

原 著

足浴が体温に及ぼす影響について

昭和大学保健医療学部看護学科

大 滝 周* 川嶋 昌美

高木 睦子 津川 博美

昭和大学横浜市北部病院

福岡 絵美

昭和大学保健医療学部作業療法学科

浅野 和仁

抄録：足部保温は、臨床の現場や日常生活の中で血流改善や温熱作用による鎮痛効果、リラックス効果などのさまざまな目的で活用されている。しかし、足部保温の体温変動に及ぼす影響について言及している論文は見当たらない。そこで今回、足部保温の1つとして看護の現場で多用されている足浴が体温の変動に及ぼす影響について明らかにすることを目的とし健康な女性を対象に研究を行った。被験者の両下肢を40℃に設定した足浴器（高陽社製、足湯器 冷え取り君 FB-C80）の湯に膝下20 cmまで15分間浸漬、深部温度と外殻温度を測定した。最初に足浴による保温が体温に及ぼす影響を調べるために、深部温度および外殻温度の体温測定を行った。その結果、深部温度は、保温終了5分後、10分後もほぼ一定の状態経過した。一方、外殻温度は足浴に伴い上昇し、その後、一定の状態での経過あるいは温度の低下がみられた。次に、保温終了5分後の深部温度および外殻温度について比較を行った。その結果、深部温度と外殻温度に有意な差が認められた。これらの結果より足浴が体温に及ぼす影響として、深部温度の変化はみられないが外殻温度の変化がみられることが示唆された。

キーワード：足浴、深部温度、外殻温度

緒 言

足浴や湯たんぽ、さらに近年では遠赤外線足温器を用いた足部への保温は、看護の分野において重要な技術^{1,2)}の一つとして認識され、臨床の現場で多用されている。

特に、下肢を湯に浸漬し加温する技術である足浴に関してはこれまでに多く検討が行われ、その結果本法には清潔保持のみならず、血流改善効果³⁾、心身のリラックス効果^{1,4)}、入眠効果⁵⁾があることが報告されている。また、湯たんぽを用いた足部への保温では、安全に保温の効果が得られる⁶⁾こと、遠赤外線足温器では加温効果の持続性⁷⁾があることが報告されている。このように足部の保温の生体機能に及ぼす効果については、多くの研究があるものの足部の保温が体温に及ぼす影響については十分に検

討されているとはいえない面がある。

体温は深部温度と外殻温度に大別され、深部温度は生体機能を維持するためにほぼ一定に保たれている⁸⁾。外殻温度は外部環境や深部温度の変動に著しく影響を受け、変化する⁹⁾。したがって、足部を温めることは外部環境の変動に相当することから体温も変動していることが容易に推察される。

そこで本研究は、足部の保温方法の1つである足浴の体温に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

研究 方法

1. 被験者

本研究の被験者は同意を得られた20歳以上の基礎疾患がない健康な女子学生10名であった。対象者の平均年齢は、 21.4 ± 0.51 歳であった。

*責任著者

2. 実験期間および測定環境

実験期間は、2016年4月から6月で、室温 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 50% 前後の静穏が保たれた環境で体温を測定した。測定時間は、体温の概日リズムの影響を考慮し、午後1時から3時の間に実施した。

3. 実験方法

1) 測定項目と測定方法

(1) 深部温度：熱流補償式体温測定の原理により非侵襲的にヒトの深部温を精確に連続測定することができる「3MTM スポットオンTM 深部温モニタリングシステム」¹⁰⁾ を使用し深部温度を測定した。センサー（スポットオン深部温モニタリングシステムセンサー、3M）を側頭動脈直上に貼付し、上記機器を接続し、記録した。

(2) 外殻温度：外殻温度は皮膚温とし、足浴で使用している湯による熱気および表皮温センサー（RSP 皮膚温プローブ、スミスメディカルジャパン）を洋服などによる体温変化の影響を受けにくい手背に貼付し、日本光電社ベッドサイドモニターに接続し、温度を記録した。

2) 実験の手順

実験の手順は以下に示すとおりである。被験者の股関節ならびに膝が 90° に曲がるように高さを調整したプラスチック製の足置き台に厚手のタオルを敷き、被験者の両足を乗せさせ、5分間の安静を取らせた。その後、須賀ら²⁾ の報告に準じ、 40°C に設定した足浴器（高陽社製、足湯器 冷え取り君 FB-C80）の湯に膝下 20 cm まで両下肢を浸漬、15分間の足浴を実施、足浴終了後座位で10分間の安静を保持した。深部温度、外殻温度を足浴前の安静開始5分後、足浴終了5分後、同10分後に測定、記録した。

なお、実験中の被験者の服装は、衣服による血流障害と実験中の温水による服装の濡れを防ぐために短パンとした。また、足浴後は、タオルで足の水分を十分に拭き取り、上述した足台の上で安静を保持させた。

4. 分析方法

得られた結果の統計学的分析では、統計ソフト SPSS ver22.0 を用いて、対応のある t 検定を行った。統計学的有意水準は、5%とした。

5. 倫理的配慮

被験者に研究の概要を説明し、参加は自由意思で

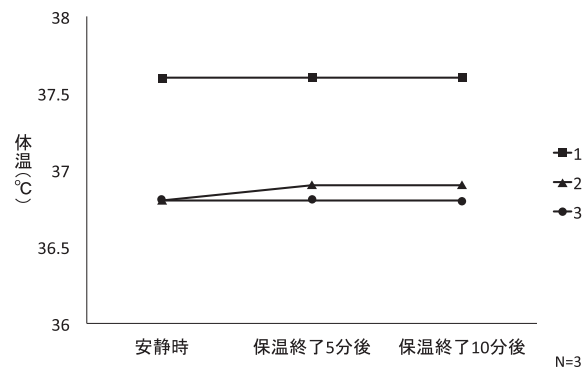


図 1 足浴による深部温度の変化
無作為に抽出した被験者3名の深部温度の経時的変化である。
深部温度は、安静時、保温終了5分後、保温10分後に測定した。

あること、研究への参加を断っても学業成績に影響しないこと、個人のプライバシーは厳守されること、同意の撤回はデータ分析開始時まで可能であること、安全性の確保について文書と口頭で説明し、理解が得られ、書面にて承諾を得た。なお、本研究は、研究者が所属する大学の倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：第311号）。

結 果

1. 足浴による体温の経時的変化について

足浴による足の保温が体温の変動に及ぼす影響を調べるために、深部温度および外殻温度の測定を行った。

足浴が体温に及ぼす経時的変化を確認するため、被験者10名より無作為に抽出した3名の足浴による深部温度および外殻温度の経時的変化を図1、2に示す。図1に示すように深部温度は、保温終了5分後、10分後もほぼ一定の状態を経過した。外殻温度に関しては、安静時と比較すると保温により外殻温度は5分後に上昇し、その後、一定の状態を経過あるいは低下した（図2）。

2. 足浴による深部温度と外殻温度の変動について

足浴による深部温度および外殻温度の変動について調べるために、保温終了5分後の体温を比較した。保温終了5分後を比較した理由として、経時的変化において保温終了5分後の体温が最高値となったためである。人間は個体差が大きいため、分析に用いたデータは安静時を基準とし保温終了5分後の

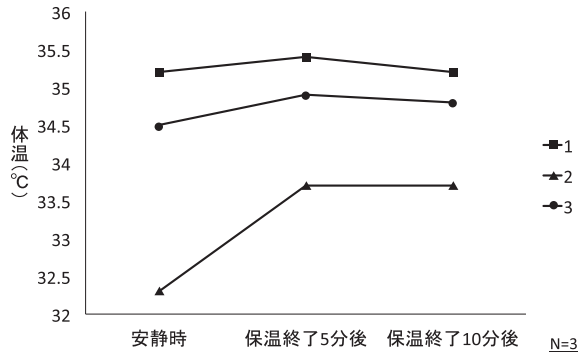


図 2 足浴による外殻温度の変化
無作為に抽出した被験者 3 名の外殻温度の経時的変化である。
外殻温度は、安静時、保温終了 5 分後、保温終了 10 分後に測定した。

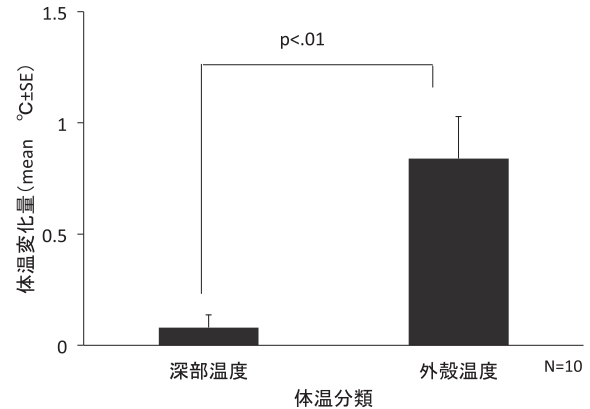


図 3 保温終了 5 分後の変化量の比較
保温終了 5 分後の深部温度と外殻温度を比較した。
データは、安静時を基準とし保温終了 5 分後の差を体温変化量として用いた。
結果は被験者 7 名の平均体温変化量 ± SE として示す。

差を体温変化量として用いた。

各保温終了 5 分後の平均体温変化量 ± SE は、深部温度 $0.08 \pm 0.06^{\circ}\text{C}$ 、外殻温度 $0.84 \pm 0.19^{\circ}\text{C}$ であった。深部温度と外殻温度で対応のある t 検定を行った結果、平均値間に統計的に有意な差が認められた ($t(9) = 3.95$, $p < .01$) (図 3)。

考 察

ヒトを含む哺乳動物の体温は深部温度と外殻温度(皮膚温)に大別され、外殻温度は環境温度の変化によって上下するものの、深部温度はほぼ一定の 37°C に維持されている^{8,9)}。この深部温度の一定化には視床下部に存在する体温調節中枢を起始部とする自律神経や各種ホルモンが重要な役割を果たし¹¹⁾、この深部温度の一定化は正常な生体機能の維持に必須とされている⁹⁾ ことから、体温、特に深部温度の測定は生体機能の状態を把握する上で非常に重要で、且つ有効な手段であると考えられている^{12,13)}。

足部の保温は看護の分野において広く行われている重要な看護技術の一つ^{1,2)} で、上述したように血流改善効果³⁾、リラックス効果^{1,4)} が報告されているものの、ヒトにとって重要な生体機能の指標となる体温に及ぼす影響については十分に解析されていない。そこで本研究では、足部の保温の 1 つである足浴が体温の変動に及ぼす影響について調査を行った。

足浴が体温に及ぼす影響を調べるために、深部温度および外殻温度を経時的に測定したところ、深部温度では安静時と比較し足浴による著明な変化は観

察されず、足浴終了 5 分後、10 分後もほぼ一定の状態であった。一方、外殻温度は、安静時と比較すると足浴終了 5 分後に上昇し、その後一定の状態を経過あるいは低下する現象が観察された。

次に、足浴終了 5 分後の体温測定結果を用いて、深部温度と外殻温度の変動に及ぼす足浴の効果について比較検討した。その結果、外殻温度は深部温度と比較し、足浴により統計学的に有意に増加していることが判明した。深部温度の変動に及ぼす足浴の効果についてはいくつかの研究が行われ、足浴によって深部温度が上昇することが報告されている^{1,14,15)}。しかし、これらの報告では深部温度の指標として舌下温や鼓膜温を測定、足浴の深部温度に及ぼす効果を判定している。舌および外耳道と中耳の間に位置する鼓膜は、外気温度の変動を受けやすく一般的には外殻温度に区分されていることから、これらの報告は正確に深部温度を測定しているとは言い難い面がある。一方、本実験で使用した深部温度測定機器は、熱流補償式体温測定の原理に基づいて側頭動脈直上に貼付したセンサーによって動脈血の温度を測定することによって間接的ではあるものの、正確に深部温度を測定することが可能なものである¹⁰⁾。したがって、深部温度測定方法の違いが結果の相違に反映された可能性がある。また、上述した深部温度の変動に及ぼす足浴の効果を検討するための研究では、体温の概日リズムを無視した深部温度の測定が行われているために足浴の深部温度変動

に及ぼす効果を正確に判定しているとは考えられない点も挙げられることから、概日リズムによって上昇した深部温度を測定し、足浴の効果として報告した可能性も推察され、このことが本研究の結果と既報のその違いに関連している可能性も推察される。

外殻温度に関しては、本研究においても先行研究^{15,16)}と同様に足浴により温度の上昇が認められた。温熱刺激は表皮下や皮下組織に分布している自由神経終末によって感受され、無髄のC線維を介して主に外側脊髄視床路を經由して視床、さらには大脳皮質体性感覚野に投射、温覚が発現し、体温上昇を防ぐための行動性体温調節反応が発現する¹⁷⁾。また、温覚を伝えているC線維は脳幹網様体を経て、視床下部に存在する体温調節中枢にも刺激を送り、その結果、体温の上昇を防ぐための自律的体温調節機能の活性化を誘導する¹⁷⁾。温覚により自律性体温調節機構が活性化すると、皮膚に分布している血管を支配する交感神経の活性化が抑制され、皮膚血管が拡張し、皮膚面への血流量が増加、体温の上昇を抑制する反応が起きる¹⁷⁾。ヒトの外殻である最外層の皮膚、特に衣服に覆われず露出している手や耳では、血管が豊富に分布し、動静脈吻合を介して直接静脈叢に動脈血が供給されている¹⁷⁾。足浴により足を40℃の湯に浸漬すると、足に分布している自由神経終末が興奮、C線維を介してこの刺激が視床下部に伝わり、手に分布している血管が拡張し、血流量が増加することにより、外殻温度が上昇した可能性が推察される。外殻温の変化と皮膚血流量の関連性についてはいくつかの研究が行われ、その結果、外殻温度の上昇とともに皮膚血流量の増加が認められることが報告^{3,15,16)}されている。これらの報告は上述した著者らの推察を支持しているであろう。しかしながら、本研究では皮膚血流量を測定していないため、今後皮膚血流量を測定し、外殻温度が上昇の理由を検証する必要があると考える。また、本研究では外殻温度を手背のみで測定し、足浴の外殻温度に及ぼす効果を判定した。したがって、今後は手背以外での外殻温度を測定する必要性もあるであろう。また、手背とは異なった部位の外殻温度の測定により、足浴が外殻温上昇を誘発する機構の解析が可能になると思われる。以上のことより、本研究において足浴が体温に及ぼす影響として、深

部温度には変化がみられないが、外殻温度の変化がみられることが明らかとなった。

近年、臨床現場においては患者に提供する看護技術には、Evidence Based Nursing (EBN) が必要であるとされている。本研究の結果を直ちに足浴のEBNとして用いることはできないが、足浴時に生じる患者の体温変化の基礎的資料として活用することは可能であると考え。足浴は、普段の生活の中で下腿の筋肉疲労や冷え性の軽減¹⁸⁾、また、臨床現場では切迫早産妊婦の体温低下に対する介入¹⁹⁾などさまざまな場面で活用されている。足浴のEBNを確立することは、臨床現場だけではなく一般社会においても有益だと考える。今後、症例数を増やすとともに外殻温度の測定部位による体温への影響および皮膚血流量を測定することで、足浴のEBNを確立するためのデータの蓄積となるとともに、患者へ安全安楽で科学的根拠を持った看護援助を提供するための一助となると考える。

利益相反

本研究に関して、開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) 須賀京子, 白井裕子, 百合純子, ほか. 足浴の効果の検討 皮膚表面温, 深部温, 唾液中s-IgA および主観的状态の変化. 愛知きわみ看護大紀. 2006;2:53-62.
- 2) 長谷部佳子. 温罨法が就床中の生体に与える影響に関する基礎的・応用的研究. 日看研会誌. 2003;26:45-57.
- 3) 岡田ルリ子, 徳永なみじ, 昆 和典. 温浴がもたらす皮膚生理機能への影響 角層水分量・水分蒸散量の見地から. 愛媛医技大紀. 2006;3:45-49.
- 4) 新田紀枝, 阿曾洋子, 川端京子. 足浴, 足部マッサージ, 足浴後マッサージによるリラクゼーション反応の比較. 日看科会誌. 2002;22:55-63.
- 5) 平松則子, 大吉三千代, 川島みどり, ほか. 入眠を促す援助としての足浴の効果について 足浴が及ぼす生理的变化. 日看科会誌. 1994;14:208-209.
- 6) 坂田五月, 石津みゑ子. 温罨法の違いが生体反応と温度感覚に及ぼす影響 湯たんぽと電気毛布の比較から. 日生理人類会誌. 2003;8:51-60.
- 7) 箕越功浩, 伊帳田峻佑, 長坂祐二, ほか. 遠赤外線足温器の効果と有用性の検討 足浴と比較した生理的效果. 山口県大学情報. 2014;7:77-

- 88.
- 8) Aronoff DM, Neilson EG. Antipyretics: mechanisms of action and clinical use in fever suppression. *Am J Med.* 2011;111:304-315.
- 9) 永島 計, 中村(松田)真由美. ヒトにおける体温の意味と意義. 人間科学研究. 2012;25:21-33.
- 10) Eshraghi Y, Nasr V, Parra-Sanchez I, *et al.* An evaluation of a zero-heat-flux cutaneous thermometer in cardiac surgical patients. *Anesth Analg.* 2014;119:543-549.
- 11) Roth J. Endogenous antipyretics. *Clin Chim Acta.* 2006;371:13-24.
- 12) 山本敏行, 鈴木泰三, 田崎京二. 体温とその調節. 新しい解剖生理学. 改訂第12版. 東京: 南江堂; 2010. pp291-293.
- 13) 森谷卓也. ホメオスタシス(恒常性). 下 正宗, 前田 環, 村田哲也, ほか編. 人体の構造と機能 第2版. 東京: 医学書院; 2010. p21. (コアテキスト; 1).
- 14) 玄田公子. 足浴の生体に及ぼす影響. 滋賀短大
学誌. 1979;20:112-115.
- 15) 瓜果敦子, 下元美佳, 箕浦文枝, ほか. 足浴時
間の違いが深部体温・睡眠に与える影響. 岐阜
医療大紀. 2013;7:119-122.
- 16) 安杖優子, 會津桂子, 工藤せい子, ほか. 足洗
器による足浴の有効性についての検討 皮膚
温・深部温と主観的温度感覚から. 弘前大院保
健研紀. 2010;9:1-10.
- 17) 御手洗玄洋, 小川徳雄, 永坂鉄夫, ほか訳.
体温, 体温調節, 発熱. ガイトン生理学 原著
第11版. 東京: エルゼビア・ジャパン; 2010.
pp941-953.
- 18) 美和千尋, 島崎博也, 出口 晃, ほか. 足浴時
の自律神経機能の変化と加齢の影響. 日温気候
物理医学会誌. 2015;78:130-137.
- 19) 川嶋昌美, 大滝 周, 高木睦子, ほか. 初産婦
における体温低下と切迫早産の関連性について
切迫早産妊婦と正常妊婦を比較して. 昭和学士
会誌. 2015;75:652-656.

INFLUENCE OF FOOT BATH ON BODY TEMPERATURE CHANGE

Amane OTAKI, Yoshimi KAWASHIMA,
Mutsuko TAKAGI and Hiromi TSUGAWA

Department of Nursing, Showa University School of Nursing and Rehabilitation Sciences

Emi FUKUOKA

Showa University Northern Yokohama Hospital

Kazuhito ASANO

Showa University School of Nursing and Rehabilitation Sciences

Abstract — Maintaining heat in the foot is a method used for various purposes in clinical practice and daily life, but the precise influence of body temperature is not yet well understood. Therefore, the aim of the present study was to identify the possible influence of foot bath-induced body temperature change in subjects. In order to assess the effect of warming of body temperature by the use of a foot bath, the core temperature and shell temperature were measured. The core temperature plateaued at a nearly constant state after the end of heat retention. In contrast, the shell temperature increased and kept the heat in the foot compared with that at rest, and thereafter a state of plateau or a decrease in body temperature was observed. In the second experiment, changes in core temperature and shell temperature were compared at 5 minutes after the end of heat retention. As a result, a significant difference was observed between core temperature and shell temperature. These results suggest that the shell temperature is increased as an influence of foot bath on body temperature, but the core temperature does not change.

Key words: foot bath, core temperature, shell temperature

〔受付：11月21日，受理：12月27日，2016〕