様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科研費 KAKENHI

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　元 年　 ６ 月　 ３ 日現在

機関番号：１５１０１
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2016～2018
課題番号：１６Ｋ１１９１３

研究課題名（和文）局所性浮腫における評価指標と足浴の効果に関する検討

研究課題名（英文）Examination about the evaluation indices and the effects of foot bath on edema

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）　3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では，局所性浮腫の定量評価指標に関する研究，およびその指標を用いて足浴が局所性浮腫における予防・軽減効果に及ぼす影響についての検討を行った．下腿におけるむくみは水置換法，巻尺，超音波エコー及びデジタル画像を用いたそれぞれの方法において評価可能であると考えられた．またコントロール条件と比較し，足浴は皮膚温，血流，周囲径において異なる変化を示し，日常生活における下腿のむくみを軽減する可能性が考えられた．

研究成果の学術的意義や社会的意義
浮腫における簡便かつ精度の高い定量評価指標について検討すること，これまでほとんど行われていないそれぞれの指標を比較することで目的に応じた指標を医療現場で選択的に使用できるのではないかと考えた．またその指標を用いてむくみにおける足浴の効果について検討し，皮膚温，血流動態，周囲径に影響を与える可能性が考えられた．日常生活における浮腫についての検討であるため，リンパ浮腫などにどのような影響を与えるかについては明らかになっていないが，そのような症状に対しても足浴の効果に一可能性があるのではないかと考えられた．

研究成果の概要（英文）：This study evaluated quantitative indices to evaluate the prevention and improvement effects of a foot bath on local edema. Edema can be evaluated using the water displacement method, a tape measure, and ultrasonic echo and digital imaging. However, because each method had benefits and limitations, it is necessary to select the appropriate method according to the need. Compared to a control condition, the foot bath was found to have effects on skin temperature, blood flow, and lower leg circumference, and is thus thought that to be effective in preventing and reducing edema of the lower leg in daily life.

研究分野：健康科学

キーワード：足浴　浮腫　皮膚温　組織酸素飽和度

１．研究開始当初の背景

近年リンパ浮腫は，術後発症予防に対する指導および弾性着衣の購入費用が保険適応になるなど注目されてきている．しかしながら弾性着衣の対象疾患に一次性リンパ浮腫が含まれていないこと，保険適応に複合的理学療法に弾性着衣しか含まれておらず，医療徒手リンパドレナージュや診療自体は含まれていないなど問題は多い．特にがん術後や周産期医療においては解決すべき問題の 1 つでもある．我々は，異なる水温下での足浴が心臓血管系，自律神経調節，皮膚温及び深部体温に及ぼす影響について検討し図 1 に示したような結果を得てきた．足浴の睡眠導入効果，清潔保持等多くの研究がなされており，中でも足浴が動脈硬化度に及ぼす研究は海外においても注目度が高いといえる．現在は，深部組織酸素動態に及ぼす検討を続けている．

我々は，これまでに以下の研究結果を得ている．

・発泡スチロール容器やプラスティック容器（サイズが違うものを 2 つ）用いて身近なものを用い快適な温度帯で足浴ができることを明らかにした.

・高温環境，高水温条件下において，足浴終了後の交感神経調節が抑制されリラクセーション効果が得られる可能性が示唆された.

・低温環境条件下においても足浴による温熱作用の影響を受けることが明らかとなった．しかしながら安全性配慮のため，血流動態及び自律神経調節の更なる検討の必要性が考えられた.

・同条件下（室温，水温）での足浴において夏季と冬季で異なる反応を示す可能性が考えられた.

・水温 30℃下での仰臥位浸水は，全身の動脈スティフネス及び大腿 - 足首間の動脈スティフネスに影響を及ぼす可能性を示唆した．これは水温が筋性血管に影響を及ぼす可能性を示している．先行研究では，エクササイズによる血流の増加やリラクセーション効果が，血管内皮機能改善に関連する因子として挙げている．これは，足浴による血流動態の変化が複合的理学療法あるいは弾性着衣と同様に局所性浮腫の予防・改善に効果がある可能性を示唆している．これまでの我々の研究と先行研究から，浮腫発生機序の一つとされる Na 利尿ペプチドの低下あるいは交感神経活動の亢進･緊張, 血流低下に足浴が効果的に作用すると仮説立てられたことが，着想に至った経緯である．また，足浴は看護ケアとして広く活用されているが，実験条件・対象者が偏っているものが多く，基礎データについて検討する必要性があると感じたことも本実験の着想に至った点の一つである.

これまで浮腫の評価方法として水置換法を用いて体積を測定する方法や巻尺を用い周囲径を測定する方法について検討されてきている．その検討結果から，測定における簡便さの問題や測定誤差の影響などが指摘されてきている.

そこで下腿における浮腫の測定方法に関する検討及び足浴が下腿におけるむくみに及ぼす影響について検討することとした.

２．研究の目的

（1）局所性浮腫の予防・軽減に及ぼす足浴の効果を明らかにするために，まず評価指標に関する検討が必要である. 測定方法を比較する先行研究は少なく, 水置換法を用いた体積の測定，巻尺を用いた周囲径測定，エコー法を用いた皮下組織厚及びデジタル画像を用いた下腿幅を計測し，各測定方法による測定値の前後比較および測定部位について検証及び簡便で妥当性の高い測定方法について検討する.

（2）先行研究では下肢のむくみ改善を目的として，弾性ストッキング，タッピング，マッサージ，足浴＋マッサージなどの報告がある．足浴のみを用いた研究としては，褥婦を対象とした報告がある．しかしながら一過性の足浴の効果を検討したものはほとんど見られない．そこで基礎的データを得るために足浴が下腿のむくみに及ぼす影響について検討する.

３．研究の方法

（1）浮腫の測定方法に関する研究は、同意取得後に除外基準に抵触しないことを確認後測定した．健康成人男性 2 名，健康成人女性 9 名とした．測定は実施可能期間内の 1 日 2 回（午前と午後の二回，4 時間以上の間隔をあける） とした．測定手順は，水槽に下腿を入れる水置換法を用いた体積測定，巻尺を用いた周囲径測定，超音波エコーを用いて表皮から筋肉までの厚さの測定，画像を用いた下腿の幅の測定（対象者はデジタルカメラによる下腿の画像撮影を受ける）の 4 条件を行った．下腿への水圧による影響を考慮し水置換法は最後に行った．すべての測定個所にペンを用いてランドマークを印した. 下腿周囲径は，椅坐位で足関節角度を 90 度に保ち，最大囲と足首囲の 2 か所測定した．超音波エコーを用いた皮下組織厚は，周囲径測定と同様に椅坐位, 足関節角度 90 度の姿勢を保ち, 周囲径を測定したライン上を長軸方向に測定した．デジタル画像を用いた下腿幅測定は，椅坐位足関節角度 90 度に保ち，前額面後方と矢状面外側側方からの 2 映像を撮影し，その後 PC 上で imageJ を用い周囲径測定でランドマークしたライン上の幅を解析した．水置換法を用いた下腿体積測定は，一定量の水を入れた水槽にランドマークしたラインまで下腿を浸水させ，浸水前後の重さを測定し測定時の水温から体積を算出した．測定を行ったのは右下腿とした.

（2）足浴が下腿におけるむくみに及ぼす影響についての研究は、同意取得後に除外基準に抵触しないことを確認後測定した．測定は実施可能期間内の 3 日とした．健康成人女性 8 名を対象とした．
測定条件は，水温 40℃の足浴，水温 40℃の炭酸泉足浴，コントロールの 3 条件を 20 分間行った．
測定手順は，巻尺を用いた周囲径測定，超音波エコーを用いて表皮から筋肉までの厚さの測定を足浴の前後に行う．心拍数，皮膚温，組織酸素飽和度は測定前ベースラインから条件終了まで測定した．周囲径及び超音波エコー測定時にペンを用いランドマークを印し，足浴前後で同部位を測定できるようにした．近赤外線分光装置を用いた測定は，浸水しない腓腹筋内側頭とした．測定部位は右下腿とした．

４．研究成果

（1）全ての測定方法において，午前より午後の値が有意に増加した（図 1－1～7）．激しい運動がない通常の一日を選択したこと以外は，行動に制限をかけていない．しかしながらどの測定方法においても午前より午後の方がサイズアップしていた．このことは運動のない日常生活においては時間の経過とともに下腿がむくんでくるということを示していると考えられた．

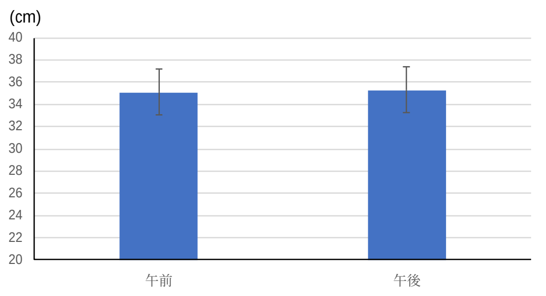

図1－1．周囲径測定による下腿最大囲の変化

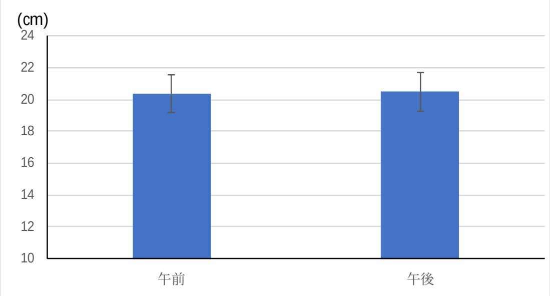

図1－2．周囲径測定による足首囲の変化

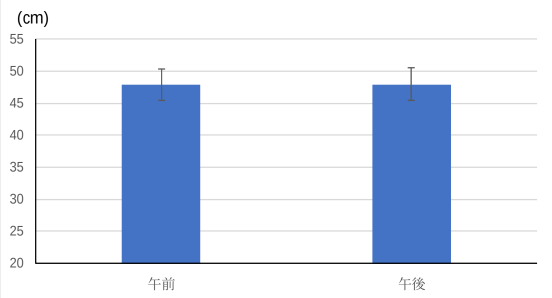

図1－3．FOE法による周囲径の変化

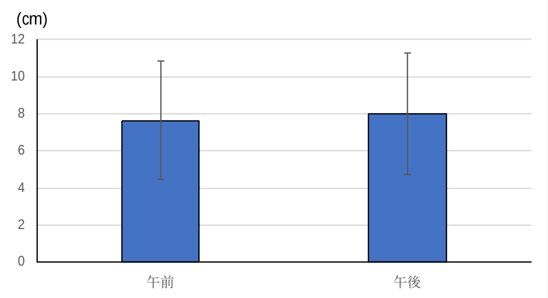

図1－4．超音波エコー法による皮下組織厚の変化

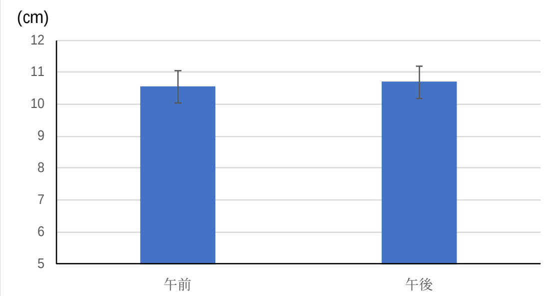

図1-5．デジタル画像を用いた前額面後方からの下腿幅の変化

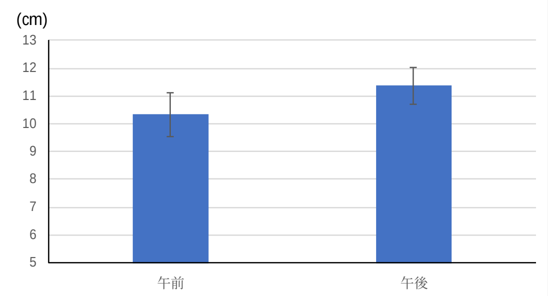

図1-6．デジタル画像を用いた矢状面外側からの下腿幅の変化

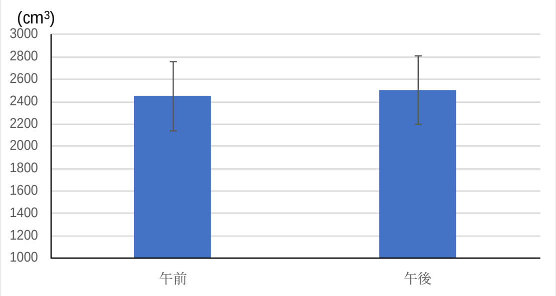

図1－7．水置換法による下腿体積の変化

水置換法による下腿の体積とそれぞれの指標の関係性について検討した．巻尺を用いた下腿最大囲，足首囲，FOE，画像を用いた下腿幅と下腿の体積に相関関係が認められた．超音波エコ

ー法に関係性が認められなかった原因は，ある一部分の厚さであること，技術的な問題が関与している可能性が考えられた．しかしながら，巻尺とエコーの測定結果には相関関係が認められたことから下腿の変化を観察できていると考えられる．それを加味して考察すると技術的影響は少なかったとも考えられる．

先行研究では，それぞれの方法に一長一短あると報告されている．本研究においてもその可能性は否定できなかった．水置換法においては，測定法を簡便化するため先行研究を基に，水を溢れさすことなく体積を測定する方法を用いた．これにより，繰り返しの測定が簡便にできることが明らかとなった．水槽と水の重さを合わせた重量を測定することができ，なおかつグラム単位の測定が可能となる精度の高い秤量計が必要となるため測定装置に費用が掛かってしまうことが問題として挙げられる．巻尺を用いた方法はどこを測るかを設定するために慣れが必要なこと，脂肪層が厚いあるいは皮膚表面が柔らかい場合，巻尺を締める圧の調整が問題点として挙げられる．その点を除くと一度ランドマークを印せば同じ位置の測定が可能となるため再現性の高い測定となりえると考えられた．超音波エコーを用いた方法は，リンパ浮腫などで血管の検査と合わせて行うことで，より状態を正確に観察できるのではないかと考えた．画像データによる測定は，機器も入手しやすく検査結果として記録に残すことにも適しているのではないかと考える．足関節の角度，膝の位置などを一定の条件で撮影することができれば広く普及する方法になりえる可能性があると考えた．

（2）足浴が下腿におけるむくみに及ぼす影響について，コントロール条件（C 条件），水温 40℃の足浴条件（WT40 条件），炭酸泉タブレットを溶かした水温 40℃の足浴条件（CO2 条件）の 3 条件を行った．下腿最大囲及び足首周囲径は，コントロール条件において測定開始前より測定後有意に増加した（図 2‐1，2）．分散分析の結果，コントロール条件に対し WT40 条件および CO2 条件は交互作用が認められコントロール条件とは異なる変化を示すことが明らかとなった．これは 20 分間の椅坐位においても，末梢からの血流が低下している可能性が考えられた．また足浴条件において周囲径が増大していないことから，足浴時の水圧や水温によりむくみを抑制された可能性も考えられた．非浸水部位である右腓腹筋内側頭で測定した皮膚温は，WT40 条件，CO2 条件ともに有意に高値を示した（図 2‐3）．これは足浴部位のみならず非浸水部位においても水温による温熱効果を受けているものと考えられた．非浸水部である右腓腹筋内側頭で測定した，酸化ヘモグロビン，脱酸化ヘモグロビン，総ヘモグロビンの変化率を図 2-4～6 に示した．C 条件における酸化ヘモグロビンの変化は，WT40 条件および CO2 条件と有意に異なる変化を示した．C 条件と CO2 条件における脱酸化ヘモグロビンの変化は，異なる傾向がみられた．C 条件における総ヘモグロビンの変化は，WT40 条件および CO2 条件と異なる変化が認められた．WT40 及び CO2 条件の酸化ヘモグロビンの変化量は有意に増加した．C 条件における脱酸化ヘモグロビンの変化量は有意に増加した．総ヘモグロビンの変化量は WT40 及び CO2 条件で有意に増加した．酸化ヘモグロビンが増加したことは末梢の血管の拡張などが作用し末梢への循環血液量が増加した可能性が考えられた．脱酸化ヘモグロビンの増加は静脈還流量の増加を示すという方向がある．足浴条件においては変化がみられなかった．これは脚部の下垂と静脈還流量の増加が相殺された可能性が考えられた．静脈還流相が増加するほどの変化が認められれば，周囲径が減少すると考えられるため，C 条件のようなむくみを抑制するレベルの水圧，水温の影響であったと考えられた．我々は１m程度の浸水時に下腿の周囲径が減少する（未発表データ）という経験的なデータを持っている．これから考えるとより大きな水圧がかかれば静脈還流量が増加しむくみも軽減できると推察する．

本研究は健康成人女性を対象として行った日常生活レベルでのむくみに関する検討であった．リンパ浮腫や褥婦の浮腫においては条件が異なるため推察の域を出ないが，最初の段階で浮腫がある場合においては，足浴の水圧や温熱効果においても浮腫の軽減が期待できる可能性は否定できないと考えた．

これらの結果より，水置換法を用いた体積測定，巻尺による周囲径測定，超音波エコーを用いた皮下組織厚測定，画像データを用いた下腿幅測定のいずれも浮腫の測定が可能であると考えた．しかしながら，測定方法において注意すべき点があるため対象や目的に合わせた方法を選択することがより効果的であると考えた．足浴が下腿のむくみに及ぼす影響に関する検討では，健康若年女性のむくみの抑制が期待できる可能性が示唆された．

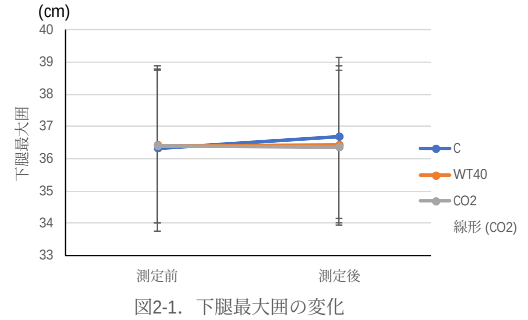

図2-1．下腿最大囲の変化

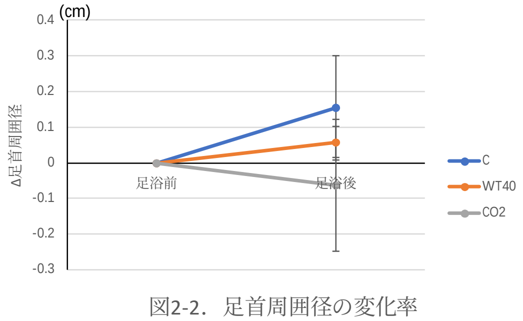

図2-2．足首周囲径の変化率

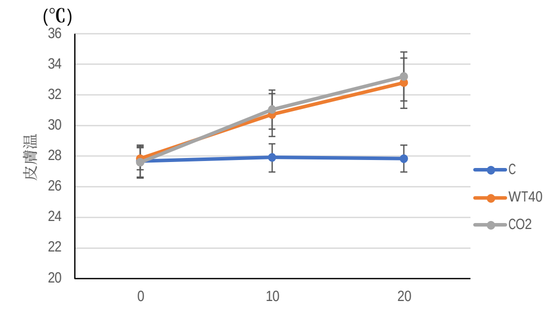

図2-3. 足浴中の皮膚温の変化

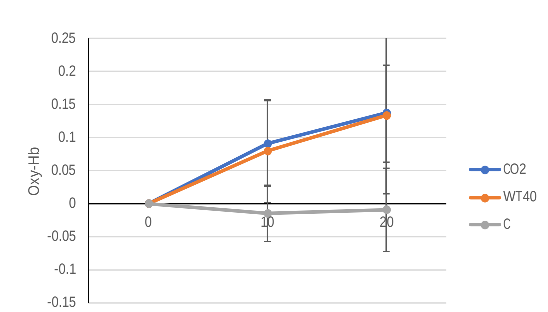

図2-4. 酸化Hbの変化

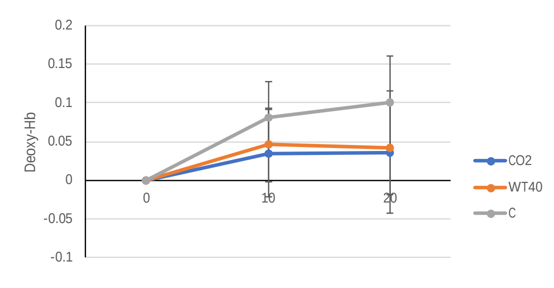

図2-5. 脱酸化Hbの変化

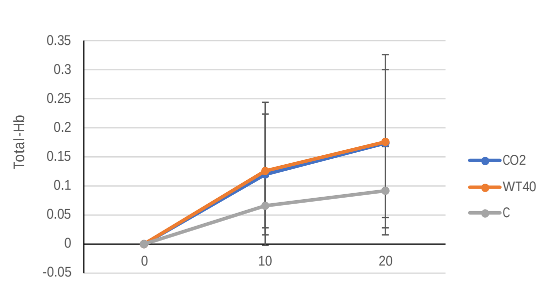

図2-6. 総Hbの変化

＜引用文献＞

①中村隆夫，合田典子，白井喜代子，楠原俊昌，浮腫評価のための体肢容積径の開発，山本尚武，岡山大学医学部保健学科紀要，14，2003，31-35

②福田博美，藤井紀子，水野昌子，中村大介，舟橋珠希，石井美紀代，永石喜代子，用手的リンパドレナージの効果に関する検討－健康な成人男性のむくみに対する弾性ストッキングとの比較－，Bulletin of Aichi Univ. of Education,64 (Educational Sciences),2013，41-45

③小山英紀，海老根祐一，安藤敏弘，坂東直行，金城正佳，野呂影勇，航空機シート着座中の軽運動が下肢の欠航動態に与える影響，人間工学，Vol. 40,No6，2004，309-314

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計　２件）

①西村正広，教養としての健康・スポーツ科学（医学系）科目，鳥取大学教育支援・国際交流推進機構教育センター紀要，査読無し，第 15 号，75-80，2019.

②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，19(1)，33-37，2016.

〔学会発表〕（計　７件）

①西村正広,加藤敏明,下腿における浮腫の測定方法に関する検討,第 57 回山陰体育学会,2018.

②Tatsuya Saito, Hiroki Hamada, Megumi Murata, Masahiro Nishimura, Akira Yoshioka, Hiromi Yano, Sho Onodera. Effect of water temperature on the regional pulse wave velocity during water immersion. 13 th International on Biomechanics and Medicine in Swimming, 2018.

③斎藤辰哉，濱田大幹，村田めぐみ，西本哲也，西村正広，吉岡哲，矢野博己，小野寺昇．入浴後における水温 30℃浸水時の脈波伝播速度の変化．第 73 回日本体力医学会大会，2018.

④Tatsuya Saito, Hiroki Hamada, Masahiro Nishimura, Megumi Murata, Tetsuya Nishimoto, Akira Yoshioka, Hiromi Yano, Sho Onodera. The different responses in regional pulse wave velocity to water immersion at 30℃. 23rd Annual Congress of the European College of Sport Science, 2018.

⑤斎藤辰哉，西村正広，村田めぐみ，濱田大幹，吉岡哲，小野寺昇．水温 30℃への人工炭酸泉浴が部位別脈波伝播速度に及ぼす影響．第 81 回日本体力医学会中国・四国地方会，2018.

⑥斎藤辰哉，濱田大幹，西村正広，村田めぐみ，西本哲也，吉岡哲，矢野博己，小野寺昇．
仰臥位浸水による部位別脈波伝播速度応答の違い．平成 29(2017)年度岡山体育学会研究発表会，2018.

⑦Tatsuya Saito, Masahiro Nishimura, Megumi Murata, Akira Yoshioka, Sho Onodera. Effects of supine immersion of the body in water on the regional pulse wave velocity. 21st annual Congress of the European College of Sport Science, 2016.

６．研究組織

（1）研究分担者

なし

(2)研究協力者
研究協力者氏名：斎藤　辰哉
ローマ字氏名：(SAITO, Tatsuya)

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。