

## 豪雪地高齢者のマシントレーニングによる生活機能向上の効果

森田 勲<sup>1)</sup>, 山口明彦<sup>2)</sup>, 明野伸次<sup>3)</sup>, 池森康裕<sup>4)</sup>, 須田 力<sup>5)</sup>

抄録：本研究は、高齢者に対するマシンによる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。年齢66歳～73歳(68.9±2.5)の男性高齢者8名のグループ(RTR)が週2回の頻度で12週間にわたって実施したマシンによる筋力トレーニングの影響をショベルリング投擲力や脚伸展パワー、6分間歩行および生体電気インピーダンス法による大腿部の筋量の変化により検討した。また、これらの影響について年齢60～76歳(69.0±6.5)の対象群(CON)19名と比較した。その結果、RTR群において有意な変化が脚伸展パワー(p<0.01)、6分間歩行(p<0.01)、ショベルリング投擲力(p<0.05)にみられた。一方、CON群では有意な変化はみられなかった。

以上の結果から、マシンによる筋力トレーニングの実施が高齢男性のショベルリング能力や筋力およびパワーなどの身体資質を高め、豪雪地に居住する高齢者の生活機能の向上に効果的であることが示唆された。

キーワード：筋力トレーニング、積雪寒冷地、生活機能、ショベルリング投擲力

### 研究の目的

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、雪路の歩や滑りやすい路面状況に陥るなど身体に対するストレスが増加する時期である。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, 1971; 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(Sheldahl 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。また、森田ら(2002a)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。

- 1) 看護福祉学部人間基礎科学講座
- 2) 北海道医療大学歯学部
- 3) 看護福祉学部看護学科実践基礎看護学講座
- 4) 看護福祉学部臨床福祉学科医療福祉臨床学講座
- 5) 北方圏体育・スポーツ研究会

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みられない。しかも、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、実施の際には簡便性の面や外出条件の面で困難な局面が予想される。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 (石井, 1999)。本研究は、高齢者に対するマシンによる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つための知見を得ることを目的とした。

## 方 法

### 1 被検者

被検者は豪雪地帯である札幌市内に在住し、自分で運動することが可能であり、医師から運動を止められていない男性高齢者 8 名で、筋力トレーニング (resistance training group: RTR) を実施した。年齢は、66歳~73歳 (68.9±2.5)、身長および体重はそれぞれ166.6±4.8 cm、66.0±7.1kgであった。RTR群における身体機能に関する測定結果の比較を行うグループとして、RTRのトレーニング期間中に特別な運動を行わない60~76歳 (69.0±6.5) の19名を対象群 (control group: CON) とした。両群の被検者は全員自宅の除雪を日常的に実施しており、RTR群はマシンによるトレーニングはもとより、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。

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行った。

### 2 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ために、身体機能や除雪能力に関する以下のような測定を行った。測定項目は、握力、脚伸展パワー、ショベルリング投擲力、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 回の測定を行ない、それぞれの測定値の上位の値の平均値を握力とした。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。測定は座位で行なわれ、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て用いた。

#### (3) ショベルリング投擲力テスト

ショベルリング投擲力テストは、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, 2002b; 森田・須田, 2005; 森田・須田, 2006)。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30cm×横25cm: 酒井医療器製) に砂を入れたもので、重量は男性が5kg、女性が4kgとした。ショベルの形状は重量1.5kg、柄の長さ0.76m、雪を掬うブレード面の面積は約1.34m<sup>2</sup> (セキスイ社製) であった。

男性の負荷を5kg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ルリング頻度の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4.5kgと提唱していること。(2) Müller & Karrasch (1956) は、重量1.5-1.8kg/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5kgという結果を得ており、この理由として、ショベルリング頻度が高い場合、かがんだ姿勢のままリズム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 (1963a, 1963b) 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5kgである」と報告していること。また、女性の負荷を4kgとしたのは須田らの報告

(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ない、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 (森田・須田, 2006)。

#### (4) 6分間歩行

6分間歩行の測定は、文部科学省の体力テストに準じて行った。

#### (5) 生体電気インピーダンス法による大腿部の筋量の測定

生体電気インピーダンス方式筋量測定装置 (Art Haven 9, Kyoto, Japan) を用いてRTR群の大腿部の筋量の測定をトレーニングの前後で実施し、トレーニングによる筋量への影響を観察した。この装置は安全かつ持ち運びが容易で高精度のため信頼度の高い測定方法である事が報告されている (Miyatani et al., 2002)。

#### (6) 筋力トレーニングおよび1RM (1 Repetition maximum) の測定

初心者が安全にトレーニングを実施できるようにマシンによるトレーニングを実施した。筋力トレーニングの実施種目は、大胸筋および上腕三頭筋を主働筋とするチェストプレス (chest press)、脚の伸筋群を主働筋とするレッグプレス (leg press)、ハムストリンを主働筋とするレッグカール (leg curl)、大腿四頭筋を主働筋とするレッグエクステンション (leg extension)、三角筋を主働筋とするショルダープレス (shoulder press)、上腕二頭筋と広背筋を主働筋とするラットプルダウン (lat pull down) の6種目であった。使用したマシンはユニバーサル社製の10ステーションで、札幌市清田区体育館に常設してあるマシンを用いた。トレーニングを進めるにあたっては、まず、研究の趣旨や予想されるリスクなどについての理解と参加の同意を得た後、それぞれのトレーニング種目の実施方法についてのインストラクションを行った。

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。6種目中、特にラットプルダウンにあっては実施方法が難しいように思われたので、引き下げの位置を首の付け根とし、順手で行うように指示した。また、腹部のトレーニングであるカールアップを10~15回程度を目安に実施した。被検者全員は、12週間 (11月~2月) の前後2回においてそれぞれの種目の1RMの測定を行ったが、この間RTR群にあっては週2回のトレーニングを実施し、CON群は歩行や除雪などの日常の身体活動以外は特別なトレーニングを行っていない。トレーニングの進め方は、最初に軽い負荷による呼吸方法やフォームのチェックを行った後、ある程度の要領を得た段階で1RMの50%で数回反復することから始め、2~3週間をかけて1RMの50%の負荷で、8回の反復を2セット行うように奨励した。その後5週目を目安に60%~70%で行い、6週日以降は80%の負荷で行うように促した。筋力トレーニングの指導および1RMの測定にあっては、3人~4人に一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。トレーニングに先立って、10分程度の低強度ウォーキングと同じく10分程度の主要な筋群のストレッチを行うとともに、体調チェックおよび保健師による血圧チェックを実施した。

### 3 統計処理

トレーニング前後におけるCON群とRTR群の変数の比較は、Repeated measures ANOVAによる分散分析を行い、有意性が認められた物については下位検定を行った。また、RTR群のみで測定した項目の比較には対応のあるt検定を用いて有意性を検討した。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。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。

## 結 果

### 1 身体的特性の変化

本研究期間を通じ、トレーニング中および測定時の障害や医学的な支障は生じなかった。表1にトレーニング前における両群の身体的特性を示したが、両群のトレーニング後の値に有意な差は認められなかった。トレーニング後の身長はCON群で $164.6 \pm 6.6$ cm、RTR群で $166.4 \pm 5.2$ cm、体重はCON群で $65.4 \pm 9.9$ kg、RTR群で $66.2 \pm 6.5$ kgであった。また、生体電気インピーダンス法による大腿部の筋量は有意な改善がみられ、右大腿部で $3.0 \pm 0.4$ kgから $3.4 \pm 0.4$ kgと14.7%増加し ( $p < 0.05$ )、

表1 ベースライン時における年齢、身長、体重および身体機能に関する値

Variables	CON (N=19)	RTR (N= 8)	p
年 齢 (yrs)	68.9±6.5	69.0±2.5	0.964
身 長 (cm)	164.7±5.6	166.6±4.8	0.454
体 重 (kg)	65.7±10.8	66.0±7.1	0.945
握 力 (kg)	37.8±6.0	37.6±6.5	0.947
6 分間歩行 (m)	615±71	611±55	0.892
ショベリング投擲距離 (m)	6.4±1.4	6.1±1.0	0.558
脚伸展パワー (watt)	899±279	1005±203	0.354

(平均値±SD)

表2 1 RM (1 repetition maximum) のトレーニング前後の値

	Pre (kg)	Post (kg)	Change (%)	p
レッグプレス	78.5±27.5	126.9±32.6	+61.5	0.013
レッグカール	10.3±3.8	18.9±6.2	+83.4	0.002
レッグエクステンション	20.1±4.2	28.9±9.3	+43.8	0.007
チェストプレス	29.3±7.1	37.1±3.4	+26.6	0.000
ラットプル	35.6±6.4	49.1±7.6	+37.9	0.001
ショルダープレス	20.3±3.8	22.8±3.3	+12.3	0.021

(平均値±SD)

左大腿部でも $3.3 \pm 0.3 \text{ kg}$  から $3.5 \pm 0.3 \text{ kg}$ へ8.0%増加した ( $p < 0.01$ )。

## 2 1 RM (1 repetition maximum) による筋力の変化

RTR群における1 RMの値はすべての種目で有意な改善がみられた。その増加率は、レッグプレスで66% ( $p < 0.05$ )、レッグカール83% ( $p < 0.01$ )、レッグエクステンション44% ( $p < 0.01$ )、チェストプレス27% ( $p < 0.01$ )、ラットプル38% ( $p < 0.01$ ) およびショルダープレス12% ( $p < 0.05$ ) であった。また、上半身の種目の増加率が25.6%であったのに対し下半身の種目の増加率はそれを大きく上回り62.9%であった (表2)。

## 3 身体機能に関する変化

握力の値は、CON群で $37.8 \pm 6.0$ から $38.1 \pm 5.3 \text{ kg}$ 、RTR群が $37.6 \pm 6.5$ から $37.6 \pm 5.9 \text{ kg}$ と有意な変化はみられなかった。脚伸展パワーの値はRTR群で有意な改善がみられ、 $1005 \pm 203$ から $1181 \pm 223 \text{ watts}$ に増加した ( $p < 0.01$ )。ショベリング投擲力もRTR群で有意に改善し、 $6.1 \pm 1.2$ から $6.6 \pm 0.9 \text{ m}$ に変化した ( $p < 0.05$ )。同様に6分間歩行についてもRTR群で $611 \pm 55$ から $714 \pm 65 \text{ m}$ へと有意な改善 ( $p < 0.01$ ) がみられた。一方、CON群にあってはこれらの値に有意な変化はみられず、脚伸展パワーの値が $899 \pm 279$ から $913 \pm 173 \text{ watts}$ にやや増加したものの6分間歩行が $615 \pm 71$ から $606 \pm 7 \text{ m}$ へとやや低下し、ショベル投擲力も $6.4 \pm 1.4$ から $6.3 \pm 1.1 \text{ m}$ へとやや

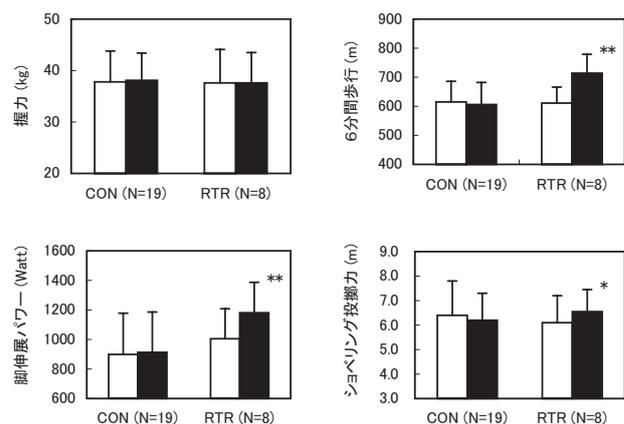


図1 12週間のマシントレーニング前後における握力、脚伸展パワー、6分間歩行およびショベリング投擲力の比較 (□はトレーニング前、■はトレーニング後) (\* $p < 0.05$ 、\*\* $p < 0.01$ )

低下した (図1)。

RTR群におけるショベリング投擲力がトレーニング実施後に有意に改善し、実施したすべてのトレーニング種目の1 RM値も有意に改善したため、ショベリング投擲力に対するトレーニング種目の影響を探索するために被検者それぞれのショベリング投擲距離の増加率と各トレーニング種目の増加率に関する相関係数を算出したところ、ラットプルにのみ有意な ( $0.751$ ,  $p < 0.05$ ) 相関関係が認められた。

表3 除雪の運動強度

被 検 者	運動の種類	心拍数 (拍/分)	運動強度 (Mets)	報 告 者
平均32歳の男性10名	ショベル除雪	175	5.7	Franklin et al., 1995
	除雪機使用	124	2.4	Franklin et al., 1995
平均40歳の男性12名	ショベル除雪	116	7.2	Sheldahl et al., 1992
平均20歳の男性8名および女性4名	ショベル除雪	142	6.9	山下ら, 2003
平均49歳の男性11名	ショベル除雪	140	6.4	山下ら, 2003
平均20歳の男性8名および女性4名	スノーダンプ	148	8.5	山下ら, 2003
平均49歳の男性11名	スノーダンプ	154	8.1	山下ら, 2003
平均61歳の男性13名	ショベル除雪	114	6.4	Sheldahl et al., 1992
平均74歳の男性14名	ショベル除雪	126	5.5	須田ら, 1992
平均43歳の男性	スノーダンプ	142	9.5	Smolander et al., 1995
50歳以上の健康な女性12名	ショベル除雪	85%peakHR	5.2	Sheldahl et al., 1993
	除雪機使用	78%peakHR	5.2	Sheldahl et al., 1993
50歳以上の冠動脈疾患の女性8名	ショベル除雪	81%peakHR	5.1	Sheldahl et al., 1993
	除雪機使用	77%peakHR	4.6	Sheldahl et al., 1993
平均42歳の女性10名	ショベル除雪	150	7.3	須田, 1992

### 考 察

ショベルを使った動作は長い間基礎的な生産活動として実施されてきているため、人間工学的な多くの成果が蓄積されてきている。ショベリングと作業成績に対する生理的な反応に関する基礎的研究については、ショベル負荷とショベリング頻度で様々な組み合わせでの総効率を測定する実験において、最も高い持久性と作業成績(90kgm/m)は、5kgのショベル負荷で5.1%の値が得られている(Müller & Karrasch, 1956, Wyndham et al., 1966, Freivalds, 1986)。

重い負荷による循環系や閉塞性血流阻止による影響も考慮し、推奨できる条件は1.5~1.8kgのショベルを用い、その際の負荷が5kg、ショベル頻度が18~20回/分である。実際の雪を用いたショベリングでは雪の性質、積雪深や積み上げの高さおよび除雪を実施する者の除雪経験や身体的特性などの要素について考慮が必要であるが、除雪の際の運動強度は除雪の量に大きく依存しているものと考えられる。このことについて須田(1992)は高い除雪能力を発揮するためには一回に掬って投げられる雪の量の多い方が有利である事を明らかにしている。

絶対値による最大酸素摂取量( $L \cdot \text{min}^{-1}$ )は運動を行う際の重要な要素として位置づけられているが、筋量が多く最大酸素摂取量が高い方が同じ最大酸素摂取量で筋量の少ない者より多くの雪を除雪するのに有利とされている(Suda et al., 2005)。Kervoら(2003)は6分間歩行テストの際の運動強度は換気性閾値より有意に高く、最大酸素摂取量の $79.6 \pm 4.5\%$ 、最高心拍数の $85.8 \pm 2.5\%$ に相当すると報告している。

本研究では最大酸素摂取量の測定は行っていないが、大腿部の筋量が改善および6分間歩行の顕著な改善はショベリング除雪やスノーダンプを使った除雪作業の影響によるものと推察する。須田(1992)は古川(1963a, 1963b)の研究に基づきショベリング除雪時の動作に脊柱起立筋や大腿直筋などの大きな筋群との関係が深い事を明らかにしているが、筋力トレーニングによって大腿部の筋量が増加し、しかも腰背部のトレーニングであるラットプルの増加率とショベル投擲力の増加率との間に有意な相関関係がみられたことは、本研究で用いたトレーニングプログラムがこれらの部位の負担を軽減するとともに除雪能力を高めるための手段として効果的であったと考えることができる。本研究で実施した背筋系のトレーニングはラットプルであったが、これは高齢者に対する安全性と既存のトレーニング施設を使用したため本来その効果が期待できそうな種目はバックエクステンションやフリーウエイトによるクリーンのような種目が妥当であると考えられる。

ブリザードの後の除雪作業中の突然死(Anderson et al., 1979, Glass and Zack, 1979)や循環機能に過重な負担がかかるなど(Franklin et al., 1995, Dougherty et al., 1993, Sheldahl, 1992, Smolander, 1995, Suda et al., 1990)、ショベリング除雪が人体に与える影響についての研究は行われて来たが、筋力面の負担度に関する研究はほとんど行われていない。Shephard(1987)は、身体的に過激な作業では、作業の限界因子は、酸素運搬系機能の最大能力よりも最大筋力である場合がよくあると筋力の重要性を強調している。

除雪作業に関連する身体機能を改善するために筋力や

筋パワーを高める事が効果的であると考え、このことについては先行研究においてショベリング投擲力と筋力および脚伸展パワーとの有意な相関関係が認められている (Morita et al., 2003)。予想通り、本研究の被験者は全員無雪期に開始された週2回、12週間のマシーントレーニングによって6種目の最大筋力を増加させた。さらに冬期間中にもかかわらずショベリング投擲力の成績も有意に向上させることができた。

Adesら (1996) は健康な高齢者に対する12週間の筋力トレーニングプログラムによって脚力とウォーキングによる持久力が改善した事を報告しているが、本研究においてもCON群でほとんど変化しなかったのに対し、RTR群における6分間歩行の距離はトレーニング前の測定では611mからトレーニング後に714mと顕著な変化がみられた。このことは豪雪地帯の日常生活の活動性を高め、除雪作業時の過重な心機能の亢進に対しても有益であると考えられる。

表3は、これまでの研究における除雪と運動強度について示したものである。ショベル除雪 (Sheldahl et al., 1993, Franklin et al., 1995, Suda et al., 1990) およびスノーブッシャーに (Smolander et al., 1995) による運動強度は5 Metsを越えている。6分間歩行の成績が向上しそれに付随して最大酸素摂取量も向上すると思われるが、これらの改善に伴って除雪作業時の心機能の負担が軽減されることが予想される。その上、持久性の増強により固まった路面 (Suda et al., 1990) や雪に覆われた道路 (Ramazwamy et al., 1966, Pandolf et al., 1976) を歩行する際の高いエネルギー支出が求められるような身体活動に対しても有利に働くものと思われる。

## 結 語

高齢者に対するマシーンによる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およぼす効果と、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獲得するための検討を行った結果、マシーンによる筋力トレーニングの実施が高齢男性のショベリング能力や筋力およびパワーなどの身体資質を高める事が明らかとなり、豪雪地に居住する高齢者の生活機能の向上に効果的であることが示唆された。

## 文 献

Ades, P.A., Ballor, D.L., Ashikaga, T., Utton, J.L., and Nair, K.S., 1996 : Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Annals of International Medicine*. 124, 568–572.

- Ainsworth, B.E., Haskell, W.E., Whit, M.C., Irwin, M.L., Swartz, A.M., Strath, S.J., O'Brien, W.L., Bassett, JR.D. R., Schmitz, K.H., Emplainscourt, P.O., Jacobs, JR. D.R., and Leon, A.S., 2000 : Compendium of physical activities : an update of activity coded and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, Supplement, S598–516.
- Anderson, T.W. and Rochard, C., 1979 : Cold snaps, snowfall and sudden death from ischemic heart disease. *Canadian Medical Association Journal*, 121, 1580–1583.
- Dougherty, S.M., Sheldahl, L.M., Wilke, N.A., Levandoski, S.G., Hoffman, M.D. and Tristiani, F.E., 1993 : Physiologic responses to shoveling and thermal stress in men with cardiac disease. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 25, 790–795.
- Franklin, B.A., Hogan, P., Bonzeim, K., Bakalyar, D., Terren, E., Gordon, S. and Timmis, G.C., 1995 : Cardiac demands of heavy snow shoveling. *J.A.M.A.*, 15, 880–882.
- Freivalds, A., 1986 : The ergonomics of shoveling and shovel design— an experimental study. *Ergonomics*, 29, 19–30.
- 古川 巖, 1963a : 人力除雪“歩掛り”の研究. *雪氷*, 25, 3–7.
- 古川 巖, 1963b : 手力除雪の歩掛りの研究——人役の除雪量を判定する—. *日本積雪連合資料*, 56, 1–21.
- Glass, R.I. and Zack, M.M., 1979 : Increase in deaths from ischemic heart disease after blizzards. *The Lancet*, 3, 485–487.
- 石井直方 (総監修), 1999 : 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.
- Izquierdo, K., Ibanez, J., Hakkinen, K., Kraemer, W., Larsson, J. and Gorostiaga, 2004 : Once Weekly Combined Resistance and Cardiovascular Training in Healthy Older Men. *Med. Sci.Sports Exec.*, 36, 435–443.
- Karpovich, P.V. and Sinning, W.E., 1971 : *Physiology of Muscular Activity*. 7<sup>th</sup> ed. W.B. Saunders, 138–140.
- Kervo, G., Carre, F. and Nathalie, S.V., 2003 : Reliability and intensity of the six-minute walk test in healthy elderly subjects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 169–174.
- 国土庁地方振興局, 1996 : 人と自然にやさしい雪国づくり調査報告書.
- 三浦雅史・和久井鉄城・山下弘二, 2004 : 除雪動作が体幹・下肢の筋活動量におよぼす影響—Lifting動作との比較から—. *東北理学療法学*, 16, 1–6.
- Miyatani, M., Kanehisa, H., Masuo, Y., Ito, M. and Fuku-

- naga, T., 2001 : Validity of estimating limb muscle volume by bioelectrical impedance. *Journal of Applied Physiology* 8, 386–394.
- 森田 勲・山口明彦・須田 力, 2002a : ショベル除雪と筋力・筋パワーについて. *雪氷*, 64, 631–639.
- 森田 勲・山口明彦・須田 力, 2002b : 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*, 10, 35–42.
- Morita, I., Yamaguchi, A. and Suda, T., 2003 : Physical factors in females related to snow shoveling power. *Physical activity, health promotion and regional development in Northeast Eurasia*, Kyodo Bunkasha, 62–65.
- 森田 勲・須田 力, 2005 : 高齢者の人力除雪で発揮される体力要素. *雪氷*, 67, 233–243.
- 森田 勲・須田 力, 2006 : 豪雪地の生活に適った生活機能の評価に関する検討, *北海道大学大学院教育学研究科紀要第99号*, 35–44.
- Müller, E.A. and Karrasch, K., 1956 : Die grösste Dauerleistung beim Schaufeln. *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschliesslich Arbeitsphysiologie*, 16, 318–324.
- Pandorf, K.B., Haisman, M.F. and Goldman, R.F., 1976 : Metabolic Energy Expenditure and Terrain Coefficients for Walking on Snow. *Ergonomics*, 6, 683–690.
- Ramaswamy, S.S., Dua, G.L., Raizada, V.K., Dimri, G.P., Viswanathan, K.R., Madhvia, J. and Srivastava, T.N., 1966 : Effect of Looseness of Snow on Energy Expenditure in Marching on Snow-covered Ground. *J. Appl. Physiol.*, 21, 1747–1749.
- Seynnes, O., Fiatarone, M.A., Hue, O., Pras, P., Legros, P. and Bernard, P., 2004 : Physiological and Functional Responses to Low-Moderate Versus High-Intensity Progressive Resistance Training in Frail Elders. *Journal of Gerontology*, 59A, 503–509.
- Sheldahl, L.M., Wilke, N.A., Doughety, S.M., Levandoski, S.G., Hoffman, M.D. and Tristani, F.E., 1992 : Effects of Age and Coronary Artery Disease on Response to Snow Shoveling. *J.A.C.C.*, 20, 1111–1117.
- Sheldahl, L.M., Wilke, N.A., Doughety, S.M., Hoffman, M.D. and Tristani, F.E. 1993 : Response of women to snow shoveling and snow blowing. *Circulation*. 88, 611.
- Shephard, R.J., 1978 : *Physical Activity and Aging*. Croom Helm, London and Sidney 353.
- Sidney, K.H. and Shephard, R.J., 1977 : Maximum and sub-maximum exercise tests in men and women in the seventh, eighth, and ninth decades of age. *Journal of Applied Physiology*, 43, 280–287.
- Skelton, D., Young, A., Greig, C. and Malbut, K. E., 1995 : Effects of Resistance Training on Strength, Power, and selected Functional Abilities of Women Aged 75 and Older. *J.A.G.S.*, 43, 1081–1087.
- Smolander, J., Louhevaara, V., Ahonen, E., Polari, J. and Klen, T., 1995 : Energy expenditure and clearing snow : a comparison of shovel and snow pusher. *Ergonomics*, 38, 794–753.
- Stevenson, A.G. and Brown, R.L., 1923 : 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.
- 須田 力, 1992 : 除雪作業と体力. *北海道大学教育学部紀要*, 57, 141–183.
- Suda, T., Miyake, S., Sasaki, T. and Kato, M., 1990 : Physiological Responses to Snow Shoveling Observed in Aged Men. Ed. M. Kaneko, *Fitness for the Aged, Disabled, and Industrial Worker*. Human Kinetics, Illinois, 75–78.
- Suda, T., Asao, H. and Morita, I., 2005 : Differences in the Relationships between Physical Resources and Vital Functions of College Students and Elderly People Living in a Snowy Region, *Proceedings in 6<sup>th</sup> International Congress on Aging and Physical Activity*, *Journal of Aging and Physical Activity*, 82–86.
- Wyndham, C.H., Morrison, J.F., William, C.G., Heyns, A., Margo, E., Brow, A.N. and Astrup, J., 1966 : The relationship between energy expenditure and performance index in the task of shoveling sand. *Ergonomics*, 9, 371–378.

# Effects of resistance training on vital functions in elderly Japanese males living in snowy regions

Isao MORITA\*<sup>1</sup>, Akihiko YAMAGUCHI\*<sup>2</sup>, Shinji AKENO\*<sup>3</sup>, Yasuhiro IKEMORI\*<sup>4</sup>, Tsutomu SUDA\*<sup>5</sup>

**Abstract :** The purpose of this study was to elucidate the effectiveness of resistance training aimed at enhancement of vital functions of the elderly males in snowy regions. Eight healthy males [RTR, 69.0±2.5 (SD) yr] participated in 2×wk<sup>-1</sup> for 12 wk of progressive resistance training. Nineteen age-matched healthy males (68.9±6.5yr) volunteered to be non-exercising control subjects (CON). We measured all subjects for results of explosive leg extensor power, 6-minute walking distance and a shovel throw test. Significant increases in explosive leg extensor power (p<0.01), six-minute walking distance (p<0.01), and a shovel throw distance throwing a 5 kg sandbag (p<0.05) were found in the RTR group after resistance training, but no significant differences were observed in the CON group. It was concluded that progressive resistance exercise in older subjects males produced substantial increases in muscle strength, power, and shoveling power.

**Key Words :** resistance training, snowy regions, daily life, shovel throw test.

- 
- \* 1 Department of Integrated Human Sciences, School of Nursing and Social Services, Health Sciences University of Hokkaido
  - \* 2 Department of Integrated Human Sciences, School of Dentistry, Health Sciences University
  - \* 3 Department of Fundamentals of Nursing, School of Nursing and Social Services, Health Sciences University of Hokkaido
  - \* 4 Department of Social policy, Clinical Social Work, School of Nursing and Social Services, Health Sciences University of Hokkaido
  - \* 5 Research Group of Physical Education and Sport in Northern Regions