

下腿浴が心拍数、血圧、直腸温及び 心臓自律神経系活動に及ぼす影響

天岡 寛¹⁾、西村 一樹²⁾、岡本 武志³⁾、
関 和俊³⁾、西岡 大輔³⁾、小野寺 昇⁴⁾

Effects of foot bath on heart rate, blood pressure, rectal temperature and cardiac autonomic nervous

Hiroshi AMAOKA¹⁾, Kazuki NISHIMURA²⁾, Takeshi OKAMOTO³⁾,
Kazutoshi SEKI³⁾, Daisuke NISHIOKA³⁾, Sho ONODERA⁴⁾

Abstract

The purpose of this study was to make clear the influence of foot bath on heart rate (HR), blood pressure (BP), rectal temperature (RT) and cardiac autonomic nervous. Eight males served as subjects (n=8, mean age; 22.9±2.0yrs old). All subjects gave informed consent before participating. Subjects performed foot bath condition. The water level was 10cm below their articulation genus. Water temperature was 40 degrees Celsius. Cardiac autonomic nerve activity was estimated with power spectrum analysis of heart rate variability (HRV) by using the Fast Fourier Transformation (FFT). High frequency (HF; 0.15-0.40Hz) was used as the index of cardiac parasympathetic nerve activity. These values were showed logarithmically (Log HF and Log LF / HF). HR, BP and RT were not significantly differences. Log HF and log LF / HF were not significantly increased rather than values of Base. These results suggest that foot bath was not influence in HR, BP, RT and cardiac autonomic nervous.

キーワード：下腿浴、心臓自律神経系活動、直腸温

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⁹⁾。」と定義され、全身への負担が少なく、洗浄効果や温熱効果から爽快感や清潔感が得られる。加えて、不眠への援助としても有効であることが経験的に認識され、日常的に用いられる看護の方法であ

1) 吉備国際大学社会福祉学部健康スポーツ福祉学科

Department of Health and Human Performance, School of Social Welfare, KIBI International University

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

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

3) 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

Master's Program in Health and Sports Science, Graduate School of Medical Profession, Kawasaki University of Medical Welfare

4) 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

る。足浴に関して、1947年、日本における新制度最初の太田千鶴夫編の看護実習教本²³⁾の中に「大腿、下腿、足の順に洗ってふく。足趾が汚れてある時のみ足を洗面器に入れて洗ふ。」と記述されている。近年、生理学的あるいは心理学的に検討され、経験的に行われてきたケアに加えて科学的な分析結果が多く示されるようになった^{5,7-10,12-15,20-23,27-34)}。

足浴時の浸水部位は足首（足関節）である。一般に、足部までの浸水を「足浴」、脚部までの浸水を「下腿浴」、腰部から下までの浸水を「腰湯」と表現する。代表的な足浴方法である Y 式足浴法¹⁴⁾においても浸水部位は足首（足関節）である。このことは、水位が膝関節よりも下方であるため、水の物理的特性である静水圧や浮力の影響は少ないことを示唆する。

一方、浸水させる部分を膝下までとした「下腿浴」について、湯温39℃及び42℃で検討した堀切ら⁸⁾は、舌下温、血圧、心拍数、皮膚血流量で湯温42℃において効果が大きかったと報告した。このことは、足部への温熱刺激は水位に依存することを示唆する。

そこで本研究では、下腿浴が生理的応答に及ぼす影響について、心拍数、血圧、直腸温及び心臓自律神経系活動を指標として検討した。

II. 方 法

a. 被 験 者

対象者は、健康成人男性8名（年齢：22.9±2.4歳；Mean±SD、身長：170.2±5.7cm、体重：62.9±4.9kg）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

各被験者は、5分間の座位安静（Base）後、下腿浴を15分間行った（Rest）。水温は40℃とし、水位は各被験者の膝関節関節裂隙遠位10cmとした。測定時の気温は27.4±0.7℃、湿度は36.0±5.8%であった。着衣はハーフパンツとした。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

胸部双極誘導による心電図をテレメトリー装置（心電図テレメーター WEP-7404；日本光電工業）にてモニターし、同時に1,000Hz/chのサンプリング周波数でA/D変換（MacLab/400；ADInstruments）し、パーソナルコンピューター（Power Macintosh 5500/225；Apple）によって分析した。Base, Rest, Exercise, Recovery 5-10, Recovery 15-20の最後の5分間毎にR-R間隔トレンドグラムを作成し、平均R-R間隔で再サンプリングし、Hanning windowによる前処理を行った。高速フーリエ変換（Fast Fourier Transformation；FFT）を用いて心拍変動パワースペクトル解析（HRV extensions 1, 1；ADInstruments）を行い、心臓自律神経の迷走神経調節の指標である高周波領域（High Frequency；HF：0.15-0.4Hz）のパワーを算出した。さらに、分布に正規性を得るために自然対数化した⁶⁾。なお、一回換気量および呼吸数によって心拍変動が影響を受けないように心電図記録時には、被験者にメトロノームによる呼吸調節を行わせた³⁾。心臓迷走神経活動を反映するHFを交感神経による心拍調整の周波数特性の上限よりも高くし、パワースペクトル成分を明確にするため²⁶⁾、呼吸数は15回/分（0.25Hz）とした。

血圧は、自動血圧測定器（STBP-780；日本コーリン）を用いて、直腸温は、直腸温計（YSI4000

THERMOMETER ; YSI) を用いてそれぞれ1分間毎に測定した。

d. 統計処理

データは、平均値±標準偏差 (Mean±SD) で示した。BaseとRestの比較を Wilcoxon Signed-risk test を用いて行った。統計的有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果及び考察

足浴時の心拍数の変化に関して清水ら²⁷⁾は、30秒間隔で連続的に測定し、心拍数は浸水直後に上昇したが、浸水2分で有意に減少しその後やや上昇し安定したと報告している。下腿浴時の心拍数変化については上昇することが報告されている^{30,34)}。これらのことは、足浴や下腿浴が、膝関節関節裂隙遠位であるにもかかわらず、水位に依存した水の物理的特性の影響を受ける可能性を示唆する。一方、足浴時の血圧変動については、変動は認められないことが明らかとなっている^{27,29)}。本研究における下腿浴では、心拍数及び血圧に有意な変化は認められなかった(図1, 2)。これらのことから、膝下10cmの下腿浴では、足浴と同様に顕著な静脈還流の増加は生

じなかったものと考えられた。

足浴は下肢の皮膚温を上昇させる^{7,13,25)}。安静時には皮膚の収縮や交感神経活動亢進等による熱産生が寄与すると考えられる。しかしながら、本研究において直腸温は、浸水直後に低下し、その後上昇し維持される傾向が認められたが、有意な上昇は認められなかった(図3)。このことから、気温27.4±0.7℃、湿度36.0±5.8%の環境下では下腿浴による体温の上昇は身体からの熱放散を上回るものではなかったと考えられた。

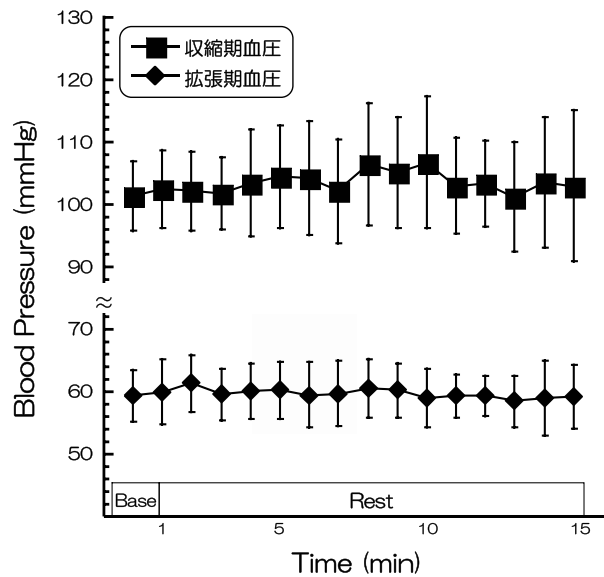


Fig. 2 下腿浴時の血圧の変化 (Mean±SD)

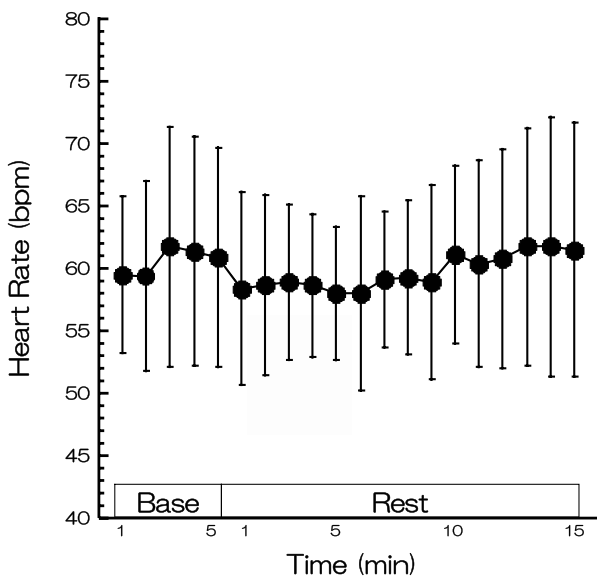


Fig. 1 下腿浴時の心拍数の変化 (Mean±SD)

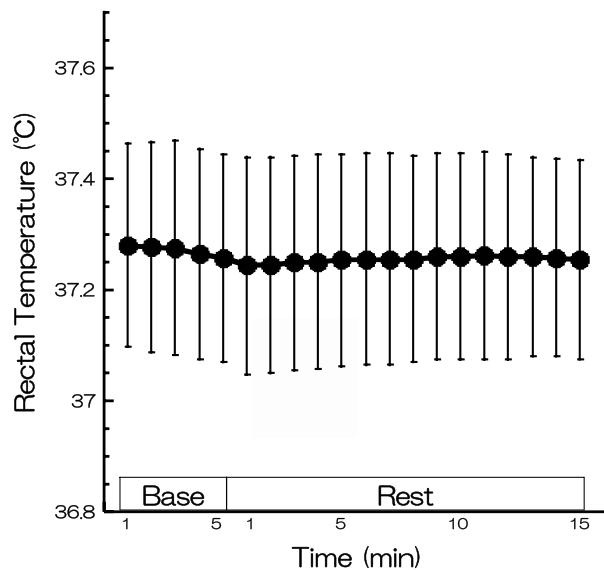


Fig. 3 下腿浴時の直腸温の変化 (Mean±SD)

呼吸性心拍変動は、心臓迷走神経系活動の変動だけでなく、呼吸数および喚起量の影響を受けることが明らかになっている³⁾。このため、呼吸数は15回/分(0.25Hz)²⁶⁾とした。呼吸性心拍変動に基づくHF成分は、心臓迷走神経活動を反映する指標とされ、高周波領域成分の増大は、心臓迷走神経活動の活動水準亢進を示唆し、減少は活動水準の低下を反映するとされている¹⁾。低周波領域成分(Low frequency; LF 0.05–0.15Hz)は、心臓交感神経系活動と心臓迷走神経系活動の両者を反映するとされている¹⁾。LH/HFによる交感神経系調節を推定する試みに否定的な報告がある⁴⁾が、これまでLF/HFを心臓交感神経系活動の指標とすることが多い^{2, 16, 18, 19, 24)}ことから、本研究においても、HFを心臓迷走神経系活動、LF/HFを心臓交感神経系活動の指標とした。

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^{11, 17)}。また、温熱刺激によってもたらされる皮膚血流量の増加は、心臓交感神経活動を抑制し、心臓迷走神経活動を亢進することで心拍数を減少させるものと考えられている。足浴時の温熱刺激が心臓自律神経系活動に及ぼすメカニズムについて、一時的に心臓迷走神経活動の抑制と心臓交感神経活動が亢進が起こるが、心臓迷走神経活動が再亢進し、心臓交感神経活動を抑制する²⁷⁾と報告されている。また、足浴による心臓迷走神経活動の亢進は、足浴後30分間は持続する²⁷⁾。一方、水位を下腿中央部まで15分間浸し、RR間隔の変動から検討した上馬場と許³¹⁾は、自律神経系の関与について明らかにならなかったことを報告している。

下腿浴について検討した本研究において、心臓迷走神経系活動の指標であるHFの亢進は認められなかった(Base: $2.56 \pm 0.55 \text{ms}^2$, Rest: $2.61 \pm 0.34 \text{ms}^2$; 図4)。また、心臓交感神経系活動の指標であ

るLF/log HFも有意な亢進は認められなかった(Base: $1.01 \pm 0.15 \text{ms}^2$, Rest: $1.08 \pm 0.12 \text{ms}^2$; 図4)。これらのことは、水位を下腿中央部とした上馬場と許³¹⁾の報告と一致した。

これらのことから、膝下10cmの下腿浴は、心臓自律神経系活動に影響を及ぼさないことが示唆された。

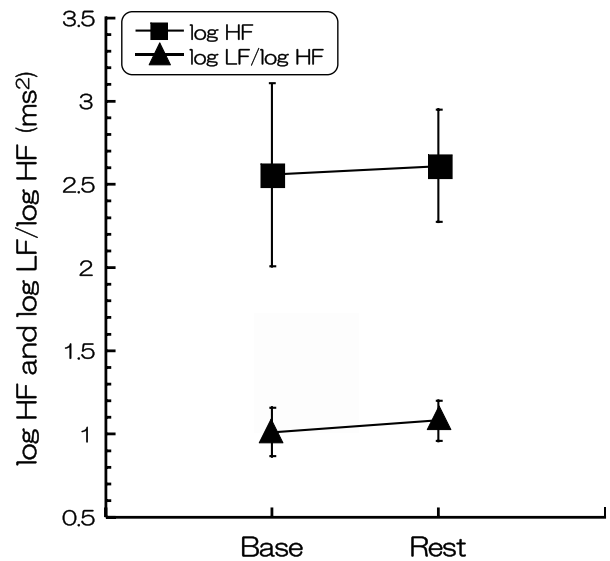


Fig. 4 下腿浴時の心臓自律神経系活動の変化 (Mean±SD) log HF:心臓迷走神経系活動、log LF / log HF:心臓交感神経系活動

IV. まとめ

下腿浴が心拍数、血圧、直腸温及び心臓自律神経系活動に及ぼす影響を明らかにした。

1. 下腿浴時の心拍数、血圧は有意な変化を示さなかった。
2. 下腿浴時の直腸温は、浸水直後に低下したが、その後上昇し維持される傾向が認められた。
3. 下腿浴時の心臓迷走神経系活動及び心臓交感神経系活動は有意な変化を示さなかった。

これらのことから、下腿浴による温熱刺激は心拍数、血圧、心臓自律神経系活動に影響を及ぼさないことが示唆された。

参考文献

- 1) Akselrod, S., Gordon, D., Ubel, F.A., Shannon, D.C., Barger, A.C. and Cohen, R. J. (1981) Power spectrum analysis of heart rate fluctuation. A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 213 : 220-222
- 2) Arai, Y., Saul, J. P., Albrecht, P., Hartley, L. H., Lilly, L. S., Cohen, R. J. and Colucci, W. S. (1989) Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol*, 256 : H132-141
- 3) Brown, T. E., Beightol, L.A., Koh, J. and Eckberg, D. L. (1993) Important influence of respiration on human R-R interval power spectra in largely ignored. *J. Appi. Physiol.*, 75 (5) : 2310-2317
- 4) Ecker, D. L. (1997) Sympathovagal balance : a critical appraisal. *Circulation*, 96 : 3224-3232
- 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) 橋本信行、亀谷学、加茂力、佐々木俊雄、三須一彦 (1996) 新旧性心筋梗塞患者における神経性循環調節の日内変動に関する研究。自律神経、33(6) : 521-531
- 7) 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 (1996) 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
- 8) 堀切豊、飯山準一、久松憲明、林菊若、田中信行、渡邊智 (2002) 39℃及び42℃の下腿浴が身体に与える影響。日本温泉気候物理医学会雑誌、1 : 53
- 9) 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
- 10) 稲見すま子、仲尾深雪、内海晃 (1998) 足浴における交互浴の相互作用－皮膚血流測定による検討－。日本看護研究会雑誌、11(12) : 99-100
- 11) 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、協同医書出版社、東京 : 1085-1105
- 12) 上山瑞恵、福地ちぎく、浜野好子、白尾久美子、小林勢津子、貝山桂子 (1993) 足浴における学生の感情の変化。名古屋市立大学看護短期大学紀要、5 : 129-137
- 13) 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
- 14) 川島みどり (1994) 睡眠を導く技術－足浴の効果。Nursing Today、日本看護協会出版社9(6) : 8-11
- 15) 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
- 16) 木住野孝子、松田光生 (1997) 短時間の腋下水準における水浸が心臓自律神経系活動に及ぼす影響－水温25℃、30℃、34℃での検討－。体力科学、46 : 101-112
- 17) 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、1981。
- 18) 西村正広、小野寺昇 (2000) 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リラクゼーション効果、宇宙航空環境医学37(3) : 49-56
- 19) 西村正広、小野寺昇 (2003) 塩水を用いた水中リラクゼーションが心臓自律神経系活動に及ぼす影響。川崎医療福祉学会誌、13(1) : 79-84
- 20) 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
- 21) 大野夏代、小坂橋喜久代 (1995) 足浴後のマッサージ刺激によるバイタルサインの変化。埼玉県立衛生短期大学紀要、20 : 57-63
- 22) 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
- 23) 太田千鶴夫編 (1947) 看護実習教本、メヂカルフレンド社、49
- 24) Pomeranz B, Macaulay RJ, Caudill MA, Kutz I, Adam D, Gordon D, Kilborn KM, Barger AC, Shannon DC, Cohen RJ, and

- Benson, H. (1985) Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis., *Am J Physiol.* 248 : H151-3
- 25) Rowell, L. B. (1974) *The cutaneous circulation. Physiology and Biophysics*, 2, 185, W.B. Saunders Co., Philadelphia
- 26) 茂吉雅典、横山清子、渡辺興作、高田和之、向井誠時、岡田暁宣、早野順一郎 (1996) 新しい心拍変動パラメーターによる tilt 試験に対する自律神経反応の分析。医用電子と生体工学、34 : 161-170
- 27) 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
- 28) 白尾久美子、浜野好子、小林勢津子、上山瑞恵、福地ちぎく (1995) 足浴実施による学生の患者への情緒の変化。名古屋市立大学看護短期大学紀要、7 : 17-22
- 29) 竹谷英子、田中道子、鈴木初子、鳥山みどり、山田朋子 (1991) 足浴による Vital signs と主観的感覚の変化。名古屋市立大学看護短期大学部紀要、3 : 35-45
- 30) 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
- 31) 上馬場和夫、許鳳浩 (2000) 部分浴と部分マッサージの効果と安全性 足浴と足裏マッサージによる呼吸・循環・自律神経の変化。日本温泉気候物理医学会雑誌、64(1) : 44
- 32) 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
- 33) 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
- 34) 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