

冷え症女性の冬期と夏期における局所温冷負荷に対する 温度感覚と皮膚血管応答

The thermal sensation and cutaneous vasomotor response to local thermal load in winter and summer seasons in young women with a cold constitution

山崎 文夫¹⁾、藤田 真澄^{1,2)}、渡辺 由里^{1,3)}

Fumio Yamazaki, Masumi Fujita, Yuri Watanabe

要旨

本研究では若年女性を対象として局所温冷負荷時の皮膚温、温度感覚および皮膚血管反応の季節差について検討した。また、これらの心理生理的反応が冷え症者と非冷え症者との間で異なるのか否かについても検討した。冷え症の判別は体の冷えに関するアンケート調査によって行った。被験者は冬期（2-3月）と夏期（7-8月）に同一環境条件下（室温27℃）で行われた2つの実験に参加した。実験1では20℃の水に2分間手を浸漬し、その後回復過程の測定を10分間行った。実験2では足背と下腿の各6cm²の皮膚領域をそれぞれ32℃から42℃へ上昇させる局所加温を行った。その結果、冷水負荷からの手部の皮膚温と温度感覚の回復は冬期の方が夏期よりも遅く、足背部への局所加温時の温覚感受性と皮膚血流増加反応は夏期の方が低いことから、四肢末梢部の局所性皮膚血管拡張機能には季節差のあることが明らかとなった。冷え症者では、夏期において冷水負荷後の皮膚温の回復が遅く、また下肢加温負荷時の局所性皮膚血管拡張反応が減弱することが示唆された。

Abstract

In the present study, we examined the seasonal variation in skin temperature, thermal sensation and cutaneous vascular responses to local thermal loading in young female subjects. In addition, we evaluated whether the psychophysiological responses in subjects with a cold constitution differed from those in normal subjects. The subjects with or without a cold constitution were classified based on a questionnaire regarding the coldness of the body. Subjects participated in the two experiments under similar environmental conditions (room temperature: 27° C) in winter (February to March) and in summer (July to August). In experiment 1, subjects immersed their hand in 20° C water for 2 min, followed by a 10-min recovery period. In experiment 2, a small skin area (6 cm²) on the dorsal foot and calf was locally heated from 32° C to 42° C. After immersion of the hand in the cool water, the palmar skin temperature and thermal sensation in the hand recovered slower in winter than in summer, and the sensitivity to warm sensation and the increase in skin blood flow during local skin heating in the dorsal foot were lower in summer. These results suggested that 1) local skin vasodilator function at peripheral sites in limbs exhibits seasonal variation, and 2) young females with a cold constitution have slower recovery of palmar skin temperature after hand immersion in cool water and an attenuated vasodilator response to local heating in the skin of the lower limb in summer.

キーワード：冷え症、温度感覚、皮膚血流量、局所加温

Key words : cold constitution, thermal sensation, skin blood flow, local warming

1) 山口県立大学看護栄養学部看護学科運動生理学研究室

Yamaguchi Prefectural University, Faculty of Nursing and Human Nutrition, Exercise Physiology Laboratory

2) 山口県立総合医療センター

Yamaguchi Prefectural Grand Medical Center

3) 下関医療センター

Shimonoseki Medical Center

I. 緒言

通常の人が苦痛を感じない程度の温度環境下において、身体の末梢部、特に下肢に強い冷感を自覚するものは一般的に冷え症と呼ばれている。冷え症は男性よりも女性に多く、若年女性を対象とした調査では約50%に冷え症の自覚のあることが報告されている¹⁾。冷え症は四肢末端の強い冷感やそれから生じる苦痛のみでなく、不眠、倦怠感、集中力や注意力の低下など精神面や行動面への影響も大きく、女性の健康状態や生活の質を著しく低下させている。

冷え症は日本ではよく知られた概念であるが、欧米諸国ではこの概念は存在しない。Nagashimaたち²⁾は、日本人の冷え症を国際学術雑誌に「hi-e-sho」として初めて報告し、冷え症のある若年女性は甲状腺ホルモン濃度が低く代謝量の低いことや寒冷暴露時の末梢部皮膚温低下の大きいことを示している。冷え症者は非冷え症者に比べて下肢末梢部皮膚血管のアドレナリン受容体感受性が高く、冷却に対して血管収縮が強く起こることが報告されている³⁾。また、冷え症者は寒冷暴露中に深部体温や平均皮膚温が非冷え症者と同じであっても、より寒く感じることを示されている^{2,3)}。これらの結果より、冷え症の原因として熱産生能が低いこと、全身冷却時に末端部皮膚血管収縮が強く起こって皮膚温がより低下すること、同一の皮膚温低下に対する冷覚感受性が高いことが考えられる。

一方、冷え症者の温覚感受性や皮膚血管拡張機能については不明な点が多い。28℃の室温条件下において、手背部、足背部、腰部の冷覚閾値は冷え症者の方が非冷え症者よりも小さく冷覚感受性は高いが、温覚閾値にはいずれの部位においても両者に差のないことが報告されている⁴⁾。他方、SadakataとYamada⁵⁾は、25-26℃の室温条件下において足背部皮膚加温時の温覚閾値が冷え症者の方が高いことを観察しており、実験結果が一致していない。皮膚血管拡張機能に関して、冷え症者は冷水負荷後に冷却された皮膚の温度回復が遅いことが多くの研究者によって報告されている⁶⁻¹⁰⁾。これは冷え症者では冷却されて皮膚血管が収縮した状態からの弛緩機能が低いことを示唆しているが、通常の血管運動状態から皮膚が局所的に加温された時の血管拡張機能が低いのか否かは明らかにされていない。

冷えの愁訴には季節差があり、特に冬期に多い¹¹⁾。

¹²⁾。近年、職場、公共施設、一般家庭において冷房が普及したことにより、冷え症は夏期でも女性を悩ませる不快症状となっている。しかしながら、冷え症者の温度感覚や皮膚血管運動機能の季節差に関する報告は限定的である。菰田ら¹³⁾は、起立負荷後の下肢の皮膚温変化が春期(4月)、夏期(7月)、秋期(10月)、冬期(12月)の間で差異のないことを報告した。山田と吉村¹⁴⁾は、女性の冷え症を識別する指標についての総説の中で、冷水負荷後の皮膚温の回復は冬期と夏期のいずれにおいても冷え症では遅くなることを記述している。しかしながらこれらの先行研究では、皮膚血流量(SkBF)や温度感覚は測定されておらず、検討の余地が多く残されている。温覚感受性と皮膚血管拡張反応は、一般的には気温の高い夏期の方が冬期よりも高くなり、これらはいずれの季節においても冷え症者の方が非冷え症者よりも低いことが推測される。

本研究では、若年女性を対象として局所温冷負荷時の皮膚温、温度感覚およびSkBF反応が冬期と夏期とで異なるのか否かについて検討した。さらに、冬期と夏期におけるこれらの心理生理的反応が、冷え症者と非冷え症者との間で異なるのか否かについて検討した。

II. 方法

1. 被験者

被験者は喫煙習慣のない健康な女子大学生11名であった。体の冷えに関する10の質問項目からなるアンケートを実施した²⁾。冷え症者の判別のためのそのアンケートの信頼性については報告されている¹⁵⁾。7項目以上該当した3名を冷え症群、それ以外の8名を非冷え症群と分類した。本研究は、山口県立大学生命倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号27-62号)。被験者には事前に実験の目的、方法や危険性等について十分に説明した後に書面によって同意を得た。実験結果は個人が特定されないようナンバー表記として鍵のかかる場所で管理を行った。

2. 測定

(1) 温冷感

局所温冷刺激中の温冷感の経時変化を明らかにするために、視覚的アナログ尺度(Visual Analogue Scale: VAS)によって温度感覚を連続測定できる装

置 (VAS 装置) を開発した。この装置には左右 150 mm の幅で動かすことのできるつまみが上下に 2 つあり、それぞれのつまみの位置によって電圧の出力値を変化させることができる (図 1)。左端から 25 mm の位置に「冷たい」と表示し、その点を 0 とした。右端から 25 mm の位置に「熱い」と表示し、その点を 100 とした。被験者には「冷たい」あるいは「熱い」を超えた感覚については両感覚間の幅である 0 と 100 を超えて左右に 25 mm ずつまで動かすことを許可した。VAS 装置は被験者前方で測定中につまみを動かしやすい、できる限り腕の動きが小さくなる場所に設置した。

(2) SkBF と局所温度

SkBF の測定にはレーザー血流計 (ALF21、アドバンス社) を用いた。血流計のプロープ (P 型、アドバンス社) は局所温冷刺激用の円形プロープ (刺激面積 6cm²) の中央に挿入し、左の足背部と下腿外側部に装着した。また、足指の SkBF をプロープ (C 型、アドバンス社) を右足指底側面に貼付して測定した。温冷刺激部の局所温度は、刺激用プロープ直下の皮膚に熱電対を貼付して測定した。VAS 装置の出力値、刺激部の局所温度およびレーザー血流計の出力は、データ収集・解析システム (UAS-A1、ユニークメディカル社) を用いて 1 秒毎に測定した。

(3) 皮膚温、舌下温および血圧

皮膚温の測定のために、胸部、左上腕部、左大腿部、左下腿部、左足背部、右足指部、右手掌部に銅-コンスタンタン熱電対をサージカルテープで貼付した。なお下腿部と足背部に貼付した熱電対は温冷刺激用プロープから約 1 cm 離れた。右手掌部の熱電対は医療用ポリウレタンフィルム (テガダーム 16004、3M 社) で覆った。皮膚温は高精度温度計測機 (NR-TH08、キーエンス社) を用いて 1 秒毎に測定した。舌下温は電子体温計 (MC-672L、オムロン社) を用いて測定し、血圧と脈拍数は電子血圧計 (H55、テルモ社) のカフを左上腕に巻いて測定した。なお、体重および体組成は体成分分析器 (X-ME9、オーワメディカル社) を用い、身長は身長計 (2mHP、ツツミ社) を用いて測定した。

3. 実験手順

被験者は冬期 (2~3 月) と夏期 (7~8 月) に、同一の実験をそれぞれ 1 回ずつ行った。実験日に被験者は実験開始 1.5 時間前までに食事を済ませ、午

前 9 時 30 分に入室した。当日の体調に関する問診を行った後に、長袖シャツと短パンの服装に着替え、身長と体組成を測定した。その後、27℃ に設定した室内で半座位で安静を保った。被験者が半座位で安静を保っている間、測定のためのプロープ等を装着した。

被験者は以下の 2 つのプロトコルの局所温冷負荷実験を行った。各プロトコルでの実験開始直前と終了直後に舌下温と血圧を測定した。

実験 1 では、冷水負荷後の浸水部の温度感覚と皮膚温の回復を検討した。冷水負荷には恒温水槽 (EL-15F、タイテック社) を使用し、水温は 20℃ に設定した。2 分間の浸水前ベースライン測定の後、被験者は右手を手首まで 2 分間浸漬した。出水後は検者が素早くタオルで水分を拭き取り、手掌を上に向けて 10 分間安静にした。実験中に被験者は右手 (浸水側) の温度感覚を VAS 装置のつまみの位置を左手で操作することで回答した (図 1)。

実験 2 では、下肢局所加温に対する温覚感受性と皮膚血管拡張反応を検討した。下腿部と足背部の局所皮膚温を 32℃ で 3 分間維持した後、42℃ まで 5 分間 (+2℃ / 分) で上昇させ、42℃ で 10 分間維持した。実験中に被験者は下腿部と足背部の温度感覚を VAS 装置を用いて回答した。

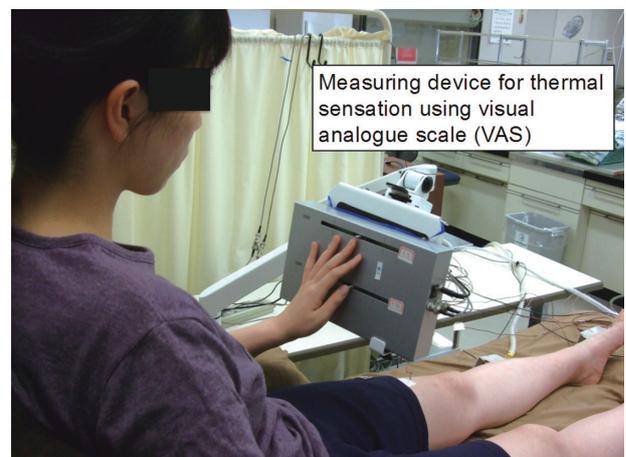


図 1 視覚的アナログ尺度 (VAS) による温度感覚の測定装置

つまみの位置を左右に移動させることによって任意の身体部位の温冷感の度合いを連続的に出力することができる。

4. データ解析と統計処理

平均皮膚温は Ramanathan¹⁶⁾ の式 [(胸部皮膚温 + 上腕部皮膚温) × 0.3 + (大腿部皮膚温 + 下腿部皮膚温) × 0.2] を用いて算出した。平均皮膚温、舌下温、非温冷刺激部の下腿部、足背部および足指の皮膚温、血圧および脈拍数は、局所温冷負荷によって変化しなかったため、2つの実験中の測定値をすべて平均した。1秒毎に連続測定したすべての項目は20秒毎に平均値を算出した。また、実験1では、測定開始から2分までの平均値を浸水前ベースライン値、3分から4分までの平均値を浸水中の値とした。実験2では、測定開始から3分までの平均値を加温前ベースライン値とした。

すべての測定項目において冷え症者と非冷え症者に分けて季節別に平均値と標準誤差 (SE) を求めた。身体組成と安静時生理的パラメーターの差の検定は、季節差については対応のある t 検定を、冷え症者と非冷え症者との差については対応のない t 検定をそれぞれ用いた。局所温冷負荷に対する生理的応答の季節間の差と負荷前との差の検定には対応のある 2 要因分散分析を用いた。統計解析には IBM SPSS Statistics ver. 23 と KaleidaGraph ver. 4.5 を用い、有意水準 5% 未満 (P < 0.05) を統計的に有意と判定した。

III. 結果

1. 身体特性と基礎安静時生理的パラメーター

表 1 に、被験者の身体特性を冬期と夏期に分けて示した。非冷え症群の平均値を季節間で比較する

と、夏期は冬期よりも体重、体脂肪量および BMI が低かった (P < 0.05)。同様な傾向は冷え症群においても認められた。いずれの季節においても身体特性には 2 グループ間に有意な差はみられなかった。

表 2 に、実験中の循環および体温パラメーターを冬期と夏期に分けて示した。いずれのグループにおいても、血圧、脈拍数、舌下温および平均皮膚温には季節間で差はみられなかった。下腿部皮膚温は非冷え症群では夏期の方が冬期よりも低かったが (P < 0.05)、冷え症群では季節差はみられなかった。一方、足背部皮膚温は冬期の方が低く、非冷え症群におけるその差は統計的に有意であった (P < 0.05)。いずれのグループにおいても足指皮膚温は冬期の方が夏期よりも低かった (P < 0.05)。足指皮膚温は冬期には冷え症群で低い傾向がみられたが (P = 0.07)、夏期にはグループ間に差はみられなかった。

2. 局所温冷負荷に対する応答

(1) 実験 1 (冷水負荷実験)

図 2 に、手部への冷水負荷に対する手掌部皮膚温と温冷感の応答を季節別に示した。いずれのグループにおいても浸水前の手掌部皮膚温は、冬期 (非冷え症; 34.4 ± 0.4°C、冷え症; 33.6 ± 0.9°C) の方が夏期 (非冷え症; 35.1 ± 0.3°C、冷え症; 35.2 ± 0.1°C) よりも低かった (P < 0.05)。手掌部皮膚温はいずれの季節においても冷水負荷によって有意に低下し、負荷後の回復は冬期の方が遅かった。その結果、手掌部皮膚温は負荷終了後 3 分から 10 分まで冬期の方が夏期よりも低かった (P < 0.05)。冬期におい

表 1. 被験者の身体特性

	冬 期		夏 期	
	非冷え症	冷え症	非冷え症	冷え症
身長, cm	155.8 ± 1.7	163.0 ± 6.6	155.9 ± 1.8	163.2 ± 6.0
体重, kg	50.6 ± 1.4	56.7 ± 6.5	48.1 ± 1.7 [#]	54.6 ± 6.5
BMI, kg/m ²	20.9 ± 0.5	21.2 ± 0.8	19.8 ± 0.7 [#]	20.3 ± 1.0
除脂肪量, kg	37.5 ± 0.9	41.3 ± 4.3	37.1 ± 1.0	41.2 ± 4.3
体脂肪量, kg	13.1 ± 0.8	15.4 ± 2.2	11.1 ± 0.8 [#]	13.4 ± 2.2
筋肉量, kg	34.6 ± 0.8	38.0 ± 3.9	34.3 ± 0.9	38.1 ± 4.0

平均値 ± SE.

BMI : Body Mass Index.

[#] P < 0.05 vs 冬期.

表2. 冬期と夏期における実験中の循環および体温パラメーター

	冬 期		夏 期	
	非冷え症	冷え症	非冷え症	冷え症
収縮期血圧, mmHg	102.2 ± 3.4	98.3 ± 9.4	100.4 ± 2.7	100.5 ± 6.0
拡張期血圧, mmHg	62.6 ± 3.5	63.0 ± 6.0	61.3 ± 2.4	64.8 ± 6.7
脈拍数, 拍 / 分	77.2 ± 3.6	69.5 ± 5.9	77.7 ± 3.6	71.0 ± 5.7
舌下温, °C	36.5 ± 0.1	36.1 ± 0.2	36.5 ± 0.2	36.4 ± 0.3
平均皮膚温, °C	33.4 ± 0.3	32.9 ± 0.3	33.5 ± 0.3	34.0 ± 0.2
下腿部皮膚温, °C	33.4 ± 0.3	32.0 ± 0.4	31.9 ± 0.2 [#]	31.8 ± 0.1
足背部皮膚温, °C	31.8 ± 0.9	25.6 ± 0.6	32.5 ± 0.9	33.1 ± 0.1 [#]
足指皮膚温, °C	27.5 ± 1.6	24.7 ± 1.0	31.3 ± 1.2 [#]	31.6 ± 0.5 [#]
平均値 ± SE.	[#] P < 0.05 vs 冬期.			

て、冷え症群は非冷え症群よりも冷水負荷後の皮膚温の回復が遅く、負荷後10分目の皮膚温には有意差が認められた（非冷え症；31.9 ± 0.7°C、冷え症；28.3 ± 0.9°C、P < 0.05）。一方、夏期における冷水負荷後の皮膚温の回復にはグループ間で有意な差は認められなかった（非冷え症；34.1 ± 0.4°C、冷え症；33.4 ± 0.4°C、P=0.29）。

浸水前の手部温冷感は、非冷え症群では冬期と夏期の間に差はみられなかったが、冷え症群では夏期に比べて冬期により冷たいと感じる傾向がみられた（P=0.10）。いずれのグループにおいても冷水負荷後の温冷感の回復は、冬期の方が夏期よりも遅く、非冷え症群では負荷終了後1分40秒から7分までは冬期の方が有意に低値を示した（P < 0.05）。

(2) 実験2（局所加温実験）

図3に、冬期と夏期の下肢局所加温負荷に対する温冷感の変化を示した。いずれの季節においても、足背と下腿の加温部の温冷感は加温と共に増加し（P < 0.05）、その増加は足背部の方が大きい傾向がみられた。非冷え症群における足背部の温冷感は、加温開始後9分から13分まで冬期の方が夏期よりも高かったが（P < 0.05）、下腿部ではそのような季節間の差は認められなかった。冷え症群ではいずれの部位においても季節間に有意な差はなく、またいずれの季節においても非冷え症群との間に差はみられなかった。

図4に、冬期と夏期の下肢局所加温負荷に対する

SkBFの変化を示した。いずれのグループにおいても加温中の足背部SkBFは、冬期の方が夏期よりも有意に高値を示したが（ANOVA, P < 0.0001）、下腿部SkBFの増加には季節間で差はみられなかった。加温中、足背部と下腿部の平均で示した下肢のSkBFは、夏期には冷え症群（13.7 ± 0.9 units）の方が非冷え症群（18.6 ± 1.6 units）よりも小さかったが（P < 0.05）、冬期にはグループ間（非冷え症；18.0 ± 2.8 units、冷え症；18.2 ± 3.7 units）に差は認められなかった。

IV. 考察

本研究では、若年女性を対象として局所温冷負荷時の皮膚温、温度感覚および皮膚血管反応が冬期と夏期とで異なるのか否かについて検討した。環境温が一定であれば皮膚血管が収縮し血流量が減少することで皮膚温は低下し、皮膚血管が拡張し血流量が増加することで皮膚温は上昇する。手掌部などの無毛部の皮膚血管運動はアドレナリン作動性交感神経によって支配されている^{17, 18)}。実験1において、冬期の冷水負荷前の手掌部皮膚温が夏期のそれよりも低かったのは、アドレナリン性皮膚血管収縮機能の亢進によりSkBFが減少していたためであると推測される。冷水負荷後の手掌部皮膚温の回復は冬期の方が遅延して夏期よりも有意に低値を示した（図2）。手掌部皮膚温応答の季節差の原因として冬期には、1) 浸水前SkBFが少なく皮膚温が低い

こと、2) 手掌部の皮膚血管を支配するアドレナリン性交感神経活動の抑制が遅延すること、3) 手掌部皮膚血管の α アドレナリン受容体の親和性が高いこと、が推測される。

本研究では、局所温冷負荷時の心理生理的反応が冷え症者と非冷え症者との間で異なるのか否かについても検討した。実験1において、冷え症者は非冷え症者よりも冬期の冷水負荷後の皮膚温回復が遅い傾向がみられた。楠見ら⁹⁾は、冷水負荷後の手指先端部皮膚温の回復が冷え症者の方が非冷え症者よりも遅いことを報告している。その原因として、冷え症者では手指先端部の末梢血管収縮が持続することによって血流量が低下し、手指皮膚表面温度の回復が遅延するためであると考察している。さらに、常温環境下において冷え症者は非冷え症者よりも足背部皮膚血管の α アドレナリン受容体の感受性の高いことが示唆されている³⁾。これらの報告より、冷え症者ではアドレナリン受容体の高い親和性のために冷却部の皮膚血管収縮が持続して冷水負荷後の手掌部皮膚温が低くなり、その回復が遅くなったのではないかと考えられる。

冷水負荷後の温度感覚の回復は、非冷え症者では冬期の方が夏期よりも遅かった(図2)。この温度感覚応答の季節差は部分的に皮膚温応答(すなわち皮膚温の絶対値とその変化率)の違いによって説明できる。一方、冷え症者の温度感覚の回復パターンには非冷え症者ほど明確な季節差がみられなかったが(図2)、これは身体末梢部の冷えに対する慣れの程度の違いが関与しているかもしれない。本研究における測定方法の限界として、冷水負荷後10分までの皮膚温応答は過渡的であり温熱的平衡状態ではないために、皮膚表面の温度測定部と皮膚の温度受容器周囲の温度が同一でなかった可能性も考えられる。これは皮膚温と温冷感の回復パターンに差を生じさせる原因になるであろう。

下肢局所加温中の足背部の温冷感と SkBF は冬期よりも夏期の方が低かった(図3、4)。これらの結果は、夏期に温覚感受性と足部皮膚血管拡張機能が低下することを示唆している。これらの生理心理的応答の季節差の原因は明らかではないが、少なくとも部分的に加温刺激部周囲の皮膚温の違いが関与したと考えられる。すなわち、夏期の方が実験中

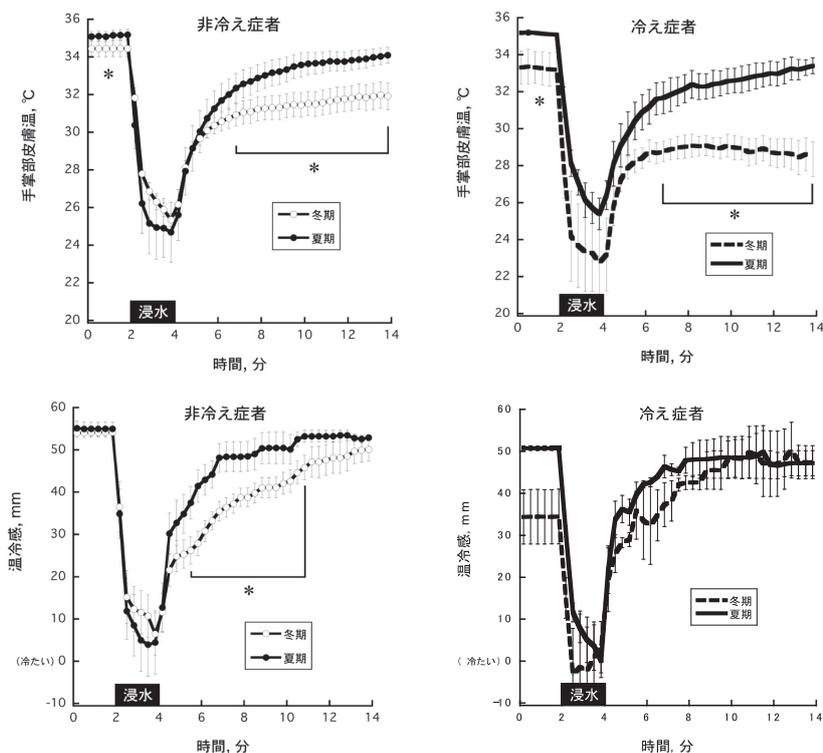


図2 20°Cの水に手を2分間浸漬させた時の手掌部皮膚温と手部温冷感の変化。

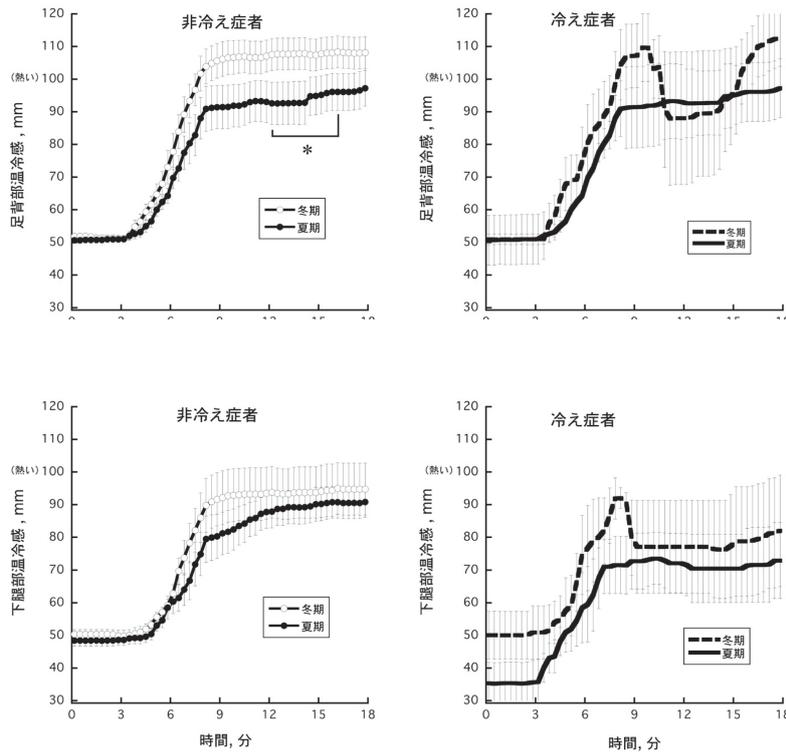


図3 非冷え症者と冷え症者における冬期と夏期の局所加温による温冷感の変化。
 足背部と下腿部の局所皮膚温を32℃で3分間維持した後、42℃まで2℃/分の速度で上昇させて10分間維持した。

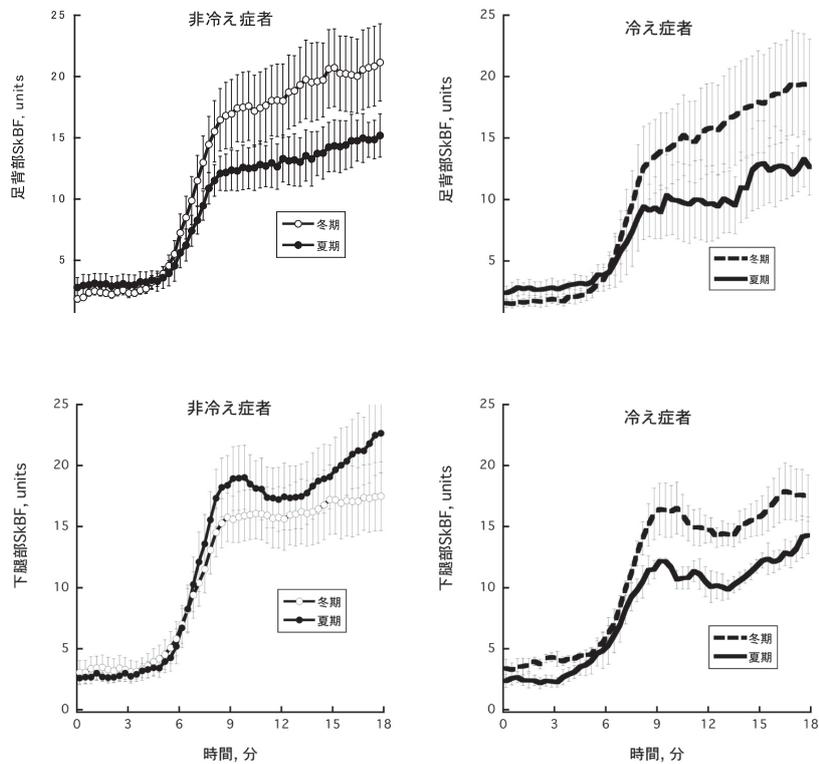


図4 非冷え症者と冷え症者における冬期と夏期の局所加温によるSkBFの変化。
 足背部と下腿部の局所皮膚温を32℃で3分間維持した後、42℃まで2℃/分の速度で上昇させて10分間維持した。

の足背部の皮膚温が高く（冬期； $29.1 \pm 3.7^{\circ}\text{C}$ 、夏期； $33.0 \pm 2.2^{\circ}\text{C}$ ）、冬期と比較して相対的に弱い温熱刺激として作用した可能性がある。そうであるとすれば皮膚の温度感覚や局所性血管拡張反応は、刺激温度の絶対値だけでなく刺激部周囲温度との差によっても影響されると考えられる。

夏期において、局所加温中の冷え症者の下肢（足背部と下腿部の平均）SkBFは非冷え症者よりも低かった。先行研究において、冷え症者では冷却されて手部皮膚血管が収縮した状態からの弛緩機能が低いことが示唆されている⁶⁻¹⁰。本研究では、夏期に平常の皮膚温から温度を上昇させた時の下肢のSkBF増加反応が冷え症者で低下することを新たに示した。局所加温中の初期（5分以内）SkBF増加反応には主に感覚神経を介した軸索反射が関与し、その後一過性の血流減少に続くSkBF増加反応には一酸化窒素（NO）産生に関わる機序が主に関与するとされているので^{19,20}、冷え症者ではこれらの機序が減弱している可能性がある。冷え症者における低い皮膚血管拡張機能は、皮膚からの熱放散を増大させる必要性が高まりやすい夏期において、体温調節の点で不利に働くことになると考えられる。

体重、体脂肪量およびBMIは夏期の方が冬期よりも低かった。これらの所見は女子大学生を対象とした先行研究の結果と一致した²¹。冬期は耐寒性を高めるために体脂肪を蓄積するように調節されるのであろう。冷え症者は非冷え症者よりも体重やBMIの低いことが報告されているが^{22,23}、本研究ではそのような違いは認められなかった。その理由として先行研究では被験者の数が100名以上と多く、他方本研究では11名（冷え症者は3名のみ）であり、冷え症者の一般的な体格や体組成の特徴が現れにくかったのではないかと考えられる。

以上のことから、冷水負荷からの手掌部皮膚温と手部温度感覚の回復は冬期の方が夏期よりも遅く、足背部への局所加温時の温覚感受性と皮膚血流増加反応は夏期の方が低いことから、四肢末梢部の温度感覚と局所性皮膚血管拡張機能には季節差のあることが示された。冷え症者は、冬期において冷水負荷時の手掌部皮膚温の回復が遅く、夏期において下肢局所加温時の皮膚血管拡張反応が減弱することが示唆された。

謝辞

本研究にご協力いただきました方々に深く感謝いたします。本研究はJSPS科研費15K01505および山口県立大学研究創作活動助成から助成を受けた。

引用文献

- 1) 大和孝子、青峰正裕：女子大学生における冷え症と身体状況および生活環境との関連、総合健診、29（5）、46-51、2002.
- 2) Nagashima K, Yoda T, Yagishita T, Taniguchi A, Hosono T, Kanosue K：Thermal regulation and comfort during a mild-cold exposure in young Japanese women complaining of unusual coldness, *J Appl Physiol*, 92, 1029-1035, 2002.
- 3) Yamazaki F：The cutaneous vasoconstrictor response in lower extremities during whole-body and local skin cooling in young women with a cold constitution, *J Physiol Sci*, 65（5）、397-405、2015.
- 4) 佐藤真理子、田村照子：冷え症者の末梢部皮膚温と温覚閾値の検討、人間-生活環境系シンポジウム報告集、30、101-104、2006.
- 5) Sadakata M, Yamada Y：Perception of foot temperature in young women with cold constitution：analysis of skin temperature and warm and cold sensation thresholds, *J Physiol Anthropol*, 26（4）、449-457、2007.
- 6) 田中宏美、食見忠弘：青年期女子の冷え症自覚群における冷水・温水刺激による体温変化、日赤醫學、56（2）、507-511、2005.
- 7) 森英俊、坂口俊二、西條一止：冷え症のサーモグラフィガイドライン、*Biomedical Thermology*、26（2）、48-51、2006.
- 8) 山田典子、別宮直子、吉村裕之：判別分析による若年女性の冷え症を識別する指標の選択：冷え症者の身体面および精神面の特性、*日本神経精神薬理学雑誌*、27（5）、191-199、2007.
- 9) 楠見由里子、江守陽子：成熟期女性を対象とした冷水負荷試験による冷え症の評価、*日本助産学会誌*、23（2）、241-250、2009.
- 10) 小川恒夫、川北久美子、小松洋一：女子学生の冷え症についての検討、*南九州大学研究報告、自然科学編*、44、61-66、2014.
- 11) 岡田睦美、宇野充子、永野英子、野村義治、大

- 平哲也、佐藤眞一、嶋本喬：冷え性における冷水負荷サーモグラフィと循環器検診成績、生活習慣との関連、*Biomedical Thermology*、24 (3)、44-50、2005.
- 12) 今井美和、赤祖父一知、福西秀信：成人女性の冷えの自覚とその要因についての検討、*石川看護雑誌*、4、55-64、2007.
- 13) 菰田奈那、藤川朝子、森英俊、久下浩史、上田正一、坂口俊二、西條一止：冷え症に対する体位変換負荷試験の春季、夏季、秋季、冬季における差異、下腿部・足部皮膚温の経時的変化、*Biomedical Thermology*、27 (2)、64-70、2008.
- 14) 山田典子、吉村裕之：女性の冷え症を識別する指標とその精神薬理学への応用、*日本神経精神薬理学雑誌*、29 (5)、171-179、2009.
- 15) 山崎文夫、藤田真澄、渡辺由里：若年女性の冷え症に関するアンケートの信頼性評価、*山口県立大学学術情報*、10、(看護栄養学部紀要 通巻10号)、71-76、2017.
- 16) Ramanathan NL: A new weighting system for mean surface temperature of the human body. *J Appl Physiol*、19、531-533、1964.
- 17) Johnson JM、Pérgola PE、Liao FK、Kellogg DL Jr、Crandall CG : Skin of the dorsal aspect of human hands and fingers possesses an active vasodilator system、*J Appl Physiol*、78、948-954、1995.
- 18) Yamazaki F、Sone R : Different vascular responses in glabrous and nonglabrous skin with increasing core temperature during exercise、*Eur J Appl Physiol*、97、582-590、2006.
- 19) Johnson JM、Minson CT、Kellogg DL Jr.: Cutaneous vasodilator and vasoconstrictor mechanisms in temperature regulation、*Compr Physiol*、4、33-89、2014.
- 20) Kellogg DL Jr、Liu Y、Kosiba IF、O' Donnell D : Role of nitric oxide in the vascular effects of local warming of the skin in humans、*J Appl Physiol*、86、1185-1190、1999.
- 21) 末田香里、尾島由美子、各務雅子：安静時エネルギー代謝量、体重および体組成の年内変動、*名古屋女子大学紀要 (家政・自然編)*、53、119-124、2007.
- 22) 大和孝子、青峰正裕：女子大学生の冷え症者における心電図と身体所見－冷え症の重症度との関連－、*総合健診*、30 (6)、575-580、2003.
- 23) 楠幹江：女子学生における冷え性関連要因の検討－数量化理論Ⅱ類による解析－、*安田女子大学紀要*、39、193-200、2011.