

原 著

地域在住高齢者の介護予防を目的とした
レジスタンス運動プログラムの開発
—福井県敦賀市の地域支援事業における縦断的運動効果の検証—

柳田 昌彦¹

**Development of the Resistance Exercise Program to Prevent
Disability for Community Dwelling Elderly Persons
— Investigation on the Longitudinal Training Effects of its Program in the
Administrative Services at Tsuruga City in Fukui Prefecture —**

Masahiko Yanagita¹

We developed the resistance exercise program by combining the “Dumbbell exercise” with Fukui prefectural folk song “Icchorai bushi” to prevent disability for community dwelling elderly persons. We named it “Fukui Icchorai Dumbbell Exercise”. To investigate the longitudinal training effects of its program on morphological characteristics, blood composition and physical fitness, twenty six community dwelling elderly persons (seven men and nineteen women) performed “Fukui Icchorai Dumbbell Exercise” with light dumbbells for 10 min/day or more, 3 days/week or more for 3 months in the administrative services at Tsuruga city in Fukui prefecture. After training, there were no significant changes in morphological characteristics and blood composition both men and women. However, in there physical fitness, the performance of timed up and go test was significantly improved both men and women. The 10m walking speed was also significantly fast only in men. In eight women who trained with high frequency, there were significant differences in waist size and timed up and go test after 3 months training. But on the other hand, no differences were observed in eleven women who trained with low frequency. These results suggest that our resistance exercise program may improve waist size and the ability of walking and standing for community dwelling elderly persons.

【Keywords】 resistance exercise, disability, prevention, community, the elderly

【キーワード】 レジスタンス運動, 介護, 予防, 地域, 高齢者

I. 緒 言

日本人の平均寿命は、現在、男性が79.19歳、女性が85.99歳と年々延伸しているが、平成17年国民健康・栄養調査結果（厚生労働省、2007）によると、60・70歳代男性の肥満化が他の世代に比べて近年最も著しく、2人に1人がメタボリックシンドローム及びその予備軍になっている。超高齢社会を迎えた日本においては、高齢者のメタボリックシンドロームや虚弱、

寝たきりの予防・改善が緊急かつ重大な健康課題である。

老化や運動不足による骨格筋の萎縮は、筋力を低下させて骨折や転倒、要介護状態、生活の質の低下を招く（Vandervoort,2002; Wolfson et al.,1995）。また、筋量の減少に伴う基礎代謝量の低下は、脂質・糖質代謝のエネルギー分解力の低下を引き起こし、肥満や糖尿病、高血圧などの生活習慣病の発症に悪影響を及ぼす（Hurley et al.,2000; Tzankoff et al.,1977）。これらのこ

1 同志社大学スポーツ健康科学部（Faculty of Health and Sports Science, Doshisha University）

とから、日本の中高齢者が今後ますます平均寿命や健康寿命を延伸するためには、日常生活の中に運動を取り入れて、筋肉を質・量的に強化させることが大切である。

健康づくり運動にはウォーキング、ジョギングなどの有酸素運動、ウエイトマシンやダンベル、ゴムチューブなどの抵抗負荷を用いるレジスタンス運動などがある。久野(2002)は、高齢者のマスターランナーにおいても速筋線維の選択的萎縮が起きていることから、高齢者の健康増進のための運動として有酸素運動のみを推奨することは筋萎縮抑制の観点からみると不十分であると述べている。そして、筋量の増大や筋力向上のためには、高齢者においてもレジスタンス運動が不可欠であると強調している。

近年、一般の中高齢者でも手軽に安全に取り組める軽レジスタンス運動として「ダンベル体操」や「玄米ニギニギ体操」が普及している。この体操は、我々の研究結果から中高年者の筋力向上の他に、体脂肪や高脂血症などの生活習慣病の危険因子に対する予防・改善効果を併せ持つことが明らかになっている(柳田ほか, 1998,1999,2003)。

ところで、平成18年から介護保険法の一部改正により、新予防給付および地域支援事業が新たに創設され、予防重視型システムへの転換が図られることになった。対象となる高齢者が介護認定者だけでなく、虚弱者(特定高齢者)から元気な高齢者(一般高齢者)まで大幅に枠が広げられ、介護予防を目的としたレジスタンストレーニングの展開に多種多様な対応が求められている。介護認定を受けている高齢者の割合は全体の約2割であり、残り8割の大多数の高齢者に対する運動器機能向上プログラムを推進するためには、手軽で楽しく、かつEBM(evidence based medicine)に基づく集団的な運動メニューや地域で継続的に実践するための組織的環境づくりが必要不可欠である。

先に我々は、地域在住高齢者の介護予防に役立つレジスタンス運動プログラムを開発するために、福井県の伝統的民謡である「イッチョライ節」に合わせて「ダンベル体操」を行う「ふくいイッチョライダンベル体操」を創作し、高齢者が一過性に実施した際の安全性や機能性について検討した。その結果、この体操は筋電図解析によって上肢、体幹、下肢のあらゆる筋肉をバランスよく効率的に動員でき、心拍数、血圧などの循環器系や自律神経系に対して過度な反応を引き起こさず、血中乳酸値も殆ど変化させないことから、高齢者でも安全に疲労を蓄積すること無く取り組める運動であることを明らかにした(柳田ほか, 2007)。

そこで、本研究では「ふくいイッチョライダンベル体操」を地域に在住する一般高齢者に継続的に実践し

てもらい、介護予防に及ぼす効果について形態、血液成分および生活体力を指標として検討した。

なお、本研究は福井県敦賀市の介護予防地域支援事業に介入して行った。

II. 方法

1. 対象者

福井県敦賀市の某老人クラブに在籍する健常な高齢者、男性7名(65~81歳、平均年齢72.1±6.2歳)、女性19名(63~80歳、平均年齢71.4±5.7歳)の計26名であった。

2. トレーニング方法

我々が創作した「ふくいイッチョライダンベル体操」を1回10分以上、週に3回以上、3ヵ月間実施してもらった。週に1回は、敦賀市が主催する介護予防地域支援事業における運動教室で、この体操を約30分間集団で実施してもらい、それ以外は各自の自主性に任せ、実施記録表を毎月提出させて実施状況を把握した。

実施する際には、両手に玄米を詰めた円筒状の布袋(男性が重さ400g/個、女性が重さ250g/個)を物理的負荷として持たせるようにした。

集団指導はトレーニング方法に精通した敦賀市の保健師および地区の福祉委員が行い、個人のトレーニングは各自に踊り方のビデオテープあるいはイッチョライ節の録音テープを配給し、各家庭で実施してもらった。

3. 測定項目及び方法

形態計測、血液検査、体力測定を3ヵ月間のトレーニング期間の前後に行った。

1) 形態計測

身長は身長計(YG200, ヤガミ社製)を用いて0.1cm単位で測定した。体重及び体脂肪率は、体内脂肪計(TBF-305, タニタ社製)を用いて測定した。BMIは体重(kg)を身長(m)の2乗で除すことにより求めた。ウエスト囲は非伸縮性のメジャーを用いて0.1cm単位で測定した。

2) 血液検査

総コレステロール、HDL-コレステロール、中性脂肪、血糖、血色素量、赤血球数、白血球数を測定した。血液検体は12時間以上の絶食後、早朝空腹時に採取した。

3) 体力測定

筋力の指標である「握力」、静的バランス能力の指標である「開眼片足立ち」、動的バランス能力の指標である「ファンクショナルリーチ」、総合的な移動能力の指標である「timed up & go」、歩行能力の指標で

ある「10m歩行速度」、柔軟性の指標である「長座位体前屈」を測定した。

4. 解析方法

形態計測、血液検査および体力測定の結果は、すべて平均値と標準偏差で示した。各項目のトレーニング前後における平均値の有意差検定については、男女とも対応のあるt検定を用い、危険率5%未満を有意水準とした。なお、統計ソフトはSPSS for Windows 12.0Jを用いた。

5. 倫理的配慮

実施にあたり、対象者には本研究の目的や方法、参加の撤回や中断は自由意志であること、事故等の発生や対応に万全の配慮をすること、個人情報管理を徹底することなどを文書と口頭で十分に説明し、協力の承諾が得られた者については同意書に署名をもらった。本研究は、福井県立大学倫理委員会の承認を得て行った。

Ⅲ. 結果

3ヵ月間のトレーニングによる形態における変化については、表1（男性）および表2（女性）に示した。男性のウエスト囲において、実施前に比べて3ヵ月後で平均値が1.4cm低下したが（89.4cm → 88.0cm）、有意差は認められなかった。全対象者の中で、3ヵ月後に最もウエスト囲が低下した者は-9.5cm（84.5cm → 75cm, 81歳男性）で、次いで-9cm（113cm → 104cm, 65歳男性）であった。その他の項目においては、男女ともほとんど変化がみられなかった。

血液成分における変化については、表3（男性）および表4（女性）に示した。男女とも中性脂肪が低下し、総コレステロールとHDL-コレステロールが上昇する傾向が見られたが有意ではなかった。全対象者の中で、3ヵ月後に最も中性脂肪が低下した者は-

表1 男性7名の形態における変化

	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	体脂肪率 (%体重)	ウエスト囲 (cm)
実施前	165.7	66.7	24.0	23.2	89.4
	5.1	17.5	5.3	5.8	12.5
3ヵ月後	165.8	67.0	24.2	24.3	88.0
	5.2	16.8	5.0	6.6	10.4

数値は上段が平均値、下段が標準偏差を示す。BMI: body mass index.

表2 女性19名の形態における変化

	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	体脂肪率 (%体重)	ウエスト囲 (cm)
実施前	151.6	50.1	21.7	29.7	82.6
	6.4	9.2	3.2	5.6	9.3
3ヵ月後	151.6	51.1	22.1	32.3	82.0
	6.3	8.8	3.0	5.5	8.8

数値は上段が平均値、下段が標準偏差を示す。BMI: body mass index.

表3 男性7名の血液成分における変化

	T-cho (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)	中性脂肪 (mg/dl)	グルコース (mg/dl)	赤血球数 (10 ⁴ 個/μl)	血色素量 (g/dl)	白血球数 (個/μl)
実施前	203.7	45.9	153.4	96.9	461.1	13.9	6028.6
	27.0	7.7	90.8	5.4	50.3	1.1	977.6
3ヵ月後	220.9	50.9	141.0	105.1	491.3	14.7	6157.1
	45.6	12.9	74.9	10.9	50.0	1.1	1484.2

数値は上段が平均値、下段が標準偏差を示す。

T-cho: 総コレステロール, HDL-C: HDL-コレステロール

表4 女性19名の血液成分における変化

	T-cho (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)	中性脂肪 (mg/dl)	グルコース (mg/dl)	赤血球数 (10^4 個/ μ l)	血色素量 (g/dl)	白血球数 (個/ μ l)
実施前	209.5	59.2	113.0	94.9	415.4	12.9	5652.6
	26.1	13.6	57.4	11.5	30.2	0.9	1536.4
3ヵ月後	227.2	65.8	105.5	100.0	440.1	13.5	5884.2
	28.4	14.1	67.1	15.9	32.4	0.9	1651.7

数値は上段が平均値, 下段が標準偏差を示す.

T-cho: 総コレステロール, HDL-C: HDL-コレステロール

表5 男性7名の体力における変化

	握力 (kg)	開眼片足立ち (秒)	長座位体前屈 (cm)	TUG (秒)	10m 歩行速度 (秒)	FRT (cm)
実施前	33.7	39.6	27.6	5.9	5.1	36.2
	5.6	30.7	10.0	0.8	0.7	4.0
3ヵ月後	36.1	39.3	32.1	5.2**	4.7*	33.7
	6.2	33.7	9.8	0.7	0.6	5.8

数値は上段が平均値, 下段が標準偏差を示す. TUG: timed up and go test, FRT: functional reach test., * : p<0.05, ** : p<0.01

表6 女性19名の体力における変化

	握力 (kg)	開眼片足立ち (秒)	長座位体前屈 (cm)	TUG (秒)	10m 歩行速度 (秒)	FRT (cm)
実施前	21.9	45.9	31.5	6.1	5.7	30.5
	4.7	57.1	8.3	0.8	0.8	5.0
3ヵ月後	22.9	62.0	40.4	5.6**	5.7	32.0
	4.5	58.1	7.6	0.8	0.7	6.1

数値は上段が平均値, 下段が標準偏差を示す. TUG: timed up and go test, FRT: functional reach test., ** : p<0.01

表7 トレーニング頻度別にみた女性の形態における変化

群(頻度別)		身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	体脂肪率 (%体重)	ウエスト圍 (cm)
低頻度群 (11名)	実施前	150.3	46.6	20.5	27.8	79.4
	3ヵ月後	150.3	47.6	21.0	30.7	80.0
	変化量	0.0	1.1	0.5	2.9	0.7
高頻度群 (8名)	実施前	153.4	55.0	23.4	32.3	87.1
	3ヵ月後	153.5	55.8	23.7	34.4	84.7
	変化量	0.1	0.8	0.3	2.1	-2.4**

実施前および3ヵ月後の数値は平均値を示す. BMI: body mass index.. ** : p<0.01

表8 トレーニング頻度別にみた女性の血液成分における変化

群(頻度別)		T-cho (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)	中性脂肪 (mg/dl)	グルコース (mg/dl)	赤血球数 (10 ⁴ 個/ μ l)	血色素量 (g/dl)	白血球数 (個/ μ l)
低頻度群 (11名)	実施前	209.2	59.4	131.5	98.3	414.3	12.8	5509.1
	3ヵ月後	226.1	65.6	122.8	102.6	438.5	13.5	5681.8
	変化量	16.9	6.3	-8.6	4.4	24.2	0.7	172.7
高頻度群 (8名)	実施前	209.9	59.0	87.6	90.3	417.0	12.9	5850.0
	3ヵ月後	228.8	66.0	81.8	96.4	442.1	13.5	6162.5
	変化量	18.9	7.0	-5.9	6.1	25.1	0.6	312.5

実施前および3ヵ月後の数値は平均値を示す。T-cho:総コレステロール, HDL-C:HDL-コレステロール

表9 トレーニング頻度別にみた女性の体力における変化

群(頻度別)		握力 (kg)	開眼片足立ち (秒)	長座位体前屈 (cm)	TUG (秒)	10m歩行速度 (秒)	FRT (cm)
低頻度群 (11名)	実施前	20.9	36.1	30.1	6.2	5.9	28.7
	3ヵ月後	22.0	54.6	38.4	5.9	5.9	29.9
	変化量	1.1	18.6	8.2	-0.3	0.0	1.1
高頻度群 (8名)	実施前	23.3	59.4	33.4	5.8	5.4	32.9
	3ヵ月後	24.2	72.0	43.3	5.2	5.4	34.9
	変化量	0.9	12.6	9.9	-0.6**	0.0	2.1

実施前および3ヵ月後の数値は平均値を示す。TUG:timed up and go test, FRT:functional reach test. **: p<0.01

109mg/dl (171mg/dl → 62mg/dl, 65歳女性)で、次いで-54mg/dl (338mg/dl → 284mg/dl, 71歳男性)であった。その他の項目においても有意差は認められなかった。

体力における変化については、表5(男性)および表6(女性)に示した。男女ともtimed up & goの遂行時間が有意に短縮された(p<0.01)。全対象者の中で、3ヵ月後に最もtimed up & goの時間が短縮された者は-1.3秒(8.0秒→6.7秒, 80歳女性)で、次いで-1.0秒(6.3秒→5.3秒, 70歳女性)であった。また、男性の10m歩行速度においても有意差が認められた(p<0.05)。

女性対象者19名をトレーニング頻度別に高頻度群(3ヵ月間の総運動時間が630分以上の者, 8名)と低頻度群(総運動時間が450分未満の者, 11名)に分けてそれぞれの指標の変化を検討した結果を表7(形態)、表8(血液成分)、表9(体力)に示した。低頻度群に比べて高頻度群においてウエスト囲が有意に低下し(p<0.01)、timed up & goも有意に時間が短縮された(p<0.01)。

IV. 考察

軽重量の玄米ダンベルを両手に持って実施する「ふ

くいイッチョライダンベル体操」を健常な地域在住高齢者に3ヵ月間定期的にトレーニングしてもらった結果、男女とも起居能力や移動能力の指標であるtimed up & goが顕著に向上し、男性においては10m歩行速度も有意に速くなった。

近年、地域の在宅高齢者を対象として、筋力トレーニングを取り入れた介護予防事業が様々な地域で展開されており、それらの成果としてtimed up & goや10m歩行速度の改善効果が数多く報告されている(大淵, 2002; 辻, 2004; 大澤ほか, 2007)。また、Latham et al. (2004)による高齢者に対する漸増的抵抗性筋力トレーニング(progressive resistance strength training: PRT)に関するメタアナリシスの結果においても、椅子からの起立・着席のパフォーマンスが有意に改善し、歩行速度が有意に速くなっていた。我々が創作した「ふくいイッチョライダンベル体操」も地域在住高齢者が約3ヵ月間定期的に継続することによって、マシンや自重を用いた筋力トレーニングと同様な効果を導き出せることが明らかになった。

以前、我々は「ふくいイッチョライダンベル体操」が中高年者の生体に及ぼす負担度について、心拍数、血圧、自律神経系活動、血中乳酸、主観的運動強度などの指標を用いて検討した結果、この体操は10分間程度の実施ならば過度な生理学的反応を引き起こさ

ず、強度としては低～中強度に該当する運動であると推察された(柳田ほか, 2007)。

筋力トレーニングの強度と高齢者の筋力向上や筋肥大に及ぼす効果との関連性について検討した先行研究を眺めてみると、多くの研究が高強度のトレーニング負荷ほどそれらの効果が大きくなることを明らかにしている(Frontera et al.,1988; Fiatarone et al.,1994; Hunter et al.,1999; Hagerman et al.,2000; Binder et al.,2005)。しかし、高齢者においては、高血圧や関節痛など何らかの健康問題を抱えている者が多く、高強度の負荷でトレーニングさせる場合には、専門的な設備や指導者が配置されている施設でなければ実施できない。一般の高齢者にとっては、地域や家庭で手軽に、安全に、安価でできることが求められる。

近年、低強度のトレーニング負荷でも高齢者の下肢筋力を有意に増加させることを明らかにした知見が増えてきている(Hortobagyi et al.,2001; Vincent et al.,2002; Seynnes et al.,2004)。また、高齢者が低強度もしくは中強度の身体活動へ参加することは、高強度のものよりも継続しやすく(Pollock, 1988)、低強度でも長期間継続している者は生活自立度が高いことが報告されている(Spirduso and Cronin, 2001)。我々が創作した「ふくいイッチョライダンベル体操」は、低強度から中強度に該当する運動であるが、実施頻度や期間を考慮して実施すれば、高齢者の筋力や生活自立度の向上に効果を発揮することが可能であり、長期間の継続も期待できる。

浅川ほか(1997)は、高齢女性を対象として起居移動動作と脚筋力との関係を検討し、大腿の筋力だけでなく、下腿の筋力とも正の相関が見られたと報告している。「ふくいイッチョライダンベル体操」は、踏み込み動作や腿上げから蹴り出す動作の他に、爪先立ちの動作が随所に取り入れられており、筋電図解析によって大腿筋群はもちろん、腓腹筋や長腓骨筋などの下腿の筋肉も頻繁に動員されることが明らかになっている(柳田ほか, 2007)。本研究において、*timed up & go*の成績が顕著に向上した理由として、大腿および下腿の筋力が強化されたからではないかと推察される。

Wolfson et al. (1995)は、80歳代の介護施設入所者を対象として、転倒経験の有無別に下肢筋力、歩行速度、歩幅、バランス能力などを比較検討したところ、転倒経験者は無経験者に比べて下肢筋力が半減しており(膝よりも足首の伸展・屈曲筋力においてその差が顕著)、歩行速度や歩幅においてもそれぞれ55%、65%の低下が見られ、バランス能力も著しく低下していたと報告している。久野ほか(2004)は、高齢者になっても生活機能を維持・増進するためには、それ

と密接な関係にある歩行能力を低下させないことが大切であると述べている。Posner et al. (1995)は、歩行や日常生活機能に深く関連する下肢筋群として、腓腹筋とヒラメ筋を上げている。「ふくいイッチョライダンベル体操」は、下肢の骨格筋の内、特に腓腹筋や長腓骨筋などの足関節の屈曲・伸展に寄与する筋肉を頻繁に動員し、本研究結果から継続的な実践が歩行能力を改善させることから、高齢者の転倒予防や生活機能の維持・向上に寄与する可能性が考えられる。

本研究における女性対象者をトレーニング頻度別に高頻度群と低頻度群に分けて各指標の変化を検討した結果、低頻度群に比べて高頻度群でウエスト囲が有意に低下した。

以前、我々は地域における健康増進事業の中で、中高年者に軽量のダンベルを用いたレジスタンストレーニングを3カ月～半年間実施させ、体脂肪、ウエスト囲、総コレステロール、中性脂肪などが顕著に改善することを明らかにした(柳田ほか, 1998, 1999, 2003)。

骨格筋は安静時代謝や活動代謝によるエネルギー消費の主要な器官であり、加齢に伴う骨格筋量の減少により安静時代謝が低下することが明らかになっている(Keys et al.,1973; Tzankoff and Norris, 1978; Klausen et al.,1997)。しかし、比較的高強度のレジスタンストレーニングは、高齢者の除脂肪組織重量を増加させ、筋力と共に安静時代謝量を有意に増加させることが報告されている(Campbell et al.,1994; Pratley et al.,1994; Hunter et al.,2000)。Ades et al. (2005)は、筋力の変化量と総エネルギー消費量の変化量との間に有意な正の相関関係を認めている。また、Hunter et al. (2000)は、呼吸商の変化から脂質代謝が亢進する可能性を示唆している。したがって、本研究における女性高頻度群のウエスト囲の低下は、「ふくいイッチョライダンベル体操」を高頻度で実施したことによって骨格筋のエネルギー代謝が亢進され、内臓脂肪が効率的に減少したためではないかと考えられる。

本研究の限界は、対象者数が限られていることと、地域の介護予防事業に介入したためにコントロール群を設けられなかったことである。今後は対象者数を増加させ、無作為化比較対照研究によるコントロール群との厳密な比較、および長期的なフォローアップ調査から、より効果的な介護予防プログラムの構築と検証を進めて行くつもりである。

V. 要約

我々は、地域在住高齢者の介護予防を目的としたレジスタンストレーニングプログラムを開発するため

に、「ダンベル体操」と福井県の伝統的民謡である「イッチョライ節」を組み合わせた「ふくいイッチョライダンベル体操」を創作した。

本研究では、この体操が地域在住高齢者の形態、血液成分および生活体力に及ぼす縦断的トレーニング効果を検証するために、福井県敦賀市の介護予防地域支援事業に介入し、26名の健常高齢者（男性7名、女性19名）にこの体操を1日10分以上、週3回以上、3ヵ月間実施してもらった。

その結果、男女とも形態および血液成分には有意な変化が認められなかったが、体力指標の中の *timed up & go* において男女とも遂行時間に有意な短縮が見られた。また、男性の10m歩行速度においても有意差が認められた。

女性対象者をトレーニング頻度別に高頻度群（8名）と低頻度群（11名）に分けてそれぞれの指標の変化を検討した結果、高頻度群においてウエスト囲および *timed up & go* で有意差が認められたが、低頻度群では全ての指標において変化が見られなかった。

以上の結果から、我々が開発したレジスタンストレーニングプログラムは、地域在住高齢者のウエスト囲および歩行・起居能力を改善する可能性が示唆された。

参考文献

Ades, P.A., Savage, P.D., Brochu, M., Tischler, M.D., Lee, N.M. and Poehlman, E.T.: Resistance training increases total daily energy expenditure in disabled older women with coronary heart disease. *J. Appl. Physiol.*, 98, 1280-1285, 2005.

浅川康吉: 高齢者における下肢筋力と起居。移動動作能力の関連性。理学療法科学, 24, 248-253, 1997.

Binder, E.F., Yarasheski, K.E., Steger-May, K., Sinacore, D.R., Brown, M., Schechtman, K.B. and Holloszy, J.O.: Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: Results of a randomized, controlled trial. *J. Gerontol. Med. Sci.*, 60A, 1425-1431, 2005.

Campbell, W.W., Crim, M.C., Young, V.R. and Evans, W.J.: Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 60, 167-175, 1994.

Fiatarone, M.A., O'neill, E.F., Doyle, R.N., Clements, K.M., Solares, G.R., Nelson, M.E., Roberts, S.B., Kehayias, J.J., Lipsitz, L.A. and Evans, W.J.: Exercise training and supplementation for physical frailty in very elderly people. *N. Engl. J. Med.*, 330, 1769-1775, 1994.

Frontera, W.R., Meredith, C.N., O'Reilly, K.P., Knuttgen, H.G. and Evans, W.J.: Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J. Appl. Physiol.*, 64, 1038-1044, 1988.

Hagerman, R.C., Walsh, S.J., Staron, R.S., Hikida, R.S.,

Gilders, R.M., Murray, T.F., Toma, K. and Ragg, K.E.: Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J. Gerontol. Biol. Sci.*, 55, B336-B346, 2000.

Hortobagyi, T., Tunnel, D., Moody, J., Beam, S. and DeVita, P.: Low- or high-intensity strength training partially restores impaired quadriceps force accuracy and steadiness in aged adults. *J. Gerontol. Biol. Sci.*, 56, B38-B47, 2001.

Hunter, S.K., Thompson, M.W., Ruell, P.A., Harmer, A.R., Thom, J.M., Gwinn, T.H. and Adams, R.D.: Human skeletal sarcoplasmic reticulum Ca^{2+} uptake and muscle function with aging and strength training. *J. Appl. Physiol.*, 86, 1858-1865, 1999.

Hunter, G.R., Wetzstein, C.J., Fields, D.A., Brown, A. and Bamman, M.M.: Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J. Appl. Physiol.*, 89, 977-984, 2000.

Hurley, B. and Roth, S.: Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med.*, 30, 249-268, 2000.

Keys, A., Taylor, H.L. and Grande, F.: Basal metabolism and age of adult men. *Metabolism*, 22, 579-587, 1973.

Klausen, B., Toubro, S. and Astrup, A.: Age and sex effects on energy expenditure. *Am. J. Clin. Nutr.*, 65, 895-907, 1997.

厚生労働省: 平成17年国民健康・栄養調査結果. 2007.

久野譜也: 高齢者の筋力トレーニング. 体育の科学, 52 (8), 617-625, 2002.

久野譜也, 坂戸洋子: 高齢者になぜ筋力トレーニングが必要. 体育の科学, 54 (9), 712-719, 2004.

Latham, N.K., Bennett, D.A., Stretton, C.M. and Anderson, C.S.: Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, 59, 48-61, 2004.

大淵修一: 地域・虚弱高齢者を対象とした包括的高齢者運動トレーニング (Comprehensive Geriatric Training, CGT) の効果. 総合ケア, 121-136, 2002.

大澤諭樹彦, 初山日出樹, 石川隆志, 津軽谷恵, 野呂佳子: 在宅高齢者の身体機能向上と行動変容を促す体力づくりプログラムの検討—ホームエクササイズの継続を促すアプローチ—. *PTジャーナル*, 41 (1), 55-59, 2007.

Pollock, M.L.: Prescribing exercise for fitness and adherence. In R.K. Dishman (Ed.), *Exercise adherence. Human Kinetics Publishers, Champaign IL*, 259-277, 1988.

Posner, J.D., McCully, K.K. and Landsberg, L.A.: Physical determinants of independence in mature women. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 76, 373-380, 1995.

Pratley, R., Nicklas, B., Rubin, M., Miller, J., Smith, A., Hurley, B. and Goldberg, A.: Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J. Appl. Physiol.*, 76, 133-137, 1994.

Seynnes, O., Fiatarone, M.A., Hue, O., Pras, P., Legros, P. and Bernard, P.L.: Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J. Gerontol. Med. Sci.*, 59A, 503-509,

2004.
辻一郎：「高齢者筋力向上トレーニング事業」を十分に活用するためのポイントは？. 保健師ジャーナル, 60 (1), 8-11, 2004.
- Tzankoff,S.P. and Norris,A.H.: Effect of muscle mass decrease on age-related BMR changes. *J.Appl.Physiol.*, 43, 1001-1006, 1977.
- Spirduso,W.W. and Cronin,D.L.: Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33, S598-608, 2001.
- Tzankoff,S.P. and Norris,A.H.: Effect of muscle mass decrease on age-related BMR changes. *J.Appl.Physiol.*,45, 536-539, 1978.
- Vandervoort,A.A.: Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*, 25, 17-25,2002.
- Vincent,K.R., Braith,R.W. and Feldman,R.A.: Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J.Am.Geriatr. Soc.*, 50, 1100-1107, 2002.
- Wolfson,L., Judge,J., Whipple,R. and King,M.: Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J. Gerontol.*, 50, 64-67, 1995.
- 柳田昌彦, 佐竹正子, 飯沢とよ, 芳賀敦子：山形県白鷹町におけるダンベル体操を取り入れた健康増進事業 中年肥満者の体脂肪量, 除脂肪量, 血中脂質における検討. *日本公衆衛生雑誌*, 45 (3), 279-285,1998.
- 柳田昌彦, 鈴木正成：運動が肥満者に及ぼす体脂肪減量効果における個人差と肥満遺伝子との関連. *小野スポーツ科学*, 7, 103-111, 1999.
- 柳田昌彦, 富永真琴：山形県尾花沢市の健康増進事業における運動指導が生活習慣病ハイリスク者の形態, 血液成分および行動体力に及ぼす効果. *山形県立米沢女子短期大学紀要*, 38, 7-13, 2003.
- 柳田昌彦, 交野好子：福井県における楽しい集団的介護予防体操「ふくいイッチョライダンベル体操」の創作. *北陸公衆衛生学会誌*, 33, 2, 60-69, 2007.