

サーモグラフィによる冷え性の診断の確立

岡山大学医学部産婦人科学教室 (主任: 関場 香教授)

高 取 明 正

Assessment of Diagnostic Criterion of Coldness in Women with Thermography

Akimasa TAKATORI

*Department of Obstetrics and Gynecology, Okayama University School of Medicine, Okayama
(Director : Prof. Kaoru Sekiba)*

概要 冷え性の診断に対するサーモグラフィの臨床的有用性を明らかにすることを目的として本研究を行った。サーモグラフィを用いて冷感を訴える婦人 (冷え性群) と冷感を訴えない婦人 (対照群) の身体各部の表面温度を測定し、外気温との相関関係について検討した。

結果: 1) 冷え性患者では冷感部位とサーモグラフィ上の低温域は下肢・足部でよく一致し、冷感を感している状態では測定環境温以下の低温域として描出された。

2) 冷え性群では測定日の平均外気温と足部の平均表面温度の間に正の相関関係 (足背 $r=0.63$, 足底 $r=0.62$) を認めたが対照群では認められなかつた。

3) 冷え性群では測定日の平均外気温と腹部最高温—足背部最低温の温度較差の間に負の相関関係 ($r=-0.60$) が存在した。温度較差 6°C 以上の出現頻度は冷え性群の方が対照群より有意に高かつた ($p<0.001$)。

4) 平均外気温 15°C 未満の条件下では、冷え性患者群の方が対照群に比べて、足背部の平均表面温度が有意に低く ($p<0.001$)、腹部最高温—足背部最低温の温度較差は有意に大きく ($p<0.001$)、測定環境温以下の低温域の出現頻度は有意に高かつた ($p<0.001$)。

5) 冷え性群では平均外気温の上昇につれて足背部の放射熱量は増加し、腹部の放射熱量は減少する傾向を示したが、対照群では示さなかつた。以上より、冷え性は平均外気温 15°C 以下になると発症しやすいこと、そして下肢の冷感はサーモグラフィ上によく反映され、腹部と足部の温度較差が 6°C 以上あれば冷え性と診断しうることを示唆された。

Synopsis In this study 99 women were examined by thermography to diagnose coldness. We investigated the correlation between the surface temperature of various parts of the body and the atmospheric temperature during a day in 66 women with coldness and 33 without coldness by means of thermography.

Results: 1) Peripheral portions of the lower limbs giving readings lower than 26°C in thermography were found in 67% of women with coldness and in 6% of those without coldness.

2) In the group of women with coldness, the mean surface temperatures in the peripheral portions of limbs were closely correlated with the mean atmospheric temperatures ($r=0.63$, $p<0.001$), and the gradient of temperatures from the abdomen to the peripheral portions of limbs was greater at lower mean atmospheric temperatures.

3) A significantly large number ($p<0.001$) of women with coldness had a gradient of more than 6°C observed compared with the other group.

4) The gradient was significantly larger ($p<0.001$) in women with coldness when the mean atmospheric temperature was under 15°C than in women without coldness.

Conclusion: When the gradient of the surface temperature from the abdomen to the peripheral portions of the limbs in thermography was more than 6°C , we might be able to conclude that the subjects have coldness.

Key words: Coldness in woman • Thermography • Change of atmospheric temperature

緒 言

冷え性は産婦人科外来患者の過半数を占める⁹⁾

といわれ、女性の Quality of life の改善のためには避けては通れない疾患である。しかしこれまで

副次的な訴えとして取り扱われてきたため、取り上げられる機会は少なかった。その原因として、冷え性の定義が曖昧で病態生理が不明なこと、また客観的診断法や症例に応じた治療法が確立していないことなどがあげられる。

そこで本研究ではサーモグラフィを用いて冷え性患者の体表面温度の季節による変動について検討した結果、冷え性の診断及び発症に関する客観的な指標を得たので報告する。

対 象

岡山大学医学部附属病院三朝分院において1990年1月より1991年3月までの間のサーモグラフィ施行例のうち、過去1年間に日常的に冷えて苦痛だと感じた経験を持つ婦人66例（平均年齢41±8歳、以下冷え（+）群と記す）とそのような経験を持たない婦人33例（平均年齢45±9歳、以下冷え（-）群と記す）を対象とした。なお、明らかな基礎疾患を持つ婦人は除外した。

方 法

日本サーモロジー学会は生体が環境系と熱平衡を保っている中立温度条件下でサーモグラフィを行うことが必要であるとして、室温は25℃以上に保つこと・冬季は室温馴化時間20分間以上置くことなどを「サーモグラフィ撮影上のテクニカルガイドライン学会基準案」として定めている¹⁾。学会基準案に従い、食後1時間以上経過してから室温26～27℃、湿度50～60%に設定した恒温室内で所定のガウンに着替えた患者を20分間以上馴化させた後測定した。測定は、非接触で人体から放出される赤外線を捉えることにより、温度分解能0.1℃で皮膚表面温度分布の解析が可能な走査型医用サーモグラフィである、日本電気三栄社製サーモトレーサ6T66を用いて、座位にて顔面・胸部（剣状突起より頭側）・腹部・背部（第四腰椎より頭側）・腰部・下肢伸側（足背を除く）・下肢屈側（足底を除く）・足背・足底・手掌・手背の各部の全体の表面温度を測定した。そして得られたデータはパーソナルコンピュータPC9801VXに転送し記録した後、温度データ処理プログラム9610Mを用いて各部の最高温度・最低温度・平均温度・放射熱量を算出し、冷え（+）群、冷え（-）群の

それぞれの年間の平均表面温度・低温域・測定日の平均外気温との相関関係について検討した。なお温度分布に左右差のある場合は最も高い温度を最高温度とし、最も低い温度を最低温度とした。

予備実験としてサーモグラフィにて23℃・30℃・35℃の皮膚表面温を示したポイントの温度を接触型温度測定器であるテルモ社製コアテンプCTM-205（温度分解能0.2℃以下）を用いて10回ずつ測定したが、温度誤差0.1℃以下であり、0.2℃以上の温度変化があれば有意の温度変化と考えられることが明らかとなった。

また冷えを訴える89名の患者に「冷えを最も感じる季節」と「冷えを感じる部位」に関してアンケート調査を行った。

平均気温は三朝分院気象観測システムにより1時間ごとに記録されたものの平均値を用いた。なお有意差検定はT検定及び χ^2 検定を用いた。

結 果

1. アンケート調査（冷えを感じる季節・部位）
最も強く冷えを感じる季節では冬57%、1年中16%、秋14%、春10%、夏3%と冬季が過半数を占めた。

冷えを感じる部位では表1のように、足背又は足底にかけて感じるものが91%と最も多く、ついで足以外の下肢（63%）、手掌・手背（31%）と四肢末端部に冷えを感じるものが多かった。躯幹部では腰（38%）、肩（13%）、腹（12%）、背中（4%）、首（2%）の順に多かった。

これらより冷えは寒冷環境下で四肢末端と腰部に感じるものの多いことが明らかになった。

2. 身体各部の表面温度（表2）

顔面・腹部・腰部・手掌・手背・下肢伸側・下

表1 冷えを感じる部位(N=89)

足背又は足底	81(例)	91(%)
足以外の下肢	56	63
腰	34	38
手掌・手背	28	31
肩	12	13
腹	11	12
背中	4	4
首	2	2

表2 身体各部表面温の平均値

		(単位: °C, mean±SD)	
		冷え(+) 群 N=66	冷え(-) 群 N=33
(腹側)			
顔面		33.3±0.7	33.0±0.9
手 掌		32.1±1.7	32.3±1.3
腹 部		33.2±0.7	33.0±0.7
下肢伸側		30.9±1.0	31.3±1.1
足 背		28.5±2.8	30.9±2.0
(背側)			
手 背		32.0±1.5	32.4±1.1
腰 部		32.6±0.9	32.8±0.9
下肢屈側		31.4±0.9	31.6±1.3
足 底		28.0±2.8	30.7±2.1

* : p<0.01

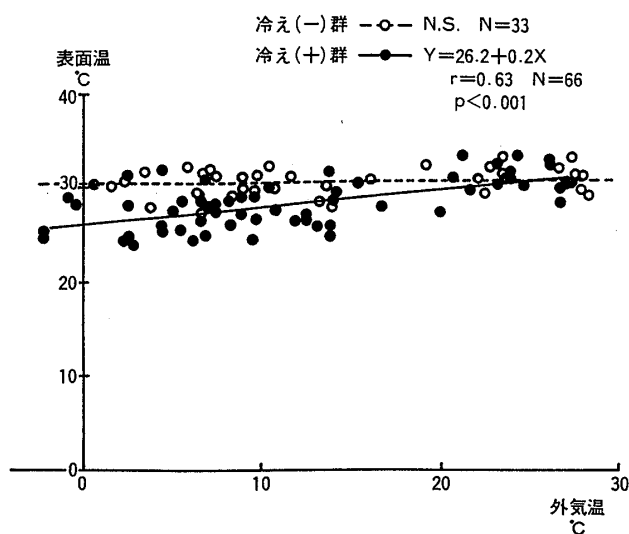


図1 外気温と足背部平均温の相関関係

均値と表面温度測定日の平均気温の相関関係を冷え(+)
・冷え(-) 両群において検討した。

足背部では図1のように冷え(+)
群において回帰直線 $Y=26.2+0.2X$ ($r=0.63$) に従って、平均気温が高くなるほど表面温度が高くなる傾向が認められた。冷え(-) 群においては平均気温に
関係なく表面温度はほぼ一定であった。

足底部では足背部と同様に冷え(+)
群において平均気温が高くなるほど表面温度が高くなる傾向が認められた ($Y=25.5+0.2X$, $r=0.62$) が、冷え(-) 群においては外気温に
関係なく表面温度はほぼ一定であった。

下肢・腰部・腹部・手掌・手背においては両群
ともに平均気温が高くなるにつれて表面温度が高くなる傾向が認められたがその勾配は小さく、一定の相関関係は認められなかつた。

顔面においては両群共に平均気温に
関係なく表面温度はほぼ一定であった。

以上より冷え(+)
群の四肢末端の表面温度は外気温の影響を受けやすく、寒冷環境下にて足背部と足底部の皮膚表面の血管が収縮し、血流量の低下に伴って皮膚表面温度が低下すると、中立環境下で20分間以上馴化した後も容易に血流が回復せず皮膚温度が上昇しないことが明らかとなつた。

5. 外気温と腹部最高温—足背部最低温の温度
較差の関係 (図2)

肢屈側・足背・足底の各部における年間の平均温度を冷え(+)
群と冷え(-) 群とで比較した。足背・足底部においては冷え(+)
群は冷え(-) 群よりもそれぞれ2.4°C, 2.7°C低く両群の間に有意の差を認めた ($p<0.01$)。一方顔面・腹部・腰部・手掌・手背・下肢伸側・下肢屈側では冷え(+)
群・冷え(-) 群ともに平均温度は32~33°Cで部位による大きな差を認めず、両群の間に有意差を認めなかつた。

サーモグラフィ上、冷え性の特徴は足背・足底の低温域の出現として捉えることができた。

3. 身体各部の低温域

測定環境温度 (26~27°C) 以下の低温域が存在したのは足背部又は足底部のみであった。冷え(+)
群では全体の67% (44/66), 冷え(-) 群では全体の6% (2/33) において足背又は足底部に低温域が存在し、冷え(+)
群の方が有意に多かつた ($p<0.001$)。

4. 外気温と身体各部の表面温度の関係

身体各部 (足背・足底・下肢伸側・下肢屈側・腹部・腰部・顔面・手掌・手背) の表面温度の平

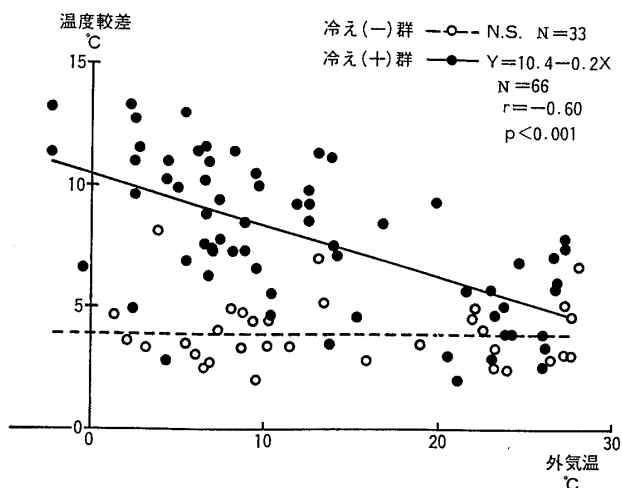


図2 外気温と腹部最高温一足背部最低温温度較差の相関関係

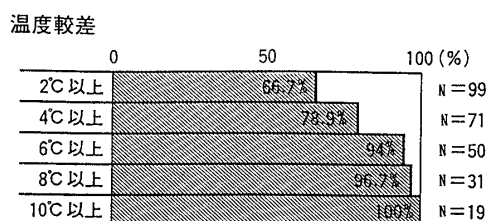


図3 「腹部最高温一足背部最低温」の温度較差別にみた冷え(+)'群の出現率

躯幹部と末梢の温度較差が大きいほどより強く冷えを感じるのではないかと考え、外気温と腹部最高温一足背部最低温温度間の温度較差の関係について検討した。

冷え(+)'群では回帰直線 $Y=10.4-0.2X$, $r=-0.60$ に従って外気温が低くなるほど温度較差が大きくなる傾向が認められた。冷え(-)'群では外気温に関係なく温度較差はほぼ一定であった。

これより外気温が低い、つまり冷えを強く感じる生活環境下では躯幹部と末梢部の温度較差が大きくなることが判明した。

次に温度較差2°Cごとに冷え(+)'群の出現率について検討した(図3)。温度較差6°C以上での冷え(+)'群の出現率は94%であったが、温度較差4°C以上では78.9%であり、温度較差10°C以上では100%であった。また冷え(+)'群において温度較差6°C以上あった症例は71%(47/66例)であったのに対し、冷え(-)'群では9%(3/33例)

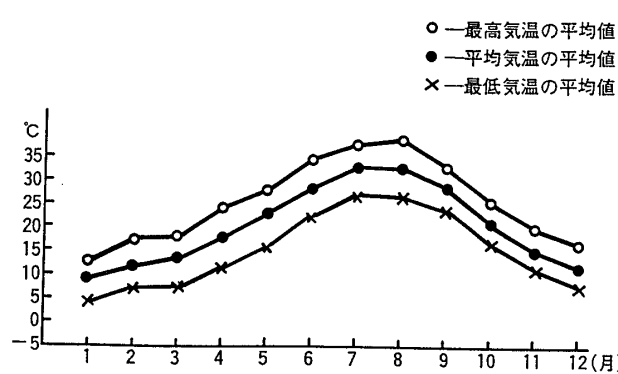


図4 平成元年の三朝地区の月別平均気温の推移

に過ぎず両者には有意の差が認められた ($p<0.001$)。これらより冷え(+)'群と冷え(-)'群を識別する腹部最高温と足背部最低温の温度較差は6°Cが最もよく、6°C以上温度較差があれば、日常的に冷えを感じている状態であることが示唆された。

6. 外気温15°Cを境界にした躯幹部と末梢部の表面温度・温度較差の関係

図4に年間の気温の変化を示したが、当地の年間の平均気温は約15°Cであることより、15°Cを境界にして皮膚表面の温度分布になんらかの変化が現れるのではないかと考えた。

そこで外気温15°C以上と15°C未満という生活環境下で、足背部・腹部の表面温度、測定温以下の表面温度を示す低温域、及び足背一腹部間の表面温度較差において、冷え(+)'群と冷え(-)'群を比較し有意の差がみられるかどうか検討した。

足背部の表面温度では図5のように外気温15°C未満で冷え(+)'群の方が冷え(-)'群に比べて有意に低かった($p<0.001$)。15°C以上では両群間に有意の差はみられなかった。腹部の温度では外気温15°C以上でも未満でも同様に両群に有意の差は認められなかった。

また外気温15°C未満において測定温以下の表面温度を示す低温域について検討すると、冷え(+)'群において87%(39/45例)、冷え(-)'群において11%(2/19例)が低温域を有し、有意に冷え(+)'群の方に多く低温域が存在した ($p<0.001$)。

足背一腹部間の温度較差においては図5のように外気温15°C未満で冷え(+)'群の方が冷え(-)

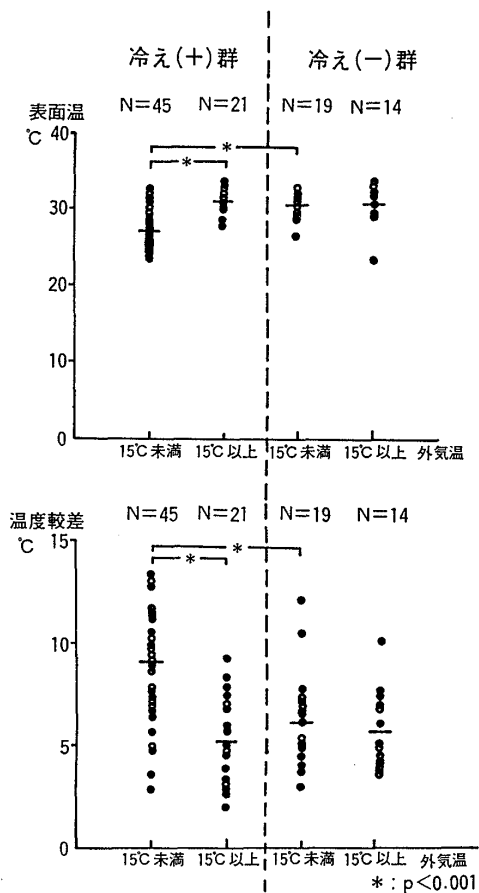


図5 外気温15℃前後における足背部平均温と腹部最高温一足背部最低温温度較差

群に比べて有意に大きかった($p < 0.001$). 15℃以上では両群の間に有意差はみられなかった。

以上より外気温15℃未満の条件下で冷えを感じる患者が多く、その際足背部表面温度の測定環境温以下への低下と足背一腹部間の温度較差の6℃以上の拡大としてサーモグラフィ上描出されることが明らかとなった。

7. 足背部・腹部の放射熱量と外気温の関係

足背部では冷え(+)群では外気温が上昇するに従って放射熱量が増加する傾向がみられたが冷え(-)群ではみられなかった。また外気温15℃未満では冷え(+)群の方が冷え(-)群に比べて放射熱量が有意に大きかった($p < 0.001$)が15℃以上では有意の差は認められなかった。一方腹部では冷え(+)群では外気温が上昇するに従って放射熱量が低下する傾向がみられたが冷え(-)群ではみられなかった。

これより外気温15℃未満で冷え(+)群の足背

部の表面温度が低下する現象は四肢末端よりの放射熱量を低下させるための合目的な反応であることが示唆された。

考 案

1956年に九嶋ら⁸⁾⁹⁾が冷え性を「身体の他の部分には全く冷たさを感じないような室温に於て、身体の特定位点のみが特に冷たく感じる場合」と定義した。同時に成熟婦人1,042名中54.5%が本性を有し、年齢別では19歳以下の思春期と45歳から59歳までの更年期に多いこと、経産婦より未産婦、月経困難を有する婦人に高率に出現することを報告した。これにより初めて冷え性が疾患として認知されたが、現在まで副次的な訴えとしてしか臨床医に取り上げられる機会は少なかった。その理由の一つに客観的な診断法が確立されていなかったことが挙げられる。近年冷感部位の診断法としてサーモグラフィが注目されてきた⁷⁾が、なおその診断的有用性については不明な点が多かった。

本研究における冷感部位とサーモグラフィ上の低温域の関係より、足背・足底部に冷えを感じるようになると、サーモグラフィ上測定環境温以下の低温域を示すことが明らかとなった。冷え性発症の外的要因として重要な生活環境温に大きな影響を及ぼす外気温と冷え性患者の体表面温度との関係においては、冷え(+)群の下肢末端部の表面温度は外気温の変化を反映しており、外気温が低い環境下では冷え(+)患者は持続的に下肢末端部が冷え、日常的にその箇所を冷たく感じるということが明らかとなった。また腹部最高温一足背部最低温の温度較差は冷えの強さを反映しており、日常的に冷えを感じている状態ではサーモグラフィ上、温度較差6℃以上として描出されることが示唆された。さらに当地の年間の平均気温、15℃未満で冷えを感じるようになり、これをサーモグラフィ上に描出することができた。

これらより実際の臨床では腹部の1箇所と足指の1箇所の温度較差を測り、6℃以上あれば冷え性が顕症化した状態であると診断でき、また治療効果の判定において治療終了時の外気温が15℃未満であることが必要条件と判明した。

日本人が冬季において熱的平衡状態に達するた

めには中立温環境下で20～30分の馴化が必要であるとされる¹⁾。今回は軽衣での中立環境温である26～27℃の室温下にて20分間馴化した後に体表温測定を行ったが、それでも外気温15℃以下において冷え性患者の大部分は、下肢末梢部の表面温度が測定環境温よりも低値を示した。

これは中長期の寒冷刺激に対する交感神経系の過緊張状態を示しているが、以下のような機序で低温域が発現すると考えた。外気温15℃未満の生活環境において、皮膚の温度受容器が対寒反応を誘発すると皮膚血管収縮神経(CUTANEOUS VASOCONSTRICTOR: 以下CVCと略す)の活動性が亢進する³⁾⁴⁾。核心部に近い躯幹部に比べて四肢末端では、CVCの寒冷刺激に対する反応性が鋭敏なために¹³⁾血流量の低下が大きく、皮膚表面温が著しく低下する。特に日常的に冷たいと感じる部位では、CVCの活動性が中立温環境下においても持続的に亢進しているために、サーモグラフィ上に低温域として描出される。低温域のなかでも皮膚表面温が測定環境温より低下している部位では、熱放散ではなく熱吸収を行う結果⁴⁾、体全体の熱放散量はかなり減少した状態となる。

一方躯幹部でも特に最高温度を示す部位ではCVCの寒冷刺激に対する反応性は小さく、熱放散量は大きい⁴⁾。腹部最高温と足背部最低温の温度差は冷えの感覚の大きさを示していると共に、躯幹部と末梢のCVCの活動性の差を反映したものであるといえる。

以上より冷え性患者において平均外気温15℃未満で冷え症の発症に応じてサーモグラフィ上6℃以上腹部一足背の温度較差がみられた現象は寒冷暴露に対して放射熱量を少なくし核心温の低下を防ぐための合目的的ともいえる血管運動性体温調節の現れであると考えた。

寒冷に対する適応現象は人種により異なる。オーストラリアの砂漠地帯に住むアポリジニ族は寒冷刺激に対して代謝熱生産量を減らし、平均体温を下げ、皮膚血流を減少させるのに対して、高緯度地帯に住むノルウェー人は寒冷刺激に対して代謝熱生産量を増やし、平均体温を上げ、皮膚血流を増加させる¹⁴⁾ことが知られている。これは生

活環境温の変化に対して先天的、あるいは後天的に獲得した血管運動性体温調節の発現形式が存在することを意味している。

本研究の対象となつた冷え性患者は寒冷刺激に対して、平均体温を下げ、皮膚血流を減少させるような方向に反応しているが、これはアポリジニ族に類似しており、夏の比較的気温が高い環境に適応することを第一目的とした寒冷順応であると考えられる。

以上より、冷え性は日本の四季の外気温の変化に対して先天的あるいは後天的に獲得した固有の血管運動性体温調節機能に基くことが明らかになつた。

ところでサーモグラフィ上で下肢末端に低温域が出現する器質的な要因として、交感神経系の過緊張状態²⁾、BURGER病⁵⁾・レイノー症候群¹³⁾・骨盤内うつ血症候群等の末梢循環障害⁶⁾¹²⁾、腰椎の神経根圧迫症候群¹¹⁾、糖尿病による末梢神経障害¹⁰⁾等が考えられる。

またプロゲステロンの消退によつて、視床前野・前視床下部領域(POAH)の温度セットポイントが低下することが知られている³⁾。POAHにある温度受容器と皮膚にある温度受容器は相乗的に作用する³⁾といわれており、プロゲステロンの消退により温度セットポイントが下降し中枢温が下がると、末梢皮膚温は低下する。したがつて、プロゲステロンの消退した月経期・分娩直後・更年期は末梢温が比較的低下した時期であり冷えは悪化しやすい。またこのような女性特有の体温の微妙な変化が、冷えに対する鋭敏な感覚を養っていると推測される。

本研究では明らかな基礎疾患を持つ婦人は除外したが、上記のように冷え性の中には「冷え症候群」ともいえる病態が存在するため、サーモグラフィ上低温域がみられた患者においては器質的な疾患がないかどうか鑑別診断することが必要であると考えられた。

なお、この要旨の一部は第8回日本サーモロジー学会において発表した。

稿を終えるに望み、御指導御校閲を賜つた恩師関場 香教授に深甚の謝意を捧げます。また、直接御指導を賜つた

奥田博之助教授に心より感謝致します。

文 献

1. 藤正 巖：サーモグラフィを病態生理学的に理解するためには，Biomedical Thermology Textbook Series (日本サーモロジー学会，藤正 巖編)，1: 36，東京，1988.
2. 入来正躬：交感神経系地域性反応—温度刺激と低酸素刺激に対する反応を中心として—，日本生理誌，45: 181，1983.
3. 入来正躬：体温調節，シェーマでみる自律神経(入来正躬編著)，324，藤田企画出版，東京，1989.
4. 入来正躬：体表温度分布を理解するための生理学，Biomedical Thermology Textbook Series (日本サーモロジー学会，藤正 巖編)，1: 13，東京，1988.
5. 岩谷真宏：末梢循環障害のサーモグラフィ，Biomedical Thermology Textbook Series (日本サーモロジー学会，藤正 巖編)，1: 83，東京，1988.
6. 神村瑞夫：Cooling-Rewarming Test を指標とする「冷え性」と α -Tocopheryl Nicotinate による治験，産婦治療，14: 603，1967.
7. 加藤順三，佐藤正仁：冷え症について—現代医学から，現代東洋医学，2: 11，1981.
8. 九嶋勝司：冷え性の治療法，産婦治療，14: 69，1967.
9. 九嶋勝司，齊藤忠朝：いわゆる「冷え性」について，産婦の実際，5: 603，1956.
10. 松岡 瑛，戊角公治，郡 耕介，梶野大典，宮内政博：糖尿病のサーモグラフィ，Biomedical Thermology Textbook Series (日本サーモロジー学会，藤正 巖編)，1: 90，東京，1988.
11. 本村喜代二，満淵邦彦，鎮西恒夫，阿部裕輔，藤正 巖，渥美和彦：神経・筋・骨格系疾患のサーモグラフィ，Biomedical Thermology Textbook Series (日本サーモロジー学会，藤正 巖編)，1: 103，東京，1988.
12. 村田高明，飯塚理八：冷え性の漢方治療，現代東洋医学，2: 21，1981.
13. 坂井友実，磯部八郎，松多邦雄：膠原病のサーモグラフィ，Biomedical Thermology Textbook Series (日本サーモロジー学会，藤正 巖編)，1: 143，東京，1988.
14. Werner, J.: Models of cold and warm adaptation. Thermoreception and temperature regulation (eds. J. Bligh and K. Voigt), 224. Springer-Verlag, Co., Berlin & Heidelberg & New York, 1990.

(No. 7142 平3・12・16受付)