

면과 친수 가공 폴리에스테르 소재로 된 트레이닝복의 인체 생리 효과

Effects of Thermophysiological Responses by Training Wear Made from Cotton and Hygroscopically Treated Polyester

성균관대학교 의상학과
강사 정희자
교수 장지혜

Dept. of Fashion Design, Sungkyunkwan University

Lecturer : Hee Ja Chung
Professor : Jee Hae Chang

◁ 목 차 ▷

- | | |
|----------------|-------------|
| I. 서론 | IV. 요약 및 결론 |
| II. 실험방법 및 절차 | 참고문헌 |
| III. 연구결과 및 고찰 | |

< Abstract >

This study was executed to show influence of material and property of sportswear to physiological responses of body and comfort sensation and to supply basic research data about comfortable sportswear. Training wear was manufactured with cotton(C) and hygroscopically treated polyester material (FP), and its properties of material were measured. Then rectal temperature, skin temperature, heart rate, weight loss, clothing microclimate and subjective sensation was estimated with study of wearing with these sportswear and examined the influence that it got to physiological responses of body and sensation. Health adult men were selected for subjects and executed at climatic chamber of temperature, $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and humidity, $60 \pm 5\%$ R.H.

Conclusively sportswear of hygroscopically treated polyester is a favorable functional material. So far factor that affect to physiological comfort sensation has been explained mostly by moisture regain but in our experiment, it turned out that air permeability, water absorption velocity and dynamic water absorption etc. were affecting factors. So according to this result, air permeability and moisture permeability should be considered with transmittance of temperature · moisture for development of comfort material.

I. 서론

최근 소득이 증대되고, 생활 수준이 향상되면서 여가 시간이 많아짐에 따라 건강 증진의 목적으로 스포츠를 즐기는 인구가 늘어나고 있다. 스포츠가 국민 건강 증진의 측면에서 활성화되므로써 스포츠 용구의 전문화·과학화가 이루어지고 있으며, 스포츠 웨어도 패션성과 더불어 기능성·쾌적성에 대한 요구도가 높아지고 있다. 스포츠 용품, 운동기구 등에 대한 운동 생리학적, 운동 역학적인 면에서의 연구와 운동 선수들의 건강을 위한 기능적 신체 적성과 경기력 향상 면에서의 과학적인 분석이 이루어지고 있다³⁾¹⁵⁾¹⁶⁾. 그러나 일반인들의 신체 단련이나 건강 유지를 위한 생활 체육에 이용되는 스포츠 웨어의 운동 생리학적 연구뿐만 아니라 피복 위생학적인 측면에서의 연구는 미비한 실정이다.

흡습성이 다른 의복 소재간 착용 실험을 통한 선행 연구 결과를 살펴보면, 크게 두 개의 상이한 견해로 분류된다. 즉, 섬유 흡습성이 인체 생리반응과 착용감에 유의한 영향을 미친다는 결과⁷⁾²⁵⁾²⁴⁾와 친수성 섬유와 소수성 섬유간에 생리적인 변수(직장온, 피부온, 발한율, 에너지 대사)에서 유의한 차이가 없다²⁰⁾는 결과이다. 이와 같이 의복 재질의 차이와 생리인자와 의복기후간의 관계에 대해서는 논란의 여지가 많음을 보여주고 있다.

스포츠 웨어에서 면섬유는 친수성이 커서 땀이나 분비물을 흡수·흡습하기 때문에 쾌적하며, 합성섬유는 섬유 재료의 소수성으로 인한 수분 이동 능력이 문제가 되는 것으로 인식되어 왔다²⁴⁾²⁵⁾. 그러나 근래에는 합성섬유가 수분을 보유하지 않고 빠르게 외부로 방출하여 의복 최내층을 건조하게 유지하기 때문에 격렬한 운동 등으로 발한량이 많을 경우에는 소수성 섬유의 착용 성능이 더 우수하다고 보고되고 있다²³⁾. 특히 폴리에스테르 섬유에 흡수·흡습화 등에 의해 수분 이동 능력을 증가시킨 스포츠 의류 및 내의용으로 각광받고 있는 소재가 개발되었다¹⁾⁵⁾. 그러나 소비자의 입장에서 의복 소재와 인체 생리반응과 쾌적감간의 관계에 대한 규명과 착용한 흡습속건 소재의 쾌적감이 천연섬유 소재보다 우수

한지, 또한 인체 생리 반응과 쾌적함에 중요한 영향을 미치는 의복소재 성능은 수분율이라는 선행 연구²⁰⁾²⁴⁾²⁶⁾에 대한 규명도 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 수분율의 차이가 큰 흡습속건 소재(수분율: 0.75%)와 천연섬유 소재(수분율: 7.41%)와 그 특성이 인체 생리반응과 의복착용 쾌적감에 미치는 영향을 규명하므로써 쾌적한 스포츠웨어를 위한 기초자료를 제공하고, 스포츠 웨어 제조자에게는 인체 생리적으로도 우수하고, 쾌적한 스포츠 웨어에 적합하며 소비자의 감성을 만족시킬 수 있는 섬유소재의 개발과 소비자에게는 스포츠 웨어 선택에 대한 기초 자료를 제시하고자 한다.

II. 실험재료와 방법

1. 실험의복

실험의복은 100% 면 니트 운동복(긴팔 셔츠와 긴바지, C)과 100% 가공 폴리에스테르 니트 운동복(FP)을 나이키사에서 구입하여 사용하였다. 운동복은 가능한한 조직, 밀도, 두께를 비슷하게 맞추었다. 운동복 속의 내의, 양말, 운동화는 동일한 것으로 통일하였다. 직물의 물리적 특성은 <Table 1>에 나타내었다. 의복은 실험전에 세탁하여, line-dry하여 실험조건과 같은 환경($T_a=20\pm 2^\circ\text{C}$, $60\pm 5\%$ rh, 기류 0.1m/sec 이하)에서 실험전에 2시간 이상 안정화시켰다.

2. 실험자

5명의 신체 건강한 남자 대학생이 피험자로 참가하였다. 피험자의 신체적 특징은 <Table 2>에 나타내었다. 실험 절차를 피험자에게 설명했고, 실험에 참가하기 전에 심리적인 편견을 없애기 위해 운동복의 소재는 알려주지 않았다. 피험자는 체온의 circadian rhythm 때문에 생기는 차이를 없애기 위해 같은날 같은 시간대(오전 10:00~12:00)에 실험실에서 실시하였고, 실험의복의 착용 순서도 일정하게 하였다.

<Table 1> Physical properties of fabrics

	Fabrics		method
	cotton	polyester	
Thickness (mm)	1.50	1.35	KS K 0506
Fabric count (no/inch)	44 × 37	38 × 41	KS K 0512
Dynamic Water absorption (%)	81.5	98.4	KS K 0339
Air permeability (cm ³ /cm ² /sec)*	42.3	71.9	KS K 0570 Frazier method
Moisture regain (%)	7.41	0.75	KS K 0221

*시험면적 : 38cm² 시험압력 :125pa

<Table 2> Physical characteristic of subjects

Subjects	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	B.S.A (m ²)
A	26	172	62.45	1.711
B	26	178	66.30	1.798
C	26	174	60.35	1.673
D	22	180	75.00	1.917
E	26	173	60.60	1.660
Mean	25.2	175.4	64.94	1.752
SD	2.02	3.44	6.11	0.107

Body Surface Area = W^{0.444} × H^{0.663} × 71.84

Du Bois의 식에 의해 계산

<Table 3> Scales of subjective sensations

Scales	Thermal sensation	Humidity sensation	Comfort sensation
7	very hot	very wet	
6	hot	wet	
5	warm	slightly wet	very uncomfortable
4	not both	not both	uncomfortable
3	cool	slightly dry	slightly uncomfortable
2	cold	dry	neutral
1	very cold	very dry	comfortable

3. 측정

직장온(T_{re})은 써미스터 prove(YSI Precision 4000A Thermometer, Japan) 센서를 향문 12cm 속으로 삽입하여 1분마다 연속 측정하였다. 피부온(\bar{T}_{sk})은 인체의 6개 부위(이마, 아랫팔, 가슴, 등, 종아리, 넓적다리)에 써미스터(TAKARA D620 Thermistor)를 붙여 1분마다 연속 측정하였다. 심박수(Model PUX-100 Wireless heart rate monitor)도 1분마다 기록되었다. 의복기후는 의복기후 온·습도계(Thermohygrometer)를 사용하여 내의와 실험의사이의 온·습도를 가슴부위에서 1분 간격으로 측정하였다.

실험기간 전에 최대산소 섭취량($\dot{V}O_{2max}$)을 트레드밀(Quinton instrument Co.)을 이용하여 정하였다. 실험기간에 사용된 운동강도는 피험자 각각의 $\dot{V}O_{2max}$ 의 40% 수준으로 하였다. 실험 실시 전에 트레드밀 달리기와 실험 순서 적응 예비훈련을 2회 실시한다.

발한량은 감도 1g까지 측정 가능한 Balance (BraunAG Frankfurt Type: 4243)를 사용하여 실험 전·후의 피험자의 체중과 실험의복의 중량을 측정하였다.

주관적 감각은 ASHRAE의 온열감과 습윤감 7단계, 쾌적감 5단계를 실험중 5분간격으로 신고시켜 평가하였다.

4. 실험절차

실험은 20±2°C, 60±5% rh, 기류 0.1m/sec이하의 상태로 유지한 실험실에서 실행하였다. 실험의복은 적어도 2시간 이상 실험실에 저장하였다.

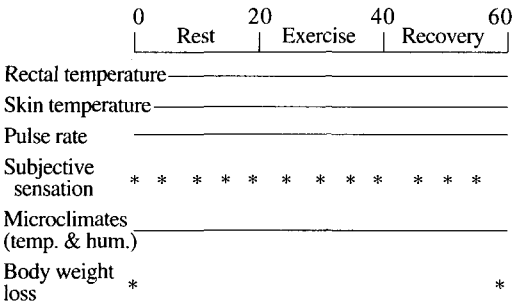
피험자는 언더팬츠와 브래지어만을 착용하고 체중을 측정후, 피험자 스스로 직장온 써미스터 센서를 향문에 삽입한다. 이때 피부온 센서도 부착하였다.

실험의복을 착용하기 전에 실험의복의 중량을 측정하고, 직장온이 안정된 후 실험의복을 착용하였

다. 의복기후 온·습도 센서를 가슴부위에 부착하고, 심박수 센서를 가슴과 팔목에 부착한다. 피험자는 트레드밀 위에 의자를 놓고 앉는다. 측정을 시작하여 20분간의 안정, 20분동안의 운동, 20분의 회복으로 실험을 시행한다.

실험 60분이 끝난 후에 실험의복을 벗고 실험의복의 무게와 피험자의 체중을 측정한다. 피험자의 주관적 감각을 5분마다 신고시켰다.

실험 절차는 <Fig. 1>과 같다



<Fig. 1> Experimental protocol

5. 계산 및 통계

평균피부온은 倉田에 의한 성인용 5점법식에 의해 체표면적의 안분비율로 환산하여 계산하였다.

$$\text{평균 피부온} = 9.8T_{\text{head}} + 32.8T_{\text{chest}} + 19.6T_{\text{arm}} + 17.2T_{\text{thigh}} + 20.6T_{\text{leg}} / 100$$

$$\text{평균 체온} = 0.65T_{\text{re}} + 0.35T_{\text{sk}}$$

실험 측정치는 SAS를 이용하여 각항목에 대한 평균, 표준편차를 계산하였으며, 반복 측정에 의한 ANOVA를 실시하고 유의차를 검정하였다. p<0.05일 때 통계적으로 유의차가 있다고 판정한다.

III. 연구 결과 및 고찰

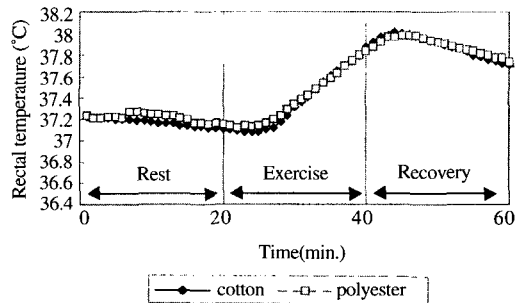
1. 직장온

직장온의 경시적인 변화를 <Figure 2>에 나타내

었다.

직장온으로 측정된 심부온은 소재에 상관없이 안정시에는 서서히 감소하다가 상대적 운동 강도로 운동시 직장온은 계속 상승하여, 회복시에도 5분 정도 상승하다가 완만하게 감소하고 있다. 기온 20°C 이상에서 최대 산소 섭취량의 25% 이상의 운동을 실시할 경우 근육에서 세포내로 열이동 즉, 근육의 높은 온도를 체내로 빼앗기는 현상이 나타나며, 고온 다습한 환경에서 강한 운동을 실시할 경우 직장온도가 계속 증가한다고 한 Saltin 연구와 일치한다. 따뜻해진 혈액이 피부로 공급되면 복사에 의해 밖으로 열을 빼앗기거나 직접 접하고 있는 스포츠 웨어들의 물리적 특성들에 따라 격렬한 운동 중이나 운동 후에는 심부온도의 차를 유발할 수 있다는 大 中 忠 勝의 연구와는 달리 C와 FP는 소재간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 또한 운동 후 20분 안에 직장온은 두 소재에서 안정시 수준으로 회복되지 않고 있다.

Minja Ha et al⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾의 면과 폴리에스테르의 비교 연구에서 P가 직장온이 유의하게 더 높게 나타났는데 이 연구 결과와 다르며, 흡습성이 인체의 발한 메카니즘에 영향을 미친다는 견해와는 다르다. 또한 C에서의 효과적인 열 절연의 감소가 직장온 상승을 적게 하였다고 하였으나, 본 연구에서는 C와 FP가 수분율의 차이가 크지만 전체적인 변화에서는 유의한 차이가 없이 비슷한 양상을 보이고 있다.



<Fig. 2> Changes of lapse in rectal temperature during rest, exercise, recovery for subject wearing training wear made of C and FP.

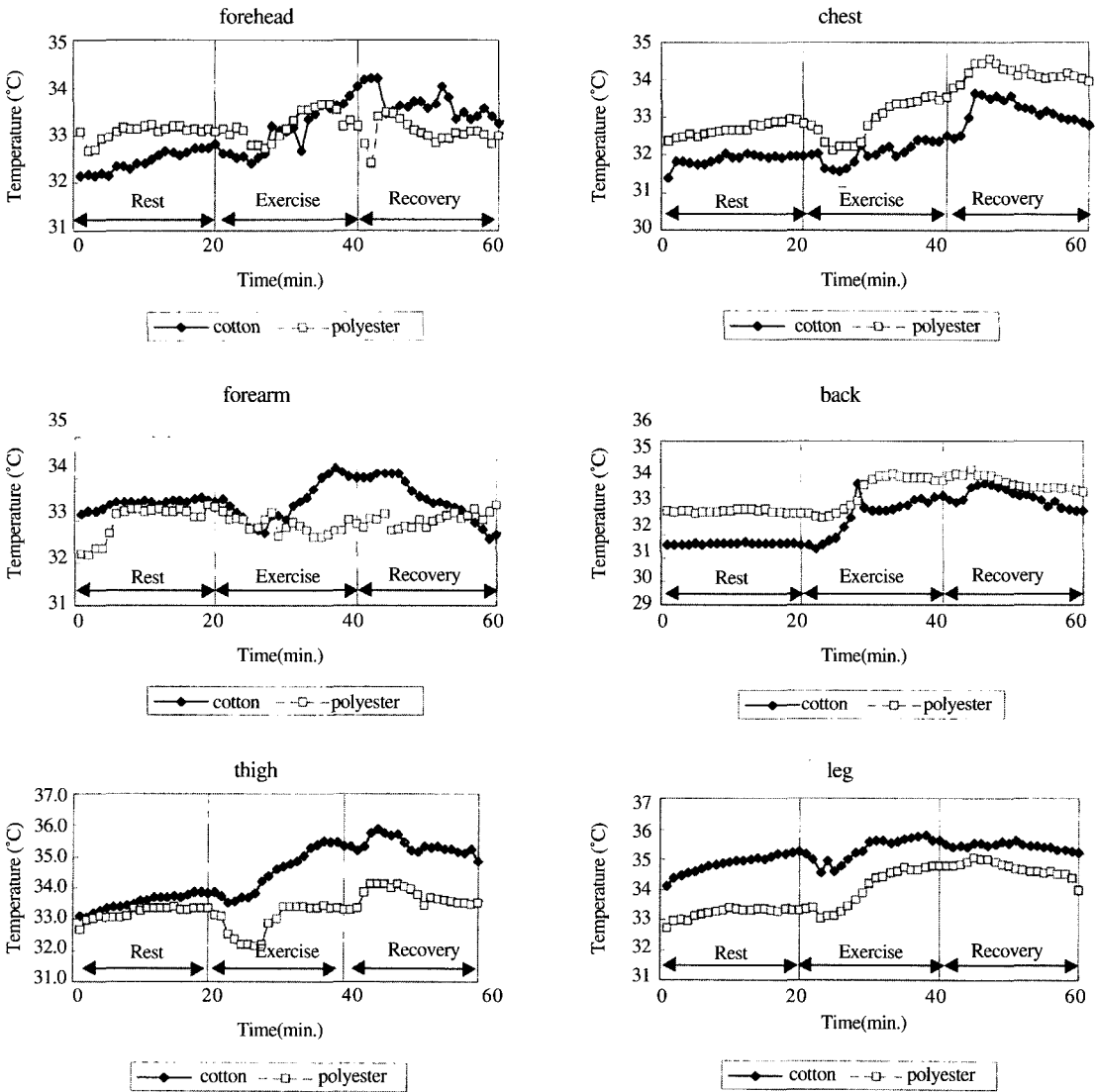
2. 피부온

인체의 6개 부위(이마, 아랫팔, 가슴, 등, 종아리, 넓적다리)에서 써미스터로 1분마다 연속 측정하여, 이 결과로 평균 피부온을 계산하였다.

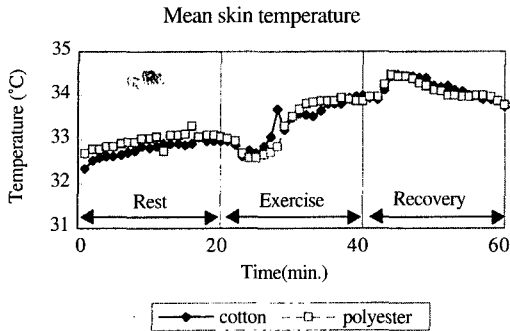
각 부위 피부온과 평균 피부온의 경시적인 변화

를 <Figure 3>에 나타내었다.

각 부위 피부온과 평균 피부온은 C와 FP사이에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 넓적다리와 종아리 부위는 C가 더 높았고 가슴과 등 부위는 FP가 더 높게 나타났다. 이 결과는 류숙희⁶⁾의 가슴, 피부온은 폴리에스테르 내의가 면 내의보다 높았으며, 종



<Fig. 3> Changes of lapse in skin temperature (forehead, forearm, chest, back, thigh, leg), mean skin temperature during rest, exercise, recovery.



<Fig. 3> continue

아리 피부온은 면 내의가 폴리에스테르 내의보다 높게 나타난 연구와 일치한다.

또한 각 신체 부위의 피부온은 시간 경과에 따라 일정한 온도 변화를 보이지 않고 온도가 올라갔다가 내려갔다가 다시 올라가는 경향을 보이는 데, 이는 피부온이 혈류량에 의해 신체의 열 출입 평형을 유지하는 기전을 갖는데, 이러한 기전이 대뇌의 열 조절 기관에 도달한 후 다시 피부 표면에 영향을 미치는 시간적인 차이 때문인 것으로 생각된다¹¹⁾. 소재에 따라서도 각 신체 부위의 피부온의 변화 정도가 다르게 나타나는 데, 이는 소재 차이가 혈액 재 분배에 의한 피부혈류량의 변화와 발한량의 차이, 이에 따른 증발의 차이를 가져와 피부온이 부위에 따라 차이가 나게 하는 중요한 요인으로 작용한 것으로 사료된다.

이 실험의 결과는 C가 P보다 가슴 피부온이 더 높았다는 Minja et al²⁵⁾의 연구 결과 고속 운동기에 가슴 부위 의복기후가 땀 발생으로 인하여 습도가 급히 상승되어 환기에 의해 증발열을 빼앗기어 가슴온이 하강한다는 류숙희의 결과⁶⁾와도 달리 최대 산소섭취량의 40% 운동부하에서 운동시 가슴 피부온이 상승하였다.

운동 수행의 주동근으로 혈액 재분배에 의한 혈류량 감소⁵⁾로 인한 발한에 의해 영향을 받는 운동. 회복시에 유의한 차이는 없으나, FP가 더 낮은 것은 본 실험이 트레드밀에 의한 하체운동으로 기류가 발생하여 공기투과도가 큰 FP에서 넘적다리 피

부온이 낮게 나타난 것으로 생각된다⁹⁾.

안분배율에 따른 倉田에 의한 성인용 5점법식에 의해 계산된 평균 피부온은 소재간에 전체적으로 유의한 차이는 없이 비슷한 양상을 보이고 있다.

3. 심박수

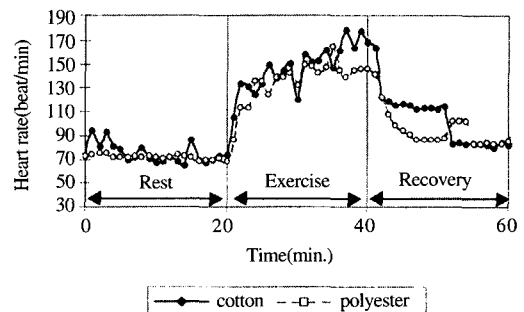
심박수는 운동시에는 소재간에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 회복시에는 유의한 수준으로 FP에서 보다 C에서 더 높았다.

심박수의 경시적 변화는 <Figure 4>에 나타내었다.

심박수는 동방결절에 대한 자율 신경계의 영향에 의해 결정된다. 심장의 박동 조절기인 동방결절은 보통 역치(자극이 자극으로서의 효력을 나타내는 최소치)까지는 가장 빠르게 탈분극을 하게 된다. 동방결절이 이 역치에 도달하게 되면 활동전위는 심장으로 퍼지기 시작하여 심장을 수축하도록 만든다. 이것이 분당 70회 정도로 안정시 평균 심박수이다.

대뇌피질로부터 신경전달에 의해 심폐 억제 증추 즉 미주 신경의 억제를 통해 심박수가 급속히 증가 되고 아드레날린 분비 상승 역할과 근운동에 따르는 대사 물질이 혈류를 통해 증추에 직접 자극함으로써 급속히 상승된 것이며 이러한 심박수의 증가는 운동부하의 증가에 따라 직선적으로 증가한다⁹⁾.

회복시 심박수에 영향을 미치는 요인은 체온의 증가, 아드레날린 및 젖산의 혈중 농도 증가 등이다. 운동을 실시한 후 심장박동은 두 단계를 거치면서



<Fig. 4> Changes of lapse Heart rate during rest, exercise, recovery for subjects wearing training wear made of C and FP.

그 속도가 느려지는데 처음에는 급격히 하락하였다가 다시 서서히 안정시의 박동 상태로 회복되며 운동후의 심장 회복 능력에 있어서는 운동직후의 첫 번째 심박수 감소가 중요한 의미를 갖는다는 최희남의 연구¹⁴⁾가 있다. 이에 의하면 FP는 심박수가 급격히 감소하고 완만한 회복 경향을 보이므로 스포츠 웨어로서 바람직하다.

그러나 C의 흡습성으로 인한 감소된 열절연이 열 손실을 가속화 시켜 직장온과 심박수 증가를 억제한다는 Minja Ha²⁴⁾²⁵⁾의 결과와는 다르다.

4. 의복내 기후

1) 의복내 온도

가슴 부위에서 측정한 의복내 온도는 소재간에 유의한 차이가 없었으나, 습도는 유의한 수준으로 FP에서 보다 C에서 더 높았다. 안정시 의복내 온도와 습도는 소재 간에 반대 양상을 보이고 있다. 즉 의복내 온도는 C가 더 높으나, 습도는 FP에서 더 높았다. 그러나 운동, 회복시에는 의복내 온도와 습도가 같은 양상을 나타내고 있다. 안정시에는 수분율이 낮은 P가 의복내 습도가 높으나, 운동, 회복시에는 땀을 많이 흡습하고 있는 C에서 더 높게 나타났다.

의복내 기후의 경시적인 변화는 (Figure 5)에 나타내었다.

Holmér는 건조 상태의 의복과 비교하여 흡습 상

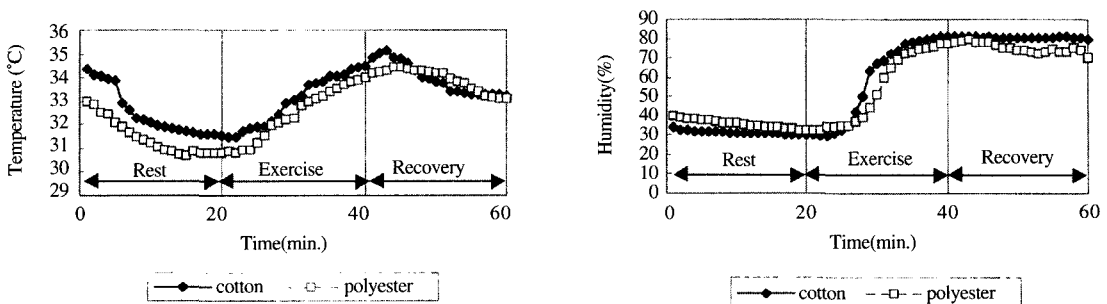
태의 의복은 열절연이 약 15% 감소한다. 그러므로 발한에 의해 흡습된 C는 열절연의 감소로 인해 피부로부터 밖으로 열을 내보내는 데 더 효과적이므로 C에서의 의복내 온도가 더 높다는 Minja Ha²⁴⁾의 연구와 일치한다.

또한 수분을 많이 함유한 직물은 피부 가까이에 있는 공기층의 온도를 올리기 때문에 수분율이 큰 C에서 의복내 온도가 높은 것으로 사료된다. 그러나 폴리에스테르 블라우스(수분율: 0.4)의 의복내 온도가 친수가공 폴리에스테르 블라우스(수분율: 7.3)보다 높다고 한 Tokura 연구²⁶⁾는 다른 견해를 보인다. 운동시 가슴 피부온이 높은 FP에서 의복내 온도는 더 낮게 나타났다.

2) 의복내 습도

의복내 습도는 소재간에 유의한 차이를 나타내며, 안정시에는 FP > C, 운동·회복시에는 C > FP의 순이다. 이는 친수성 섬유가 발한에 대한 대응이 늦어져 의복내 습도 변화가 커져서 운동시 바람직하지 못하다는 Jones의 연구²¹⁾와 일치한다.

안정시에는 경시적으로 모든 소재에서 완만하게 감소하다가 운동이 시작되면서 급격한 상승을 보였다. 그리고 회복 20분동안 거의 변화없이 높은 습도를 나타낸다. 의복내 온도가 높은 C가 의복내 습도가 더 낮았다는 Minja Ha²⁴⁾²⁵⁾의 결과와는 다르게 의복내 온도가 높은 C에서 의복내 습도도 높게 나타났다. 따라서 흡습성이 좋은 C가 스포츠 웨어로



<Fig. 5> Changes in temperature and humidity of clothing microclimates during rest, exercise, recovery for subjects wearing training wear made of C and FP.

가능적이라는 선행 연구와는 다른 결과를 보인다.

본 실험에서 공기투과성은 C에서 보다 FP에서 훨씬 더 높다. 더 높은 투과성이 의복 습도를 결정하는 역할을 한 것으로 보인다.

5. 주관적 감각

주관적 감각은 온열감에서는 소재간에 유의한 차이가 없었으나, 습윤감은 유의한 수준으로 회복시에 FP에서 보다 C에서 더 높은 경향이 있고, 쾌적감은 운동시에는 FP가 쾌적하다가 회복시에는 C가 더 쾌적하다고 신고하였다.

주관적 감각의 경시적인 변화는 <Figure 6>에 나타내었다.

1) 온열감

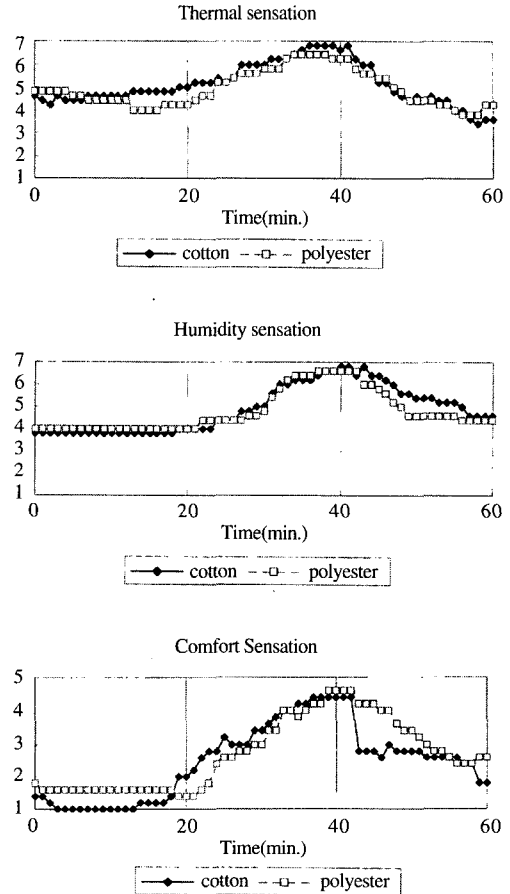
안정시 “not both”에서 운동시 급격히 “hot” “very hot”으로 까지 올라가고, 회복 초기에는 FP가 유의한 차이는 아니지만 더 빨리 “warm”으로 온열감이 저하되고 회복 20분 정도에서 “not both”로 안정시의 온열감을 나타낸다.

발한이 있는 운동, 회복시 FP의 온열감을 전반적으로 낮게 느끼는 것은 공기투과도가 커서 의복내 온도, 습도가 낮은 것에 기인한다고 사료된다¹⁴⁾.

2) 습윤감

습윤감은 전 실험 기간 동안 소재간에 유의한 차이를 보이고 있고, 특히 회복시에 FP에서 보다 C에서 더 습윤감을 느낀다. 공기 투과도가 큰 시료일수록 의복내 습도 변화가 적은 경향¹⁴⁾을 고려할 때, 직물의 공기 투과도는 의복내 습도 변화를 거쳐서 착용시의 습윤감에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 또한 습윤감은 의복내 온·습도와 높은 정적 상관관을 보인다는 Rachel의 연구²⁷⁾와 일치한다.

운동시 습윤감이 급격히 “slightly wet”에서 “wet” “very wet”으로 증가하고, 휴식시는 “very wet”에서 “slightly wet” “not both”로 감소하는데, 온열감과 같은 양상을 보인다. 회복시 의복내 습도는 높은 수치를 계속 나타내고 있으나, 습윤감은 안정시와 비슷



<Fig. 6> Changes in subjective sensation during rest, exercise, recovery for subjects wearing training wear made of C and FP.

한 양상을 보인다.

3) 쾌적감

쾌적감은 전 실험기간 동안 소재간에 유의한 차이를 나타내지 않았다.

운동시에는 C가 더 쾌적하다가 회복시에는 C가 더 쾌적하다고 신고하였다.

의복 착용 쾌적감에 대하여 직접적으로 큰 영향을 미치는 요인은 의복내 기후 변화보다는 직물의 특성임을 알 수 있고⁹⁾, 주관적 감각인 온열감, 습윤감, 쾌적감은 거의 비슷한 양상을 보여 주관적 감각

간에는 높은 상관성이 있음을 알수 있다 따라서 온열감과 습윤감, 전반적 쾌적감과 같은 주관적 감각을 통해 의복의 착용감을 향상시키기 위해서는, 무엇보다도 의복 착용감과 그 소재인 직물의 특성과의 관계를 파악하여 직물의 특성을 조절, 통제하는 것이 바람직하다고 본다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 표준 상태의 환경 조건에서 재질이 다른 스포츠 웨어의 소재 성능이 인체 생리 반응과 쾌적감에 어떤 영향을 미치는 가를 알아보아 스포츠 웨어 소재 선택에 도움을 주는데 그 목적이 있다. 가능한한 조직, 밀도, 두께가 비슷한 면 니트 긴팔 셔츠와 긴 바지 트레이닝복(C)와 가공 폴리에스테르 니트 긴팔 셔츠와 긴 바지 트레이닝복(FP)를 실험의복으로 착용했다. 22~26세의 신체 건강한 5명의 남자 대학생이 피험자로 참가했고, 환경조건은 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ rh, 기류 0.1m/sec 이하의 상태로 유지하였다. 피험자는 20분간의 안정을 취하고 난 후 최대 산소 섭취량의 40% 수준으로 트레드밀에서 20분간 운동을 하고, 20분의 회복으로 실험을 시행했다. 직장온, 인체 6개 부위(이마, 아랫팔, 가슴, 등, 종아리, 넓적다리)의 피부온, 심박수, 의복내 기후(온·습도), 온열감·습윤감·쾌적감에 대한 주관적 감각을 신고시켰다. 실험 측정치는 SAS를 이용하여 반복 측정에 의한 ANOVA를 실시하여 유의차를 검정하였다.

주요 결과는 다음과 같이 요약된다.

- 1) 직장온은 두 의복간에 유의한 차이가 없이 비슷한 양상을 보이고 있다.
- 2) 각 부위 피부온과 평균 피부온은 C와 FP사이에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 넓적다리와 종아리 부위는 C가 더 높았고 가슴과 등 부위는 FP가 더 높게 나타났으며, 평균피부온은 소재간에 전체적으로 유의한 차이는 없이 비슷한 양상을 보이고 있다.
- 3) 심박수는 운동시에는 소재간에 유의한 차이를

보이지 않았으나, 회복시에는 유의한 수준으로 FP에서 보다 C에서 더 높았다.

- 4) 가슴 부위에서 측정된 의복내 온도는 소재간에 유의한 차이가 없었으나, 습도는 유의한 수준으로 FP에서 보다 C에서 더 높았다
- 5) 주관적 감각은 온열감에서는 소재간에 유의한 차이가 없었으나, 습윤감은 유의한 수준으로 회복시에 FP에서 보다 C에서 더 높은 경향이 있고, 쾌적감은 운동시에는 FP가 쾌적하다가 회복시에는 C가 더 쾌적하다고 신고하였다.

결론적으로 재질이 다른 스포츠 웨어 소재 성능이 인체 생리 반응과 쾌적감에 영향을 미치고 있으며, 의복의 생리적 쾌적감에 영향을 미치는 요인은 수분을 자체보다는 소재의 동적 흡수도, 공기 투과도 등 가공에 의한 영향이 더 크다고 볼 수 있으므로 쾌적한 소재를 개발하기 위해서는 열·수분 전달 특성과 함께 공기 투과도, 투습성의 개선이 고려되어야 할 것으로 사료되며, 소비자들의 친수성 섬유인 천연섬유가 소수성 섬유인 합성섬유보다 스포츠 웨어로 적합하다는 인식을 바꾸어야 한다고 생각된다.

본 연구의 제한점은 피험자가 5명으로 국한된 것, 실험 소재가 다양하지 못함으로 인한 생리감이나 착용감에 영향을 주는 정확한 요인을 알아내지 못한 점이다. 따라서 같은 수분율을 가진 Polyester에 다양한 가공을 적용하여 인체-의복-환경의 시스템에서 후속연구가 이루어진다면, 의복소재가 인체 생리 반응과 쾌적감에 미치는 영향을 명확하게 규명하는 것이 가능하게 되므로써 스포츠 웨어의 섬유 소재 개발과 선택에 대한 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

■참고문헌

- 1) 고대중(1988), 폴리에스테르 섬유의 흡수·흡수화 기술, 한국섬유공학회지, 25(8), 104-109.
- 2) 김광희, 남상남, 여남희 외(1992). 운동생리학, 문화사, pp. 71-138.
- 3) 김유섭(1995), 중·단기 급성 체중감량이 심폐기

- 능 및 무산소성 파워에 미치는 영향, 한국온열 환경학회지, 2(4), 221-230.
- 4) 김은애, Roger L. Barker(1993), 첨단 흡수속건소재의 수분전달 특성 평가방법에 관한 연구 -인체-의복-환경 System에서의 투습성평가, 한국의류학회지, 17(2), 329-338.
 - 5) 남상남(1994), 60% V O_{2max} 수준 운동시 스포츠웨어 재질에 따른 심박수와 직장온도 변화, 한국인간온열환경학회지, 1(1), 23-29.
 - 6) 류숙희(1993), 면·폴리에스테르 양면 이중 편성물 내의 착용감에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
 - 7) 이순원, 유효선, 조영미(1989), 內衣類의 水分特性 및 着用感에 관한 研究(II) -내의 착용시 생리적 반응과 착용감-, 대한가정학회, 27(3), 29-37.
 - 8) 이원자(1983), 스포오즈 의류의 품질요구도에 관한 조사연구, 생활문화연구소 연구보고, 제6집, 3-5.
 - 9) 이은주, 조정숙, 이정주, 최종명, 조길수(1997), 선형구조방정식을 이용한 의복 착용 쾌적감 영향요인 분석, 한국감성과학회 학술대회, 47-52.
 - 10) 장지혜, 정희자, 김은경(1998), 재질에 따른 스포츠 웨어 착의방법에 관한 생리위생학적 연구, 성균관대학교 생활과학연구소, 창간호, 325-340.
 - 11) 정덕조(1994), 최대하 운동시 온습도 변화에 따른 피부온도와 발한량의 변화, 한국인간온열환경학회지, 1(1), 49-54.
 - 12) 정수경(1991), 양면편조직으로 된 운동복의 쾌적성능 평가, 충남대학교 대학원 석사학위 논문.
 - 13) 조지현, 류덕환(1999), 유산소 운동시 투습방수 소재 스포츠 웨어의 인체생리반응과 쾌적감에 관한 연구, 한국생활환경학회 정기학술발표회, 35-36.
 - 14) 최희남(1987), 비만과 건강, 도서출판 금광, 62.
 - 15) 한국과학기술원(1987), 달리기용 운동화 개선을 위한 연구, 스포츠 과학 연구 과제 종합 보고서 II, 대한체육회 스포츠과학연구소, 163-236
 - 16) 허복, 채홍원, 이태화, 이민형, 김기학, 정상택, 박우규, 홍상완(1986), 라켓 운동 시 반응시간과 운동속도 개선을 위한 simulator 훈련 특성화에 관한 연구, 스포츠 과학 연구과제 종합보고서 I, 대한체육회 스포츠 과학연구소, 163-207
 - 17) Bodil Nielsen(1981), Sweating sensitivity and temperature regulation during exercise, New trends in thermal physiology, pp 154-156.
 - 18) DeMartino R.N., H.N.Yoon, A. Buckley & C.V.Evins, R.B.Averell W.W.Jackson, D.C.Schultz, C.L.Becker, H.E.Booker, N.R.S.(1984). Improved Comfort Polyester, Part III: Wearer Trials, Textile Research Journal, 54, 447-458.
 - 19) DuBois D, DuBois EF(1916). A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known, Arch Intern Med 17, 863-87.
 - 20) Hollies N.R.S., et al.(1984) Improved Comfort Polyester, part IV, Analysis of four wearer Trials, Textile Reseach Journal, 54, 544-548
 - 21) Jones B.W.(1994), The role of fabric characteristics on body heat loss during ransients, Proceedings of 3rd international symposium on clothing comport studies in Mt. Fuji, The Japan Research Association for Textile End-Uses, 123-142
 - 22) Kamon E. Belding HS(1971) Heart rate and rectal temperature relationship during work in hot humid environments, Journal of Applied Physiology 31, 472-477
 - 23) Mary, A.M., Harriet, H.P. and Nancy L. W., Relationship of fiber content and fabric properties to comfort socks, Clothing and textile Research Jourmaal, 3, 14-19
 - 24) Minja Ha and Hiromi Tokura(1995), Effects of Two Kinds of Clothing made from Hydrophobic and Hydrophilic fabrics on local sweat rates at an Ambient Temperature of 37°C, Ergonomics, 38(7), 1445-1455.
 - 25) Minja Ha, Yuka Yamashita, Hiromi Tokura(1995), Effects of moisture absorption by clothing on

- thermal responses during intermittent exercise at 24°C, *European Journal of Applied Physiology*, 71, 266-271.
- 26) Minja Ha, Hiromi Tokura, Yoshimi Tanaka and Ingvar Holmer(1996), Effects of Two Kinds of Underwear on Thermophysiological Responses and Clothing Microclimate during 30 Min Walking and 60 Min Recovery in the Cold, *Applied Human Science Journal of Physiological Anthropology*, 15(1), 33-39.
- 27) Rachel, M.L.,Ingraham P.E.(1984), Patterning of objective and subjective Responses to heat Protectives Cothing system, *Clothing and Textiles Research Journal*, 3, 31-34
- 28) Ruth Nielsen and Thomas L. Endrusick(1988). The role of textile material in clothing on thermoregulatory responses to intermittent exercise.-In: *Trends in Ergonomics/ Human factors IV*, F. Aghazadeh(ed.) Elsevier Science Publishers B.V,Amsterdam, pp. 449-456.
- 29) Ruth Nielsen, Thomas L. Endrusick(1992), Localized temperature and water vapor pressures within clothing during alternate exercise/rest in the cold, *Ergonomics*, 35(3), 313-327.