

水中だるまさんがころんだ運動時の心拍数と酸素摂取量変化

及川和美^{*1} 荒金圭太^{*1} 倉藤利早^{*1} 斎藤辰哉^{*1} 松本希^{*2}
高木祐介^{*2} 河野寛^{*3} 藤原有子^{*4} 白 優覧^{*4} 小野寺昇^{*4}

要 約

本研究は、「水中だるまさんがころんだ」運動時の心拍数と酸素摂取量の変化から水中運動としての「だるまさんがころんだ」の特性を明らかにすることを目的とした。被験者は、健康成人男性8名（年齢：21±2歳，）とした。被験者は、鬼が「だるまさんがころんだ」と発声している時に最大努力で水中を移動し、声が止んだ時に静止した。鬼までの距離を20mとした。鬼に到着するまでを1セットとし、3セット繰り返した。セット間には、3分間水中立位安静を行った。測定項目は、心拍数と酸素摂取量とした。運動後の心拍数および酸素摂取量は、1セット目の運動時と比較して、1セット目以降の運動時が、同等あるいはそれ以上の値を示した。水中でも陸上の「だるまさんがころんだ」と同様にインターバルトレーニング様の心拍数と酸素摂取量変化を示した。運動生理学的な分析から「水中だるまさんがころんだ」が身体トレーニングの要素を持つことが明らかになった。

1. はじめに

水中において生体は、水の物理的な特性の影響を受け、陸上とは異なる生理反応を示す^{1,6)}。我々は、日本の伝統的な遊びなどを水中運動のテーマに転換した運動生理学的な研究を行っている^{7,8)}。水中竹馬運動時の心拍数変化から陸上では難しい動作が水中では容易にできることを明らかにした⁷⁾。このように陸上での運動や遊びを水中運動として応用すれば、新たな運動生理学の展開が可能であると推測する。

「だるまさんがころんだ」は、日本の伝承遊びであり、幼稚園や保育所の保育教材として広く導入されている⁹⁾。幼稚園の「だるまさんがころんだ」実施率は、96.9%である⁹⁾。縄跳び（98.6%）、かごめかごめ（98.3%）、かくれんぼ（96.7%）などと同様に実施率が非常に高い伝承遊びである。

鬼は、「だるまさんがころんだ」と十文字を言い、言い終えたら後ろを振り返る。鬼以外のヒトは、鬼が「だるまさんがころんだ」と言っている間にできる限り鬼に近づき、振り返ったら静止する。以上を繰り返し、鬼までたどり着くと、また始めからやり直す¹⁰⁾。「だるまさんがころんだ」は、動

的な運動と静的な運動の繰り返し運動である。このことから、水中で「だるまさんがころんだ」を実施した場合、休息を挟んだ水中歩行の連続として捉えることができる。本研究は、水中だるまさんがころんだ運動時の心拍数と酸素摂取量変化から水中運動としての「だるまさんがころんだ」の特性を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

被験者は、健康成人男性8名（年齢：21±2歳，身長：172±7cm，体重：69±8kg）であった。被験者には、研究の趣旨、方法、得られる成果、研究参加の自発性などを説明し、同意を得て実施した。

被験者は、仲田¹⁰⁾の方法に沿って、鬼が「だるまさんがころんだ」と発声している時間に最大努力で移動し、声が止んだ時に静止した。鬼までの距離を20mとした。鬼に到着するまでを1セットとし、3セット繰り返した。セット間には3分間水中立位安静を行った。1セットと安静の繰り返しをインターバルと定義した。水位は剣状突起とした。測定項目は、心拍数と酸素摂取量とした。心拍数は、ハートレイトモニター（S601i, POLAR）を用い測

*1 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 健康体育学専攻 *2 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 健康科学専攻

*3 早稲田大学 スポーツ科学学術院 *4 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

（連絡先）及川和美 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学
E-Mail : w6309002@kwmw.jp

定した。呼気ガスはダグラスバック法を用いて採気し、質量分析器（ARCO SYSTEM）にて酸素と二酸化炭素の濃度を求め、酸素摂取量を算出した。採気は、座位安静時、運動時と回復時（水中立位）各3分間行った。水温は $29.8 \pm 0.8^\circ\text{C}$ 、室温は $28.3 \pm 0.4^\circ\text{C}$ 、湿度は $92.8 \pm 1.7\%$ であった。各測定値は、全て平均値 \pm 標準偏差で表した。各測定項目における経時の変化は、statView5.0を用いて分散分析を用いた。有意な差が見られた場合は、FisherのPLSD法検定を用いて事後検定を行った。危険率5%未満を有意な差とした。

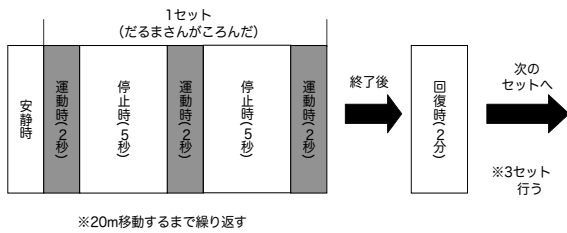


図1 実験プロトコール

3. 結果

被験者が20mを移動するのに要した時間は、1セット目 72.5 ± 12.2 秒、2セット目 65.0 ± 10.6 秒、3セット目 62.0 ± 12.4 秒であった。このうち、運動時間は、1セット目 22.3 ± 3.6 秒、2セット目 20.5 ± 3.2 秒、3セット目 19.8 ± 3.8 秒であり、停止時間は1セット目 50.6 ± 9.0 秒、2セット目 46.3 ± 7.9 秒、3セット目 44.4 ± 9.4 秒であった。平均速度は、1セット目 $3.31 \pm 0.53\text{km/h}$ 、2セット目 $3.59 \pm 0.55\text{km/h}$ 、3セット目 $3.77 \pm 0.76\text{km/h}$ であった。

代表的な心拍数の変化を図1に示した。安静時（水中立位）の心拍数は、 67.1 ± 6.5 拍/分であった。運動前水中立位の心拍数は、1セット目 62.5 ± 7.6 拍/分、2セット目 91.8 ± 10.0 拍/分、3セット目 91.3 ± 7.6 拍/分であった。運動直後（水中立位）の心拍数は、1セット目 106.1 ± 12.5 拍/分、2セット目 107.3 ± 9.1 拍/分、3セット目 106.9 ± 11.3 拍/分であった。全ての運動直後の心拍数は、安静時水中立位と比較して有意に高値を示した（ $p < 0.05$ ）。また、1セット目運動時の心拍数と比較して、以降の運動時が、同等あるいはそれ以上の値を示す傾向であった。

対体重酸素摂取量の変化を図2に示した。安静時の対体重酸素摂取量は $3.8 \pm 0.5 \text{ ml/kg/min}$ であった。運動時の対体重酸素摂取量は、1セット目 $14.0 \pm 5.1 \text{ ml/kg/min}$ 、2セット目 $16.6 \pm 3.1\text{ml/kg/min}$ 、3セット目 $17.0 \pm 3.3\text{ml/kg/min}$ であった。回復時（水中立位）の対体重酸素摂取量は、1セット目 8.3

$\pm 2.4\text{ml/kg/min}$ 、2セット目 $8.8 \pm 1.8 \text{ ml/kg/min}$ 、3セット目 $8.8 \pm 1.6\text{ml/kg/min}$ であった。1セット目および2セット目の運動時に対して、安静時と比較して有意に高値を示した（ $p < 0.05$ ）。また、1セット目運動時の心拍数と比較して、以降の運動時が、同等あるいはそれ以上の値を示す傾向であった。

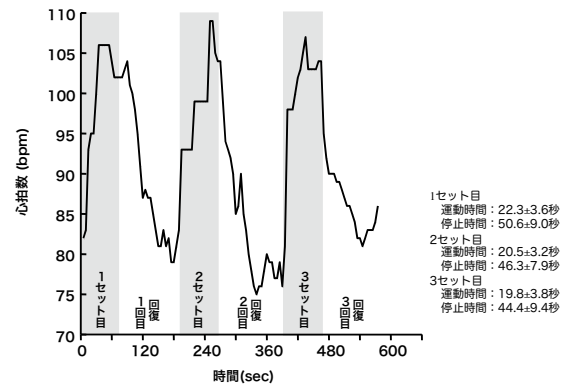


図2 代表的な水中だるまさんがころんだにおける心拍数の経時の変化（1名分）

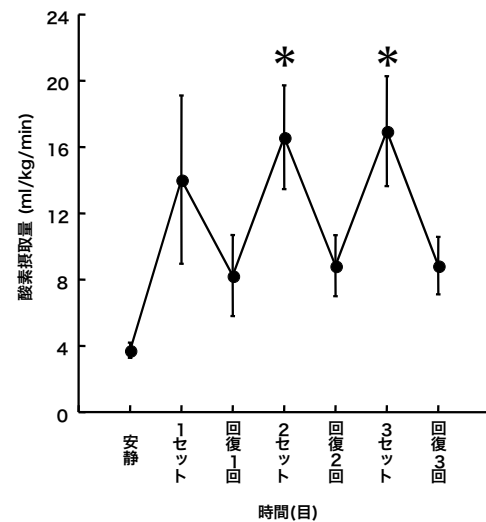


図3 水中だるまさんがころんだにおける対体重酸素摂取量の変化 * : vs安静($p < 0.05$)

4. 考察

インターバルトレーニングは、無気の状態（運動期）と有気の状態（回復期）を繰り返すトレーニングである¹¹⁾。インターバルトレーニング時の心拍数変化および酸素摂取量変化は1セット目の運動時より、1セット目以降の運動時に、同等あるいはそれ以上の値を示す¹¹⁾。

「だるまさんがころんだ」は、走って鬼まで行くことを繰り返す遊びである。各運動時の心拍数は安静時の心拍数と比較し、有意に高値を示した。運動後の心拍数では、2・3セット後の心拍数は、1セット後に比べ、同等あるいはそれ以上の値を示す傾向であった。酸素摂取量においても心拍数と同

様の変化がみられた。心拍数、酸素摂取量および平均速度から算出した運動強度は、1セット目 3.86 ± 0.98 Mets, 2セット目 4.65 ± 0.81 Mets, 3セット目 4.77 ± 0.93 Metsであった。心拍数とMetsから中等度の運動が維持されたものと考えられる。これらのことから、「水中だるまさんがころんだ」がインターバルトレーニング時の運動生理学的変化と同様であると考えられた。

我々は、陸上での「だるまさんがころんだ」も実施した。方法は、本研究と同様とした。運動時の対体重酸素摂取量は、1セット目 11.2 ± 3.6 ml/kg/min, 2セット目 15.4 ± 5.6 ml/kg/min, 3セット目 15.4 ± 4.2 ml/kg/minであった。回復時（立位）の対体重酸素摂取量は、1セット目 11.4 ± 1.6 ml/kg/min, 2セット目 12.2 ± 1.7 ml/kg/min, 3セット目 12.9 ± 1.6 ml/kg/minであった。回復時で酸素摂取量の回復率が高い傾向であった（陸上：1セット目-0.2%、2セット目3.2%、3セット目2.5%。水中：1セット目40.7%、2セット目46.9%、3セット目47.6%）。松井ら¹²⁾は、水中回復が全身の血液循環量を増加させると報告した。静脈還流量の増大が回復を促進させた可能性が示唆される。

水の物理的特性として浮力や水の抵抗がある。浮力は水位によって異なり、剣状突起水位では自体

重の30~40%程度になる¹²⁾。浮力の影響を受けて無重力に近い環境となるため体重支持、姿勢保持に関わる抗重力筋は弛緩する¹³⁾。抵抗は、移動する物体の表面積や移動速度に依存し、移動速度が速いほど大きな抵抗が生じる¹⁴⁾。走る動作を水中で行うと走る方向に水流ができ、急に止まることは難しく、バランスをとることも難しいと推測する。「水中だるまさんがころんだ」は、自分で走る・止まる・姿勢を保つことをコントロールする調整力の向上に寄与すると考えられる。転びそうときに踏ん張れる力、これ以上速く走ると危ないと気づくなどの事故や怪我の防止につながる能力が身に付くことが期待できる。これらのことを体験できる「水中だるまさんがころんだ」は幼児期発達を促す水遊びとして有用であると考えられる。被験者数を増やしての再現性の確認が今後の課題であると考えられる。

5. まとめ

「水中だるまさんがころんだ」は、陸上の「だるまさんがころんだ」と同様にインターバルトレーニング様の心拍数と酸素摂取量変化を示した。運動生理学的な分析から「水中だるまさんがころんだ」が身体トレーニングの要素を持つことが明らかになった。

文 献

- 1) 西村一樹, 関和俊, 小野くみ子, 小野寺昇: 自転車エルゴメーター運動後の仰臥位フローティングが直腸温および心臓副交感神経に及ぼす影響. 宇宙航空環境医学, **43**(1), 11-18, 2006.
- 2) 西村一樹, 山口英峰, 中西洋平, 小野寺昇: 水温の違いが仰臥位フローティング中の直腸温および酸素摂取量に及ぼす影響. 水泳水中運動科学, **7**, 17-22, 2004.
- 3) 小野寺昇, 宮地元彦: 水中運動の臨床応用: フィットネス, 健康の維持・増進. 臨床スポーツ医学, **20**(3), 289-295, 2003.
- 4) 松井健, 宮地元彦, Linda Masako Ueno, 小野寺昇: 中高齢者の循環器系自立神経調節に及ぼす入浴および運動後の入浴の影響. デサントスポーツ科学, **25**, 145-157, 2004.
- 5) 西村正広, 小野寺昇: 仰臥位フローティングが心拍数, 血圧および心臓自律神経系活動に及ぼす影響. 宇宙航空環境医学, **37**(3), 49-56, 2000.
- 6) 西村一樹, 小宮山真世, 吉岡哲, 関和俊, 小野寺昇: 中高齢者における安静時仰臥位フローティングが心拍数および心臓副交感神経系調節に及ぼす影響. 日本水泳・水中運動学会2008年次大会論文集, 55-56, 2008.
- 7) 山本真帆, 杉山佳宏, 小田有里彩, 赤星照護, 小野寺昇: 水中竹馬運動時の心拍数変化. 川崎医療福祉学会誌, **19**(1), 137-143, 2009.
- 8) 小野寺昇, 平尾匡祥, 小宮山真世, 梶原綾, 深田祐輔, 北村萌: ブランコ漕ぎにおける心拍数および酸素摂取量. 川崎医療福祉学会誌, **18**(1), 293-296, 2008.
- 9) 丹波孝, 勅使千鶴: 日本における伝承遊び実施状況と保護者の認識. 人間文化研究, **7**, 57-78, 2007.
- 10) 仲田安津子: 遊び方全書. 池田書店, 東京, 138-139, 1990.
- 11) 猪飼道夫, 金原勇, 石河利寛, 松田岩男, 松井秀治, 小川新吉, 広田公一, 窪田昇, 山川純: 現代トレーニングの科学. 13版, 大修館書店, 東京, 58-68, 1985.
- 12) 松井健: 陸上定常負荷運動後の水中浸漬が全身循環の回復過程に及ぼす影響. 体力科学, **51**(3), 265-273, 2002.
- 13) 小野寺昇: 水中運動と健康増進. 体育の科学, **50**(7), 510-516, 2000.

- 14) 原丈貴, 吉川貴仁, 中雄勇人, 鈴木崇士, 藤本繁夫: 中高齡女性のバランス機能に対する水中運動の効果. 体力科學, 56(3), 357-363, 2007.

(平成22年12月14日受理)

Changes in Heart Rate and Oxygen Uptake while Playings “Darumasan ga Koronda” (tag) in Water.

Kazumi OIKAWA, Keita ARAKANE, Risa KURATO, Tatsuya SAITO, Nozomi MATSUMOTO,
Yusuke TAKAGI, Hiroshi KAWANO, Yuko FUJIWARA, Wooram BAIK and Sho ONODERA

(Accepted Dec. 14, 2010)

Key words : Heart rate, Oxygen uptake, Water, Darumasan ga koronda, Interval training

Abstract

The purpose of this study was to bring out the changes in heart rate and oxygen uptake while playing “Darumasan ga koronda” (tag) in water. Eight middle-aged and elderly men (mean age ; 21 ± 2 years) volunteered for this study. All subjects signed an informed consent from prior to participation in this study. The distance between the tagger and the subjects was 20-meters. Subjects ran out when the tagger said “Darumasan ga koronda” , and stopped when the tagger’s voice stopped. A set continued until someone was touched by the tagger. There were three sets in total. Subjects were at complete rest in an for up-right position for three minutes between sets. Heart rate and oxygen uptake were measured throughout the experimental period. Heart rate and oxygen uptake in the second and third exercise showed equivalent or better results than the first. Heart rate and oxygen uptake in “Darumasan ga koronda” changed just the same as in interval training. It was clarified that “Darumasan ga koronda” in water had the element of the physical training from analysis, an exercise physiology. It was considered that “Darumasan ga koronda” in water is useful as an early childhood exercise.

Correspondence to : Kazumi OIKAWA

Master’s Program in Health and Sports Science
Graduate School of Health Science and Technology
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurasiki, 701-0193, Japan
E-Mail : w6309002@kwmw.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.20, No.2, 2011 453-456)