

中耳炎罹患時における鼓膜温について

安松 隆治 井之口 昭 小宮山 莊太郎

九州大学医学部耳鼻咽喉科学教室

新里 祐一

下関市立中央病院耳鼻咽喉科

Effect of Acute Otitis Media on Infrared Tympanic Thermometry

Ryuji YASUMATSU, Akira INOKUCHI, Sohtaro KOMIYAMA

Department of Otorhinolaryngology, Faculty of Medicine, Kyushu University
Yuichi SHINZATO

Department of Otorhinolaryngology, Shimonoseki City Hospital

This study was designed to evaluate an infrared tympanic thermometer for accuracy and to determine if temperature readings are affected by acute otitis media. Ninety-four children without ear disease, 35 children with unilateral acute otitis media and 6 children with bilateral acute otitis media diagnosed clinically were enrolled in the study. Temperatures were measured in bilateral ears using the Super Thermo instant thermometer and in the axilla by an electronic predictive thermometer.

The average of differences in bilateral tympanic temperature of 94 children without ear disease was $0.01 \pm 0.15^\circ\text{C}$ ($p > 0.05$) and a correlation between the tympanic temperature of right ear and that of left ear was good ($r = 0.99$). The mean tympanic temperature tracked the axillary temperature closely, with a correlation coefficient of 0.92. Axillary temperature was higher than the average of bilateral tympanic temperature in 60% of tested cases.

Among 35 children with unilateral acute otitis media, the temperatures in the infected ears were higher than those in the uninfected ears in every case. The temperature difference of each side of ears was $0.43 \pm 0.24^\circ\text{C}$ in children with unilateral acute otitis media and this value differed significantly ($p < 0.01$) from that in 94 children without ear disease. Normal range of the temperature difference in bilateral ears was $-0.29 \sim 0.31^\circ\text{C}$ (mean \pm 2SD). Among total of 35 children with unilateral acute otitis media, 24 children (69%) showed higher than upper limit of normal range of the temperature difference in disease-free ears.

The temperature difference of each side of ears in 6 children with bilateral acute otitis media was $0.05 \pm 0.22^\circ\text{C}$. There was no significant difference between 6 children with bilateral acute otitis media and 94 children without ear disease.

はじめに

視床下部は温度情報の統合や温度出力信号の発生など、生体の温度調節の中核として主要な働きを行うとともに、ヒトの温度入力的主要な検出装置としても働いている。従って視床下部温は直腸温や食道温といった深部体温を規定する重要な要素である。鼓膜温と視床下部温は動物実験において相似することが報告され、ヒトにおいても自律性・行動性体温調節は、体幹の深部体温よりも鼓膜温と関連性を持っている事から、鼓膜温は深部体温のより正確な指標と考えられてきた。

近年、鼓膜から放射される赤外線を感知して温度を測定する非接触型鼓膜体温計が市販され、その測定手技の簡便さにより、鼓膜温の測定は徐々に臨床の場においても普及しつつある。現在、鼓膜体温計の信頼性についてはほぼ確認がなされているが、この温度は鼓膜が正常なもので深部体温を反映するため、一般的には耳疾患のある患者は除外して測定される事が多い。しかし耳鼻咽喉科的観点からみると、逆に中耳などに疾患が認められた場合、測定値に局所の温度変化が加わり病変の有無を予想出来るのではないかと考えられる。そこで今回我々は、乳幼児における急性中耳炎及び耳疾患の認められなかった症例の鼓膜温及び腋窩温を測定して鼓膜体温計の信頼性を再確認し、中耳炎の鼓膜温に及ぼす影響についても検討したので報告する。

対 象

1997年11月から1998年5月までに下関市立中央病院耳鼻咽喉科を受診し、耳鏡検査で診断された一側性急性中耳炎患児35例（内訳：右急性中耳炎症例17例、左急性中耳炎症例18例、うち鼓膜切開を必要とした症例18例）（以下、片側急性中耳炎群）—男児23例、女児12例、平均3歳6ヶ月—、両側性急性中耳炎患児6例（以下、両側急性中耳炎群）—男児3例、女児3例、平均3歳1ヶ月—、及び耳疾患の認められなかった児94例（以下、鼓膜正常群）

—男児48例、女児46例、平均2歳8ヶ月—を対象とした。

方 法

上記対象児に対し常温24～28度の室内で、仰臥位でまず腋窩温の測定を行い、続いて座位にて鼓膜温を測定した。腋窩温の測定にはオムロン電子体温計を用い、鼓膜温については耳孔体温計スーパーサーモ（松下電器製造、持田製薬販売）を用いて左右交互に3回ずつ測定し平均値を採用した。各測定時、耳鏡により耳垢の有無を確認し、必要に応じて耳垢除去を行った。

これらの測定で得られた結果をもとに以下の3つの検討を行った。

(1) 鼓膜正常群における左右鼓膜温及び鼓膜温と腋窩温の相関の有無

鼓膜正常群94例の左右鼓膜温の相関、及び左右鼓膜温の平均値と腋窩温との相関の有無について検討した。

(2) 片側急性中耳炎群と鼓膜正常群との鼓膜温左右差の比較

片側急性中耳炎群35例の罹患側の鼓膜温から健常側の鼓膜温を引いた値と鼓膜正常群94例の鼓膜温左右差（右鼓膜温—左鼓膜温）との間に有意差があるかどうかについて検討した。

また片側急性中耳炎群のなかで、治療として鼓膜切開が必要であった18例と必要でなかった17例の鼓膜温左右差についても比較した。

(3) 両側急性中耳炎群と鼓膜正常群における鼓膜温左右差、鼓膜平均値と腋窩温の差の比較

両側急性中耳炎群6例、鼓膜正常群94例の鼓膜温左右差（右鼓膜温—左鼓膜温）を比較し、鼓膜平均値と腋窩温の関係についても検討を加えた。

尚、数値は平均値±標準偏差で示した。有意差検定には、鼓膜温左右差、左右鼓膜温平均値と腋窩温の差の比較においてMann-Whitney検定を、左右鼓膜温の相関及び左右鼓膜温の平均値と腋窩温の相関の検討にはSpearmanの順位相関係数の検定を用いて、危険率5%以下

を有意と判定した。

結 果

(1) 鼓膜正常群における左右鼓膜温及び鼓膜温と腋高温の相関の有無

鼓膜正常群の鼓膜温の左右差は、最大のもので 0.30°C であった(左側が高い症例: 34例, 右側が高い症例: 42例)。左右差を全く認めない症例は18例あり, 右鼓膜温から左鼓膜温を引いた値の平均値は $0.01 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$ であった。また左右鼓膜温の間には統計学的有意差を認めず($p > 0.05$), 相関係数は $r = 0.99$ であった($p < 0.01$) (Fig. 1)。

左右鼓膜温の平均値と腋高温との差については, その差が最も大きいものは 0.8°C であった。ただ全体では $r = 0.92$ ($p < 0.01$) と高い相関関

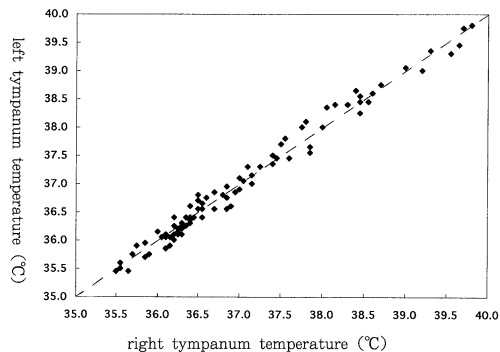


Fig.1 Comparison of right and left tympanum temperature in the normal tympanum group.

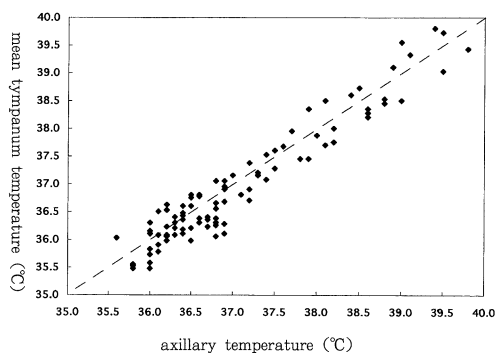


Fig.2 Comparison of axillary temperature and mean tympanum temperature in the normal tympanum group.

係が認められた (Fig. 2)。また左右鼓膜温平均値から腋高温を差し引いた値は平均 $-0.11 \pm 0.30^{\circ}\text{C}$ であり, 今回の測定では左右鼓膜温の平均値が腋高温よりも約 0.1°C 低い結果が得られた。

(2) 片側急性中耳炎群と鼓膜正常群との鼓膜温左右差の比較

片側急性中耳炎群では全例において, 患側の鼓膜温が健側の鼓膜温よりも高値を示した。その差は最小のもので 0.05°C , 最も大きいものでは 0.95°C , 平均 $0.43 \pm 0.24^{\circ}\text{C}$ であった (Fig. 3)。これは鼓膜正常群の鼓膜温左右差 ($0.01 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$) と比較すると統計学的有意差 ($p < 0.01$) が認められ, 片側急性中耳炎群では患側の鼓膜温が健側のそれに比べて有意に高いことが認められた。鼓膜正常群における鼓膜温左右差の正常範囲 (平均値 $\pm 2\text{SD}$: $-0.29 \sim 0.31^{\circ}\text{C}$) を超えて患側の鼓膜温が高い症例は, 片側急性中耳炎群の中の24例 (69%) であった (Fig. 4)。また, 鼓膜切開を行った18例と行わなかった17例を比較したところ, 前者では鼓膜温左右差が平均 $0.58 \pm 0.20^{\circ}\text{C}$ であったのに対して, 後者では $0.28 \pm 0.18^{\circ}\text{C}$ であり, 統計学的有意差が認められた ($p < 0.05$) (Fig. 5)。鼓膜切開を行った例に限ってみると, 鼓膜正常群の正常範囲を超えて患側の鼓膜温が高い症例は, 18例中16例 (89%) であった。

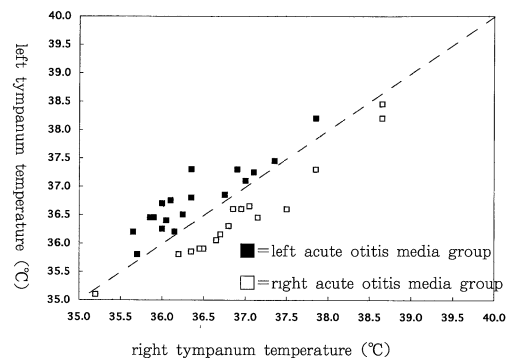


Fig.3 Comparison of normal and infected side tympanum temperature in the unilateral acute otitis media group.

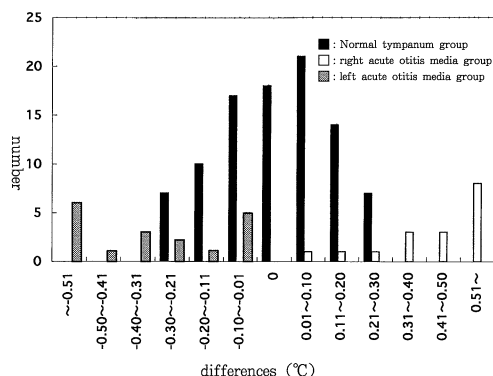


Fig.4 Distribution of right and left tympanum temperature differences in the normal group and unilateral acute otitis media group. The horizontal axis indicates subtracted temperature left side from right.

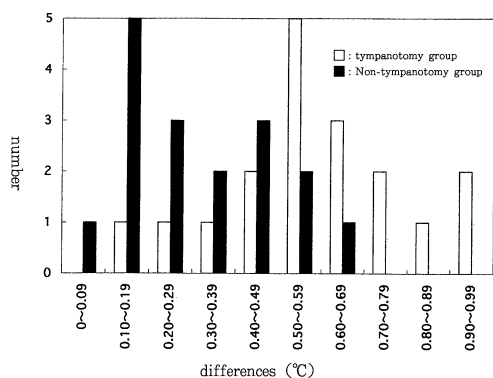


Fig.5 Distribution of normal and infected side tympanum temperature differences in the tympanotomy group and non-tympanotomy group. The horizontal axis indicates subtracted temperature normal side from infected side.

(3) 両側急性中耳炎群と鼓膜正常群における鼓膜温左右差, 鼓膜温平均値と腋窩温との差の比較
 両側急性中耳炎群 6例の鼓膜温左右差は, 平均 $0.05 \pm 0.22^\circ\text{C}$ であり, 鼓膜正常群の鼓膜温の左右差 (平均 $0.01 \pm 0.15^\circ\text{C}$) との間で有意な差は認められなかった ($p > 0.05$). 一方, 左右鼓膜温平均値と腋窩温との差は, 平均 $0.23 \pm 0.21^\circ\text{C}$ であった. これは鼓膜正常群における左右鼓

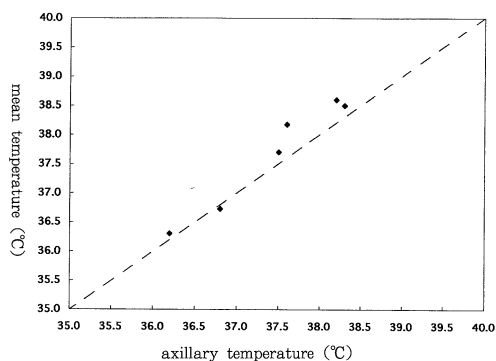


Fig.6 Comparison of axillary temperature and mean tympanum temperature in the bilateral acute otitis media group.

膜温平均値から腋窩温を差し引いた値 ($-0.11 \pm 0.30^\circ\text{C}$) と比較すると統計学的有意差が認められ ($p < 0.05$), 両側急性中耳炎群では鼓膜正常群と比較すると, 鼓膜温の平均値が腋窩温に比べて高い傾向にある事がわかった (Fig. 6). ただ, 鼓膜正常群における左右鼓膜温平均値から腋窩温を差し引いた値の正常範囲 (平均値 $\pm 2\text{SD}$: $-0.71 \sim 0.49^\circ\text{C}$) の上限より左右鼓膜温平均値が高い症例は 1 例のみであった.

考 察

Benzinger¹⁾ によって鼓膜温が深部体温 (視床下部温) を反映するということが報告されて以来, その信憑性を巡りこれまでに多くの検討がなされてきた. 動物実験においては Tanabe²⁾, Baker³⁾ により鼓膜温と視床下部温とが平行して変動することが確認されている. また, ヒトについては Sugeno⁴⁾ が鼓膜温が発汗量や代謝量の変化とよく相関する事を述べ, Mac Caffrey^{5,6)} も頭部, 顔面を冷却, 加温した際に全身発汗量が食道温より鼓膜温とよりよく相関することを報告している. そしてこの他にもヒトの体温調節反応は, 食道温, 直腸温よりも鼓膜温との関連が深いとするものが多く, その結果, 鼓膜温は視床下部温の正確な指標になると考えられるようになった. ただ, これまでは鼓膜温測定に際して, 鼓膜にセンサーを直接接触させなければならず, 感染の危険を伴う,

手技に熟練を要する、といった問題点があり、日常臨床の場において容易に行うことのできる腋窩温、口腔温測定にかわりうる測定方法とまではなり得なかった。

しかし近年、鼓膜から放射される赤外線を感じて温度を測定する非接触型鼓膜体温計が登場し、従来の接触型鼓膜体温計と比べてもほぼ同様の測定結果が得られる、僅か数秒で測定が可能であるといった理由により、鼓膜温の測定は臨床の場においても徐々に普及しつつある。現在までに数種の鼓膜体温計が市販されており、その信頼性についてもほぼ確認がなされているが、機器、測定手技の信頼性を再確認する目的で、初めに耳疾患のない症例について検討を行った。

まず鼓膜温の左右差については、Richardら⁸⁾、松本ら⁹⁾が耳疾患のない小児224例、成人35例を対象として鼓膜温を測定し、左右差の平均がそれぞれ $0.01 \pm 0.02^\circ\text{C}$ 、 $0.21 \pm 0.17^\circ\text{C}$ で有意差のなかったことを述べている。我々が行った鼓膜正常群を対象とした測定でも、左右差の平均は $0.01 \pm 0.15^\circ\text{C}$ で有意差を認めず、また相関係数 $r=0.99$ と極めて高い相関関係が認められた。W.Thomasら¹⁰⁾は精神的ストレス下におかれている小児では、右前頭葉に比べて左前頭葉の血流が優位となるため、これが視床下部温にも影響し左側の鼓膜温の方がわずかに高かったと報告している。だが今回の結果では、左側鼓膜温が高かった症例が34例、右側が高かった症例が42例であり、日常的な体温測定に影響を及ぼすものとは考えにくく、耳内に異常を認めなければどちらの鼓膜温を測定しても問題はないと思われる。左右鼓膜温の平均値と腋窩温との関係についても、松本ら⁹⁾は前述の報告の中で $r=0.82$ と高い相関が認められたことを述べている。我々も $r=0.92$ と高い相関関係が得られており、以上の結果をふまえると、これまで本邦においては日常一般的に腋窩温測定が行われてきたが、これとほぼ同等の信頼が

もてるものと考えられる。ただ今回の測定にあたっては、熟練した検者が行い、事前に耳内を診察し鼓膜が観察できることを確認している。鼓膜にプローベが向いていないと正確な測定結果が得られないこと、耳垢があると実際の温度よりも低くなること¹¹⁾、が問題点として指摘されており、これらの影響を除外するためには耳垢の除去はもとより、繰り返し測定することが重要であると考えられる。新妻ら¹²⁾は、鼓膜温測定の再現性を検討し、測定を複数回(3回以上)繰り返すことで一定値に近似するとしており、より正確な温度を知るためには少なくとも3回の測定が必要であろう。

次に、これらの結果をふまえて急性中耳炎罹患時には鼓膜温がどのように変化するか検討を行った。まず片側急性中耳炎群については、鼓膜温の差に $0.05 \sim 0.95^\circ\text{C}$ と各症例によって違いはあるものの、全例において患側の鼓膜温が高いという結果が得られた。これは炎症の程度に応じて局所の温度が上昇し、実際の深部体温にその温度が加算されたためにおこった現象であると我々は考えている。急性炎症によって局所の温度が上昇する事は既に証明されており¹³⁾、また、通常我々は中等度以上の炎症を伴った症例に対して鼓膜切開を行っているが、鼓膜切開例の鼓膜温左右差が非切開例に比べて有意に大きかったということは、炎症の程度により温度の上昇にも差がある事を意味しているものと考えられる。Kellyら¹⁴⁾も、一側性の急性化膿性中耳炎患者67例、急性非化膿性中耳炎患者17例の鼓膜温を測定した結果、前者では患側の鼓膜温が平均 0.22°C 高く有意差があったのに対して、後者では有意差が認められなかったことを述べており、我々の考えを支持するものであった。また今回の検討では、片側急性中耳炎群の69%、鼓膜切開例に限ればその89%もの症例で、患側鼓膜温が健側鼓膜温に比べ、鼓膜正常群の正常範囲(平均値 $\pm 2\text{SD}$: $-0.29 \sim 0.31^\circ\text{C}$)を超えて高いという結果が得られた。以上のこ

とから考えると、おおよそ 0.3°C という左右差を一つの目安として、これを超える鼓膜温左右差を認めた場合には、一側性急性中耳炎の存在を強く疑わなければならないと思われる。

両側急性中耳炎群については、両耳の鼓膜温に有意差は認めなかったものの鼓膜正常群と比較すると、鼓膜温の平均値が腋窩温に比べて高い傾向にある事がわかった。しかし、鼓膜正常群における左右鼓膜温平均値から腋窩温を差し引いた値の正常範囲(平均値 $\pm 2\text{SD}$: $-0.71 \sim 0.49^{\circ}\text{C}$)の上限より左右鼓膜温平均値の方が高かった症例は、6例中1例のみであり、鼓膜温、腋窩温測定によって両側急性中耳炎の存在を予測することは困難であると思われた。

今回の研究によって鼓膜体温計の信頼性が再確認でき、さらに急性中耳炎罹患時には、鼓膜温が上昇していることが示唆された。また一側性急性中耳炎については、鼓膜温測定によってその存在をある程度予測することが可能であると考えられた。即ち、鼓膜温左右差がおおよそ 0.3°C を超える場合に一側性急性中耳炎である可能性が高く、この事を利用すれば鼓膜温測定を通じて一般家庭での日常的な体温測定だけでなく、訴えが少ない乳幼児をもつ家庭において、一側性急性中耳炎を疑う手助けとなりうるのではないかと考えている。

参 考 文 献

- 1) Benzinger, T. H. : On physical heat regulation and the sense of temperature in man. Proc. Natl. Acad. U.S.A., 45 : 645-659, 1959.
- 2) Tanabe, K & Takaori, S. : Effects of cooling and warming of the common carotid arteries on the brain and tympanic membrane temperatures in the rabbit. Jpn. J. Pharmacol., 14 : 67-79, 1964.
- 3) Baker, M. A., Stocking, R. A. and Meehan, J. P. : Thermal relationship between tympanic membrane and hypothalamus in conscious cat and monkey. J. Appl. Physiol., 32 : 739-742, 1972.
- 4) Sugeno, J. and Ogawa, T. : Characteristics of central sudomotor mechanism estimated by frequency of sweat expulsions. Jpn. J. Physiol., 35 : 783-794, 1985.
- 5) McCaffrey, T. V., McCook, R. D. and Wurster, R. D. : Effect of head skin temperature on tympanic and oral temperature in man. J. Appl. Physiol., 39 : 114-118.
- 6) McCaffrey, T. V., Geis, G. S., Chung, J. M., et al : Effect of isolated head heating and cooling on sweating in man. Aviat. Space Environ. Med., 46 : 1353-1357, 1975.
- 7) Bruce, K. M., David, J. T., Karen, W., et al : Comparison of rectal, axillary, and tympanic membrane temperatures in infants and young children. Ann. Emerg. Med., 20 : 41-44, 1991.
- 8) Richard, D. K., James, D. F., Suzette, S. S., et al : Evaluation of an Infrared Tympanic Membrane Thermometer in Pediatric Patients. Pediatrics, 85 (5) : 854-858, 1990.
- 9) 松本孝明, 小坂光男, 山内正毅, 他 : 放射鼓膜体温計の基礎的・臨床的検討, 日生氣誌, 29 : 119-125, 1992.
- 10) Thomas, B. W., Dee, H. J., John, J., et al : Tympanic temperature asymmetry and stress behavior in rhesus macaques and children. Arch. Pediatr. Adolesc. Med., 150 : 518-523, 1996.
- 11) 石戸谷雅子, 柴原善博, 遠藤里見, 他 : 耳式体温計による鼓膜温測定と耳疾患の及ぼす影響, Otol Jpn, 3 : 687, 1993.
- 12) 新妻淳子, 矢野秀雄 : 脊髄損傷患者の体温の日内変動第1報-腋窩温・口腔温・鼓膜温の相互関係-, 臨床体温, 14 : 26-62, 1994
- 13) 松本茂, 松島綱治 : 炎症の概念の変遷, JOHNS, vol 14, 3 : 265-272, 1998.

- 14) Kelly. B, Alexander. D : Effect of otitis media on infrared tympanic thermometry. Clinical Pediatrics : 46-48, supplement 1991.

質 疑 応 答

質問 八木沢幹夫 (藤田保衛大第二病院)

鼓膜温測定に対して外耳道などへの配慮はされていますか。

応答 安松隆治 (九州大)

今回の検討では、外耳道に発赤程度の軽い炎症が存在しても、測定値に影響が及ぶということとはなかった。

質問 川内秀之 (島根医大)

鼓膜の温度が上昇するメカニズムにつき、お教え下さい。

応答 安松隆治 (九州大)

局所の炎症においては、種々のケミカルメディエーターの働きにより、血管拡張がおこり、その結果温度が上昇するといわれている。

連絡先 : 安松隆治

〒811-1395 福岡市南区野多目3丁目1-1

国立病院九州がんセンター

頭頸科

TEL 092-541-3231 FAX 092-551-4585