問紙の作成. *体力科学* 43: 175-184.
- Kim, H. S. and Tanaka, K. (1995) The assessment of functional age using "Activities of daily living" performance tests: A study of Korean women. *JAPA* 3: 39-53.
- 木村みさか・平川和文・奥野 直・小田慶喜・森本武利・木谷輝夫・藤田大祐・永田久紀 (1989) 体力診断バッテリーテストからみた高齢者の体力測定値の分布および年齢との関連. *体力科学* 38: 175-185.
- 衣笠 隆・長崎 浩・伊東 元・橋詰 謙・古名丈人・丸山仁司 (1994) 男性 (18~83歳) を対象にした運動能力の加齢変化の研究. *体力科学* 43: 343-351.
- 古谷野亘・柴田 博・中里克治・芳賀 博・須山靖男 (1987) 地域老人における活動能力の測定. *日公衛誌* 34: 109-114.
- 古谷野亘・橋本廸生・府川哲夫・柴田 博・郡司篤晃 (1993) 地域老人の生活機能—老研式活動能力指標による測定値の分布—. *日公衛誌* 40: 468-473.
- Lawton, M. P. (1972) Assessing the competence of older people. Kent, D. P. et al. (ed.) *Research Planning and Action for the Elderly: The Power and Potential of Social Science*. Behavioral Publications: New York, pp. 122-143.
- 松村 秩 (1996) 生活関連活動. 土屋弘吉, 今田 拓, 大川嗣雄(編). *日常生活活動 (動作) —評価と訓練の実際—*. 医歯薬出版: 東京, pp. 67-82.
- 中山 豪・道場信孝 (1998) 高齢者心不全患者における QOL と体力評価. *体力科学* 47: 17-18.
- 日本動脈硬化学会高脂血症診療ガイドライン検討委員会 (1997) 高脂血症診療ガイドライン. *動脈硬化* 25: 1-34.
- 野間昭夫 (1993) 老人の基準範囲. *臨床検査* 37: 966-970.
- 種田行男・荒尾 孝・西嶋洋子・北島義典・永松俊哉・一木昭男・江橋 博・前田 明 (1996) 高齢者の身体的活動能力 (生活体力) の測定法の開発. *日公衛誌* 43: 196-207.
- 折茂 肇・杉岡洋一・五来逸雄・中村哲郎・福永仁夫・佛淵孝夫・武藤芳照 (1997) 原発性骨粗鬆症の診断基準. *The Bone* 10: 19-24.
- Osness, W. H. (1989) Assessment of physical function among older adults. David, K. L. (ed.) *Mature Stuff. Physical Activity for the Older Adult*. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance: Virginia, pp. 93-118.
- Posner, J. D., McCully, K. K., Landsberg, L. A., Sands, L. P., Tycenski, P., Hofmaxx, M. T., Wetterholt, K. L., and Shaw, C. E. (1995) Physical determinants of independence in mature women. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 76: 373-380.
- Reuben, D. B. and Siu, A. L. (1990) An objective measure of physical function of elderly outpatients—The physical performance test—. *J. Am. Geriatr. Soc.* 38: 1105-1112.
- Seeman, T. E., Charpentier, P. A., Berkman, L. F., Tinetti, M. E., Guralnik, J. M., Albert, M., Blazer, D., and Rowe, J. W. (1994) Predicting changes in physical performance in a high-functioning elderly cohort: MacArthur studies of successful aging. *J. Gerontol.* 49: M97-M108.
- Shephard, R. (1987) Adapting physical activity to an aging population. *Int. J. Sports Cardiol.* 4: 1-13.
- 重松良祐・田中喜代次・渡邊 寛・檜山輝男 (1998) 高齢者の日常生活に必要な身体機能の評価尺度. *Geriatric Medicine* 36: 927-932.
- 重松良祐・金憲経・張美蘭・上野リンダ・田中喜代次 (1999) 高齢邦人女性の身体機能の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—. *日公衛誌* 46: 14-24.
- Spiriduso, W. W. (1995) *Physical Dimensions of Aging. Human Kinetics: Illinois*, pp. 329-365.
- Swets, J. A. (1998) Measuring the accuracy of diagnostic system. *Science* 240: 1285-1293.
- 田畑 泉 (1997) 健康に関連する体力. *体育の科学* 47: 852-857.
- William, M. and Hornberger, J. (1984) A quantitative method of identifying older persons at risk for increasing long-term care services. *J. Chon. Dis.* 37: 705-710.
- World Health Organization (1984) *The Use of Epidemiology in the Study of the Elderly*. WHO: Geneva.
- Zweig, M. H. and Campbell, G. (1993) Receiver-operating characteristic (ROC) plots: A fundamental evaluation tool in clinical medicine. *Clin. Chem.* 39: 561-577.

## 付録1 日常生活における自立度の質問紙

(金ら, 1994)

- (1) 休まずに4階まで階段を昇れる

- (2) デコボコ道を倒れないで速く歩ける
- (3) 急ぎ足で30分ほど歩き続けられる
- (4) 人や物にぶつかりそうになった時、すばやくよけられる
- (5) 布団を干したり、取り込んだりできる
- (6) 上着やコートにすばやく両腕を通せる
- (7) 布団などの上げ下ろしができる
- (8) 強く締まっている大ビンのねじブタを開けられる
- (9) シャツや洋服のボタンをすばやくはめられる
- (10) 包丁で果物の皮をむける
- (11) はさみで線にそって紙を切れる
- (12) 靴のひもをすばやく結べる
- (13) シャがんだ姿勢から手を使わないで立ち上がれる
- (14) 床に落ちた物を膝を伸ばして拾える
- (15) 正座の姿勢で手を伸ばして後ろの物をとれる
- (16) ズボンをはいたりぬいたりすることが楽にできる

各項目とも「できない」(1点), 「あまりできない」(2点), 「どちらでもない」(3点), 「ある程度できる」(4点), 「十分にできる」(5点), の5つの選択肢を設定した。なお, (1)~(4)が全身の移動, (5)~(8)までが上肢の操作, (9)~(12)までが手指の操作, (13)~(16)が起立・姿勢変換の下位尺度を表している。

## 付録2 活動能力の質問紙(古谷野ら, 1987)

- (1) バスや電車を使って一人で外出できますか
  - (2) 日用品の買い物ができますか
  - (3) 自分で食事の用意ができますか
  - (4) 請求書の支払いができますか
  - (5) 銀行預金・郵便貯金の出し入れが自分でできますか
  - (6) 年金などの書類が書けますか
  - (7) 新聞を読んでいますか
  - (8) 本や雑誌を読んでいますか
  - (9) 健康についての記事や番組に興味がありますか
  - (10) 友だちの家を訪ねることがありますか
  - (11) 家族や友だちの相談にのることがありますか
  - (12) 病人を見舞うことができますか
  - (13) 若い人に自分から話しかけることができますか
- 各質問とも「はい」(1点), 「いいえ」(0点), の2つの選択肢を設定した。なお, (1)~(5)までが手段的自立, (6)~(9)までが知的能動性, (10)~(13)が社会的役割の下位尺度を表している。

(平成10年10月26日受付)  
(平成11年4月17日受理)