

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25463300

研究課題名(和文) 静脈血栓塞栓症予防における人工炭酸泉足浴の効果

研究課題名(英文) The effect of the artificial carbonated foot bathing as deep vein thrombosis (DVT) prevention

研究代表者

西村 正広 (Nishimura, Masahiro)

鳥取大学・医学部・助教

研究者番号：10389017

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：深部静脈血栓症予防としての足浴の効果を心臓足首血管指数(CAVI)、深部組織酸素飽和度を指標として血流動態から検討した。CAVI値はエストロゲンの影響を受け月経サイクル中に有意に変化することが明らかとなった。室内においても皮膚温は、外気温あるいは季節変動の影響を受けている可能性が示唆された。加温具による短時間の局所加温では大きな血流の変化は起こらない可能性が考えられた。異なる水温及び人工炭酸泉を用いた足浴は、下肢の血流に影響を及ぼすことは明らかとなったが深部静脈血栓症予防に対する足浴の効果としてはさらなる検討が必要であると考えられた。

研究成果の概要(英文)： The effects of foot bathing on deep vein thrombosis (DVT) prevention, cardio-ankle vascular index (CAVI), and deep tissue oxygen saturation were considered from the hemodynamics perspective. The results of an experiment that used CAVI in young females suggested that the experiment time should be synchronized. The possibility that the skin temperature was affected by seasonal variation was suggested. Our results indicated that the foot bath influenced the blood flow in the lower limbs. However, further studies are needed to clarify the effect of foot bathing on deep-vein thrombosis prevention.

研究分野：医歯薬学

キーワード：足浴 組織酸素動態 水温 外気温 月経周期

## 1. 研究開始当初の背景

近年、静脈血栓塞栓症の臨床診断数は急激に増加している。さらにエコノミー症候群として医学会のみならず社会的にも非常に注目を集める疾患となっている。また、災害時に現在の避難所生活では約 6~7%の深部静脈血栓塞栓症発生の危険性があると報告されている。首都圏直下型地震あるいは東南海地震など広域大規模震災における被害者は 100 万人以上と推測されていることから、震災後における深部静脈血栓塞栓の発生は数万人以上となる危険性があると考えられており、国の防災計画に震災後深部静脈血栓症予防を盛り込むべきであるといわれている。これまで、着圧タイツ、体操、簡易ベッドの使用という対策がとられてきており、一定の成果を上げている。しかしながら大規模災害においては、それらの絶対数や使用する場所が不足することは必至であり、それらに代わる、あるいは併用できる簡便で且つ効果的な手段及びプログラム開発が急務であると考えられる。

国の防災計画に急務であるとされている問題であり、且つ簡便でストレス緩和、免疫機能改善や衛生維持の面においても効果が期待できるため十分な波及効果が期待できる。運動や入浴が困難な対象者にも活用でき、高齢者施設における血管疾患予防あるいは冷え性の予防・改善ケアとして応用可能であり幅広く国民の健康に寄与すると考えられ、足浴に関する基礎研究から応用まで展開できる可能性があると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、人工炭酸泉、外気温及び実験室温(季節変動の有無)、月経周期、局所皮膚加温(使い捨てカイロ)が深部血流、心臓足首血管指数を用いた動脈硬化度、体温調節及び自律神経調節に及ぼす影響、またそれぞれの関連について明らかにし、深部静脈血栓予防効果の検証をすることである。(1) CAVI 値は月経周期の影響を受けるか、(2)同一室温下における体温、血圧及び心臓足首血管指数が外気温及び季節変動による影響を受けるか、(3)カイロを用いた局所加温が皮膚温及び循環動態に及ぼす影響、(4)異なる水温及び人工炭酸泉を用いた足浴が深部組織酸素飽和度に及ぼす影響について検討した。

## 3. 研究の方法

### (1) CAVI 値は月経周期の影響を受けるか

対象は、正常月経周期を有する健康若年女性 7 名とした。被験者は、実験室到着後 15 分程度の安静後 CAVI 測定を行った。測定は月経期、卵胞期前半、排卵期とした。春、夏、冬の 3 時期に測定を行った。

CAVI 値は、血圧脈波検査装置を用いて 3 回測定した。CAVI 値は左右 3 回分の平均値を採用した。

(2) 同一室温下における体温、血圧及び心臓足首血管指数が外気温及び季節変動による影響を受けるか。

健康若年男性 7 名を対象とした。外気温条件は A 条件、当日最低気温  $16.1 \pm 3.9$ 、B 条件、当日平均気温約 20、当日平均気温約の 2 条件とした。実験室温は 20 から 23 に調整した(平均室温 21.7)。各被験者は、実験室に入室後、測定開始まで 20 分以上ベッド上で仰臥位安静を行った。その後、約 15 分間の間に仰臥位姿勢で心臓自律神経活動の測定、続いて CAVI 及び体温(足背部、ふくらはぎ、大腿、胸、鼓膜温)の測定を行った。

上腕血圧及び下肢血圧は、右上腕血圧及び右下肢血圧の 3 回分の平均値、心拍数は 3 回分の平均値を採用した。

CAVI 測定は実験(1)と同様の方法で測定した。

心臓自律神経活動は、心拍変動リアルタイム解析プログラムで記録し、周波数解析から得られた低周波帯域(0.04~0.15Hz: Low frequency, LF)、高周波帯域(0.15~0.4Hz: High frequency, HF)についてパワーを算出した。HF 成分を心臓迷走神経活動、LF/HF を心臓交感神経活動の指標として用いた。

(3) カイロを用いた局所加温が皮膚温及び循環動態に及ぼす影響

健康若年女性 6 名を対象とした。被験者は、実験室に入室後、測定開始まで 20 分以上ベッド上で仰臥位安静を行った。その後、5 分間のベースライン測定、20 分間の加温を仰臥位のまま行った。実験条件は、加温具を足背部に貼付する足背部条件、足底部に貼付する測定部条件、コントロール条件とした。ベースラインから加温の 20 分間に仰臥位姿勢で CAVI、深部組織酸素動態及び体温(足背部、ふくらはぎ、大腿、鼓膜温)の測定を行った。

(4) 異なる水温及び人工炭酸泉を用いた足浴が深部組織酸素飽和度に及ぼす影響

健康若年男性 7 名を対象とした。各被験者は、実験室に入室後、測定開始まで 20 分以上ベッド上で仰臥位安静を行った。5 分間のベースライン測定後、足浴 20 分、回復 20 分を座位で行った。ベースライン前、足浴後及び回復後の 3 回、CAVI 測定時のみ仰臥位となった。深部組織酸素動態、CAVI 及び体温(ふくらはぎ、大腿、胸、上腕、鼓膜温)の測定を行った。

上腕血圧及び下肢血圧は、右上腕血圧及び右下肢血圧の 3 回分の平均値、心拍数は 3 回分の平均値を採用した。

CAVI 測定は実験(1)と同様の方法で測定した。

深部組織酸素動態はベースライン、足浴、回復の体動の影響が入らない時間で比較した。

皮膚温はベースライン，足浴終了時，回復終了時で比較した。

#### 4. 研究成果

##### (1) CAVI 値は月経周期の影響を受けるか

春，夏においては実験時期に月経不順となりすべてのデータがそろわない被験者がおり解析から除外した。春のデータからは有意な変化が認められなかった。夏及び冬のデータからは測定フェーズにより違いが認められた。3 時期のデータがすべてそろっていないため推測の域を出ないが，夏は CAVI 値が低値を示す可能性が考えられた。

以上のことから少なくとも月経周期中に CAVI 値が変化する可能性が考えられた。CAVI 値を用いる実験においては，月経周期のフェーズをそろえる必要があると考えた。

##### (2) 同一室温下における体温，血圧及び心臓足首血管指数が外気温及び季節変動による影響を受けるかについての検討

皮膚温 4 点及び鼓膜温の結果を表 1 に示した。足背部，ふくらはぎ，大腿及び鼓膜温は B 条件下で有意に低値を示した（足背部，ふくらはぎ  $P < 0.01$ ，大腿，鼓膜温  $P < 0.05$ ）。

両条件下における CAVI 値，上腕血圧，下肢血圧及び心拍数は，すべての項目でほぼ同値を示し有意な差は認められなかった。CAVI 値の結果において，動脈の硬さは，年齢の基準値より柔らかい結果であった。

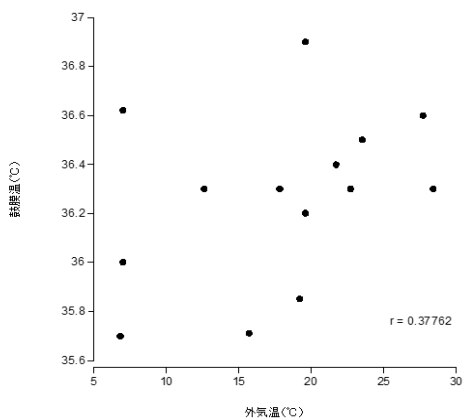
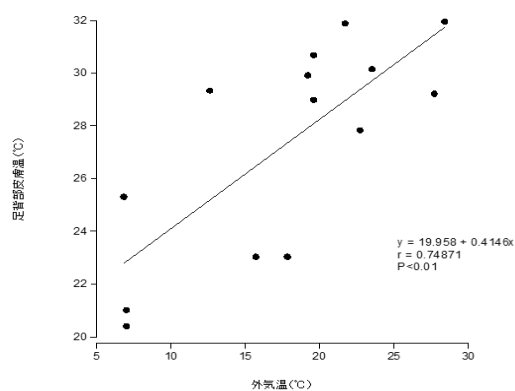
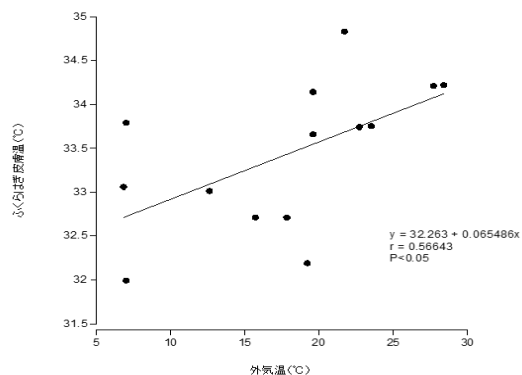
両条件下における Log HF 及び LF/HF の結果を表 3 に示した。これらも両条件においてほぼ同値を示し，有意な差は認められなかった。

測定時の外気温と皮膚温及び鼓膜温の関連性について図に示した。測定時の外気温と足背部，ふくらはぎ及び大腿に有意な正の相関が認められた（足背部  $P < 0.01$ ，ふくらはぎ，大腿  $P < 0.05$ ）。最低気温と大腿，最高気温とふくらはぎとの関係を除き，最高気温，最低気温，平均気温と足背部，ふくらはぎ及び大腿に有意な正の相関が認められた（足背部と最高，最低及び平均気温，ふくらはぎと最低気温，それ以外の項目  $P < 0.05$ ）。

以上のことから，同一室温下においても少なくとも体温は外気温あるいは季節変動の影響を受け，血圧，心臓足首血管指数及び自律神経活動は，短時間で室温による影響を受ける可能性が考えられた。今後さらに外気温が高いあるいは低い条件下，中高年者や血圧及び動脈硬化度が高い対象者でも同様の結果となるか検討する必要があると考えた。

表1. 両条件下における皮膚温及び鼓膜温

	A 条件	B 条件
足背部 (°C)	30.2 ± 1.4	25.9 ± 4.2**
ふくらはぎ (°C)	34.1 ± 0.4	33.0 ± 0.8**
大腿 (°C)	34.1 ± 0.3	33.2 ± 0.5*
胸 (°C)	33.9 ± 0.7	33.9 ± 0.4
鼓膜 (°C)	36.5 ± 0.2	36.1 ± 0.3*



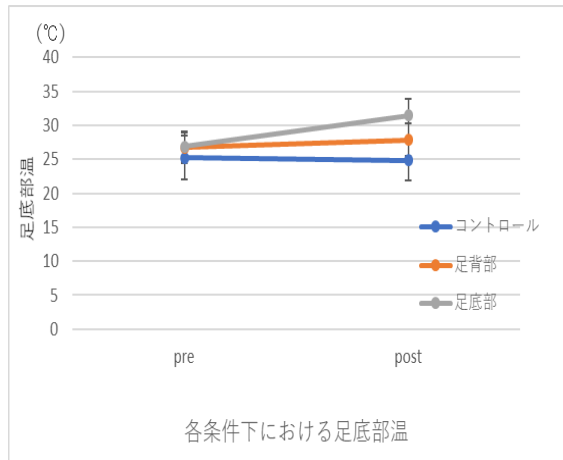
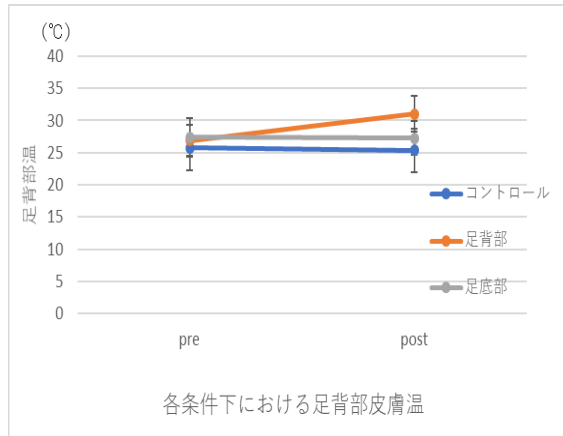
##### (3) カイロを用いた局所加温が皮膚温及び循環動態に及ぼす影響についての検討

3 条件下における足背部，足底部およびふくらはぎの温度変化を図に示した。加温具を貼付した部位の皮膚温は有意に上昇した。有意な変化ではなかったが足背部に加温具を貼付したときに，足底部の皮膚温も上昇する傾向がみられた。しかしながら足底部に加温具を撤した場合は足背部の皮膚温は全く変化がみられなかった。また，ふくらはぎや鼓膜温も全条件において有意な変化は示さなかった。

深部組織酸素動態として，酸化ヘモグロビン (Oxy-Hb)，脱酸化ヘモグロビン (Deoxy-Hb) について検討した。しかしながら 3 条件にお

いて有意な変化はみられなかった。

以上のことから短時間の足部における局所加温では、加温部以外は温まらず、大きな血流の変化は起こらないことが示唆された。長時間貼付による影響について検討する必要が考えられた。



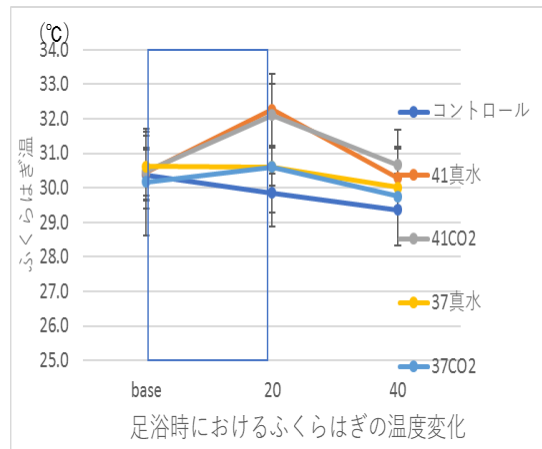
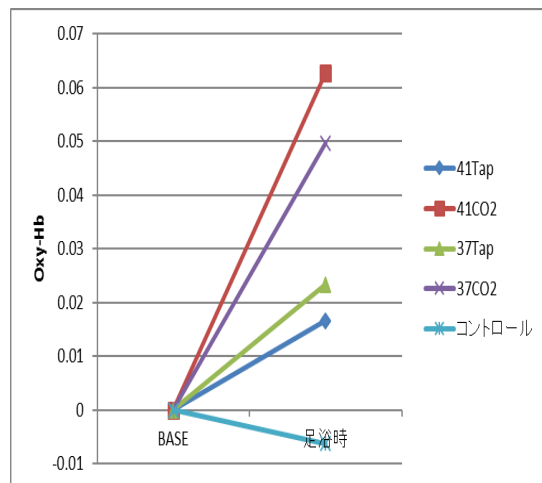
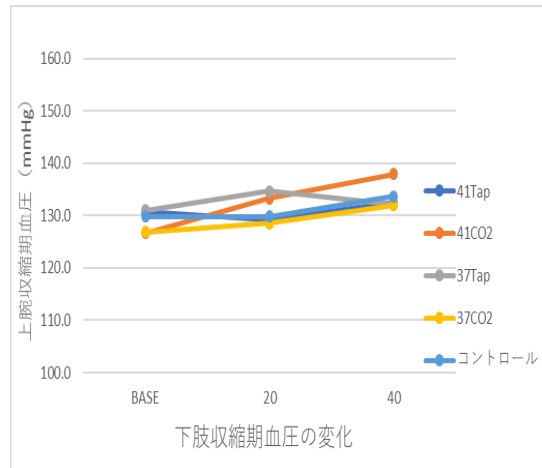
(4) 異なる水温及び人工炭酸泉を用いた足浴が深部組織酸素飽和度に及ぼす影響

CAVI 値においては有意な変化は認められなかった。水温 43℃, 30 分間の足浴で CAVI 値が有意に低下するという報告がある。その足浴条件と比較し、水温が若干低いこと、足浴時間が短いことが影響した可能性が考えられた。また座位で足浴しているが、測定のため仰臥位に体位変換したことが影響した可能性も考えられた。深部温が有意に変化するような状況下であれば動脈硬化度を評価する指標である CAVI 値にも影響する可能性があると考えた。

組織酸素動態を評価する。37℃ の真水を用いた足浴以外は増加する傾向がみられた。特に人工炭酸泉足浴においてその傾向がみられた。Total-Hb においてもすべてコントロールより上昇する傾向がみられた。人工炭酸泉では経皮的に侵入した二酸化炭素の直接的な血管への作用により血管が拡張し組織への酸素供給が促進した可能性が考えられた。また、水温による温熱効果で血流が促進する

可能性も考えられた。

組織酸素動態を測定するためのプローブの横でふくらはぎの皮膚温を測定した。ふくらはぎの皮膚温は、コントロール条件と比較し、41℃ 真水条件、41℃ 人工炭酸泉条件、37℃ 真水条件で有意に高値を示した。特に 41℃ の 2 条件においては、浸水していない部分であるが、足浴時に有意に上昇した。それぞれの水温において真水と人工炭酸泉足浴の間に、ふくらはぎの皮膚温には違いが認められなかった。鼓膜温はすべての条件において上昇する傾向がみられた。



本研究で用いた組織酸素動態のみでは実際の静脈血流量がどの程度増加したかを検証することは困難であった。座位状態で足部の底屈背屈運動を行うと下肢の血流量が増加し静脈血栓症の予防効果が期待されると報告がある。足浴においても血流量が変化すれば同様の効果が得られるものと期待する。

以上の結果から、直接静脈径や血流速度の測定結果と合わせて検討する必要があるが、足浴が深部静脈血栓症として有用な手段となる可能性は消去できないと考えられた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

- (1) 西村正広, 加藤敏明, 山陰体育学研究, 査読有, 2017, 印刷中.
- (2) 加藤敏明, 西村正広, 早田鈴美, ウェアラブル端末を用いた保健指導の効果, 山陰体育学研究, 査読有, 31, 2016, 1-8.
- (3) 斎藤辰哉, 西村正広, 村田めぐみ, 吉岡哲, 矢野博己, 小野寺昇, 仰臥位浸水が中高年者の脈波伝播速度に及ぼす影響, 地域環境保健福祉研究, 査読有, 19(1), 2016, 33-37.

[学会発表](計1件)

- (1) 斎藤辰哉, 西村正広, 村田めぐみ, 吉岡哲, 矢野博己, 小野寺昇, 異なる水温への仰臥位浸水が部位別脈波伝播速度に及ぼす影響, 日本衛生学会, 2016年3月27日, シーガイアコンベンションセンター(宮崎県・宮崎市)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

西村 正広 (NISHIMURA, Masahiro)  
鳥取大学・医学部・助教  
研究者番号: 10389017

##### (2) 研究分担者

なし

##### (3) 連携研究者

深田 美香 (FUKADA, Mika)  
鳥取大学・医学部・教授  
研究者番号: 10218894

西村 直記 (NISHIMURA, Naoki)  
日本福祉大学・スポーツ科学部・准教授  
研究者番号: 10308950

##### (4) 研究協力者

斎藤 辰哉 (SAITO, Tatsuya)  
川崎医療福祉大学・医療技術学部・助教  
研究者番号: 60758085