

## 総 説

## 自律神経機能検査としてのサーモグラフィーとサーモメーター

東京女子医科大学 脳神経センター 神経内科学

教授<sup>1)</sup>, 非常勤講師<sup>2)</sup>, 助手<sup>3)</sup>

|      |                  |      |                  |      |                  |
|------|------------------|------|------------------|------|------------------|
| タクミヤ | トシコ              | ヤマグチ | セイコ              | ミウラ  | ヨウコ              |
| 竹宮   | 敏子 <sup>1)</sup> | 山口   | 晴子 <sup>2)</sup> | 三浦   | 庸子 <sup>3)</sup> |
| スギシタ | ユウコ              | ヤマウチ | テルオ              | マルヤマ | ショウイチ            |
| 杉下   | 裕子 <sup>3)</sup> | 山内   | 照夫 <sup>3)</sup> | 丸山   | 勝一 <sup>1)</sup> |

(受付 平成4年10月19日)

**Thermography and Thermometer (THI-500S) as a Mean for  
Autonomic Nervous Function Test****Toshiko TAKEMIYA<sup>1)</sup>, Seiko YAMAGUCHI<sup>2)</sup>, Yohko MIURA<sup>3)</sup>,  
Yuhko SUGISHITA<sup>3)</sup>, Teruo YAMAUCHI<sup>3)</sup>  
and Shoichi MARUYAMA<sup>1)</sup>**Department of Neurology<sup>1)</sup>, Neurological Institute<sup>2)</sup>  
Tokyo Women's Medical College

By the use of thermography, a satisfactory measurement of a natural invisible infrared emission of the human body and translation into a visible representation has been achieved. Liquid crystal thermography or an electronic equivalent can be used to obtain quantitative data on temperature of the palms and fingers in human body. The amount of blood flowing through the skin determines skin temperature. Thermography is capable of giving a topographic representation of the amount of blood present in the skin. The color scheme on the polaroid print is produced by liquid crystals. Changes in temperature have been recorded in Raynaud's Syndrome, Horner Syndrome (in Wallenberg's Syndrome), Anorexia nervosa, Hyper or Hypo-thyroidism, Spinocerebellar degeneration (Oligopontocerebellar atrophy, Shy Drager Syndrome, etc) and peripheral neuropathy and in patients with autonomic disturbances from other many causes and abnormalities in temperature of the skin.

The thermometer (THI-500S) provides a sensitive means of detecting changes in blood flow volume in the skin-surface. We showed a part of data of our experiments by the use of thermometer THI-500S in this paper.

## 1. 緒 言

サーモグラフィーは、生体の熱現象を画像として表現し、人体に生ずる熱発生、血流、発汗などの情報を可視化する。従って、これらに異常を来す病態の判定や一定条件下での薬効判定などに有用である。

血流障害、炎症、悪性腫瘍などに対するサーモグラフィーの応用は歴史が古く、手技や診断基準もある程度確立されている。

本稿では、体表温度に最も大きな影響を及ぼす皮膚血流が自律神経である血管運動神経の影響を受けている点に主眼をおき、自験例を元に、文献的に可能な範囲の参考例を引用して、今後の臨床研究上の問題点について若干の考察を述べようと思う。

さらに、1990年から、本学で神経内科と産婦人科の合同で開始したサーモメーター研究会の業績<sup>1)</sup>の概略も紹介したい。

## 2. サーモグラフィーの原理

サーモグラフィーは、Stefan-Boltzmannの法則を応用し、人体表面から放射される赤外線量を測定し、その温度分布を画像化する方法である。サーモグラフ（熱像計）は、体表面から放射される赤外線量を赤外線カメラを用いて計測し、温度に換算してパターン化する。得られた写真図をサーモグラム（熱像図、温度分布図）<sup>2)</sup>という。

## 3. 自律神経機能検査としてのサーモグラフィー

体表面に最も大きな影響を及ぼす皮膚血流は、自律神経系である血管運動神経の影響を受けている。この血管運動神経は、中枢(大脳皮質、視床、視床下部)から脊髄(中間質外側核細胞)を経て、末梢(交感神経節前線維、交感神経節、節後線維)に至る $\alpha$ -アドレナリン作動性の交感神経系に支配されている。また汗腺も同様の神経路を経るコリン作動性交感神経系の支配下にある。従ってこれらの神経系の器質的あるいは機能的障害が、交感神経活動に影響を及ぼし、皮膚血管の収縮により皮膚温低下あるいは逆に、皮膚血管の拡張により皮膚温上昇を来し、この皮膚温異常がサーモグラムに反映される。従って現在ではサーモグラフィーは、自律神経機能障害の病態解析、経過観察、その上さらに治療効果の判定にも有用な自律神経機能検査法として位置づけられるようになった<sup>3)</sup>。

## 4. 体表面温度に影響を及ぼす因子

皮膚温には様々な内的、外的因子が鋭敏に作用する。内的因子としては、局所の血流、発汗(蒸散熱)、組織の熱産生と熱伝導が挙げられる。その中でも自律神経の支配下にある血管運動神経機能と汗腺機能は、年齢、性、個体差、概日周期、季節、性周期、食事、飲酒、薬物摂取、各種のストレス、精神活動など非常に多くの因子による影響を受ける。外的因子としては、放射、放流、蒸散による熱消失がある。従って、検査時の環境条件としては、気温(室温)、湿度、着衣量、熱放射体および熱源の有無などに配慮が必要である。

検査室には空調の整備が必要で、可能な限り温度、湿度を一定とし、無風状態を維持する。通常、検査は室温22~26℃、湿度50~60%前後の条件で行い、気流を避けるためには、撮影時に一時空調を停止するのが理想である。赤外線による外乱防止のため、蛍光灯以外の光源は除外し、騒音、人の出入りは最小限に止め、被検者の安静状態を保つために十分配慮する。検査前、被検者には、飲食や喫煙を禁ずる。装身具、眼鏡、化粧、外用薬を除去し、被検部位を広く露出し、安静状態で約20分室温に順応させてから測定を開始する方法を勧めたい<sup>4)</sup>。

## 5. 健常者と四肢冷感を訴える者の安静時サーモグラム

健常者の場合は、皮膚温には四肢の長軸に沿っ

表1 全身皮膚温分布(健常人男女と四肢冷感を主訴とする例)

(℃, Mean±S.D.)

|                  | 前額       | 頬                     | 鼻尖       | 口唇       | 前頸       | 前胸(上)    | 前胸(下)    | 腹                      |
|------------------|----------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| 健常(男)            | 34.3±0.6 | 33.8±0.8              | 33.4±1.8 | 34.7±1.1 | 33.8±0.5 | 32.9±0.8 | 32.7±0.7 | 32.8±0.8               |
| 健常(女)            | 34.0±0.3 | 32.2±1.0 <sup>+</sup> | 30.9±4.0 | 34.6±0.6 | 34.0±0.3 | 33.7±0.6 | 33.3±0.7 | 33.8±0.6               |
| 四冷 <sup>5)</sup> | 34.0±1.8 | 32.6±2.6              | 30.5±0.5 | 34.0±2.2 | 34.0±1.6 | 32.7±1.7 | 32.6±1.6 | 32.2±1.6               |
|                  | 背(肩甲間)   | 腰                     | 大腿(前)    | 大腿(後)    | 下腿(前)    | 下腿(後)    | 足背       | 手指                     |
| 健常(男)            | 33.3±0.4 | 33.6±0.4              | 32.4±0.8 | 32.8±0.5 | 31.9±0.7 | 32.5±0.6 | 30.5±1.6 | 32.6±1.3               |
| 健常(女)            | 34.0±0.7 | 34.3±0.6 <sup>+</sup> | 31.5±0.7 | 33.1±0.6 | 31.9±1.1 | 33.1±0.4 | 31.0±1.5 | 30.0±1.0 <sup>++</sup> |
| 四冷 <sup>5)</sup> | 33.0±1.8 | 33.5±1.4              | 31.2±1.6 | 31.9±0.9 | 32.1±1.1 | 31.9±1.7 | 28.3±4.3 | 25.3±2.1               |

(吉澤<sup>5)</sup>による)

た温度勾配があり、中心部の方が比較的高温で、末梢部は低温を示す(表1)。また、健常者では左右ほぼ対称の温度分布を示し、左右差は0.5~1℃以下とされている。再現性のある明らかな左右差には病的な解釈がなされることが多い。

表1に示した健常者のデータを四肢冷感を訴える者のデータと比較してみると、足背、手指および鼻先部で明らかに健常者より低温を示す。健常者の中で男女差が明らかな部位も同じく足背、手指、鼻先部で、女性の方が低温である。これらの点は、女性にいわゆる“冷え症”が多いことと合わせて興味深い<sup>5)</sup>。

## 6. 負荷サーモグラフィー

安静時だけではなく、ある一定の負荷を加えることによって生ずる動的な生体反応を記録、測定することにより自律神経機能の活動性をより詳細に鋭敏に評価することが可能となる。負荷は、一般には外部環境の変化に伴う皮膚温の変動が最も大きい四肢末梢に加えることが多い。現在行われている負荷法は、冷水、温水、薬剤負荷および視覚刺激、振動負荷、運動負荷、音響負荷、アルコール負荷などである。以下によく用いられる方法の概略を示す<sup>3)4)</sup>。

### 1) 冷水負荷

最もよく行われる負荷試験である。負荷前の測定を終わってから、四肢末梢を冷水(我々は通常氷を入れた4℃の水を用いているが、10℃または15℃で反応をみる場合もある)に約1分(15℃の場合は6分)浸し、水を拭きとった後、5分毎に(詳細な研究では1分毎に)皮膚温の回復過程を15分ないし30分まで指先、趾先末節で測定を繰り返す。

まだ、統一された基準はないが、定量化の一指標として、皮膚温回復率 cooling rewarming ratio (CRR)がある。

$$CRR(C/min) = (\text{冷水負荷終了 } X \text{ 分後の皮膚温} - \text{負荷終了直後の皮膚温}) / X \text{ 分}$$

健常者の冷水負荷試験では、趾先の方が、指先より回復が遅い。加齢に伴い皮膚温回復の遅延が認められることを十分配慮しなければならない。疾病、病態の解析にサーモグラムを応用する場合、

このことに留意し、同じ条件で測定した age-mach の対照と比較検討することが不可欠である。

### 2) 温水負荷

通常41~43℃の温水中に、3分間四肢末梢部を浸しておき、その後の回復過程(前値への復元過程)を経時的に測定する。

### 3) 薬剤負荷

短時間で循環、代謝に影響を及ぼす薬剤を使用する。我々がよく利用するのは、血管拡張薬(ニトロール、各種降圧薬)、血管収縮薬(α-刺激薬、他昇圧薬)等である。

## 7. サーモグラフィーの適用として現在までに報告された疾患と病態の概略

### 1) レイノー症状(四肢冷感)<sup>6)</sup>

レイノー現象は、発作性に四肢末梢の小細動脈が攣縮を起し、局所の皮膚の蒼白、チアノーゼを来し、冷感、疼痛を生じ、回復過程で充血、発赤が起こる皮膚の色調変化であると定義され、寒冷曝露と交感神経系の過活動によると考えられた。

現在、レイノー現象の発症に関与する因子として考えられている主なものは、神経・情動因子、血液因子、免疫および内分泌因子などである。

他覚的にレイノー現象を証明するには、人工気象室で低温状況とするか、あるいは部分的に寒冷負荷(冷水、冷風)を行いサーモグラムを描出する。

しかし、臨床的には寒冷期にサーモグラムを描出するだけで十分役立つ。レイノー症状のある患者の手指、足趾の皮膚温は、外気温の低下に伴い急速に外気温に近づく。健常人では、低下は軽度である。従って通常測定条件下では、レイノー症候群の患者の手指、足趾は異常に低温であることが多い。さらに手指に冷水負荷を行ってから皮膚温の回復をみると、健常人と比べて回復時間が遅い。

レイノー症候群における一定条件下での薬物や交感神経ブロックなどの前後におけるサーモグラフィーは、治療効果の判定にも有用である。

### 2) 視床、視床下部を中心とする体温調節異常の

## 検討

自律神経中枢の異常によると考えられる体温調節異常の検索は、現在サーモグラフィー以外に方法はないと言っても過言ではない。視床、視床下部を含む脳血管障害による体温調節異常は、一般に体温の上昇または下降を示すが、まれには変則的な体温の動きを示す。満淵らは、延髄空洞症において、四肢末梢が交代性に高、低温を示す症例を経験し、サーモグラフィーおよびその他の熱生理検査から、脊髓レベルにおける異常を推定したと報告している<sup>7)</sup>。

### 3) 変性神経疾患におけるサーモグラフィー

パーキンソン病、脊髓小脳変性症をはじめ同種の神経疾患には四肢冷感、末梢循環障害、起立性低血圧などの自律神経障害を合併するものが多く、それらの症状が患者の苦痛の一因であることも稀ではない。しかし、これらの疾患における皮膚温・体温調節に関連した自律神経機能障害機序には不明な点が多い。熊沢らの検討によれば、安静時皮膚温は足趾温として脊髓小脳変性症と運動ニューロン疾患で有意に低温であり、パーキンソン病の罹病期間と重症度、脊髓小脳変性症の孤発例、5年以上の長期例、自律神経症状のある例およびTRH無効例で有意な低温化が認められた。さらに、このような症例では、冷水負荷でも皮膚温回復率CRRの遅延を認めている<sup>8)</sup>。

### 4) Horner 症候群

交感神経の麻痺症状である本症候群の場合には、その支配領域での皮膚温の上昇が予測され、実際に患側領域での皮膚温の上昇が確認されている<sup>7)</sup>。

### 5) 温熱性発汗の検査法

座位で負荷前のサーモグラフィーを実施後、膝関節以下を43℃の温湯に15分間浸す。この負荷により血流温度の上昇が起こり、全身性に温熱性発汗が誘発される。負荷を除去して3分後に再びサーモグラフィーを撮影する。負荷後3分のデータから、負荷前のデータを差し引いたサブトラクション画像は、発汗の蒸泄による皮膚温の低下をパターン化した画像に相当する。満淵らは、この方法で、延髄髄外腫瘍の症例で、右半顔面およ

び胸部に発汗低下を認め、報告している<sup>7)</sup>。

### 6) 一部の内分泌疾患における検討

吉澤によれば、甲状腺機能亢進症では健常者と大差がなく、慢性甲状腺炎で機能低下例では四肢末梢、躯幹の皮膚温の低下がみられ、甲状腺腫でも機能低下例で同じように、皮膚温の低下を認めたという。さらに神経性食思不振症の末梢皮膚温低下は極めて強く、口唇温の低下が特徴的であったと報告している<sup>5)</sup>。この疾患に関しては、吉植らは100余例を内分泌学的に吟味し視床下部の異常を証明している<sup>9)</sup>。このようなことから、本症の場合は体温調節中枢の不全による耐寒不耐症が示唆される。

### 7) 臨床応用におけるサーモグラフィーの問題点

#### (1) 絶対値での比較が困難である。

体表温を左右する因子は、性、年齢、皮下脂肪量、基礎代謝率他非常に多い。同一人の場合でも、概年周期、概日周期を無視できず、女性では性周期があり、体表温の絶対値として上昇あるいは低下を評価することは困難である。

#### (2) 体表温異常の場合の要因分析の考察

体表温は、内部の熱産生、皮膚血流により規定され、さらに後者は血管因子、血液因子および神経性因子による影響を受ける。故に、異常発現の因子を考察する必要があるが、これはそう簡単なものではない。

#### (3) 症候と皮膚温の一致、不一致

症候の部位と皮膚温の異常部位はかならずしも一致するわけではない。この場合、その機序について、解剖学的、生理学的に十分な検討を行う必要がある。

#### (4) 左右差(片側性)と両側性

病変が片側性でその異常が皮膚温に影響を与える場合は、正常側を対照として左右差をとり異常な症候を定量的に評価することができる。しかし、両側性の場合は皮膚温の変化が著明であれば評価しうるが、軽度の場合にはその変化と病変を結びつけることは非常に困難である。今後この点での問題解決に向けての努力が要求されている。

表2 温度測定のための主な方法

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| I. 接触方式               |                     |
| A 熱膨張                 |                     |
| (i) 固体の膨張             | 棒, 金属コイル, バイメタル     |
| (ii) 液体の膨張            | ガラス封入, 金属管封入        |
| (iii) 気体の膨張           | 定圧, 定容積, X線α線の吸収    |
| B 電気抵抗                |                     |
| (i) 金属                |                     |
| (ii) 半導体              |                     |
| C 熱電対                 |                     |
| (i) 貴金属               |                     |
| (ii) 卑金属              |                     |
| D 状態の変化               |                     |
| (i) 溶融点               | 一定溶融温度の物質, ゼーゲル・コーン |
| (ii) 沸点               |                     |
| (iii) 蒸気圧             |                     |
| E 熱量計                 |                     |
| F その他の特殊な方法           |                     |
| (i) 吸引高温計             |                     |
| II. 非接触方式             |                     |
| A 完全放射                |                     |
| (i) 光高温計(単一波長)        |                     |
| (ii) 光電管高温計(割合せまい波長域) |                     |
| (iii) 部分放射            |                     |
| (iv) 全放射              |                     |
| B 灰色物体                |                     |
| (i) 色温度               |                     |
| (ii) 完全放射対温度と色温度の比較   |                     |
| C 固定とガスの電子励起放射        |                     |

## 8. サーモメーターについて

温度測定の主な方法は表2に示すが、我々は非接触方式の THI-500S (TASCO 製) を利用して研究を進めている。

本計器の特徴は以下の6点である。

- 1: 熱容量の小さい物体の温度が測定できる。
- 2: 接触できない物体の温度測定が可能
- 3: 回転体や移動体の温度測定が可能
- 4: 応答が速い
- 5: コンパクトで軽量である
- 6: 微小面を正確にとらえる(高精度測定)

産婦人科の大野らは、本法により婦人科領域における皮膚末梢温度を測定し、身体の部位別、年代別および月経周期に伴う皮膚温の変化を検討した。その結果、前額と手掌で高温を示し、単なる加齢に伴う変化は鮮明ではなかった(表3)。月経に伴う変化は、手掌で明らかで加齢と共に皮膚温の低下がみられた(図1)。これは、卵胞期、黄体期のいずれでも同じ傾向であった。若年者では黄体期の方が高温であったが、統計学的に有意差ではなかった。更年期の hot flush を有する者で一定の傾向はみられず、四肢に冷感の訴えがある者では測定時には高温の傾向を認めた<sup>11)</sup>。

表3 部位別、年齢別の末梢皮膚温

| 部位 |     | 年代 | 20代        | 30代        | 40代        | 50代        |
|----|-----|----|------------|------------|------------|------------|
| 顔面 | 前額  |    | 33.72±0.40 | 33.48±0.52 | 33.78±0.20 | 33.83±0.41 |
|    | 右頬  |    | 31.63±0.54 | 33.37±1.24 | 33.33±0.34 | 32.71±0.72 |
|    | 左頬  |    | 32.01±0.35 | 32.56±0.32 | 31.7 ±0.64 | 32.38±0.81 |
|    | 頤   |    | 32.49±0.41 | 33.3 ±0.44 | 32.9 ±0.50 | 33.4 ±0.53 |
| 右手 | 第1指 |    | 32.74±1.05 | 33.48±0.51 | 32.37±0.73 | 34.10±0.76 |
|    | 第2指 |    | 33.15±0.83 | 33.37±0.62 | 32.67±0.61 | 33.84±0.81 |
|    | 第3指 |    | 33.2 ±1.02 | 33.55±0.55 | 32.76±0.54 | 33.81±0.43 |
|    | 第4指 |    | 32.81±1.05 | 33.59±0.58 | 32.87±0.23 | 33.94±0.37 |
|    | 第5指 |    | 32.78±1.24 | 33.81±0.52 | 33.54±0.72 | 33.97±1.26 |
|    | 手掌  |    | 33.60±0.36 | 34.1 ±0.45 | 33.89±0.41 | 34.16±0.39 |
| 左手 | 第1指 |    | 32.19±1.51 | 32.95±0.63 | 33.24±1.88 | 34.06±0.76 |
|    | 第2指 |    | 32.13±2.15 | 33.17±0.74 | 33.31±1.31 | 34.12±0.71 |
|    | 第3指 |    | 32.28±0.98 | 32.67±0.73 | 33.29±0.25 | 34.1 ±0.34 |
|    | 第4指 |    | 32.71±1.23 | 32.77±0.51 | 33.16±0.72 | 34.19±0.52 |
|    | 第5指 |    | 32.32±1.21 | 33.05±0.80 | 32.83±0.56 | 34.21±0.76 |
|    | 手掌  |    | 33.44±0.42 | 34.01±0.34 | 33.41±0.52 | 34.24±0.32 |

(大野<sup>11)</sup>による)

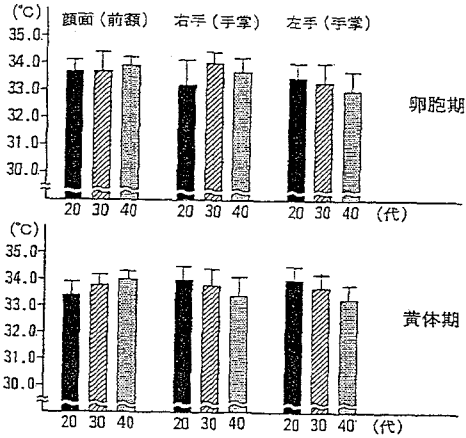


図1 月経に伴う変動(年代別比較)(大野<sup>11)</sup>による)

|     | E    | F 2  | T 1  |
|-----|------|------|------|
| R t | 31.4 | 33.9 | 27.4 |
| L t | 30.8 | 32.7 | 27.1 |

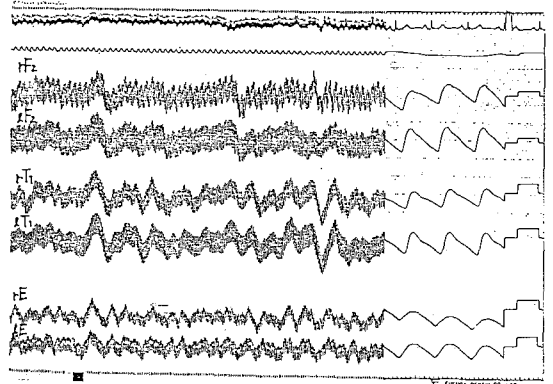


図2 身体末梢皮膚温と容積脈波の比較(杉下<sup>12)</sup>による)

脊髓小脳変性症の例

E: 耳垂, F: 指先, T: 趾先

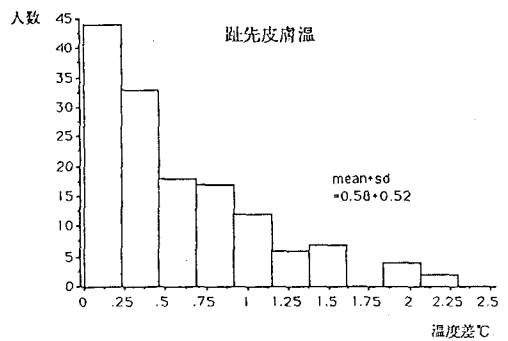
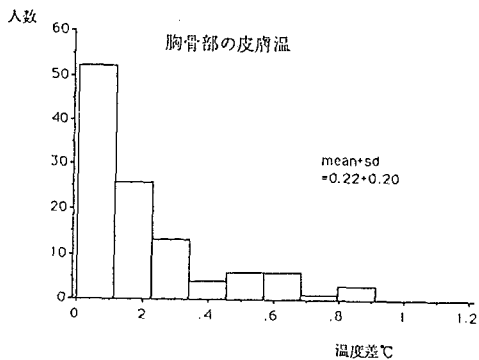
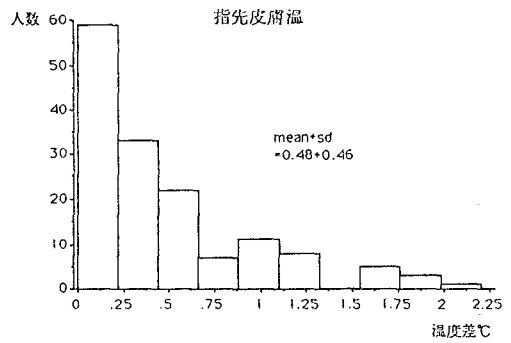
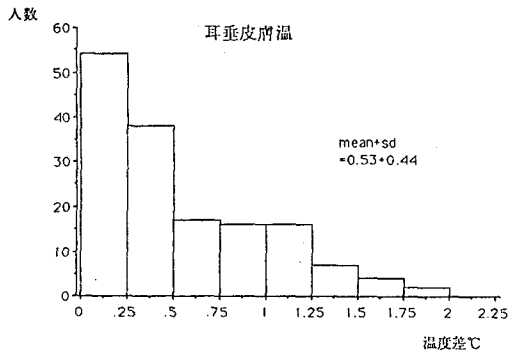


図3 身体各部皮膚温の左右差(三浦<sup>13)</sup>による)

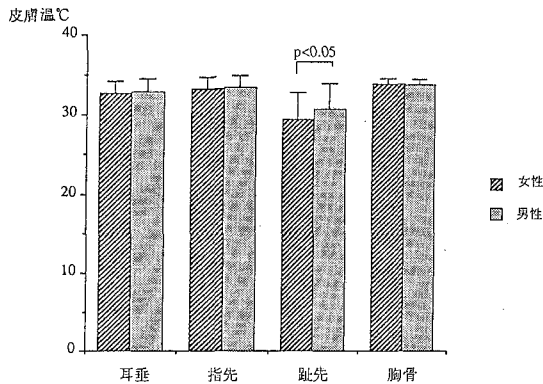


図4 身体各部皮膚温の男女差 (三浦<sup>13)</sup>による)

神経内科の杉下らは、神経疾患(脳血管障害, 脊髄小脳変性疾患, 他)で、皮膚温の左右差および部位差の明らかな症例について皮膚温と指先容積脈波所見を対比検討した。その結果、皮膚温の低下を示す部位では、指先容積脈波の波高が低下し、一部の症例では狭窄パターンを認めた。このように、身体末梢部位での容積脈波と皮膚温の動きは並行していた<sup>12)</sup>(図2)。同じ神経内科の三浦らは、多数例(男性97例, 女性116例, 計213例)について皮膚温の正常値を検討した。胸部で $33.8 \pm 0.56$ , 指先で $33.4 \pm 1.5$ , 耳垂で $32.9 \pm 1.5$ , 趾先で $30.0 \pm 3.4$ (°C)と部位差を認めた(図3)<sup>13)</sup>。左右差もあり、差の大きい順に、趾先, 耳垂, 指先, 胸部であった。男女差も部位別にみたが、差を認めたのは趾先であった(図4)<sup>13)</sup>。

今後この研究会(1年に2回, 春と秋に実施)は、臨床面での多様な研究の可能性を追及していく予定である。

## 9. まとめ

サーモグラフィーについての簡略な説明と臨床応用として自律神経機能検査の面からその応用範

囲の拡大について解説し、問題点も挙げた。さらに、サーモメーター(THI-500S)による研究の一部を紹介した。

## 文 献

- 1) 竹宮敏子, 井口登美子編: 第1回, 第2回サーモメーター研究会記録, 1991
- 2) 日本サーモグラフィー学会編: 医用サーモグラフィー, 中山書店, 東京(1984)
- 3) 竹宮敏子, 三浦庸子: 新しい自律神経機能検査法: サーモグラフィー, Modern Physician 9: 1193-1195, 1989
- 4) 栢沼勝彦: 自律神経機能検査, 「サーモグラフィー」(自律神経学会編) pp65-71, 文光堂, 東京(1992)
- 5) 吉澤洋景: サーモグラフィーによる体温調節の研究, 聖マリアンナ医大誌 10: 225-237, 1982
- 6) 竹宮敏子, 杉下裕子, 伊藤綾子ほか: Raynaud症候群, 東女医大誌 60: 989-998, 1990
- 7) 満淵邦彦: 臨床診断図解 サーモグラフィー-III 神経内科系のサーモグラム, 内科 57: 524-532, 1986
- 8) 熊沢和彦, 栢沼勝彦, 宇尾野公義ほか: 変性性神経疾患における冷水負荷サーモグラフィー, Biomed Thermogr 7: 158-160, 1987
- 9) 吉植庄平, 加藤達雄, 大嶋大和ほか: 神経性食思不振症の臨床像, ホルモンと臨床 27: 697-708, 1979
- 10) 深尾和裕(KKタスコジャパン): 放射温度計の原理, 使用法, サーモメーター研究会記録: 5-20, 1991
- 11) 大野佳代子, 塩田真理, 角田新一ほか: 放射温度計を用いた婦人科領域における皮膚末梢温度について, サーモメーター研究会記録: 27-32, 1991
- 12) 杉下裕子, 三浦庸子, 山内照夫ほか: 神経内科領域におけるサーモメーターの応用, サーモメーター研究会記録: 33-41, 1991
- 13) 三浦庸子, 杉下裕子, 山内照夫ほか: サーモメーターによる皮膚温正常値の検討, 第3回サーモメーター研究会, 1992