

環境の湿度変化がスポーツウェア着用時における 運動時の体温調節反応に及ぼす影響

神戸大学 井上 真理
 (共同研究者) 同 柳本 周治
 同 桑原 智子
 同 山田 由佳子
 同 近藤 徳彦

The Effects of Ambient Humidity on Thermoregulatory Responses during Exercise in Man Clothed a Sport Wear

by

Mari Inoue, Norihiko Kondo

*The Faculty of Human Development,
Kobe University*

Shuji Yanagimoto, Tomoko Kuwahara, Yukako Yamada
*Graduate School of Cultural Studies and Human Science,
Kobe University*

ABSTRACT

To investigate the effect of ambient humidity on thermoregulatory responses during exercise in men who clothed different types of sports wear, six healthy male performed a cycle exercise at almost 130 beats/min of heart rate (HR) for 50 min. We selected two environmental conditions of low humidity (LH, RH of 30%) and high humidity (HH, RH of 70%) at Ta of 26 °C with different T-shirts of two fiber types (cotton 100%: 100C, cotton 65% and polyester 35%: 65C35P). All subjects wore a running pant and T-shirt throughout

each experiment. Although there were no significant differences in cardiovascular parameters between LH and HH conditions, skin temperature inside cloth tended to be higher with high humidity. There was also no marked difference in those parameters between two fiber types. Mean skin temperature (Tsk) and average skin temperatures of clothed sites (IC-Tsl from abdomen, chest, back and upper arm) in HH are significantly higher than those in LH ($p < 0.05$). Also, sweating rate (SR) and skin blood flow (SkBF) on the clothed sites (back) and total body weight loss tended to be greater with a rise in humidity. The SR and SkBF at which RH inside cloth reached at 70% in HH100C were significantly lower than those in LH100C ($p < 0.05$). Moreover, the time at which RH inside cloth reached at 70% was significantly different between the two fiber types with the same environmental condition ($p < 0.05$). The difference in cloth types did not influence Tsk and IC-Tsl during exercise in LH while those parameters in HH was significantly higher in 100C than 65C35P ($p < 0.05$). The SR, SkBF and time at which RH inside cloth reached at 70% were significantly lower only in 100C than 65C35P ($p < 0.05$). These results suggest that high humidity induces markedly increase in Tsk and IC-Tsl relative to low humidity in both the fiber types of 100% cotton and 35% polyester with 65% cotton, and that the later fiber type diminishes thermoregulatory responses (skin temperatures) and changes in environmental conditions inside cloth in high ambient humidity but not in low one.

要 旨

環境の湿度変化がスポーツウェア着用時における運動時の体温調節反応に及ぼす影響を検討するため、6名の健康な男子が心拍数約130拍/分の自転車運動を50分間実施した。環境条件は低湿度(LH, 環境温26℃, 相対湿度30%)と高湿度(HH, 環境温26℃, 相対湿度70%)とし、衣服の種類は綿100%(100C)布と綿65%ポリエステル35%(65C35P)混紡布のTシャツ2種類とした。全ての被験者は各実験においてランニング用パンツとTシャツのみを着用した。循環調節パラメータにおいてはLHとHHで有意な差はなかったが、衣服内の皮膚温がHHではLHより高い傾向にあった。また、これらのパラメータは異なる繊維素材間でも顕著な差は認められなかった。HHでの平均皮膚温(Tsk)と衣服内平均皮膚温(IC-Tsl,

腹, 胸, 背および上腕)はLHより有意に高かった($p < 0.05$)。さらに、衣服内の背部での発汗量(SR)と皮膚血流量(SkBF)および全身体重減少量は湿度の上昇とともに多くなる傾向にあった。衣服内湿度が70%に達するときのSRおよびSkBFはHH100CでLH100Cより有意に低かった($p < 0.05$)。衣服内湿度が70%に達するときの時間も有意に短かった($p < 0.05$)。LHでの運動におけるTskおよびIC-Tslは衣服の種類に影響されなかったが、HHでは100Cのこれらの値は65C35Pより有意に高かった($p < 0.05$)。衣服内湿度が70%に達するときのSR, SkBFおよび時間はHHにおいてのみ100Cで65C35Pより有意に低かった($p < 0.05$)。これらのことから、綿100%布と綿65%ポリエステル35%混紡布のいずれも高湿度では低湿度より皮膚温が顕著に増加し、また、後者の布は高湿度での体温調節反応(皮膚温)と衣

服内環境の変化を抑制したが、低湿ではその抑制は認められなかった。

1. 緒言

運動中に着用するウェアの役割は、外部環境の変化から身体を保護し、また、内部環境（身体内部で発生する熱など）の変化に対して身体内部の環境をある範囲に保ち、運動を快適に行うことにあると考えられる。このような観点から、運動中のウェアは改良が重ねられ、毎年、夏や冬になると新しい素材のウェアが登場しているのが現状である。これまでウェアが運動中の生体反応に及ぼす影響を検討した研究は体温調節反応をもとにしたものが多く、その中でも、衣服の着用や被服面積の影響^{1, 3, 5, 6, 15)}や衣服の素材の違いの影響^{2, 5, 11, 12, 19)}を検討した研究が見られる。また、素材の違いに関しては、暑熱条件下では吸湿性の低い素材の衣服内湿度が高くなり、発汗開始時間が早く、また、発汗速度が速くなって深部体温が高くなるなどの研究結果が出されている²⁰⁾。

衣服着用時でも快適に運動を行うためには、前述したように衣服内環境をできる限りある範囲内に保つ必要があると考えられ、これには、1) 皮膚表面の皮膚血流量や発汗量などの体温調節反応、2) 衣服の通気性・吸湿性・放湿性、3) 外部環境条件（温度、湿度および気流）、の要因が関係している¹⁰⁾。これまでの研究では、外部環境として温度と湿度条件を一定にして、運動時の衣服内環境や体温調節反応がどのように変化するかを検討している場合が多い。しかし、衣服内環境は衣服内の発汗量と外部環境の湿度にも大きく影響されると考えられ、実際に衣服着用時における運動中の衣服内湿度は高湿度ほど高いことが報告されている³⁾。また、衣服の素材の違いにより2)の条件が異なることが報告されており⁴⁾