

## 冬季の公園における雪上活動の呼吸循環応答

須田 力 (北方圏体育・スポーツ研究会), 愛甲哲也 (北海道大学大学院農学研究院)  
中村佳子 (公園ねっとわーく), 大友雅子 (札幌市環境局みどりの推進部)

### 1. 研究の目的

糖尿病予備軍 1200 万に象徴される運動不足, 体力低下による生活習慣病の脅威が大きな問題となっている. 厚生労働省による「健康づくりのための運動指針 2006 (エクササイズガイド 2006)」により, メタボリックシンドロームを予防し死亡のリスクを低減させるために必要な運動量, 運動強度, 性別・年齢代別最大酸素摂取量の基準値が公表されている (下光, 2006). 北海道の住民は, 子どもの体力が全国最下位レベル, 成人の肥満傾向など健康・体力で深刻な課題を抱えている. この原因として冬季の身体活動量の減少が指摘されている.

冬季の生活では, 圧雪路面の歩行の運動強度が無雪路面よりも 1MET 高くなり, ショベル除雪の運動強度が, 普通歩行の 2 倍近いなど, 酸素摂取能力の維持の効果が期待される身体活動もあるが多くの公園が雪に閉ざされ子どもたちの姿が見かけない.

雪捨て場と化した冬の公園を遊び場空間として確保するためには, 財政事情の厳しい自治体に機械による除雪や圧雪を依存できない. 住民自身がつぼ足, かんじき, 歩くスキーなどで深雪を踏み固める地道な努力が必要である. イグルーや雪像制作のための雪のブロックづくりもまず深雪の踏み固めから始まる. 深雪の中の身体活動について, 人間工学では雪中の歩行の負担度は足の埋没深さが増すにつれて負担度が急増することが報告されている (Heinonen et al, 1959; Pandolf et al, 1976; Smolander et al, 1989).

本研究は, 負担度の高い運動は酸素摂取能力を高めるトレーニングとしてポジティブに評価できるという視点から歩行や深雪の踏み固めを含む雪中身体活動の運動強度を子どもと成人について測定した.

### 2. 研究の方法

#### (1) 被験者

被験者は, 児童が 3 名, 成人が 7 名で, 男子小学生 3 名は, 年齢 8~11, 平均 9.7 歳, 身長は 132~147, 平均 142cm, 体重は 24~38, 平均 32kg であった. 成人は男性が 5 名で, 19~65, 平均 46 歳, 身長が 164~175, 平均 170cm, 体重が 70~85, 平均 76kg であった. 女性は 2 名で, 年齢は 41~64, 平均 53 歳, 身長が 155~162, 平均 158cm, 体重が 58~65, 平均 61kg であった.

#### (2) 実験条件

① 環境条件: 実験は, 2008 年 1 月から 3 月にかけて札幌市東区ひのまる公園および同東区モエレ沼公園で行なわれた. 実験時の気象条件を表 1 に示す.

表 1 実験時の環境条件

年 月 日	場 所	天 候	気温 (°C)
008 年 1 月 2 日	東区ひのまる公園	晴	-1.0
08 年 1 月 26 日	東区モエレ沼公園	曇	-4.0
08 年 1 月 27 日	東区モエレ沼公園	曇	-3.3
008 年 3 月 8 日	東区ひのまる公園	晴	+3.0

表2 成人の雪上活動の測定者数と深雪における足の埋没深さ

圧雪路面歩行: N=7
深雪歩行: N=2, 15~20cm,
深雪踏み固め: N=5, 15~26cm,
かんじき歩行: N=3, 25~30cm
深雪歩くスキー: N=2, 15~25cm,

②深雪の身体活動における靴の埋没深さ: 男子児童2名の深雪歩行時の靴の埋没深さは25cmであった。成人においては、表2に示す通り、実施日により足の埋没深さは差があった。移動速度を各自のペースとしたため、埋没深さが浅い条件では速度が高まり、運動強度は必ずしも埋没深さと比例しなかった。

②測定指標

運動強度の指標は、主観的作業強度 (RPE, ボルグスケール), 心拍数および酸素摂取量などの呼吸代謝指標である。心拍数はPolar社製S610iにより記録した。呼吸代謝指標は、携帯用呼吸代謝測定装置 (S&ME社製V02000) を用いた。



写真1. 男子小学生への心拍数計の装着 (左) と携帯式呼吸代謝による深雪歩行時の酸素摂取量測定 (右)。

③測定した雪中身体活動

男子児童においては、心拍数はイグルー制作、圧雪路面歩行、深雪歩行およびそり遊び、酸素摂取量は、圧雪路面歩行および深雪歩行の2種類を2名について測定した。成人においては、圧雪路面歩行、深雪踏み固め、深雪歩行、深雪歩くスキー、かんじき歩行、それぞれについて心拍数および酸素摂取量を2~7例測定した。

3. 結果と考察

(1) 児童の雪中活動の呼吸循環応答

表3 男子児童の雪中活動時の心拍数。

	イグルー制作	圧雪歩行	そり遊び	深雪歩行	(注)%MHR とは最大心拍数推定値 (220-年齢) に対する割合。
N	3	2	2	2	
時間 (分)	58~74	10	24~26	10	
心拍数 (拍/分)	118.0	132.2	154.0	174.7	
%MHR	56.0	62.3	72.8	82.6	

表3に3名の男子児童の雪中活動中の心拍数の平均値を示す。イグルー制作時は118拍/分、最大心拍数の56%、圧雪歩行はそれぞれ132拍/分、62%、そり遊びでは154拍/分、73%となった。深雪歩行ではさらに増加し、175拍/分、83%となった。酸素摂取量は圧雪歩行の15.2ml/kg/分 (4.4METs) に対し、深雪歩行では30.2ml/kg/分 (8.6METs) と歩行の約2倍の強度に達した。アメリカスポーツ医学会の「運動処方指針第7版」(2008年)では、一般人では77~90%MHRの運動をきちんとした時間と頻度で行えば、心肺機能は向上するとされている。Willmoreたち (1976, 1982) は、8歳から15歳までの男子において最大酸素摂取量が42ml/kg/

分(12MET s)以下を冠動脈心疾患の危険因子の一つにあげている。本研究において、圧雪路面の歩行はこの値の36%に相当し、運動強度としては不十分であるのに対し、深雪歩行は72%に相当し、心肺機能の発達に有効な強度とであった。

(2) 成人の雪中活動の呼吸循環応答

①主観的作業強度 (RPE)

運動強度を評価する指標として心拍数や酸素摂取量などの客観化された指標とともに、運動実施者の主観的感覚から評価する「主観的作業強度」(RPE, ボルグスケール)が用いられている。図1は、成人の5種類の雪上活動時のPREである。

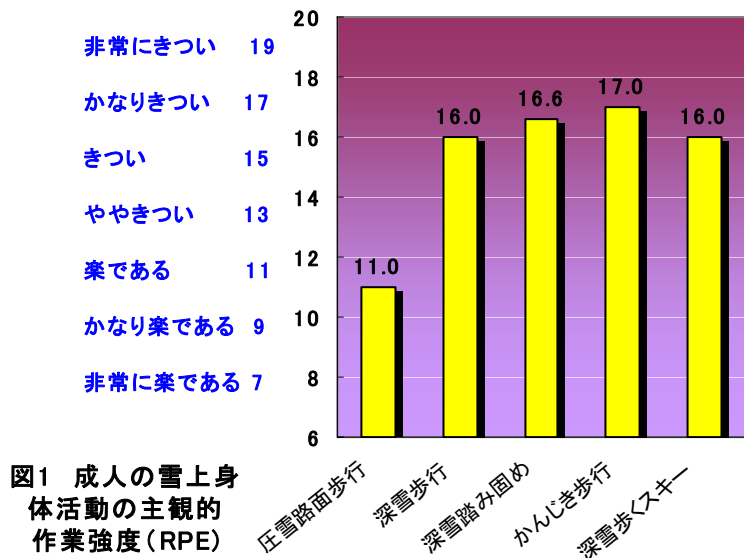


図1 成人の雪上身体活動の主観的作業強度(RPE)

圧雪路面歩行はいずれも11(楽である)であったが、深雪中の身体活動はいずれも15(「きつい」)を越えた。前述のアメリカスポーツ医学会の一般成人の運動処方では、心肺機能の効果的な運動強度はRPEでは、12~16とされ、深雪中の身体活動はいずれも十分な運動強度と評価される。

(2) 心拍数

心拍数は図2に示すとおり、圧雪路面歩行は115拍/分であった。深雪中の身体活動ではいずれも120拍/分を越え最大心拍数の79%以上の高強度となった。アメリカスポーツ医学会の一般人のための心肺機能の向上に効果的な心拍数は、体力の劣る人で最大心拍数の55%以上、一般人では60%から90%とされている。本研究では、圧雪路面の歩行でも67%に達し、7名中5名がトレーニングとして有効な最低限の強度である目標心拍数下限を越えていた。

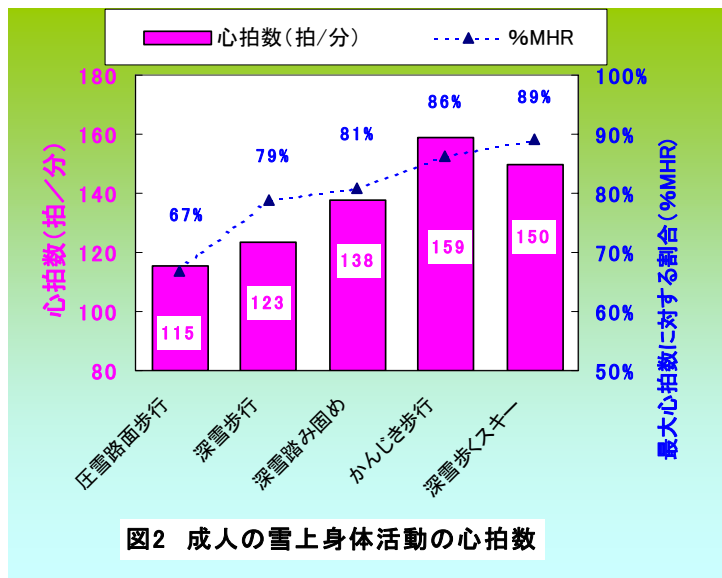


図2 成人の雪上身体活動の心拍数

深雪中の身体活動は、すべての値が目標心拍数下限を越え、運動時間が必要条件を充足されれば循環機能向上の効果が期待できる運動強度であった。

(3) 酸素摂取量

酸素摂取量は通常、体格差の影響を消去するため測定値を体重で割った値で評価される。安静時は体重1kg当たり毎分3.5mlとされ、無雪期の80m/分の歩行は11.5ml/kg/分で安静時の3.3倍(3.3METs)となる。圧雪路面では16.4ml/kg/分(4.7METs)と運動不足の人でも無理なく実施でき、健康づくりに必要な酸素摂取能力を維持するために適度な強度と評価する。

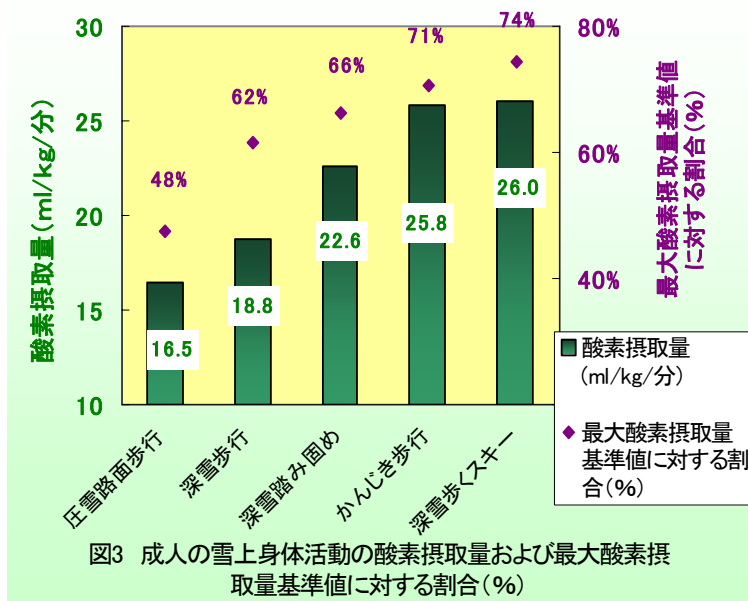


図3 成人の雪上身体活動の酸素摂取量および最大酸素摂取量基準値に対する割合(%)

深雪中の身体活動は、深雪歩行が 18.8ml/kg/分

(5.4METs)、深雪踏み固めが 22.6 ml/kg/分 (6.5METs) と無雪路面の普通歩行の約 2 倍となった。かんじき歩行は 25.8ml/kg/分 (7.4METs)、深雪歩くスキーは 26.0ml/kg/分 (7.4METs) とテニス (一般のラリー) やバドミントン (正式なゲーム) の 7.0METs に匹敵する強度となった。メタボリックシンドロームを予防し、死亡のリスクを低減させるために必要な最大

酸素摂取量の基準値が提案されている。例えば 40 歳台の男性の場合 37ml/kg/分 (10.6METs) の基準値を維持・向上させるためには、最大酸素摂取量の 50% (18.5ml/kg/分) 以上の強度が必要である。今回測定した深雪中の身体活動の平均値はいずれもこの水準に達していた。

#### 4. 結論

雪中活動、とりわけ深雪中の身体活動は、子ども、大人の呼吸循環機能の向上に必要な運動強度を充足し、生活習慣病予防の効果が期待できる。イグルーづくりや雪中運動会前の深雪の踏み固めのように楽しむための準備の作業でも健康づくりの運動となる。

#### 5. 参考・引用文献

アメリカスポーツ医学会編，日本体力医学会体力科学編集委員会監訳，2006：運動処方指針 原著第 7 版，南江堂。

Heinonen, A. O. et al, 1959: The Energy Expenditure of Walking on Snow at Various Depths. Ergonomics. Vol.2: 389-393.

Pandolf, K. B. et al., 1976: Metabolic Energy Expenditure and terrain Coefficients for Walking on Snow. Ergonomics. Vol.19, No.6: 683-690.

下光輝一, 2006: 健康づくりのための運動指針 2006 : 生活習慣病予防のために～エクササイズガイド 2006～. 体育の科学, Vol. 56, No. 8: 615-620.

Smolander J. et al., 1989: Cardiorespiratory strain during walking in snow with boots of differing weights. Ergonomics. Vol.31, No.1: 3-13.

Wilmore, J.H. et al., 1976: Prevalence of coronary heart disease risk factors in boys 8 to 12years of age. Journal of Pediatrics. Vol. 84: 527-533.

Wilmore, J. H. et al., 1982: Prevalence of coronary heart disease risk factors in 13 to 15-year-old boys. Journal of Cardiac Rehabilitation. Vol.2: 223-233.