片側手浴による皮膚保湿効果

岡田 ルリ子¹, 松川 寛二², 小林 敏生³, 宮腰 由紀子⁴

Warming of one hand causes sustained increases in skin surface temperature and water content of the contralateral forearm

Ruriko Okada¹, Kanji Matsukawa², Toshio Kobayashi³ and Yukiko Miyakoshi⁴

¹愛媛県立医療技術大学保健科学部看護学科, 〒791-2101 愛媛県伊予郡砥部町高尾田543 (*Department of Nursing, Faculty of Health Sciences, Ehime Prefectural University of Health Sciences, 543 Takooda, Tobe-cho, Iyo-gun, Ehime, 791-2101, Japan*)

²広島大学大学院医歯薬保健学研究院生理機能情報科学研究室, 〒734-8551 広島市南区霞1-2-3 (*Department of Integrative Physiology, Graduate School of Biomedical and Health Sciences Hiroshima University, 1-2-3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima 734-8551, Japan*)

³広島大学大学院医歯薬保健学研究院健康開発科学研究室, 〒734-8551 広島市南区霞1-2-3 (*Department of Health Development, Graduate School of Biomedical and Health Sciences Hiroshima University, 1-2-3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima 734-8551, Japan*)

⁴広島大学大学院医歯薬保健学研究院基礎看護開発研究室, 〒734-8551 広島市南区霞1-2-3 (*Department of Fundamental Nursing, Graduate School of Biomedical and Health Sciences Hiroshima University, 1-2-3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima 734-8551, Japan*)

Received: March 15, 2013 / Accepted: June 20, 2013

Abstract This study aimed to develop a new method of increasing water content in the cutaneous stratum corneum under a dry skin condition. For this purpose, the experiments were performed using 10 healthy women (age: 20 ± 5 years, height: 158 ± 4 cm, weight: 50 ± 6 kg) in winter to ensure the dry condition. The subjects immersed the right hand into a 42°C bath for 10 min. Skin surface temperature and water content in the stratum corneum of the left forearm were simultaneously measured during and for 1 h after the hand warming. The skin surface temperature began to increase ($P < 0.05$) 15 min after the hand warming and thereafter remained increased for 1 h. Similarly, the water content in the stratum corneum began to increase immediately after the hand warming and remained increased throughout the experiment. The present results suggest that warming of one hand is effective in enhancing skin moisture in the other forearm and thereby maintaining barrier function of the skin.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 62(4): 315-321 (2013)

Keywords : hand bath, water content, skin surface temperature, stratum corneum

緒 言

冬季における大気乾燥やエアコン使用による低湿等で、ドライスキンという病態が生じる。これは、皮膚の角層に含まれる水分量（以下、角層水分量）が減少した状態を指す。この角層水分量は、皮脂量や角質細胞間脂質などの影響を受ける保湿能と相対湿度に依存するため、皮脂が少ない小児や高齢者、角質細胞間脂質が減少するアトピー性皮膚炎患者は、ドライスキンに傾きやすい¹⁾。ドライスキンは皮膚バリア機能を低下させるが、角層のバリア機能と水分保持機能の間には相関性が認められる。バリア機能の低下によって、水分の保持は困難となり、乾燥して角層が剥がれ落ちて鱗屑を形成する。さらに乾燥で亀裂が生じれば、ますます環境からの刺激

を受けバリア機能が低下し²⁾、アレルギー惹起、感染症合併、痒みの誘発など多彩な病態を呈するようになる³⁾。

低下した皮膚バリア機能を回復させる目的で、水分蒸散を抑制し、角層水分量を維持するための外用保湿剤塗布に関する研究が盛んに行われてきた⁴⁻⁹⁾。角層水分に関する研究はこのほか、浴用剤の影響^{10,11)}、季節や環境による角層水分量の変動および身体部位間の比較¹²⁻¹⁶⁾、全身浴やサウナに伴う角層水分量の変化¹⁷⁻²⁰⁾に関する報告があるが、手浴などの部分温熱刺激による身体内部からの角層水分への影響には着目されてこなかった。我々はこれまでに、10分間の片側の手浴で、対側前腕の角層水分量が増加することを報告した²¹⁻²⁴⁾。この所見から、片側手浴の温熱刺激が、皮膚交感神経活動を減少させ、手浴側のみならず対側前腕の皮膚血管拡張・皮膚血流量

の増加を促進し, 増加した皮膚血流量が角層に水分を与えて保湿するという体内から皮膚表層への水分供給メカニズムを着想した²⁵⁾. そこで, 本研究では, 角層水分量が減少した皮膚でみられる皮膚バリア機能低下を予防する方法を開発するため, 低湿環境にある冬季(12月~1月)に実施した片側手浴による温熱刺激が対側前腕部の角層水分量に及ぼす影響を調べた.

方 法

被験者 皮膚障害のない健康な女性10名(年齢 20 ± 5 歳, 身長 158 ± 4 cm, 体重 50 ± 6 kg)に対し, 2010.12月~2011.1月に, 室内温度 $21.3 \pm 1.4^\circ\text{C}$, 室内湿度 $50.6 \pm 4.2\%$, 室外温度 $5.5 \pm 1.6^\circ\text{C}$, 室外湿度 $58.8 \pm 8.3\%$ という環境で実験を行った. 実験前日の睡眠時間は7時間以上を確保し, 測定開始時には食後2時間を経過していること, 衣服は下着の上にトレーナー1枚程度の軽装であることを条件とした. 実験開始前には血圧・脈拍・体温測定により健康状態を確認した. 実験中は熱感や冷感等の不快の有無に留意し, 下肢冷感を訴えた被験者2名については, ひざ掛けを用いた. なお, 各被験者には, 研究の目的・方法および倫理的配慮に関して文書と口頭で説明し, 文書で同意を得た. 本研究は, 愛媛県立医療技術大学研究倫理委員会の承認を得て行った(承認番号: 10-012).

実験手順および測定方法 筆者らの先行研究では, 12月^{21,22)}と4~6月²³⁻²⁵⁾の2つの季節で, 手浴終了後30分までの測定を行ったが, 今回は, 冬季(12月~1月)における手浴後60分までの温熱刺激の効果を調べた. 片側手浴として, 恒温水槽(サーモペット-NTT130; 東京理科器械, Japan)の $42 \pm 0.05^\circ\text{C}$ の湯に, 椅坐位にて, 片側手部の橈骨茎状突起部までを10分間浸漬して温熱刺激を加える方法を用いた(以下, 手浴あり). 手浴後の片側手부는タオルで水分を拭き取った後は被覆せず, 測定を行う対側前腕部・手部位も被覆しなかった. 対照として, 同一被験者に, 手浴なしで椅座位を10分間保持するという条件

で, 同様の測定を実施した(以下, 対照). 手浴ありのデータ測定は, 手浴開始時と手浴中10分間, ならびに手浴終了後60分経過時までの計70分間にわたり5分毎に行った. 対照のデータ測定もこれに準じた. 手浴ありと対照の測定は, 冬季の寒冷刺激によって変化しやすい被験者の体調や皮膚の状態を考慮し, 条件を統一する意味で同日に実施した. 実施順は, 30分間の環境馴化後, 最初に対照データを測定し, 15分間の休息後に各項目が対照の測定開始時の値と差がないことを確認した上で手浴ありを実施した. これは, 予備実験で手浴ありを先行した場合には, 皮膚への影響が強く残り, 続く対照データの測定に信頼性を欠いたためである.

測定項目は, 角層水分量, 皮膚表面温, 皮下深部温ならびに血圧であった. 角層水分量は, 皮表水分量測定機(Corneometer-CM825; COURAGE-KHAZAKA, Germany)を用いて, 対側前腕内側の肘窩から長軸方向の $2\text{ cm} \times 8\text{ cm}$ 範囲内を5箇所測定し, その平均値を一経過時点のデータとした. 皮膚表面温は, 熱流補償式体温計(コアテンプCTM205; TERUMO, Japan)を用いて, 対側前腕内側肘窩と手関節を結ぶ中間地点に表面温測定用プローブを装着して測定した. また, 核心温に近似したデータを得る目的で, 大動脈弓の直上に位置する左前胸部の第一肋間胸骨左縁に, 同じ体温計の深部温測定用プローブを装着し, 胸部皮下深部温を測定した. 血圧は, ベッドサイドモニター(ライフスコープP-BSM4101; 日本光電, Japan)を用い, 専用カフを手浴側の上腕に装着して測定した(Fig. 1).

データ分析ならびに検定 70分間の経時的データをMean $\pm$ SEで示した. 分析は, 手浴開始直前の値(0時点)を基準値とし, 予め各測定項目における手浴ありと対照の間で基準値に差がないことを対応のあるt検定で確認した. その後, 基準値と経時的データをBonferroniの方法で多重比較した. さらに, 手浴ありと対照の対応する経過時点の差を, 対応のあるt検定で確かめた. なお, 角

Fig. 1 An experimental setup

層水分量については、実測値とともに、基準値を100%とした変化率も算出し、Bonferroniの方法および対応のあるt検定で比較した。有意水準はいずれも $P<0.05$ とし、統計ソフトはSPSS Statistics Ver.19を使用した。

結 果

胸部皮下深部温と血圧 胸部皮下深部温は、手浴ありと対照の各基準値と経時的データ、および両者間の対応する経過時点のいずれにおいても有意な差を認めなかった (Fig. 2)。収縮期血圧は、各基準値と経時的データの間には差を認めなかった。手浴ありと対照の比較において、手浴開始5分経過時点のみで、手浴ありが 103 ± 2.6 mmHg

となり有意に高値であったが ($P<0.05$, Fig. 3)、それ以降には差がなかった。拡張期血圧に関しては、いずれの比較においても有意な差を認めなかった (Fig. 3)。

皮膚表面温と角層水分量 皮膚表面温は、対照の場合、基準値と比べ2%程度の低下傾向を示した。手浴ありでは、手浴終了後10分から有意に上昇し始め ($P<0.05$)、手浴終了後15分で2.3%上昇し ($P<0.01$)、以後60分経過時まで高値を維持した ($P<0.01$, Fig. 4)。また、手浴ありと対照の比較では、手浴ありの方が手浴終了後15分から60分経過時まで有意に高値であった ($P<0.05$, Fig. 4)。

角層水分量の実測値は、対照においては有意な変化

Fig. 2 Changes in skin deep temperature in the chest
Skin deep temperature was measured in the chest with and without hand bath warming for 10 min. Control, without hand bath warming.

Fig. 3 Changes in arterial blood pressure
The differences in systolic and diastolic blood pressure between control and hand bath were compared by a paired t-test. †, $P<0.05$.

Fig. 4 Changes in skin surface temperature in the forearm

* $P < 0.05$, * $P < 0.01$: Significant difference from the prewarming value.

† $P < 0.05$: Significant difference between control and hand bath.

を認めなかった (Fig. 5A). 手浴ありでは, 基準値と比べ, 角層水分量は手浴開始後10分で有意に増加した ($P < 0.001$). 以後, 手浴終了後10分・15分を除いて手浴終了後60分経過時まで高値を維持した ($P < 0.05$, Fig. 5A). 手浴ありと対照間の比較では, 手浴終了後15分・25分・30分で手浴ありが対照よりも有意に高値であった ($P < 0.05$). 角層水分量の変化率においても, 対照は, 基準値と比べて有意な差を認めなかった (Fig. 5B). 一方, 手浴ありでは, 角層水分量の変化率は手浴開始後10分で約5%の増加を認め ($P < 0.001$), 手浴終了後10分・15分を除いて手浴終了後60分経過時まで高値を維持した ($P < 0.05$, Fig. 5B). 手浴ありと対照の比較では, 手浴終了後10分・35分・40分を除き, 手浴開始後10分から手浴終了後60分経過時まで, 手浴ありが対照よりも有意に高値であった ($P < 0.05$, Fig. 5B).

考 察

片側の温熱刺激が深部体温や循環動態に及ぼす影響

胸部皮下深部温は, 片側手浴の温熱刺激では変化しなかった. ヒトの核心温は一定の狭い温度域に維持されているが, 病的状態や暑熱負荷が強すぎる場合には上昇を示すことがある²⁶⁾. しかし, 本研究の42°Cの温湯を用いた10分間の片側手浴の温熱刺激は, 核心温に影響を及ぼす程の温熱負荷ではなかったために, 胸部皮下深部温にも変化がなかったものと推察される.

血圧の変化については, 手浴ありの収縮期血圧が, 手浴開始5分のみで対照時に比べて有意な上昇を示した. これは, 温熱刺激に伴い交感神経活動が増加し一時的に血管抵抗が増大したことによるものと推察される. 湯温

39°C・15分間の両下肢の足浴に関する報告²⁷⁾でも, 血圧値の変化は確認されなかったため, 本研究の片側手浴が及ぼす循環系への負荷は軽微なものといえる.

以上のことから, 42°C・10分間の片側手浴による温熱刺激は, 核心温や全身循環動態の変化をもたらす程の負荷ではないことが確認できた.

片側の温熱刺激が対側前腕の皮膚表面温に及ぼす影響

対側前腕の皮膚血管の拡張を示す1つの指標である皮膚表面温は, 片側の手浴により手浴終了後60分経過時まで上昇することが確認された. これに関連して, 両前腕への10分間の温罨法 (開始時湿布表面温43~44°C) による左膝蓋骨上部の皮膚温の上昇²⁸⁾, および両前腕を40~41°Cの湯に10分間浸漬した場合における下腿部皮膚温の上昇²⁹⁾など, 温熱刺激部位から遠隔の皮膚表面温の持続的上昇の報告がある. これらの研究は前腕への40°C以上の温熱刺激を10分間負荷した点では本研究と共通するが, 手部~前腕への広範囲かつ両側性の刺激という点で, 本研究とは異なる. 類似した研究として片側の手部のみを39°Cの湯で手浴した場合に, 対側の拇指球部の皮膚表面温が手浴後30分経過時点でも有意な上昇を認めた報告³⁰⁾もあるが, 手浴後の60分経過時点までは調べられていない. 本研究は, 片側の手部に限局した小範囲の温熱刺激によって, 非温熱刺激側の上肢前腕の皮膚表面温を手浴後60分にわたり上昇させるという新しい現象を明らかにしたものである.

最初に, 胸部皮下深部温の上昇を伴わずに皮膚表面温が上昇したメカニズムについて考察する. この皮膚温上昇は, 片側手部への部分温熱刺激であるため, 全身浴な

Fig. 5 Changes in water content of the stratum corneum
 A, absolute changes in water content. B, percent changes in water content.
 au, arbitrary unit.
 * $P < 0.05$, * $P < 0.01$: Significant difference from the prewarming value.
 † $P < 0.05$, ‡ $P < 0.01$: Significant difference between control and hand bath.

どの多大な温熱負荷での熱伝導によるものではなく、反射性の反応としてとらえることができる。つまり、この片側手に加わった温熱刺激を皮膚温度受容器が感知し、体温調節中枢に伝達された結果、血管収縮交感神経活動の抑制を介する皮膚血流量増加によって、皮膚表面温が上昇したものと考えられる³¹⁾。つまり、皮膚温度受容器により環境温を検出して、体温調節中枢に情報を伝え、体温が変化することを予見越して効果器が作動する予測制御（フィードフォワード制御）の関与が考えられる。また皮膚表面温受容器は温度変化に対して強い反応を示し、環境温度の絶対値よりも、むしろその変化を検出する特徴がある³¹⁾。12月～1月に実施した本研究の42℃という比較的高めの温湯による手浴は、寒冷刺激に

さらされている冬季の手部皮膚の温受容器を効果的に刺激し、温度変化を強く感じさせて、効果器としての皮膚血管の拡張を促すことに大きく関与したとも考えられる。さらには、片側の下肢などへの部分的な温熱刺激の影響は局所にとどまらず、他方の上下肢や遠隔部に反射的に作用するとの報告から^{32,33)}、片側手浴により対側手部の動静脈吻合が開大し、対側前腕の表在静脈の血流量が増加した結果、皮膚表面温が上昇した可能性も考えられた³⁴⁾。

次に、片側手浴終了後1時間にわたり、皮膚表面温度が高値を維持したメカニズムについて考察する。40～42℃の10分間の密閉式足浴および43～44℃の前腕部温罨法で、指腹部の皮膚血流波形の周波数解析から自発性

周期的動揺の抽出を行った報告²⁸⁾では、加温後60分まで、周期的動揺の徐波化が認められ、血管運動を制御する交感神経活動が減少した可能性を指摘している。また、手浴・足浴を用いた研究^{30,35-37)}においても、脈拍数や心拍変動による自律神経活動や主観的快適感覚などが測定されて副交感神経活動の賦活化やリラクゼーション効果が起こることが報告されていることから、本研究においても、手浴終了後60分間にわたり交感神経活動の低下が持続することで、皮膚血管の拡張が持続した可能性がある。さらに、筆者らの予備研究で（未発表）、前腕部皮下深部温も皮膚表面温と同様の上昇を認め、皮下1 cmにおける前腕部の深部血流も増加している可能性を示唆した。したがって、この前腕部皮下深部温の上昇、つまり前腕部皮下の深部血流量の増加が皮膚表面温の低下を防ぎ高値を維持することに寄与した可能性が考えられる。さらに、筆者らが10~11月の秋季に行った研究（未発表）では、皮膚表面温の有意な上昇は手浴終了後40分経過時点でとどまっていたため、季節による身体反応の違いも大きいのではないかと推察される。

片側の温熱刺激が対側前腕の角層水分量に及ぼす影響

角層水分量の変化に関しても、片側手浴の温熱刺激は、手浴開始後10分で角層水分量を増加させ、手浴終了後60分経過時点においても高値を維持することが明らかとなった。これに関連して、湯に直接浸漬した皮膚における角層水分量を観察した研究では、入浴後、角層水分量は一時的に増加するが、直ちに入浴前の状態に戻るか¹⁸⁾あるいは減少する¹⁷⁾ことが示されている。これらは、身体外部からの水分の吸水による角層水分量の変化を示したものであり、本研究とは着目している水分供給源が異なっている。本研究のように、身体外部からの吸水によらない角層水分量の増加現象を明らかにした報告はこれまでに見当たらない。

温熱刺激による角層水分量の増加に関するメカニズムについて考察する。身体外部からの吸水によらない角層水分量の増加には、体温調節機構の発動に伴う対側前腕の皮膚血管の拡張が関与している可能性が考えられる。片側手浴の温熱刺激により皮膚交感神経活動が減少することで皮膚血管が拡張し³¹⁾、加えて手部の動静脈吻合の開大による対側前腕の皮膚血流量の増加により³²⁻³⁴⁾、対側前腕の皮膚細動脈の拡張、毛細血管への血流量増加、毛細血管からの水分濾過量が増加し、角質細胞間および汗腺への水分供給が行われたものと解釈できる。つまり、増加した皮膚血流量が角層水分量を増加させるという身体内部からの皮膚保湿効果を検証したと考えられる。

角層水分量の増加が手浴終了後1時間にわたって維持されたメカニズムについては、皮膚表面温の上昇のメカニズムの考察で述べたとおり、皮膚交感神経活動の減少

による皮膚血管の拡張が長時間持続したことに起因する可能性がある。このような温熱刺激による角層水分量への影響について、サウナによる高温曝露時の変化に関する報告²⁰⁾がある。そこで示されている温熱刺激による角層水分量は、水分蒸散量の経時的変化と同様にサウナ後5分で最大となったが、15分以降には初期の値に戻っていた。これは、サウナという高温暴露により皮膚血管は最大限に拡張して皮膚表層へ水分が移動し、さらに発汗による皮膚表層への水分浸潤が生じて角層水分量は一時的にプラスに転じたが、その後の多量の発汗による水分蒸散量の増加によって皮膚表層の水分喪失を招くことで、早期の角層水分量の減少をもたらしたものと解釈した。これに関連して、筆者らは、冬季に、37℃・40℃・43℃の3種類の温湯による10分間の片側手浴に対する皮膚表面温への影響を手浴終了後20分まで測定した²¹⁾。3種類の温湯ともに皮膚表面温は開始8分頃より同様に上昇したが、37℃・40℃の場合には角層水分量の増加を認めた一方で、43℃ではむしろ水分蒸散が高まり角層水分量は手浴開始直後より減少に転じた。以上のことから、サウナや43℃以上の温湯による高温の温熱刺激は、皮膚血管拡張による皮膚表層への水分供給量よりも皮膚表面からの蒸散による水分喪失量が上回ることで、結果的に角層水分量の減少をもたらすことが考えられた。つまり、本研究における42℃・10分間の片側手浴は、皮膚表層からの蒸散・発汗が少なく水分喪失量を一定レベル以内に抑えることで、皮膚角層に供給された水分量が貯蔵され維持されたのではないかと解釈された。

以上のことから、42℃・10分間の片側手浴は、体温調節機構の発動により、対側前腕の皮膚表面温の上昇、つまり皮膚血管の拡張・皮膚血流量の増加を生じさせ、角質細胞間および汗腺への水分供給を行うことにより角層水分量増加をもたらしたものと解釈された。さらに、多量の水分蒸散に至らず保湿成分を維持した状態で行える温熱刺激法であることも、角層水分量維持に貢献することが示唆された。

なお、本研究は、冬季における皮膚保湿能の高い被験者の前腕皮膚に局限した成果である。今後は、冬季以外の季節における片側手浴の皮膚への影響や、皮膚乾燥が著しい対象者層における全身の皮膚角層水分への影響を測定していきたい。

謝 辞

本研究を行うにあたり、研究の趣旨をご理解いただき、快く協力してくださった全被験者の皆様に、深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 宮地良樹, 角層の生理学, 図解皮膚科学テキスト, 石川治・宮地良樹, 中外医学社, 東京都, 37-40, 2003.

- 2) 田上八郎：アトピー性皮膚炎と皮膚のバリア機能, アレルギー, 54: 445-450, 2005.
- 3) 宮地良樹, 長沼雅子：化粧品・外用薬研究者のための皮膚科学, 文光堂, 東京都, 6-124, 2005.
- 4) 須貝哲郎：皮膚の保湿-序論, 皮膚, 27: 272-275, 1985.
- 5) 李 梅花, 上田秀雄, 杉林堅次, 森本雍憲：角質保湿剤ヒアルロン酸ナトリウムの皮膚浸透に及ぼす超音波照射の影響, *Drug delivery system* 12: 415-419, 1997.
- 6) 渡辺 靖, 鍋木公夫, 戸沢孝之：乾燥性の皮膚症状に対する薬用あれ肌ローション (XDV-1) の使用成績, 西日皮膚, 60: 702-706, 1998.
- 7) 古賀哲也, 古江増隆, 西江温子：精製ツバキ油配合クリーム of 安全性および有用性の検討, 西日皮膚, 65: 616-619, 2003.
- 8) 新井香奈子, 石垣和子：高齢者のドライスキンに対する保湿クリーム塗布効果の検討, 日本生理人類学会, 10: 76-77, 2005.
- 9) 川島 眞, 林 伸和, 乃木田俊辰, 柳澤恭子, 水野惇子：アトピー性皮膚炎の寛解維持における保湿剤の有用性の検討, 日本皮膚科学会雑誌, 117: 1139-1145, 2007.
- 10) 渡邊 智, 永井克介, 川崎義巳：浴用剤の皮膚への効果, *FRAGRANCE JOURNAL* 2: 25-29, 1993.
- 11) 渡邊 智, 永井克介, 川崎義巳, 阿岸祐幸：アルカリ塩類浴による皮膚柔軟性, 皮膚粘弾性及び皮膚角質水分量に関する研究, 日温気物医誌, 57: 272-277, 1994.
- 12) 吉国好道, 田上八郎, 白浜茂穂, 佐野 勉, 井上邦雄, 山田瑞穂：身体各部位における表皮角層水分量の季節的変化とそれに関与する因子について, 日皮会誌, 93: 491-495, 1983.
- 13) 徳留康子, 田上八郎：皮膚の老化と角層の水分保持能, 日皮会誌, 96: 493-496, 1986.
- 14) Denda M, Sato J, Tsuchiya T, Peter M, Kenneth R. Low humidity stimulates epidermal DNA synthesis and amplifies the hyperproliferative response to barrier disruption: implication for seasonal exacerbations of inflammatory dermatoses. *J Invest Dermatol* 111: 873-878, 1998.
- 15) 松本雅之, 林 照次, 新井清一：角層剥離パターンによる角層評価 (第2報) -季節変化と年代差について-, 香粧会誌, 24: 1-6, 2000.
- 16) Marrakchi S, Maibach HI. Biophysical parameters of skin: map of human face, regional, and age-related differences. *Contact Dermatitis* 57: 28-34, 2007.
- 17) 橋本みづほ, 佐伯由香：皮膚の水分量・油分量・PHならびに清浄度からみた清拭の効果, 日本看護技術学会誌, 2: 61-68, 2003.
- 18) 佐伯由香, 橋本みづほ, 深井喜代子：湯使用後の手背部皮膚表面の変化ならびに保湿ケアの検討, 看護人間工学研究誌, 7: 23-28, 2006.
- 19) 中野雅子：高齢者の入浴後の皮膚油分・水分の回復プロセスと皮膚乾燥傾向に関する研究, 京都市立看護短期大学紀要, 34: 75-81, 2009.
- 20) Kowatzki D, Macholdt C, Krull K, Shumidt D, Deufel T, Elsner P, Fluhr J.W. Effect of regular sauna on epidermal barrier function and stratum corneum water-holding capacity in vivo in humans: a controlled study. *Dermatology* 217: 173-180, 2008.
- 21) 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-, 愛媛県立医療技術大学紀要, 3: 45-49, 2006.
- 22) 岡田ルリ子, 徳永なみじ, 昆 和典：温浴による皮下血流量増加がもたらす角層水分量への影響, 日本看護学教育学会, 第16回学術集会講演集: 155, 2006.
- 23) 岡田ルリ子, 徳永なみじ, 相原ひろみ, 和田由香里, 昆和典：手浴の温熱刺激がもたらす皮膚保湿効果-第1報-, 日本看護技術学会, 第7回学術集会講演抄録集: 65, 2008.
- 24) 徳永なみじ, 岡田ルリ子, 相原ひろみ, 和田由香里, 昆和典：手浴の温熱刺激がもたらす皮膚保湿効果-第2報-, 日本看護技術学会, 第7回学術集会講演抄録集: 66, 2008.
- 25) 岡田ルリ子, 徳永なみじ, 相原ひろみ, 宮腰由紀子：部分温浴がもたらす皮膚保湿効果, 日本看護技術学会, 9: 45-49, 2010.
- 26) 入来正躬, 体温の調節と調節中枢, 体温のバイオロジー-体温はなぜ37℃なのか-, 山蔭道明, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 東京, 2-12, 2005.
- 27) 竹本由香里, 高橋方子, 佐々木裕子, 丸山良子, 山本真千子：座位による足浴がもたらす生理学的効果について-自律神経活動と循環動態からの評価, 宮城大学看護学部紀要 10: 37-45, 2007.
- 28) 吉村美奈子, 野村志保子, 山田信一, 森本紀巳子, 飯野矢住代, 加悦美恵：前腕部温罨法と密閉式足浴法が皮膚温, 皮膚血流量, 皮膚血流脈波形および主観的反応に及ぼす影響, 日本生理人類学会誌, 14: 81-90, 2009.
- 29) 安富香苗, 工藤せい子, 石岡 薫, 會津桂子, 安杖優子, 工藤うみ：手浴が上下肢皮膚温・深部温と心理面に及ぼす影響, 看護技術, 55: 92-98, 2009.
- 30) 岡田淳子, 深井喜代子：手浴が皮膚表面温, 温度感覚および快適感に及ぼす影響, 川崎医療福祉学会誌, 13: 317-323, 2003.
- 31) 彼末一之, 体温とその調節, 標準生理学 (第7版), 小澤 藩司・福田康一郎, 医学書院, 東京都, 867-879, 2009.
- 32) P.P.A.Chanmugan, Eric Viel, 中村龍一, 益子宣雄, 熱の物理学, 物理療法のすべて, 萩島秀男, 医歯薬出版, 東京都, 31-56, 1993.
- 33) 松澤 正, 目黒 力, 田子利法, 野田隆基：ホットパック療法における治療時間の検討, 群馬パース大学紀要, 4: 7-13, 1986.
- 34) 平田耕造, AVA血流量と熱放散システム, 体温-運動時の体温調節システムとそれを修飾する要因-, 平田耕造・井上芳光・近藤徳彦, NAP, 東京都, 89-98, 2002.
- 35) 金子健太郎, 熊谷英樹, 尾形 優, 竹本由香里, 山本真千子：足浴が生体に及ぼす生理学的効果-循環動態・自律神経活動による評価, 日本看護技術学会誌, 8: 35-41, 2009.
- 36) 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, 日本看護科学会誌, 22: 55-63, 2002.
- 37) 工藤うみ, 工藤せい子, 富澤登志子：足浴における新井・簡易マッサージの有効性, 日本看護研究学会雑誌, 29: 89-95, 2006.