

高齢者における筋力トレーニングの効果 —K 介護老人保健施設での事例による検討—

小國 隆男 橋本 実

キーワード：高齢者，筋力トレーニング，QOL

Effect of resistance training on muscular strength
and quality of life in the elderly: A case study

Takao Oguni and Minoru Hashimoto

Abstract

Several researchers had suggested that muscles around foot joints were one factor related with walking in the elderly and that resistance training of those muscles was effective measure for improving walking ability of them. This study was done with two aims: (1) examining the effectiveness of resistance training of muscles around foot joints, and (2) proving its contribution to the improvement of walking, activity level in daily living and quality of life.

The study consisted of two parts: making a strength test device with 10kg spring scale and examining its practicality and examining the effect of resistance training on muscular strength of the elderly. In the former, 30 subjects, ages ranged from 19~65 for males and 18~51 for females, pursued plantar-flexion and dorci-flexion consecutively twice on each side. These results were statistically analyzed, and found that the device was reliable at least for plantar-flexion. In the latter, 4 subjects were selected from 393 elderly persons registered at a day care center: two (a female: 70yrs and a male: 72yrs) of which were experimental and the other two (females: 76 and 79 yrs) were controlled. The experimental did training on muscles around foot joints at each time they visited the center for 3 months.

From the latter part of the study, it was concluded that the resistance training administered in this study was proved to be effective for elderly people in their walking ability and also on daily activity level and quality of life.

Key words: resistance training, elderly people, walking, measurement, quality of life

I.はじめに

世界に類を見ない速度で高齢社会になった我が国に於いて、今後予想される事に虚弱老人や障害を持った高齢者の増加、また体力低下が日常生活動作（Activity of Daily Living : ADL）につながり生きる目標・楽しみを失った高齢者の増加がある。一般に加齢に伴い、あたかもすべての高齢者が身体介護を必要とするように認識されているが、かならずしもそうではない。高齢者の 75%は介護を必要としない層であって、残りの 25%が要援護・要介護の老人であり、うち 4/5 は要援護、1/5 は障害を持つ老人で施設入所者である（久野、2002）。少子高齢化が進む中で、要介護高齢者の数をふやさないことが社会的に重要な課題になりつつあることは、多くの識者が指摘するところである（石井、2001）。

加齢は、筋肉や神経など身体を構成する諸器官の機能低下を引き起こす。また、適切な身体運動がなければ筋・骨格系、呼吸循環系、神経系などの器官・組織は退化する。一般に加齢に伴い身体運動は減少する傾向にあるので、身体の各器官や組織は、加齢による変化に運動不足の影響が加わり、加速度的にその機能を低下させることになる。筋機能の低下は、姿勢の悪化、腰痛、骨粗鬆症などの各疾患を誘発し、寝たきり老人などの現象を引き起こす。このことは、高齢者にとって健康的な日常生活を送るために、身体運動の実施が必要不可欠であることを意味する（福永、1999）。

高齢者の自立不能の主要因としては、さまざまな内科的疾患、神経機能の低下、大腿骨基部骨折、筋機能の低下などがあげられる。筋機能は他の器官の維持・増進にとっても重要となる運動（日常レベルの活動を含む）の基盤をなすものであり、その機能を維持・増進することで自立不能を回避できるものと考えられる。それゆえ、高齢者が健康で活動的な生活を送るための方策を立てることは、緊急かつ重要な研究テーマであろう。そのためには、筋骨格系機能の加齢変化を詳細に分析するとともに、高齢者に対する身体運動の影響を明らかにする事が重要である（石井、2001）。加齢に伴い著しい萎縮や機能低下を示す筋は、頸部筋群、僧帽筋下部、広背筋、腹筋群、膝伸筋群、臀筋群とされている。これらはいずれも、重力に抗して姿勢を維持する抗重量筋としてはたらくため、健康で活動的な日常生活をおくるためにもきわめて重要な筋群である。なかでも、膝伸筋群では、30 歳から 70 歳の間に力学的パワー発揮が約 50% 低下し、筋繊維の割合も約 30% の低下を示すとされている。したがって、加齢に伴う膝伸筋の機能低下が、転倒や自立不能の大きな要因になると考えられる（石井、2001）。

足関節筋群は、上記の筋群と比べ抗重力筋として注目されてはいないが、その他の下肢筋と協調し、姿勢保持、動作変換を始め、身体活動に重要な働きを担っている（池田

ら、2002）。現在、股・膝関節筋力については、筋力と歩行、あるいは筋力と活動レベルなどとの関連について多くの報告がある。しかしながら、足関節に関しては研究が少なく、足関節と筋力・歩行などとの関係についていまだ不明な点が多い。また、臨床の場面においても、下肢筋力訓練を行うに当たって足関節への注目が他関節に比較して低く、事実、足関節底背屈筋力（以下、足関節筋力）に対する筋力増強を主目的とするような訓練はほとんど行われていない。

足関節筋力と歩行レベルとの関係について、池田ら（2002）は、足関節訓練装置（安川電機製）を用いて測定した足関節の底・背屈筋の筋力と歩行レベルとの関連について検討した。彼らは、老人保健施設に入所、あるいはデイケアを利用している、麻痺症状のない女性高齢者 26 名（平均年齢 82.5 歳）を対象に、その日常移動レベル別に車椅子群、歩行補助具群、独歩群の 3 群に分類し、各群の足関節筋力を比較した。その結果、足関節筋力においても膝関節等尺性伸展筋力と同様に、歩行レベルによる群間差が認められた。すなわち、足関節背屈筋力では車椅子群が他の 2 群と比較してピークトルク体重比が低い傾向を示し、また底屈筋力では、独歩群が他の 2 群と比べてピークトルク体重比が高い傾向を示した。歩行には平衡機能など筋力以外の因子が複雑に関与しているけれども、彼らの研究結果は、足関節筋力も歩行能力に関与する要因の一つであり、足関節筋力トレーニングが高齢者の歩行能力を高める上で有効な手段となりうることを示唆している。

上記の知見をふまえ、本研究は、①高齢者における足関節筋力トレーニングが足関節筋力の増強に有効か、また、②筋力トレーニングが歩行レベルの改善、ならびに日常生活での活動水準や生活の充実度の向上をもたらすかを検討することを主たる目的とする。

この研究において、足関節筋力をどのように測定するかが問題であった。池田らの研究では前述のように安川電機製の足関節訓練装置が用いられた。また、山本ら（2001）や石川ら（2001）は足関節筋力を測定するためにストレインゲージを利用した特別に製作した機器を用いた。当麻らの研究（2000）では Hand-HeId Dynamometer を使用している。これらの他にも、足関節筋力を測定可能な機器として BIDEX system 3（米国バイオテック社製）がある。しかしながら、これらの機器は、一般に大型で、しかも高価な装置である。本研究ではこのような機器が利用出来ず、また、臨床の場での筋力トレーニングの効果判定には、筋力の相対的な変化をとらえることで十分であると考え、バネ秤（10kg）を利用した簡易筋力測定装置を自作し、これを用いて足関節筋群の筋力測定を行うこととした。

II. 研究 1 バネ秤 10kg を利用した、筋力測定装置の作成 と実用性の検討

【目的】

本研究では、足関節筋力の測定にバネ秤を利用した自製の装置を使用した。そこで研究 1 は、この装置の実用性について検討することを目的に行われた。

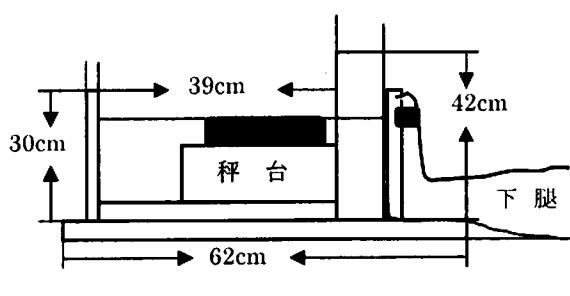
【方法】

1. 対象

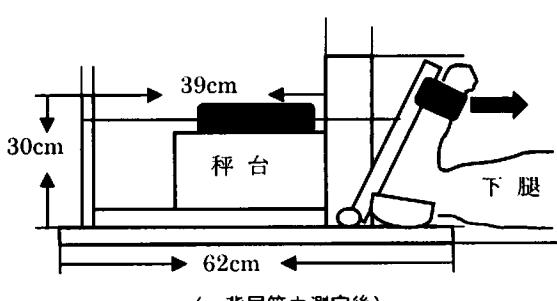
研究対象は、K 介護老人保健施設のデイ・ケアセンター『たのしい家』の職員 22 名(男 13 : 女 9 名)、および仙台大学陸上競技部の学生 8 名(男 4 名 : 女 4 名)の計 30 名である。年齢は、男子 19~65 歳(平均 34.3 歳)、女子 18~51 歳(平均 28.9 歳)であり、身体的に特別な支障がなく健康な人たちである。なお、全ての対象者に本研究の目的を説明し、参加の同意を得ている。

2. 装置

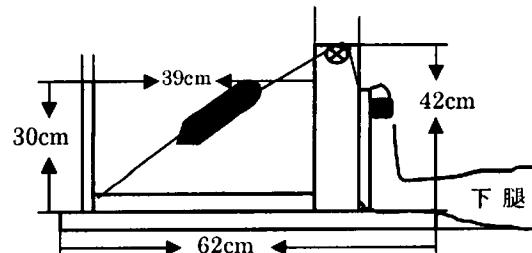
図 1 に、簡易筋力測定装置を示した。装置は 2cm 厚の合成板による木製で、その寸法は図に示す通りである。足を固定する足台(長さ 26.5cm × 幅 9cm × 厚さ 1.6cm)の一端は装置のフレームの床に蝶番で取り付けられ、他端(可動端)は足関節の動きに応じて移動する。バネ秤(TOKYO・KAMOSHITA 製 10kg)の固定端は装置の後壁に、また、測定端は足台の可動端に、2.0 mm ステンワイヤーロープで直に連結されるが(図 1-a)，底屈筋力測定時にはこの間に滑車を介在させる(図 1-b)。



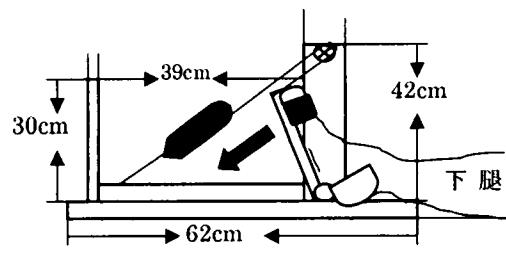
(a) 背屈筋力測定



(a) 背屈筋力測定後



(b) 底屈筋力測定



(b) 底屈筋力測定後

図 1 足関節簡易筋力測定装置

3. 手続き

測定肢位は股関節 90 度屈曲位の座位で底屈筋群測定時は足関節 90 度、背屈筋群測定時は足関節 90 度底屈位とした。足関節をバンドで固定し、上肢は腹部の前で組ませた。測定は 1 回の練習試行後、連続して 2 回行い、第 2 試行目の値を各筋力測定値とした。各試行間隔は 2 分、また筋収縮時間は 2 秒間とした。測定順序は右足関節背屈→左足関節背屈→右足関節底屈→左足関節底屈である。

4. 統計処理

統計分析には統計パッケージソフト SPSS11.5 を用いた。

【結果と考察】

1) 全被験者の性別と筋力

表 1 は、全被験者 30 名の足関節筋力の測定値を、筋力別・男女別に示している。この表に見るように、背屈筋力は男性が女性よりも若干高い値を示しているが、底屈筋力にはほとんど差が見られない。筋力の測定にストレインゲージを利用した装置を用いて足関節筋力を測定した山本ら(2001)の研究では、背屈・底屈両筋力共に男性が女性より高いとの結果を得ているが、今回の研究結果からは、全ての足関節筋力において統計的に有意な性差は認められなかった。計測機器(ストレインゲージ対バネ)の違いと研究対象者数(128 対 30)の違いが、この 2 つの研究結果の差に関係していると考えられる。

バネ秤を利用した本装置の測定では、足関節筋力に性差が認められなかったことから、以後の分析は性差を考慮せずにを行うこととする。

表 1. 男女別足関節筋力(平均±標準偏差(kg))

性別		男(n=17)	女(n=13)
背屈	右	5.0±2.21	4.2±1.77
	左	4.9±2.02	4.1±1.66
底屈	右	6.0±1.93	6.4±2.14
	左	6.8±2.10	6.8±2.60

2) 年齢と筋力

対象者を年齢に基づき、「19歳まで」(n=7)、「20~39歳」(n=10)、「40歳以上」(n=13)の3つの年代別カテゴリーに分類し、各年代の筋力を比較した。その結果、底屈筋力の値は、予想したように年代が若いほど高いが、背屈筋力はそれとは逆に、年代が若いほど低い値を示していた。Spearmanの順位相関係数を用いた検定は、底屈筋力との間に中等度の負の相関関係が、また、背屈筋力との間には弱い正の相関関係があることを示した(表2)。

上述の山本ら(2001)の研究では、対象者の年代を20歳代から70歳代の6区分に分けて年代による足関節筋力の差を検討しているが、背屈・底屈両筋力の値は年代が高くなるにつれ低くなり、また、いくつかの若年代と高年代の間に統計的な有意差があることを見いだしている。今回の研究結果は、底屈筋力に関して山本らの知見と一致したが、背屈筋力との関係が年齢と弱いながらも正の相関関係(年齢が高いほど背屈筋力が強い)を示した点で一致しない。本研究での10代の対象者は、全員が陸上競技部員であったことから、スポーツの種別という要因の関連も否定できない。しかしながら、背屈筋力と底屈筋力との関係について言及するには、さらなる検討が必要である。

表2. 年代と足関節筋力の相関(Spearmanの相関係数)

年代	右背屈筋力	左背屈筋力	右底屈筋力	左底屈筋力
年代	1.00			
右背屈筋力	0.36*	1.00		
左背屈筋力	0.28	0.92**	1.00	
右底屈筋力	-0.49**	-0.13	-0.13	1.00
左底屈筋力	-0.59**	-0.40*	-0.27	0.88**
	* p<0.05(両側) : **p<0.01(両側)			

3) 運動頻度と筋力

30名の対象者を、日頃の運動頻度に基づき、「ほとんど、あるいはたまに運動する」(n=10)、「週に数回は運動する」(n=7)、「毎日運動する」(n=13)の3群に分類した。

上の年齢の場合と同様に、運動頻度と足関節筋力との関係を、Spearmanの順位相関係数を用いて検定した結果を表3に示す。この表は、背屈筋力と運動頻度との間に中等度の負の相関関係が、また底屈筋力と運動頻度との間には中等度の正の相関関係があることを示している。ここでの知

見は、足関節に対するトレーニングの影響が、少なくとも底屈筋力については、その値の増加として反映され得ることを示唆している。ハイテク技術を応用した高価な機器と比較は出来なかったが、今回の結果は、本装置の妥当性を示す一つの目安と考える。

ここでの結果も、年代との関係で見たそれと一致していた。しかしながら、「毎日運動する」群に属する13名のうち、5名(38.5%)が40歳以上の高年齢であることを考えると、年齢との関係がそのまま反映されたもの、あるいは陸上競技というスポーツの特異性が反映された結果であるとは、単純に解釈できないと思われる。このことについても、さらに検討する必要があろう。

表3. 運動頻度と足関節筋力の相関(Spearmanの相関係数)

運動頻度	右背屈筋力	左背屈筋力	右底屈筋力	左底屈筋力
運動頻度	1.00			
右背屈筋力	-0.51**	1.00		
左背屈筋力	-0.46**	0.92**	1.00	
右底屈筋力	0.44*	-0.22	-0.13	1.00
左底屈筋力	0.54**	-0.40*	-0.27	0.88**
	* p<0.05(両側) : **p<0.01(両側)			

4) 再テスト法による装置の信頼性の検討

装置の信頼性は、2~14日(平均7日)の間隔をおいて再テストを行う、テスト一再テスト法によって検討した。なお、ここでは、先のテスト対象者30名のうち、2回にわたるテストが可能であった14名(男7:女7)のデータを基に分析、検討した。対象者の年齢は21歳~65歳(平均37.9歳)であった。

表4は、各足関節群筋力のテスト時と再テスト時の平均値、2測定値間の差の平均値、ならびに差の有意確率(対応のあるT検定、両側)を示す。このように、背屈および底屈での測定値間にはほとんど差がなく、統計的にも有意差は認められなかった。

表4. テスト時および再テスト時の足関節筋力の平均値(n=14)

テスト時(Kg)	再テスト時(Kg)	対応サンプルの差	p(両側)
右背屈筋力	3.51	3.55	-0.036
左背屈筋力	3.31	3.16	0.150
右底屈筋力	7.81	7.65	0.164
左底屈筋力	7.94	7.86	0.071
			0.809

また、表5は、テスト一再テストの2つの測定値間の相関行列(Pearsonの相関係数)を示す。まず背屈筋力についてみると、その相関係数は右0.592、左0.397と、2つの値の間に中等度の相関があることを示していた。しかし、統計的には右背屈筋力における値のみ有意であった(p<0.05)。次いで底屈筋力を見ると、右0.772、左0.811

と、2つの値の間には強い相関が存在する事を示していた。いずれも統計的に有意な値である ($p < 0.01$)。

以上の知見は、今回試作したバネ秤を用いた足関節筋力測定装置が、少なくとも底屈筋力測定に関して、高い信頼性と実用性を持つことを示していると解釈される。

表5. テスト一再テストの相関分析 (Pearson の相関係数)

	相関係数	p
右背屈1回目、2回目	0.592	0.026
左背屈1回目、2回目	0.397	0.160
右底屈1回目、2回目	0.772	0.001
左底屈1回目、2回目	0.811	<0.0001

III. 研究2 高齢者における筋力トレーニングの効果 —K 介護老人保健施設での事例による検討—

【目的】

本研究の目的は、レジスタンストレーニングが、高齢者の脚筋力の増強に有効か、また、筋力トレーニングが歩行レベルの改善、ならびに日常生活での活動水準や生活の充実感の向上をもたらすかを、デイ・ケアセンターの通所者を対象に検討することである。

【方法】

1. 対象者

本研究の対象者は、以下のような手順によって選び出した。まず、社会福祉法人・K 介護老人保健施設のデイ・ケアセンター、『たのしい家』に登録されている男女393名(男88；女305)の中から、痴呆を認めない、介護度2以下、また、研究期間中(3ヶ月)の健康状態に不安がない、といった条件に該当する通所者を19名選出した。その上でこれら19名と面接し、本研究の趣旨を説明して研究協力への同意を求めた。その結果、4名から同意が得られ、この人たちを本研究の対象者とした。さらにこの4名を、少なくとも週2回、定期的に通所することが可能な2名(男女各1)と定期的な通所が困難な2名(女2)との2群に分け、前者を訓練群、後者を対照群とした。訓練群は3ヶ月間の来所時に足関節筋力トレーニングを受けるのに対して、対照群はこの間なんら特別なトレーニングを受けない。

1) 訓練群

・事例 MM (70歳、女性)：診断名は脳出血後遺症。発症時年齢65歳。平成11年5月11日午前7時頃、顧客宅にて4名の着付けをしていた時にめまいがし、体調の変化を感じ近所のY内科医院を受診。受診時の血圧は、収縮期圧220、拡張期圧195であった。Y内科での治療は無理と判断され、G総合病院脳外科に転送、脳出血と診断された。1週間の点滴治療により容態は安定した

が、左上下肢は麻痺し、失語状態であった。3ヶ月半後退院したが、左片麻痺、左膝痛シビレ感も伴い失意の毎日を送った。脳出血による左上下肢機能の著しい障害のため、身体障害者等級式級に認定された。しかし、自宅療養の中で自分を取り戻す努力を怠らず生活していた。平成12年3月15日より、当デイ・ケアセンターに週2回(木、日)、9時30分～15時の時間帯に通所し、リハビリを受けている。本人は、美容師としての復帰を目指している。

・事例 NY (72歳、男性)：診断名は脳出血後遺症。45歳で発症。昭和51年3月17日、朝より体調が悪いと感じていたが、親戚宅で古い家屋解体の手伝いをしていた。途中で疲労感を覚え、午後1時頃より別室で横になり休んでいた。作業終了後は親睦会にも参加せずに親戚宅で休養を取っていた。午後11時頃に体調が急変した(右半身の感覺麻痺および運動麻痺)。親戚の家族に心配をかけたくない為、午前7時頃まで静かにしていた。自宅に連絡したら家族が迎えに来て車で村の診療所に行った。医師の診察の結果、ここでの治療は無理と言われ、G総合病院脳外科に紹介され入院した。脳出血との診断で、薬での治療となった。入院期間は1年半でその間リハビリを行った。退院後も、数カ所の温泉病院でのリハビリを行ってきた。脳出血による、右上下肢機能の著しい障害のため、身体障害者等級式級に認定された。平成12年3月10日より、当デイ・ケアセンターに週2回(金、日)、9時30分～15時の時間帯に通所し、リハビリを受けている。本人は、健になることを目標としている。

2) 対照群

・事例 KJ (76歳、女性)：平成12年1月8日に発症。発症時の年齢は72歳。その前日までは特に異常は認められなかった。当日は、朝より物忘れが頻繁にあって何か様子がおかしい事に気づき、自分でタクシーを呼びI病院に行った。医師の診断の結果、脳梗塞症と言われた。ここでの治療は困難とのことで、近くのH病院を紹介された。H病院での診断も脳梗塞症。1ヶ月間の入院・治療となった。退院後、平成12年2月10日より、当デイ・ケアセンターに週2回(月、木)、9時30分～15時の時間帯に通所しリハビリを受けている。本人は、下肢の痛みがある為に歩行が制限され、今後の歩行状態を心配している。歩行状態の安定と自立が目標であり、リハビリに積極的に取り組んでいる。又、家族も現状を維持しながら在宅生活を続けられるように希望している。傷病名は脳梗塞症、腰痛症、座骨神経痛、および変形性膝関節症である。

・事例 KN (79歳、女性)：平成6年4月15日、69歳で発症した。当日、午前3時頃より体調の異常を感じたが、起床せずに臥床していた。家族の朝食の支度をしようと

したら、右手が麻痺し、さらに口も麻痺し会話が出来なかつた。午前 9 時頃に救急車で H 病院に搬送された。CT 検査では、異常は認められなかつたが、右半身麻痺の症状から、脳梗塞症と診断された。13 日間入院し、退院後も軽いシビレ感は残つた。平成 12 年 3 月 2 日より、当デイ・ケアセンターに週 2 回（月、木）、9 時 30 分～15 時の時間帯に通所しリハビリを受けている。両股関節に疼痛がある為、歩行時に下肢痛と若干のふらつきがある。以前のような、健康を取り戻すことを目標に通所している。傷病名は脳梗塞（軽度）、および腰痛症である。

2. 訓練と評価

本研究は、平成 15 年 8 月 7 日から同年 11 月 13 日まで、3 ヶ月にわたつて当デイ・ケアセンターで行われた。この期間、事例 MM は木曜日と日曜日、事例 NY は金曜日と日曜日の、それぞれ毎週 2 日、9 時 30 分～15 時の時間帯に通所した。2 名とも、センターでの日課の合間の時間帯（11 時～14 時）に、質問紙調査、レジスタンストレーニング、ならびに筋力測定を行つた。なお、筋力測定に関する諸検査は、研究開始日と最終日にのみ施行した。

1) 質問紙調査

調査項目は、①つまずき具合、②体調、③睡眠状態、④生活意欲、⑤生活の充実度に関するものであり、それぞれ、来所前の状態を 3 段階に自己評定させる。項目毎の評価基準は、それぞれの結果の項で詳述するが、一般的には、訴えが来所前の数日間毎日見られた場合を「悪い」、ほとんど見られなかつた、あるいはあっても 1 日である場合は「良い」、それ以外は「どちらでもない」と評価する。調査期間の初期においては、調査の度ごとに評価基準を被験者に説明した。

2) 脚筋のレジスタンストレーニング

- ①自重トレーニング（イスより立ち上がり、30 回）
 - ②マニュアルトレーニング（他動的に足関節の背屈・底屈時に手によって抵抗を加える。それぞれ左右 10 回）
- 訓練に要する時間は約 30 分である。

3) 筋力測定

- ①足関節の角度（OG 技研製足関節角度計を使用）
- ②下腿部周径
- ③足関節底屈・背屈筋力測定
研究 1 の足関節簡易筋力測定装置を使用
- ④イス・座位より立位への立ち上がり回数（60 秒間）
- ⑤10 行障害物歩行
2 行間隔に紙製の箱形障害物（5×5×50cm）を 5 個置き、杖なしの状態で歩行する時間を測定
- ⑥膝伸展下肢挙上検査
イス・座位にて膝伸展位の状態で下肢を挙上。その状態を維持できる時間を測定

4) 評価

訓練期間中の質問紙調査ならびに研究開始日と最終日の筋力測定値の変化に基づき評価する。

5) 対照群の検査と評価

対照群の KI と KN には、研究開始日と最終日にのみ、上記訓練群と同様の検査を行う。

【結果と考察】

1) 質問紙調査

①つまずき具合

訓練群の事例 MM と NY の両名の、来所前数日間の「つまずき具合」の自己評定の結果を月別に集計したものが表 6 である。評価の基準は、日に 2～3 回はつまずいた場合を「悪い」（評価 I）、来所前までつまずいた日がなかつた、あるいはつまずいても 1 日 1 回あるかないかであった場合を「良い」（評価 III）、そのどちらでもない場合を「どちらでもない」（評価 II）である。

研究期間内の「つまずき具合」の推移を見るために、研究期間を前半（8～9 月）と後半（10～11 月）に二分し、それぞれの期間における評価 III（ほとんどつまずかない）の割合を算出した。その結果は、事例 MM では前半 40% であったものが後半は 75% に、また事例 NY では 13.3% が 41.7% と、ともに後半期における「ほとんどつまずかない」の割合の大幅な増加を示していた。このことは、訓練によって「つまずき」の状態が改善したことをしめしていると解釈できる。

表 6 つまずき具合

対象	MM			NY		
	I	II	III	I	II	III
評価	I	II	III	I	II	III
8 月	0	5	2	0	7	0
9 月	0	4	4	1	5	2
10 月	0	3	6	0	6	3
11 月	0	0	3	0	1	2

注)評価 I: よくつまずく、評価 II: どちらでもない、評価 III: ほとんどつまずかない

②体調

来所前の数日間の体調の質問に対する回答を、つまずきと同様に、月別に集計し表示したのが表 7 である。すなわち、体調がおもわしくないと感じた日が多かつた場合を「悪い」（評価 I）、体調が良いと感じた日が多かつた場合を「良い」（評価 III）に、そのどちらでもない場合を評価 II とした。「つまずき具合」の場合と同様に、評価 III の占める割合を研究前半期と後半期に分けて比較すると、「体調がよい」の割合は事例 MM は 60% から 66.7% に、NY は 20% から 41.7% に増加していた。この結果もまた、訓練が体調の改善につながることを示唆している。

表7 体調

対象	MM			NY		
	評価	I	II	III	I	II
8月	0	2	5	0	6	1
9月	1	4	4	1	5	2
10月	0	4	5	0	6	3
11月	0	0	3	0	1	2

注)評価 I:よくない、評価 II:どちらでもない、評価 III:よい

③睡眠の状態

来所前の数日間の睡眠状態について、上と同様に「良い」(評価III)～「悪い」(評価I)の3段階に評定してもらった結果を月別に表示したものが表9、また、図6は、期間前半と後半期における評価IIIの占める割合を図示したものである。評価の基準についても上と同様に、よく眠れない日が多くかった場合を評価I、よく眠れた日が多くかった場合を評価III、そのどちらでもない場合を評価IIとした。ここで結果も、訓練によって睡眠状態が改善されることを示していると解釈できる。

表8 睡眠

対象	MM			NY		
	評価	I	II	III	I	II
8月	0	3	4	0	5	2
9月	0	1	7	0	5	3
10月	0	0	8	0	4	5
11月	0	0	5	0	1	2

注)評価 I:よく眠れない、評価 II:どちらでもない、評価 III:よく眠れる

④意欲

質問紙調査の「意欲」は、積極的に何事にも取り組もうとする気持ちがある(「意欲がわく」)か、まったくない(「意欲がない」)、あるいはそのどちらでもないか、の3段階評定である。評価の基準は先に述べた各項目と同様であり、上述の気持ちを感じた日の相対的な割合によるものである。表9はその結果を月別に集計したものである。この表で見るように、事例MMは、研究後半には毎回意欲がわいてくると回答し、事例NYにおいても、後半期での「意欲がわく」との回答は91.6%にまで増加した。このような二人の事例に見られた変化は、訓練によって何事にも積極的に取り組もうとする気持ちが高まることを示唆するものである。

表9 意欲

対象	MM			NY		
	評価	I	II	III	I	II
8月	0	3	4	0	6	1
9月	0	0	8	0	5	3
10月	0	0	9	0	0	9
11月	0	0	3	0	1	2

注)評価 I:意欲がない、評価 II:どちらでもない、評価 III:意欲がわく

⑤楽しさ

質問紙調査の、「楽しさ」は、楽しい気分を感じた日がほとんどない(「楽しくない」)からほとんど毎日(「楽しい」)までの3段階に評定された。評価Iから評価IIIまでの基準は、上述の①つまずき具合～④意欲の項目と同様である。それぞれの評価の頻度を月別に集計したものが表10に示される。事例MMでは、前半、後半のいずれも来所ごとに「楽しい」と回答した。一方、事例NYでの「楽しい」の割合は、前半期33.3%から後半期91.7%に大幅に増加した。このように事例NYの回答に見られる変化は、訓練が気分に肯定的に作用する事を示していると解釈できる。

表10 楽しさ

対象	MM			NY		
	評価	I	II	III	I	II
8月	0	0	7	0	6	1
9月	0	0	8	0	4	4
10月	0	0	9	0	0	9
11月	0	0	3	0	1	2

注)評価 I:楽しくない、評価 II:どちらでもない、評価 III:楽しい

2) 足関節筋力ほか諸検査

足関節筋力はじめ歩行機能に関するいくつかの検査は、研究開始当日と研究終了日の2回に行った。また、対照群では3ヶ月の間隔をおいて2回測定し、それぞれの成績を訓練群の開始時と終了時検査成績とに対応させた。表11と表12は訓練群2名の検査成績を、また表13と表14は対照群2名の結果を示している。

表 11. 訓練群 : MM (70 歳、女性) の
訓練開始・終了時の検査成績

	訓練開始時	訓練終了時
足関節背屈角度(度)	右 10	15
	左 12	15
足関節底屈角度(度)	右 32	45
	左 40	45
下腿周径(cm)	右 33.0	34.0
	左 35.0	35.0
足関節背屈筋力(Kg)	右 2.5	3.0
	左 2.4	2.6
足関節底屈筋力(Kg)	右 5.0	5.5
	左 4.0	4.5
イス立ち上がり回数(回/分)	10	19
10m 障害物歩行時間(秒)	20	10
膝伸展下肢拳上時間(秒)	右 50	125
	左 37	100

表 12 訓練群 : NY (72 歳、男性) の
訓練開始・終了時の検査成績

	訓練開始時	訓練終了時
足関節背屈角度(度)	右 10	25
	左 20	15
足関節底屈角度(度)	右 20	25
	左 18	30
下腿周径(cm)	右 30.5	32.0
	左 33.0	34.0
足関節背屈筋力(Kg)	右 1.2	3.0
	左 3.2	3.7
足関節底屈筋力(Kg)	右 1.0	1.7
	左 3.2	4.5
イス立ち上がり回数(回/分)	14	23
10m 障害物歩行時間(秒)	15	10
膝伸展下肢拳上時間(秒)	右 1	10
	左 70	93

表 13. 対照群 : KI (76 歳、女性) の初回・3ヶ月後の検査成績

	訓練開始時	3ヶ月後
足関節背屈角度(度)	右 15	15
	左 15	15
足関節底屈角度(度)	右 35	35
	左 35	35
下腿周径(cm)	右 35.0	35.0
	左 35.2	35.0
足関節背屈筋力(Kg)	右 2.0	1.7
	左 1.7	2.0
足関節底屈筋力(Kg)	右 2.0	1.6
	左 2.0	2.0
イス立ち上がり回数(回/分)	11	16
10m 障害物歩行時間(秒)	10	11
膝伸展下肢拳上時間(秒)	右 40	40
	左 25	15

表 14. 対照群 : KN (79 歳、女性) の初回・3ヶ月後の検査成績

	訓練開始時	3ヶ月後
足関節背屈角度(度)	右 15	15
左 15	15	
足関節底屈角度(度)	右 30	30
左 30	30	
下腿周径(cm)	右 32.0	32.5
左 33.0	33.0	
足関節背屈筋力(Kg)	右 1.7	1.5
左 1.2	2.0	
足関節底屈筋力(Kg)	右 3.0	2.8
左 3.5	3.0	
イス立ち上がり回数(回/分)	11	16
10m 障害物歩行時間(秒)	6	7
膝伸展下肢拳上時間(秒)	右 35	45
左 20	31	

①足関節屈曲角度

訓練開始時の角度に対する開始時と終了時の角度差との比を求め、その百分率を足関節角度の変化率(%)とした。訓練群 2 名、対照群 2 名の計 4 名の関節角度変化率が図 2~5 に図示される。図 2 は右背屈角度、図 3 は左背屈角度、図 4 は右底屈角度そして図 5 は左底屈角度の変化率を、それぞれ示している。

これらのグラフ(図 2~図 5)に見るように、対照群 2 名の足関節屈曲角度は背屈・底屈ともに、3ヶ月の間に全く変化は認められなかった。これに対して、訓練群では変化が認められ、左背屈角度を除く全てにおいて、12.5~150%の屈曲角度の増加が観察された。事例 NY の左背屈角度は、開始時の検査よりも 25%の減少を示したが、これは評価 2 日前の散歩中に左足がつまずき転倒し、左足関節を軽く捻挫したことによると考えられる。この事を斟酌するならば、今回の知見は、訓練が足関節運動における可動域の拡大、言い換えるならば関節の柔軟性の増加をもたらすことを示していると解釈できる。

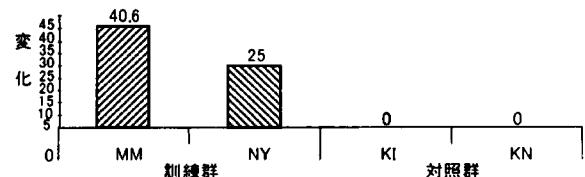
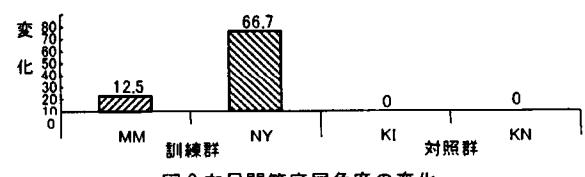


図 2 右足関節底屈角度の変化



②下腿周径

下腿周径に関しては、訓練群事例 MM では 1.0cm の増加(右側下腿)、事例 NY においては 1.5cm(右側)と 1.0cm(左側)の、共に増加が認められた。これに対して対照群では、事例 KI で 0.2cm の減少(左側)、事例 KN で 0.5cm の増加(右側)が見られた。いずれの変化も測定誤差の範囲内と見なすことができるが、訓練群での変化が増加の方向でしかも対照群よりも大きいことから、訓練による影響とも考えられる。

③足関節筋力

今回使用した自作の足関節筋力測定装置の信頼性ならびに臨床的妥当性は、トレーニングとの関係から見ると、足関節底屈筋力測定の場合に高いことが先の研究¹において明らかにされている(足関節底屈筋力は日常のトレーニング量と高い正の相関関係を示した)。それ故、ここでの分析では、底屈筋力の変化についてのみ検討することにした。

図 4 は右側足関節底屈筋力の変化率を、また図 5 は左側足関節底屈筋力の変化率をそれぞれ示している。図から見るように、訓練群での左右の底屈筋力の変化率は訓練後の増加を示す正の値を示しているのに対して、対照群では反対に負の方向を示している。これらの結果は、3ヶ月間の訓練が足関節筋力の増加に有効であることを示していると解釈できる。

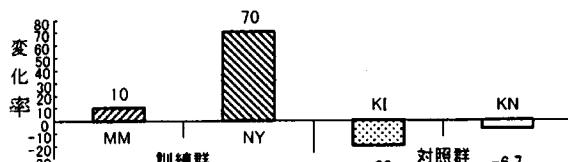


図 4 右足関節底屈筋力の変化



図 5 左足関節底屈筋力の変化

④イス立ち上がり回数

図 6 は、イス座位からの立ち上がり回数(60秒間)変化率を表している。第2回目の検査の成績は、すべての事例で初回のそれを上回っている。しかしながら、対照群ではその変化率が 50%に達していないのに対し、訓練群では 60%を超え、事例 MM では 90%増を示している。この結果もまた、訓練が下肢筋力の増強につながることを示すものであろう。

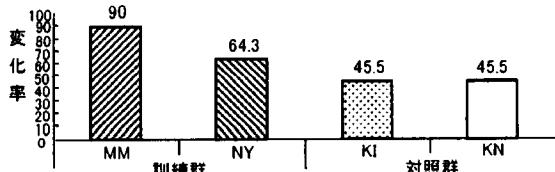


図 6 立ち上がり回数の変化

⑤10m 障害物歩行

10m 障害物歩行に要する時間の変化率は、図 7 に示される。この図から分かるように、訓練群では歩行時間が訓練後に 33.3%~50%短縮している。対照群での変化が時間延長の方向を示していることからも、3ヶ月間の訓練が障害物歩行の改善をもたらしたことは明らかである。

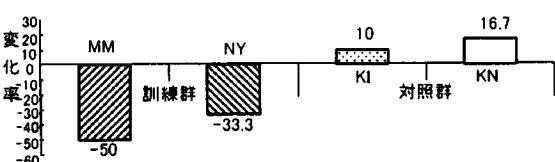


図 7 10m 障害物歩行の変化

⑥膝伸展下肢挙上時間

図 8 は右側下肢について、また図 9 は左側下肢についての挙上時間の変化率を示している。訓練群の事例 NY の変化率は、対照群 2 名のそれと余り異ならないが、訓練群 MM の変化率は 150%を超えており、この知見は、事例 MM での訓練効果が非常に大きいことを示すものである。

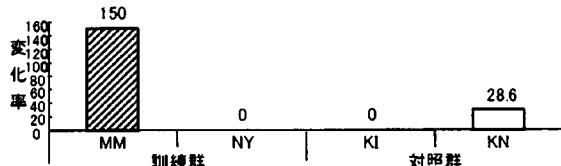


図 8 右下肢挙上時間の変化

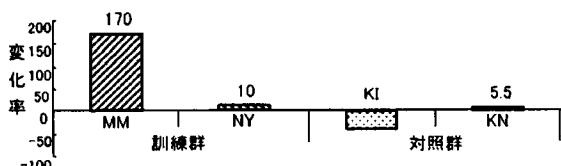


図 9 左下肢挙上時間の変化

3) 1年後の足関節筋力

本研究の訓練群の事例 MM および NY について、訓練の約 1 年後の平成 16 年 11 月、再度足関節筋力を測定する機会があった。事例 MM での左右足関節背屈ならびに底屈筋力測定値の推移を図 10 に、また、事例 NY での測

定値の推移を図11に示した。両名において、1年後の筋力は訓練終了時と大きな変化は見られず、事例NYの底屈筋力の値は訓練終了時よりもむしろ増加していた。残念ながら他の検査を行う時間的な余裕が無く、1年後に行なった検査は足関節筋力測定値のみの比較であるが、ここで得られた知見は、訓練の効果は、訓練後もかなり長期間持続しうることを示唆している。

訓練効果がその後も持続することについて、対象者の健康に対する心構えの変化もその要因の一つであると考える。このことは、訓練1年後に事例MMや事例NYにその後の生活について尋ねたことからも推測される。

事例MMは、「研究に参加する以前は、歩行状態はあまり良くなかった。例えば、歩行の時につまずく事があつて、ややもすれば左寄りになる歩きかたであった。その日の天候が体調に影響し、積極的に生活しようとする意欲が持てなかつた。研究に参加して1ヶ月を過ぎたあたりから、歩行状態が良くなつて来たと感じた。つまずくことも少なくなり、杖に頼らず歩行が出来るようになった。それに伴い、体調も徐々に良い方に向いて来たと実感した。そして、研究が終了する頃には歩行状態も改善され、体調は以前にまして安定したと感じるようになつた。研究期間中に行なってきた運動（レジスタンストレーニング）は、研究終了後も引き続き積極的に行っており、現在も1週間に4回は行なっている。研究に参加出来て大変良かったと思っている。これによって体調や健康管理に自信が持てるようになり、今後も充実した日々を過ごすことができると考えている。」と述べた。また事例NYも、本研究の対象者となつて訓練に参加したことが、自分の体調や健康状態に关心を持つきっかけとなり、リハビリやトレーニングに対して積極的に取り組むようになったと報告した。

IV.全般的考察

本研究の目的は、高齢者の足関節筋力の増強を目指したレジスタンストレーニングが、果たして足関節筋力増加に結びつくのか、また、そのトレーニングが歩行レベルの改善、あるいは日常生活での活動水準や充実度の向上をもたらすかを明らかにすることであった。そのため、2つの研究が計画された。研究1は、足関節筋力測定装置の自作とその実用性の検討であり、研究2は、トレーニングの効果を臨床の場で検討する事例研究であった。この2つの研究から、レジスタンストレーニングが高齢者の足関節筋力や日常生活での充実度を高めるのに役立つことが明らかにされた。

ここでは、それぞれの研究の中で十分触れてこなかったいくつかの事項について、若干の考察を試みる。

本研究の目的の1つは、筋力のトレーニングによって足関節背屈筋力が増強することを確かめることであった。この専門分野で使用されているような高度の機能を有する

機器の利用が不可能だったので、バネ秤を用いた簡単な筋力測定装置を自作した。「研究1」において、この装置の信頼性と妥当性の検討がなされた。底屈筋力については予想通りであったが、この装置の妥当性を検討するために行った日常の運動量と足関節背屈筋力との関係は、予想に反するものであった。すなわち、陸上選手のように毎日トレーニングをしている人ほど背屈筋力が弱いという結果であった。

この点に関して、研究1での被験者の1/3は大学の陸上競技部員であったことから、陸上競技というスポーツの特異性に基づくとも考えられる。すなわち、陸上競技の分野では、足関節の底屈筋力の発達を特に意識したトレーニングが多く存在する（中村ら、2002、関岡、1997）が、背屈筋をトレーニングすることはない。これに対して、足関節筋力の弱まつた高齢者では、早く前進することよりも転倒やつまずきの原因となる足尖の引っかかりを防ぐことに意識が集中し、常に転倒やつまずきを意識した歩行や動作を行う事につながり、これが結果的に背屈筋力の増強に結びついたとも考えられる。

もう一つの理由は、測定装置の構造的な問題である。足を載せる台の形状は、台を引き寄せる動作（背屈筋力測定時）に対して大きく影響することが考えられる。台の大きさや足の固定方法を含め、本装置の構造に関してはさらなる検討が必要であろう。これに対して、台を踏み込んで測定する底屈筋力に関しては、台の形状の影響も少なく、事実、得られた結果は筋力と年齢、筋力とトレーニング量との間に高い負の相関関係があることを示していた。テスト・再テストの結果を含め、この装置の信頼性と妥当性は、少なくとも足関節底屈筋力測定に関して満足できるものと判断した。

「研究2」では、2名の事例について高齢者に対するレジスタンストレーニングの効果を検討した。近年、高齢者を対象としたレジスタンストレーニングに関する研究が盛んに行われるようになり、高齢者においてもトレーニング効果が十分認められるとの報告が多くなされている。（福永、1999）。しかしながら、これらはダンベルやトレーニングマシンなどを用いた比較的高強度なレジスタンストレーニングであり、一般の高齢者が実際の日常生活において実施可能な方法であるとは言い難い。高齢者に適したトレーニングとして、近年、レジスタンストレーニングが推奨されている。

レジスタンストレーニングとは、筋に負荷抵抗をかけることによって筋力増強を目指すトレーニングのことである。具体的な方法として、①重量物を持ち上げる方法（ウェイトトレーニング）、②身体の一部を重量負荷にする方法（自重トレーニング）、③パートナーの力を抵抗する方法（マニュアルトレーニング）、④ゴムやバネの張力を

抵抗とする方法(チューブトレーニング)、⑤水の抵抗を利用する方法(水中トレーニング)などがあげられている。また、高齢者向けのトレーニング法を選ぶにあたっては、①筋力が弱くてもできること、②けがや事故の危険性が少ないとこと、③特別な施設や用具を必要とせず自宅でも手軽にできること、の3つの条件を考慮する必要があると言われている(福永、1999)。以上の事柄を勘案し、今回の研究においてはレジスタンストレーニングのうちから、自重トレーニングとマニュアルトレーニングを採用した。これらの方法は、高齢者が日常生活でも無理なく実施できるトレーニングであることが、その選択の大きな理由であった。

わずか2名の事例研究であるが、そこから得られた知見は、足関節に対するレジスタンストレーニングは、高齢者の足関節筋力を増強し、彼らのQOLの向上に役立つことを示していた。研究終了後1年を経た時点での面接から、事例の二人は、その後も自宅でレジスタンストレーニングを続ける事を心がけていることが判明した。そのトレーニングの成果は、二人の1年後の足関節筋力測定の結果からも推測できた。日常生活の中で習慣化できるようなトレーニングの方法を選択することが、高齢者のトレーニングの実施において重要であると考える。

V.まとめ

現在、股・膝関節筋力については、筋力と歩行、あるいは筋力と活動レベルなどとの関連について多くの報告がある。しかしながら、足関節に関しては研究が少なく、足関節と筋力・歩行などの関係についていまだ不明な点が多い。また、臨床の場面においても、下肢筋力訓練を行うに当たって足関節への注目が他関節に比較して低く、事実、足関節筋力に対する筋力増強を主目的とするような訓練はほとんど行われていない。本研究の目的は、高齢者における脚筋力トレーニングが足関節筋力の増強に有効か、また、足関節筋力の増強が歩行レベルの改善、さらには日常生活での活動水準や生活の充実度の向上に結びつくか、を明らかにすることである。

臨床の場で足関節筋力を手軽に測定できる安価な機器は、まだ市販されていない。それ故、本研究ではバネ秤(10kg)を利用した筋力測定装置(図1参照)を自作した。研究1は、この装置の信頼性と実用性の検討を目的に行われた。健康な成人30名(男17;女13;平均年齢31.9歳)を被験者にして行った実験は、この装置が臨床的に満足できる信頼性と実用性をもつことを明らかにした。

研究2は、デイ・ケアセンターに通所する高齢者を対象に足関節筋力トレーニングを行い、その効果を事例的に検証する事を目的に行った。A県H村K介護老人保健施設のデイ・ケアセンターに登録されている男女393名(男88;女305)の中から、痴呆を認めない、介護度2以下、

また、研究期間中(3ヶ月)の健康状態に不安がない、といった条件に該当する通所者19名と面接して研究対象者を募った。その結果、4名の研究協力者が得られ、うち3ヶ月の研究期間中、週2回定期的に通所することが可能な2名(男女各1名、それぞれ72歳と70歳)を訓練群に、定期的に通所が困難な2名(女2名、76歳と79歳)を対照群に、それぞれ分類した。いずれも脳出血後遺症のリハビリのためセンターに通所している人たちである。

訓練群は、週2回の来所時に健康状態に関する質問紙調査(つまずき具合、体調など5項目、3段階評定)とレジスタンストレーニングを受けた。トレーニングの内容は、①自重トレーニング(イスより立ち上がり、30回)と②マニュアルトレーニング(足関節の背屈および底屈、それぞれ左右10回)である。なお、訓練に要する時間は約30分であった。なお、対照群での質問紙調査は、初回と3ヶ月後の2回のみである。

足関節筋力ほか下肢機能に関する緒検査は、訓練群では研究開始時と3ヶ月後の終了時の2回、対照群では初回検査とその3ヶ月後の2回にわたって行われた。検査項目は、①足関節角度、②下腿部周径、③足関節筋力の測定、④イス・座位より立位への立ち上がり回数(60秒間)、⑤10m障害物歩行に要する時間、および⑥膝伸展位下肢拳上検査の6種であった。

トレーニングの効果は、研究前半期と後半期における質問紙調査での評定値の変化率、および足関節筋力ほか緒検査成績での開始時・終了時成績の変化率を基に評価した。質問紙調査および筋力測定その他の緒検査のほとんど全ての項目において、訓練群の成績は改善傾向を示した。本研究は、足関節筋力に対するレジスタンストレーニングは、高齢者の足関節筋力を増強し、彼らのQOLの向上に役立つことを示唆した。研究終了1年後に行った事例の二人との面接で、その後も自宅でレジスタンストレーニングを続ける事を心がけていることが判明した。その成果は、1年後に行った足関節筋力測定の結果からも確認できた。日常生活の中で習慣的に行えるトレーニングを選択することが、高齢者には重要であると考える。

引用文献

- 石井直方(2001) 高齢者のための筋力トレーニング、基礎老化研究、25(3) 129-132.
- 石川成道、琉子友男、小野 晃、下山方子(2001) 簡易型下腿筋力測定装置による足関節底屈筋力の妥当性および加齢変化、日本体育学会第52回大会(北海道大学)測定評価専門分科会一般研究抄録集、459.
- 池田泰明、三田靖子、青木主税(2002) 歩行レベルと足関節底・背屈筋力との関係、北里理学療法学5号、1-4.
- 久野譲也(2000) 高齢者の筋力トレーニング、体育の科学、52(8)、617-625.

当麻靖子、山本泰雄、加藤純代、上原和宏、山本圭子（2000）
Hand·Held Dynamometer を用いた足関節背屈力測定
の再現性。北海道理学療法士会誌、17、107·111。

関岡康雄（1997）陸上競技入門（基本を学ぶために）ベ
ースボール・マガジン社：東京,pp.27·28。

中村隆一、齋藤 宏、長崎 宏（2002）基礎運動学（第5版）。

医歯薬出版：東京 pp.234·236。

福永 哲夫（1999）高齢者の運動指導。臨床スポーツ医
学、16、(9) 993·1001。

山本加奈子、坂元宏美、青木主税（2001）足関節底背屈筋
力の加齢変化。北里理学療法学、第4号.135·138。