View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to you by CORE

愛知県立大学看護学部紀要 Vol. 19, 1－9, 2013

■ 原　著 ■

仰臥位の足浴姿勢における温熱刺激が尿量に及ぼす影響

高植　幸子[1]，社本　生衣[1]，柴田　綾子[2]，佐藤　晶子[2]，原　好恵[2]，大津　廣子[3]

The Effects of Thermal Stimulation via a Footbath in the Supine Posture on Urine Volume

Sachiko Takaue[1], Ikue Shamoto[2], Ayako Shibata[2], Akiko Sato[2], Yoshie Hara[2], Hiroko Otsu[3]

This study aimed to clarify the effects of thermal stimulation provided via a footbath in the supine posture on urine volume and autonomic nervous system activity. A footbath was provided to 6 healthy adult women for 10 minutes using plain hot water (temperature, 41℃) while they were lying in the supine position. The control group subjects were lying in the same position and given a footbath using plain water without thermal stimulation. We compared the urine volume, autonomic nervous system activity, and thigh skin surface temperature in the 2 groups. The volume of urine voided at 50 minutes after the footbath in the group that received thermal stimulation was higher than that in the group that did not receive thermal stimulation, but this difference was not significant. It was suggested to increase in footbath posture itself. There was a significant difference in the volume of the first-voided urine between the 2 groups ($p < 0.05$). The temperature of the thigh skin surface in the group that received thermal stimulation was lower than that in the control group. With respect to autonomic nervous system activity, we noted that 20 minutes after the footbath, activity of the sympathetic nervous system was higher than that of the parasympathetic nervous system. We believed that bladder distention resulted in the increase in the amount of urine voided. Our findings suggest that thermal stimulation via a footbath is effective for controlling urination as well as to regulate the activity of the autonomic nervous system.

本研究の目的は，足浴による温熱刺激ならびに仰臥位の足浴姿勢による尿量と自律神経系への影響を明らかにすることである．健康な成人女性６名を対象とし，仰臥位の足浴姿勢で41℃の白湯を用いて10分間密封式足浴法を実施する条件（温熱刺激あり条件）と，同様姿勢で白湯を用いない条件（温熱刺激なし条件）で，尿量，自律神経活動，大腿皮膚表面温度を比較した．50分間の尿量は，足浴姿勢に温熱刺激を加えても尿量差はなく足浴姿勢そのものに尿量増加の作用があることが示唆された．大腿の皮膚表面温度は温熱刺激あり条件下でも最終的に基準値より低下した．自律神経系は，足浴姿勢後の安静20分近辺で副交感神経優位から交感神経優位に変化した．蓄尿量の増加に伴う膀胱伸展刺激によるものと考えられた．足浴による温熱刺激は自律神経のバランスを整え初発尿意の発現を正常化し，蓄尿時の膀胱弛緩を促進すると考えられ，排尿コントロールに有効であることが示唆された．

キーワード：仰臥位の足浴姿勢，温熱刺激，足浴，尿量，皮膚表面温度，自律神経

[1]愛知県立大学看護学部（看護学研究科博士後期課程），[2]椙山女学園大学看護学部，[3]愛知県立大学看護学部（基礎看護学）

Ⅰ　はじめに

仰臥位による足浴は，リラクセーション[1)2)]や，入眠促進[3)-6)]，食欲の亢進[7)]などをもたらすことが確かめられている．その効果の理由は，非侵襲温度[8)]の範囲内である38℃～41℃の温熱刺激が体温調節をする過程で体性神経を介して自律神経系に及ぼす影響のためと考えられている[9)]．

近年，主として自律神経によってコントロールされている排尿への足浴の有効性が検討され始めたが，先行文献[10)11)]は少ない．豊田[11)]は，仰臥位で20分間足浴を行い，40分後の尿量が，平均163.6 ml以上である対象者の群では足浴後に交感神経指標（LH/HF）が高まり，平均値未満の群では，副交感神経指標（HF）が高まったと報告しているが，豊田の結果はその後検討されていない．我々は排尿の生理から，尿量の多かった群は尿量が増加した結果，膀胱壁の伸展刺激によって交感神経が活性化し，尿量の少なかった緩群は膀胱の伸展刺激がなく，足浴による副交感神経の活性が継続したのではないかと仮説を立てた．また，尿量そのものは体液の浸透圧が常に一定に保たれるよう調整された結果増減することから，足浴の温熱刺激によって尿量が増加したとは考えにくく，仰臥位で股関節と膝関節を屈曲させた足浴姿勢（以降，仰臥位足浴姿勢と示す）が尿量に影響したのではないか，と考えた．

足浴による温熱刺激ならびに仰臥位足浴姿勢が，尿量と自律神経系へもたらす影響を明らかすることができれば，排尿コントロールにこれらを効果的に用いることができるようになると思われる．

Ⅱ　本研究の目的

本研究の目的は，足浴による温熱刺激ならびに仰臥位足浴姿勢による尿量と自律神経系への影響を明らかにすることである．

Ⅲ　研究方法

1．対象者

温熱刺激による自律神経への影響は，女性が男性よりも影響を受けやすい[12)]ため，対象者は女性に限定した．妊娠中でない健康な成人女性で，腎疾患，循環器疾患，泌尿器疾患，骨盤内臓器に関する疾患の既往がなく，事前に行った手浴による温度感覚の確認で41℃のお湯を熱すぎないと感じた，研究に同意の得られた６名を対象者とした．対象者の年齢は，20歳代１名，30歳代３名，40歳代２名で，平均身長157±5.2 cm，平均体重52.8±3.4 kg，BMI 21.4±1.8であった．

2．実験場所と時期

１）実験場所：実験は研究者らの所属する大学の生理学実験室で行い，実験室の環境は，室温22～23℃，湿度50～55％，無風で静かな環境を維持した．診察台には毛布を敷き，安静臥床中に左大腿部を除き全身を充分に覆えるサイズのタオルケットを準備して対象者を保温した．

２）実験時期：測定は，季節変動や日内変動による循環動態ならびに自律神経系の影響を考慮し，３月の午前中に限定し行った．

3．実験手順

対象者には，次のことを事前に指示した．実験は，低温期の性周期の時に行うこと，実験前日に暴飲暴食ならびにアルコール飲料の摂取を避けて十分な睡眠をとること，実験当日の朝食は，カフェイン摂取を避けていつも通りの食事内容で実験開始２時間前に摂取すること，朝食時に水を200 cc摂取し，尿意があれば我慢しないで排尿すること，実験前には走るなどの激しい身体活動をしないようにし気持ちを落ち着けて10分前には実験室に来室すること．

１日目は温熱刺激なし条件，翌日の２日目に温熱刺激あり条件で行った．実験衣に更衣し，排尿後に診察台に仰臥位になるよう指示した．10分間の安静臥床後に仰臥位で股関節と膝関節を屈曲させた足浴姿勢になり，温熱刺激あり条件または温熱刺激なし条件を10分間実施し，その後，安静臥床を30分間継続した．安静解除直後に排尿して排尿量を実測するよう依頼した．実験室を退出後，通常の生活をし，初回の尿意（以降，初発尿意と示す）を感じた直後に排尿して排尿量を実測するよう依頼した．

4．実験条件

１）足浴姿勢

仰臥位で股関節と膝関節を屈曲させた足浴姿勢とした．足底のみ湯桶に接着させ，膝の屈曲角度を110°とした．姿勢維持の苦痛を軽減するため，膝下に安楽枕を入れた．

湯桶の移動による足浴姿勢の崩れを防ぐため，研究者が湯桶を把持し固定した．

２）温熱刺激あり条件

温熱刺激は，山本ら[13]が開発した密封式足浴法（Y式足浴法）によって41℃の白湯を用いて行った．密封式足浴法は，下肢を浸した湯桶をビニール袋に入れて，膝下まで覆い密封する方法で，湯温の低下を防ぐことができる．湯量は下腿の末梢神経を十分刺激するよう内踝中央から5 cm上とした．刺激時間は，先行文献[9)12)-15)]から自律神経系の変化が充分に認められる10分間とし，この間湯温は38〜39℃で維持された．タオルケットによる保温は，右大腿ならびに上半身全体を覆うことによって行った．

３）温熱刺激なし条件

温熱刺激なし条件は，白湯を用いないで温熱刺激あり条件と同様に行い，空の湯桶をビニール袋に入れて，膝下まで覆い密封した．実施時間ならびにタオルケットによる保温も，温熱刺激あり条件と同様に行った．

５．測定指標

１）尿量（膀胱内尿量，排尿量）

安静臥床ならびに足浴姿勢中は，超音波による膀胱内尿量を非侵襲的に測定できる超音波を用いて測定し，安静終了後は排尿量を実測した．超音波機器は，膀胱内尿量を自動持続測定できる「ゆりりん　USH-052　尿動態データレコーダー」（タケシバ電機）を使用した．本機器は，確実性の検証が得られている医療用機器である．測定者による手技の信頼性は，対象者６名に対して行った，足浴後仰臥位安静30分の時点での超音波による膀胱内尿量の計測値と，直後の実測排尿量の誤差が2.3％であり，機器の誤差範囲内であることによって確認した．実験開始直前に，排尿を指示し，診察台に仰臥位になったところで，端子を膀胱上部の下腹部に貼付し，５分毎に膀胱内尿量を自動測定し，miniSDカードに記録した値をデータとした．

排尿量は，安静解除直後ならびに日常生活に戻り初発尿意を感じた直後の排尿を対象者に依頼し，採尿した排尿量をデータとした．初発尿意直後の排尿量は，膀胱内尿による膀胱壁の伸展刺激によって発生した尿意による排尿量であるため，水分摂取量などの日常生活に影響されにくく，膀胱の柔軟性や伸展刺激に対する鋭敏さを示している．

２）自律神経系の指標（心拍数，HF，LF/HF）

自律神経系のデータ収集は，「マルチテレメーターシステムWEB-9500（日本光電）」の心電図を用い，心拍変動解析を行った．心拍変動解析[16)]は，RR間隔を連続測定し，心拍の周期変動を周波数伝達特性によって分解し，スペクトルとして表すが，交感神経は0.15 Hz以上（周期6.7秒以下）の心拍変動を伝達し得ないのに対し，心臓迷走神経は1 Hz前後の変動まで伝達し得るため，それぞれ特徴のある周波数帯域に分解でき，それを基に自律神経のバランスを推測する．低周波数領域であるLF（Low Frequency；0.04〜0.15 Hz）成分と高周波数領域であるHF（High Frequency；0.15〜0.40 Hz）成分の積分値を算出し，HF値を副交感神経指標，LF/HFを交感神経指標として用いる．呼吸回数が９回/分以下になるとLF成分の分離が困難になる[16)]ため，呼吸数の減少を避けるため眠らないように対象者に指示し，目測によって呼吸数が維持されていることを確認した．また，同時に測定される心拍数を自律神経の変動を表す指標として用いた．診察台に臥床して直ぐに電極を胸部に貼付し，電極貼付部位に痛みや違和感があれば直ぐに申し出るよう依頼した．解析ソフトによって数値化された５分毎の値をデータとした．

３）大腿の末梢循環の指標（皮膚表面温度）

足浴姿勢を維持する大腿四頭筋上ならびに大腿二頭筋上の皮膚表面温度を測定し，大腿の末梢循環の指標とした．非接触で体表温度の２次元的な温度分布を計測できる赤外線サーモグラフィー「インフラアイ3000（日本光電）」を用いた．大腿部左側面より１ mの距離にカメラを設置し，次の４点の皮膚表面温度を解析プログラムCTS-3000 Kによって数値化し，５分毎の値をデータとした．

⑴　大腿四頭筋上皮膚表面温度P0・P1：測定位置は，仰臥位の状態で左膝蓋骨左上端から大腿へ水平に15 cm（下腿近位；P0）と20cm（下腿遠位；P1）の２箇所とした．

⑵　大腿二頭筋上皮膚表面温度P4・P5：測定位置は，仰臥位の状態で左腓骨頭から大腿へ水平に15 cm（下腿近位；P4）と20 cm（下腿遠位；P5）とした．

６．分析方法

測定データの基準値となる足浴姿勢直前の値について２条件の等質性を確認し，差の有無についてWilcoxonの符号付き順位検定を行った．足浴姿勢直前・足浴姿勢10分・足浴後仰臥位安静20分の３ポイントでFriedmanの検定を行い，多重比較はBonferroni法を用いた．尿量と各データの相関関係の有無についてSpearmanの相関係数を算出した．有意水準５％未満を有意差ありとした．

Ⅳ　倫理的配慮

本研究は，椙山女学園大学研究倫理委員会の了承を得て行われた．本研究に関心を示した者に対し，文書と口頭で，研究目的と研究方法，プライバシーの保護方法，同意は自由意志であること，同意した後でも撤回できること，その場合でも不利益はないこと，データは研究のみに使用し，データ収集用PCからUSBに保存して鍵のかかる保管庫に保管することを説明し，口頭と文書で同意を得た．

温熱刺激を用いるにあたって，事前に41℃の温度が苦痛でないことを確認し，実験中はビニール袋の上から皮膚の観察を行って火傷を防止した．また実験中は，対象者の羞恥心に配慮し，センサー装着中であっても確実に皮膚を覆うことのできる実験着を用いた．実験中に強い尿意を感じた場合や体調の悪化，貼付したセンサーや電極部位の痛みや違和感があれば実験を中止することを説明し，そのようなことがあれば直ぐに申し出るよう依頼した．

Ⅴ　結　　果

温熱刺激あり条件と温熱刺激なし条件の基準値となる足浴姿勢直前のデータについてはいずれも有意差は認められず，基準値時点での２条件の等質性は確認できた．

１．尿量の推移

尿量の変化を表１に示した．Friedman検定の結果，両条件とも足浴姿勢直前，足浴姿勢10分後，仰臥位安静20分の膀胱内尿量は，有意に増加していた．両条件における同時期の膀胱内尿量ならびに排尿量の差について，Wilcoxonの符号付き順位検定を行った結果，膀胱内尿量には有意差は認められなかった．安静解除直後，初発尿意直後の排尿量は，温熱刺激なし方が温熱刺激ありより多かった．前者は有意差がなかったが，後者は有意差が認められ（$p<0.05$），温熱刺激なし条件下では275 mlで初発尿意を感じた対象者が，温熱刺激あり条件下では220 mで尿意を感じるようになり，６名中５名が尿意を感じる感度が高まった．

２．自律神経系の推移

自律神経系の変化を表２に示した．温熱刺激あり条件では，心拍数は足浴姿勢直前に比べ足浴姿勢10分後に有意の増加し，仰臥位安静20分後に有意に減少した．また，HFは足浴姿勢直前に比べ足浴姿勢10分後と仰臥位安静20分後に有意に高まったが，足浴姿勢10分後と仰臥位安静20分後は差はなかった．LF/HFは足浴姿勢直前に比し仰臥位安静20分後に有意に上昇し，足浴姿勢10分後と仰臥位安静20分後も有意に上昇した．温熱刺激なし条件では，心拍数が足浴姿勢10分後に比べ仰臥位安静20分後には有意に減少したが，その他は差がなかった．

３．大腿の皮膚表面温度の推移

大腿の皮膚表面温度の変化を表３に示した．温熱刺激あり条件では，P0において足浴姿勢直前に比べ足浴姿勢10分後に有意に皮膚温が上昇したが，その後は差はなく，その他も差が認められなかった．温熱刺激なし条件では，下腿近位であるP0とP4で，足浴姿勢直前に比べて安静20分の皮膚温が有意に低下した．大腿の皮膚表面温度は，温熱刺激なし条件が常に低く推移し，大腿四頭筋上ならびに大腿二頭筋上の下腿近位においては足浴姿勢直後ならびに仰臥位安静15分以降に，両筋肉上の下腿遠位においては仰臥位安静20分と30分に，有意な差が認められた．温熱刺激なし条件では最大温度上昇は0.4℃，最大温度低下は0.6℃であったのに対し，温熱刺激あり条件下では最大温度上昇は0.9℃，最大温度低下は0.3℃であった．

４．膀胱内尿量と自律神経系ならびに皮膚表面温度の関係について

膀胱内尿量と自律神経系とのSpearmanの相関係数を表４に示した．温熱刺激あり条件では，心拍数が足浴後の仰臥位安静20分（尿量129 ml）ならびに30分（同193 ml）で有意な負の相関，HFが足浴後の仰臥位安静10分（同82 ml）から25分（同156 ml）までの間，有意な正の相関を示した．温熱なし条件では，HFが足浴後の仰臥位安静15分（同130 ml）のみ正の相関が認められた．LF/HFならびに大腿の皮膚表面温度は，両条件とも有

表１．尿量の変化

n=6

		温熱あり					Friedman検定	温熱なし					Friedman検定	Wilcoxonの検定
		最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差		最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差		
膀胱内尿量(ml)	足浴姿勢直前	0	23	10	11	9		0	44	21	21	17		n.s.
	足浴姿勢直後	0	54	20	23	21	*	7	60	28	31	18	*	n.s.
	５分	8	80	28	33	2		12	68	36	37	19		n.s.
	10分	8	81	30	38	30		27	71	47	49	14		n.s.
	仰臥位安静５分	11	120	40	51	43	**	55	95	70	72	17	**	n.s.
	10分	12	179	67	82	75		66	165	80	95	39		n.s.
	15分	21	198	114	107	73	**	72	229	124	130	55	**	n.s.
	20分	24	239	130	129	88		77	282	144	174	85		n.s.
	25分	36	301	153	156	106		83	321	179	198	93		n.s.
	30分	42	333	219	193	132		93	328	210	224	90		n.s.
排尿量(ml)	安静解除直後	40	330	225	195	132		100	350	213	231	95		n.s.
	初発尿意直後	90	220	145	151	45		120	280	178	186	53		*

**：p<0.01，＊：p<0.05

表２．自律神経系の変化

n=6

		温熱あり					Friedman検定	温熱なし					Friedman検定	Wilcoxonの検定
		最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差		最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差		
心拍数(bpm)	足浴姿勢直前	56	71	62	64	6		58	72	63	64	5		n.s.
	足浴姿勢直後	62	72	69	67	6	*	57	70	64	64	4	n.s.	*
	５分	60	71	66	66	5		57	70	60	61	5		n.s.
	10分	59	68	65	64	4		57	73	63	64	6		n.s.
	仰臥位安静５分	56	70	62	63	5	n.s.	55	74	60	61	7	n.s.	n.s.
	10分	55	69	58	60	6		53	66	58	59	5		n.s.
	15分	55	67	58	60	5	*	56	66	58	60	4	*	n.s.
	20分	56	74	63	61	8		50	71	59	59	8		n.s.
	25分	61	71	65	63	7		52	71	60	60	6		*
	30分	63	72	67	66	4		60	68	65	64	3		*
HF(msec²)	足浴姿勢直前	120	1294	482	565	504		186	1281	708	725	493		n.s.
	足浴姿勢直後	130	1859	521	703	648	*	265	1753	645	774	556		n.s.
	５分	140	1319	377	542	514		215	1155	756	703	425		n.s.
	10分	169	1632	552	648	563		177	1160	635	654	446		n.s.
	仰臥位安静５分	140	1670	519	586	588	*	182	925	608	572	338	n.s.	n.s.
	10分	191	1987	705	700	559		110	1297	550	666	479		n.s.
	15分	147	1700	975	892	772	n.s.	121	2102	667	936	856		n.s.
	20分	62	2150	534	783	863		86	2179	406	794	862		n.s.
	25分	80	1170	331	463	516		98	1860	336	647	695		n.s.
	30分	106	1222	329	460	514		83	1010	449	473	323		n.s.
LF/HF	足浴姿勢直前	0.310	3.500	0.495	1.180	1.208		0.084	2.200	0.900	0.954	0.778		n.s.
	足浴姿勢直後	0.800	10.000	2.000	2.730	3.660	n.s.	0.058	2.400	0.650	0.903	0.904		*
	５分	0.330	1.800	0.470	0.612	0.488		0.063	1.600	0.700	0.751	0.545		n.s.
	10分	0.220	0.790	0.465	0.567	0.370		0.170	1.800	0.765	0.828	0.624		n.s.
	仰臥位安静５分	0.160	3.800	0.775	1.033	1.388	*	0.084	2.700	0.590	0.859	0.956	n.s.	n.s.
	10分	0.220	1.700	0.660	0.797	0.565	*	0.190	2.200	0.490	0.690	0.759		n.s.
	15分	0.370	3.300	1.050	1.193	1.089		0.180	3.800	1.200	1.517	1.298		n.s.
	20分	0.330	7.900	1.500	2.452	2.821		0.210	5.800	2.800	2.665	2.076		n.s.
	25分	0.220	3.300	1.700	1.303	1.163		0.410	6.800	1.300	2.075	2.363		n.s.
	30分	1.000	6.300	2.750	2.910	2.277		0.160	6.500	1.850	2.177	2.257		n.s.

＊：p<0.05

表３．大腿の皮膚表面温度の変化

n=6

		温熱あり 最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	Friedman検定	温熱なし 最小値	最大値	中央値	平均値	標準偏差	Friedman検定	Wilcoxonの検定
大腿四頭筋上	足浴姿勢直前	27.4	33.2	30.3	30.5	2.1		26.9	32.3	29.5	29.4	2.0		n.s.
下腿近位：P0	足浴姿勢直後	27.6	33.1	30.8	30.8	2.2	*	27.2	32.4	29.4	29.5	1.9	n.s.	*
	５分	28.0	33.6	31.1	31.0	2.1		27.2	32.7	29.6	29.8	2.1		n.s.
	10分	28.0	33.6	31.0	31.1	2.1		27.7	32.8	29.3	29.8	2.1		n.s.
	仰臥位安静５分	28.2	33.3	31.1	31.0	2.0	n.s.	27.2	32.8	29.1	29.5	2.3	*	*
	10分	27.6	32.8	30.7	30.5	2.0		27.1	32.1	29.3	29.2	1.8		n.s.
	15分	27.8	32.5	30.9	30.6	1.9	n.s.	26.6	31.5	29.8	29.2	1.9	n.s.	*
	20分	28.1	32.9	30.6	30.6	1.8		27.4	31.5	29.0	29.2	1.7		*
	25分	27.2	33.1	30.2	30.3	2.1		27.6	32.1	28.6	29.1	1.7		*
	30分	27.1	32.6	30.1	30.2	1.9		27.2	32.6	28.2	28.9	2.1		n.s.
大腿四頭筋上	足浴姿勢直前	26.9	33.7	30.0	30.5	2.7		26.6	33.0	29.1	29.3	2.4		n.s.
下腿遠位：P1	足浴姿勢直後	27.4	33.8	30.3	30.8	2.6		26.8	33.0	29.1	29.3	2.4		*
	５分	27.9	33.5	30.6	30.8	2.3		26.9	32.9	29.0	29.5	2.3		*
	10分	28.1	33.3	30.4	30.7	2.2		27.2	32.8	29.0	29.4	2.3		*
	仰臥位安静５分	26.8	34.4	30.5	30.6	2.8	n.s.	27.1	33.3	28.8	29.3	2.5	n.s.	n.s.
	10分	27.3	34.0	30.4	30.6	2.5		26.7	32.1	29.1	28.9	1.9		*
	15分	27.8	33.0	30.8	30.7	2.2		26.4	31.6	29.6	29.0	2.1		*
	20分	28.1	33.9	30.9	30.8	2.1		26.6	31.6	29.0	28.9	1.9		*
	25分	27.2	33.6	30.9	30.6	2.2		27.2	32.4	28.7	29.2	1.9		*
	30分	26.9	33.4	30.8	30.5	2.3		26.5	32.9	28.1	28.9	2.3		*
大腿二頭筋上	足浴姿勢直前	27.2	32.8	30.2	30.2	2.0		25.9	32.1	29.3	29.1	2.2		n.s.
下腿近位：P4	足浴姿勢直後	28.2	33.2	30.7	30.7	1.8		26.7	32.2	29.2	29.2	1.8	n.s.	*
	５分	27.7	33.2	31.0	30.8	2.1		26.6	32.7	29.3	29.5	2.2		n.s.
	10分	27.3	32.7	31.0	30.6	2.1		26.9	33.1	28.9	29.4	2.3		n.s.
	仰臥位安静５分	27.4	32.5	30.8	30.5	2.2	n.s.	26.4	32.9	28.9	29.1	2.3	*	n.s.
	10分	27.6	31.9	30.5	30.2	1.8		26.4	32.2	28.9	28.8	2.0		n.s.
	15分	27.6	32.4	30.6	30.4	1.9		25.9	31.2	29.2	28.7	1.9	n.s.	*
	20分	28.1	33.0	29.9	30.4	1.8		26.6	31.3	28.9	28.7	1.7		*
	25分	27.4	32.9	30.0	30.1	1.9		27.5	31.8	28.4	28.8	1.7		*
	30分	26.8	32.3	30.1	29.9	1.8		27.0	32.0	28.3	28.7	1.9		*
大腿二頭筋上	足浴姿勢直前	25.7	33.5	30.1	29.6	3.1		25.5	31.8	28.5	28.7	2.5		n.s.
下腿遠位：P5	足浴姿勢直後	26.2	34.0	31.0	30.3	3.2		26.0	32.2	28.2	28.6	2.6		n.s.
	５分	26.3	33.9	31.1	30.2	3.1		26.1	31.9	28.5	28.9	2.4		n.s.
	10分	26.6	33.3	30.9	30.5	2.9		26.6	31.4	28.3	28.8	2.1		n.s.
	仰臥位安静５分	26.6	33.3	30.5	30.0	3.0	n.s.	26.3	31.3	28.1	28.6	2.3	n.s.	n.s.
	10分	25.6	32.8	30.6	29.7	3.1		25.9	30.9	28.1	28.2	2.0		n.s.
	15分	26.0	33.5	30.2	29.9	3.0		25.4	30.6	28.4	28.2	2.3		n.s.
	20分	26.1	34.2	29.6	29.8	3.0		25.8	30.8	27.6	28.2	2.1		*
	25分	25.4	34.0	29.9	29.5	3.1		25.9	31.3	27.9	28.3	2.2		n.s.
	30分	25.0	33.9	30.0	29.5	3.1		25.2	31.8	27.7	28.1	2.6		*

大腿四頭筋の測定位置は，仰臥位の状態で左膝蓋骨左上端から大腿へ水平に15 cm（P0）と20 cm（P1）
大腿二頭筋の測定位置は，仰臥位の状態で左腓骨頭から大腿へ水平に15 cm（P4）と20 cm（P5）
温度の単位は℃
＊：$p<0.05$

表４．膀胱内尿量と自律神経系の相関

n=6

		膀胱内尿量	
		温熱あり	温熱なし
心拍数	足浴姿勢直前	−.439	.133
	足浴姿勢直後	−.493	−.059
	５分	−.725	−.004
	10分	−.337	−.320
	仰臥位安静５分	−.613	−.367
	10分	−.610	−.059
	15分	−.795	−.390
	20分	−.829＊	−.530
	25分	−.763	−.376
	30分	−.882＊	−.778
HF	足浴姿勢直前	.552	−.044
	足浴姿勢直後	.543	−.140
	５分	.632	−.205
	10分	.430	.110
	仰臥位安静５分	.375	.540
	10分	.829＊	.598
	15分	.928＊＊	.886＊
	20分	.911＊＊	.599
	25分	.882＊	.511
	30分	.698	.263
LF/HF	足浴姿勢直前	−.491	.020
	足浴姿勢直後	−.404	.044
	５分	−.450	.404
	10分	−.648	.358
	仰臥位安静５分	−.456	−.296
	10分	−.257	−.199
	15分	−.500	−.140
	20分	−.530	−.459
	25分	−.155	−.648
	30分	−.632	.404

数字はSpearmanの相関係数
＊＊：p<0.01，＊：p<0.05

意な相関は認められなかったが，温熱あり条件では一貫して負の相関関係を示し，温熱なし条件では一貫性は認められなかった．

Ⅵ　考　　察

足浴による温熱刺激ならびに仰臥位足浴姿勢による尿量と自律神経系への影響について考察し，看護への示唆を得る．

１．尿量と自律神経系への影響

今回，実験２時間前に200 mlの水分負荷を課し，時間尿量を意図的に多くし実験を行った．事前に複数回排尿し，直前にも排尿している状態にもかかわらず，正常成人の日中１時間尿量の目安である0.5〜2 ml×体重[17]よりも排尿量が多く，50分間で200 mlを超えた．仰臥位足浴姿勢では，足浴中，足浴後の安静時の膀胱内尿量ならびに安静解除直後の排尿量に温熱刺激の有無による差は認められなかった．そのため，自律神経系への影響は温熱刺激ではなく尿量によるものと考えられた．本研究の結果は，白湯による足浴の生理学的変化に関する先行文献[13)-15)]でいわれている，心拍数の足浴中からの減少，副交感神経活動の亢進，交感神経活動の不変あるいは抑制の傾向と異なっていた．足浴中の心拍数とHFはいったん上昇し，心拍数は足浴後10分の時点で減少，HFは足浴後15分をピークに低下し，足浴後20分の時点では足浴前と差がなくなり，その後さらに低下した．一方LF/HFは足浴後から上昇し足浴後仰臥位安静20分では有意に上昇し，副交感神経優位から交感神経優位に変化した．この自律神経系の反応は，仰臥位安静15分頃より温熱刺激の有無に関わりなく尿量が急激に増加し，足浴後仰臥位安静20分の時点では膀胱内の尿による膀胱伸展刺激が交感神経中枢を刺激し始める150 ml弱程度となっていた時期と一致しており，膀胱内尿量が，交感神経に影響したものと考えられた．

２．温熱刺激が排尿の機能にもたらす影響

尿量は，温熱刺激あり条件下で仰臥位安静後10〜25分の間に，温熱刺激なし条件下では仰臥位安静後15分でHFと強い正の相関を示したが，LF/HFとは有意な相関は認められなかった．石塚ら[18]によると，膀胱に尿が150〜200 ml蓄尿されると膀胱壁が伸展して，骨盤神経（副交感神経）が刺激され膀胱が弛緩，下腹神経（交感神経）が亢進し内尿道括約筋が収縮，陰部神経（体性神経）により外尿道括約筋の収縮がもたらされ，尿が漏れない状態に整えられる（蓄尿機能）．膀胱内尿量と副交感神経活動の正の相関は，膀胱弛緩を示すと考えられ，温熱刺激あり条件下の方が，尿量が少なく膀胱壁の伸展がより少ないにも関わらず副交感神経が亢進し膀胱弛緩が促されたのではないかと考えられた．

また，温熱刺激あり条件は温熱刺激なし条件よりも有意に初発尿意による排尿量が減少した．膀胱に尿が150〜200 ml蓄尿されることによりもたらされる膀胱壁の伸展刺激は，胸腰髄交感神経中枢を介して大脳に尿意を感じさせる（初発尿意）が，人は意識的に橋排尿中枢を抑制して尿意を消失させ，膀胱壁の伸展刺激が交感神経を刺激し続け最大膀胱内尿量に達して強い尿意（最大

尿意）を発現させる前までに排尿環境を整えて排尿する（尿排出の機能）[18]．過度に膀胱内に蓄尿せず腎臓を保護するこの仕組みは，正常な初発尿意の発現によっている．対象者の中には温熱刺激なし条件下では270 mlを超えても初発尿意がなく，温熱刺激あり条件下では220 mlで初発尿意を感じた者も存在し，正常な方向への膀胱伸展刺激への鋭敏さが増したものと考えられた．さらに温熱刺激あり条件下では，膀胱内尿量と自律神経系指標の正負の相関関係は，常に安定しており，温熱刺激なし条件下よりも自律神経系のバランスがとれていた．これらの結果は，高齢者の夜間頻尿に対する足浴が，夜間排尿回数ならびに夜間尿量を減少させ，夜間１回排尿量を増加させるとした小林の報告[9]を支持するものと考える．

３．体位による影響

大腿の皮膚表面温度は，温熱刺激なし条件が常に低く推移し，温熱刺激によって皮膚温の低下は緩徐になるものの，足浴後の安静仰臥位20分の時点ですでに足浴前の皮膚温と差は認められなかった．温熱刺激なし条件では下腿遠位の皮膚温は足浴姿勢前と差は認められなかったが，下腿近位の皮膚温は足浴姿勢前に比べ有意に低下を示し，実験前の皮膚温に回復することはなかった．このことから，仰臥位足浴姿勢は，大腿の血液循環量を減少させる傾向にあり，足浴による温熱刺激によっても下肢の循環量を増加させる効果は低いものと考えられた．温熱刺激の有無に拘わらず尿量が多かった今回の結果から，足浴姿勢そのものに尿量増加の作用のあることが示唆された．立位に比べ仰臥位は平均500～1000 mlの血液を上体に移動させる[19]とされ，腎血流量の増加に伴う尿量増加が考えられ，今回の結果を支持しているものと思われた．下腿近位の皮膚温の低下が著しかったことから，膝関節の屈曲が，いったん上体へ移動した血液を下腿へ戻りにくくしている可能性が高いが，今回の結果からはそれによる影響は十分検討できなかった．

Ⅶ　結　　論

１．仰臥位足浴姿勢による50分間の排尿量は比較的多く，温熱刺激の有無による尿量の差は認められなかった．

２．初発尿意直後の排尿量は，温熱刺激ありの方が温熱刺激なしよりも有意に排尿量が少なく，足浴による温熱刺激は，尿の伸展刺激に対する鋭敏さをもたらした．

３．大腿の皮膚表面温度は，温熱刺激なし条件が常に低く推移し，温熱刺激あり条件下では低下が低く抑えられたものの，大腿の血液循環は維持できず低下を示した．また，大腿の皮膚表面温度は，尿量とは相関しなかった．

４．自律神経系は，足浴姿勢後の安静20分近辺で副交感神経優位から交感神経優位に変化した．蓄尿量の増加に伴う膀胱伸展刺激によるものと考えられた．

５．足浴による温熱刺激は排尿コントロールに有効と考えられた．

引用文献

1）清水祐子，佐藤みつ子，永澤悦伸：仰臥位足浴による心臓自律神経機能の変化　若年健康女性を対象に，山梨医大紀，18,：31-34，2001.

2）Saeki Y：The effect of foot-bath with or without the essential oil of lavender on the autonomic nervous system：a randomized trial, Complementary Therapies in Medicine. 8 (1)：2-7, 2000.

3）吉森久美子他：眠れない患者に足浴を実施して不眠援助に足浴は有効か，日看研会誌，18，172，1995.

4）土江淳子：足浴が睡眠に及ぼす影響について―脳波と皮膚温から―．日看研会誌，15(2)：90-91，1992.

5）Liao, W. Landis C. A., Lentz, M. J, Chiu, M.：Effect of foot bathing on distal-proximal skin temperature gradient in elders, IJNS. 42 (7)：717-22, 2005.

6）Nakaya J. Ohtsuka Y, Mano Y：Effects of footbath on sleeping time in the elderly, JJSBC&PM. 66 (3)：165-70, 2003.

7）上馬場和夫，許鳳浩：足浴による温度依存性の生理的変化―胃電図と空腹感の変化について―，日温気物医誌，67：139-147，2004.

8）富永真琴：生体はいかに温度をセンスするか―TRPチャネル温度受容体―．日生誌，65(4・5)：130-137，2003.

9）中村崇，山田鷹，田中矢，渋川正人，加藤信也，土屋育恵，掛川晃：リラクセーションと物理療法．理学療法，28(8)：993-998，2011.

10）小林たつ子：高齢者の夜間頻尿に対する足浴の効果．泌尿器ケア，16(2)：175-177，2011.

11）豊田久美子：足浴が排尿に与える影響に関する基礎的検証，人間看研，3：51-61，2006.

12）一之瀬充行：生体生理情報とその評価．バイオフィードバック研究，37(2)：35-41，2010.
13）山本敬子，阿曽洋子，永田鎮也：密封式足浴が中年期健康者の自律神経系および精神神経免疫活性に及ぼす影響：ウェーブレット解析による自律神経系活性の時系列変化の検討．自律神経，44(6)：400-408, 2007.
14）齋野貴史：足浴・指圧の生理的効果―皮膚表面温度と心拍変動による評価―．大阪府大看紀，18(1)：75-83，2012.
15）許鳳浩，王紅兵，上馬場和夫：炭酸泉足浴と淡水足浴による生理・心理・生化学的変化の比較．日温気物医誌，70(3)：172-185，2007.
16）早野順一郎：心拍変動による自律神経機能解析．井上博（編著）循環器疾患と自律神経機能．pp. 71-109, 医学書院，2001.
17）日本泌尿器科学会，夜間頻尿診療ガイドライン作成委員会編集：夜間頻尿診療ガイドライン．p. 49, Blackwell，2009.
18）石塚修，西沢理：排尿機能の生理，排泄リハビリテーション―理論と臨床，穴澤貞夫，後藤百万，高尾良彦，本間之夫，前田耕太郎，pp. 46-50，中山書店，2009.
19）三木健寿：起立負荷に対する循環・体液調節応答．JCR，16(3)：286-292，2007.