

Thermography による submaximal 自転車駆動時の上肢皮膚温の観察

鳥井 正史, 山崎 昌廣, 佐々木 隆
熊本大学医学部遺伝医学研究施設生体制御部門Skin Surface Temperatures during Submaximal Cycling Observed
by Color Thermography

Masafumi TORII, Masahiro YAMASAKI, and Takashi SASAKI

Department of Bioregulation, Institute for Medical Genetics, Kumamoto University Medical School, Kumamoto 862

Colored thermography was used to observe skin temperature distribution over the upper half of body during bicycle exercise in cool environment. Skin temperature began to fall immediately at the onset of exercise. Increased work loads produced a proportional reduction in skin temperature.

Key words : Thermography, Skin temperature, Submaximal exercise

I. 諸言

これまで我々は、高温下における運動時体温調節反応の特性を抽出した実験(鳥井ら, 1984)並びにその季節変動の究明に関する実験(Torii *et al.*, 1985)において、運動中皮膚温が低下することを度々経験した。運動中の皮膚温低下には発汗による蒸発性熱放散による放熱効果はかなり貢献しているものとも考えられるが、一方では他の調節系の関与も否定できない(Torii *et al.*, 1986)。

そこで今回は上記の問題を検討するために運動時の皮膚温をサーモグラフィによって観察した。

II. 方法

被験者は健康な成人男子2名(M.Y.: 年齢30歳, 身長165cm, 体重66kg; M.T.: 30歳, 165cm, 62kg)であった。

被験者は、環境温(T_a)10および20°C(相対湿度55%)の人工気候室において300kpm/minあるいは900kpm/min(いずれも50rpm)の負荷の下で自転車エルゴメーター運動を行った。被験者は上半身裸体でトレーニングパンツを着用した。実験はそれぞれの温度条件に設定した人工気候室に入室し15分後に皮膚温が安定した後に行った。

皮膚温の測定には、日本電子製サーモビューアJTGシステムを用いて行った。ディスプレイ上に映しだされた画面をカラーポラロイドフィルムで撮影した。撮影は作業前の安静時および作業開始後1分目とその後1分間隔で行った。撮影部位は前頭、左右の胸部、腹部、両側上腕および首であった。

III. 結果と考察

図1は T_a 10°Cでの300kpm/minの負荷による上肢皮膚温をサーモグラフィによって観察した結果を示している。

作業開始3分後(B)では、安静時(A)と比較して腹・胸部の皮膚温低下が認められた。5分後(C)には両側上腕にその低下が波及した。顔の部分では比較的前額は高温に保たれているが、鼻部および頬の皮膚温が低下した。特に作業開始7分後(D)では、その低下が著しい。本実験の結果は、これまで報告された疾走時(Clark *et al.*, 1977)および筋の静的収縮時(櫻村と上田, 1986)の成績と同様であった。

図2は T_a 20°Cにおける300kpm/minおよび900kpm/minの負荷による観察結果を図にプロットしてみたものである。

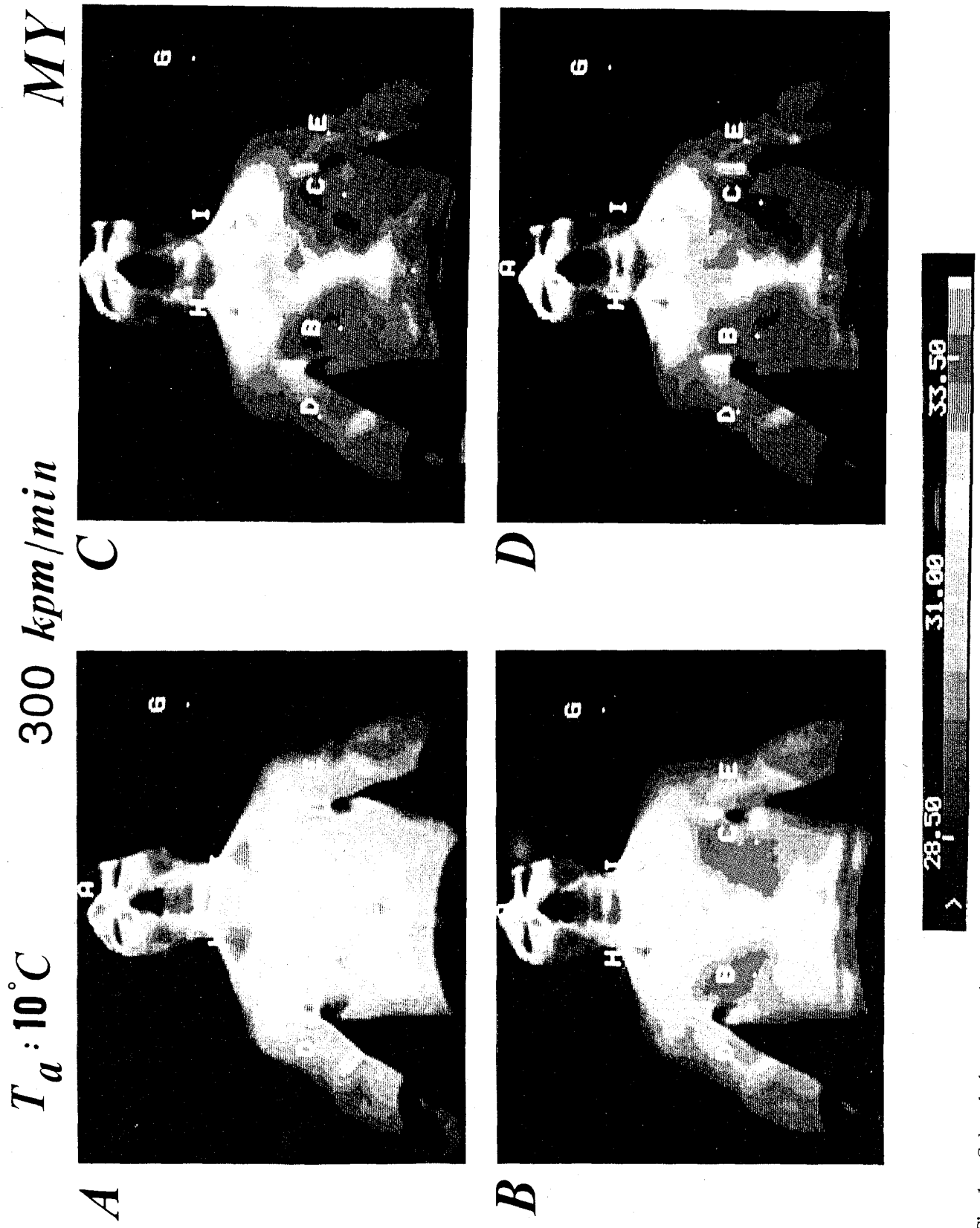


Fig. 1 Colored thermography of the upper half of body during exercise. Temperature scale is presented at the bottom. A: 1-min before exercise, B: 3-min after the onset of exercise, C: 5-min after the onset of exercise, D: 7-min after the onset of exercise.

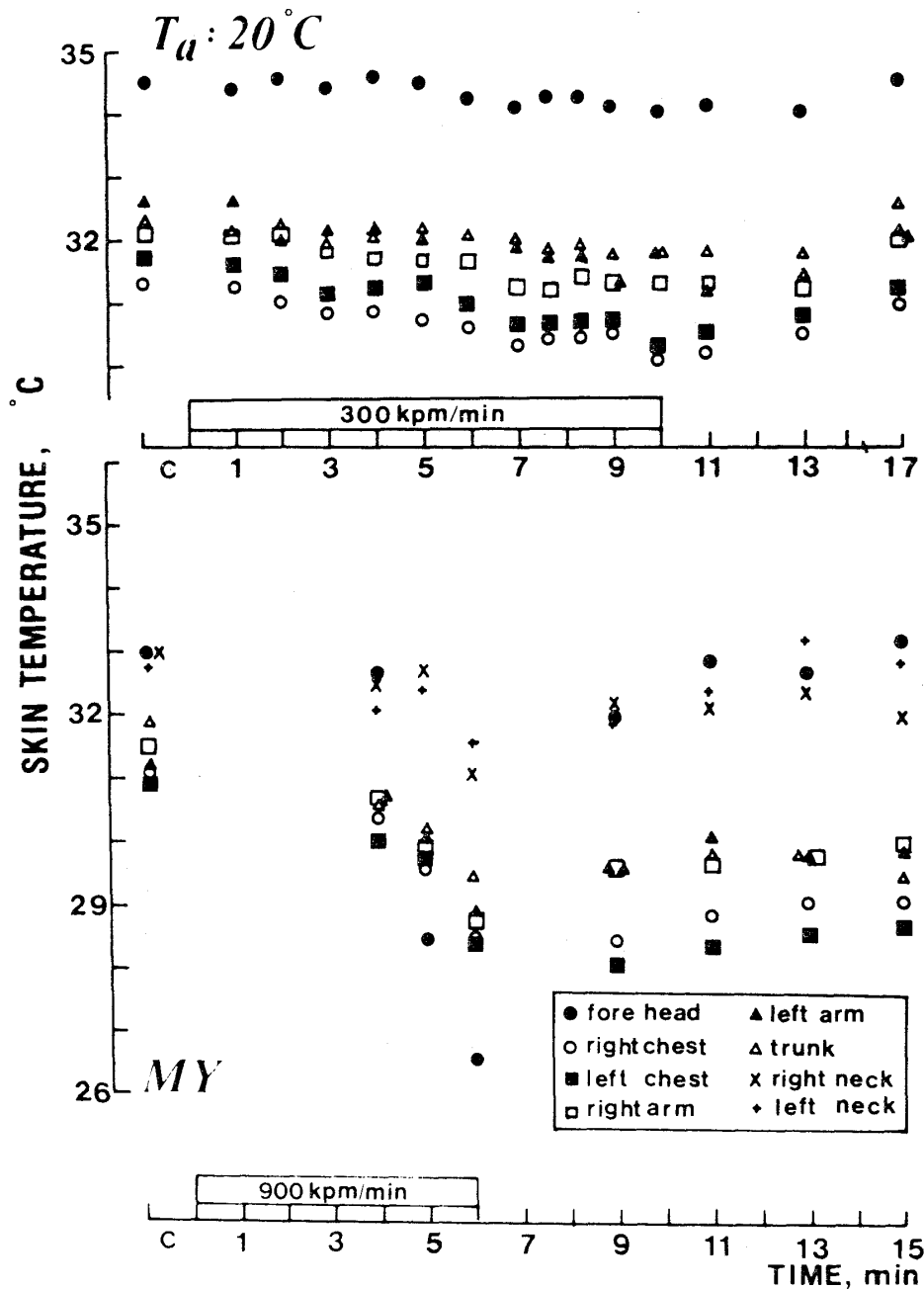


Fig. 2 Skin temperatures of the upper half of body during exercise obtained from thermography.

$T_a 10^\circ\text{C}$ における成績と同様にいずれの負荷の場合も皮膚温低下が認められた。そして作業終了後、安静レベルに回復する傾向にあった。我々の結果も Nakayama *et al.* (1981) の報告と同様に、運動時の皮膚温の低下は、作業強度が300kpm/minより900kpm/minの時が大であった。彼等は作業負荷150, 300および450kpm/minによる自転車エルゴメーター作業時の上肢皮膚温をカラーサーモグラフィによって観察した。作業を継続するにしたがって皮膚温が低下し、それは作業強度に比例しているようである。したがって、

彼等は皮膚血管の収縮によって放熱機能の減少を招来し、その結果運動時には深部温が上昇すると推測している。

これまで我々は、 30°C と 40°C において運動中の発汗速度が増加するにしたがって皮膚温が低下した。その低下度はいずれにおいても同程度であった。しかし平均発汗速度と皮膚温のレベルは 40°C では 30°C より有意に高いことを経験した(鳥井ら, 1984)。また発汗がほとんどみられない冬季の運動開始直後に一過性に皮膚温が低下するが、夏季では上記の暑熱下の場合と同様

に発汗速度が増大するにしたがって皮膚温が低下することを観察した (Torii *et al.*, 1985)。

これらのことは、運動中の皮膚温低下には発汗による蒸発性熱放散による放熱が貢献していることも考えられるが、一方では他の調節系の関与も否定できない (Torii *et al.*, 1986)。すなわち、運動時皮膚温に影響を及ぼす皮膚血流量は筋運動にともなう血管収縮反応と産熱量の増大による血管拡張反応の相互作用によって決定されるといわれている (Johnson *et al.*, 1974; Nakayama *et al.*, 1977)。また運動時には皮膚血流量は増加するが、作業開始直後には皮膚血管の収縮によって皮膚血流量は一過性に減少することが報告されている (Johnson & Park, 1982)。

IV. 要約

2名の成人男子が300kpm/min および900kpm/minの負荷による自転車エルゴメーター運動を行った時の8ヶ所の上肢皮膚温をカラーサーモグラフィによって観察した。運動にともなって皮膚温が低下し、それは作業強度に依存していた。

文献

Clark, R.P., B.J. Miullan, L.G.C.E. Pugh 1977 : Skin temperature during running—a study using infra-red colour thermography. *J. Physiol. (Lond.)* 267 : 53-62.

檜村修生, 上田五雨, 1986 : 上肢運動における皮膚温のサーモグラフィによる観察. *体力科学*, 35(2) : 83-92.

Johnson, J.M., L.B. Rowell and G.L. Brengelmann, 1974 : Modification of the skin blood flow-body temperature relationship by upright exercise. *J. Appl. physiol.*, 37 (6) : 880-886.

Johnson, J.M., and M.K. Park, 1982 : Effect of heat stress on cutaneous vascular responses to the initiation of exercise. *J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 53 (3) : 744-749.

Nakayama, T., Y. Ohnuki and K. Niwa, 1977 : Fall in skin temperature during exercise. *Jpn. J. Physiol.*, 27 (4) : 423-437.

Nakayama, T., Y. Ohnuki, and K. Kanosue, 1981 : Fall in skin temperature during exercise observed by thermography. *Jpn. J. Physiol.*, 31 (5) : 757-762.

鳥井正史, 山崎昌廣, 佐々木隆, 1984 : 暑熱下の運動開始直後の体温調節反応. *体力科学*, 33(2) : 98-104.

Torii, M., M. Yamasaki, and T. Sasaki, 1985 : Seasonal variation of sweating rate caused by exercise during thermal transient. *J. Human Ergol.*, 14 (1) : 53-56.

Torii, M., M. Yamasaki, and T. Sasaki, 1986 : Effects of heat stress on temperature regulation in initial exercise. *J. Human Ergol.*, 15 (1) : 3-12.

(1986年9月5日受付)