

老人保健法の基本健診を利用した高齢者の体力テストの必要性とテスト項目の提案

Physical fitness test at periodical health examination based on the "Law of health and welfare for the elderly": necessity and test battery

稲垣 敦 Atsushi Inagaki

大分県立看護科学大学 人間科学講座 健康運動学 Oita University of Nursing and Health Sciences

桜井 礼子 Reiko Sakurai

大分県立看護科学大学 広域看護学講座 保健管理学 Oita University of Nursing and Health Sciences

八代 利香 Rika Yatsushiro

大分県立看護科学大学 広域看護学講座 国際看護学 Oita University of Nursing and Health Sciences

平井 仁 Masashi Hirai

大分県立南石垣養護学校 Minami Ishigaki School for Children with Mental Disabilities

平野 亙 Wataru Hirano

大分県立看護科学大学 広域看護学講座 保健管理学 Oita University of Nursing and Health Sciences

洪 麗信 You-Shin Hong

ソウル大学名誉教授 Seoul National University

草間 朋子 Tomoko Kusama

大分県立看護科学大学 広域看護学講座 保健管理学 Oita University of Nursing and Health Sciences

2003年12月12日投稿, 2004年9月2日受理

要旨

本研究の目的は、高齢者の体力を調査すること、老人保健法に基づいた健康診査時に体力テストを行う可能性を検討すること、この健診のための体力テスト項目を選ぶことである。被験者は老健法に基づいた健康診査の受診者で60歳以上の831名である。42箇所の公民館で実施された健康診査後に健康関連体力の概念に基づいた体力-体脂肪率、握力、膝関節伸展力、長座体前屈、最大酸素摂取量、開眼および閉眼重心動揺、ステッピングを測定した。分析の結果、平衡性が加齢に伴って最も低下し、筋力は他の項目よりも年齢と高い相関を示し、膝関節伸展力は握力よりも早く低下し、女性の筋力の低下が男性より大きいことが認められた。最近の知見を考慮すると、老健法による健康診査における体力テストとしては、体脂肪率、握力、長座体前屈、開眼片足立ちが薦められる。しかし、敏捷性と呼吸循環器系持久力については、実用的なテストを開発することが重要である。

Abstract

The purposes of the present study were to investigate physical fitness in the elderly, to examine availability of carrying out physical fitness test in periodical health examination based on the "Law of health and welfare for the elderly (LHWE)", and to select appropriate physical fitness tests at the health examination. The subjects were 831 participants in the health examination according to LHWE, aged more than 60 years. Their physical fitness based on the concept of health-related physical fitness was measured after the health examination at the 42 public halls: relative body fat, grip strength, knee extension strength, sit-and-reach, maximal oxygen uptake, sway of center gravity with eyes opened and closed, and stepping. Results of statistical analyses indicated that balance ability dropped most with aging; muscular strength correlated to age higher than the others; knee extension strength declined faster than grip strength; and muscular strength of female decreased more than that of male. Taking recent findings into consideration, we recommend relative fat, grip strength, sit-and-reach, and one-foot standing with eyes opened as physical fitness tests in the health examination according to LHWE. However, it is essential for us to develop new practical tests on agility and cardiorespiratory endurance.

キーワード

体力テスト、健康診査、老人保健法

Key words

physical fitness test, health examination, law of health and welfare for elderly

1. 緒言

健康寿命を延伸し、高齢期の quality of life (QOL) を確保するためには、生活習慣病の予防、高齢期の体力維持・増進を積極的に図ることが不可欠である。「Healthy People」(アメリカ)、「The Health of the Nation」(イギリス)、「健康日本21」のように各国の健康施策の中でも運動習慣、体力づくりの重要性が指摘されている。

1982年以降、各市町村では老人保健法に基づき、40歳以上の地域住民を対象にした基本健康診査が実施されている。著者らは高齢者を対象にした健康施策、保健活動を効果的に実施するためには、老健法の健診時に体力も測定・評価すべきであることを提案し(草間・稲垣 2000)、1999年より大分県N町で、老健法の健診受診者の体カテストを実施してきた。

文部科学省では、国民の体位の変化、スポーツ医・科学の進歩、高齢化の進展などを踏まえ、従来の体カテストを全面的に見直し、1999年の「体力・運動能力調査」から「新体カテスト」(新井 1998)を導入した。新体カテストでは65～79歳を対象とした体カテストとして、握力、上体起こし、長座体前屈、開眼片足立ち、10 m障害物歩行、6分間歩行実施を新たに定め、高齢者の体力データの収集を開始した。また、高齢者の体力(八木他 1989, 木村他 1989, 古名他 1995, Kinugasa et al 1996)、加齢に伴う体力の低下傾向とその性差(古名他 1995, 花井他 1996, 南他 2001)、体力の要素と構造(金他 1992, Nagasaki et al 1995a, 1995b, 出村他 1996)、体力の測定法の開発(柴田 1987, 金他 1993, Kim and Tanaka 1995, 出村他 1996, Kinugasa et al 1996, 種田他 1996, 重松他 1999, 2000)、体力の評価基準(花井他 1996, 2000, 江川他 2000)、体力に影響する要因(岡本他 1991, 花井他 2000)、高齢者体力の国際比較(金他 1997)などが数多く報告されている。しかし、従来の研究では、いつ、どこで、誰が、誰に対して実施するかという点を明確化し、十分に考慮して開発された高齢者体カテストは見当たらない。

本稿では、大分県N町で老健法に基づく基本健康診時に実施してきた体カテストの結果を報告するとともに、このデータに基づいて老健法による基本健康診時に体カテストを実施する必要性、実施すべき体カテスト項目について報告する。

2. 方法

大分県N町で老人保健法に基づく健康診査を受診した40歳以上の中高齢者のうち問診や老健法に基づく検診項目の結果から、医師が体力測定を可能と判断した受診者に研究の目的および体カテストについて説明し、参加の同意が得られた1018名に体カテストを行った。このうち、本研究では60歳以上の831名を分析の対象とした(表1)。N町は、市街地から約10 km離れた人口約5000人、高齢化率33.6%の山村である。

体カテスト項目は、生活習慣病の予防と関連があるとされている健康関連体力 (Health-related Physical Fitness, Pate 1983) の中から、(1) 身体組成として体脂肪率、(2) 筋力として握力と脚力、(3) 柔軟性として長座体前屈、(4) 全身持久力(呼吸循環器系持久力)として体重当りの最大酸素摂取量の4領域の体力を採用した。さらに、高齢者の活動的な日常生活に必要であると考えられる敏捷性としてステッピング、および平衡性として開眼及び閉眼での単位時間重心動揺軌跡長を加えた。

体カテストは、平成11～13年の4～5月に行われた老人保健法に基づく健康診査の後に引き続き実施した。健診は毎年42地区に分けて行われ、各年度の受診者数は、1434名(平成11年)、1263名(平成12年)、1292名(平成13年)であった。体カテストは、時間的な制約があるため、3年間をかけて順次42地区の測定を完了した。健診および体カテストの実施場所はN町の各地区の公民館、町立体育館およびO大学体育館である。体カテストはあらかじめ十分にトレーニングを積んだ者が測定し、問診は全て看護師および保健師が担当した。

表1. 標本数と体カテストの実施率

性別	年齢	標本数	実施率 (%)							
			体脂肪率	握力	脚力	長座体前屈	最大酸素摂取量	ステッピング	単位時間軌跡長(開眼)	単位時間軌跡長(閉眼)
男性	60歳～	38	92.1	89.5	86.8	92.1	34.2	89.5	92.1	84.2
	65歳～	85	90.6	81.2	68.2	85.9	32.9	80.0	83.5	71.8
	70歳～	92	90.2	83.7	65.2	80.4	25.0	76.1	85.9	72.8
	75歳～	57	87.7	80.7	64.9	82.5	5.3	75.4	80.7	73.7
	80歳～	31	93.5	74.2	48.4	67.7	0.0	58.1	77.4	67.7
	85歳～	7	100.0	71.4	14.3	71.4	0.0	71.4	85.7	42.9
	合計	310	90.6	81.9	65.8	82.3	21.6	76.8	84.2	72.9
女性	60歳～	98	94.9	91.8	74.5	89.8	34.7	86.7	92.9	77.6
	65歳～	133	93.2	82.7	66.9	84.2	21.8	82.7	88.0	73.7
	70歳～	140	93.6	80.7	58.6	80.0	12.9	77.1	85.7	69.3
	75歳～	76	89.5	75.0	46.1	73.7	9.2	65.8	81.6	67.1
	80歳～	49	87.8	85.7	53.1	79.6	0.0	71.4	83.7	81.6
	85歳～	25	80.0	72.0	28.0	64.0	0.0	52.0	60.0	52.0
	合計	521	91.9	82.5	59.9	81.2	16.9	77.0	85.6	72.0
	合計	831	91.5	82.3	62.1	81.6	18.7	76.9	85.1	72.3

以下に、体カテストに用いた測定機器、測定方法を示す。

a) 体脂肪率: インピメーターIII (積水化学工業) ベッド上に仰臥して右手首・足首に電極を装着し、50 kHz, 800 μ Aの電流を流して抵抗値 (Ω) を測定し、日本人用の式 (Nakadomo et al 1990) を用いて体密度を求め、さらに Brozek et al (1963) の式で体脂肪率を推定した。

b) 握力: デジタル握力計グリップ-D (竹井機器) 体側で腕を伸ばした状態で握力計を持ち、全力で握る。左右それぞれ1回ずつ0.1 kg単位で測定した。

c) 脚力 (膝関節伸展力): デジタル力量計 T.K.K1269f (竹井機器) 椅子に腰掛け足首に力量計とワイヤーでつながっている輪をかけ、膝の角度が約90度の状態から全力で勢いをつけずゆっくりと下腿を伸ばす。左右それぞれ1回ずつ0.1 kg単位で測定した。

d) 長座体前屈計: 長座体前屈計WL-35 (ヤガミ) 測定器に足の裏が接するように膝を伸ばした長座姿勢で、両手の指先で目盛上の可動部をゆっくりと動かす。足の裏の位置をゼロとし、手前をマイナス、遠くをプラスとしてmm単位で1回測定した。

e) 最大酸素摂取量: 自転車エルゴメーターEZ201 (コンビ) 膝が伸びる程度にサドルを調整し、ランプ負荷法で60回転/分のペースでペダルをこぎ、目標心拍数 (85% HRmax) に到達したら終了する。心拍数と負荷強度の回帰式と予測最大心拍数 (男性: 220-年齢, 女性: 210-年齢) から最大有酸素パワーを推定し、自転車の力学的効率 (23.2%) と酸素1リットルによるエネルギー産生量から最大酸素摂取量を推定した。

f) 重心動揺: グラビコーダーGS-3000 (アニマ) 開眼、閉眼の順でそれぞれ30秒間、プレートの上に直立閉足 (ロンベルグ姿勢) し、50 ms毎 (20 Hz) に重心の位置を測定する。開眼の場合は、2 m前方の壁に貼ったマークを注視する。開眼および閉眼の単位時間軌跡長を指標として用いた。

g) ステッピング: デジタルステッピング計 T.K.K.5301 (竹井機器) 椅子に座り、足の下マットをできるだけ速く両足交互に10秒間叩いた回数を測定した。

3. 結果

3.1 体カテストの実施率

表1に年齢別の対象者数および体カテストの実施率を示した。最大酸素摂取量の実施率は男性21.6%、女性16.9%と低く、80歳以上の被験者で実施できた者はいなかった。次いで、脚力がそれぞれ65.8%と59.9%、単位時間軌跡長 (閉眼) が72.9%と72.0%、ステッピングが76.8%と77.0%の順で低かった。体脂肪率、握力、長座体前屈、単位時間軌跡長 (開眼) の実施率は80%以上であった。

3.2 加齢に伴う体力の変化と性差

各測定項目の5歳毎の平均値の加齢に伴う変化を図1~11に示した。

身長 (図1) および体重 (図2) は男女とも加齢に伴いほぼ直線的に低下していた。男性85歳以上で体重が増加しているが、対象数は7名と少ない。BMI (図3) は男性では約24から22まで直線的に低下しているが、女性では23~24で顕著な変化傾向は認められなかった。体脂肪率 (図4) は、男性20%前後、女性30%前後と約10%の性差が認められたが、いずれも加齢に伴う変化傾向は認められなかった。握力 (図5) および脚力 (図6) は各年齢で男性が優れており、男女とも加齢に伴い直線的に低下していたが、脚力に関しては男性の低下傾向が顕著であった。長座体前屈 (図7) は、各年齢とも女性が優れていた。また、女性の低下傾向は穏やかであったが、男性では60歳代後半から70歳代前半で顕著な低下が認められた。体重当りの最大酸素摂取量 (図8) は、60歳代までは男性が優れていたが、男性では60歳代後半から顕著に低下した。一方、女性では70歳代前半まで大きな低下は認められなかった。ステッピング (図9) は、全ての年齢で男性が10~15回優れており、男女とも加齢に伴う穏やかな低下が見られた。開眼の単位時間軌跡長 (図10) は性差が少なく、加齢に伴い男女とも徐々に増加した。閉眼の単位時間軌跡長 (図11) では全ての年代で女性が優れており、男女とも加齢に伴い増加した。

各体カテスト項目の60~64歳の平均を100とした場合の相対的な変化を図12および図13に示した。男性 (図12) は、60歳代後半から70歳代前半における長座体前屈と80歳代における開眼片

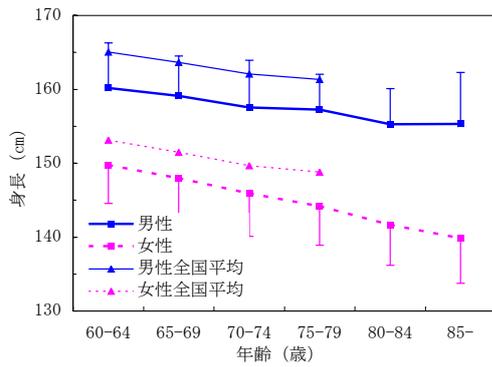


図1. 加齢に伴う身長の変化

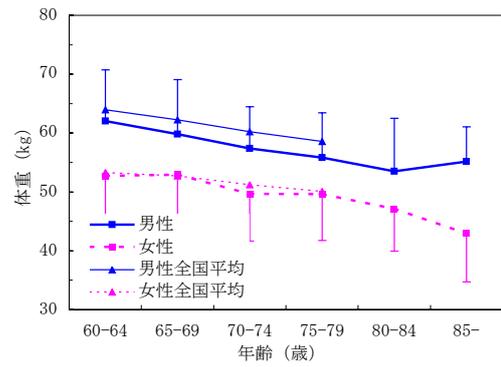


図2. 加齢に伴う体重の変化

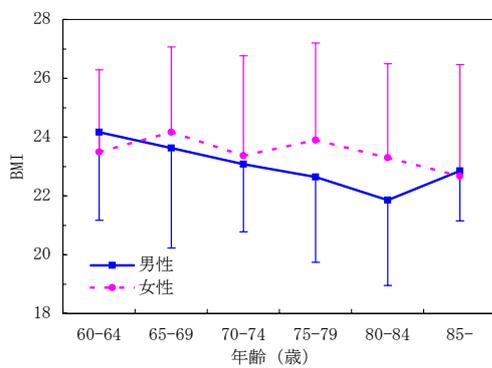


図3. 加齢に伴うBMIの変化

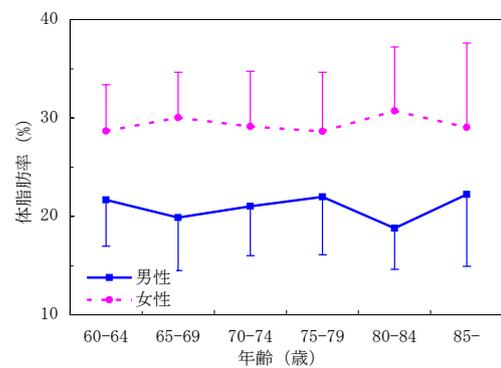


図4. 加齢に伴う体脂肪率の変化

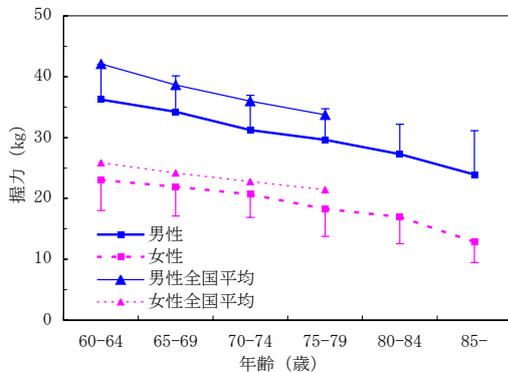


図5. 加齢に伴う握力 (左右平均) の変化

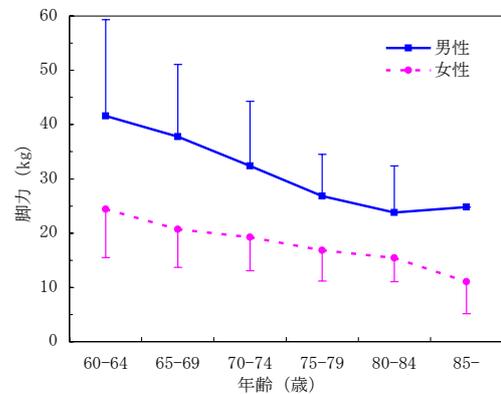


図6. 加齢に伴う脚力 (左右平均) の変化

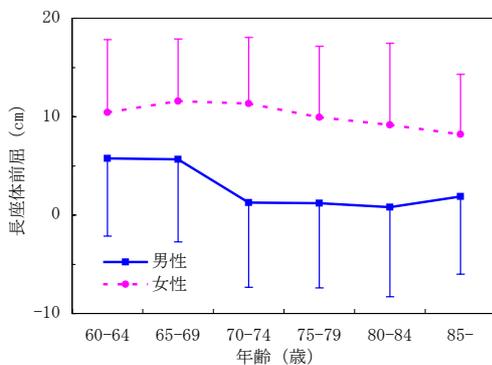


図7. 加齢に伴う長座体前屈の変化

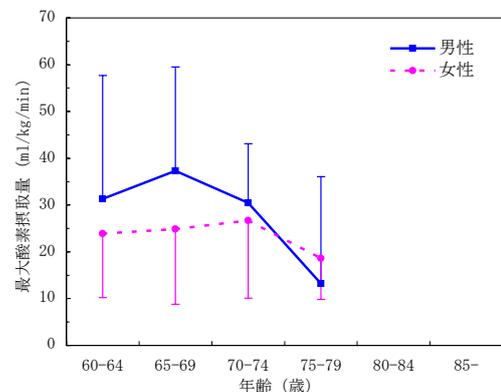


図8. 加齢に伴う最大酸素摂取量の変化

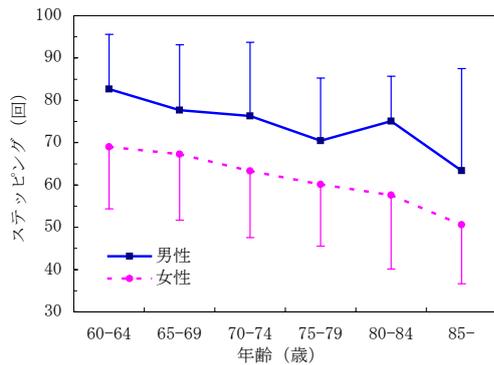


図9. 加齢に伴うステッピングの変化

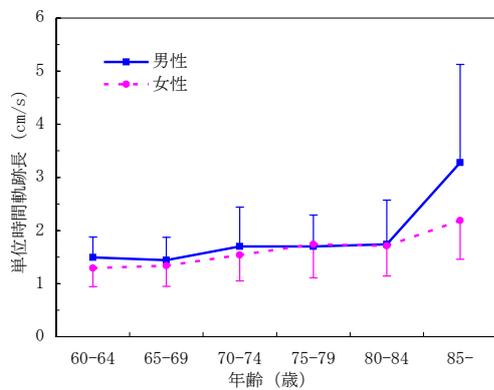


図10. 加齢に伴う単位時間軌跡長 (開眼) の変化

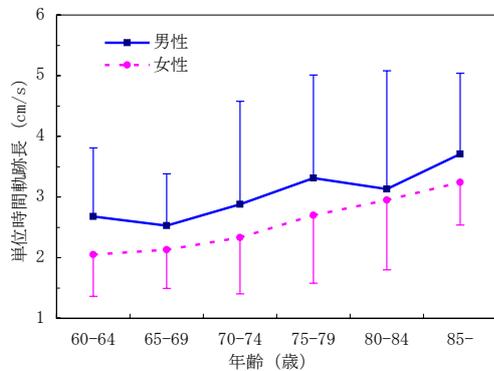


図11. 加齢に伴う単位時間軌跡長 (開眼) の変化

足立ちの低下が著しかった。握力、脚力、ステッピング、閉眼片足立ちは穏やかに低下し、握力は約65%まで低下した。女性(図13)は、最大酸素摂取量を除く全ての項目が加齢に伴い低下した。特に、筋力系の低下が著しく、握力は約55%まで低下し、低下率は男性よりも大きかった。

3.3 体カテスト間の相関係数

男女別の項目間の相関係数を表2に示した。

男性(上段)では、年齢と最も高い相関を示したのは握力で、以下、脚力、身長、体重、ステッ

ピングが0.3以上の値を示し、体脂肪率と最大酸素摂取量以外は有意であった。身長は、体重および握力と中程度の相関を示した。体重はBMIと高い相関を示し、握力、脚力と中程度の相関を示した。BMIは、体脂肪率、脚力と0.3以上の相関を示した。体脂肪率は、最大酸素摂取量と0.3以上の相関を示した。体カテスト間では、握力と脚力、握力とステッピング、脚力とステッピング、開眼と閉眼の単位軌跡長で中程度以上の相関が見られた。

女性(下段)では、年齢と最も高い相関を示したのは握力で、以下、身長、脚力、開眼の単位時間軌跡長、ステッピング、閉眼の単位時間軌跡長、体重が0.3以上の値を示した。身長は、体重、握力、脚力、ステッピングと中程度の相関を示した。体重はBMIと高い相関を示し、体脂肪率、握力、脚力と中程度の相関を示した。BMIは、体脂肪率と中程度の相関を示した。体カテスト間では、握力と脚力、握力とステッピング、脚力とステッピング、開眼と閉眼の単位軌跡長で中程度以上の相関が見られた。

4. 考察

4.1 加齢に伴う体力の変化傾向

70歳以上の日本人の体力データは希少であり、本研究では70歳代の標本数も多く、価値のあるデータといえる。

本研究の結果から、60歳以降は、筋力、柔軟性(男性のみ)、平衡性の加齢に伴う低下が著しく、筋力では、握力よりも脚力の低下が著しいことが示された。60歳までの低下も握力より脚力の方が大きい(東京都立大学体力標準値研究室, 2000)ことから、壮年期以降の脚力の低下が著しいといえる。また、男性よりも女性の方が筋力の低下が著しいことも認められた。これらの結果は、小田・岡本(1989)、衣笠他(1994)、東京都立大学体力標準値研究室(2000)の成績と一致しており、高齢者の体力低下の一般的な傾向と考えられる。このうち筋力の低下は加齢に伴う運動量の減少などによって、筋線維数や筋線維面積が減少して筋断面積が減少したことによると考えられる(Lexell and Downham 1988)。これは、主として速筋線維の選択的萎縮(Larsson et al 1978)に

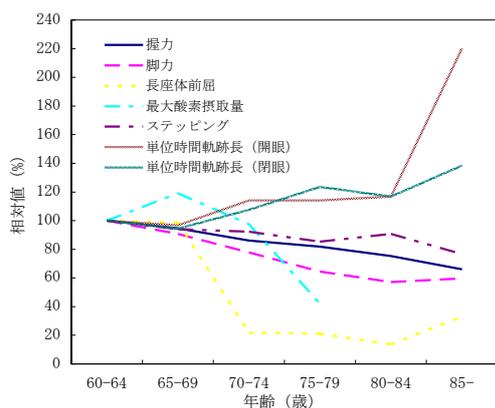


図12. 体力の相対的変化 (男性)

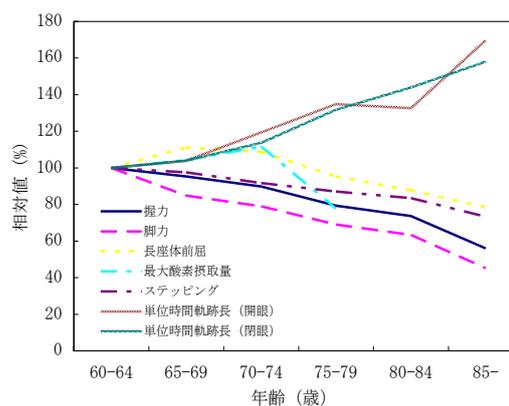


図13. 体力の相対的変化 (女性)

よるところが大きい。また、上肢より下肢の筋力の低下が大きかったことは、Grimby et al (1982) や Jakobsson et al (1990) も報告している。衣笠他 (1994) は、男性の柔軟性は70歳前後まで低下し、その後は同じ水準を維持することを報告しているが、本研究でも再確認された。

平成13年度の文部科学省の体力・運動能力調査と比較すると、身長は男性で4~5cm、女性で3~4cm低く (図1)、体重は男性で2~3 kg、女性で0.5~1.5 kg低く (図2)、握力は男性で4~5 kg、女性で2~3 kg低かった (図5)。身長、体重、握力が劣っていた原因は、老健法に基づいた健診の受診者が対象であったため、事業所の勤務者や農作業が忙しかった者は参加していないことが考えられる。古名他 (1995) は農村地域の高齢者の方が都市部より体格・体力が劣っていると報告しているが、最近の文部科学省の調査では、大・中都市、小都市、町村の高齢者の身長、体重の差はほとんどなく、握力はむしろ町村部がわずかに優れている。したがって、この原因を明らかにするには、N町の環境や生活習慣を調査する必要がある。

なお、本研究は横断的な調査であり、厳密には加齢に伴う体力の変化だけではなく、年代間差も含まれていることに注意する必要がある。

4.2 体力テスト間の相関関係

年齢と相関が最も高かったのは、男女とも握力と脚力であった。この結果は、柴田 (1987)、衣笠他 (1994) の報告と一致する。柴田 (1987)、木村他 (1989) も筋力と関連性の高い垂直跳び、反復横跳びが年齢と高い相関を示したことを報告している。握力と脚力は加齢に伴って直線的に低下

してゆき、他のテストと比較すれば生活習慣など加齢以外の影響を受ける程度が相対的に低く、加齢に伴う老化を反映している体力項目と言える。反対に、柔軟性や平衡性は加齢に伴う低下が顕著であるが個人差が大きく、運動などの生活習慣の関与が高いと考えられる。したがって、異なった視点から両者とも測定評価する意義があると考えられる。

平衡性のテストとして実施した開眼と閉眼の単位時間軌跡長は、男性で0.746、女性で0.670と高い相関関係が認められた。これは、いずれも平衡機能の検査であり、2つの測定が視覚を除けば同じ機能に依存していることによる。これまでの高齢者体力の研究では、平衡性のテストとして開眼あるいは閉眼片足立ちが多用されており、片足立ちが脚筋力や瞬発力に関連があることが報告されてきた (Nagasaki et al 1995a, 花井他 1996, 内山・永田 1996, Daubney and Culham 1999, 笠原他 2001)。しかし、本研究で採用した開眼および閉眼の単位時間軌跡長と脚力を含めた他のテストとの相関係数は、男女とも0.3未満であった。重心動揺の測定は内耳前庭器、脊椎固有反射系、小脳、大脳基底核および視覚の機能を評価する臨床検査法で、脚の負担を軽くして脚力が反映されないように考慮されているため、脚力をはじめ他の体力テストと相関が低かったと考えられる。

長座体前屈と最大酸素摂取量は、他の項目との相関が低く、本研究で採用した項目の中では独自性 (uniqueness) が高く、他のテストでは代替できない。

表2. 測定項目間の相関係数

	年齢	身長	体重	BMI	体脂肪率	握力 (左右平均)	脚力 (左右平均)	長座体前屈	最大酸素摂取量	ステップング	単位時間軌跡長 (開眼)	単位時間軌跡長 (閉眼)
年齢		-0.444 **	-0.344 **	-0.141 **	0.031	-0.638 **	-0.447 **	-0.126 *	-0.126	-0.337 **	0.292 **	0.236 **
身長	-0.555 **		0.532 **	0.009	-0.077	0.546 **	0.221 **	-0.045	-0.087	0.243 **	-0.051	-0.038
体重	-0.301 **	0.512 **		0.849 **	0.279 **	0.460 **	0.399 **	0.004	-0.127	0.155 **	0.015	-0.014
BMI	0.031	-0.060	0.822 **		0.421 **	0.205 **	0.340 **	0.041	-0.094	0.046	0.036	0.001
体脂肪率	0.057	-0.114 **	0.426 **	0.570 **		-0.055	0.103 *	0.040	-0.311 **	0.071	0.029	-0.010
握力 (左右平均)	-0.569 **	0.531 **	0.439 **	0.151 **	-0.052		0.533 **	0.131 *	0.123	0.418 **	-0.228 **	-0.205 **
脚力 (左右平均)	-0.499 **	0.372 **	0.349 **	0.176 **	0.105 *	0.547 **		0.161 *	0.075	0.422 **	-0.129 *	-0.156 *
長座体前屈	-0.013	0.040	0.058	0.031	0.000	0.135 **	0.109 *		0.091	0.075	-0.029	0.005
最大酸素摂取量	-0.043	-0.161	-0.175 *	-0.097	-0.109	0.014	-0.056	0.052		-0.037	-0.015	0.150
ステップング	-0.417 **	0.360 **	0.202 **	0.002	0.042	0.414 **	0.392 **	0.057	0.189 *		-0.157 **	-0.191 **
単位時間軌跡長 (開眼)	0.441 **	-0.160 **	-0.061	0.048	0.050	-0.283 **	-0.250 **	0.031	-0.198 *	-0.201 **		0.746 **
単位時間軌跡長 (閉眼)	0.389 **	-0.089	-0.029	0.043	0.055	-0.193 **	-0.144 **	0.090	-0.141	-0.215 **	0.670 **	

上段：男性，下段：女性，*p<0.05，**p<0.01

4.3 老人保健法に基づいた基本健康診査時に高齢者体力テストを実施する意義について

これまで、加齢に伴い体力が低下することは数多く報告しており、また、本研究では60歳以降も体力の低下が顕著であることが確認された。これらの研究成果を踏まえると、次の3つの視点から高齢者の体力を評価する必要性があると考えられる。

4.3.1 高齢者個人の身体的な健康指標としての体力評価

運動習慣が生活習慣病や寿命と関連があるという報告が数多くされており、「健康日本21」をはじめ国内外の健康施策で運動習慣の確立が重視され、施策の目標および評価指標となっている。運動の結果、向上した体力を把握することにより、生活習慣病の予防効果を把握する指標となる。

4.3.2 高齢者個人の「QOL」の指標としての体力評価

高齢者の身体能力はADLや、老研式活動能力指標で評価されているが、地域に在住する高齢者の約80%がこれを満足し (Nagasaki et al 1996)、後者も40%は満点である (古谷野 他 1993)。しかし、ADLのような低い水準の身体能力を満足しているだけでは、より活動的でQOLの高い生活を送ることは困難である。したがって、より高い身体活動機能、すなわち体力の評価が重要になってくる。実際、代表的なQOL尺度であるSF-36には身体機能に関する項目が10項目含まれている。一方、高齢者では体力とQOLに関連があり (石原 他 2001, 上村・町田 2003)、また、短期間の運動による体力の向上に伴い、主観的健康度、気分、人間関係、生活満足度、主観的幸福度が改善されることが報告されている (筑地 他 1999, 浅井 他

2001a, b)。

4.3.3 地域や国家の「社会的健康」の指標としての体力評価

体力水準が向上して活動的な生活を営む高齢者が増えれば、文化活動が増え、交流も増え、消費も増えるであろうし、医療費は減少すると期待される。このように、高齢者の体力の向上は、社会、経済的、文化的に良い影響をもたらすと考えられる。

このように、高齢者体力は個人および社会的健康の指標となりうる。したがって、これを健康施策に反映させ、地域での保健活動に活かすためには、できるだけ多くの高齢者を対象にして体力テストを実施することが必要である。住民の負担や実施率、経済性、労力、時間等を考慮すると、全国の市町村で実施されている老人保健法に基づいた基本健診時に高齢者の体力テストを実施することが、現時点では最善と考えられる。

4.4 老健法の基本健診に実施できる体力テストの提案

4.4.1 体力テスト項目の選択に際して考慮すべき点

体力テスト項目の選択に際しては、1) 妥当性、2) 信頼性、3) 客観性、4) 実用性に優れた項目を選ぶことが望ましい (松浦 1983)。

高齢者に実施する体力テスト項目を選択する場合には、特に、安全性と被験者の身体および精神的負担等を考慮した実施可能性を重視すべきである。本研究では、エルゴメーターによる最大酸素摂取量は1) 心臓病や高血圧があり医師から測定を禁止される、2) 身長が低くてペダルに足が届かない、3) 自転車に乗った経験がなくうまく漕げない、4) ペダルが重くなり途中で漕げなくなるなどの理由での実施率が極めて低く高齢者に対

して適切ではないことが分かった。脚力、単位時間軌跡長（閉眼）およびステップングも変型性膝関節症や腰痛などの整形外科的障害を有している者には実施できないために実施率が低く、高齢者には適切ではないと考えられる。体脂肪率は体位変換が困難な場合や心臓ペースメーカーを装着しているような特別な場合を除いて実施可能であり実施率の高い項目である。

体力テスト項目としての妥当性としては、老化に伴う運動機能の低下を反映するテスト項目であることが望ましく、年齢と高い相関を示す項目が適切である。しかし、高齢者の体力テストはその時点の体力評価に留まらず、それ以後の生活習慣の改善を前提としているので、運動などの生活習慣を反映する項目でなければならない。この点で、年齢と極端に高い相関を有する項目は、生活習慣に関係なく年齢でほぼ決まってしまう項目なので不適切である（草間・稲垣 2000）。したがって、年齢とは中程度の相関を有する項目が適切であり、男女とも体脂肪率、握力、脚力、ステップング、重心動揺などが測定項目の候補として挙げられる。ステップングは握力や脚力と有意な相関を示しているため、いずれか一方でもよいと考えられる。また、重心動揺は、開眼と閉眼の相関が高く、開眼が年齢とより高い相関を示しているため開眼で実施することで十分であると考えられる。

妥当性という点では、生活習慣病などの健康問題との関連性があることも重要である。先行研究では、中高齢者の脳卒中や糖尿病の有無と握力、歩行速度、片足立ち、指タッピングと関連性（Kinugasa et al 1996）、握力、長座体前屈、体重当りの最大酸素摂取量と生活習慣の関連性（須藤他 1999）、反復横跳び、立位体前屈、上体起こし、垂直跳びと悪性新生物、心臓病、脳卒中死亡率の関連性（柳川・中村 2001）、中高齢者の生活習慣病や整形外科的障害の有無と体重、BMI、体脂肪率、握力、長座体前屈、ステップング、単位時間軌跡長の関連性（Inagaki et al 2001）が報告されている。

さらに、測定結果の評価基準があるか否か、高価で大掛かりな測定機器を必要としないなども考慮する必要がある。

以上の点を総合的に考慮し、高齢者の体力テストとしては健康関連体力であると考えられている

1) 身体組成、2) 筋力、3) 柔軟性、4) 全身持久力および健康関連体力の概念には含まれていないが高齢者の活動的な生活のために重要と考えられる
6) 平衡性、7) 敏捷性に関する項目を測定することが適切であると考えられる。

4.4.2 体力テスト項目と測定法

a) 身体組成としての体脂肪率

BI法は、妥当性（Nakadomo et al 1990, 吉村 他 1997）、信頼性（中塘 他 1991）、客観性（田中 他 1990a）の点で優れており、皮下脂肪厚法と比較しても、信頼性（Garn and Gorman 1979）や客観性（田中 他 1990a）の点では明らかにBI法が優れている。

BI法には、立位両掌間誘導法、立位両足底間誘導法、仰臥位手足間誘導法があるが、立位両足底間誘導法は妥当性（水中体重秤量法との相関）がやや低いことが報告されており（Going et al 1987, Baumgarner et al 1989, 吉村 他 1997, 奥野 他 2000）、仰臥位手足間誘導法は特に高齢者では体位変換に時間と労力を要する。さらに、測定機器の価格なども考慮すると、立位両掌間誘導法による体脂肪率測定が望ましいと考えられる。

b) 筋力としての握力

本研究では、筋力の項目として、握力と脚力の測定を試みたが、高齢者の体力テストとしては背筋力、上腕屈曲力、腹筋力などを用いた研究もある。しかし、これらの測定項目は安全性の視点から高齢者には望ましくない。握力は機器が安価で測定が簡単であり、文部科学省の新体力テストをはじめ、過去に提案された高齢者体力テストおよび体力研究のほとんどで採用されている（岡田 1982, 柴田 1987, 木村 他 1987, 1989, 健康・体力づくり事業財団 1991, 岡本 他 1991, 金 他 1992, 1993, 衣笠 他 1994, 古名 他 1995, 花井 他 1996, 2000, 李 他 1993a, Kinugasa et al 1996, Furuna et al 1998, 重松 他 2000, 南 他 2001）。また、既存の中で最も信頼しうる文部科学省の評価基準もある。

一方、脚力は、実施率が低く、大掛かりな測定機器を必要とし、地域の健康診査で実施するには望ましくない。握力と脚力の相関は高いことが本研究でも明らかにされ、両者の相互代替性も示唆された。したがって、実用性や安全性を重視せざ

るを得ない高齢者の場合、現時点では握力が適切と考えられる。

c) 柔軟性としての長座体前屈

本研究では、柔軟性の項目として、Wells and Dillon (1952) に基づいた長座体前屈を選択した。Werner et al (1992)やMinkler and Patterson (1994) は、腰部柔軟性テストを提案している。文部科学省が新体力テストの中に柔軟性のテストとして長座体前屈を導入したことで、測定機器も標準化され、安価になったことから、柔軟性のテストとしては、文部科学省の新体力テストと同じ長座体前屈を採用することが合理的であると考えられる。

d) 全身持久力

本研究で用いた自転車エルゴメーターによる最大酸素摂取量の測定は、全身持久力の指標であるが、今回の実施率は20%程度であり、後期高齢者ではさらに低い値であった。したがって、エルゴメーターによる方法は適切とは言いがたい。トレッドミルを用いることもあるが、高齢者では転倒する可能性があり、機器も高額である。

フィールドテストには、1マイルウォークテスト、12分間歩行、6分間歩行、1000 m急歩などの歩行テスト、12分間走、6分間走、5分間走などの時間走、1500 m走、1000 m走、800 m走などの距離走、エアロビクトラックテスト、20 mシャトルランテスト、Margariaの方法、ハーバードステップテスト、文部省のステップテストなどの踏台昇降テストなど多数提案されている (山地 1992)。しかし、いずれも安全性や実施場所などの点で問題があり、地域の健康診査でできるような新しい全身持久力の測定・評価方法の開発が必要である。

著者らは地域で実施できるその場足踏みによるテストを提案し (稲垣 他 2003)、現在、実測している。

e) 平衡性

過去の高齢者体力テストではほとんどが片足立ちを取り入れており、基礎データも蓄積されている (木村 他 1989)。高齢者の転倒は片足支持になる時がほとんどである (眞野 1999)。したがって、高齢者の平衡性を評価する場合は、本研究で採用した重心動揺よりも片足時の平衡性を測定すべきであると考えられる。但し、閉眼片足立ちは高齢者の平均値が数秒で (木村 他 1989, 金 他 1997,

重松 他 2000)、個人差を検出しにくいので、老健法の健診のようにフィールドで実施する高齢者の体力テストとしては、開眼片足立ちが適当と考えられる。

一方、高齢者の転倒はつまずきや滑りが半数以上を占めることから (Overstall et al 1977, 芳賀 他 1984)、予期しない外乱が加えられた時に生じたバランスの喪失を補正する能力の欠如により転倒する (永田 1990, 辛 他 1990) ことに着目し、高齢者の加速度外乱 (岡田 他 1998) や急速床傾斜 (藤原 他 1993) による反応も検討されている。しかし、老健法に基づく健診で実施するには、まだ実用性の点で問題があり、刺激装置の簡便化が課題である。

f) 敏捷性

本研究で用いたステップングは、下肢を中心とした敏捷性を測定する方法で、動作も単純であるため、全身的で身体各部の協応性を要する動作や移動を伴うテストが望ましいと考えられる。この意味で、全身反応時間や選択反応時間の測定が考えられるが、これらも機器が高価である。また、今回は電気式の自動測定機を用いたが、電気を用いないカウンターを応用すれば安価になる。

本研究では、技能の習熟の影響の少なくするため、動作の単純な項目を選択した。しかし、生活習慣病ではなく活動的な生活の維持を重視する場合、日常生活に近い動作をテストにするというアプローチも考えられる。欧米ではOsness (1989) は8の字歩行やジュース缶の置き換え、Reubin and Siu (1990) は階段昇降、本の片付け、豆運び、硬貨拾い、上着の着脱、Gerety et al (1993) は椅子を用いた立ち座りを用いている。国内でも、Kim and Tanaka (1995)、Tanaka et al (1995) は8の字歩行とペグ移動、種田 他 (1996) は起立動作、ペグ移動、身辺作業、重松 他 (1999) は8の字歩行や豆運びを採用している。さらに、金 他 (1993) は高齢者の日常生活を観察して動作を洗い出し、これに類似した動作からなる体力テスト項目を採用しているのは注目に値する。このようなテスト項目の利点は、特別な測定機器を必要としない点、高齢者が慣れているので精神的負担がかからない点などであろう。一方で、技能や学習効果が関与しやすい点、複数の能力が関与しているので評価しにくい点、応用例が少ないため健康との関連

についての科学的根拠が少ない点、信頼しうる評価基準が準備されていない点などの課題が残っている。しかし、最も重要なのは体力テストをどのように活用するか、どのような体力を評価したいか、いつどこで実施するかである。本研究のように、住民が高水準の体力を実現して活動的な生活を維持することを目指して地域で実施する場合は、個人の体力変化を継続的に評価するためにも、壮年期のテストと共通した項目が望ましい。この点については、さらに検討が必要であり、新しい測定・評価方法の開発が必要かもしれない。

4.5 高齢者の体力を評価するための基準値の作成の必要性

対象者個人の体力水準を評価する場合、健康教育や運動処方などの介入の効果を評価する場合などには体力の評価基準が必要となる。著者らは、生活習慣病および整形外科的障害発症の確率に基づいた体力評価理論と評価基準をすでに提案した (Inagaki et al 2001)。また、体力の望ましいレベルや臨界レベル (須藤 他 1999)、必要最小値 (武者 他 1998) などを設定することも考えられる。さらに、評価をわかりやすくするため、精神年齢や生物学的年齢と同様に年齢を単位とすることも考えられ、既に体力年齢 (李 他 1993a, 1993b, 1996)、活力年齢 (田中 他 1990b, 1991)、日常生活動作年齢 (Kim and Tanaka 1995) などが提案されている。いずれにしても、体力テストを受けた人々にわかりやすい評価が望まれる。

5. 結論

大分県N町で老健法に基づく健康診査時に体力テストを実施し、その結果を報告するとともに、この経験とデータに基づいて老人保健法に基づいた健康診査時に体力テストを実施する必要性を提言し、その場合の体力テスト項目についても検討した。

a) 筋力、柔軟性 (男性のみ)、平衡性は加齢に伴う低下が著しく、握力よりも脚力の低下が著しい。また、男性よりも女性の方が筋力の低下が著しい。年齢と相関が最も高かったのは、男女とも握力と脚力であった。したがって、相対的に筋力は加齢に伴う老化を反映しており、柔軟性や平衡性は個人差が大きく、運動習慣などの生活習慣の

関与が高いと考えられる。握力と脚力、BMIと体脂肪率の相関は中程度で、高い代替性は認められなかった。

b) 高齢者のQOLを高め、健康寿命を伸ばすためには高水準の体力が必要である。一方、体力は運動実施状況を反映しており、また、疫学的にも生活習慣病などの健康問題との関連性が明らかであり、重要な個人および社会的健康の指標である。したがって、地域における保健指導や健康教育に活かすために、また、国民の健康状態を把握するためにも老人保健法に基づいた健康診査時に体力テストを実施すべきである。

c) 老人保健法に基づいた健康診査時に実施する体力テスト項目としては、握力 (筋力)、長座体前屈 (柔軟性)、開眼片足立ち (平衡性) が適切と考えられ、敏捷性と全身持久力については地域でできる新しい簡易テストや機器、評価法を開発すべきである。

引用文献

浅井英典, 新開省二, 井門恵里子 (2001a). 虚弱高齢者のQOLに対する短期間の定期的な運動指導の有効性. 体育学研究 46, 269-279.

浅井英典, 藤本弘一朗, 大柿哲朗 (2001b). 中高齢女性の体力、主観的幸福度及び抑うつ度の改善に向けたレジスタンストレーニングの有効性について. 日本生理人類学会誌 6, 141-150.

新井忠 (1998). 高齢者の体力テスト (文部省). 臨床スポーツ医学 15, 849-857.

Baumgartner RN, Chumlea WC and Roche AF (1989). Estimation of body composition from segmental impedance. The American Journal of Clinical Nutrition 50, 221-226.

Brozek J, Grande F, Anderson JT and Keys A (1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. Annals of the New York Academy of Science 110, 113-140.

筑地公成, 本山貢, 大藤博美, 森田哲也, 角南良幸, 田中守, 進藤宗洋 (1999). 低強度の有酸素性トレーニングが中年企業労働者の生理的指標と Quality

of Life に及ぼす影響. 産業衛生学雑誌 41, 63-71.

Daubney ME and Culham EG (1999). Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Physical Therapy* 79, 1177-1185.

出村慎一, 中比呂志, 春日晃章, 松沢甚三郎(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. *体育学研究* 41, 115-127.

江川賢一, 荒尾孝, 種田行男, 西島洋子, 永松俊哉, 北畠義典, 神野宏司, 青木和江, 真家英俊(2000). 地域高齢者の生活体力全国版性・年齢階級別評価基準値の作成. *体力科学* 98, 18-29.

藤原勝夫, 外山寛, 浅井仁, 宮口明義, 山科忠彦, 碓井外幸, 国田賢治(1993). 老人の転倒問題に焦点を当てた平衡機能の評価および訓練効果. *体力研究* 83, 124-134.

古名丈人, 長崎浩, 伊東元, 橋詰謙, 衣笠隆, 丸山仁司(1995). 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* 44, 347-356.

Furuna T, Nagasaki H, Nishizawa S, Sugiura M, Okuzumi H, Ito H, Kinugasa T, Hashizume K and Maruyama H (1998). Longitudinal change in the physical performance of older adults in the community. *Journal of the Japanese Physical Therapy Association* 1, 1-5.

Garn SM and Gorman EL (1979). Comparison of pincaliper and teleroentgenogrammetric measurements of subcutaneous fat. *Human Biology* 28, 407-413.

Gerety MB, Mulrow CD, Tuley MR, Hazuda HP, Lichtenstein MJ, Bohannon R, Kanten DN, O'Neil MB and Gorton A (1993). Development and validation of a physical performance instrument for the functionally impaired elderly: the Physical Disability Index (PDI). *Journal of Gerontology* 48, M33-8.

Going SB, Lohnman TG, Wilmore JH, Boileau RA, Van Loan M, Sinning W, Golding L and Carswell C (1987). Segmental versus whole

body bioelectrical impedance measurements for estimation of body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 19, S39.

Grimby G, Danneskiold-Samsoe B, Hvid K and Saltin B (1982). Morphology and enzymatic capacity in arm and leg muscles in 78-81 year old men and women. *Acta Physiologica Scandinavica* 115, 125-134.

芳賀博, 柴田博, 七田恵子, 永井晴美, 須山靖男, 松崎俊久, 旗野脩一(1984). 老人の転倒に関する研究. *日本老年医学会雑誌* 21, 392.

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(1996). 高齢者の体力水準と体力評価基準の作成. *教育医学* 41, 331-341.

花井忠征, 出村慎一, 佐藤進, 南雅樹, 古田善伯(2000). 高齢者の体力と生活習慣の関連. *教育医学* 46, 935-945.

Inagaki A, Sakurai R, Hirai M, Yatsushiro R, Hirano W, Kusama T and Hong YS (2001). Physical fitness assessment based on the risk of adult disease. *Evidence-based Nursing Research: Proceedings of International Nursing Conference*, 135-142.

稲垣敦, 吉武康栄, 桜井礼子, 高波利恵, 八代利香, 品川佳満, 木村厚子, 平野互, 草間朋子(2003). ハイステップングテストの提案: 地域で実施できる中高齢者の全身持久力テストとして. *日本公衆衛生雑誌* 50, 315.

石原一成, 三村達也, 弘原海剛, 西本勝夫, 田中繁宏, 藤本繁夫(2001). 老人保健施設入所女性の ADL と QOL 及び身体機能との関連性. *理学療法科学* 16, 179-185.

Jakobsson F, Borg K and Edstrom L (1990). Fibre-type composition, structure and cytoskeletal protein location of fibres in anterior tibial muscle: Comparison between young adults and physically active aged humans. *Acta Neuropsychiatrica* 80, 459-468.

笠原美千代, 山崎裕司, 青木詩子, 横山仁志, 大森

- 圭貢, 平木幸治(2001). 高齢者における片足立ち時間と膝伸展筋力の関係. 体力科学50, 369-374.
- 健康・体力づくり事業財団(1991). 高齢者の体力測定種目等の研究開発報告書. 平成3年度体力づくり等研究開発事業報告書, 1-41.
- 金禧植, 稲垣敦, 田中喜代次, 芳賀光, 松浦義行(1992). 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8, 1-10.
- 金禧植, 松浦義行, 田中喜代次, 稲垣敦(1993). 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の作成. 体育学研究38, 187-200.
- Kim HS 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.
- 金憲経, 田中喜代次, 重松良祐, 帳美蘭, 上野リンド, 河谷彰子(1997). 高齢女性の日常生活における身体活動能力の日韓比較. 体育学研究42, 233-245.
- 木村みかさ, 新井多聞, 筒井康子, 小島俊昭, 北村孝子, 永田久紀(1987). 高齢者を対象とした体力測定の試み 1: 65歳以上高齢者の体力の現状. 日本公衆衛生雑誌34, 33-40.
- 木村みかさ, 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.
- Kinugasa T, Nagasaki H, Huruna T and Itoh H (1996). Physical performance measurement for characterizing high function older persons. Journal of Aging and Physical Activity 4, 338-348.
- 古谷野互, 橋本迪生, 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—. 日本公衆衛生雑誌40, 468-474.
- 草間朋子, 稲垣敦(2000). 老人保健法に基づく健康診査における体力測定の意義. 厚生指標47, 48-50.
- Larsson L, Sjodin B and Karlsson J (1978). Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age in sedentary males, age 22-66 years. Acta Physiologica Scandinavica 103, 31-39.
- 李美淑, 松浦義行, 田中喜代次(1993a). 中高年男性の体力年齢の評価. 体力科学42, 59-68.
- 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(1993b). 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.
- 李美淑, 田中喜代次, 中塘二三生, 渡辺完児, 竹島伸生, 檜山輝男(1996). 健康評価指標としての健康関連体力の有用性. 日本運動生理学雑誌3, 79-89.
- Lexell J and Downham DY (1988). What determines the muscle cross-sectional area? Journal of the Neurological Sciences 84, 275-294.
- 眞野行生編著(1999). 高齢者の転倒とその対策. 医歯薬出版, 東京.
- 松浦義行(1983). 体力測定法, pp15-59. 朝倉書店, 東京.
- 南雅樹, 出村慎一, 長澤吉則, 多田信彦, 松沢甚三郎(2001). 健康高齢者における体力要素間の関連性: 性差及び年代差. 体力科学50, 571-582.
- Minkler S and Patterson P (1994). The validity of the modified sit-and-reach test in college-age students. Research Quarterly for Exercise and Sport 65, 189-192.
- 武者春樹, 土屋勝彦, 田中裕之, 長谷川輝美, 大森佳貴, 青木詩子, 渡辺敏(1998). 内科系—社会生活を送るためのAT, peak VO₂の必要最小値の提案. 臨床スポーツ医学15, 825-829.
- Nagasaki H, Itoh H and Huruna T (1995a). A

physical fitness model of older adults. *Aging: Clinical and Experimental Research* 7, 392-397.

Nagasaki H, Itoh H and Huruna T (1995b). The structure underlying physical Performance measures for older adults in the community. *Aging: Clinical and Experimental Research* 7, 451-458.

永田久雄(1990). 急加速刺激を加えた場合の立位姿勢の安定性に関する基礎的研究. *人間工学* 26, 173-180.

Nakadomo F, Tanaka K, Hazama T and Maeda K (1990). Validation of body composition assessed by bioelectrical impedance analysis. *Japanese Journal of Applied Physiology* 20, 321-330.

中塘二三生, 田中喜代次, 金玄秀, 渡辺完児, 前田如矢(1991). Bioelectrical impedance analysisによる身体組成推定値の再現性と個人内変動. *臨床スポーツ医学* 8, 57-63.

小田清一, 岡本幹三(1989). 日本人の体力標準値の設定に関する研究. *厚生学* 36, 21-29.

岡田博(1982). 高齢者の健康: その考え方と方策. *日本公衆衛生学雑誌* 29, 193-200.

岡田修一, 高田義弘, 平川和文, 朝見高明(1998). 高齢女性の転倒経験者と未経験者の加速度外乱に対する姿勢保持能力の比較. *体育・スポーツ科学* 7, 23-30.

岡本健次郎, 浜口雅行, 松浦義昌, 坪内伸司, 弘原海剛, 中神勝(1991). 中高齢者の生活様態と健康・体力に関する研究: 「ときわスポーツ教室」参加者から見た. *教育医学* 37, 22-63.

奥野淳, 中塘二三生, 大蔵倫博, 田中喜代次(2000). 簡便法による体脂肪率の推定精度に関する検討: 4種類のBI法および皮下脂肪厚法の比較. *体育学研究* 45, 252-261.

Osness WH (1989). Assessment of physical function among older adults. In Leslie DK (Ed), *Mature stuff: Physical activity for the older adult*, pp93-118. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance, Virginia.

Overstall PW, Exton-Smith AN, Imms FJ and Johnson AK (1977). Fall in elderly related to postural imbalance. *British Medical Journal* 1, 261-264.

Pate RR (1983). A new definition of youth fitness. *Physician Sports Medicine* 11, 77-83.

Reuben DB and Siu AL (1990). An objective measure of physical function of elderly outpatients: The physical performance test. *Journal of the American Geriatrics Society* 38, 1105-1112.

柴田博(1987). 高齢者の体力測定とその評価. *体育の科学* 37, 658-661.

重松良祐, 金憲経, 帳美蘭, 上野リンダ, 田中喜代次(1999). 邦人高齢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. *日本公衆衛生雑誌* 46, 14-24.

重松良祐, 中村容一, 中垣内真樹, 金憲経, 田中喜代次(2000). 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.

辛承憲, 赤松幹之, 林喜男(1990). 加速度外乱に対する重心動揺を用いた高齢者のバランス能力の評価. *バイオメカニズム学会誌* 14, 107-114.

須藤美智子, 三谷陽子, 鈴木政登(1999). 健康関連体力の臨界レベルおよび望ましいレベル: 健康診断結果および日常生活に起因した健康阻害要因に基づく設定. *体力科学* 48, 265-280.

田中喜代次, 稲垣敦, 松浦義行, 中塘二三生, 狭間鋭雄(1990a). 身体組成評価におけるインピーダンス法の妥当性と客観性の検討. *臨床スポーツ医学* 7, 939-945.

田中喜代次, 松浦義行, 中塘二三生, 中村栄太郎(1990b). 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* 35, 121-131.

田中喜代次, 吉村隆喜, 前田如矢, 中塘二三生, 竹島伸生, 浅野勝己, 竹田正樹, 熊崎泰仁, 渡辺寛, 檜山照男(1991). CHD危険因子に基づく健康評価尺度としての成人女性の活力年齢の妥当性. *体育学研究* 35, 121-131.

Tanaka K, Kim HS, Yang JH, Shimamoto H, Kokudo S and Nishijima T (1995). Index of assessing functional status in elderly Japanese men. *Applied Human Science* 14, 65-71.

種田行男, 荒尾孝, 西島洋子, 北畠義典, 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. *日本公衆衛生雑誌* 43, 196-207.

東京都立大学体力標準値研究室(2000). 新・日本人の体力標準値. 不昧堂出版, 東京.

内山靖, 永田晟(1996). 高齢者の健康・体力: 平衡機能. *ヒューマンサイエンス* 4, 49-57.

上村慎一, 町田和彦(2003). 高齢者の体力、活動能力及びストレス反応性と Quality of Life (QOL) の関連性の検討. *日本衛生学雑誌* 58, 369-375.

Wells KF and Dillon EK (1952). The sit and reach, a test of back and leg flexibility. *Research Quarterly* 23, 115-118.

Werner W, Hoeger K and David RH (1992). A comparison of the sit and reach and the modified sit and reach in the measurement of flexibility in women. *Research quarterly for exercise and sport* 63, 191-195.

八木保, 武内ひとみ, 井街悠, 万井正人(1989). 児童より高齢者にわたる体格・筋力等の測定値の分布にみられる身体に加齢変化. *体力科学* 38, 186-196.

山地啓司(1992). 最大酸素摂取量の科学, pp3-54. 杏林書院, 東京.

柳川洋, 中村好一(2001). 体力科学における疫学的研究の意義とその活用. *体力科学* 50, 375-380.

吉村学, 石岡正子, 田中喜代次, 金憲経, 重松良祐, 大蔵倫博, 中塘二三生, 福永哲夫, 田中史子, 梅川常和, 坂根直樹, 吉田俊秀(1997). 両掌間誘導BI (Bioelectrical impedance) 法による体脂肪測定器の開発. *肥満研究* 3, 125-133.



著者連絡先

〒870-1201

大分県大分市大字廻栖野 2944-9

大分県立看護科学大学 健康運動学研究室

稲垣 敦

inagaki@oita-nhs.ac.jp