

Title	市販の炭酸入浴剤を用いた足浴の効果(青年期男性の場合)：人工炭酸泉装置と市販の炭酸入浴剤の比較
Author	川端 京子, 吉村 弥須子, 廣田 麻子, 新田 紀枝
Citation	大阪市立大学看護学雑誌, 2 巻, p.11-20.
Issue Date	2006-03
ISSN	1349-953X
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学大学院看護学研究科
Description	原著
DOI	10.24544/ocu.20180403-152

Placed on: Osaka City University

市販の炭酸入浴剤を用いた足浴の効果(青年期男性の場合) —人工炭酸泉装置と市販の炭酸入浴剤の比較—

Effects of Foot Bathing with Bath Articles on Young Men:

Comparison between Artificial High Concentration CO₂ Bathing and Foot Bathing with Bath Articles

川端京子¹⁾ 吉村弥須子¹⁾ 廣田麻子¹⁾ 新田紀枝²⁾
Kyoko Kawabata Yasuko Yoshimura Asako Hirota Norie Nitta

Abstract

This study aims to clarify the effects of artificial carbon dioxide foot bathing with bath articles. Ten young men experienced three kinds of foot bathing: artificial carbon dioxide foot bathing using a high concentration CO₂ device, foot bathing with bath articles, and fresh hot water bathing. We used CARBOTHERA mini as a high concentration CO₂ device, Actibath, KAO as bath articles, and fresh (non-CO₂) hot water as a control. We measured up the subcutaneous blood flow in legs at the dorsum of the feet using a Laser Doppler flowmeter before and after each foot bathing. We also measured up their skin temperature using skin thermometer before and after each foot bathing. We compared the effects of the three kinds of foot bathing.

We found out that both artificial carbon dioxide foot bathing using a high concentration CO₂ device and foot bathing with bath articles were effective at accelerating blood flow in legs and that there were not any effectual differences between them. Foot bathing with bath articles was considered to be as effective as the use of a high concentration CO₂ device.

This is a preliminary study to develop foot care to prevent diabetic foot ulcers.

Key words: Artificial carbon dioxide, Bath articles, Foot bathing, Subcutaneous blood flow, Skin temperature

要 旨

本研究の目的は、市販の炭酸入浴剤による足浴の効果を明らかにすることである。健康な青年期男性の被験者に、人工炭酸泉装置による足浴（装置足浴）と、市販の炭酸入浴剤による足浴（バブ足浴）と、湯のみの足浴（湯足浴）を実施し、下肢皮膚血流量を促進する効果があるかどうか検討した。被験者は青年期男性 10 名である。人工炭酸泉装置として CARBOTHERA mini を用い、市販の炭酸入浴剤として花王のバブを用い、コントロールとして湯のみの足浴を実施した。測定器機には、レーザー・ドップラー皮膚血流計と皮膚温度計を使用し、被験者の両足背部にレーザー・ドップラー皮膚血流計、皮膚温度計のプロローブを装着し、測定した。全被験者は同時刻・同場所で 3 日間にわたり、装置足浴・バブ足浴・湯足浴の 3 種類の足浴をランダムに実施した。

今回の結果では、湯足浴に比べて、装置足浴もバブ足浴も、足浴時、両足背部皮膚血流変化率増加、皮膚温度上昇が見られた。このことは、両足浴方法の高濃度炭酸ガス作用による皮膚血流量増加作用であると考えられる。さらに、Friedman 検定の結果、装置足浴とバブ足浴ではともに、湯足浴より皮膚血流の増加が見られた。また、装置足浴とバブ足浴の有意差はなかった。このことから、バブ足浴には装置足浴と同様、皮膚血流促進効果があると考えられる。

本研究は、糖尿病足病変を予防するためのケア開発の予備研究となる。

キーワード：人工炭酸泉、入浴剤、足浴、皮膚血流、皮膚温度

¹⁾ 大阪市立大学医学部看護学科 Osaka City University School of Nursing

²⁾ 大阪市立大学医学部看護学科非常勤講師 Osaka City University School of Nursing

I. はじめに

糖尿病性足病変と総称して呼ばれる下肢潰瘍や壊疽は、糖尿病の重要な合併症の1つである。糖尿病性足病変は、糖尿病の進行に伴い、潜行的に進む血管障害や神経障害を基盤にして、足に生じた些細な皮膚障害や外傷などから容易に感染炎症や潰瘍を生じて難治となるだけでなく、病変が急速に拡大悪化して壊疽となり、足切断を余儀なくされることも少なくない(南条ら,2003)。

このような糖尿病性足病変を予防するためには、血糖や感染管理とともに、下肢末梢循環障害を積極的に改善する必要があるが(重松,2002)、現在、直接的に下肢末梢循環を改善する予防方法は開発されていない。

また、看護介入による糖尿病性足病変予防に関して、血糖コントロールや足の観察、保清、爪のケア等フットケアの知識介入が多く、直接的に下肢の循環障害を改善する方法は検討されていない(Kruger,1992,Hendricks,2001, Corbett,2003)。

一方、現在、身体への侵襲が少ない下肢末梢循環障害改善の治療方法の1つに「高濃度炭酸泉浴」が注目されている(松尾,2002)。「高濃度炭酸泉」は温泉に炭酸ガス 1000ppm 以上含有しているものを示している。この炭酸泉に全身浴または部分浴すると、炭酸ガスが経皮的に吸収され、末梢血管を拡張し、皮膚血流量の増加作用、温感持続作用をもたらす、欧州では末梢血管障害などの治療に用いられている(Schmidit,1998)。

このような炭酸泉の効果をねらって、国内では人工的に高濃度炭酸ガスを湯に含有することができる「高濃度人工炭酸泉製造装置」(以下、人工炭酸泉装置という)が開発されている。そして、この装置は閉塞性動脈硬化症や糖尿病性足病変によって生じる皮膚潰瘍・壊疽の治療に用いられ、有効性も報告されている(鈴木,2000)(熊田,2005)。この人工炭酸泉装置による治療は、装置により高濃度炭酸泉(CO₂濃度 1000ppm)を作製し、この炭酸泉を足浴(以下、装置足浴と略す)に用いたもので、非侵襲的で、安全な下肢末梢循環改善方法と考えられている(林ら,2003)。

しかし、この装置足浴は一般に透析施設やリハビリ施設で治療に用いられるため、患者自身が予防ケアのためその装置を自由に使用したいなら、その装置を購入する必要があり、患者に物理的、経済的な負担をもたらす。

もし、市販の炭酸入浴剤で高濃度炭酸ガスを湯に含有することが可能であれば、患者自身が簡易にできる予防方法として、天然の炭酸泉や人工炭酸泉装置のように末梢循環改善効果として皮膚微小循環を改善し、下肢の

皮膚虚血による下肢潰瘍や壊疽の進行を抑えられるのではないかと考えた。

そして、市販の炭酸入浴剤によって人工的な高濃度炭酸泉を産生する方法を検討したが、市販の炭酸入浴剤1個を浴槽(150~200リットル)に溶解する方法では炭酸ガス濃度 100ppm にしかならないと報告され(萬,1987)、高濃度炭酸泉のような末梢循環改善もたらず濃度に及ばない状況にあった。

筆者は 2003 年、水の温度、量、炭酸入浴剤の量を調整した結果、実験上市販の炭酸入浴剤でも末梢循環改善に有効な炭酸ガス濃度を含有することを可能とする知見を得た(川端,2003)。この結果は市販の炭酸入浴剤を用いて考案した高濃度炭酸泉の足浴(以下、バブ足浴と略す)を可能とし、このバブ足浴は下肢の皮膚微小循環障害を改善し、糖尿病性足病変の予防ケアにつながると考えた。

そこで、本研究は、糖尿病足病変を予防するためのケア開発の予備研究として、健康な被験者にバブ足浴と、前記で示した装置足浴、湯のみの足浴(以下、湯足浴)を実施し、レーザー・ドップラー皮膚血流計、皮膚温度により下肢の循環状態を定量的に測定、比較し、バブ足浴による皮膚血流量促進する効果を検証した。

II. 研究目的

本研究の目的は、糖尿病足病変を予防するためのケア開発の予備研究として、健康な対象者にバブ足浴が下肢皮膚血流促進する効果を検証することである。

III. 研究方法

1. 対象者の選定基準

A 市内の健康な男性を対象とした。

対象者の選定基準は、①男性、②心疾患や高血圧などの循環器系疾患の既往および両足に治療中の創傷がないもの、③BMI 24 以下、④現在、喫煙習慣がないもの、⑤生活リズムが規則的なもの、⑤実験前日、24 時まで就寝できるものとした。

中でも、性差については、末梢皮膚血流や皮膚温は性周期の影響により男女差があるという報告(佐々木隆,1987)や、基礎的な皮膚血流量は女性が男性に比較して低いという報告(Cooke,1990)があった。また、皮膚血流において年齢による有意差を示さないという報告(大沢,1986)あったことから、対象者は男性に限定した。

喫煙については、タバコに含まれるニコチン作用によって、末梢皮膚血管網の一過性の低灌流状態が生じ、皮膚温は顕著に低下する(浅野,1983)という報告から、禁煙者を選定条件にした。

2. 対象者の承諾

対象者の募集は、A市内の大学に研究期間と場所、研究目的、方法、選定基準、謝金などの条件を提示し、依頼した。

募集で集まった対象者に、再度、事前に研究目的、方法を書面および対面で説明し、同意書を得られた者を対象とした。また、対象者は同意をした後、どの時点でも参加を取りやめることが可能であることを書面で説明し、また、実験当日、開始前に再度研究参加の意思を確認し行った。

3. 測定環境と測定器機

平成16年8月、A大学の研究実験室にて、室温 $25.1 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 0.2\%$ の環境下で実施した。

各足浴の生理的効果の指標として、対象者の脈拍数、血圧、体温、下肢皮膚血流値、皮膚温度を測定するために、以下の器機を使用した。

血圧、脈拍数は自動血圧計(エイ・アンド・デイ社製:TM-2540)を、体温は電子体温計(テルモ社製:C202)を、下肢皮膚血流はレーザー・ドップラー皮膚血流計(オメガウエーブ社製:FLO-C1)とデータ解析装置(オメガウエーブ社製:FLO-WB)と直径6mmのDSプローブ、皮膚温度計は温度データコレクター(安立計器社製:AM-7002)とプローブを使用した。

4. 足浴方法

全対象者に装置足浴と、バブ足浴、湯足浴の3種類の足浴をランダムに選択し、日を変えて全種類の足浴を実施した。

装置足浴は人工炭酸泉装置 CARBOTHERA mini(三菱レイヨン・エンジニアリング社製)を、バブ足浴は「花王のバブ(カモミール)」1個(45g)を、湯足浴は湯のみを使用した。そして、全足浴に共通なものは 38°C のお湯6リットルを使用。足浴容器には四角い20リットルサイズのポリプロピレン容器(縦30cm×横30cm×高さ30cm)を使用した。足浴時間は10分間とした。

5. 測定方法

全対象者に装置足浴とバブ足浴と湯足浴の3種類の足浴を行うため、3日間にわたり同時刻、同場所に来て

もらい、ランダムに3種類の足浴を選択し以下の手順で実施した。

- 1) 対象者は同時刻、同場所に来て、準備したパジャマに更衣し、体重、体脂肪率を測定後、約30分間ベッドで安静臥床し、その後、同じイスに座って足浴を実施した。
- 2) 椅子に座った後、対象者の右上腕にマンシエツ巻き、体温を測定した。両足背部にレーザー・ドップラー皮膚血流計と皮膚温度計のプローブを貼付した。
- 3) 10分間の安静後、足浴を開始した。
- 4) 座位で足背部に計測機器のプローブを装着したまま、足を足浴の容器に浸け、10分間足浴実施した。
- 5) 足浴終了後、容器から足を出し、介助者がバスタオルで軽く水分をふきとり、そのまま約50分間座って過ごしてもらった。
- 6) 計測について、下肢皮膚血流値、皮膚温度を足浴開始から足浴終了後50分まで連続に約1時間計測した。血圧、脈拍は足浴開始から足浴終了後50分まで10分毎に測定した。体温は足浴開始前と計測終了時に測定した。
- 7) 実施時や実施後、気分不良や足の保温感やテープかぶれ、炭酸入浴剤による皮膚異常の有無を確認した。

6. 分析方法

- 1) 全対象者の各足浴時の身体状況を比較するために、体重、体脂肪率、体温、血圧、脈拍など一元配置分散分析を行った。
- 2) 全対象者の各足浴時の脈拍数、血圧による循環動態への影響を検討するために、3群間(バブ足浴時、装置足浴時、湯足浴時を、以下バブ群、装置群、湯群と略す)において2元配置分散分析を行った。
- 3) 全対象者の各足浴時の皮膚血流、皮膚温度の測定値は各測定時間の平均値で比較した。その際、皮膚血流値は相対値であるため変化率(%)で示した。
- 4) 全対象者の各足浴が下肢血流促進効果に有意差を示すかどうかを明らかにするために、3群間において、各測定時間の下肢皮膚血流変化率と皮膚温度にFriedman検定を行った。
- 5) Friedman検定で有意差を示したものが、どの足浴とどの足浴に差を示しているのかを明らかにするために、多重比較にWilcoxonの符号付順位検定を行い、Bonferroniの不等式で補正し、有意差を判定した。

なお、統計的分析に関して、統計パッケージ SPSS11.0J for Windows を使用し、危険率は 5% を有意水準とした。

7. 倫理的配慮

研究に先立ち、千葉大学看護学部倫理審査委員会で研究計画書の承認を得た後、研究依頼者の公募を開始した。

研究参加の依頼の際、研究目的、方法を書面および対面で説明し、同意書に承諾を得られた者を対象とした。また、同意をした後、どのような時点でも参加を取りやめることができることを説明した。さらに、実験当日、開始前に再度、研究参加の意思や体調を確認した上で研究を実施した。

実験を実施する場合、対象者のプライバシーや安楽、安全性が守れるように配慮した。実験の途中で排泄など生理的影響が見られた場合、実験を中止することを事前に説明し、確認しながら実施した。

IV. 結果

対象者は健康な青年期男性 10 名 (年齢 22.5 ± 4.0 歳) であった。

1. 対象者の足浴開始前の身体状況

3 群間の足浴開始前の身体状況を一元配置分散分析で比較した結果、体重、体脂肪率、血圧、脈拍において有意差はなかった (表 1)。

以上より、本対象者において各足浴開始前の身体状況に差がない状況で測定を実施したと考える。

2. バブ、装置、湯足浴群の血圧、脈拍への影響

血圧について、足浴時は 110~116/80~73mmHg で経過し、著明な変化は見られなかった (図 1)。また、脈拍について両者ともに 60~80/分と安定していた。

各足浴群の血圧、脈拍数、体温による循環動態への影響を検討するために、3 群間において二元配置分散分析を行った。その結果、収縮期血圧、拡張期血圧は、足浴の違いによる主効果に有意差がなかった。脈拍、体温も足浴の違いによる主効果に有意差がなかった。(表 2)

以上の結果から、バブ群、装置群、湯群は血圧、脈拍、体温の変化に有意差がなく、バブ足浴、装置足浴は湯足浴と同様な効果を示すと考える。

表 1 対象者のバブ、装置、湯群の足浴開始前の身体状況

(n=10)

身体状況	バブ群	装置群	湯群	F値	有意差
体重 (kg)	62.6 ± 7.1	62.3 ± 6.7	62.9 ± 7.0	3.312	n. s.
体脂肪率 (%)	17.7 ± 4.5	17.7 ± 4.7	17.9 ± 4.5	0.12	n. s.
足浴実施前の食後時間経過 (h)	1.5 ± 0.4	1.5 ± 0.4	1.4 ± 0.4	1	n. s.
足浴開始前体温 (°C)	36.2 ± 0.4	36.6 ± 0.2	36.3 ± 0.4	4.486	n. s.
足浴開始前収縮期血圧 (mmHg)	116.5 ± 9.3	113.6 ± 7.4	112.4 ± 8.8	1.391	n. s.
足浴開始前拡張期血圧 (mmHg)	69.8 ± 6.1	70.6 ± 5.2	70.5 ± 6.0	0.101	n. s.
足浴開始前脈拍数	62.2 ± 5.3	63.0 ± 8.6	63.2 ± 8.0	0.108	n. s.

一元配置分散分析 数値は平均値 ± 標準偏差 p<0.05 n.s.: nonsignificant

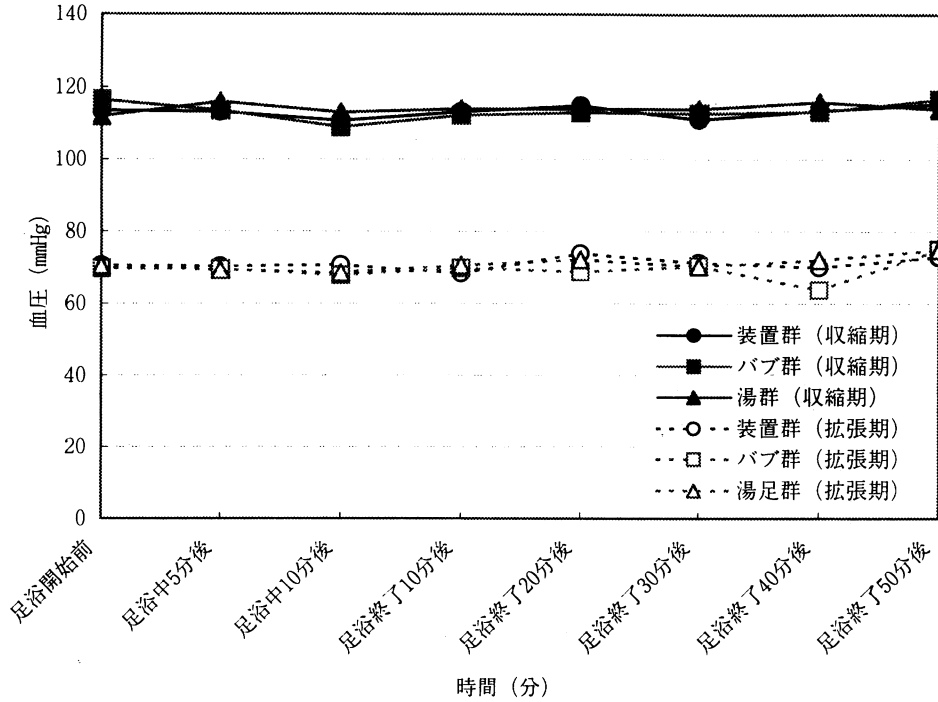


図1 バブ群、装置群、湯群の血圧変化

表2 血圧、脈拍、体温に関するバブ、装置、湯群の二元配置分散分析結果

収縮期血圧	平方和	自由度	平均平方和	F値	有意差
足浴の違いによる主効果	110.308	2	55.154	0.727	n.s.
時間経過の主効果	387.562	7	55.366	2.248	n.s.
足浴の違いと時間経過の交互作用	368.225	14	26.302	1.268	n.s.

p<0.05 n.s.: nonsignificant

拡張期血圧	平方和	自由度	平均平方和	F値	有意差
足浴の違いによる主効果	206.858	2	103.429	1.752	n.s.
時間経過の主効果	758.467	7	108.352	3.495	n.s.
足浴の違いと時間経過の交互作用	497.808	14	35.558	0.938	n.s.

p<0.05 n.s.: nonsignificant

脈拍	平方和	自由度	平均平方和	F値	有意差
足浴の違いによる主効果	225.867	2	112.933	1.615	n.s.
時間経過の主効果	792.000	2	396.433	17.441	n.s.
足浴の違いと時間経過の交互作用	141.067	4	35.267	1.505	n.s.

p<0.05 n.s.: nonsignificant

体温	平方和	自由度	平均平方和	F値	有意差
足浴の違いによる主効果	0.661	2	0.331	3.843	n.s.
時間経過の主効果	6.000	1	6.000	0.980	n.s.
足浴の違いと時間経過の交互作用	0.112	2	5.600	1.649	n.s.

p<0.05 n.s.: nonsignificant

3. バブ、装置、湯足浴群の下肢血流促進効果の比較

1) 両足背部皮膚温度について

図2を見ると、3群間では足浴10分間に両足背部皮膚温度が足浴開始前より約3.4℃の上昇を示していた。皮膚温度の下降が見られた時期を比較すると、3群間は足浴終了後10分で下降したが、著明な差はみられなかった。

表3で3群間の両足背部皮膚温度をFriedman検定した結果、全対象者に足浴の違いによる有意差は示されなかった。

以上の結果から、バブ足浴、装置足浴、湯足浴は皮膚温度の変化に有意差なく、同様な効果を示すと考える。

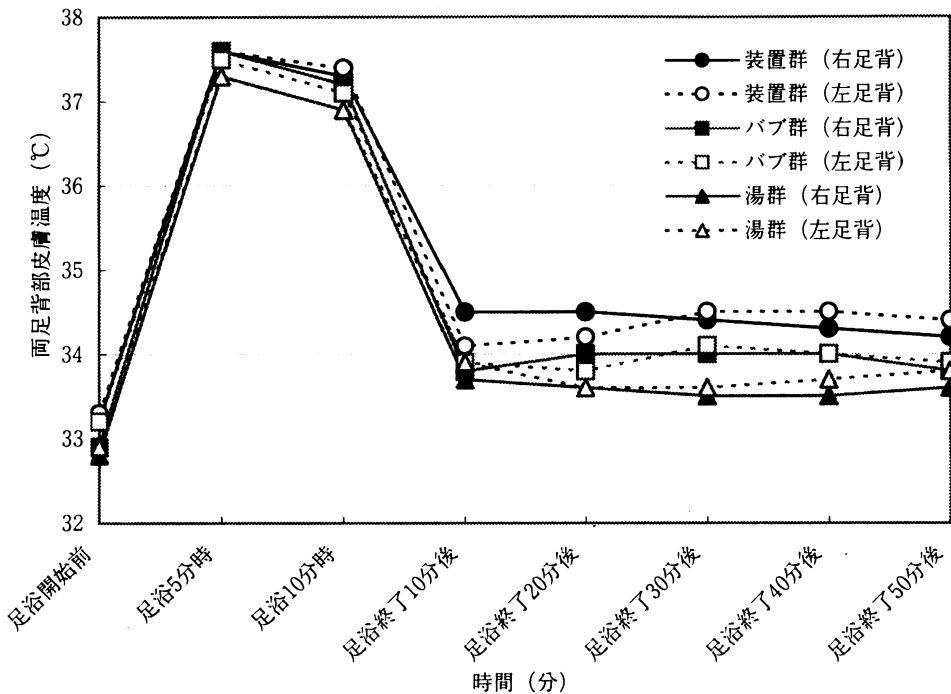


図2 バブ、装置、湯群の下肢皮膚温度変化

表3 両足背部皮膚温度に関するバブ、装置、湯群の比較

右足背部皮膚温度

時間	χ^2	自由度	有意差
足浴開始前	1.590	2	n. s.
足浴5分時	0.378	2	n. s.
足浴10分時	2.000	2	n. s.
足浴終了10分後	5.282	2	n. s.
足浴終了20分後	2.400	2	n. s.
足浴終了30分後	6.200	2	n. s.
足浴終了40分後	4.421	2	n. s.
足浴終了50分後	2.513	2	n. s.

Friedman検定 $p < 0.05$ n. s.: nonsignificant

左足背部皮膚温度

時間	χ^2	自由度	有意差
足浴開始前	1.400	2	n. s.
足浴5分時	0.462	2	n. s.
足浴10分時	0.632	2	n. s.
足浴終了10分後	1.400	2	n. s.
足浴終了20分後	0.974	2	n. s.
足浴終了30分後	1.385	2	n. s.
足浴終了40分後	2.800	2	n. s.
足浴終了50分後	3.744	5	n. s.

Friedman検定 $p < 0.05$ n. s.: nonsignificant

2) 両足背部皮膚血流変化率について

図3を見ると、バブ足浴、装置足浴では、全対象者の足浴10分で両足背部皮膚血流変化率は最大180%に増加していた。そして、足浴終了10分後では両足背部

皮膚血流変化率は20-30%に著明な減少が見られた。しかし、湯足浴では、両足背部皮膚血流変化率の増加は最大50%以内であった。

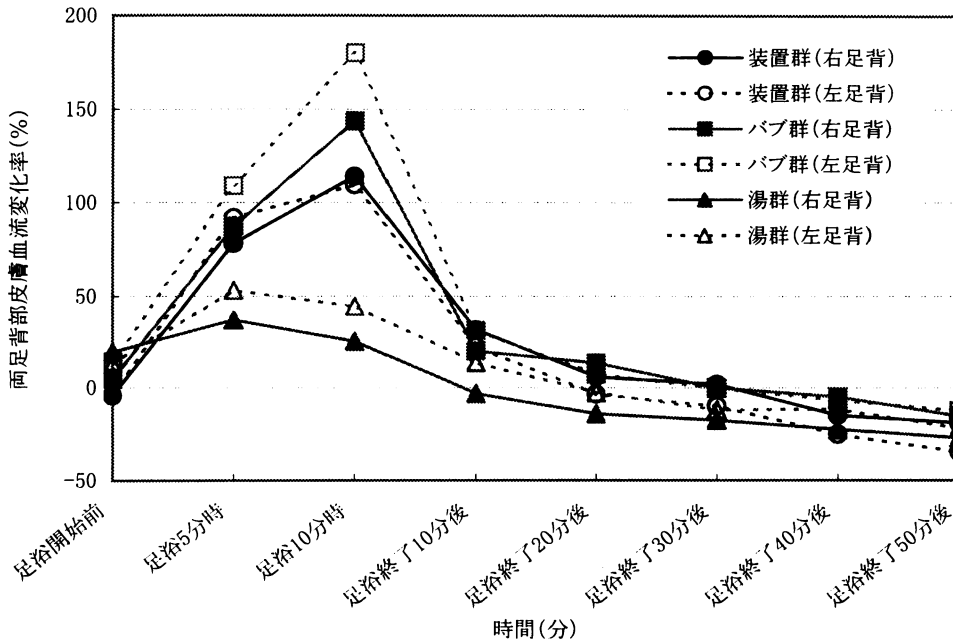


図3 バブ、装置、湯群の下肢皮膚血流変化

(1) 3群間の右足背部皮膚血流変化率について

表4は右足背部皮膚血流変化率に関して、3群間に差があるかをFriedman検定した結果である。3群間の足浴10分時に有意差があり(p<0.05)、次ぎに多重比較した結果、バブ群および装置群は湯群と比べて有意差が

見られた(p<0.01)。このことから、バブ足浴と装置足浴の方が湯足浴に比べて皮膚血流を有意に増加すること、しかしバブ群は装置群と比べて有意差がなかったことから、皮膚血流増加についてバブ足浴は装置足浴と同様の効果があると考えられる。

表4 右足背部皮膚血流変化率に関するバブ、装置、湯群の比較

右足背部皮膚変化率

時間	χ^2	自由度	有意差
足浴開始前	5.000	2	n. s.
足浴5分時	3.800	2	n. s.
足浴10分時	13.400	2	p < 0.05
足浴終了10分後	2.600	2	n. s.
足浴終了20分後	1.400	2	n. s.
足浴終了30分後	1.400	2	n. s.
足浴終了40分後	0.800	2	n. s.
足浴終了50分後	0.974	2	n. s.

Friedman検定 p<0.05 n.s.: nonsignificant

右足背部皮膚血流変化率の足浴10分時の多重比較結果

時間	足浴種類	検定量	多重比較
足浴10分時	装置足浴群 湯足浴群	2.701 **	装置足浴群 > 湯足浴群
	装置足浴群 バブ足浴群	1.376	n. s.
	バブ足浴群 湯足浴群	2.803 **	バブ足浴群 > 湯足浴群

Wilcoxonの符号付順位検定 *p<0.05, **p<0.01 n.s.: nonsignificant

(2) 3群間の左足背部皮膚血流変化率について

表5は、左足背部皮膚血流変化率に関して3群間に差があるかをFriedman検定した結果である。3群間の足浴5分時、足浴10分時に有意差があり(p<0.05)、次に多重比較をした結果、足浴5分ではバブ群は湯群と比べて有意差があり(p<0.05)、バブ足浴の方が湯足浴に比べて皮膚血流を増加すると考える。

足浴10分時では、バブ群と装置群は湯群と比べて有意差があり(p<0.05, p<0.01)、バブ足浴および装置足浴は湯足浴に比べて皮膚血流を増加することが考えられる。

しかし、装置群はバブ群に比べて有意差があった(p<0.01)ことから、足浴10分において、装置足浴はバブ足浴に比べて皮膚血流を増加することが考えられる。

以上より、3群間において両足背部皮膚血流促進に違いが見られるのは、右足背部皮膚血流変化率では足浴10分に、左足背部皮膚血流変化率では足浴5分、10分に示され、ともにバブ足浴および装置足浴の方が湯足浴に比べて皮膚血流変化率を顕著に増加し、血流促進すると考える。

表5 左足背部皮膚血流変化率に関するバブ、装置、湯群の比較

左足背部皮膚血流変化率

時 間	χ^2	自由度	有意差
足浴開始前	5.600	2	n. s.
足浴5分時	7.200	2	p<0.05
足浴10分時	18.200	2	p<0.05
足浴終了10分後	1.800	2	n. s.
足浴終了20分後	0.600	2	n. s.
足浴終了30分後	2.400	2	n. s.
足浴終了40分後	1.800	2	n. s.
足浴終了50分後	4.200	2	n. s.

Friedman検定 p<0.05 n.s.: nonsignificant

左足背部皮膚血流変化率の足浴5分、10分時の多重比較結果

時 間	足浴種類		検定量	多重比較
足浴5分時	装置足浴群	湯足浴群	1.274	n. s.
	装置足浴群	バブ足浴群	0.764	n. s.
	バブ足浴群	湯足浴群	2.395*	バブ足浴群>湯足浴群
足浴10分時	装置足浴群	湯足浴群	2.293*	装置足浴群>湯足浴群
	装置足浴群	バブ足浴群	2.803**	装置足浴群>バブ足浴群
	バブ足浴群	湯足浴群	2.803**	バブ足浴群>湯足浴群

Wilcoxonの符号付順位検定 *p<0.05, **p<0.01 n.s.: nonsignificant

V. 考 察

1. バブ足浴、装置足浴による血圧、脈拍への影響について

高濃度炭酸泉は湯内の炭酸ガスが経皮的に吸収されると、末梢血管を拡張させ、皮膚血流量増加する作用をもたらすといわれることから、バブ足浴や装置足浴時は末梢血管抵抗に変動が生じ、脈拍や血圧に影響があるのではないかと考えていた。

しかし、今回の全対象者の血圧、脈拍の状況は、装置、バブ、湯足浴において、足浴開始前に比べて、足浴中、足浴終了まで約1時間値に変動はなく、安定した状態であった。二元配置分散分析の結果においても、足浴

の種類による収縮期血圧の主効果に有意差なかったことより、バブ足浴や装置足浴の高濃度炭酸泉足浴が湯足浴と同様に循環動態への影響を示さなかったと考える。

古川らは、身体の各部位の血流変化に応じて他の臓器の血管抵抗が変化し、血圧の適正な再配分が行われ、その結果血圧の変動は可能な限り小さくなり、身体全体の循環系の恒常性が保たれる(古川ら,1999)と述べている。

このことから、バブ足浴が血圧や脈拍に変動をもたらさなかったのは、高濃度炭酸泉は下腿部の皮膚血管が拡張し、皮膚血流量を増すが、足浴という部分浴においてその血流量の移動は代償できる範囲であり、他臓器の血管抵抗が変化し、血流の適正な再配分が行われ、血圧

の変動は可能な限り小さくなり、身体全体の循環系の恒常性が維持されたためと考える。

その他、水温 42~45℃の高温浴は交感神経刺激作用があり、代謝亢進、体温上昇、血圧上昇などの作用があるという報告(石川,1998)がある。今回のバブ足浴は38℃という低い湯温であることが、温熱刺激による交感神経刺激作用をもたらさず、心拍出量も増加せず、脈拍にも影響しなかったと考える。

2. バブ足浴、装置足浴の血流促進効果について

1) バブ、装置、湯足浴による両足背部皮膚温度の影響

今回の結果では、各足浴時、足浴開始前に比べて、足浴中、終了に至る時間経過に伴い皮膚温上昇は見られた。しかし、バブ、装置、湯足浴の違いによる皮膚温度の有意差は見られなかった。

皮膚温は体温調節系の生理作用の中で、体温維持目的で調節されるひとつの交換器であるが、その変動は皮膚組織内を循環する血液量に依存し、血流量の減少によって皮膚温は低下し、血流量の増加に伴い皮膚温は上昇する(大原,1995)。しかし、一方で皮膚温と皮膚血流量との関係は直接的でなく、ある血流量以上でそれに対応する皮膚温は高温限界値に達し、それ以上の皮膚温変化は見られなくなるという(藤沢ら,1998)。

このことより、各足浴の違いによる皮膚温度に有意差が示されなかったのは、各足浴時の経時的皮膚温は、体温の恒常性維持機能を果たすため、ある血流量以上でそれに対応する皮膚温上昇が制限されたためと考える。

2) バブ、装置、湯足浴による両足背部皮膚血流への影響

今回の結果では、バブ足浴と装置足浴は湯足浴に比べて両足背部皮膚血流変化率を増加させ、皮膚血流を促進すると考えられた。足浴終了後は3種類の足浴において両足背部皮膚血流変化率は減少し、足浴の違いに差はみられなかった。

炭酸泉浴による末梢血管拡張の機序は、炭酸ガスが経皮的に吸収され細胞内に入ると、carbonic anhydrase(脱水酵素)の作用で水と反応し、 H^+ と HCO_3^- を産生するため細胞外がアシドーシスになり、血管平滑筋弛緩を導くことで末梢血管拡張もたらし、血流量を増大すると述べている(西村ら,2003)。そして、この血流量増大が局所組織に酸素を供給し、潰瘍や壊疽性病変の進行を予防すると考えられている(日吉ら,1989)。

また、Schnizerらの報告によると、皮膚血流量増大に効果を及ぼす最低炭酸ガス濃度 600-1400ppm 必要であ

り、血流量は炭酸ガス濃度と直線的な関係があるとされている(Schnizer, 1985)。

今回装置足浴で使用した「人工炭酸装置」CARBOTHERA mini は、水温 30-40℃で炭酸ガス濃度 1000-1300ppm を可能とする(内田,1998)。一方、考案した「バブ足浴」は、38℃、6リットルのお湯に、バブ1個 45g を溶解し、炭酸ガス濃度を測定した結果、溶解から 12 分間まで 990-900ppm を可能とし、実験上では皮膚血流増加の可能性は考えられている(川端,2003)。

このようにバブ足浴や装置足浴は先行研究結果で皮膚血流量増加に有効な炭酸ガス濃度を示していることから、バブ足浴や装置足浴は炭酸ガスの効果によって皮膚血管を拡張させ、湯足浴よりも両足背部皮膚血流変化率を著しく増加させたと考える。

以上より、考案したバブ足浴は、血圧、脈拍への影響もなく、両足背部の皮膚血流変化率の増加、皮膚温度上昇をもたらし、装置足浴と同様な下肢血流促進効果の可能性を示唆された。そして、このことは装置足浴同様に、バブ足浴が下肢の皮膚血流量を増大させ、局所組織に酸素を供給し、糖尿病性足病変予防ケアにつながる可能性がある。

VI. 本研究の限界と今後の課題

本研究では、健康な青年期の男性 10 名の対象者に関してバブ足浴の下肢皮膚血流促進効果について知見が得られた。

しかし、対象者は健康な青年期男性であり、今後、高齢者や糖尿病患者等を対象に検証が求められる。今後、被験者を増やし、バブ足浴が糖尿病性足病変の予防ケアとして適用するのか明らかにしていく必要があると考える。

VII. 結 論

健康な青年期男性 10 名を対象に、バブ足浴が下肢皮膚血流促進する効果を検討し、下記の結果が得られた。

1. 血圧、脈拍、体温において、バブ足浴、装置足浴、湯足浴はともに足浴開始から足浴終了 50 分後まで顕著な変化は見られず、二元配置分散分析の結果も足浴の違いによる主効果がみられなかった。従って、バブ足浴は循環動態に影響をしない方法である。
2. 両足背部皮膚温度において、バブ足浴、装置足浴、湯足浴は経時的に皮膚温度上昇はみられたが、足

浴の違いによる有意差はなかった。

3. 足浴時の両足背部皮膚血流変化率において、バブ足浴と装置足浴は湯足浴と比べて有意に増加し、バブ足浴は装置足浴と同様な皮膚血流を促進する効果を示唆した。

従って、バブ足浴は循環動態に影響なく、装置足浴と同様に下肢皮膚血流を促進し、糖尿病性足病変の進行を抑制する可能性があると考ええる。

本研究は、平成16年度科学研究補助金(基盤研究(c)(2))と、平成16年度大阪市立大学医学部看護学科助成金による助成によって行われた研究の一部である。

文 献

- Corbett, C.F. (2003): A randomized pilot study of improving foot care in home health patients with diabetes, *The diabetes educator*, 29(2):273-282.
- Cooke, J.P., Creager, M. A. (1990): Sex difference in control of cutaneous blood flow, *Circulation*, 82,1607-1615.
- 藤沢清, 柿木昇治, 山崎勝男(1998): 皮膚温, 宮田洋(編), 新生理心理学, 北大路書房, 京都, 226-234.
- 古川順行, 大森圭, 毛利光広, 他(1999): 高濃度人工炭酸泉が呼吸, 循環および体温調節機能に与える影響, *山形保健医療研究*, 2,93-98.
- 浜田弘巳, 高田譲二, 勝木良雄, 他(2001): 糖尿病透析患者の合併症(8)末梢血行障害, *臨床透析*, 17(1), 109-113.
- Hendricks, L.E., Hendricks, R.T. (2001): The certified diabetes educator and the podiatrist working together, *The diabetes educator*, 27(6), 812-814.
- 日吉俊紀, 田中信行, 谷口幸子 他(1989): 人工炭酸泉浴剤による褥創治療について, *総合リハビリテーション*, 17(8), 605-609.
- Hare O A, Johansen K. (2001): Low extremity peripheral arterial disease in end-stage renal disease patients, *Nephrol Rounds* 4,1-7.
- 林久恵, 中村真弓, 石黒正樹, 他(2003): 重傷虚血に対する人工炭酸泉足浴の効果, *日本心臓リハビリテーション学会誌*, 8(1), 75-77.
- 石川友衛(1998): 体温調節, *運動生理学*, 医歯薬出版, 東京, 348-349.
- 神沢信行, 岩田由明(1991): 温熱療法, 細田多穂(編), *理学療法ハンドブック*, 協同出版社, 東京, 1085-1105.
- 鍋木誠, 東祐二, 下中普, 他(2000): 高濃度人工炭酸泉の全身温浴による褥創治療効果の検討, *人工炭酸泉研究会雑誌*, 3(1), 15-20.
- 川端京子(2003): 糖尿病性腎症患者の透析時温療法による下肢壊疽予防ケアの開発, 平成12年度~14年度科学研究費補助金(基盤研究(c)(2))研究成果報告書.
- Kruger, S., Guthrie, D. (1992): Foot care knowledge retention and self-care practice, *The diabetes educator*, 18(6), 487-490.
- 熊田佳孝(2005): 透析患者の下肢閉塞性動脈硬化症に対する血管内カテーテル治療および人工炭酸泉浴, *日本透析医会雑誌*, 20(1), 40-47.
- 松尾汎(2002): 人工炭酸泉療法—作用機序, 重松宏, 松尾汎(編), *閉塞性動脈硬化症診療の実際*, 文光堂, 東京, 36-39.
- 萬秀典(1987): 炭酸ガス浴剤の進歩と課題, *フレグランスジャーナル*, 8, 23-30.
- 西村直記, 菅谷潤彦, 松本孝明 他(2003): 人工炭酸泉(1000ppm)全身浴時の体温, 皮膚血流量, 発汗および主観的感覚に及ぼす水温の影響, *人工炭酸泉研究会雑誌*, 4(1), 49-56.
- 南條文昭, 西沢由美子(2003): 糖尿病足病変とフットケアの実際, *Angiology Frontier* 2(1), 49-56.
- 大原孝吉(1995): 皮膚温, 中山昭雄(編), *温熱生理学*, 理工学社, 10-17.
- 大澤幸一郎(1986): 皮膚血流の研究, *東邦大学医学会誌*, 33, 368-378.
- 佐々木隆(1987): 体温変動の要因, 中山昭雄編, *温熱生理学*, 理工学社, 17-23.
- Schniser W, Erdl R, Schops P et al. (1985): The effect of external CO₂ application on Human skin microcirculation by Laser Doppler flowmetry, *International Journal of Microcirculation Clinical and Experimental*, 4(4), 343-350.
- Schmidt K.L. (1998): Carbon Dioxide Bath (Carbon Dioxide Spring), *人工炭酸泉研究会雑誌*, 1(1), 5-9.
- 重松宏(2002): 末梢血管障害の病態と治療, *最新医学*, 57(6), 63-68.
- 田中信行, 日吉俊紀, 川平和美, 他(1987): 人工炭酸泉浴による本態性高血圧の血圧, 循環器の変化, *日本温泉気候物理医学会誌*, 50, 87-93.
- 内田誠(1998): 多層複合中空糸膜(MHF)の開発と応用, *人工炭酸泉研究会雑誌*, 1(1), 17-20.