



Title	豪雪地の高齢者に対する生活機能向上のための筋力トレーニングの効果
Author(s)	森田, 勲
Citation	北海道大学大学院教育学研究科紀要, 97, 27-39
Issue Date	2005-12-20
DOI	10.14943/b.edu.97.27
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/14671">http://hdl.handle.net/2115/14671</a>
Type	bulletin (article)
File Information	2005-97-27.pdf



[Instructions for use](#)

# 豪雪地の高齢者に対する生活機能向上のための 筋力トレーニングの効果

森 田 勲\*

## Effects of Resistance Training on the Enhancement of the Vital Function of Older Adults Living in Snowy Regions

Isao MORITA

【要旨】本研究の目的は、自重を中心とした筋力トレーニングが豪雪地で暮らす高齢者の身体資質に与える効果について検討することである。23名の男性高齢者(65.6±5歳)と28名の女性高齢者(64.1±5歳)に対し筋力レベルの向上を目指すための、スクワット、シットアップおよびブッシュアップなどの自重を中心としたトレーニングを週に2回のペースで4ヶ月実施した。トレーニング期間の前後で握力、脚伸展パワー、6分間歩行およびショベルパワーテストの測定を全被検者に対して行ったところ、男性高齢者における6分間歩行および両グループの脚伸展パワーの値に1%水準の有意な変化がみられたほか、両グループのショベルパワーテストの値で5%水準の有意な変化がみられた。しかし、コントロールグループでは有意な変化はみられなかった。また、すべてのグループでショベルパワーテストと脚伸展パワーとの間に有意な相関がみられた。これらの結果から、本研究で用いた自重を中心とした筋力トレーニングプログラムが除雪能力や脚パワーの向上に役立ち、豪雪地で暮らす高齢者の日常生活における身体負担の軽減や不活動性に対して効果を発揮することが示唆された。

【キーワード】レジスタンストレーニング、ショベルパワーテスト、脚伸展パワー、6分間歩行

### I. 緒 言

積雪寒冷地で暮らす住民にとって積雪と寒冷環境下に曝される冬期間は、雪路の歩行や滑りやすい路面状況など、身体に対するストレスが増加する一方、外出頻度が減って閉じこもりがちな生活を強いられるため、運動不足の傾向が強まる(国土庁地方振興局, 1996)。雪によってもたらされる身体負担の一つに除雪作業が挙げられる。除雪作業は、寒冷下条件で行われることに加えて作業強度が高く(Ainsworth et al., 2000)、作業様式が上肢の静的な筋力発揮を伴うために、筋における血流阻止および胸腔内圧の上昇により心臓の負担が増し、血圧上昇を起こしやすいことが指摘されている(Karpovich and Sinning, 1974; Franklin et al., 1995)。また、腰背部への負担による疲労やけがの危険性が指摘されていることから(須田, 1992)、低体

\* 北海道大学大学院教育学研究科健康スポーツ科学講座博士後期課程(体力科学研究グループ)

力者や高齢者にとっては、重大な健康障害に発展することが危惧される。

除雪に関する体力的なアプローチは、除雪作業時の呼吸循環系機能への応答や有酸素運動としての運動強度の探索を目的とした報告がほとんどであり (Sheldahal et al., 1992; Smolander et al., 1995), 筋力および筋パワーに注目した報告は少ない。これらの研究に関しては、筋電図による除雪動作の分析および体力レベルの違いによるショベルテンポと握力、背筋力などの体力指標との関係を明らかにした須田(1992)の報告、体幹および下肢筋群の筋活動量を腰痛予防の観点から分析し、両者の活動量に差がないとする三浦ら(2004)の報告がみられる。一方、森田ら(2002 a)は、男子大学生の除雪能力と脚伸展パワーおよび背筋力との間に有意な相関がみられたことから、筋力や筋パワーを高めることが除雪能力を高め、生理的負担度を軽減させることを示唆している。さらに森田ら(2005)は、北海道各地の高齢者の除雪実施状況の調査、体力およびショベル除雪で発揮されるパワーの測定結果から積雪地における高齢者の生活にとって筋力、脚パワーおよび持久性などの体力が重要な決定要因であることを指摘している。

歩行や筋力トレーニングによる高齢者の生活機能の向上に関しては、最近多くの研究成果が蓄積されているが、そのほとんどが歩行、起居能力、階段昇降などの地域性を問わない身体活動を対象としたもの (Skelton et al., 1995; Izquierdo et al., 2004; Seynnes et al., 2004) であり、積雪環境の生活で発揮される生活機能に注目した研究はきわめて少ない。さらに、これらにみられる筋力トレーニングの実施方法は、一定の施設における特別なマシンを用いたものであるため、運動をあまり行っていない者にとっては気後れがあり、市街地から離れて住んでいる者などにとって利用しにくい現状がある。ウエイトスタックを中心とするマシントレーニングは、安全性、設計の柔軟性および簡便性に加え、フリーウエイトに比べて技術的な習得が容易であると考えられるが(石井, 1999), 高価で器具の整備や指導者の確保など安全で効果的なトレーニングを実施するための条件整備が必至となり、身近に使用できる施設がなければ実施が困難となる。これに対し、自重あるいはゴムチューブやダンベルなどを利用したトレーニングはより身近で、大がかりな設備がなくても実施が可能であるため、広大な土地を有し、冬期間の外出頻度が低下傾向となる北海道にあっては在宅で誰でも実施できるこうしたトレーニングが推奨されるべきであると思われる。

本研究は、高齢者に対する自重を中心とした筋力トレーニングの実施が、除雪能力をはじめとする身体機能にどのような効果をおよぼすのかについて検討するとともに、積雪寒冷地の生活条件に適した運動指導に役立てるための知見を得ることを目的とした。

## II. 研究方法

### A. 被検者

被験者は、自重を中心とした筋力トレーニングを実施するグループとして、豪雪地帯指定地域である北海道石狩支庁管内に在住し、自分で運動することが可能で、医師から運動を止められていない男性高齢者 23 名 (male training group : MT, 平均年齢  $65.6 \pm 4.7$  歳, mean  $\pm$  SD) および女性高齢者 28 名 (female training group : FT, 平均年齢  $64.1 \pm 4.8$  歳) が参加した。また、MT および FT における測定結果の比較を行うグループとして、トレーニング期間中に特別な運動を行わないコントロール群として、男性高齢者 21 名 (male control group : MC,  $65.2 \pm 5.7$  歳, mean  $\pm$  SD) および 21 の名高齢女性 (female control group : FC,  $66.2 \pm 5.1$  歳)

Table 1. Characteristics of the subject in baseline.

	Males		Females	
	Control	Training	Control	Training
Height (cm)	166.8±5.3	167.0±5.9	153.2±5.4	153.1±5.3
Weight (kg)	64.2±7.8	64.5±9.0	54.8±5.2	55.0±5.7

Data are presented as mean (SD).

が参加した。被検者全員は、自宅の除雪を日常的に実施しており、定期的で本格的な筋力トレーニングを実施するのは始めてであった。

## B. 身体機能に関する測定項目および測定方法

高齢者に対する筋力トレーニングの実施が、除雪能力を中心とする生活機能におよぼす効果について検討するために、以下の4種目の測定を行った。測定項目は、握力、脚伸展パワー、ショベルパワー、6分間歩行であった。

### 1) 握力

握力 (kg) は、バネ式デジタル表示の検定済み握力計 (TKK 社製) を用いて左右それぞれ2回の測定を行い、それぞれの測定値の上位の値の平均値を採用した。握力計は、TKK 社製の筋力検定器を用いて検定した。

### 2) 脚伸展パワー

脚伸展パワーは、パウダーブレーキ式負荷による脚伸展パワー測定装置 (アネロプレス 3500: コンビ社製) を用い、両脚による伸展パワーを定量化 (w) した。測定は座位で行われ、フットプレートに両足を乗せた状態から、ブレーキングのためのストロークチェックを行った後、両膝関節角度 90 度の屈曲姿勢から、各自の体重に相当する負荷を全力で伸展し、5 試行のうち上位 2 試行の平均値を脚伸展パワーとした。

### 3) ショベルパワーテスト

ショベルパワーテストは、砂袋を除雪用ショベルにより前方に全力で投擲した際の投擲距離を測定することにより、積雪地住民の生活機能を評価するためにわれわれが開発したテストである (森田ら, 2002; 森田・須田, 2005, Suda et al, 2005)。投擲物は、本来実際の雪を用いる事が望ましいが、同じショベル負荷に規定することの困難さや投擲距離を把握することの困難さなどから実施が難しいものと判断し、また、そのパフォーマンスが簡便に評価できてフィードバックできる利点を考え、砂袋を雪の代用として用いることとした。砂袋はテント地様の袋 (縦 30 cm×横 25 cm: 酒井医療器製) に砂を入れたもので、重量は男性が 5 kg, 女性が 4 kg とした。ショベルの形状は重量 1.5 kg, 柄の長さ 76 cm, 雪を掬うブレード面の面積は約 1344 cm<sup>2</sup> (セキスイ社製) であった。

男性の負荷を 5 kg とした理由は、以下の通りである。(1) ショベル負荷とショベリング頻度の 2 つのパラメーターによる作業効率と心拍数の回復率から Stevenson & Brown (1923) が 18 回/分のテンポの場合、至適な負荷は 4.5 kg と提唱していること。(2) Müller & Karrasch (1956) は、重量 1.5-1.8 kg/分のショベルを用いた場合、最も効率の高いパフォーマンスの得られたショベル負荷は 5 kg という結果を得ており、この理由として、ショベリング頻度が高い場合、かがんだ姿勢のままリズミカルな動作を連続して行えるため効率が高く、ショベル負荷

が低い場合かがんだ姿勢から直立姿勢にもどるため作業効率が低下するためと考察していること。(3)実際の雪を用いた研究において、古川(1963 a, 1963 b)が人力除雪作業時の観察から「快適に投げられる一ショベル当たりの雪塊重量は 5 kg である」と報告していること。(4)女性の負荷を 4 kg としたのは、中年女性の除雪におけるショベル負荷の平均値が約 4 kg であったという須田らの報告(1992)に従ったものである。

測定場所は体育館で、足場やマットは特に設けず靴は運動に適した任意の物とした。フローリングの床にラインテープを貼り、前に出ないように指示した。測定距離はラインに靴が接触している点から砂袋が落下した直線距離を測り、2回投擲して上位の値を採用した。なお、測定に際してはその意義および腰痛への配慮など予想されるリスクについての説明を行い、その理解と協力の意志を確認し、十分なウォーミングアップを実施した。

測定方法に関する信頼性(test-retest 法)を確認するため、本研究に参加した被検者とは別の 20 名の高齢男性による 6 週間を隔てた test-retest の測定では、 $r=0.957$ 、15 名の高齢女性による測定では  $r=0.924$  の信頼性係数が得られている。

#### 4) 6 分間歩行

6 分間歩行は、文部科学省の体力テストに準じて行った。

### C. トレーニングプログラム

トレーニングを実施する際の安全性と簡便性を考慮し、自重、ダンベル、ゴムチューブおよび指導者やパートナーによるマニュアルレジスタンスを中心としたトレーニングを週に 2 回、15 週間(平成 15 年 11 月～平成 16 年 2 月)実施した。

自重トレーニングは、スクワット、腹部のトレーニングであるカールアップ、プッシュアップの 3 種目を中心とした。実施に際しては、主働筋を十分に意識したアイソトニック様式の運動を行うことに留意し、反動をつけたりフォームが乱れるなどのいわゆるチーティングスタイルをとることなく、呼吸活動の目安となるスティッキングポイントが意識できるような挙上スピードで行うように指示した。

これらは基本の動作を示範したあとに、自重による負荷が強い場合などを考慮し、それぞれの体力レベル合わせて行える様に配慮した。例えば、スクワットの膝を曲げる角度やプッシュアップのフォームなどに関する安全性と動作の多様性について説明し、トレーニングによる怪我を招来しないようにした。その際、運動のつらさの目安として RPE の「ややきつい」(11～13)を越えないこと、実施回数を 10 回程度とし、余力がある場合は細心の配慮のもとに 2 セット目もしくは回数を適宜増やすことにチャレンジしても構わないことを伝えた。また、これらの補助種目としてゴムチューブおよびダンベルを用いたトレーニングを実施した。条件選択の背景は、家庭でも簡便に行え、正しい姿勢を修得してやがてはマシンやフリーウエイトによるトレーニングの実施を想定したものである。

筋力トレーニングの指導および測定にあっては、3 人～4 人に 1 人の割合でトレーニング経験を有する指導者がアドバイスし、体調管理も含めて無理なく安全に行えるように配慮した。その際の代表的な実施プログラムの例を図 1 に示した。

本研究を進めるに当たっては、参加者に対して研究の目的、方法および予想される危険性について説明するとともにインフォームドコンセントを得た。また、遂行にあたっては北海道大学大学院教育学研究科の倫理委員会の承認を得ておこなった。

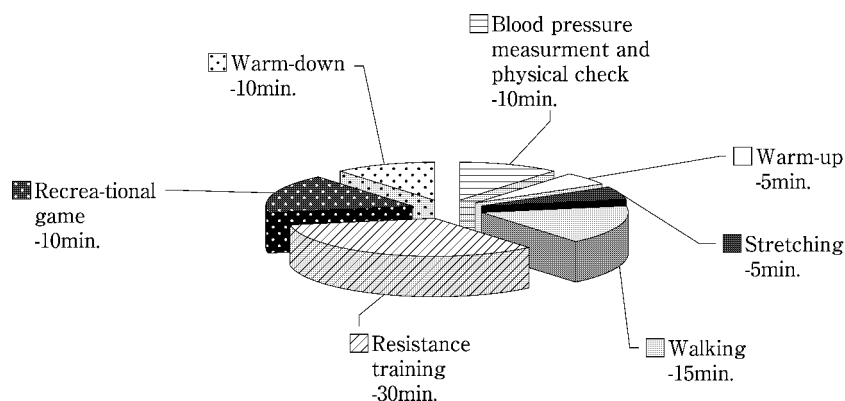


Fig. 1 A example of the allotment of times for the training program.

#### D. 統計処理

トレーニング前後におけるトレーニング群とコントロール群の変数の比較は、Repeated measures ANOVA による分散分析を行った。その際、有意性が認められた場合のコントロール群とトレーニング群における変数の比較には unpaired t-test を用い、群内の比較には paired t-test を用いて検定を行った。各測定項目間および各々の増加率の関連性を検討するために、Pearson の積率相関係数 (r) を算出した。また、ショベルパワーを目的変数とし、その他の測定項目を説明変数とする重回帰分析を行った。本研究では、すべての検定において統計学的有意水準を危険率 5% 未満とした。

### III. 結果

#### A. 男性高齢者群の測定結果

男性高齢者群のトレーニング前後における身長は、MC で  $166.8 \pm 5.3$  cm から  $166.9 \pm 4.9$  cm, MT で  $167.0 \pm 5.9$  cm から  $167.1 \pm 5.7$  cm とほとんど変化がなかった。また体重も MC で  $64.3 \pm 6.9$  kg から  $64.4 \pm 9.2$  kg, MT で  $64.0 \pm 9.1$  kg から  $63.8 \pm 9.1$  kg とほとんど変化はなく、群間および前後における有意な変化は認められなかった。

握力、脚伸展パワー、6分間歩行およびショベルパワーのトレーニング前後における値を表 2 に示した。握力は、両グループのトレーニング前後でほとんど変化がみられず、ほぼ同じような値を示した。ショベルパワーは、MT でのみ有意 ( $p < 0.05$ ) な改善がみられ、MC ではほとんど変化がみられなかった。脚伸展パワーの値は、MT のみで有意 ( $p < 0.01$ ) な増加がみられ、MC では値がやや低下した。同様に、6分間歩行でも MT のみで有意 ( $p < 0.01$ ) な増加がみられたが MC ではほとんど変化がみられなかった。

#### B. 女性高齢者群の測定結果

女性高齢者群のトレーニング前後における身長は、FC で  $153.1 \pm 7.1$  cm から  $153.3 \pm 6.9$ , FT で  $153.1 \pm 5.3$  cm から  $153.2 \pm 5.1$  とほとんど変化がなかった。また体重についても FC で  $55.3 \pm 7.0$  kg から  $55.4 \pm 5.8$  kg, FT で  $55.0 \pm 5.7$  から  $55.1 \pm 5.72$  kg とほとんど変化はなく、群間および前後における有意な変化は認められなかった。

Table 2. Functional variables in males.

		Males	
		Control group (n=21)	Training group (n=23)
Grip strength (kg)	pre	39.7±6.5	39.5±6.2
	post	39.8±6.2	38.8±6.5
Shovel power test (m)	pre	6.4±1.7	6.5±0.8
	post	6.5±1.4	6.7±1.0 *
Leg power (w)	pre	1053.2±227.8	1040.8±347.5
	post	1016.0±227.8	1207.6±240.0 **
6-min walk (m)	pre	643.9±46.6	625.2±4.7
	post	645.9±40.8	653.8±54.1 **

Data are presented as mean±SD. \*p<0.05, \*\*p<0.01

Table 3. Functional variables in female.

		Females	
		Control group (n=21)	Training group (n=28)
Grip strength (kg)	pre	25.1±4.3	25.2±4.1
	post	24.7±3.9	24.3±3.6
Shovel power test (m)	pre	4.5±1.1	4.5±0.7
	post	4.4±0.9	4.7±0.7 *
Leg power (w)	pre	576.3±116.0	627.3±132.0
	post	569.4±144.1	743.5±51.6 **
6-min walk (m)	pre	581.6±74.7	625.6±50.8
	post	579.1±77.6	618.6±55.6 **

Data are presented as mean±SD. \*p<0.05, \*\*p<0.01

握力、脚伸展パワー、6分間歩行およびショベルパワーのトレーニング後における値を表3に示した。握力は、両グループのトレーニング前後でほとんど変化がみられずほぼ同じような値を示した。ショベルパワーは、FTで有意(p<0.05)な増加がみられたが、FCではやや低下した。脚伸展パワーもFTのみで有意(p<0.01)な増加がみられ、FCでは値がやや低下した。6分間歩行では両グループに有意な変化はみられなかった。

### C. ショベルパワーと身体機能の関係

本研究で実施したショベルパワーと他の身体機能との関連性を相関行列から検討したところ、MTにおける脚伸展パワーのトレーニング前の値が $r=0.739$  (p<0.01)、トレーニング後では $r=0.696$  (p<0.01)とそれぞれ有意な相関がみられた。また、トレーニング前の握力( $r=0.582$ , p<0.01)および6分間歩行( $r=0.454$ , p<0.05)との間に有意な相関がみられ、同様に、トレーニング後も握力( $r=0.484$ , p<0.05)および6分間歩行( $r=0.547$ , p<0.01)との間に有意な相関がみられた(表4)。一方、MCにおいてショベルパワーと脚伸展パワーとの相関は、トレーニング前が $r=0.778$  (p<0.01)、トレーニング後においても $r=0.830$  (p<

0.01) といずれも有意な相関がみられた。握力との間にもトレーニング前後でそれぞれ  $r=0.573$  ( $p<0.01$ ) および  $r=0.670$  ( $p<0.01$ ) と有意な相関がみられた。しかし、6分間歩行との間にはトレーニングの前後で有意な相関はみられなかった(表5)。

女性高齢者群におけるFTにあっては、トレーニング前の握力 ( $r=0.400$ ,  $p<0.05$ ) および脚伸展パワー ( $r=0.469$ ,  $p<0.05$ ) との間に、トレーニング後では脚伸展パワー ( $r=0.394$ ,  $p<0.05$ ) との間にのみ有意な相関がみられた(表6)。一方、FCではショベルパワーと脚伸展パワーとの間のトレーニング前 ( $r=0.639$ ,  $p<0.01$ ) およびトレーニング後 ( $r=0.722$ ,  $p<0.01$ ) にそれぞれ有意な相関がみられ、握力についてもトレーニング前で  $r=0.403$  ( $p<0.05$ )、トレーニング後で  $r=0.463$  ( $p<0.05$ ) と有意な相関係数がみられた(表7)。さらに、ショベルパワーを目的変数とし、脚伸展パワー、握力、6分間歩行の値を説明変数として重回帰分析を行ったところ、MTにおいてのみ脚伸展パワーにおけるトレーニング前(重相関係数:0.77,  $p<0.01$ ) およびトレーニング後(重相関係数:0.72,  $p<0.01$ ) に有意性が示され、トレーニ

表4. MTにおけるショベルパワーと身体機能の相関

	n	トレーニング前		トレーニング後	
		r	p	r	p
脚伸展パワー	23	0.739	0.001	0.696	0.001
握力	23	0.582	0.005	0.484	0.022
6分間歩行	23	0.454	0.034	0.547	0.001

表5. MCにおけるショベルパワーと身体機能の相関

	n	トレーニング前		トレーニング後	
		r	p	r	p
脚伸展パワー	21	0.778	0.001	0.830	0.001
握力	21	0.573	0.003	0.670	0.001
6分間歩行	21	0.209	0.316	0.363	0.116

表6. FTにおけるショベルパワーと身体機能の相関

	n	トレーニング前		トレーニング後	
		r	p	r	p
脚伸展パワー	28	0.469	0.012	0.394	0.038
握力	28	0.400	0.035	0.245	0.208
6分間歩行	28	0.139	0.478	0.094	0.632

表7. FCにおけるショベルパワーと身体機能の相関

	n	トレーニング前		トレーニング後	
		r	p	r	p
脚伸展パワー	21	0.639	0.001	0.722	0.001
握力	21	0.403	0.041	0.463	0.046
6分間歩行	21	0.175	0.392	0.224	0.355



ング前 ( $p < 0.01$ ) およびトレーニング後 ( $p < 0.05$ ) でそれぞれ有意な回帰係数が得られた。

#### IV. 考 察

本研究の目的は、積雪寒冷環境下で暮らす高齢者に対する自重を中心とした筋力トレーニングが、除雪能力をはじめとする身体機能におよぼす効果について検討することであった。高齢者における 1 RM (repetition maximum) の測定は、障害の発生する危険性が高く (Pollock et al., 1991)、マシンおよびフリーウエイトによるトレーニングや筋機能の測定には安全性や指導體制の面で十分な配慮が必要である。高齢化が急速に進展している中で運動施設、指導者に恵まれない多くの地域の住民のための安全で日常生活に根ざした身体機能の評価方法は、今後ますます必要度が高まると思われる。これまでの筋力トレーニングによる生活機能向上の研究においては、脚筋力と椅子からの立ち上がり時間から下肢筋群の機能評価を行おうとする試みや、1 ガロンのミルク瓶を使った上肢の挙上能力を判定する方法 (Clark, 1989) などが提示されているが、本研究のような積雪環境の生活場面で発揮される生活機能に注目した研究はみられない。

##### A. 身体機能の変化

週2回の自重を中心とした筋力トレーニングにより、MT にあっては握力以外の3種類の身体機能に、FT にあってはショベルパワーおよび脚伸展パワーの有意な改善がみられた。一方、トレーニングを実施していない MC および FC にあってはすべての項目で有意な変化がみられなかった。これらの結果は本研究で用いたプログラムの有効性を示唆するものであり、特にショベルパワーの増加に関しては、積雪寒冷地の日常生活に関わりが深く、身体負担の軽減という観点から特に重要な改善点であると思われた。

岸ら (1999) は、積雪寒冷地に暮らす高齢者の中で除雪を自分で実施している方が自立した生活を送っている割合が高いことを指摘している。本研究で用いたプログラムによって除雪能力の指標であるショベルパワーが改善したことは、トレーニングによる生理的ストレスの軽減、すなわち身体負担を軽減することにつながり、自重を利用した低強度の筋力トレーニングであっても除雪能力を向上させ、自立度の低い場合のレベルアップや自立をしていられる期間を延長させる意味で重要なトレーニング方法であると思われた。

山本 (1994) は、ある重量を持ち上げたり、保持したりすることで誘発される生理学的ストレスは最大筋力の大きさに左右され、筋力や筋持久力を維持増強することは個人の活動や労働を行う上で、生理的ストレスを少なくすることができると指摘している。また、ショベルを用いた場合の除雪作業による疲労は、腰背部に集中することが報告されている (須田, 1992)。さらに、腰痛の原因として、加齢や運動不足によってもたらされる脊柱の支持機能が低下すると発生しやすくなることが指摘されていることから (米本, 1984)、高齢者が除雪作業を行う際には、腰背部の筋力を強化して身体負担を軽減させることが重要であるといえる。本研究では、安全上の配慮から背筋力などの筋力評価は行わなかったが、スクワットや背筋系の補助種目およびダンベル、ゴムチューブによるローイング系の種目がショベルパワーの改善に少なからず影響したものと推察する。森田ら (2002 a) は、男子大学生のショベルパワーに果たす背筋力の重要性について報告している。また、森田ら (2002 b) は男子大学生に対するマシントレーニ

ングにおいて、1 RM とショベルパワーの有意な相関がみられた種目にラットプルをあげているが、今後は、高齢者のショベル除雪に関する安全で効果的な腰背部のトレーニング方法とその評価方法の検討が課題と思われる。

脚伸展パワーの値は、平野ら（1994）による同年代の5段階評価の値と比較すると、男性群におけるMCの前後の値およびMT群のトレーニング前の値はaverage（868～1096 W）に該当するが、トレーニング後に有意な増加を示したMTの値（ $1207.6 \pm 240.0$  W）は1段階上のgood（1097～1325 W）に該当する値を示した。女性群においては、FCの前後の値およびFT群のトレーニング前の値はgood（868～1096 W）に該当するが、トレーニング後に有意な増加を示したFTの値（ $743.5 \pm 51.6$  W）も1段階上のvery good（700 W～）に該当する値を示し、いずれもトレーニング実施群で1段階上のレベルに達した。

森田ら（2002）は、男子大学生のショベルパワーと脚伸展パワーの関係について出身地や経験が同じ条件でもショベルパワーの値が高ければ高いほど脚伸展パワーの値も高く、両者の間に有意な相関がみられたことに加えて、高齢者においても両者の間に高い相関関係があることを指摘（森田ら、2005）している。このことから、脚伸展パワーはショベル除雪能力を規定する重要な要素と考えられる。須田（1992）は、ショベルによる除雪の作業手順のうち、ショベルを雪に突き刺した後の持ち上げ動作および反動動作「持ち上げ反動づけ」時と前方への投げる動作「投げ出し」時に脊柱起立筋や大腿直筋などの大きな筋群が関係していることを指摘している。これらのことから、脚伸展および腰背部伸展に関連する筋機能の向上がショベル除雪の能力改善に必要と思われる。腰背部に関するトレーニングの実施状況およびその効果の検証については、必ずしも十分ではないことは前述の通りである。しかし、脚伸展パワーについてはMTおよびFTで有意な改善がみられた。これらの改善はトレーニングによる影響と考えられ、スクワットやその補助トレーニングによるものであることが推察できる。

6分間歩行の距離は、高齢者の有酸素能力を評価する指標として用いられているが、呼吸循環系だけでなく生理的、心理的および健康状態に依存し、生活機能と身体的行動力の評価指標と捉えられている（Lord and Menz, 2002）。本研究では、MTにおいてトレーニング後で有意な向上が示されたが、FTにおいては有意な向上はみられなかった。しかし、文部科学省による体力テストの得点を指標にするとFTの前後の値、すなわち $625.6 \pm 50.8$  mおよび $618.6 \pm 55.6$  mのそれぞれの値は「8」に相当し、FCの前後の両得点「7」に比べて高い値であるため、有意な低下を来さなかったことも一つの成果と考えたい。

森田ら（2005）は、北海道各地の在宅高齢者に対しライフスタイルと身体活動に関するアンケートと文部科学省の体力テストを実施し、積雪地の高齢者にとって筋力、脚パワーおよび持久性などの体力が除雪の決定要因であることを指摘し、6分間歩行に関しては、日頃除雪を行っている群と行っていない群では約60 mの差がみられたとしている。したがって、筋力トレーニングに伴ってMTの6分間歩行のパフォーマンスが向上したことは、日常生活全般の機能の向上とともに運動強度の高い積雪路面の歩行や除雪など強度の高い身体活動への耐用能の向上も期待される。

## B. ショベルパワーとその他の身体機能の関連性

男女およびトレーニングの実施、非実施に関わらずすべてのグループでショベルパワーとの有意な相関がみられ、MTにおけるトレーニング前後にみられた説明変数としての有意性が示

されたため、脚伸展パワーはショベルパワーとして象徴される積雪地の生活機能の重要な決定要因であると考えられる。

高い筋力発揮を要求される生活場面での問題解決や障害予防対策として筋力トレーニングの果たす役割は重要であり (Work, 1989), 筋力不足から生じる活動能力の低下予防に筋力トレーニングが有効であること (山本, 1994) が示されている。また, 筋力トレーニング実施者の骨密度が高いこと (Colletti et al., 1989) など日常生活や健康関連体力に対する筋力トレーニングの効果が示されている。本研究において, 脚伸展パワーが有意に増加したことは, 転倒予防の効果 (岩岡ら, 1999) や階段昇降, 椅子からの起立などの日常生活動作遂行に必要な下肢筋力水準 (木村ら, 2000) の向上としての効果に加えて深雪歩行やショベル除雪作業など無雪地よりも過酷な環境下におかれる高齢者にとって, 自立生活維持のため重要な役割を果たすことが期待される。

## V. まとめ

高齢者の人力除雪は切実な問題でありながら, これまで除雪能力を向上させるための方法は明らかにされてこなかった。日常的で誰でも実施できる自重を中心とした筋力トレーニングによって, 1) 除雪能力や身体機能が向上すること, 2) 除雪能力の指標であるショベルパワーと脚伸展パワーの測定から, 積雪地の高齢者にとって脚伸展パワーが重要な身体機能の一つであることが明らかとなった。実施の簡便性から, 自重を中心とする筋力トレーニングは推奨されるべき筋力トレーニングの形態と思われるが, 長期間にわたって継続するためには指導者の養成や単調にならないような工夫, すなわち, 多様で発展的内容を備えた興味深いプログラムづくりおよびそれらを継続させるための中核となる体制づくりが望まれるところである。さらに, 高齢者のショベル除雪に関する安全で効果的な腰背部のトレーニング方法とその評価方法の検討も課題である。

本研究は, 独立行政法人日本学術振興会による科学研究補助金基盤研究(B)「豪雪地住民の生活機能向上のための在宅トレーニングプランの開発と効果に関する研究」(研究代表者: 須田力, 課題番号: 17244120) の助成を受けた。

## [参考文献]

- 1) Ainsworth, B. E., Haskell, W. E., Whit, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., et al. Compendium of physical activities: an update of activity coded and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, Supplement, S498-504, 2000.
- 2) Clark, B. A.: Tests for fitness in older adults AAHPERD fitness taskforce. *JOPERD*, 60, 66-72, 1989.
- 3) Colletti, J. A.: The effect of muscle-building exercise on bone mineral density of the radius, spine and hip in young men. *Calcif. Tissue Int.* 45, 12-14, 1989.
- 4) Franklin, B. A., Hogan, P., Bonzeim, K., Bakalyar, D., Terren, E., Gordon, S. and Timmis, G. C.: Cardiac demands of heavy snow shoveling. *The Journal of the American Medical Association*. 15, 880-882, 1995.
- 5) 古川 巖: 人力除雪“歩掛り”の研究. *雪氷*, 25, 3-7, 1963 a.
- 6) 古川 巖: 手力除雪の歩掛りの研究——一人役の除雪量を判定する——. *日本積雪連合資料*, 56, 1-21, 1963

- b.
- 7) 平野裕一・野口秋実・宮下充正：加齢にともなう脚伸展パワー値の変化とその評価。体力科学, 43, 113-120, 1994.
  - 8) 石井直方（総監修）：ストレングス&コンディショニング。ブックハウス・エイチディ, 435-450, 1999.
  - 9) 岩岡研典・吉武 裕・島田美恵子・松村康弘・垣本 齊・国吉幹夫：高齢者の日常生活遂行能力と下肢筋力レベル。体育の科学, 27, 70-76, 1998.
  - 10) Izquierdo K., Ibanez J., Hakkinen K., Kraemer W., Larrion J. and Gorostiaga.: Once Weekly Combined Resistance and Cardiovascular Training in Healthy Older Men. *Med. Sci. Sports Exec.* Vol. 36, 3: 435-443, 2004.
  - 11) Karpovich, P. V., Sinning, W. E.: *Physiology of Muscular Activity*. 7<sup>th</sup> ed. W. B. Saunders 138-140, 1974.
  - 12) 木村靖夫・吉武裕・島田美恵子・西牟田守・花田信弘・米満正美・竹原直道・宮崎秀夫：80歳高齢者の身体的自立に必要な体力水準について。Research in Exercise Epidemiology, Vol. 2 (Suppl.) 23, 23-31, 2000.
  - 13) 岸 玲子・築島恵理・小橋 元・志渡晃一・杉村 巖：高齢者が地域で在宅生活を継続するための生活機能およびソーシャル・サポートの検討。高齢者問題研究, 15, 195-207, 1999.
  - 14) 国土庁地方振興局：人と自然にやさしい雪国づくり調査。1996.
  - 15) Lord, S. R. and Menz, H. B.: Physiologic, psychologic, and health predictors of 6-minutes walk performance in older people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 83, 907-911, 2002.
  - 16) 三浦雅史・和久井鉄城・山下弘二：除雪動作が体幹・下肢の筋活動量に及ぼす影響——Lifting動作との比較から——。東北理学療法学, 16, 1-6, 2004.
  - 17) 森田 勲・山口明彦・須田 力：ショベル除雪と筋力・筋パワーについて。雪氷, 64, 631-639, 2002 a.
  - 18) 森田 勲・山口明彦・須田 力：ショベリング除雪能力に与える筋力トレーニングの効果。北海道医療大学看護福祉学部紀要, 9, 27-34, 2002 b.
  - 19) 森田 勲・須田 力：高齢者の人力除雪で発揮される体力要素。雪氷 67, 233-243, 2005.
  - 20) Müller, E. A. & Karrasch, K.: Die grösste Dauerleistung beim Schaufeln. *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschliesslich Arbeitsphysiologie*. 16, 318-324, 1956.
  - 21) Pollock M. L.: Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24, suppl. S21, 1992.
  - 22) Seynnes O., Fiatarone M. A., Hue O. Pras P., Legros P., and Bernard P.: Physiological and Functional Responses to Low-Moderate Versus High-Intensity Progressive Resistance Training in Frail Elders. *Journal of Gerontology*, 59A, 5: 503-509, 2004.
  - 23) Sheldahal, L. M., Wilke, N. A., Doughety, S. M., Levandoski, S. G., Hoffman, M. D. and Tristian, F. E.: Effects of Age and Coronary Artery Disease on Response to Snow Shoveling. *JACC*, 20, 1111-1117, 1992.
  - 24) Skelton D., Young A., Greig C., and Malbut K. E.: Effects of Resistance Training on Strength, Power, and selected Functional Abilities of Women Aged 75 and Older. *JAGS*, 43, 1081-1087, 1995.
  - 25) Smolander, J., Louhevaara, V., Ahonen, E., Polari, J. and Klen, T.: Energy expenditure and clearing snow: a comparison of shovel and snow pusher. *Ergonomics*, 38, 749-753. 1995.
  - 26) Stevenson, A. G., & Brown, R. L.: An Investigation on the motion study of digging and the energy expenditure involved, with the object of increasing efficiency of output and economizing energy. *Journal of the Royal Army Medical Corps*. 40, 340-349, 1923.
  - 27) 須田 力：除雪作業と体力。北海道大学教育学部紀要, 57, 141-183, 1992.
  - 28) Suda, T., Asao, H., Morita: Differences in the relationships between physical resources and vital functions of college students and elderly people living in snowy regions. (Eds. Jones, G. R., Taylor, A. W., Ecclestone, N. A.) *Scientific Proceedings from the 6<sup>th</sup> World Congress on Aging and Physical Activity*. Canadian Centre for Activity and Aging, 82-86, 2005.
  - 29) Work, J. A.: Strength training: A bridge to independence for the elderly. *Phy. Sports Med.* 11, 1989.

- 30) 山本利春：Anaerobics と健康. JJSS, 597-605, 1994.
- 31) 米本恭三：腰痛のスポーツ医学. 鞆田幸徳編, 朝倉書店, 1-38, 1984.

### Abstract

The purpose of this study was to elucidate the effects of a home-based resistance exercise program for elderly people aimed at enhancing muscular power on physical resources required for snow shoveling. Twenty three elderly males ( $65.6 \pm 5$  yrs) and 28 elderly females ( $64.1 \pm 5$  yrs) performed resistance exercise program aimed at the increasing strength of the major muscle group by own body weight, mainly of squats, sit ups and push-ups. They trained the exercises twice a week for a period of 4 months. All subjects performed the measurements of grip strength, leg extension power (LEP), 6-minutes walk and shovel power test (SPT) before the start and after completion of the program. Six-minute walking distance in the males of training group and LEP increased significantly ( $p < 0.01$ ) in training group both in males and females. Throwing distance of SPT increased significantly both in males and females ( $p < 0.05$ ). On the other hand no significant change in functional variables was observed in the control subjects. In addition, significant relationships were observed between SPT and LEP output in all groups. The results of this study showed that the exercise program resulted in enhancement of power for shoveling snow and leg extension power, suggesting that a home-based program would be useful for reducing the physical burden of daily activities in elderly people living in snowy regions as well as reducing inactivity.

**Keywords:** resistance training, shovel power test, leg extension power, 6-minutes walk