

연구논문

땀복착용이 운동시 발한에 미치는 영향 (제1보)

- 환경온 22℃실내에서 3.6miles/h 속도로 30분 조깅시 -

정 영 옥

동신대학교 생활과학대학 의류학과

Effects of wearing sweat suit on sweating rate (1)

- During 30min jogging with the speed of 3.6miles/h and the room temp. of 22℃ -

Young-Ok Jeong

Dept. of Clothing & Textiles, Dongshin University

ABSTRACT : The purpose of this study is to investigate the effect of wearing sweat suit on sweating rate during jogging. 4 healthy female students served as subjects in the experimental chamber which was controlled $22 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\% \text{RH}$ and no wind. The experimental clothes were Sweat Suit (SS) and General Suit (GE), SS was the product of R sports wear company which was consisted of long-sleeved jumper (100% polyester) and full length trousers (100% polyester) and GE were consisted of long sleeved shirt (100% cotton) and full length trousers (100% cotton). The subject wore same socks and shoes in both experimental clothes SS and GE. The subject reported at the experimental chamber at the same time on each experimental day, exchanged their clothes to the experimental clothes SS or GE, wore all sensors for the physiological measurements and had a rest in a sitting posture about 40 minutes. After rest, the subject carried out 30 min jogging on the tread mill with the speed 3.6miles/hour and during the jogging rectal temperature, skin temperatures (7 sites of the skin surface), heart rate, VO_2 , and evaporative weight loss were measured continuously and compared between two experimental clothes SS and GE. The major findings were as follows ; The increase in rectal temperature during 30 min jogging was higher in experimental clothes SS than in GE and mean skin temperature kept higher in SS than in GE. VO_2 and heart rate were a little bit higher in the later period of jogging in SS than in GE. The evaporative weight loss was greater in SS than in GE. These results indicate that the thermophysiological responses and sweating rate differs according to the wearing suit even though the subject performed same exercise.

Key Words : Rectal temperature, Skin temperature, Jogging, Heart rate, Sweating.

1. 서 론

최근 부족한 운동량을 보충하여 기초체력을 보강하고 체중을 줄이기 위해 아침저녁으로 가까운

산을 오르고 공원을 걷거나 뛰는 사람들을 많이 보게 되는데, 걷기와 달리는 때와 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 비교적 짧은 시간에 어느 정도의 운동량을 달성할 수 있다는 점에서 현대인에게 적합한 운동방법으로 생각된다.

기존의 연구에 의하면 운동시 직장온이 높게 유지되면 고체온을 유발하게 되어 작업능률을 저하시키게 되며 지속적으로 수행하는 운동능력은 저하되었고(Olschewski and Bruck, 1988 ; Hirata et al., 1987) 안면부 냉각으로 작업능률이 회복되는 등 의복이 인체생리반응 및 운동수행 능력에 영향을 미친다고 했다. 그러나 경기력 향상을 위해 선수들은 신체를 따뜻하게 보호하거나 경기전의 가벼운 운동으로 신체를 warm-up하여 체온을 상승시킨다. 즉 운동의 형태에 따라 경기력이 최대가 되는 적정 체온이 있어 이를 위해 운동복도 적절히 착용해야 할 것이다. 왜냐하면 의복의 착용이 직장온 및 피부온에 영향을 주기 때문에(Tokura and Natsume, 1987 ; Jeong and Tokura, 1989) 결국 의복착용이 운동수행능력에 영향을 미칠 것으로 볼 수 있다. 따라서 안정시 및 운동시에 의복착용은 인체의 온열생리반응이 원활히 수행되고 나아가 원하는 특정 신체활동을 돕도록 설계되고 착용되어야 하는 것이다.

땀복은 단시간에 체온을 상승시키고 발한을 촉진하기 위해 일상 생활하에서 많이 착용되는 스포츠웨어중 하나이다. 이에 본 연구는 일상 생활운동에서 많이 착용하는 땀복이 일반 운동복에 비해 얼마만큼 운동효과에 영향을 미치며 발한량을 증대를 가져오는지 검토하고자 수행되었으며 그 결과를 보고하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 실험복의 선정

실태조사를 통해 얻어진 정보를 근거로 실험용 땀복 1종(Sweat Suit ; SS)을 채택하고 운동시 이를 착용했을 때 착용자의 인체생리반응을 비교평가하기 위해 일반 운동복 1종(General Suit ; GE)을 선정하여 이를 실험의복으로 하였다. 실험복 SS는 100% Polyester의 긴바지와 긴소매 상의이고 실험복 GE는 100% Cotton의 긴소매 셔츠와 긴바지이다. 실험의복의 크기는 호칭 95와 100 두 종류를 준비하여 피험자에 맞게 착용시켰으며 실험복의

에 피험자가 착용하는 속옷과 양말, 운동화 등도 피험자에게 맞는 크기로 두 실험복 착용시 동일한 것을 착용하게 하였다.

2.2 피험자 선정

피험자는 건강한 여자 대학생 4명으로 하였다. 신체적 사항은 다음과 같다. Subject KH : 21세, 160cm, 50kg, Subject MH : 21세, 166cm, 58kg, Subject HJ : 20세, 160cm, 47kg, Subject YM : 21세, 158cm, 52kg. 피험자의 생리기간에 따른 체온변화를 고려하여 모두 저온기에 실험을 수행하였으며 체온의 일중(日中)변화를 고려하여 실험은 피험자에 따라 같은 시간대에 수행하였다.

2.3 실험실 환경조건

실험은 대학교의 의복환경실험실에서 수행하였으며 실험실의 온열환경은 기온 $22\pm 1^{\circ}\text{C}$, 습도 $60\pm 5\%\text{RH}$, 기류 $50\text{cm}/\text{sec}$ 이하로 조절하였다.

2.4 실험내용

피험자는 실험일 일정한 시간에 실험실에 도착하여 식후 2시간이 경과한 것을 확인한 후 먼저 속옷(팬티, 브래지어)만을 입은 상태로 체중을 측정(Balance, Sartorius社)하고 실험복으로 갈아입는다. 다음 써미스터 직장온 센서(Thermistor, Takara社)를 직장 10cm깊이에 삽입하고 피부온 센서를 이마, 가슴, 팔, 손등, 대퇴, 하퇴, 발등과 같은 7부위에 부착한 후, 맥박측정기인 스포츠 테스터(Sport Tester, Polar Electro KY社)벨트와 시계를 착용한 후 약 30분 동안 직장온을 비롯해 의복기후 등이 안정될 때까지 의자에 앉은 자세로 안정을 취한다. 다음에는 호흡분석을 위한 마스크를 착용하고 트레드밀 위에 올라가 천천히 걷기 시작하여 속도를 높여서 가볍게 뛰는 상태가 되도록 한다. 이때의 속도는 3.6miles/h이며 이 상태로 30분간 달리게 하고 직장온, 각 부위별 피부온, 맥박, 호흡상태 등을 매분마다 측정한다. 30분 운동이 끝나면 모든 센서를 제거하고 옷을 전부 벗은 뒤 땀을 닦고 땀에 젖지 않은 속옷(처음 입었던 것

같은 팬티와 브레지어를 준비해두었다가 이를 착용함)만을 입은 상태로 체중을 측정하는데, 이때의 체중과 실험초기에 측정한 체중과의 차이를 "발한으로 인한 체중감소량"으로 한다.

2.5 자료분석

실험의복간의 인체반응을 비교하여 땀복의 착용효과를 평가하기 위해 운동 중 측정한 피험자의 생리반응은 평균치를 구하여 전체적인 경향을 검토하였고 또한 피험자 개별적으로 데이터를 검토하여 평균치에서 나타나지 않을 수 있는 생리반응을 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 직장온의 변화

두 종류의 실험의복을 착용하고 트레드밀 위에서 3.6miles/h의 속도로 30분간 조깅을 할 때 피험자의 직장온은 10여분이 지난 후부터 상승하기 시작하여 30분의 운동을 끝냈을 때는 약 1℃가 상승했다. 피험자에 따라 직장온의 수준에 다소 차이가 있고 동일 피험자에서도 실험일에 따라 안정시 직장온이 조금 다른 경우가 있어 직장온의 비교는 조깅전 안정시의 직장온에 대한 상승도로 비교하였으며 이를 그림1에 나타냈다.

그림1에서 운동초기에 직장온은 안정상태이거

나 오히려 약간의 하강이 보이거나 약 10여분이 지나면서부터 서서히 상승하기 시작하여 이는 30분 운동이 끝날 때까지 계속되었다. 이 직장은 상승은 운동으로 인한 산열량 증가분이 다 외부로 방출되지 못함으로 인한 열부채로 인한 것인데, 운동중 직장온의 상승도와 상승하기 시작한 시점에 실험의복간 차이를 볼 수 있다. 즉 땀복에서의 직장온 상승은 1.2℃인데 비해 일반복에서는 1℃로써 같은 운동을 하더라도 착용의복에 따라 직장온 상승 정도에 차이가 있음을 알 수 있었고 직장온이 상승하기 시작하는 시점이 땀복의 경우가 더 빠른 것으로 나타났다. 정(정영옥과 박신정, 1995)의 연구에서는 본 실험의 착용의복과 환경온이 비슷한 실험조건에서 트레드밀위를 한시간 걷는 실험을 수행했는데 이 때의 직장온 상승은 약 0.6℃였다. 가볍게 뛰는 경우의 직장온 상승을 나타낸 그림1에서 볼 때 이 정도의 직장온 상승은 13~14분 내에 이루어지는 것을 알 수 있다.

3.2 부위별 피부온 및 평균피부온

피험자의 부위별 피부온 피부온에 체표면적의 가중치를 곱하여 산출한 평균피부온을 그림2에 나타냈다.

먼저 조깅을 시작하기전 안정시의 피부온을 보면 부위별 큰 차이가 없고 대체로 32~33℃ 정도로 유지되어 피험자의 온열감은 쾌적했음을 알 수 있

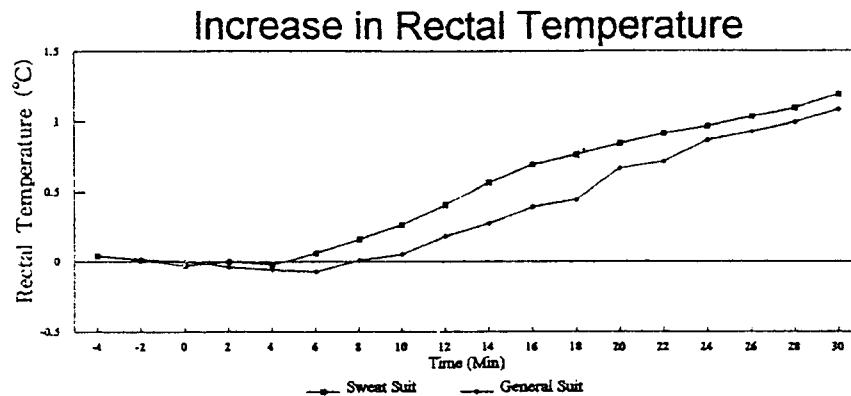


Fig. 1. Comparison of the rectal temperatures between sweat suit and general suit

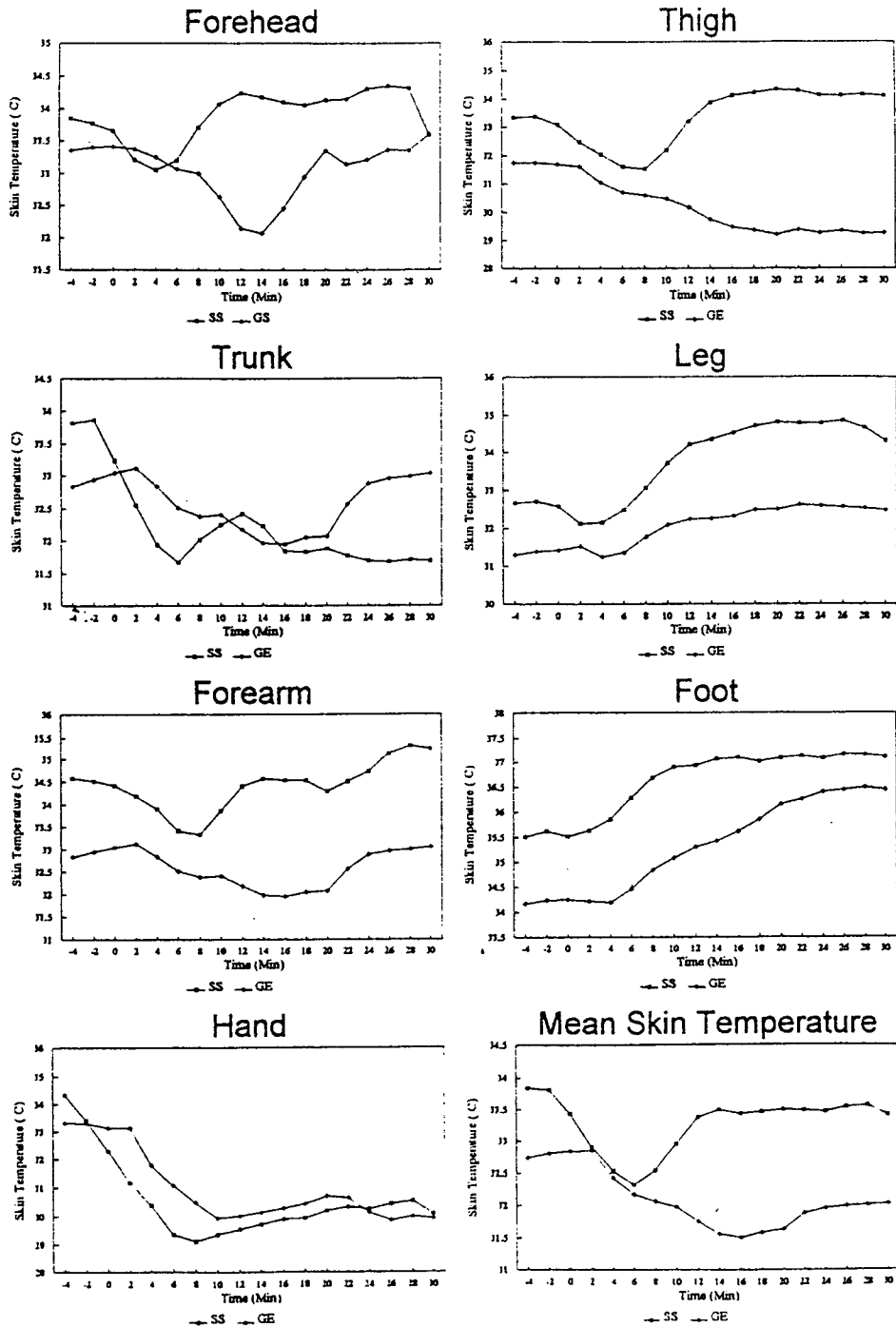


Fig. 2. Comparison of the skin temperatures between sweat suit and general suit

으며 대퇴부위와 하퇴부위에 비해 발등의 피부온이 더 높았던 것은 발부위가 양말과 운동화로 이중 피복되었기 때문으로 생각된다. 실험복간 차이를 보면 땀복을 착용할 때가 일반복을 착용할 때보다 약 1~2℃ 높은 상태였고 평균피부온도 1℃정도 높았다.

운동을 시작하면서 땀복착용시 발을 제외한 모든 부위에서 피부온은 하강하는 것을 볼 수 있는데 그 하강정도와 하강 지속시간은 부위에 따라 다르게 나타났다. 대체로 5분에서 10분 사이에 다시 피부온이 상승하는 경향을 보이는데 비해 손의 피부온은 하강한 후 거의 상승하지 않았고 발의 피부온은 운동과 함께 37℃까지 상승한 후 이 수준을 운동종료시까지 유지하였다. 이에 비하여 일반복을 착용했을 때에는 땀복착용시 보이는 피부온의 초기하강과 그 이후의 상승은 보이지 않았으며 대체로 서서히 하강하여 처음수준으로 회복하든지 계속 하강하는 경향을 보이는데 발의 피부온만은 지속적으로 상승하여 땀복에서와 같은 경향을 보였다. 결국 운동과 함께 변화를 보이는 평균피부온은 운동 후반부에는 거의 일정하게 안정된 상태를 보이게 되고 두 실험복 착용시 평균피부온의 차이도 약 1.5℃로 운동 종료시까지 일정하게 유지되었다.

선행연구(Nakayama et al., 1977, 1981)에 의하면 운동초기에는 여러 부위의 피부온이 저하되는 것을 관찰할 수 있으며 운동강도에 비례한다고 하는데 이는 피부로부터의 증발열손실에 의한 것이 아니고 운동하는 근육으로부터의 비열적(非熱的) 자극에 의한 척추신경의 반사로 혈관이 수축하기 때문이라고 한다. 그런데 이 같은 운동초기의 피부온 강하는 운동되는 부위의에서도 관찰되므로 본 연구의 땀복착용시 보여지는 피부온의 초기하강은 이 같은 이유에서라고 생각할 수 있겠다. 손의 피부온이 33℃에서 30℃로 하강한 후 다시 상승하지 않은 것은 팔동작으로 인해 손등에는 강한 기류가 발생했을 것이고 따라서 손의 피부온은 이 기류의 영향을 직접적으로 받았기 때문으로 보인다. 그런데 같은 운동을 했음에도 불구하고 일반복 착

용시에는 이같은 경향이 보이지 않은 것은 어떻게 해석해야 할 것인가? 그것은 운동초기의 피부온 하강이 이미 피부온이 낮아져 있는 경우에는 보여지지 않았다는 선행연구(Nakayama et al., 1977)에서 찾을 수 있을 것으로 생각된다. 즉 땀복착용시에 비해 일반의복 착용시에는 피부온이 좀 더 낮았으며 운동과 함께 상대적으로 온도가 낮은 외부기류가 의복내로 더 많이 유입되었고 이는 의복내 기류와 피부온을 더 낮게 만들었을 것이며 따라서 급속히 피부온이 하강했다가 다시 상승하는 경향을 보이지 않고 지속적으로 낮아졌거나 상승하여도 거의 운동초기 수준으로 회복되는 정도에 그치고 말았던 것으로 볼 수 있겠다. 즉 이 같은 피부온의 변화로 볼 때 땀복착용시 의복내 기류는 일반복 착용시에 비해 더 높게 유지되었고 이는 결과적으로 방열을 억제하게 되어 직장온의 상승은 더 높았다고 볼 수 있겠다.

3.3 산소소비량 및 맥박

운동시 피험자의 호흡을 분석하여 얻어진 산소소비량을 그림3에 나타냈다. 산소소비량은 피험자의 체격조건이 다르기 때문에 비교를 위해 단위를 ml/min/kg으로 나타냈는데 트레드밀의 속도를 서서히 증가시켰기 때문에 산소소비량도 이에 따라 증가하여 약 30ml/min/kg으로 일정하게 유지되었다. 이는 운동시간 경과에 따라 조금씩 증가하는 경향을 보였는데 운동 후반부로 가면서 실험의 복간 차이가 나타나기 시작하였다.

운동중 분당 맥박수는 그림4에서 보는 바와 같이 160~170beats/min 정도였는데 운동 후반부로 가면서 약간의 증가를 보이며 실험의복간 차이도 나타났다. 즉 땀복착용시 심박수가 많아짐에 따라 산소소비량도 많아지게 되고 이는 더 많은 체열생산을 수반하게 되어 직장온 상승을 초래하게 된다고 볼 수 있다.

이상의 결과를 고찰해 볼 때 착용 실험의복간 차이가 운동초기에는 나타나지 않으나 이것이 누적되어 운동 후반부에 접어들면서 생리반응에 차이가 나타날 만큼 가시화되는 것으로 생각할 수 있겠

정영욱

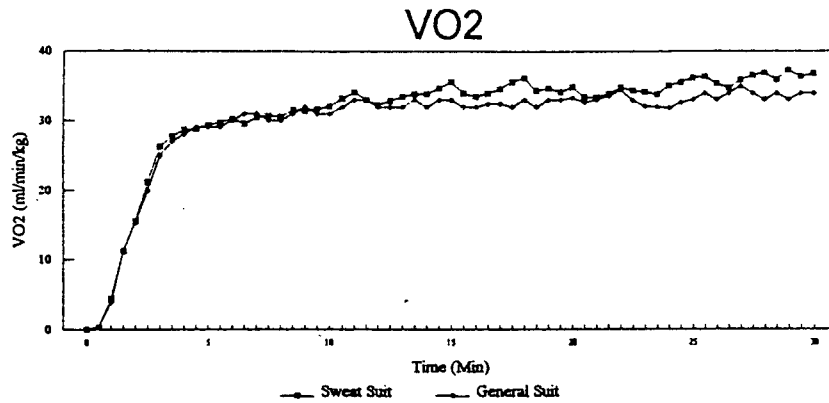


Fig. 3. Comparison of the VO2 between sweat suit and general suit

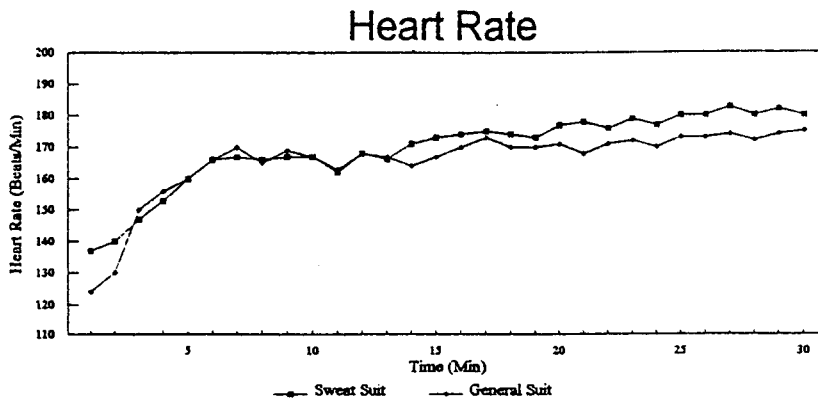


Fig. 4. Comparison of the heart rate between sweat suit and general suit

다. 즉 착용의복간 차이가 가시화되는데는 어느 정도의 시간이 소요될 뿐이며 실험의복간 피험자에게 미치는 생리적 부담은 처음부터 존재하며 이 부담은 땀복착용시가 일반의복 착용시에 비해 더 크다고 할 수 있겠다.

3.4 발한으로 인한 체중감소량

운동을 시작하기 전에 측정된 체중과 운동이 끝난 후 측정된 체중과의 차이는 결국 운동중 호흡으로 인한 증발량과 발한을 포함한 총체중감소량으로 볼 수 있는데 두 실험의복을 착용하고 30분 조깅을 했을 때의 증발량을 그림5에 나타냈다. 그림에서 보는 바와 같이 두 실험의복간에는 약 90g 정도의 체중감소량에 차이가 있어 땀복 착용시의

체중감소량이 더 많았다.

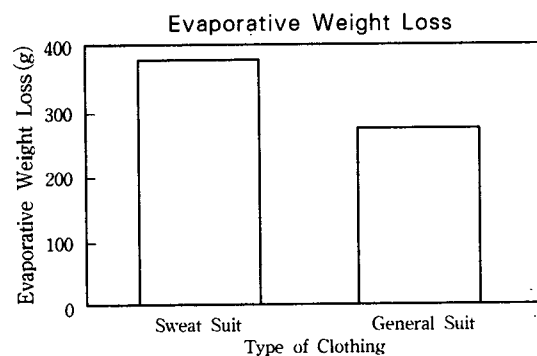


Fig. 5. Comparison of the evaporative weight loss between sweat suit and general suit

이상의 여러 인체생리반응 결과로부터 땀복의 발한 증진효과를 인정할 수 있다고 생각된다. 즉 땀복의 원리는 피부와 인체 사이에 형성되는 외계와는 다른 국소기후 즉 의복기후를 조절하여 착용자의 온열생리에 좀 더 강한 자극을 주게 되는 것이라고 볼 수 있는데, 이는 제한된 운동과 실험실 조건에서 행해진 본 연구의 실험결과이므로 모든 경우에 땀복의 착용효과라고 확대 해석할 수는 없다. 따라서 좀 더 다양한 환경조건과 운동조건에서 땀복의 착용효과를 검토해야만 종합적인 판단이 가능하리라 사료되어 앞으로의 연구과제로 제언하는 바이다.

4. 결론 및 제언

본 연구는 전문 스포츠인들의 운동전 워밍업과 일상 생활운동 등에서 많이 착용되고 있는 땀복이 일반 운동복에 비해 얼마만큼 발한량 증대를 가져오는지 검토하고자 수행되었으며 그 결과는 다음과 같다.

(1) 30분 조깅시에 있어서 직장온의 상승도는 일반운동복 착용시에 비해 땀복 착용시 더 컸다.

(2) 부위별 피부온의 거동은 운동시에 서로 다른 양상을 보였고 실험복에 따른 차이도 나타나서 땀복착용시에는 운동초기의 피부온 저하가 곧 다시 상승하였음에 비해 일반복 착용시에는 피부온 저하가 지속되거나 운동 직전 정도로만 회복되었다. 평균피부온은 운동시작과 함께 저하하다 상승하는 등 변화를 보였으나 운동후반부에는 일정하게 안정된 수준으로 유지되어 땀복착용시가 일반복 착용시보다 좀 더 높게 유지되었다.

(3) 산소소비량은 운동후반부에서 일반복 착용시에 비해 땀복 착용시 좀 더 높게 유지되었다.

(4) 맥박은 운동 후반부에서 일반복 착용시에 비해 땀복 착용시 좀 더 높게 유지되었다.

(5) 운동시 발한과 호흡으로 인한 총체중감소량은 일반복 착용시에 비해 땀복 착용시에 더 많았다.

이상의 결과로써 기온 22℃, 상대습도 60%, 기류 50cm/sec 이하의 환경조건에서 3.6 miles/hour의 속도로 30분간 조깅했을 때 피험자가 착용하는 두 실험의복간의 생리반응에 차이가 있음을 알 수

있으며 이는 땀복 착용시 형성되는 의복기후가 일반 운동복에 비해 피험자의 발한을 증진시킨다고 볼 수 있다. 이는 제한된 운동과 실험실 조건에서 행해진 실험결과이므로 모든 경우에 땀복의 착용효과라고 확대 해석할 수는 없으며 좀 더 다양한 환경조건과 운동조건에서 땀복의 착용효과를 검토해야만 종합적인 판단이 가능하리라 사료되어 앞으로의 연구과제로 제언하는 바이다.

참 고 문 헌

- 정영옥, 박신정 (1995) 보행시 신발이 인체의 온열 생리반응에 미치는 영향, 한국온열생리학회지 2(1) : 9-16.
- 조길수 외 (1992) 투습발수지물과 축열보온섬유를 이용한 스키웨어의 쾌적감, 한국의류학회지 16(2) : 245-255.
- Hirata (1991) Clothing comfort and physiological responses during exercise, Proceedings of 2nd Int. symposium on clothing comfort studies in Mt. Fuji, 257-276.
- Jeong and Tokura (1989) Effects of wearing two different types of clothing on body temperature during after exercise. Int. J. Biometeorol., 33 : 77-81.
- Kawabata and Tokura (1993) Effects of two kinds of sports shoes with different structure on thermoregulatory responses. Ann. of Physiol. Anthropol., 12(3) : 165-171.
- Markee et al., (1991) Effect of exercise garment fabric and environment on cutaneous conditions of human subjects, Clothing and research journal, 9 : 47-54.
- Nakayama et al., (1977) Fall in skin temperature during exercise. Jap. J. Physiol., 27, 423-437.
- Nakayama et al., (1981) Fall in skin temperature during exercise observed by thermograph. Jap. J. Physiol., 31, 757-763.
- Tokura et al. (1987) The effects of different clothing on human thermoregulation at an ambient temperature of 34℃. Trans. Menzies Found., 14 : 279-281.