小児期の体温調節

——局所加温による皮膚血管反射について——

Body Temperature Regulation for Children

——Reflex of Superficial Veins Caused by Regional Warming——

慶応義塾大学医学部衛生学・公衆衛生学教室 (主任 原島進教授)

倉 田 正 一 田 中 竜 男

Masakazu Kurata, Tatsuo Tanaka

Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, Keio University

(Director: Prof. S. Harashima)

かつて本誌上に発表した小児体温調節に関する論文¹⁾に、冬季9歳と23歳の男子を、室温約20°Cの室内に裸体安静椅坐させた後に室温を25°Cに上昇させると、小児は平均皮膚温が約2°C上昇するのに対して、成人はほとんど上昇をみないで室温30°Cにした時に初めて上昇すると述べたことがある²⁾。そして、この成人と小児の皮膚血管の活動の差は、成人の皮膚血管系の季節馴化によるのではないかと推論した。このことは、成人の皮膚からの不感蒸泄水分量が各季節固有の変化を示すことから、蒸泄の主原因たる皮膚血管が季節ごとにほぼ固定した態度をとられるのではないかと、即ち、体温調節に関する中枢機能群が季節によつて固有の態度をとるからであろうと推定したことを思い起させるのである²⁾。

その後、緒方³⁾による小児の高温室実験や吉村等⁴⁾の小児皮膚温分布の季節変動の観察から、小児は春の気温上昇に対して、成人より敏感に反応して皮膚血管を開張することが確認された。そして、その理由は成人では皮膚血管の開張反応に対して幾春秋の寒冷の経験によつてある種の制動が働くようになっていくが、小児はこの制動が未完成であるために気温上昇に敏感に反映するのであるといっている。

ここに述べる実験は、冬季に、小児を局所加温してその血管反射機能をみたものであつて、かつて行つた不感蒸泄実験中²⁾、冬季成人を被検者として、一方の前膊以下を温湯に入れて、反対側の手背の皮膚血管反射の様子を観察していたが、皮膚温の反射的急上昇がなかなか起らず、初めは逆に低下するのが常で、加温後20~40分でやつと上昇が起るのをみたからである。もし、体温調節に関する中枢機能群が季節によつて固有な態度をとる

という著者等の推論が正しければ、そして小児はこの機能の発達が不充分であるとすれば、この場合反射機能は中枢からの制肘が少いだけに、成人に比べて容易になるはずであつて、皮膚温の急上昇は速やかに起らねばならないことになる。

(1) 実験方法

擁護施設にいる6~16歳の小児24名について、冬季1~3月、午後2~5時に日常のままの服装をして実験室で安静に1時間椅坐させた後に、一側の前膊以下を45~46°Cの温湯につけて、反対側の中指末節背面、手背、大腿前面及び前額皮膚温の動きを、成人と比較しながら週を追つて随時観察した。

皮膚温測定法に関しては、従来著者等の用いてきている方法⁵⁾によつたが、中指末節背皮膚面の測定には、V字形に接合した銅、コンスタンタン熱電対の温接点を綿で被つてコルクで抑えて、絆創膏で固定して、実験中連続測定した。

(2) 実験成績

実験室内安静時の中指末節背面の皮膚温が気温とどんな関係にあるかを小児24名について成人5名と比較してみると、図1にみるように、一般に室温上昇に伴つて皮膚温も上昇するが、同じ室温下では成人より低温を示している。しかし、室温12°C附近から急に高皮温を示す者が現われはじめる。これに対して成人は、一般に室温14°Cを過ぎてから皮膚温の急上昇がみられるのである。このことは、吉村等⁴⁾が指摘しているように、血管による温度調節が小児では低気温の方にずれていること

図 1

を示しており、気温上昇に対して成人より敏感に反応するともいえる。

さて、右前膊以下を温湯加温しはじめてからは、まず反対側の中指末節背皮膚面に著明な上昇が起り、ついで手背皮膚温が急上昇する。この間、大腿前面の皮膚温はほぼ一定で、前額皮膚温も著明な動きは示さないのが本実験を通じての小児一般の型である。血管反射機能が脊髓の同じ高さに強く現われることは、中枢からの調整を考慮に入れても当然であつて、逆にいえば、加温反対側の指尖や手背皮膚温をみてゆくことが血管反射機能をみるに好都合であることになる。

そこで、温湯加温開始後、反対側の手背皮膚温が急上昇しはじめるまでの時間を加温開始時の手背皮膚温について、成人と比較しながら観察してみると、図2のようになる。即ち、成人も小児も、加温開始前安静時の皮膚温が高いほど、皮膚温急上昇に至る時間が短い。また、手背皮膚温 29~33°C 辺では、成人小児間に時間差がみられないが、小児では皮膚温凡そ 23°C 以下から、皮膚温が低下するほど時間が延長する。しかし、成人に比べると明らかに短い。このことは指尖についても同様であ

る。なお、図中に、成人と同程度の時間を示している者が2, 3みられるが、これらは薄着の女児であつて、一般に、衣服状態が最も影響が大きくて、皮膚温上昇開始時間を延長させるが、逆に食事、運動は時間を短縮させる傾向がある。

図 2

なお、面白いことに、手背皮膚温凡そ 23°C を示す時の皮膚血管状態は、解剖学的または機能的な変化点ではないかと思われることであつて、かつて手背からの不感蒸泄量の変化を季節的に観察している際に、成人で手背皮膚温 23°C から低温になると急に段階的に蒸泄分量が減少するのを認めているからである。勿論、皮膚温が直ちに皮膚血管状態を示すとはいえないが、今回の結果と考え合すると偶然ともいいきれないのである。

次に、中指末節背面の皮膚温を30秒ないし1分ごとに連続測定して、皮膚温を通じて成人、小児の皮膚血管の運動状態をうかがつてみた。図3にみるように、気温 15°C (皮膚温凡そ 32°C) では、加温前に成人、小児ともに著明な拡張の波がみられる。温湯加温によつて、血管収縮によると考えられる一過性の下降があつて、ついで皮膚温は急上昇するが、ともに短時間で上昇を起し、兩

者の差は明らかではない。気温 13°C (皮膚温 $14\sim 16^{\circ}\text{C}$) では、小児では加温前に波が認められるが、成人では小児ほど明らかではない。更に気温低下して、 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ (皮膚温 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$) では、両者とも加温前の波はほとんど認められずに、時間経過とともに、気温による冷却効果と思われる皮膚温下降を続け、加温開始後も容易に急上昇をみないのである。以上の観察によつて、一般に小児の方が低気温まで血管の拡張が著明に行われていることが明らかとなつた。

図 3

そこで、この成人と小児の反射に対する皮膚血管の態度の差がいつ頃から起るのか、換言すれば、小児成人間に年齢的段階的な差があるかどうかという問題であるが、今回の実験からは結論を得ることはできなかった。ただ、加温によつて、中指末節背面皮膚温が上昇しはじめてから手背皮膚温が上昇しはじめるまでの時間の大小が、血管拡張の強さをも現わしていると仮に考えれば、手背皮膚温 $14\sim 17^{\circ}\text{C}$ 、 $18\sim 21^{\circ}\text{C}$ についてみると、幼年者はこの時間が小であつて、成人とはほぼ同値を示すものは13歳以上が多いのである。即ち、図4にみるように、7~11歳、13~16歳の2群に分けると、両群の間には1

%の危険率で有意差があり、13~16歳群と成人との間には差が認められなかつたのである。しかし、中指末節背面と手背の測定点距離は、 $70\sim 110\text{ mm}$ で年齢と直線関係にあることでもあり、群の分け方にも問題があろう。いずれにしても、明らかな結論は得られないが、13歳頃からは、成人との差がはつきりしなくなることは、他の実験からも推定できるのである。

図 4

(3) 考 按

既に、母体内から初めて外部環境に曝される新生児の体温の変動⁹⁾、更に、新生児期を過ぎてから、外部環境因子や体内因子に対する体温調節、即ち、高気温や高熱疾患時の調節についても述べ¹⁾、その際、体温 41°C 付近に調節の重要な機転が既に存在することを述べた。

このように、体温調節の中枢機能は生後間もなく現われるが、成人にみる美事な機能をもつに至る発達過程については、著者はそれを類推させるような資料に乏しかつたのである。今回、皮膚血管の反射機能を通して、体温調節の中枢機能が、いかに季節という比較的長期な外部

環境因子に対処してゆくかをみることによつて、即ち、いかに血管反射機能の上に影響を及ぼすかをみることによつて、かなり事情が明らかになつたと信ずる。初めに予測したとおり、成人と小児の間にみられる血管反射機能の差は、温調節の中樞機能の制肘の程度の差が主であろうと考えられるのであつて、反対が強く現われることは、それだけ調節中枢が季節馴化という美事な機能を発揮できない未発達さを示していると考えられるのである。

ここで、局所加温によつて灌流血液温の上昇をきたして、これが温調節の機能中枢を刺激することが、小児は成人より優っているからであるとも考えられるが、久野⁹⁾のいうように、所謂体温調節中枢を刺激するに足る血温の上昇は容易ではないこと、中枢がごく微細な温度変化に敏感に反応するとは到底考えられないことなどから考えて、血温は、中枢機能に対して長期的な影響、季節馴化能の形成には役割を演じているのかもしれないが、反射機能発現の遅速については、やはり中枢機能の季節の馴化度をまず考えるべきであろう。

ただ、ここで考えねばならぬことは、皮膚血管自身が季節に対してもつて反応性であつて、D.J. Smith⁷⁾は、切出した豚の動脈の切片について、エピネフリン、アセチルコリンやヒスタミン等に対する反応をみているのであるが、これが季節によつて違うこと、特に動脈片を得る時の季節が夏であるか冬であるか、殺す時に非常な寒冷に曝露したかどうか、また豚の年齢によつて違うことを述べている。そして、かかる反応性の変化を説明するに大きな役割を演じているものの一つは、サイロイドホルモンの組織含有量であろうと述べている。

勿論ホルモン系や酵素系の季節的な動きが組織自身に及ぼす影響は、この場合充分考えねばならないが、自律神経系を含めて、神経系統とそこに密接な連絡があることは周知のことでもある。

一方、体温調節に関する発汗中枢の発達をみると久野⁹⁾は、小児は4季を通じて成人の夏季にみるような状態にあつて、発汗動機さえあれば即座に発汗を起す。これは成人では発汗中枢に一種の制動が加わり、この制

動は夏季の間だけけて発汗性が高まるのであるという。また、小児型から成人型への移行は14~16歳の思春期を境としているという。

いずれにしても、体温調節という生体の目標に対してこれに関与する中枢群ないしは機能が同じ態度をとるであろうことは推測に難くないところであろう。

(4) 総括

擁護施設にいる6~16歳の任意の服装をした小児24名について、冬季、一方の前膊以下を加温することによつて、反対側の手部に血管反射を起させてその様子を成人と比較観察して次の結果を得た。

1) 加温後、反対側手部皮膚温が上昇しはじめるのは、気温凡そ12°C以下では、常に小児が早い。12°C以上では差が明らかでない。

2) 皮膚温を通じて血管の拡張状態をうかがうと、一般に小児は成人より低気温まで明らかに拡張状態が認められる。この成人と小児の皮膚血管の態度の差は、凡そ13歳頃から明らかでなくなるようであるが、今後の研究にまたねばならない。

原島教授の御校閲を深謝致します。

文 献

- 1) 倉田正一他：公衆衛生，12(5)，31~35，1952.
- 2) 倉田正一：日新医学，37(8)，343~350，1950.
- 3) 緒方維弘：日本生理学雑誌，15(5)，175~182，1953.
- 4) 福田正弘：日本生理学雑誌，15(9)，417~427，1953.
- 5) 倉田正一：総合医学，11(3)，169~176，1954.
- 6) 倉田正一他：公衆衛生，11(3)，25~28，1951.
- 7) D.J. Smith：Amer. J. Physiol. 172(1)，118~128，1953.
- 8) 久野寧：日新医学，40(11)，634~636，1953.
- 9) 久野寧：汗，養徳社，1946.

(受付：1955年4月15日)