

研究報告

# 高齢者に対する足浴は有酸素運動となるか

## Does Footbath for the Elderly Persons Get Aerobic Benefits?

新田紀枝<sup>1)</sup>\*, 本多容子<sup>2)</sup>, 片山恵<sup>1)</sup>,  
田丸朋子<sup>1)</sup>, 木村静<sup>3)</sup>, 伊部亜希<sup>4)</sup>

Norie Nitta, Yoko Honda, Megumi Katayama,  
Tomoko Tamaru, Shizuka Kimura, Aki Ibe

キーワード：高齢者、足浴、有酸素運動、運動強度、脈拍数

### 要 旨

本研究の目的は足浴が膝関節などの運動器に負担をかけない有酸素運動となるか検討することである。高齢者29名（平均73.2歳）を対象に、3人1組で開始42℃、終了時40℃の足浴を30分間行った。脈拍数、前額部および両下肢皮膚温の測定、主観的な運動感の評価を行い、分析は対応のある一元配置分散分析、Friedman検定を行った。結果、脈拍数の増加が認められたが、40%の運動強度となる脈拍数になった者はいなかった。前額部皮膚温は足浴による影響の傾向がみられ（ $P = 0.058$ ）、下肢皮膚温は影響が認められた（ $P < 0.000$ ）。主観的评价では「運動した感じ」、「身体が軽くなった感じ」、「足が軽くなった感じ」の変化に有意差があった（いずれも  $P < 0.000$ ）。足浴が有酸素運動となるかの指標としては、脈拍数のみではなく、酸素消費量等の観点からの検討も必要と考えられた。

### I 緒 言

超高齢社会のわが国では、自覚症状のある者について男性は腰痛、肩こりの順で多く、女性は肩こり、腰痛、手足の関節が痛むが上位を占めている（厚生労働省, 2014）。また自覚症状だけではなく、運動器に関する患者総数は脊髄障害（脊椎症含む）が141万人、関節症疾患が125万人、骨の密度及び構造の障害が55万人であり（厚生労働省, 2015a）、外来受療率は脊髄障害が第3位、関節症が第5位であり（厚生労働省, 2011）、運動器に障害をもつ高齢者が増加している。

一方、超高齢社会のわが国において認知症患者は今後さらに増加すると推計されており（厚生労働省, 2015b）、認知症ではないが正常ともいえない軽度認知症障害（mild cognitive impairment: MCI）の対策が進められている。

欧米ではMCI高齢者に対する運動効果の検証がさ

れ、限定的であるが認知機能に関する効果が報告されている（島田, 2011）。わが国においても記憶や思考を賦活する課題を取り入れた有酸素運動プログラムの検証がされ、認知機能の保持、記憶機能の向上などの効果があったことが報告されている（鈴木, 2013）。プログラムで使用される有酸素運動はウォーキングや階段昇降などであるが、これらの運動は運動器に障害のある高齢者が実施することは難しいと考えられる。

したがって、わが国に多い、膝関節の痛み、変形のために歩行や階段昇降がしづらく活動が低下している高齢者に対して、膝関節に負担をかけずに有酸素運動となるものがあれば、認知症予防の一助になると考えた。

Hu, Uebaba (2003)、美和ら (2009) は足浴によって心拍数が増加すること、さらに脳循環の血液量が増加することを報告している。そこで、本研究では、足浴が膝関節などの運動器に負担をかけない有酸素運動となるかどうか検討を行った。

受付日：2016年9月2日 受理日：2016年11月7日

所 属 1) 武庫川女子大学看護学部 Mukogawa Women's University, School of Nursing / 前 佛敎大学保健医療技術学部 Former Bukkyo University School of Health Science 2) 藍野大学医療保健学部 Aino University, Faculty of Healthcare Science 3) 同志社女子大学看護学部 Doshisha Women's College, Faculty of Nursing 4) 敦賀市立看護大学看護学部 Tsuruga Nursing University, Faculty of Nursing Science

連絡先 \*E-mail: nitta@mukogawa-u.ac.jp

## II 目的

高齢者に対する足浴が有酸素運動になるかを検討することを目的に研究を実施した。

なお、筋収縮に酸素や脂肪が消費される有酸素運動は、40～60%の運動強度の運動である(牧迫,2011)ため、本研究では足浴が心拍数(脈拍数)の増加から40%の運動強度となるかの検討を行った。

## III 方法

### 1. 研究対象者

対象者はK市シルバー人材センターに登録をしている高齢者に対して、本研究の被験者業務の依頼を行い、リクルートに応じた高齢者29名である。

### 2. データ収集期間

平成27年11月にデータ収集を行った。

### 3. 調査内容

#### 1) 聞き取り項目

属性(年齢、性別、身長)および疾患・症状と治療の内容、運動習慣とその内容について聞き取りを行った。

#### 2) 測定項目

①体重、体脂肪は体組成計(OMRON、HBF-214)で測定を行った。

②脈拍数は脈拍計(EPSON、SF-810)を使用し、安静開始時から足浴30分後まで持続測定を行った。本研究で使用した脈拍計は高精度脈拍センサーが搭載されており、不整脈、脈欠損がない限り正確な脈拍測定ができるため、心拍計として使用できる機器である。運動強度の設定には運動中の酸素摂取量の測定が望ましいが、運動強度の指標として一般的に使用されている心拍数を、通常は脈拍数で代用しているため、脈拍数の測定を行った。

③前額部および両下肢皮膚温は、放射温度計(シンワ、No.73010)を使用し、足浴前、足浴直後、足浴30分後の3回測定した。前額部は額の中央部、下肢皮膚温は両足の第2中足指節関節から2横指足背の部位で測定を行った。なお、額の温度は体内温をよく反映していること、運動負荷では、著名な血管拡張が頭・前額部に起こること(入来,1987)から前額部の皮膚温の測定を行った。一方、運動負荷により四肢末梢部の血流は著変が認められない(入来,1987)が、足浴では足部の温熱刺激により血流が増加し、皮膚温が上昇することが知られている。相反する反応で

あるが、運動負荷による生理的指標として下肢皮膚温の測定を行った。

④主観的評価(運動感、疲労感、身体が軽くなった感、足が軽くなった感)について「ない」から「とてもある」の6段階評価で、足浴前、足浴直後、足浴30分後の3回測定した。

#### 3) 観察

足浴中は対象者の安全面に配慮し、浴室の外から対象者の様子を観察した。

なお、浴室は一面が大きなガラスになっており、浴室外から浴室内を見ることができる。また、浴室の扉は開けたままにして、声が聞こえるようにした。

### 4. データ収集環境

データ収集は大学内の実習室で行った。浴槽の湯量は約104ℓ(横116×縦50×深さ18cm)、開始時の湯温は約42.5℃とした。

### 5. データ収集の手順

データ収集は被験者3人が1組となり、下記の手順でデータ収集を行った。

①研究の説明を文書と口頭で行い、文書にて同意を得たあと実験衣に着替えてもらった。

②属性、疾患・症状や治療内容、運動習慣などについて聞き取りを行い、体重、体脂肪の測定を行った。

③血圧、体温の測定を行った。

④脈拍計を装着し、足浴前の安静時間30分を座位で過ごしてもらった。

⑤足浴前の前額部、両足背皮膚温の測定、主観的評価の記入をしてもらったあと、足にかけ湯をして浴槽に足を浸け、足浴を30分間してもらった。

⑥足浴終了後、足の水分を拭き取ったあと、足浴直後の前額部、両足背の温度の測定、主観的評価の記入をもらった。

⑦座位にて30分間安静にもらったあと、足浴30分後の前額、両足背の温度の測定、主観的評価の記入をもらった。

⑧血圧、体温の測定を行った。

なお、足浴前、足浴後の安静時間中および足浴中は会話などを制限せず、自由にしてもらった。足浴中、足浴後、対象者の必要に応じて水分補給をしてもらい、研究者からも水分補給の声かけを適宜行った。

### 6. 分析方法

収集したデータについて記述統計を行った。

脈拍数の測定の結果から運動強度の算出を行った。

運動強度の算出は、(22-年齢-安静時脈拍数)×目的係数(0.4;40%の運動強度)+安静時脈拍数の式を使用した(牧迫,2011)。

さらに足浴前の安静30分間、足浴中30分間、足浴後30分間の脈拍数、前額部と左右足背部の皮膚温について繰り返しのある一元配置分散分析を行い、有意差があった場合、足浴前を基準値としてDunnettの多重比較を行った。主観的評価の4項目はFriedman検定後、Wilcoxonの符号付き順位検定を行い、Bonferroniの不等式による補正( $P < 0.05/2$ )を行った。

## IV 倫理的配慮

佛教大学の「人を対象とする研究」倫理審査委員会(H27-24)の承認を得て研究を行った。

対象者に対して実験開始前に文書および口頭で研究の説明を行い、文書にて同意を得てからデータ収集を行った。実験の前には血圧、体温測定を行い、健康状況の聞き取りを行った。足浴中、足浴後、対象者の必要に応じて水分補給をしてもらい、研究者からも水分補給の声かけを適宜行い、身体の状態に変化がないか観察をしながらデータ収集を行った。脈拍数が120回/分以上の頻脈の持続、身体的な不調の訴えがあった場合、発汗が著明な場合は速やかに実験を中止することとし、対象者の安全に配慮した。対象者はIDで管理し、得られたデータを速やかにコード化した。

## V 結果

足浴前の収縮期血圧の平均値が143.3(SD16.4)mmHg、拡張期血圧が77.2(SD9.8)mmHg、体温が36.0(SD0.3)℃、足浴後30分後の収縮期血圧が138.2(SD19.4)mmHg、拡張期血圧が77.3(SD10.6)mmHg、体温が36.1(SD0.5)℃であり、足浴前と足浴30分後の2群間において収縮期血圧のみ有意に低下していた( $P = 0.030$ )。足浴中、足浴後に気分や体調が悪くなった対象者はいなかった。いずれの実験回においても、足浴中は対象者3人が談笑しながら過ごしていた。

### 1. 浴槽の湯温の変化

開始時の湯温が42.3～42.5℃、終了時が39.9～39.5℃であった。

### 2. 対象者の属性 (表1-1、表1-2)

性別は男性が14名(48.3%)、女性が15名(51.7%)

であり、前期高齢者が18名(62.1%)、後期高齢者が11名(37.9%)で、平均年齢が73.2(SD4.5)歳であった。

対象者のBMIは21.9(SD2.6)kg/m<sup>2</sup>、体脂肪は29.3(SD4.7)%であった。

なんらかの疾患や症状がある対象者が27名(93.1%)であり、そのうち高血圧症で内服治療している対象者が17名(58.6%)で最も多かった。

運動習慣があると回答した者が21名(72.4%)であり、毎日30～60分のウォーキングをしている者が多く、週数回、体操教室やジム、ゴルフへ行っている者がいた。

表1-1 対象者の属性

		n=29	
	項目	実数(%)	
性別	男性	14(48.3)	
	女性	15(51.7)	
年齢(歳)	前期高齢者	18(62.1)	
	後期高齢者	11(37.9)	
疾患・症状	なし	2(6.9)	
	あり	高血圧症	17(58.6)
		糖尿病	4(13.8)
運動習慣	あり	21(72.4)	
	なし	8(27.6)	

表1-2 対象者の年齢、BMI、体脂肪の平均値

		n=29
	項目	平均(SD)
年齢(歳)		73.2(4.5)
BMI(kg/m <sup>2</sup> )		21.9(2.6)
体脂肪(%)		29.3(4.7)

### 3. 脈拍数の変化 (表2)

足浴前の安静30分間の脈拍数の平均値が75.7(SD11.8)回/分、足浴中30分間の平均値が76.8(SD11.9)回/分、足浴後30分間の平均値が74.8(SD10.5)回/分であった。

足浴前の安静時と比較して、足浴中に脈拍数の増加を認めた者が16名(55.2%)であり、そのうち脈拍数が10%以上増加した者が3名(10.3%)であった。安静時から脈拍数が100を超える者が1名いたが、その対象者以外に足浴中に脈拍が100回/分を持続して超えた者はいなかった。足浴中に脈拍数の増加が認められたが、足浴による脈拍数の変化に有意な差がなかった( $P = 0.084$ )。

本研究において足浴中、足浴後に40%の運動強度となる脈拍数になった対象者はいなかった。

表2 脈拍数の変化

	足浴前30分間	足浴中30分間	足浴後30分間	n=29	
				対応のある一元配置分散分析 F値	P値
脈拍数	75.7(11.8)	76.8(11.9)	74.8(10.5)	2.586	0.084
平均値(SD)					

#### 4. 前額部、両下肢皮膚温の変化 (表3)

##### 1) 前額部皮膚温の変化

足浴前の前額部皮膚温の平均値が34.0 (SD1.3) °C、足浴直後の平均値が34.4 (SD0.8) °C、足浴30分後の平均値が34.5 (SD0.8) °Cであり、足浴前と比較して足浴直後に皮膚温が0.4°C上昇し、足浴30分後まで持続した。足浴による前額部皮膚温への影響の傾向が認められた (P = 0.056)。

##### 2) 下肢皮膚温の変化

足浴前の左足背皮膚温の平均値が29.9 (SD2.7) °C、

足浴直後の平均値が35.7 (SD1.1) °C、足浴30分後の平均値が33.3 (SD1.1) °Cであった。

足浴前の右足背皮膚温の平均値が29.9 (SD2.8) °C、足浴直後の平均値が35.7 (SD0.6) °C、足浴30分後の平均値が33.2 (SD1.2) °Cであった。

下肢皮膚温は足浴による影響が認められ (左右とも: P < 0.000)、両側の足背皮膚温は足浴前と比較して、足浴直後 (左右とも: P < 0.000)、足浴30分後 (左右とも: P < 0.000) に有意に上昇し、足浴によって高くなった皮膚温は30分経過しても持続していた。

表3 前額部、両下肢皮膚温の変化

	足浴前	足浴直後	足浴30分後	n=29※	
				対応のある一元配置分散分析 F値	P値
前額部	34.0(1.3)	34.4(0.8)	34.5(0.8)	3.030	0.056
左足背部	29.9(2.7)	35.7(1.1)	33.3(1.1)	99.912	0.000
右足背部	29.9(2.8)	35.7(0.6)	33.2(1.2)	115.319	0.000

※:前額のみn=28  
平均値(SD)  
Dunnettの多重比較:\*\*\*: P<0.001

#### 5. 主観的評価の変化 (表4)

##### 1) 運動感

運動したような感じがあるかどうかを尋ねた運動感の主観的評価では、足浴前の中央値 [25%タイル値, 75%タイル値] が0.0 [0.0, 0.5]、足浴直後が2.0 [0.0, 3.0]、足浴後30分が1.0 [0.0, 3.0] であった。足浴による運動感の変化に有意な差があり (P < 0.000)、足浴前と比較して、足浴直後 (P < 0.001/2)、足浴30分後 (P < 0.01/2) に有意に高くなった。

運動習慣のある高齢者21名のうち16名 (76.2%) が足浴直後に運動したような感じがあると回答した。

##### 2) 疲労感

「身体が疲れたような感じがある」ことを尋ねた疲

労感の主観的評価では、足浴前が0.0 [0.0, 0.5]、足浴直後が0.0 [0.0, 1.0]、足浴後30分が0.0 [0.0, 1.0] であった。足浴直後、足浴30分後に疲労感がある者がいたが、疲労感の主観的評価は足浴による影響が認められなかった (P = 0.139)。

##### 3) 身体、足が軽くなった感

身体が軽くなった感の主観的評価では、足浴前が0.0 [0.0, 1.0]、足浴直後が2.0 [1.0, 3.0]、足浴後30分が2.0 [0.0, 3.0] であった。足浴による身体が軽くなった感の変化に有意な差があり (P < 0.000)、足浴前と比較して、足浴直後 (P < 0.001/2)、足浴30分後 (P < 0.01/2) に有意に高くなった。

足が軽くなった感の主観的評価では、足浴前が0.0

表4 主観的評価の変化

	足浴前	足浴直後	足浴30分後	n=29	
				Friedman検定 P値	
運動感	0.0 [0.0, 0.5]	2.0 [0.0, 3.0]	1.0 [0.0, 3.0]	0.000	
疲労感	0.0 [0.0, 0.5]	0.0 [0.0, 1.0]	0.0 [0.0, 1.0]	0.139	
身体が軽くなった感	0.0 [0.0, 1.0]	2.0 [1.0, 3.0]	2.0 [0.0, 3.0]	0.000	
足が軽くなった感	0.0 [0.0, 0.0]	3.0 [0.5, 3.0]	2.0 [1.0, 3.0]	0.000	

中央値 [25%タイル値, 75%タイル値]  
Wilcoxonの符号付き順位検定、Bonferroniの不等式による補正:\*\*\*: P<0.001/2, \*\*: P<0.01/2

[0.0, 0.0]、足浴直後が3.0 [0.5, 3.0]、足浴後30分が2.0 [1.0, 3.0] であった。足浴による足が軽くなった感の変化に有意な差があり (P < 0.000)、足浴前と比較して、足浴直後 (P < 0.001/2)、足浴30分後 (P < 0.001/2) に有意に高くなった。

身体および足が軽くなった感は足浴直後だけでなく、足浴30分後まで持続していた。

いた様子が見受けられ、対象者は心理的にリラクゼーションしていたため脈拍数が増加しなかった可能性も考えられる。複数名で足浴を実施したという先行研究が見当たらなかったため、複数名での足浴が脈拍数にどのような影響を与えているかについては言及できない。しかし、複数名での足浴は、他者との会話や笑うこと等につながり、心理的、社会的な刺激になるかもしれないと考えられた。

足浴の温熱刺激によって高齢者の心拍数は増加するが、精神心理的な理由のほか、さまざまな理由で心拍数は増減するので、心拍数 (脈拍数) の増加だけで足浴を運動負荷とみなすことは難しいと思われた。

## VI 考 察

### 1. 脈拍数の変化

本研究では、足浴を運動強度の観点からとらえ、脈拍数の変化に注目したが、足浴では有酸素運動となる40%運動強度とみなせる脈拍数の増加は認められなかった。

先行研究では脈拍数ではなく、心拍数を測定しているため、脈拍数と心拍数を同意語として以下の考察を述べる。

美和ら (2015) は高齢者と若年者の足浴時の自律神経機能の変化を比較した研究において、足浴時の心拍数は高齢者も若年者も増加し、足浴後は低下したこと、若年者では有意な増加がみられ、高齢者と若年者との間に有意差がみられたことを報告している。これは高齢者は若年者と比較して自律神経機能が低下して、反応性が低下する (国本, 1998) ことによると考えられる。

さらに今回、対象者3人で足浴を行い、足浴中談笑して和やかに過ごしていた。楽しみながら足浴をして

### 2. 前額部および下肢皮膚温の変化

前額部皮膚温は足浴前と比較して、足浴直後上昇する傾向があり、両足背皮膚温は有意に上昇し、足浴後30分間持続していた。

ヒトでは各身体部位における皮膚血管反応には部位差があり、環境温に対する反応性から四肢末梢部、体幹部と四肢中枢部、頭部と前額部の3つに大別できる。運動負荷時には頭部・前額部や体幹・四肢中枢部で顕著な血管拡張が生じるのに対して、四肢末梢部での血流には著変が認められない (入来, 1987)。そのため足浴によって末梢血管の血流量が増加することによる頭部・前額部の血流への影響を考える必要がある。

手足では38~43°Cの下では局所加温によって血流量は増加し、一定値に達したのちはそのレベルを保つ。

環境条件が一定である場合のみ、皮膚温と血流量は直線関係とみなすことができる(永坂, 1981)。したがって、本研究における足背温の上昇は皮膚血流量の増加とみなせる。美和ら(2015)も足浴によって高齢者の皮膚血流量が増加したことを報告している。

一方、Hu, Uebaba(2003)は若年者に足浴を実施した結果、42℃の湯温の足浴では足浴開始後15分で、40℃の湯温では足浴開始後約30分で前額部の脳血流が増加することを報告している。また美和ら(2009)は高齢者を対象に約41℃10分間の足浴を行った結果、足浴終了数分後から脳血流が増加したことを示している。また、有酸素運動と無酸素運動の末梢循環に及ぼす影響を検討した研究(渡部, 渡部, 長戸, 2014)において、有酸素、無酸素運動後のいずれにおいても母趾温は低下したが、有酸素運動では運動終了10分後に有意に増加したことを報告している。したがって、足浴における前額部、下肢皮膚温の変化だけではなく、核心温、前額深部温などの側面から足浴の影響を検討することが必要であると考えられる。

### 3. 主観的評価の変化

運動感について運動習慣のある対象者も足浴後に運動したような感じがあったため、足浴による運動感は、実際に運動した後の感覚と近いと思われる。

末梢血管の血流量で増えて末梢循環がよくなったことにより、運動したような感覚が生じたり、身体の軽さ、下肢の軽さを感じたと考えられる。また、本多ら(2010)、川村, 島崎, 出口, 浜口, 荒井(2015)は足浴の温熱効果が軟部組織の伸張性を高め、足関節可動域を拡大させることを報告している。軟部組織の柔軟性が増したことも主観的評価に影響を及ぼしてしたと考えられる。

足浴による疲労感はほとんど生じていなかったことから、足浴は高齢者にとって心身に負担の少ないものであるといえる。

### 4. 研究の限界と課題

簡便で、対象者に負担のない脈拍数の測定で評価できる運動強度に注目して研究を実施した。その結果、足浴中に脈拍数の増加が認められたが、足浴による脈拍数の変化に有意な差がなく、足浴では有酸素運動となる40%運動強度とみなせる脈拍数の増加は認められなかった。足浴が膝関節などの運動器に負担をかけない有酸素運動となるかどうかの検討は、さまざまな要因に影響をうける心拍数(脈拍数)から運動強度を評価することに限界があり、足浴中の酸素摂取量の測定

から運動強度を評価したほうがよいと考えられる。

しかし、足浴後の主観的な評価として運動習慣のある対象者が足浴後に運動したような感じがあったため、足浴によるなんらかの身体的負荷があると思われる。さらに複数名で足浴することが心理的社会的な刺激になることが考えられるため、有酸素運動という観点からではなく、足浴による生体反応について心電図R-R間隔、鼓膜温などの核心温、前額深部温および脳血流量などの測定を行い評価することや末梢血管の血流量の増加、心理面からの検討が必要であると考えられる。

## VII 結 論

足浴中に脈拍数の増加が認められたが、足浴による脈拍数の変化に有意な差はなかった。一方、測定部位の皮膚温は上昇した。足背皮膚温は足浴による影響が認められ、足浴によって高くなった皮膚温は30分経過しても持続していた。主観的評価では足浴によって「運動した感じ」、「身体が軽くなった感じ」、「足が軽くなった感じ」の変化に有意な差があった。身体および足が軽くなった感は足浴直後だけではなく、足浴30分後まで持続していた。

脈拍数の測定から足浴による運動強度の評価をすることができなかったため、足浴が膝関節などの運動器に負担をかけない有酸素運動となるかどうかについてはさらに検討が必要である。

### 利益相反

本研究に関する利益相反は存在しない。

## 文 献

本多容子, 阿曾洋子, 伊部亜希, 田丸朋子, 木村静, 徳重あつ子, 鈴木みゆき, 細見明代. (2010). 在宅女性高齢者に対する「転倒予防ケア」としての足浴の有効性の検討. 日本看護研究学会雑誌, 33 (5), 55-63.

入来正躬. (1987). III. 皮膚血流による調節. 中山昭雄, 入来正躬(編), 新生理科学大系. 第22巻 エネルギー代謝・体温調節の生理学, (108-121). 医学書院.

川村皓正, 島崎博也, 出口晃, 浜口均, 荒井秀典, (2015). 虚弱高齢者に対する温泉足浴が、転倒、運動機能および自律神経機能に与える効果の検証. 日本転倒予防学会誌, 2, 35-43.

厚生労働省. (2011). 平成25年我が国の保健統計. Retrieved from

http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/130-25\_1.pdf

厚生労働省. (2014). III 世帯員の健康状況, 平成25年国民生活基礎調査の概況. Retrieved from

http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosal3/dl/04.pdf

厚生労働省. (2015a). 閲覧(報告書非掲載表)表95 総患者数, 性・年齢階級 × 傷病中分類別, 平成26年患者調査. Retrieved from

http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001141598

厚生労働省. (2015b). 資料2「認知症施策推進総合戦略～認知症高齢者等にやさしい地域づくりに向けて～(新オレンジプラン)」(本文). Retrieved from

http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-12304500-Roukenkyoku-ninchishouguyakutaiboushitai/sakusuishinshitsu/02\_1.pdf

国本雅也. (1998). 老化と自律神経. 神経進歩, 42 (5), 783-798.

牧迫飛雄馬. (2011). B 有酸素運動, 鈴木隆雄(監), 島田裕之(編), 認知症予防マニュアル 記憶力の向上を目指したプログラム. (18-21). 独立行政法人国立長寿医療センター.

美和千尋, 島崎博也, 田中紀行, 出口晃, 鈴木恵理, 杉村公也, 川村陽一. (2009). 足浴が健常高齢者の脳循環状態と認知機能に及ぼす影響. 日本温泉気象物理学会誌, 72 (4), 250-255.

美和千尋, 島崎博也, 出口晃, 鈴木恵理, 川村陽一, 前田一範, 森康則. (2015). 足浴時の自立神経機能の変化と加齢の影響. 日本温泉気象物理学会誌, 78 (2), 130-137.

永坂鉄夫. (1981). 1. 皮膚血管反応, 3・2 熱放散, 3 体温調節反応, 中山昭雄(編), 温熱生理学 (122-135). 理工学社.

島田裕之. (2011). 1. 運動による認知症予防, 鈴木隆雄(監修), 認知症予防マニュアル 記憶力の向上を目指したプログラム, (p7, p96). 国立長寿医療センター.

鈴木隆雄. (2013). アルツハイマー病の運動療法－特に予防の視点から－. 現代医学, 61 (2), 271-279.

渡部一郎, 渡部朋子, 長門五城. (2014). 有酸素運動と無酸素運動の末梢循環に及ぼす影響. Biomedical Thermology, 34 (1), 14.

Xu, F., Uebaba, K. (2003). Temperature dependent circulatory changes by footbath – changes of systemic, cerebral and peripheral circulation – . *H 本温泉気象物理学会誌*, 72 (4), 214-226.