スノーシューウォーキングにおける先導者と後続者の運動強度の差異

Differences in exercise intensity of snowshoeing between the leader and the successor during wading through the deep snow

竹内健太郎（一般財団法人士別市体育協会）,丸孝則（一般財団法人士別市体育協会）
朝日保（士別スノーシュークラブ），須田力（NPO 法人雪氷ネットワーク），
白川和希（北翔大学北方圏生涯スポーツ研究センター）
Kentaro Takeuchi, Takanori Maru, Tamotsu Asahi, Tsutomu Suda and Kazuki Shirakawa

１.研究の目的

積雪寒冷地住民の冬季の身体活動の不足は，成人の肥満や生活習慣病のリスクの増大,高齢者の自立能力の低下の誘因となる．近年全域が豪雪地帯の北海道においてスノーシューツアーなどの有酸素運動による健康づくりが各地で推進されこのような問題の解決への有効性が期待されている．スノーシューの愛好者は我が国の場合中高年層が主体と思われるが，スノーシューの生理的応答に関するこれまでの研究の多くは若い年齢層の被験者[1,2),3),4)]による高い運動強度となっており、高年齢層を対象とした研究は皆無に等しい。しかし，果たして実際に高年齢層においてもこのような高強度であるのか疑問がある．

通常，スノーシューツアーでは全員が横隊となって新雪を進むよりも,縦列の場合が多い．その際，先頭で新雪を踏破するリーダーが最も運動強度が高くなると予想されるが,スノーシューに関するこれまでの研究は,いずれも全員同じ新雪ラッセル条件での運動強度で，先導と後続の身体的負担度の差異に関する報告はない．そこで我々は高年齢者を対象に新雪平坦条件におけるスノーシュー歩行の先導者と後続者の運動強度の差異を測定し，地域の実態に即した健康づくりに役立つ情報を提供することを目的に本研究を行った．

２.研究の方法

表１　被験者の身体的特性

被験者	身長(cm)	体重(kg)	VO_{2max}推定値（METｓ）
TK,70 歳	170	74.7	9.5
SH,65 歳	159	56.6	10.2
HS,72 歳	163	60.8	9.5
HI,63 歳	169	55.7	9.9
YJ,65 歳	169	64.7	10.4
TT,64 歳	177	82.1	9.8
M	167.8	65.8	9.9
SE	2.5	4.3	0.1

（１）被験者の身体的特性

被験者は,表１に示す 63 歳～72 歳,平均 66.5 歳のスノーシュークラブの男性 6 名であった．全員に予め研究の目的,方法,予想される危険性について説明し文書によるインフォームドコンセントを得た．

（VO_{2max}:　最大酸素摂取量）

（２）プロトコール

6 人縦隊グループを 3 班編成し,初心者のＲＰＥが 13（ややきつい）を超えない範囲で先導者が調整し,self-selected pace でスノーシュー歩行を行った．歩行ペースの目安は 600m（100m区間 3 往復）/10 分で,歩行終了後十分な休憩をとり,1 セット目に先導だった者が 2

Copyright © 2014　公益社団法人日本雪氷学会北海道支部

セット目で後続（2 番目）と交代し,同じ要領で 2 セット行った.

（３）運動強度の測定指標

①心拍数: Polar 社製　ポラール RS800CX を用いた.

②酸素摂取量推定値: トレッドミルによる段階的負荷試験の傾斜および速度から算出された酸素摂取量推定値を Y,被験者の心拍数を X とする一次回帰式を算出し，①最大酸素摂取量推定値（＝220-年齢）時に相当する心拍数を回帰式に代入し最大酸素摂取量推定値を求め，②スノーシュー歩行時の心拍数を回帰式に代入し,酸素摂取量推定値を求めた.

③主観的作業強度（RPE）: Borg スケールを用いてスノーシュー歩行直後に測定した.

（４）環境条件

実験は,2014 年 1 月 22 日（水）,士別市陸上競技場内で行った．天候は,曇り,気温は，-5.9～-0.6 ℃，積雪深は,106 ㎝ であった.硬度は,木下式硬度計 [5] を用いて表層部は 3.8g/㎝^{2} であった.密度は,角型密度サンプラー[5] を用いて測定し,表層は 0.076,深さ 20 ㎝で 0.275,深さ 40 ㎝で 0.274,深さ 60 ㎝で 0.325 であった.

（５）スノーシューの埋没深

自作のスケールを用いて各被験者について先導歩行時の foot print のつま先部および踵部の埋没深を測定した.（つま先+踵）/2 を埋没深[6] とし，10 歩の平均値を求めた.

３.研究結果

（１）歩行パラメータ

先導者と後続 2 番目の歩行パラメータとして速度,ピッチ,ストライドの平均値は，表１に示す通りほぼ同じ値で有意差はなかった．ストライドと身長との間に有意な正の相関（r=0.62, p<0.05）が見られた．ピッチと身長の間は負の相関（r=-0.572）であったが,有意ではなかった（p=0.052，ns）．先導時のスノーシューの埋没深は 11.2～14.5ｃｍ,平均値±標準誤差は,12.6±0.49 ㎝であった.

表１　先導時と後続 2 番目時の速度,ピッチ,ストライドの比較（平均値±標準誤差）

	先導時	後続 2 番目	有意差
速度（m/分）	60.5±0.293	60.5±0.293	ns.
ピッチ（歩/分）	89.3±2.31	88.21±3.02	ns.
ストライド（m）	0.68±0.01	0.69±0.02	ns.

（２）心拍数

心拍数の平均値は，表２に示すように,先導時の 137.9 拍/分に対し後続 2 番目時では 119.7 拍/分で 18.2 拍の有意な差（p<0.01）があった．最大心拍数推定値に対する割合は，先導時が 90%,後続 2 番目時は 78%であった．Karvonen 法[7]による目標心拍数下限を 50%,上限を 85%とすると,先導時に目標心拍数上限を越えた者は 6 名中 3 名であった.

（３）酸素摂取量推定値

トレッドミルによる最大下段階的負荷テストから得られた心拍数/酸素摂取量推定値から得られた心拍数をｘ，酸素摂取量推定値をｙとする回帰式にスノーシュー運動時の心拍数を代入して求めた酸素摂取量推定値を求め比較した結果を図 2 に示す.

Copyright © 2014　公益社団法人日本雪氷学会北海道支部

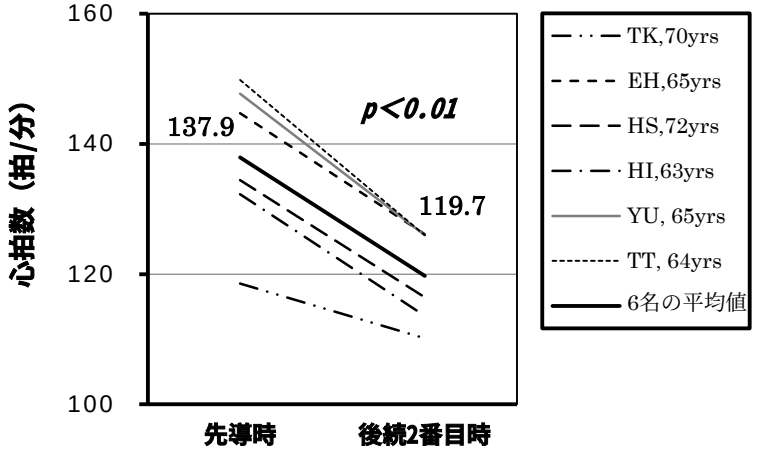

図1　男性6名のスノーシューツアーにおける先導時と後続2番目時の心拍数の比較

安静時の酸素摂取量を1としてその倍数で表す運動強度は，先導時の8.4メッツに対し，後続2番目では6.7メッツで，1.7メッツの有意（$p<0.01$）な差があった．

（4）主観的作業強度（RPE）

先導時は13.7(「ややきつい」と「きつい」の間)，後続2番目時は11.8（「楽である」と「ややきつい」の間）と1.9の差が見られ，この差は有意（$p<0.05$）であった．

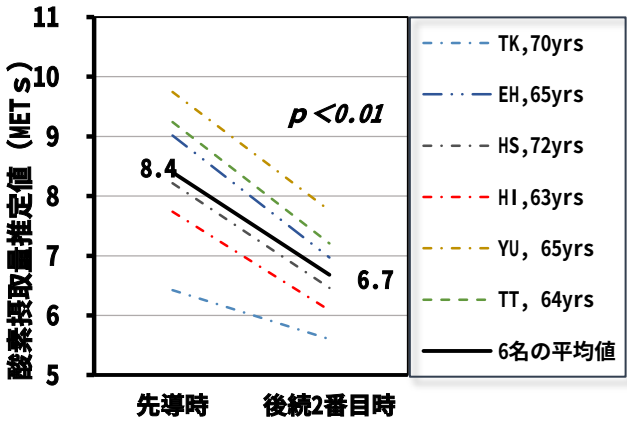

図2　高年齢男性6名のスノーシューにおける先導時と後続2番目時の酸素摂取量推定値(メッツ)

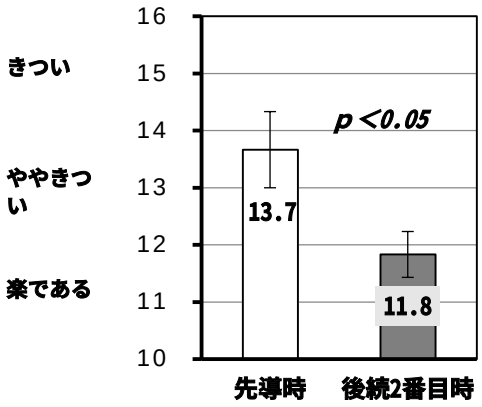

図3　高年齢者男性6名のスノーシューにおける先導時と後続2番目時の主観的作業強度（RPE）

4.考察

我が国の厚生労働省による成人を対象とした「健康づくりのための身体活動基準 2013」[8]によってメタボリックシンドロームを予防し死亡リスクを低減させるために望ましい身体活動量および全身持久力（最大酸素摂取量）の基準値が提案されている．性・年代別の全身持久力の基準は，男性の場合40～59歳,60～69歳がそれぞれ10.0および9.0メッツ,女性の場合は8.5および7.5メッツとなっている．

本研究における被験者の最大酸素摂取量推定値の平均値は，9.9 メッツで厚生労働省による「健康づくりのための身体活動基準 2013 [7]における基準値を全員が上回る良好な体力レベルであった．しかし，先導時の酸素摂取量推定値8.4メッツは，VO_{2max}の85%に相当し，心拍数も目標心拍数上限を超える者も3名見られた．白川たち[6]は，埋没深の異なる雪上歩行において埋没深の大きい場合，かんじきに対してスノーシューの負担度が低く，つぼ足の埋

Copyright © 2014　公益社団法人日本雪氷学会北海道支部

没深が 10cm を越える条件ではスノーシューの有用性が明らかとなったと報告している.これらの結果から，先導で進む者は高い体力が要求されるため頻繁に先頭を交代し，特定の者に負担が集中しないような配慮の必要性が示唆された.

後続2番目となった場合では6.7メッツの強度となった．この強度は， Ainthworth たち[8]によるスノーシューの一般的な強度の 8.0 メッツよりも低めで、竹内たち[10]による士別市博物館コースのスノーシュー散策の 6.5 メッツと同程度であるとはいえ平地歩行の 2 倍に相当し，「誰でも親しめる運動」とは言えないレベルと思われる.

５.結論

新雪のスノーシューツアーにおいて埋没深が12.6ｃｍの条件で，先導時は後続2番目時に対し心拍数は,138 拍/分対 120 拍/分，酸素摂取量推定値は,8.4 メッツ対 6.7 メッツ,主観的作業強度は 13.7 対 11.8 といずれも先導時が有意に高かった．若年者を対象としたこれまでの研究よりも低めだったとはいえ,高年齢者においても厚生労働省による「健康づくりのための身体活動基準 2013」の最大酸素摂取量の基準値を上回る体力が要求されると思われた.

謝辞

本研究にご協力いただいた士別スノーシュークラブの皆様に厚くお礼を申し上げます.

【参考文献】

1）Connolly, DA., 2002 : The energy expenditure of snowshoeing in packed vs. unpacked snow at low-level walking speeds. *J. Stregth Cond Res,* **16**(4): 606-610.

2）Dalleck, L, DeVoe, and D., Kraviz, L, 2003 : The energy expenditure of snowshoeing in packed vs. unpacked snow at low-level walking speeds. *Ergonomics*, **46** (9) : 875-881.

3）Schneider, PL, Porcari, JP, Erikson, JDA, Foster, C, Brice, G, and Freeman, A. 2001: Physiological Responses to Recreational Snowshoeing. *Journal of Exercise Physiology*, **4** (3): 45-52 .

4)富岡　徹･石田直章, 2009: *ノルディックスノーシューイングの生体負担度．体力科学*, **58** (6): p.808.

5）社団法人日本雪氷学会編， 2010：積雪観測ガイドブック，朝倉書店，pp.39-53.

6）白川和希，上田知行，井出幸二郎，小坂井留美，加藤満，大宮哲，須田力，2013: 雪上歩行方法による歩容パラメータの違いについて.*北海道の雪氷*, **32**, 92-95.

7）Karvonen, M.Kentala, K.Mustala, O. 1957: The effects on heart rate: A longitudinal study, *Ann, Med. Exp. Biol. Fenn*. **35**: 307-315.

8）厚生労働省 運動基準・運動指針の改定に関する検討会, 2013: 健康づくりのための身体活動基準 2013, http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r.

9）Ainthworth, B.E. et al, 1993: Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. **25**, (1) : 71-80.

10）竹内健太郎，丸孝則，朝日保，森久大，須田力，2013：スノーシューウォーキングの有酸素能力増進効果， *寒地技術シンポジウム報告・論文集,* **29**, pp.282-285

Copyright © 2014　公益社団法人日本雪氷学会北海道支部