

体温と健康づくりの関係

～バイタルサインとしての体温～

木 村 公 喜

1. はじめに

ヒトの体温は、環境温の変化に対しその影響を最小限に留めるための恒温動物特有の働きにより維持されている。このことだけとっても生命維持活動に優れた機能であるが、これが基本となった上で感染症などから命を守る免疫能力を発揮する体内環境づくりに貢献している。

また、わが国では学童期に体温を確認することで健康度を判断してきた歴史がある。体温の評価は、体温計を用いた簡易な手段により適切にその時の健康度を判断することができる。しかし、小学校における体温による日々の体調確認は、従来に比べ減少していると聞く。これに伴い現在の大学生において、ヒトの正常腋窩温を認識していない割合が増加したように思われる。一方で科学的エビデンスでは、ヒトが獲得した高度な免疫力により医学的に重篤とされる疾患の予防や改善に効果が見込まれる報告もされている。このため、今一度体温が健康の維持に如何に必要な条件であるかを、またその簡易な判定手段かつ費用負担が小さい測定器としての体温計とともにまとめるにいたった。本稿は、体温と健康づくりとの関係をその簡易な評価手段である体温計を交えて概説する。

2. 体温と体温計

ヒトの体温は、皮膚表面の皮膚温と体の内部である核心部（core）の深部温（核心温）に分類される。このうち核心部の機能を維持するために深部温は、約37℃になるように調整されている。

Hippocrates（紀元前460年頃）は、生理現象として体温が重要であるとした。その後、アレキサンドリアの Heronis（紀元前100年頃）が⁵、Philonis が空気の膨張による測定器を作成したなどの著述を表した。この著述を研究していた Galilei が⁶、1603年に温度計を作ったとされている。さらにこれを Padua 大学の Santorio⁷が1612年に体温計として臨床データを採ったとされる。このように体温測定は、体温計が開発されたことで進み、わが国にも Erwin が東京大学で、また Botho Scheube が京都療病院で教えたことが普及のきっかけになったといわれている。

近年体温計は、水銀式から電子式へと移行した²⁾。体温の測定部位は、心臓から大動脈に流れる血液の温度が最適であることから³⁾、いずれの機器を用いる場合においても、体温測定部位付近を動脈が走行していて、深部の温度を伝える場所⁴⁾とされている。

ヒトの体温には、民族差がある^{5,6)}。これには、遺伝因子と環境因子ともにその要因となっている。

体温が1度下がっただけで、体内酵素の働きは50%、基礎代謝は12%、免疫力は37%低下し、血流が低下する上、酵素がうまく働かないと細胞内には酸素が不足し二酸化炭素や老廃物が滞留する要因となりミトコンドリアがつくられにくくなる⁷⁾。現在、子どもの体温を始め低体温傾向が認められており、感染症の予防などのためにも対策が必要である。

3. 体温の現状と冷えについて

ヒトの体温の現状は、1970年から1993年までの小学4年生の腋窩温測定を実施した結果、起床時の平均体温は男女ともに低下し、35℃台の割合が1970年代の平均1.5%から1980年代3.3%、1990年代前半9.3%と増加していると報告されている⁸⁾。また冷え症は、男性に比べ女性に多いといわれている⁹⁾。

著者の研究でも平均年齢18歳の女性36人を対象とした結果、起床時の腋窩温が36℃未満のものは平日が33%、土曜日と日曜日が25%¹⁰⁾、男性16人（平均年齢23歳）は、平日と土曜日曜日ともに44%という結果を得た¹¹⁾。これらの報告から、わが国の国民の体温が減少してきているのが読み取れる。

西洋医学には「冷え」という概念がないが、二千年前に書かれた漢方の教科書には「傷寒論」として寒さに傷つけられた病気を論ずると、冷えをどうするかという学問が既にあった¹²⁾。冷えに関する研究は、道半ばでそのメカニズムの解明には至っていないが、これに悩む対象者は多く、その有効なエビデンスがまたれている。

4. 平常体温の増減

ヒトの体温は健康状態で36.55-37.23℃といわれている¹³⁾。また、核心部の温度は約37℃に維持されている。このことを基準に、主に外気温の変化に対してホメオスタシスがはたらく。すなわち、環境温が下がれば寒さを体感するとともに、ふるえにより急激に熱を産生したり、皮膚血管を収縮させて耐えたりする。逆に気温が上昇すると発汗により熱を下げたり、皮膚血管が拡張して熱を放散する。熱産生の手段には、ふるえによるものと非ふるえによるものがある¹⁴⁾。寒冷曝露時に活動が活発になる視床下部-下垂体-甲状腺系は、非ふるえ熱産生に貢献する。また、褐色脂肪細胞も非ふるえ時の熱産生に最も貢献する組織である。

ヒトの暑熱順化には2つのタイプがある。これは、短期暑熱順化と長期暑

熱順化に分けられる。前者は、身体活動時に動き出し早々に発汗する様な場面がこれにあたる。この様なケースを1日に1-2時間を連日繰り返すことで発現し、数日から2週間程度で完成する^{15,16)}。わが国の気候の特徴は、四季があることであるが夏季には、先に述べた短期暑熱順化がみられる。長期暑熱順化では、熱帯気候の住民は、発汗量を減少させることで暑熱環境下での生命を維持している。

風邪などによる発熱も正常体温から大きく上昇する現象である。このような発熱の機序について入来は、細菌やウイルスなどの外因性発熱物質が体内に侵入すると、免疫反応としてマクロファージが対応し、内因性発熱物質（IL-1：インターロイキン1、TNF：腫瘍壊死因子、IFN：インターフェロン）が産生放出されるとした¹⁷⁾。

また、食物摂取による一過性の体温の上昇として食事誘発性体熱産生（DIT：Diet Induce Thermogenesis）がある。主要栄養素では、炭水化物や脂質に比べてたんぱく質は同量において、体温増加が認められることが明らかになっている。その他、唐辛子の辛味成分であるカプサイシンや、著者らのショウガの辛味成分の違いが皮膚温に及ぼす影響を検討した研究では、6-shogaol（図1、3）が6-gingerol（図2、4）摂取に比べて少量で末梢の皮膚温度の上昇を認めた^{18,19,20)}。

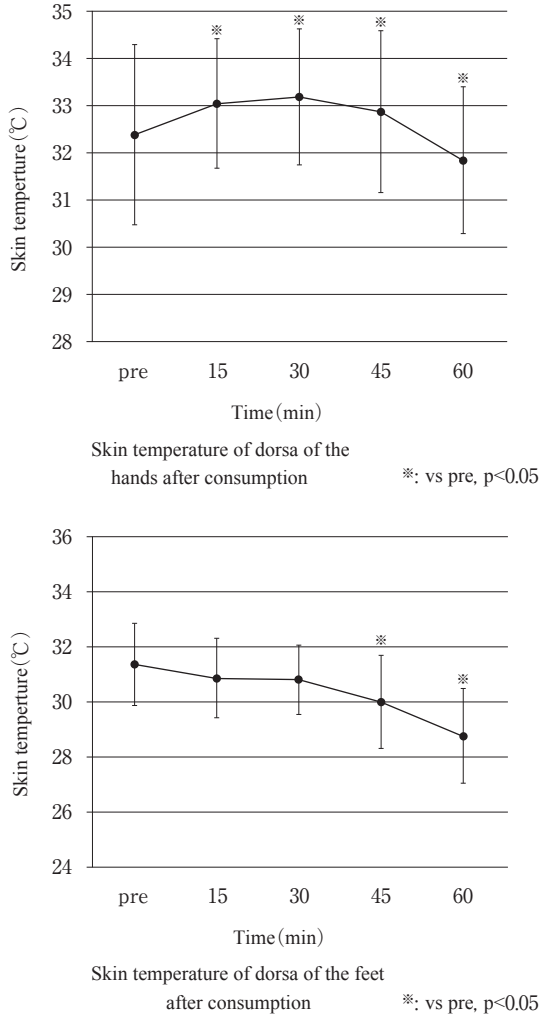


図1 6-shogaol 粉末0.5g 摂取が末梢の皮膚温に及ぼす影響
 (EFFECTS OF CONSUMING 0.5G OF GINGER POWDER CONTAINING 6-SHOGAOL AND 6-GINGEROL ON SKIN TEMPERATURE. The 6th Asian Congress of Dietetics, Taipei, Taiwan, 2014.より引用¹⁹⁾)

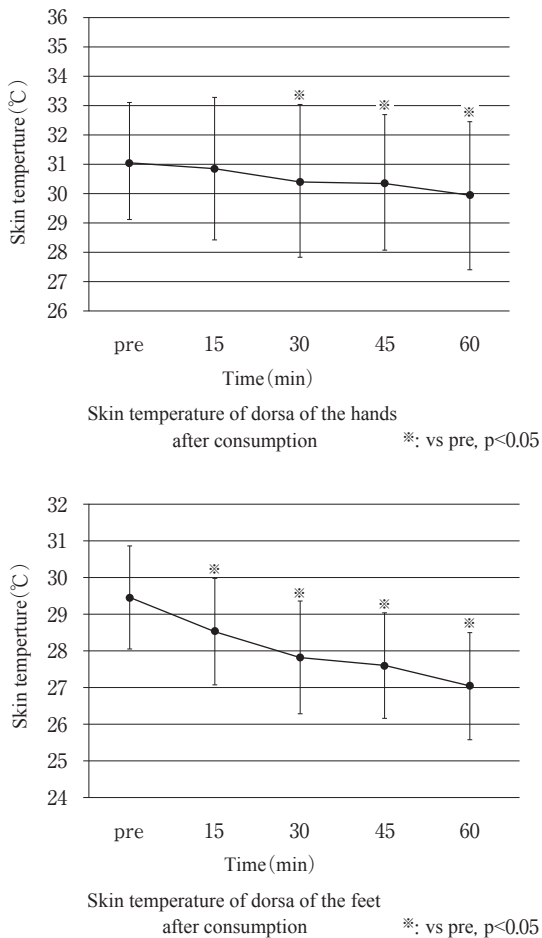


図2 6-gingerol 粉末0.5g 摂取が末梢の皮膚温に及ぼす影響
(EFFECTS OF CONSUMING 0.5G OF GINGER POWDER CONTAINING 6-SHOGAOL AND 6-GINGEROL ON SKIN TEMPERATURE. The 6th Asian Congress of Dietetics, Taipei, Taiwan, 2014.より引用¹⁹⁾)

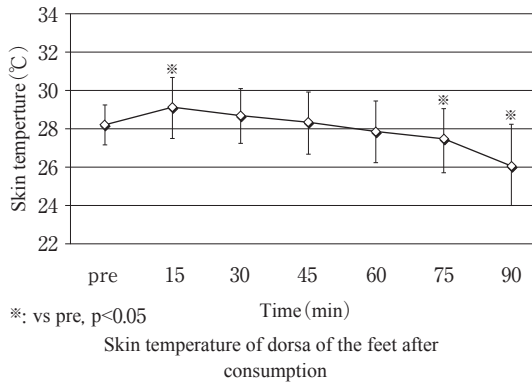
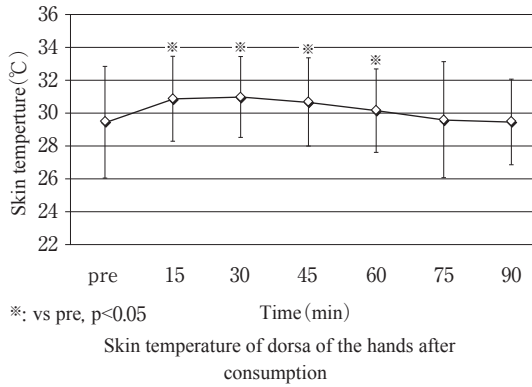


図3 6-shogaol 粉末1.5g 摂取が末梢の皮膚温に及ぼす影響
 (EFFECTS OF CONSUMING 1.5G OF GINGER POWDER CONTAINING HIGH LEVELS OF 6-SHOGAOL AND 6-GINGEROL ON SKIN TEMPERATURE. The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism Congress, Geneva, Switzerland, 2014. より引用²⁰⁾)

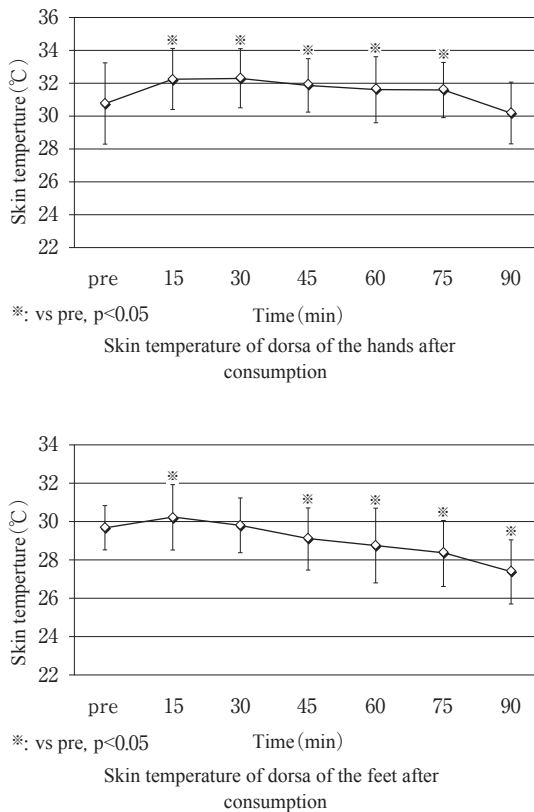


図4 6-gingerol 粉末1.5g 摂取が末梢の皮膚温に及ぼす影響
(EFFECTS OF CONSUMING 1.5G OF GINGER POWDER CONTAINING HIGH LEVELS OF 6-SHOGAOL AND 6-GINGEROL ON SKIN TEMPERATURE. The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism Congress, Geneva, Switzerland, 2014. より引用²⁰⁾)

5. 適正体温の必要性とその維持

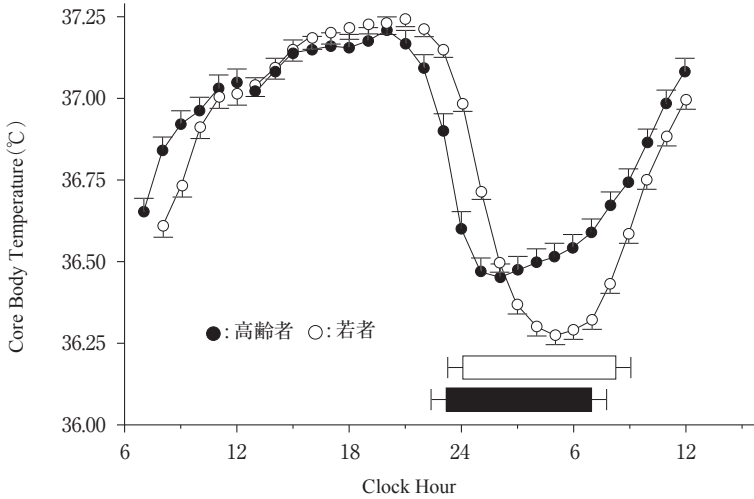


図5 高齢者と若者の核心温の日内変動

Duffy et al., *Am J Physiol*, 275(5), 1998.²¹⁾より引用したものに加筆した。

日本人の適正表面体温は約36.5℃、核心部では約37℃といわれている。また、体温が36℃未満は、低体温状態といわれる。ヒトの深部体温には、サーカディアンリズムがあり早朝の最低値から起床により増加していき、夕方から夜間にかけて最高値となる²²⁾。これは、視床下部にある視交叉上核の生物時計に制御されている。また、松果体ホルモンのメラトニンの分泌は夜間に増加する²²⁾。性差の面では、暑熱ストレスが厳しいと大きくなる²³⁾。皮膚血流量は、老化に伴い低下する²⁴⁾。発汗反応と同様に、身体活動による深部体温の上昇である体温レベルを境に、皮膚血流量の増加が始まる。この皮膚血管拡張の深部体温の閾値も、運動前安静時食道温のサーカディアンリズムに伴う変化を示す²⁵⁾。

Duffy らは、若者101人（平均年齢23.4±3.4歳）と高齢者44人（平均年齢68.3±3.8歳）の核心温の日内変動を比較した（図5²¹⁾）結果、両群ともに

その変動は早朝に最低温度で、夕方にかけて上昇を示すのは同様だが、若者に比べ高齢者では時間軸上を左にシフトすることと、体温の下がり方が小さいのが特徴であった。

また Nadel らは、深部温と皮膚温との関係は、皮膚温が上昇すると深部温が減少すると報告している²⁴⁾。体温は核心部の温度を一定に保つことが重要だとすれば、単に皮膚温が低い場合にこれを標準温度にあげることだけではなく、深部温への影響を確認することが必要と考える。

このように体温を適正に維持することは、ヒトの生命を健全に保つための高度なシステムであることが理解できる。体温調節機構にトレーニング効果が認められる^{25,26)}などのエビデンスが充実してきたにも関わらず、実際のヒトの体温は低下傾向にあることが報告され始めた。日常の体温が低下する要因について探求することで、その改善策を具現化するとともに、体温が低下しないようにする予防策に関連づけることが必要である。

ま と め

ヒトの免疫能力は、種の保存を維持する最大の要因の一つであろう。免疫能力を十分に維持するには適正な体温が必要となる。この体温が低体温化していることは、ヒトの高度な免疫能力が機能低下することを示す。このため、低体温化した体温を正常温に戻すためのノウハウや生活様式の理解と、この体温を簡易に判定することができる体温計が一家に一台となるように図ることが必要と考える。

参考文献

- 1) Pearce JMS : A brief history of the clinical thermometer. Q J Med, 95, 251-252, 2002.
- 2) 池田 誠, 小澤 仁 : 水銀体温計から電子体温計への挑戦, 体温のバイオロジー, 体温はなぜ 37℃ なのか, メディカルサイエンス・インターナショナル株式会社 (東京), pp162-168, 2005.

- 3) 藤本悦子, 今本喜久子: フィジカルアセスメントのための体表解剖学, 臨床看護 11 ケア技術のエビデンス, 28, 13, 1894-1905, 2002.
- 4) 平 孝臣, 鈴木玲子編集: わかるバイタルサイン A to Z, 学習研究社 (東京), 19-27, 2000.
- 5) Lambert MI, et al.: Ethnicity and temperature regulation. *Med Sport Sci*, 53: 104-120, 2008.
- 6) 松本孝朗: 体温調節の民族的差異. In: 彼末一之 監修, からだと温度事典, 朝倉書店, 東京, pp72-74, 2010.
- 7) 安保 徹: 病気になる生き方. 三和書籍, 東京, pp102-104, 2015.
- 8) 木村慶子, 南里清一郎, 米山浩志, 井手義顕, 玄葉道子, 齋藤郁夫, 中川真弥, 松尾宣武: 児童の体温に関する研究-24年間の比較-. 慶應保健研究, 15, 81-88, 1997.
- 9) 石原結實: 体を温めると健康になる. 三笠書房, pp3. 2014.
- 10) 木村公喜: 女性の起床時体温と冷えの自覚との関係. 日本経大論集第 44 巻第 1 号, 75-81, 2014.
- 11) 木村公喜: 男子学生の起床時体温の現状と冷えの自覚との関係. 日本経大論集第 44 巻第 2 号, 263-271, 2015.
- 12) 石原結實: もしガンになったら、でも、ならないために. ワック株式会社, pp 103-116, 東京, 2014.
- 13) 安保 徹: 体温免疫力. ナツメ社, 24-51, 2005.
- 14) 中山昭雄: 温熱生理学. 理工学社, 東京 1981.
- 15) Pandolf KB: Time course of heat acclimation and its decay. *Int J Sports Med*, 19: S157-160, 1998.
- 16) Sawka MN, et al.: Thermoregulatory responses to acute exercise-heat stress and heat acclimation. In: Fregly MJ, et al. eds., *Handbook of Physiology, Section 4. Environmental Physiology*, Oxford University Press, New York, pp157-185, 1996.
- 17) 入来正躬: 発熱の病態生理. 日小児会誌, 93, 2376-2379, 1989.
- 18) 木村公喜, 阿部征次: 6-ショウガオール、および6-ジンゲロール高含有ショウガ粉末 0.5g 摂取が皮膚温度に及ぼす影響. 保健の科学, 56, 10, 707-710, 2014.
- 19) Kimura K, Abe M: EFFECTS OF CONSUMING 0.5G OF GINGER POWDER CONTAINING 6-SHOGAOL AND 6-GINGEROL ON SKIN TEMPERATURE. The 6th Asian Congress of Dietetics, Taipei, Taiwan, 2014.
- 20) Kimura K, Abe M: EFFECTS OF CONSUMING 1.5G OF GINGER POWDER CONTAINING HIGH LEVELS OF 6-SHOGAOL AND 6-GINGEROL ON SKIN TEMPERATURE. The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism Congress, Geneva, Switzerland, 2014.
- 21) Jeanne F Duffy, Derk-Jan Dijk, Elizabeth B Klerman, Charles A Czeisler, Am Later endogenous circadian temperature nadir relative to an earlier wake time in older people. *J Physiol*, 275, 5, R1478-R1487, 1998.
- 22) Shanahan TL., et al.: Light induces equivalent phase shift of the endogenous circadian

- rhythms of circulating plasma melatonin and core body temperature in men. *J Clin Endocrinol Metab*, 73 : 227-235, 1991.
- 23) 井上芳光：性周期・性差による修飾作用. In：平田耕造 他 編, 体温-運動時の体温調節システムとそれを修飾する要因. ナップ, 東京, pp218-227, 2002.
- 24) Inoue Y, et al. : Strategy for preventing heat illnesses in children and the elderly. In : Nose H et al. eds., *Exercise, Nutrition and Environmental Stress II*, Cooper Publishing Group, Traverse City, pp239-271, 2002.
- 25) Stephenson LA, et al. : Circadian rhythm in sweating and cutaneous blood flow. *Am J Physiol*, 246 : R321-R324, 1984.
- 26) Nadel ER, Bullard RW and Stolwijk JAJ : Importance of skin temperature in the regulation of sweating. *J Appl Physiol*, 31, 80-87, 1971.
- 27) Kondo N, Nishiyasu T and Ikegami H : The sweating responses of athletes trained on land and in water. *Jpn J Physiol*, 45, 571-581, 1995.
- 28) Kondo N, Nishiyasu T and Ikegami H : The influence of exercise intensity on sweating efficiency of the whole body in a mild thermal condition, *Ergonomics*, 39, 225-231, 1996a.