

体温測定方法の変遷と測定結果

松島 敏春

体温の異常は臨床的に重要な徴候であり、それを知るための体温測定法も進歩してきている。私共が Bedside で用いた体温測定法や、臨床実験、動物実験で用いた体温測定法とその結果について考察した。

Bedside においては水銀体温計から電子体温計に変わった。これは1分間の測定でマイクログンピューターの使用により平衡温を予測し、デジタル表示化をする方法で、簡便性に優れている。この方法では、健康若年者で37°Cをこえる微熱を呈することがあるので、注意を必要とする。

担癌動物における腫瘍熱を測定するために、18年前にはセンサー付き発信カプセルを家兔の項部に埋没し、アンテナで受信し、体温に変換するという、大がかりな装置を必要とした。小型の携帯用S型温度測定装置を用いれば、現在では簡単に測定できると考えられる。

S型体温計は小型で約7日間の連続的な体温測定とその記録ができ、パソコンを介して図表化できる。この機器による体温測定方法の工夫や2, 3の疾患における測定結果について報告をした。現在は深部温モニター装置(CORETEMP)で体温の連続記録の結果を検討中であり、その新しい臨床応用の有用性を探している。(平成6年4月18日採用)

Studies of Several Types of Thermometers and Body Temperature

Toshiharu Matsushima

Fever is an important manifestation in medical practice, therefore several methods and instruments to determine body temperature have been developed. This is a review of our methods and the results of clinical and experimental studies of body temperature using several types of thermometers. Recently the electric thermometer, which estimates body temperature by microcomputer in only one minute, has taken the place of the mercury thermometer for bedside use because of its easiness of use. However, it may show a low grade fever to be slightly higher than 37.0°C in healthy young adults. Eighteen years ago I used a rather large device for continuous recording of the temperature of tumor-bearing animals. The device was composed of a temperature pill, which was placed in the nuchal region of the rabbit, an antenna to receive a signal from the pill, a temperature remodulator, and a large recorder. Now this can be accomplished by a compact-size thermometer. The

portable S type thermometer, which consist of a compact-size logger and a fine fiber with a thermosenser on the tip, can continuously store a patient's body temperature for about one week, and then can print out this recording of temperatures as a temperature chart on a personal computer. We have devised several ways to measure the temperature of the body surface, the bladder and intravagina, and recorded the successive temperatures of many patients with myocardial infarction, meningitis, and pneumonia. At present we are carrying out a study of pyrexia in pneumonic patients using a monitoring system for body temperature (CORETEMP).

(Accepted on April 18, 1994) *Kawasaki Igakkaishi 20 Suppl : 133-139, 1994*

Key Words ① **Body temperature** ② **Fever**
③ **Thermometer** ④ **Continuoun record**

はじめに

恒温動物に属する人間は、外気温の変化と関係なく体温をほぼ一定に保つ (homeothermic) ように作られている。すなわち、健常人においては体温は狭い範囲内に維持されており、そのコントロールは視床下部にある神経系によるとされている。調節方法には自律性体温調節 (autonomic thermoregulation) と行動性体温調節 (behavioral) とがあり、動物として、あるいは、病的にみても重要なのは前者で、筋の運動や食事摂取などによる熱の産生と、皮膚面や気道などからの convection, radiation, evaporation などによる熱の放散を行い、体温のバランスを保っていると考えられている。

体温調節に破綻をきたして、一定範囲 (正常体温) 内に体温を維持できなくなった高体温や低体温は、極めて頻度が高く、重要な徴候 (manifestation) であり、Harrison の内科学書でも疼痛について第2番目にとりあげられ、かなり詳細に記載されている程である¹⁾。例えば発熱に関する私共の調査では、内科外来初診患者の約18%、救急外来受診患者の約25%が、発熱を愁訴として来院していた²⁾。このような発熱をきたすのは、生体が体温を調節できないためではなく、体温調節の set point が通常よりも高い水準に reset されるためであり、前部視床下部に発熱物質 (IL-1, TNF など) が作用して発現す

ることが解っている³⁾。さらに発熱をきたす意義については、ヒポクラテス時代から生体に有利に働いているという考えがあり、現在では生体防御反応の net work の一つと考えられている³⁾。

以上のようなことから、体温測定は重要なことで、ヒポクラテスは臨床的測定を心がけたといわれており、約300年程前にはサントリオという人が種々の空気温度計を作って検温したといわれている。臨床的に用いられる水銀体温計が製作されているようになったのは19世紀半ばになってからのことで、日本でも明治16年に体温計が製作され始め、大正11年には永く使用された水銀体温計の原型ができたとされている⁴⁾。私も医師となり30年間に経過したが、その殆んどを水銀体温計と共に過ごしてきた。しかし、現在では水銀体温計は製造中止 (昭和59年) され⁴⁾、電子体温計をはじめ、さまざまな原理による体温測定ができる時代となっている⁵⁾。そこで臨床的、実験的にこれまで用いた体温測定器具と、その測定結果について review してみたい。

Bedside での体温測定

現在 bedside で用いられる体温計は電子体温計 (Fig. 1, 下) である。従来水銀体温計 (Fig. 1, 上) の欠点の1つであった平衡温に達する迄の時間の長さ (例えば腋下定温では5-10分) を、約1分間という短い時間で測定する点に、使用

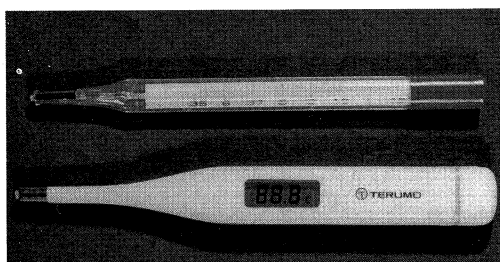


Fig. 1. The clinical thermometers commonly used on bed-side. Electrothermometer (lower) has taken the place of mercury thermometer (upper).

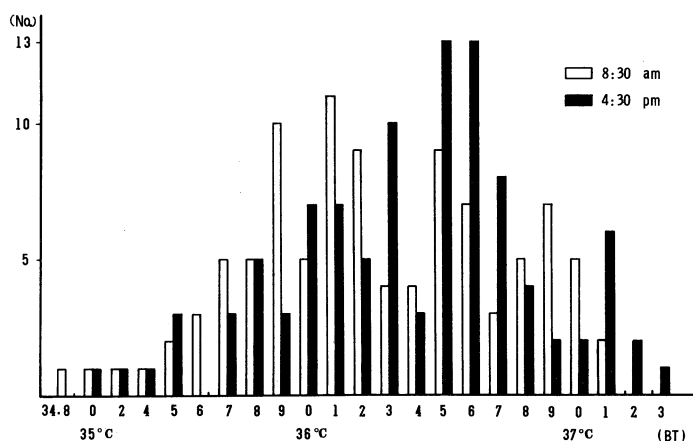


Fig. 2. Distribution of body temperature in healthy medical workers and students (50 males, 50 females).

の簡便さがある⁶⁾。これが可能となったのは電子技術の発展であり、マイクロコンピュータで平衡温を予測し、デジタル表示化する⁷⁾。測定終了合図の発信音も有用である。また、1分間測定で水銀体温計との精度が $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ と優れていることも報告されている⁸⁾。私共は20歳から62歳迄の各年齢、男50名、女50名の計100名の健康な医療従事者で、テルモ(株)社の電子体温計にて朝夕2度の検温を試みた。その結果(Fig. 2) 35°C 未満1名、 37°C 以上16名があったが、午前 36.0°C 、午後 36.5°C にピークを有する略正規分布を示していると考えられた。 35°C 未満 37°C 以上の症例は20歳台の若年者であった²⁾。従って、健康若年者では 37°C をこえる、所謂微熱と称されるものを呈することがあり得ること

を知っておくべきであるが、それも 37.3°C どまりであり、また、それらの人では、腋窩温と口腔内や直腸温などの中枢との差がないのが特徴ともいわれている。

担癌家兎における腫瘍熱の測定

18年前に V_2 担癌家兎の体温を測定した。腫瘍移植後約1週後から発熱をきたしはじめ、腫瘍の増大とほぼ相関して体温が上昇した。その連続的記録も施行したが、その方法は、まず径 $2.5 \times 1.1 \text{ cm}$ の temperature pill を家兎の項部に埋没し、上部を木製とした大きな動物ケージの上に、3 m の T字型アンテナを設置し、カプセルよりの電波をキャッチした (telemetry receiver)。それを temperature remodulator にて体温に変換し、pen recorder で記録した。その記録の一部を Figure 3 に示したが、静止時の記録は良いものの、活発な動きを示す家兎での記録は乱れ、何よりも装置が大がかりであ

った⁹⁾。もし、次に示す S型携帯用温度測定装置⁹⁾でもあったならば、より明瞭な記録が可能であったであろうし、さらなる実験の続行も容易であったと思われる。

携帯用 S型温度測定装置

携帯用 S型温度測定装置の体温ロガー (Fig. 4) は、気象観測用の気温測定装置 (三栄メディス(株)) を利用したもので、小型 ($2.5 \times 6 \times 9 \text{ cm}$) で、先端に温度センサー (thermister) を付着したファイバーを3本迄装着でき、3点の測定が可能である。1分間あるいは5分間の平均体温をデーターとして取り込み、コンピューターを介して、1 dot として連続打点し作図する¹⁰⁾。

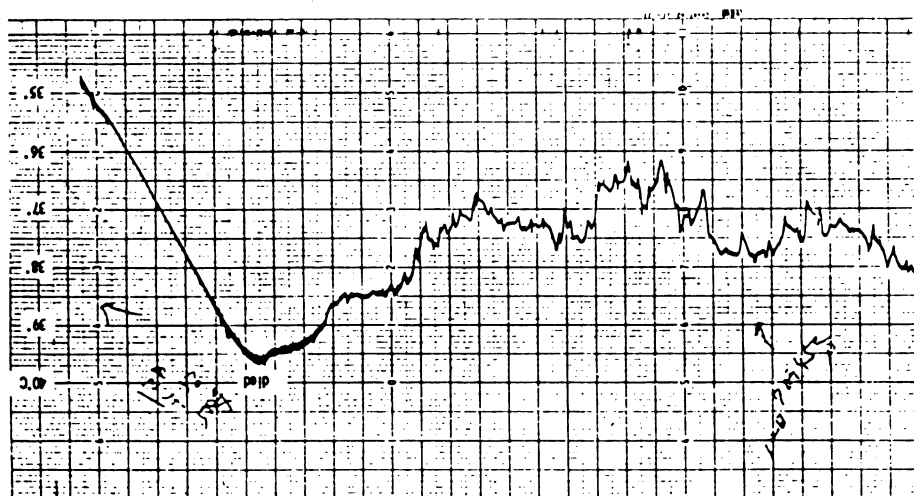


Fig. 3. Continuous record of body temperature of tumor (V_2)-bearing rabbit in terminal stage measured by telemetry system.

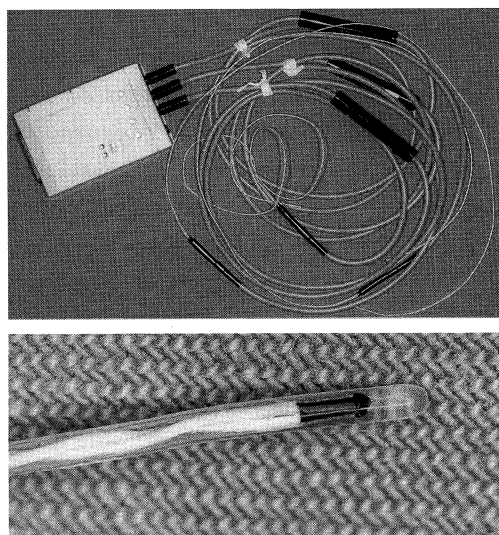


Fig. 4. The portable S type thermometer consisted with the logger and the channel fibers (upper) which have a very fine thermosensor on the tip (lower).

健康成人ボランティア (49歳, 女性) の皮膚温と体腔内温 (腔内温) の測定結果を **Figure 5** に示した. 赤点による体腔内温は約 36.8°C で安定していた. 一方, 黒点で示した腋窩温と, 緑点で示した前胸部の皮膚温は, 平衡温に至る迄の時間が長く (追従性が悪く), 安静臥床を保っていれば直線的であるが, 測定開始1時間半後の排尿や, 4時間半後からの読書に際しての,

起立, 運動により, 激しい体温の乱れがあった. その後, 皮膚温の運動による変動は発泡スチロールの小片でセンサー部分を遮蔽することにより安定することが, 22歳, 女性ボランティアの実験により判明した. その方法を用い, ヘルペス脳炎で高熱をきたしている29歳, 男子の体温を測定し, 通常電子体温計による測定値と比較したものが, **Figure 6** である. S型体温計によるものは5分間1 dot で30時間の連続記録であり, 電子体温計による腋窩温は出来るだけ密に測定し, それを普通の体温表の如く実線で結んだ. **Figure 6** で見られる如く, 両体温測定法による体温は殆んど並行しているものの, S型体温計によるものが前胸部皮膚温であるため約 0.5°C 低い体温を示し, 解熱薬の使用による体温下降を始め, より詳細に体温の動きを示していることが明らかとなった. その後当教室の富澤は¹¹⁾, 心筋梗塞急性期患者の膀胱温をカテーテルを通じて, 1週間連続記録した. その結果, 概日リズム (日内変動) に近い膀胱温の連続記録を示すような心筋梗塞症例では予後が良いという結果であった. この方法では, 膀胱留置をしなければならない患者の3 way tube の1つの孔から, 無菌的に体温測定センサーの付着した細いファイバーを挿入した. しかし既にテルモ^(株)では温度センサーを先端に付着したシ

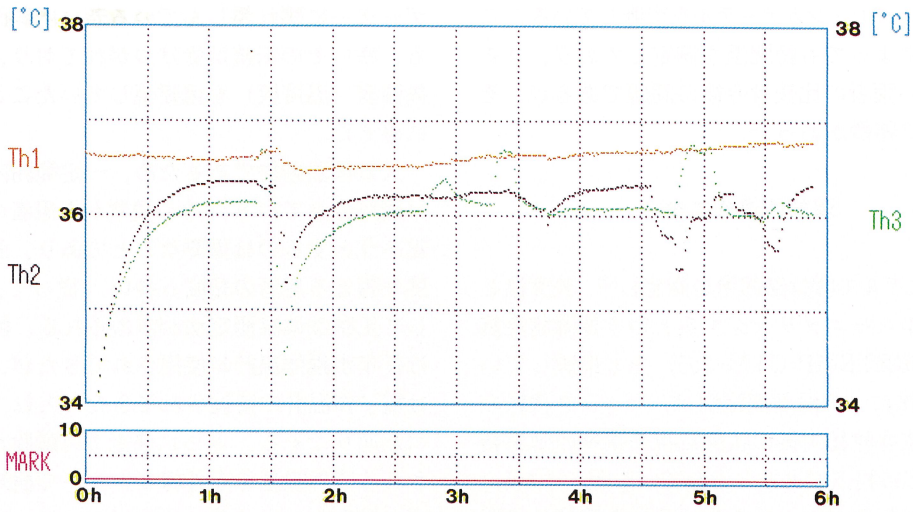


Fig. 5. Continuous record of body temperature of healthy woman (49-year-old volunteer) measured by the portable S type thermoreter. Th1 (red) intravaginal, Th2 (black) axillary. Th3 (green) Skin surface (chest)

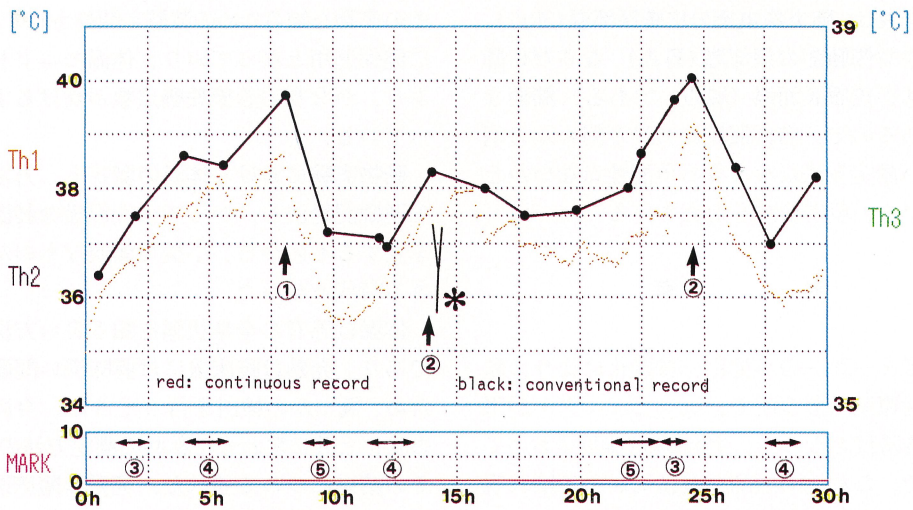


Fig. 6. Continuous record of body temperature of the patient with herpes encephalitis measured by the S type thermometer (red dots) compared with that by conventional electrothermometer (black line). A rapid, transient drop of body temperature by indomethacin found by S type thermometer, was shown by marks (*). ① aspirin 900 mg iv, ② indomethacin 50 mg sp, ③ Immunoglobulin iv (2500 mg), ④ Zovirax iv (750mg), ⑤ CTRX iv (2g)

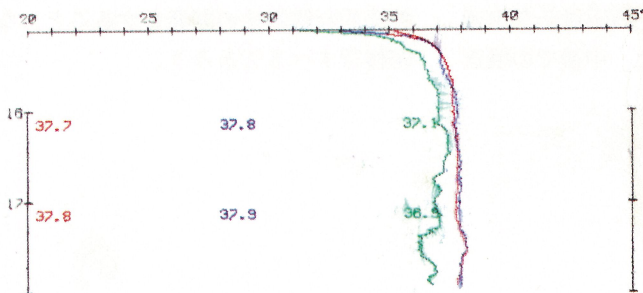


Fig. 7. Continuous record of body temperature of pneumonic patient measured by CORETEMP.

リコーンバルーンカテーテルを市販している。この方法によっても膀胱温を測定しており、さらに詳しい両者の比較は今後の問題であるが、それぞれに特徴があった。

深部体温モニター

さらにテルモ(株)は深部温を測定し¹²⁾、表面温と比較し乍らモニタリングするという体温測定装置(CORETEMP CTM-205)をも市販している。本法による温度測定法は、ショック状態の把握や皮弁移植術後の状態監視や薬剤の効果判定、などに利点があるとされている¹³⁾。ただし、センサー付きバルーンカテーテルを連続して膀胱温などを測定する以外、深部温とはいえ皮下約1 cmの温度とされている。Figure 7に図した体温表は、肺炎病巣部の皮膚深部温(赤点)、対称的な対側肺部の深部温(青点)、ならびに肺炎病巣部の皮膚表面温(緑点)である。簡便な方法であるので、内科領域における何らかの病態の良い測定方法になりうる可能性はないかと考えながら、現在検討を進めている。

考 察

コンピューターの小型化、普遍化により、私共の生活環境の至る所で、コンピューターが用いられる時代となった。体温測定器具においても然りで、これ迄の医師、看護婦が長年馴れ親しんできた水銀体温計は、もはや過去のものとなりつつある。現在、殆んどどの病院が簡便さのため電子体温計を使用していると思われるが、体温測定にタッチしない病院の勤務医は、そのことを知り、その利点、欠点を知っているであろうか。また、私共は体温表を見るのに馴れ親しみ、体温、脈搏数、呼吸数、血圧の記録から患者の状態を窺い知ろうとしてきた。中検での検査

データに馴れ親しんでいる若い内科医師達にも、幸いその伝統は受けつがれており、彼等が体温表(温度板)を重要視していたことは以外に思えた。

人は恒温動物であるため、一定範囲内に体温は調節されている。その異常から患者の異常を覚ろうとするのは重要なことであり、また、発熱を訴える患者の頻度も多い。従って、簡便にして正確な体温測定法が求められる。臨床的には長年水銀体温計が使用されてきたが、現在では電子体温計に置換されてきたことは、既に述べた通りである。さらに最近では鼓膜から放射される赤外線量を赤外線センサーで検知し、温度に変換し、マイクロコンピューターによる体温の実測値のデジタル表示を僅か2秒間で行う医療機器も実用に供されている。詳しい体温とその変動を知るための装置も開発されており、既に健保適用となっており、体温モニタリングにより、かなりの診療報酬点数が稼げるようになっている。

動物実験における体温の測定も、方法殊にその連続記録法も、かつての大規模な装置と労力を要するものから、小型で簡便なものが使用できる時代となった。

体温は患者の全身状態を知る良い方法の1つであり、発熱は臨床医には興味深い問題であるため、幾つかの検討を行ってきた。今回は時代の変化と共に変わった私共の測定方法の違いと、その結果について述べた。発熱は臨床医にとっては極めて重要な問題であり、興味の持たれる点ではあるが、所詮は病態であり、原因ではない。すなわち、その研究は量的診断どまりであり、質的診断に至らず、臨床上的の問題に終止するのみである。これからは、発熱が生体防御反応システムの中のどのような位置にあり、その特異的な解熱法の開発をすること、などに研究が移行すべきであろう。

文 献

- 1) Petersdorf RG, Root RK: Alteration in body temperature. *In* Harrison's Principles of Internal Medicine, 11th ed. McGraw-Hill, NY. 1987, pp 43-57
- 2) 松島敏春: 外来患者ならびに入院患者における発熱の頻度と原因. 川崎医学会誌 18: 181-190, 1992
- 3) 村上 恵: 発熱と生体防御, 新しい発熱のみかた. 東京, 日本医事新報社. 1988
- 4) テルモ(株): 水銀体温計の記録; 1921-1984. 東京, 凸版印刷. 1985
- 5) 辻 隆文: 体温-体温計装置と体温情報. 臨床検査 30: 1310-1314, 1986
- 6) 福富昌子, 河村邦子, 酒匂絹代, 渡辺陽子, 山本光子, 古庄佳子: 電子体温計の導入を試みて. 印刷局医報 32: 181-183, 1986
- 7) 村本 裕: テルモ電子体温計について. 臨床体温 8: 128-129, 1988
- 8) 松島敏春: 担癌生体における発熱の研究(その2), V₂担癌家兎における体温の測定. 川崎医学会誌 3: 61-69, 1977
- 9) 三栄メデイス(株): S型携帯型温度測定装置取扱説明書
- 10) 三栄メデイス(株): 体温グラフチャートサンプル取扱説明書
- 11) 富澤貞夫: 携帯用S型体温測定装置を用いた急性心筋梗塞後の膀胱温の連続的測定. 川崎医学会誌, (投稿中)
- 12) Togwa T, Nemoto T: A modified internal temperature measurement device. Med Biol Eng 14: 361-364, 1976
- 13) 辻 隆文: 深部体温計-臨床-. 電子医学 11(1): 61-67, 1976
- 14) 戸野 保, 北川範仁, 弥富郁夫, 原野 清, 十時忠秀: 温度センサー付きバルーンカテーテルの有用性と問題点. 臨床体温 10: 46-50, 1990
- 15) 野崎洋文, 小滝正年, 黄 宗人, 遠藤 毅, 奥秋 晟: 体温モニターとしての鼓膜温. 臨床麻酔 12: 135-139, 1978