

吉備国際大学  
 社会福祉学部研究紀要  
 第19号, 123-127, 2009

## 足浴ハンドエルゴメーター運動における 運動強度の違いが生体に及ぼす影響

天岡 寛<sup>1)</sup>, 西村 一樹<sup>3)</sup>, 関 和俊<sup>2)</sup>, 小野寺 昇<sup>3)</sup>

### Effects of the Difference of Intense of Exercise of Footbath on Heart Rate, Oxygen uptake and Rectal Temperature during Arm Cranking Exercise

Hiroshi AMAOKA<sup>1)</sup>, Kazuki NISHIMURA<sup>3)</sup>, Kazutoshi SEKI<sup>2)</sup>, Sho ONODERA<sup>3)</sup>

#### Abstract

The purpose of this study was to make clear the effects of the difference of intense of exercise in the water temperature of footbath on heart rate (HR), oxygen uptake (VO<sub>2</sub>) and rectal temperature (RT) during arm cranking exercise. Seven males served as subjects (n=7, mean age; 22.3 ± 1.0yrs old). All subjects gave informed consent before participating. Subjects performed the exercise with work load of 30%, 55% and 80% PeakVO<sub>2</sub>max for 10 minute in footbath (footbath condition) and without footbath (control condition). The water level of footbath was the malleolus lateralls. Water temperature was 40 degrees C. HR, VO<sub>2</sub> and RT were not significantly different between footbath and control conditions. Even if footbath is added to exercise, it is suggested that there is little possibility that the physiological index to change according to intense of exercise has a meaning full influence.

キーワード: 足浴 有酸素運動 運動強度

#### I. はじめに

足浴は、足を湯水に浸し、適度の温度刺激と水刺激により血行の改善、保温するために臨床において頻繁に利用される入浴介助の代案の一つである<sup>7)</sup>。足浴には皮膚温の上昇<sup>6,9,15)</sup>や免疫機能の向上<sup>17)</sup>、全身の血流の増加<sup>5,15)</sup>、心臓迷走神経活動の亢進、リラクゼーション効果等がすでに明らかになっている

<sup>14,16,19,20)</sup>。上馬場と許<sup>18)</sup>は、水温40℃、30分間の足浴における僧帽筋と前頭部の血流量増加を報告した。一方、川平ら<sup>9)</sup>は、脳卒中片麻痺患者の、麻痺側下肢の温水浴と等速性運動の組み合わせによって膝屈筋力、最大仕事量、総仕事量が増加したことを報告した。このことは、足浴が運動機能の向上に影響を及ぼす可能性を示唆する。一般に、運動が生体に及

<sup>1)</sup> 吉備国際大学社会福祉学部健康スポーツ福祉学科  
 〒716-8508 岡山県高梁市伊賀町8

*Department of Health and Human Performance, School of Social Welfare, KIBI International University  
 8, Igamachi, Takahashi, Okayama, Japan (716-8508)*

<sup>2)</sup> 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

*Doctoral Program in Health Science, Graduate School of Medical Profession, Kawasaki University of Medical Welfare*

<sup>3)</sup> 川崎医療福祉大学医療技術学部健康体育学科

*Department of Health and Sports Science, Kawasaki University of Medical Welfare*

ぼす影響の中でも、運動強度に依存して心拍数、酸素摂取量、体温などが変化することは周知の事実である。しかしながら、足浴が有酸素運動に及ぼす影響についてはこれまで明らかになっていない。

そこで本研究は、足浴と有酸素運動を組み合わせた足浴ハンドエルゴメーター運動時の心拍数、酸素摂取量及び直腸温を指標として運動強度の影響について明らかにすることを目的とした。

## II. 方法

### a. 被験者

対象者は、健康成人男性7名（年齢： $22.3 \pm 1.0$ 歳；Mean  $\pm$  SD, 身長： $170.4 \pm 4.6$ cm, 体重： $65.3 \pm 8.1$ kg）であった。各被験者に対して、ヘルシンキ宣言の趣旨に沿って研究の目的、方法、期待される成果、不利益がないこと、危険性を十分排除した環境とすることについて十分な説明を行い、研究参加の同意を得た。

### b. 測定条件

足浴を伴うプロトコルを Foot-bath 条件、足浴を伴わないプロトコルを Control 条件とした。各被験者は5分間の座位安静（Base）後、足浴を15分間行った（Rest）。15分間の足浴（Rest）後直ちに10分間のハンドエルゴメーター運動を開始した（Exercise）。ハンドエルゴメーターの回転軸と被験者の肩峰を水平に保った。運動負荷は最高酸素摂取量の30%、55%、80%であった。Control 条件を異なる日の同一時間帯に同一プロトコルで行った。水温はサーモフィードバックにより保った。水位は各被験者の外果上10cmとした。測定プロトコルを図1に示した。測定時の気温は $27.1 \pm 1.9$ °C、湿度は $39.8 \pm 8.3$ %であった。各被験者は測定開始24時間前からアルコール摂取及び実験当日のカフェインの摂取を不可とし、測定

開始3時間前から絶食とした。

### c. 測定項目

テレメトリー装置（WEP-7404；日本光電工業）にて心拍数（Heart Rate；HR）をモニターした。直腸温（Rectal Temperature；RT）は、直腸温計（YSI4000；YSI）を用いて1分間毎に測定した。酸素摂取量（Oxygen Uptake； $VO_2$ ）はダグラスバック法にて測定した。呼気ガス量は、乾式ガスメーター（DC-5；品川精器）を用いて、呼気ガス濃度は、質量分析器（WSMR-1400；ウエストロン）を用いてそれぞれ分析した。

### d. 統計処理

データは、平均値 $\pm$ 標準偏差（Mean  $\pm$  SD）で示した。Foot-bath 条件、Control 条件とも Base, Rest, Exercise の各期間と各パラメーターの関係については反復測定を伴う分散分析を行った。分散分析で有意性が認められた場合は、post hoc テストを行った。Foot-bath 条件、Control 条件における条件間の比較には対応ある Student の t 検定を用いた。統計的有意水準は5%未満とした。

### Control conditions



### Foot-bath conditions



図1 実験プロトコル

Foot-bath condition：足浴を伴うプロトコル  
Control condition：足浴を伴わないプロトコル

Ⅲ. 結果及び考察

これまで、足浴時の心拍数に関して、上昇する<sup>10,13,21)</sup>、変化しない<sup>16,20)</sup>など一致した見解は得られていない。新田ら<sup>13)</sup>は、足部への温熱刺激が反射的に交感神経を興奮させるため心拍数が上昇することを報告している。しかしながら、温熱刺激は、皮膚血管を拡張し皮膚血流量を増加させることによって心拍数を減少させ、血圧を低下させるものと考えられている<sup>8,12)</sup>。一方、運動はその強度に応じて心拍数を増加させることは知られている。足浴に運動を加えた本研究におけるHRの変化において、運動強度30%、55%条件において運動開始直後に定常になったが、運動強度80%条件では運動開始とともに上昇し、運動時間10分間で定常になった。これは、これまで知られている運動強度に依存した生体の変化と同様であった。しかしながら、各運動強度間においてFoot-bath条件とControl条件の間に有意な差は認められなかった(図2)。これらのことから、足浴に有酸素運動を加えても、運動強度に依存にした心拍数の上昇に有意な変化は認められないことが明らかになった。

浸水時の酸素摂取量は、水温の影響を受けることが明らかとなっている<sup>34)</sup>。しかしながら、足浴による影響についての知見はほとんど見られない。これは、浸水部が腰部以上では、静水圧による静脈還流量が増加のために心拍数は減少する<sup>3)</sup>が、足浴における浸水位は外果上10cmであり、水圧の影響は少ないためであると考えられる。本研究における足浴時におけるVO<sub>2</sub>の変化においてもFoot-bath条件とControl条件の間に有意な差は認められな

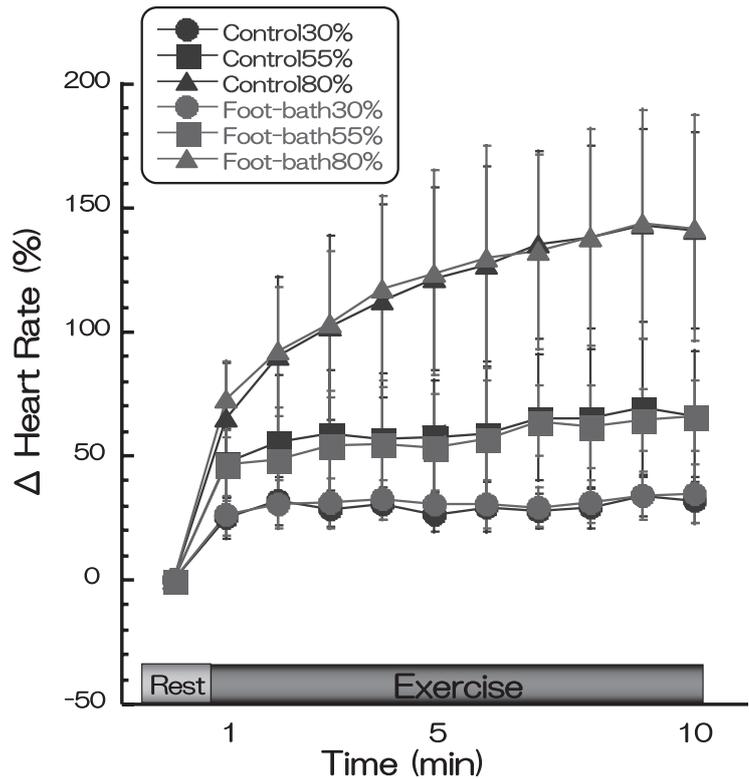


図2 足浴ハンドエルゴメーター運動時の運動強度の違いが心拍数に及ぼす影響 (vs. Rest) (Mean ± SD)

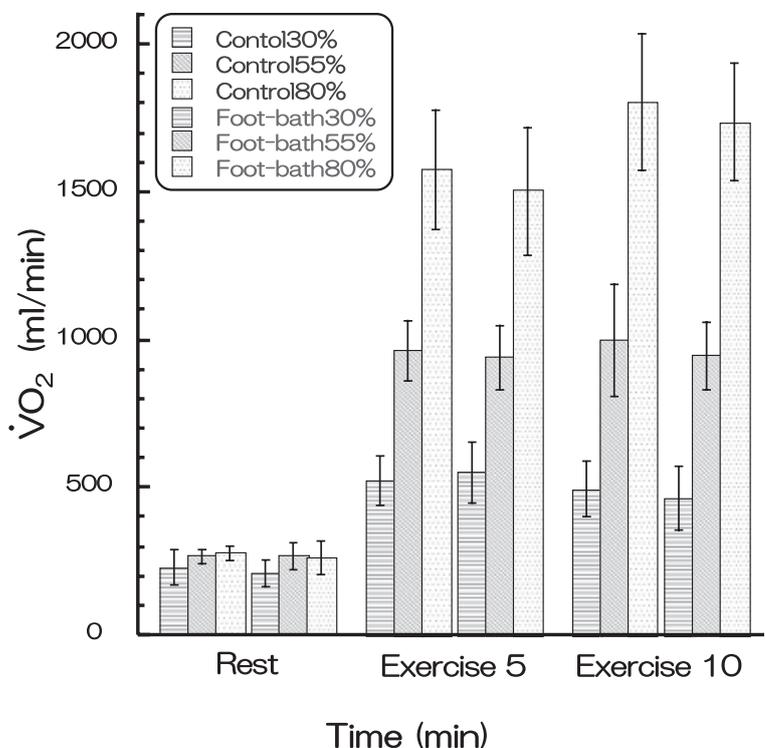


図3 足浴ハンドエルゴメーター運動時の運動強度の違いが酸素摂取量に及ぼす影響 (Mean ± SD)

かった(図3)。一方、運動時の酸素摂取量は、運動強度に依存することは知られている。足浴に運動を加えた本研究におけるVO<sub>2</sub>の変化において、各運動強度間においてFoot-bath条件とControl条件の間に有意な差は認められなかった(図3)。これらのことは、運動に足浴による温熱刺激を加えても、運動強度の違いによるエネルギー代謝量に有意な影響を及ぼさないことを示唆する。

RTの変化をRestに対する変化率( $\Delta$ RT)として図4に示した。運動強度30%条件において運動開始後に低下する傾向を示した。運動強度55%条件では運動開始6分後に上昇した。運動強度80%条件では運動開始とともに有意に上昇したが、各運動強度におけるFoot-bath条件とControl条件の間に有意な差は認められなかった。Murakiら<sup>11)</sup>は脊損者と健常者を対象とした30分間の腕回転運動により体温を上昇させ、下肢部の皮膚血流への影響を観察した。その結果、下腿部皮膚血流量の増加は、健常者を含めて全く観察されなかったことを報告している。一方、足浴は皮膚温上昇と皮膚血流量の増加という影響を直接皮膚血管に及ぼす<sup>1,6,9,15)</sup>ことが明らかになっている。しかしながら、足浴と有酸素運動を組み合わせた本研究において、深部体温の顕著な上昇は認められなかった。このことは、足浴による下肢を中心とした皮膚温上昇は、運動時の体温上昇を促進させるものではないことを示唆する。

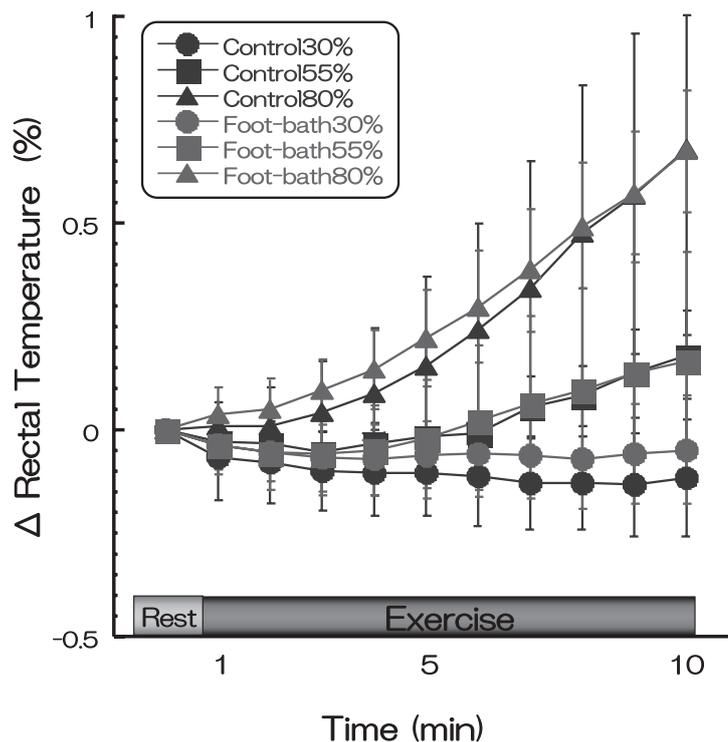


図4 足浴ハンドエルゴメーター運動時の運動強度の違いが直腸温に及ぼす影響 (vs. Rest) (Mean  $\pm$  SD)

#### IV. まとめ

水温40℃足浴ハンドエルゴメーター運動時の運動強度の違いが生体に及ぼす影響についてFoot-bath条件とControl条件での比較検討した。その結果、異なる運動強度における足浴ハンドエルゴメーター運動中の心拍数、酸素摂取量、直腸温は、Foot-bath条件とControl条件の間に有意な差は認められなかった。これらのことから、運動に足浴を加えても運動強度に依存して変化する生理的な指標に有意な影響を及ぼす可能性が少ないことが示唆された。

#### 参考文献

- 1) 阿部邦子 (2003) 糖尿病下肢血流障害のある患者の足浴効果. 臨床看護, 29(2), 201-206.
- 2) Choukron ML and Varenne P(1990)Adjustments in oxygen transport during head-out immersion in water at different temperatures, J. Appl. Physiol.68, 1475-1480.
- 3) Eun, J.S. and Tochihara, Y. (2000)Effects of Bathing and Hot Footbath on Sleep in Winter. J. Physiol. Anthropol., 19(1), 21-27.

- 4) Fujishima K and Shimizu T (2003) Body temperature, oxygen uptake and heart rate during walking in water and on land at an exercise intensity based on RPE in elderly men, J
- 5) 橋口暢子, 井上範江 (1998) 足浴における温熱, マッサージ・指圧刺激が及ぼす生理的影響 - 皮膚血流量と皮膚温の変化 -. 日本看護研究学会雑誌, 21(3), 114.
- 6) 平松則子, 大吉三千代, 川島みどり, 菱沼典子, 香春和永, 操華子, 吉森久美子, 宮城恵里子 (1997) 不眠の援助としての足浴の有効性について. 病体生理, 31(2), 60-65.
- 7) 稲見すま子, 内海晃 (1992) 足浴の研究 - 皮膚血流量と皮膚温の経時的変化 -. 日本看護研究学会雑誌, 15(2), 90.
- 8) 神沢伸行, 岩田由明 (1991) 温熱療法, 細田多恵, 柳澤健編, 理学療法ハンドブック (改訂版 2 版), 1085-1105, 協同医書出版社, 東京.
- 9) 川平和美, 横山知子, 衛藤誠二, 田中信行 (1998) 脳卒中片麻痺下肢の等速運動に対する冷水ならびに温水 (人工炭酸泉) 足浴の影響. 日温気物医誌, 61(2), 67-73.
- 10) 小林苗恵, 神田清子 (1995) 保温に効果的な足浴の検討. 群大医短紀要, 16, 23-28.
- 11) Muraki S, Yamasaki M, Ishii K, Kikuchi K, Seki K. (1996) Relationship between temperature and skin blood flux in lower limbs during prolonged arm exercise in persons with spinal cord injury. Eur.J.Apple.Physiol, 72, 330-334.
- 12) 永坂鉄夫 (1981) 体温調節反応, 皮膚血管反応. 中山昭雄編, 温熱生理学, 理工学社, 122-135.
- 13) 新田紀枝, 阿曾洋子, 川端京子 (2002) 足浴, 足部マッサージによるリラクゼーション反応の比較. 日本看護科学会誌, 22(3), 55-63.
- 14) 大佐賀敦, 布施淳子 (1999) 足浴に関する生理学的検討 (1) - 脈波・呼吸・瞬目活動を指標としたポリグラフ的検討 -. 日本看護研究学会雑誌, 22(3), 405.
- 15) Rowell, L.B. (1974) The cutaneous circulation. Physiology and Biophysics, 2, 185, W.B. Saunders Co., Philadelphia.
- 16) 清水祐子, 佐藤みつ子, 永澤悦伸, 小森貞嘉 (2001) 仰臥位足浴による心臓自律神経活動の変化 - 若年健康女性を対象に -. 山梨医大紀要, 18, 31-34.
- 17) 豊田久美子, 荒川千登世, 稲本俊 (1997) 足浴が精神神経免疫系に及ぼす影響. 総合看護, 32(3), 3-14.
- 18) 上馬場和夫, 許鳳浩 (2004) Temperature Dependent Physiological Changes by Footbath: Changes of EGG and hunger sensation. 日本温泉気候物理医学会雑誌, 67(3), 139-147.
- 19) 植田敬子, 松田たみ子, 三隅順子, 小泉仁子 (1998) 足浴の生理的・心理的効果に関する研究 - 自律神経および POMS による解析 - 日本看護研究学会雑誌, 21(3), 115.
- 20) 楊箸隆哉, 西田礼子, 石川 (篠原) 千津, 坂口けさみ, 大平雅美, 木村慎治, 藤原孝之 (2000) 足浴が及ぼす整理・心理的影響 (2) - 心拍変動解析の結果から -. 日本看護研究学会雑誌, 23(3), 398.
- 21) 許鳳浩, 上馬場和夫 (2003) Temperature Dependent Circulatory Changes by Footbath: Changes of Systemic, Cerebral and Peripheral Circulation. 日本温泉気候物理医学会雑誌, 66(4), 214-226.