

子どもの雪上サッカーの有酸素トレーニング効果

須田力（北方圏体育・スポーツ研究会），石本敬志（日本気象協会北海道支社），
中村佳子（NPO 法人公園ねっとわーく），長浜光弘（清田南サッカースポーツ少年団），
西恒孝（清田南サッカースポーツ少年団），水野眞佐夫（北海道大学）

1. 研究の背景と目的

北海道の子どもは肥満傾向の割合が多く，体力テストの結果は全国最下位に近い。子どもの低体力，とりわけ持久力の不足は，生活習慣病の発症リスクを早期に抱えていることでもあり憂慮すべき問題である。この原因として北海道においては冬季の身体活動量の不足¹⁾があげられている。北海道は一人当たり都市公園面積が全国一恵まれているにもかかわらず冬季の公園やグラウンドはほとんど利用されていない。雪中サッカーや雪上ゲームなどの身体活動は，寒冷適応能を養い，持久力，バランス能力を高める身体発達効果が期待される。にもかかわらず，積雪地における冬季の雪上活動の運動効果を検討する研究²⁾は，ごくわずかである。そこで，雪上サッカーの有酸素運動としての強度を測定することにより，冬季の雪上活動の呼吸循環機能の発達効果を評価しようと試みた。

2. 実験の方法

札幌市清田地区のサッカー少年団に所属する小学校5年生の男子5名を研究協力者として，20011年2月下旬，雪上サッカーの運動強度を，酸素摂取量，心拍数，主観的作業強度により測定した。被験者の身体的特性を，表1に示した。

サッカーは激しい身体接触を伴うため，携帯用装置を装着して酸素摂取量は測定できない。そこで，あらかじめ各被験者について雪上グラウンド走を実施し（写真1），雪上の歩行・ランニングの心拍数と酸素摂取量を測定した。すなわち，各段階約4分間，4段階の強度の歩走時における心拍数および酸素摂取量から心拍数を x ，酸素摂取量を y とする回帰式を求め，サッカー中の心拍数（写真2）から酸素摂取量を推定した。



写真1 雪上走中の酸素摂取量測定

写真2 雪上サッカー中の心拍数測定

各被験者には事前に本人および親に対して，実験の目的，方法および予想される危険性について文書により説明し同意を得た。心拍数は，Polar社のS610iにより記録した。酸素摂取量は，S&ME社の携帯用呼吸代謝装置V02000を用いた。主観的作業強度は，Borgスケー

ル³⁾の小野寺と宮下による日本語版⁴⁾を用い、各段階の3~4分目に測定した。

表1 被検者の身体的特性

年齢 (歳)	12.0
身長 (cm)	150.8±4.2
体重 (kg)	40.3±3.5

(平均値±標準誤差)

実験実施時の天候は、曇り、気温は 1.6 °C、積雪条件は、表面 1 mmが新雪、下はザラメであった。木下式硬度計⁵⁾を用いた硬度は、1.6~5.4 kg・cm⁻² (160~529 kPa) 平均値は、3.0 kg・cm⁻² (295 kPa)であった。

3. 結果

(1) 雪上グランド歩走における酸素摂取量

雪上グランド走の段階的負荷で最も高い値は各被検者とも 4 段階目の終了間際に記録され、心拍数は、185~200、平均値は 192.5 拍/分、酸素摂取量は、40~56、平均値は 49.0 ml・kg⁻¹・min⁻¹であった。第1段階から第4段階までの主観的作業強度 (RPE) の平均値は、それぞれ 9.2, 9.8, 12.0, 15.0 と、年齢から推定される最大心拍数の 93 %まで上昇していたにもかかわらずRPEは低めであった。

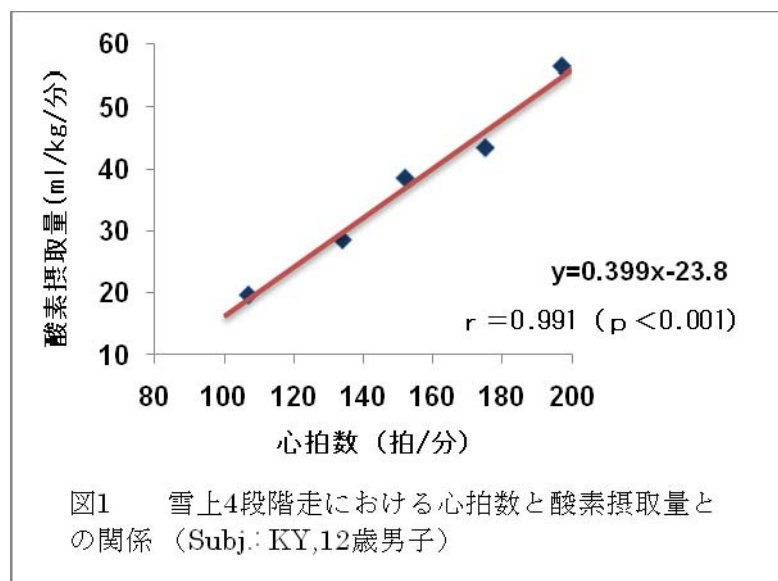


図1は、被検者 KY の雪上4段階歩走における心拍数 (x 軸) と酸素摂取量 (y 軸) との回帰直線を示す。

5名の被検者の心拍数と酸素摂取量との相関係数は 0.96~0.99 であった。各被検者について、回帰式を求め、雪上サッカー中の心拍数から酸素摂取量を推定した。

(2) 雪上サッカーの運動強度

図2に、雪上サッカー中の心拍数 (折れ線) および心拍数から計算された酸素摂取量の推定値 (棒グラフ) の一例を示す。棒グラフのうち、左のグランド歩走の部分 (青) は実測値、右の部分は推定値 (赤) である。

グランド歩走および休憩時間を除く平均 74 分間の雪上サッカー中の平均心拍数は、143~161 拍/分、平均 154.2 拍/分であった (表2)。この強度は、年齢から推定される最大心拍数の 74 %に相当する。酸素摂取量の推定値は、29~40、平均 32.7 ml・kg⁻¹・min⁻¹であった。

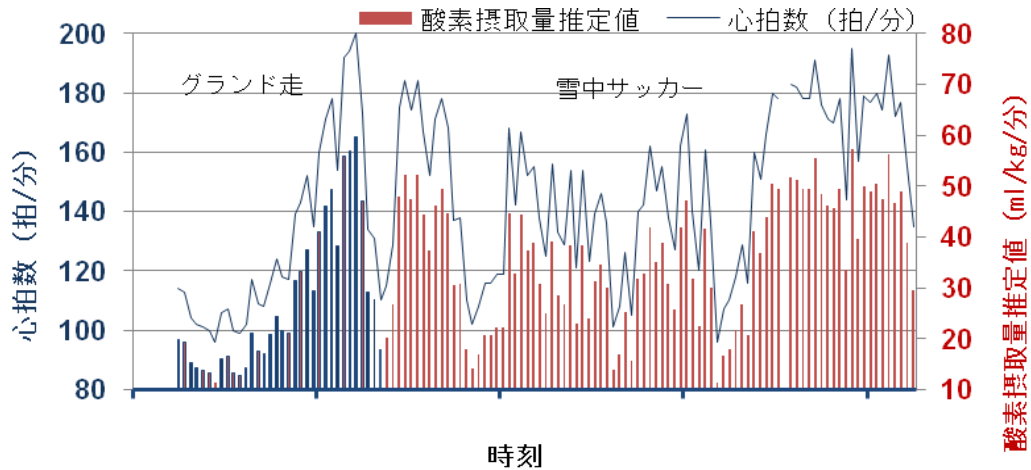


図2 男子児童の雪中サッカー中の心拍数（青）と酸素摂取量実測値（青棒）推定値（赤棒）

表2 サッカー少年団男子5名の雪上サッカー中の呼吸循環機能指標

運動時間（分）	74.2±11.6
グランド走心拍数最高値（拍/分）	195.8±1.8
サッカー中心拍数平均値（拍/分）	154.2±3.1
グランド走酸素摂取量最高値（ml/kg/分）	49.8±2.9
サッカー中酸素摂取量推定値（ml/kg/分）	32.7±2.1
サッカー中酸素摂取量推定値（METs）	9.3±0.59

（各値は、平均値±標準誤差）

4. 考 察

雪上グランド走の4段階目の強度における走速度の平均値は $160 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ で、酸素摂取量の平均値は $49.9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ であった。アメリカスポーツ医学会の計算式⁶⁾から、平坦な無雪路面の $160 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ のランニング時の酸素摂取量は $35.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ となることから、雪上での歩行や走行が無雪グランドよりもはるかに高い強度となった。雪上では雪に脚をとられたり、バランスをくずしたり、地面反力が利かないため運動エネルギーのロスが大きい反面、狭い体育館でのミニサッカーと違って単位面積当たりで多人数の運動量が確保できる利点がある。

アメリカスポーツ医学会のWilmoreたち⁷⁾は、8～12歳の男子において最大酸素摂取量 $42 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (12 METs) 以下であることを、心疾患の危険因子の一つとしている。今回の被験者は、高強度の運動を定期的に行っていることから同年代の男子よりも高い酸素摂取能力を身につけていることが示唆された。しかし、文部科学省の新体力テストにおいて30年以上にもわたって北海道の児童生徒の体力が全国平均よりも大きく劣り、とりわけ健康に最も重要な持久力が劣っていることが憂慮される。志手たち¹⁾は、児童生徒の身体活動量が降雪期に減少し、有酸素パワー、無酸素パワーが低下する問題を20年以上も前に指摘している。にもかかわらず、冬季の北海道において学校のグランドや公園で活発に運動を実施している子どもの姿を見かけることは稀である。

最近、さまざまな身体活動の運動強度をメッツ (METs, 安静時の酸素摂取量を $3.5 \text{ ml} \cdot$

$\text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ として、運動中の酸素摂取量はその何倍の量となるかとして評価する単位)として表し、メタボリックシンドローム予防上望ましい最大酸素摂取量が厚生労働省から提示されている。さまざまな身体活動の強度をMETsで評価したアメリカスポーツ医学会によるメッツによる運動強度の一覧表⁸⁾では、サッカーの強度は、日常的な遊びとして 7.0 METs, 競技としてのゲームは 10.0 METsと、さまざまな球技の中でとりわけ高い強度となっている。平成 21 年度の文部科学省の新体力テストにおける 20 mシャトルランにおける北海道の小学校 5 年生男子の有酸素能力⁹⁾は、42.6 回で換算される最大酸素摂取量は $35.6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ で全国平均値の 51.8 回, 換算値 $37.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ にたいして大きく劣っている。今回の測定における雪上サッカー中の酸素摂取量の推定値の平均値 $32.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ は、9.3 METs($32.7 \div 3.5$)に相当し、運動時間が 74 分にも及ぶことから有酸素能力の好適な発達刺激となっていた。

5. まとめ

小学 5 年生男子 5 名についてグランド走を実施し心拍数と酸素摂取量との回帰式を求め、雪上サッカーの運動強度を測定した結果、運動時間 74 分間における心拍数の平均値は、 $154 \text{ 拍} \cdot \text{min}^{-1}$ でこの年齢の最大心拍数の推定値の 74 %, 酸素摂取量推定値は $32.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

(9.3METs)と高い有酸素性エネルギーを発揮していたことから、北海道の児童生徒の体力低下の原因の一つとされている冬季の運動不足を克服する身体発達刺激となっていることが明らかとなった。

参考・引用文献

- 1) 志手典之ほか 1988: 非降雪期および降雪期における小学校児童の身体活動水準の差異について. 北海道体育学研究, 23:33-42.
- 2) 須田力ほか 2009: 冬季の公園における雪上活動の呼吸循環応答. 北海道の雪氷, No. 28: 65-68.
- 3) Borg, G. 1973: Perceived exertion: a note on "history and methods" Med. Sci. Sports Exerc. 5(2): 90-93.
- 4) 小野寺孝一・宮下充正 1976: 全身持久性運動における主観的作業強度と客観的強度, 体育学研究, 21 (4): 191-203.
- 5) 社団法人日本雪氷学会編 2010: 積雪観測ガイドブック, p. 50-52, 朝倉書店.
- 6) 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 の指針 第 7 版, 南江堂.
- 7) Wilmore, J. H. et al. 1976: Prevalence of coronary heart disease risk factors in boys 8 to 12 years of age. Journal of Pediatrics. Vol. 84: 527-533.
- 8) Ainsworth, B. E. et al. 1993: Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities. Med. Sci. Sports Exerc. 25(1):71-80.
- 9) 北海道教育委員会 2010: 平成 21 年度北海道体力・運動能力調査.