

検温法の変遷とその方向性について

Historical Review of Body Temperature Measurement Methods and Future Perspectives

相原まり子¹⁾ 入來正躬²⁾

Mariko AIHARA¹⁾ and Masami IRIKI²⁾

¹⁾ 湘南短期大学歯科衛生学科、²⁾ 山梨医科大学名誉教授 ひかりの里クリニック所長

¹⁾Department of Dental Hygiene, Shonan Junior College

²⁾Hikarino Sato Clinic

Abstract

Body temperature is the most important information about the living body collected for clinical diagnosis.

Mercury thermometers, developed in Europe, after being used for many years to measure body temperature, were recently replaced. Use of electronic thermometers, made of thermistors, has recently been spreading rapidly across the world as a new means of measuring body temperature. Of the sites where body temperature can be measured (oral cavity, axillary area, rectum, forehead and external auditory meatus), the oral cavity (sublingual area) is selected for body temperature measurement most frequently in foreign countries, while the axillary area has been used in Japan as the primary site of body temperature measurement since pre-war times.

Since 1959, the reliabilities of body temperatures

measured at various sites have been analyzed and compared.

The results of this study, conducted by the authors, allowed the conclusion that the temperature in the axillary area, if measured appropriately, is highly reliable clinical information. Following the development of high-tech thermographic devices fitted with a far infrared CCD camera, body surface temperature is now measured with this type of device at international airports in Japan as a means of quarantine assessment of tourists entering Japan from countries where highly pathogenic influenza virus infection is prevalent.

Key words: oral temperature, axillary temperature, rectum temperature, ear temperature

【はじめに】

体温の測定は医療の場や家庭において、生体情報を得るために日常的に実施される重要な方法である。体温測定の意義については、Hippocratesの時代より熱、炎症と疾病の関係から、炎症部位の確認するには水で溶いた泥を体表に塗ると炎症部から乾くという体験を通じて認識されていたと言われる。実際に測定器が用いられるようになったのは、今から

372年も前のことである。この17世紀には、気体の膨張を利用した気体温度計に始まり、その後ガラスを加工したアルコール温度計や水銀温度計へと進歩してきた。なかでも水銀体温計は高性能で、99.999%に精製された水銀を用いて一定の膨張・収縮を行うことで高精度に正しい示度を示した。当時の水銀体温計が、最近まで使っていたガラスと水銀でできた体温計の基礎となっている。またさらに

Fahrenheit, Reomur, Celsius により改良されて 19 世紀後半には留点が加工されることで、測定後に体温計を取り出しても示された最高温度が維持できるようになった。これが最高温度計の開発である。さらに水銀体温計の精度が高められたのは 20 世紀の初めである。

平型体温計はドイツ、棒状体温計は直腸や口腔測定用としてイギリスでつくられ各々が改良されてきた。検温部位に合わせた温度計が用いられてきたが、世界中で腋窩検温法を用いているのは日本、ドイツ、ハンガリー、中国、ロシアの一部にすぎない。大多数の国々すなわちアメリカ、イギリス、南アフリカは口腔検温である¹⁾。日本の測定器に影響を及ぼしたのは 1907～1910 年(明治 40～43 年)にドイツから持ち込まれた平型水銀体温計である。

Fig.1 の写真は、1930 年代にドイツで用いられていた平型体温計である。本来腋窩用であるが、直腸温測定にも用いられていたことが文献より確認された。この原型を模倣して柏木体温計、仁丹体温計がつくられ普及していった。また 1945 年以降は、アメリカの加工技術導入により生産性が向上してさらに良質な機器を生産し、国内用には平型、輸出用には棒状をアメリカ、カナダ、オーストラリアに供給してきた。当時国内での体温計生産量の 50% が輸出されるなど需要が高かったようである。

水銀は安定した熱膨張と加工しやすいという利点を持つが、廃棄にもなう環境汚染や製造工程の労働者の健康問題から、1989 年には国内製造を中止した。しかし国内メーカーの名称で諸外国に生産をさせていた時期もあるが現在では完全に中止されている。その理由はアメリカで開発製造された電子体温計の普及である。現在わが国における普及率は 100% となっている。電子体温計とは、サーミスタを用いてその抵抗変化を発振周波数の変化に変え、カウンター部でマイクロコンピュータを用いて読み取り、体温値に変換するものである。予測式と実測式の両方が流通し両者の是非が論議された。現在では実測式が主流をなしている。また測定器とは言いがたいが、臨床上で発熱の有無を知ることを目的と

して、液晶温度計がある。

さらに鼓膜や外耳道から放射された赤外線エネルギー量を測定する耳内温度計が開発され、多くの研究者により有用性が検証された。また軍用に開発された赤外線 CCD カメラを用いたサーモグラフィーも体温測定役割を担っている。

著者らは 1986 年以來、現在に至る検温機器の変遷と検温法の再検討を続けてきた。各々の機器を用いた検温部位を検温法をもとに検討することで今後の方向性を探りたい。以下に腋窩、口腔、耳内の測定部位を検討する。

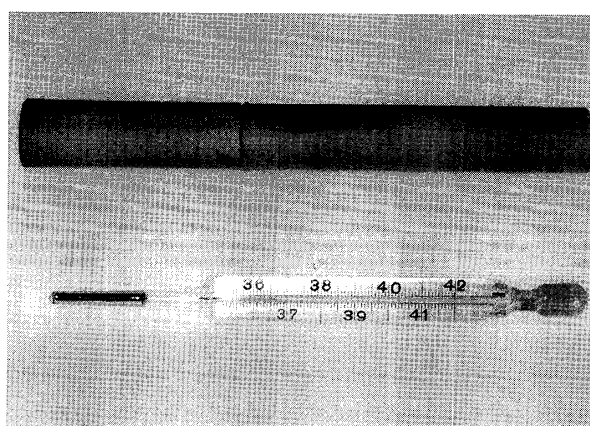


Fig.1 Thermometer for Axillary (Rectum)Temperature (1930)

【腋窩検温法】

腋窩検温法は戦前のドイツ医学の導入とともに、わが国で習慣化したものである。敗戦後の日本人は、米軍による口腔検温の指導を受けたが慣習にまで介入することを良しとせず、これを拒んだことが言い伝えられている。

腋窩部は腋窩動脈上の最高温部を中心に、外殻に向って徐々に低下する温度勾配を示す (Fig.2)。この部位に体温計の感温部を当て、上腕部を体幹に密着固定させる。腋窩は血流量は少ないが、躯幹部にあるので熱放散を受けにくく、腋窩部に腋窩動脈温を滲出させ蓄積しやすい。腋窩部の測定点を定め超音波ドップラー血流計 (Mini Dopplex D500, Huntleigh Technology 社製) にて血流量の大である腋窩動脈上の位置を知り、測定部位を定め

た。閉鎖腔に蓄積する熱を計測するので測定機器が変わっても測定時間の短縮は望めない。しかし測定時間 10 分間が確保できれば、外界の環境温の影響を受けにくい場所として最も優れた測定部位であると言える。

安静に椅座位にて上腕を挙上し、Fig.2 に示す point ②の位置に電子体温計の感温部を当て、上腕を下げ、前腕部を体幹に密着し体温計全体を包み込むように測定を開始し、10 分間の測定を行う。電子体温計の感温部は水銀体温計に似て大きいですが、実際にサーミスタが入っている測定部位は極度に小さくなっている^{2)~4)}。

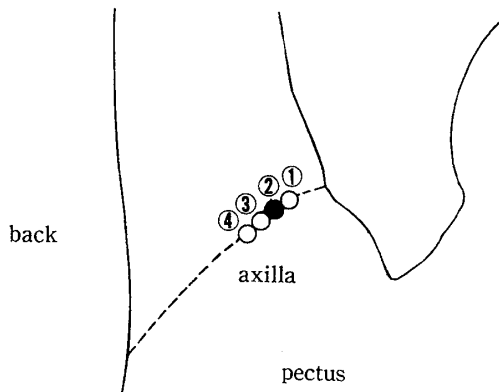


Fig.2 Sites of temperature measurement in the axillary cavity.

①~④: Sites of measurement ; refer to the explanation for these numbers

Aihara, Iriki¹³⁾

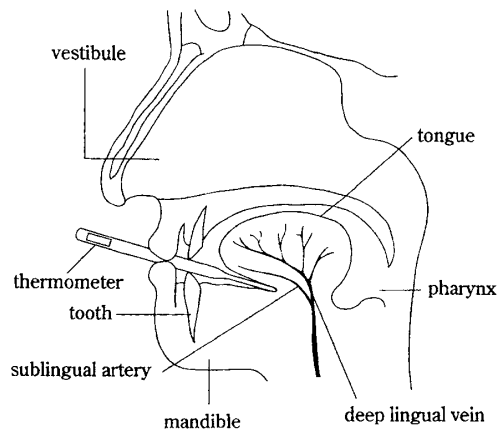
したがって腋窩部に熱の蓄積を待たねば測定は完了しない。また体幹の一部であるが温度勾配があり、必ずしも核温を直接測定できる部位ではない。しかしながら正しい手技で適切に測定するならば十分に利用できる結果が得られると考えられる。

【口腔検温法】

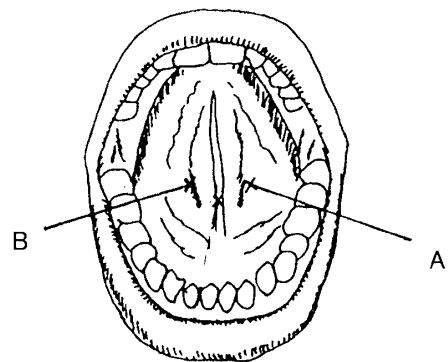
口腔は直腸に次いで核温を測定しやすい。口腔内の最も高い値が得られる場所として、挙上した舌根部中央付近の舌下動脈上に体温計の感温部を挿入した後、舌をもどし口腔を閉鎖し5分間測定する。舌下部血流量は指尖部に次いで有意に高く、腋窩の 10 倍の血流量がある。動脈と静脈を比較すると

動脈が温度が高く、周囲の組織に熱を供給する役割をしている。このことが舌下が測定時間の短縮される要因となる^{5)~6)}。

頭部は熱の産生はない。しかも骨格筋や肝臓で発生する熱を伝えにくい舌下血流を通じて熱が供給されている。その経路は次のようである。総頸動脈は外頸動脈に分岐し舌骨上で舌に入る舌動脈になる。この舌動脈が舌下腺部や口腔粘膜に分布する舌動脈と舌尖部に至る舌深動脈がその熱源となる。さらに環境温が低いと、総頸動脈が頸部で分岐する位置で呼吸により外気の冷却によって測定値を低下させる。相原ら⁷⁾により、舌下動脈が腋窩動脈より浅い位置にあるので熱をとらえやすいなどが、測定時間短縮の理由となることが報告されている。舌根部の測定部位を示した (Fig.3)。



Aihara et al⁶⁾



A,B : Site of temperature measurement

Fig.3 Site of temperature measurement in the oral cavity.

Aihara et al¹²⁾

【耳内検温法】

最も新しい検温法である。耳内温計のプローブを外耳道に挿入し、1～2秒で測定を行う。耳内温計とは耳内すなわち鼓膜や外耳道付近から放射された赤外線エネルギー量を測定する機器である。ステファンボルツマンの法則を原理として、赤外線の放射エネルギー量を温度換算して表示することで測定結果を得るものである。外耳道温測定の基礎となったのは内野⁸⁾やSmithら⁹⁾による鼓膜温度計である。鼓膜は内頸動脈を熱源としている。外耳道は2.3～2.97cmで側頭骨の内部でありFig.4に示すごとく狭窄部があり鼓膜に向い彎曲している¹⁰⁾¹¹⁾鼓膜とその付近の外耳道温を測定するものであり、深部ほど高温とは限らない。

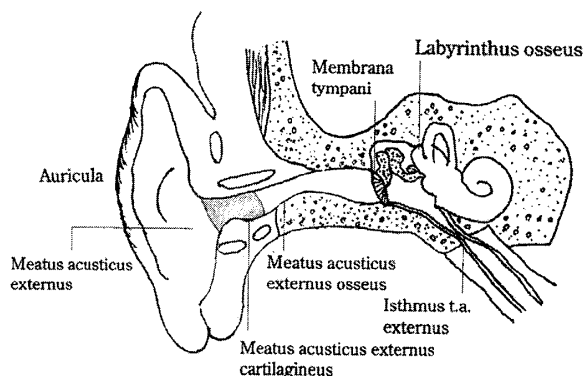


Fig.4 The cross section of external ear

Aihara, Iriki¹¹⁾

【測定部位の平均体温】

現在までに著者らが腋窩、口腔、耳内の3部位で

Site of measurement	values means ± SD
Axillary temperature	36.73 ± 0.24
Oral temperature	36.77 ± 0.25
Ear temperature	36.82 ± 0.44

Iriki and Aihara

測定した結果は次のようであった。

Table 1 Mean values of ear temperature, oral and axillary temperature.

Mean ± SD N=1687

測定結果では耳内 > 舌下 > 腋窩の順であった。耳内温は左右に有意な差は認められなかった。ま

た口腔、耳内とも環境温の影響を受けやすい。優れた測定部位で、測定値の再現性等の条件下では口腔が最も良い。しかし腋窩でも正しく適切に測定すれば临床上耐えうる結果が得られる。

【まとめ】

ヒトの平均体温を問われることが多いが、簡単なようでとても難しい。その時点の体温は確実に1つでありながら測定結果は複数である。使用機器、測定方法、測定時間、検温手技、外界の環境温、体温の日内変動、基礎体温等さまざまな条件が加わる。基礎体温を予測式電子体温計にて測定し、その精度評価を行った相原ら¹²⁾の報告でも、個人が刻々と変動する測定値を特定生体条件下でとらえることの難しさを指摘している。一方、大胆にも臨床では有熱か否かをすれば良いとする意見もあるが、各自の平熱あるいは平均体温が明確でないと診断材料の1つにはならない。そこで測定器ではなく、熱の有無を知るための液晶温度計もある。

測定時間が短いことで口腔検温は腋窩検温より優れているとされる。結論として、口腔では5分、腋窩では10分の正しい測定が行われれば両者とも核温の指標となり得ると考えられる¹³⁾。

周知のごとく検温は継続的にデータを取得することで病勢を判断したり、熱型により診断材料になったりする。だれでも測定できるが、体温の経時変化のどこを捉えるかも重要である。機器の開発もめざましく、測定部位と測定器がどのような熱を測定手技によって捉えるかを知らずに測定すると、意味のない数値を得ることもある。実際に高齢者や乳幼児の頸部や鼠径部あるいは着衣の間で測定するなどの場に遭遇することがある。体表面は環境温の影響を受け、通常33～35℃の範囲である。熱放散が大であると同時に神経系の支配を受けているから、いかなる優秀な測定器であっても体表は深部温と相関がない。従って核温を測定することにはならず指標ではない。これらの要素を統合して腋窩は最も優れた測定部位であると言える。電子体温計では測定完了のブザーが鳴っても、腋窩の熱の蓄積を待つて10分間の測定を行うのが望ましい。また、環境

温が 10°C以下でなければ、短時間に測定結果を得る方法として口腔（舌下）温が優れていると考えられる。この報告は、著者らが 1986 年以後継続してきた研究の一部である。

【文献】

- 1) 入來正躬、土屋 清：欧米での臨床検温法の現状—直腸温，口腔温，腋窩温の比較—、医学のあゆみ、137、440-441、(1986)
- 2) 富家崇雄：臨床検温法、Medicina、14、3、19-23、327-331、(1977)
- 3) 富家崇雄：電子体温計と体温測定、医科器械学誌、33、4、5、277-281、(1968)
- 4) 町野龍一郎：臨床検査法に関する研究、日本温泉気候物理医学会誌、22、4、292-318、(1959)
- 5) Iriki M.: Fever and fever syndrome current problems. Jpn. J. Physiol., 38:233-250, 1988
- 6) 相原まり子、雨宮 愛：口腔温の測定時間に関する研究、湘南短期大学紀要、9、1-6、(1998)
- 7) 相原まり子、入來正躬、相原弼徳、新井直美：口腔検温に関する研究、一環境温の口腔、指尖部，側腹および腋窩の血流と温度に及ぼす影響、湘南短期大学紀要、5、7-12、(1994)
- 8) 内野欽司：ヒト鼓膜温の生理学的意義、日本生理学会誌、51、387-404、(1989)
- 9) Smith D.L. and Fehling P.C. :Reliability of infrared tympanic thermometry, Aviation Space and Environmental Medicine, 67, 3:272-275, 1996
- 10) Aihara H., Aihara M.: Experimental Studies on Postmortem Interval Using a Deep Thermometer. ACTA MEDICINE LEGALIS, 44, 221-223, 1994
- 11) 相原まり子、入來正躬：耳内検温法に関する研究、湘南短期大学紀要、10、1-10、(1999)
- 12) 相原弼徳、相原まり子、佐治文隆、堤 治、村本 裕：婦人用予測式体温計の精度評価について、臨床モニター、19、1、58-64、(1998)
- 13) 相原まり子、入來正躬：腋窩検温法の検討と口腔検温法との比較、日本生気象学会誌、30、1、159-168、(1993)