

身體의 部位別 被覆이 體溫調節 및 主觀的인 感覺에 미치는 영향(I)

이 종 민 · 이 순 원

상지대학교 병설 전문대학 의상과 · 서울대학교 가정대학 의류학과

Effects of Covering Parts of Body with Garments on Human Thermoregulation and Sensation

Jong Min Lee · Soon Won Lee

Dept. of Clothing and Textiles, Sang Ji Junior College
Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University
(1993. 12. 16 접수)

Abstract

The physiological significances of the upper and lower body on thermoregulation and sensation were studied in this paper.

Experiments were carried out on 4 females in a climatic chamber conditioned at 1) 25°C → 35°C → 25°C, 2) 25°C → 15°C → 25°C, both with 50% R.H., covering the upper body (U) or lower body (L) with garments.

1. When the upper or lower body is covered or exposed respectively, the mean skin temperature of upper body is higher than that of lower body. And upper body is more easily influenced by the environmental temperature than lower body. It means the skin temperatures of the upper body change faster than those of the lower body following the environmental changes.

2. In U and L, the skin temperatures of the upper limbs (thighs, upper arms) are lower than those of the peripherals (hands, feet).

3. Warm sensations and skin temperatures of the upper body showed high correlation and it was the case with cold sensations and skin temperatures of the lower body.

4. In high temperature condition (25°C → 35°C → 25°C), mean skin temperature and rectal temperature in L were lower than in U. This lower rectal temperature in L is probably due to the insulation of the lower body with garments that promotes the heat radiation only in the high temperature environment.

I. 서 론

인체는 각 부위에 따라 체온조절 기능 및 감각 수용에 차이를 나타낸다.

외기 환경에 대하여 체부위별로 체온 조절 반응이 다르게 나타날 뿐만 아니라, 인체 각 부위에 대한 가온 및 냉각은 직장온, 평균 피부온, 에너지 대사율, 혈류율, 발한율 및 맥박 등에 다르게 영향을 미치고, 또한 온냉 감각 수용기의 분포상태로 인해 동일한 강도의 자극에도 온·냉감 수용의 차이를 가져온다.

다시 말해 인체는 부위별로 환경과 인체간의 열교환에 제각기 독특한 기능을 갖고서 역할을 하고 있다고 하겠는데, 이제까지의 인체 각 부위에 대한 체온조절적 메카니즘의 규명은 부족한 실정이며, 또한 어려운 작업이라 하겠다.

Shvartz¹⁾는 고온환경에서 작업시 목과 가슴을 냉각하는 것이 인체에 미치는 열부담을 감소하는데 효과적이라고 하였으며, Young 등²⁾은 운동이나 작업시 인체 각 부위에 대한 냉각 실험을 통해 몸통만 냉각하였을 때 보다 몸통과 넓적다리 냉각시 맥박율, 발한율, 심부온이 더 낮았고, 냉각 체표면적의 효과는 넓적다리에 비해 팔이 적다고 하였다. 또한 Someren 등³⁾은 인체 냉각시 손·발의 냉각으로 체온조절 반응을 회복하였다고 하였으며, 특히 정⁴⁾은 한냉환경에서 사지부를 노출한 경우가 의복으로 사지부를 보온한 경우보다 직장온이 높게 유지됨을 밝혔고, 이⁵⁾는 어깨 부위 가온시 평균 피부온의 변화에 큰 효과를 보임으로서 한냉환경 노출시 어깨 보온의 중요성을 확인하였다.

온도 감각의 수용면에서는, Nadel 등⁶⁾이 신체 각 부위에 대한 방사열로 인한 가온시의 발한 실험에서 피부 온도 감각의 세기는 체부위에 따라 달라, 얼굴의 방사효과가 가슴, 배, 넓적다리에 비해 약 3배 정도이고, 종아리는 넓적다리의 약 반 정도라고 하였다.

이와같이 체부위에 따른 체온조절 반응의 양상 및 온도감각 차이에 관한 연구는 인체의 열균형 문제나 효율적인 행동성 체온조절 반응에 중요한 정보를 제공한다고 하겠다.

한편 사람들은 의생활 행동에서 덥거나 추운 환경에 대해 행동성 체온조절의 한 방법으로서 의복을 입거나 벗음으로 체온을 조절하고 감각을 유지하게 되며, 나아가 정상적인 체온과 쾌적한 감각으로의 빠른 회복을 꾀

하게 된다.

이에 본 연구에서는, 덥거나 추운 환경에서 사람들이 의복으로서 쉽게 취할 수 있는 행동이 상의나 하의를 벗거나 혹은 더 입거나 덜 입는다는 점에 착안하여, 환경 변화시 上體 혹은 下體의 被覆이나 露出이 인체의 체온 조절과 주관적인 감각에 어떠한 영향을 미치는가를 알아봄으로서 피복환경학 측면에서 의복구성이나 착용에 적용될 수 있는 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 피험자 및 실험 의복

피험자는 건강한 성인 여성 4명으로 이들의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Physical Characteristics of Subjects

Subject	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	BSA (m ²)
A	21	153	46.2	1.41
B	20	156	52.8	1.50
C	19	165	63.0	1.70
D	19	156	50.2	1.49

*BSA (Body Surface Area) = Height^{0.725} × Weight^{0.425} × 72.46

피험자는 기본적으로 팬티와 브레이지어를 입고, 上體를 被覆할 때는 이 위에 PET 72%, 면 28% 혼방의 트레이닝 웨어 상의와 면장갑을 착용하고, 下體를 被覆할 때는 동일한 재질의 트레이닝 웨어 하의와 면혼방 양말을 착용하여 上體被覆時와 下體被覆時 무계에서 산출한 의복의 보온력 (Estimated Thermal Resistance of Garments)이 유사하게 되도록 하였으며, 上體被覆 상태를 U라 하고, 下體被覆 상태를 L이라 하였다.

그리고 全體被覆에 대한 경향을 파악하고자, 재질의 혼용율이 유사하고 의복 무계에서 산출한 보온력이 상의 혹은 하의와 유사하게 만든 의복으로 몸전체를 被覆하여 W라 하였다.

W는 U와 L 상태의 의복이 겹치는 배부위의 상의 길이를 잘라내고 상의와 하의를 연결시킨 형태이다.

각 실험시 인체의 피복 부위는 Fig. 1과 같고, 실험의

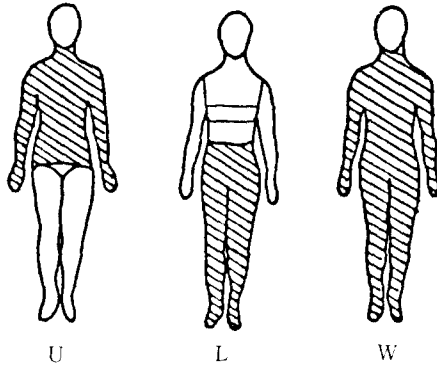


Fig. 1. Covered part of the body in each experiments.

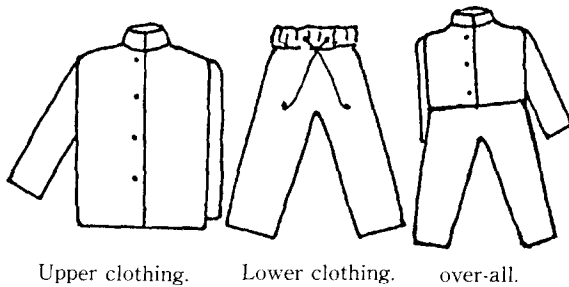


Fig. 2. Types of Experimental Garments.

복의 형태는 Fig. 2와 같으며, 4명의 피험자는 동일한 size의 실험복을 착용하였다.

실험의복 재질의 물성은 Table 2에 나타냈으며, 의복 종류의 착용 여부는 Table 3에 나타냈다.

2. 실험 방법

실험은 1993년 7월에 예비 실험을 거쳐 8월에 행하였다.

피험자는 25±1°C, 50±5% R.H.로 조절된 인공기후실*에 입실하여 매 실험에 해당하는 실험 의복으로 갈아 입고 30분 동안 휴식한 후, 직장은 및 피부온 센서, 그리고 의복내 온·습도 센서를 삽입, 혹은 부착하고 다시 30분간 안정한 후 의자에 앉은 자세로 실험에 임하였으며 실험 중 피험자는 자세변화 및 행동 등을 삼가하였다.

실험은 환경온이 중립온에서 고온 혹은 저온으로 변화되었다가 다시 중립온으로 돌아가는 동안에 생리반응과

* 인공기후실(Climatic Chamber)은 4,800mm×2,800mm×3,000mm의 크기(4.2평)로서, 자동 온·습도 조절장치(Whain기계)에 의해 환경이 조절됨.

Table 2. Physical Properties of Clothings.

Physical Prop. Clothing	Fiber content (%)	Density (thread/5 cm)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Air permeability (cm ³ /sec/cm ²)	Moisture regain (%)	Thermal resistance (%)
		Wale	Course					
Upper & Lower clothing	P : 72 C : 28	58.7	80.3	261.7	0.764	80	1.67	26.2
Over-all clothing	P : 67 C : 33	75.9	95.4	183.7	0.488	114	1.85	21.2
*Testing method	KS K 0210	KS K 0512	KS K 0514	KS K 0514	KS K 0506	KS K 0570	KS K 0220	KS K 0560

Table 3. Clothing Ensembles in Each Experiments.

	Under wear	Garments	Total weight of Garments (g)	Estimated thermal resistance of garments (clo)*
U	Panty, Brassiere	Upper clothing, Gloves	345 g	0.970 clo
L	Panty, Brassiere	Lower clothing, Socks	369 g	0.995 clo
W	Panty, Brassiere	Over-all clothing Gloves, Socks	410 g	1.037 clo

*Estimated Thermal Resistance of Garments (clo) = 0.615 + 1.030X (X_{kk})^{0.71}

한서감각의 측정으로 이루어졌다. 환경온이 중립온인 25°C에서 35°C 혹은 15°C로 변화하는 과정을 편의상 변화기라 하고, 다시 25°C로 돌아가는 과정을 회복기라 하였으며, 35°C로 오르는 실험을 고온환경 실험이라 하여 HT라 하였고, 15°C로 내리는 실험을 저온환경 실험이라 하여 LT라 하였다. 이때 환경은 변화에 따라 조성되는 기류의 영향을 배제하기 위하여 피험자 주위의 3면을 커튼으로 둘러쌌으며, 환경 온·습도는 커튼 안쪽 피험자 어깨높이 위치에서 측정되었다.

매 실험시간은 대략 40분 정도였으며, 변화되는 시간과 회복되는 시간은 각각 20분 정도로 대체로 동일하였다.

직장온과 10부위 피부온, 의복내 온·습도, 그리고 주관적 감각인 온냉감과 쾌적감을 환경온이 1°C씩 변화될 때마다 측정하였다.

의복내 온도와 습도는 U와 W에서는 등부위에서 측정하였고, L에서는 넙적다리 앞면에서 측정하였다.

Table 4. Scales of Subjective Sensations.

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

평균 피부온은 倉田 등⁶⁾의 공식을 이용하여 계산하였고, 온열감은 ASHRAE의 정신심리적 7등급 척도를, 쾌적감은 5등급 척도를 사용하여 Table 4와 같이 점수화하였다.

$$\begin{aligned} \bar{T}_{sk} = & 0.103 T_{head} + 0.162 T_{chest} + 0.077 T_{abdomen} \\ & + 0.079 T_{back} + 0.084 T_{upper\ arm} + 0.058 T_{forearm} \\ & + 0.048 T_{hand} + 0.197 T_{thigh} + 0.128 T_{leg} \\ & + 0.064 T_{foot} \end{aligned}$$

상체(U) 및 하체 被覆(L)시 被覆 면적의 비율은 渡邊⁶⁾의 산출방법에 따라 각각 51.58%와 55.04%로서 하체 피복시에 다소 크게 나타났다.

실험은 오전 10시와 오후 2시 일정한 시각에 시작하였으며, 4명의 피험자가 두 종류의 변화 환경(고온 환경, 저온 환경)에서 세 종류의 被覆상태(上體被覆, 下體被覆, 全體被覆)으로 2회씩 반복되도록 착용하여 총 48회 실시하였다.

이상의 방법으로 얻은 결과는 T-test와 상관을 구하여 被覆部位에 따른 체온 조절 반응과 감각반응을 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

고 온(25°C → 35°C → 25°C) 및 저 온(25°C → 15°C →

Table 5. Weighted skin temp. in covered part & uncovered part of body.

A	B	C		U		L	
		∴	∴	T _{ucisk}	T _{clsk}	∴	∴
HT	25		17.16	12.08	13.78	15.10	
	35		17.61	12.63	14.55	15.54	
	25		17.46	12.41	14.20	15.38	
LT	25		17.08	12.06	13.85	15.13	
	15		16.34	10.99	12.64	14.25	
	25		16.50	11.23	13.01	14.41	

A : Environment B : Temp. C : Covering Type

T_{cusk} : Skin Temp. of covered upper body (∴ ∴ : covered part)

T_{ucisk} : Skin Temp. of uncovered lower body

T_{ucusk} : Skin Temp. of uncovered upper body

T_{clsk} : Skin Temp. of covered lower body

25°C)으로 변화하는 환경에서 4명의 피험자가 각각 上體, 下體, 全體 被覆을 하였을 때 인체의 체온 조절 및 주관적 감각에 미치는 영향을 측정하여 피험자 4명의 평균치로 나타낸 결과는 다음과 같다.

1. 被覆部位 혹은 露出部位간 평균 피부온의 비교

신체를 被覆함에 따른 보온 효과나, 露出함에 따른 냉각 효과를 인체의 상반신 혹은 하반신의 측면에서 알아보고자, U에서 被覆된 상반신의 평균 피부온(T_{cusk})*과 L에서 被覆된 하반신의 평균 피부온(T_{clsk})**을 비교하였다.

Table 5에서 보듯이 被覆된 상체의 피부온이 被覆된 하체의 피부온 보다 높으며, 또한 노출된 상체의 피부온(T_{ucusk} ***이 노출된 하체의 피부온(T_{uclsk})**** 보다 높게 나타났다.

U와 L 각각의 상태에서 被覆된 부위와 露出된 部位間の 평균 피부온을 비교하면, 상·하체를 막론하고 被覆된 부위에서 높게 나타났으며, 露出된 부위에서는 온도 변화에 대한 피부온의 상승 및 하강율이 큰 것으로 보아 노출된 부위가 환경의 직접적인 영향을 받는다는 것을

확인할 수 있다.

특히 노출된 상체에서 변화가 크게 나타난 것(Table 6)으로 보아 상체가 하체에 비해 환경 온도 변화에 민감하게 작용한다는 것을 알 수 있는데, 이것은 저온시 상체 구간부의 높은 피부온과 환경온간의 온도구배가 크므로 인한 열전달 효과로 볼 수 있으며, 이⁵⁾의 국소가온 효과 중 건부가온에 의한 피부온 상승효과가 가장 현저하였다는 결과로도 뒷받침된다고 하겠다.

\bar{T}_{sk} 의 변화폭이 고온 변동시에 비해 저온 변동시에 크게 나타난 것은, 인체가 가온되기 보다는 냉각되기 쉽다는 것을 의미하며, 또한 변화기에 비해 회복기에 변화폭이 작은 것은 중립 상태의 인체가 일단 가온 혹은 냉각되면 다시 중립상태로 되기까지 긴 시간을 요하게 된다는

* T_{cusk} : 가슴, 배, 엉덩이, 뒷팔, 아랫팔, 손의 피부온에서 산출. 인체의 50.8% 가중됨.

** T_{clsk} : 엉덩이, 넓적다리, 종아리, 발의 피부온에서 산출. 인체의 46.8% 가중됨.

*** T_{ucusk} : 가슴, 배, 뒷팔, 아랫팔, 손의 피부온에서 산출. 인체의 42.9% 가중됨.

**** T_{uclsk} : 넓적다리, 종아리, 발의 피부온에서 산출. 인체의 38.9% 가중됨.

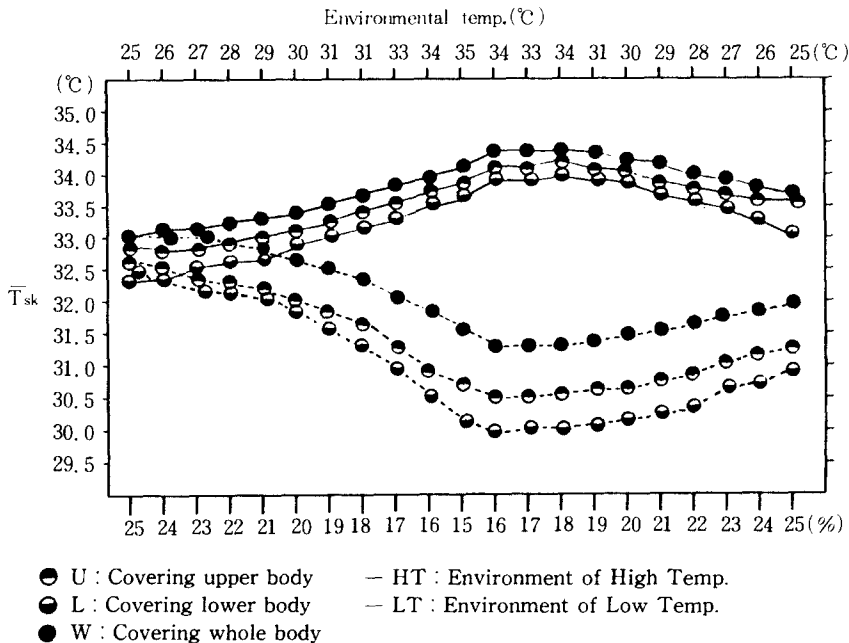


Fig. 3. Mean skin temperature by covering types in two environmental conditions.

Table 6. Skin temperature by covering types in two environmental conditions.

A	B	D		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		C											
HT	U	25	35.21 ab	34.61 ch	34.36 he	34.18 ha	33.45 fa	32.52 fo	32.25 ba	32.23 ua	31.06 th	30.34 le	
		35	35.94 he	35.69 ab	35.50 ha	35.30 ch	34.64 fa	34.13 fo	33.48 ua	33.13 ba	32.48 th	31.06 le	
		25	35.54 ab	35.09 ch	34.79 he	34.63 ha	34.28 fa	33.53 fo	33.15 ua	32.99 ba	31.88 th	31.11 le	
	L	25	34.31 he	33.44 ab	33.09 fo	32.98 ha	32.53 le	32.45 ch	32.21 ba	31.94 fa	31.88 th	30.01 ua	
		35	35.88 he	34.55 ab	34.49 ha	34.25 ch	33.81 fa	33.65 fo	33.21 ba	33.16 th	33.10 le	32.35 ua	
		25	34.61 he	34.38 ab	33.48 ha	33.43 fo	33.39 ch	33.24 ba	32.83 le	32.79 fa	32.56 th	31.33 ua	
	W	25	34.69 ab	34.46 he	34.15 ch	34.11 ha	33.64 fo	33.43 fa	32.45 ba	32.30 le	32.05 ua	31.59 th	
		35	35.96 he	35.53 ha	35.40 ab	35.15 ch	34.81 fa	34.63 fo	33.41 ua	33.34 ba	32.96 th	32.85 le	
		25	35.23 ab	34.83 he	34.66 ch	34.48 ha	34.36 fo	34.29 fa	33.14 ba	32.95 ua	32.46 le	32.26 th	
LT	U	25	34.89 ab	34.60 ch	34.36 he	33.83 ha	33.36 fa	32.31 fo	32.14 ua	32.08 ba	31.08 th	30.26 le	
		15	34.40 ab	33.56 ch	32.28 he	31.20 fa	31.08 ha	30.51 ba	30.20 ua	28.95 fo	28.44 th	27.66 le	
		25	34.43 ab	34.17 he	34.11 ch	31.44 fa	31.40 ha	30.67 ba	30.57 ua	29.23 th	28.80 fo	28.37 le	
	L	25	34.44 he	33.41 fo	33.35 ab	33.13 ha	32.66 ch	32.41 ba	32.35 le	32.11 fa	32.04 th	30.28 ua	
		15	32.34 he	31.53 ab	30.96 ba	30.86 fo	30.65 le	30.06 ch	29.95 th	29.30 ha	28.89 fa	26.75 ua	
		25	34.21 he	32.18 ab	31.28 ch	31.21 ba	30.98 le	30.58 fo	30.51 th	29.35 ha	29.23 fa	27.94 ua	
	W	25	34.93 ab	34.50 he	34.48 ch	34.05 ha	33.75 fo	33.35 fa	32.49 ba	32.26 le	31.93 ua	31.59 th	
		15	34.30 ab	33.69 ch	32.44 he	31.71 ha	31.64 fa	31.50 fo	31.11 ba	30.73 le	30.00 ua	29.59 th	
		25	34.58 ab	34.14 he	34.13 ch	31.60 ha	31.58 fa	31.39 ba	31.09 fo	30.91 le	30.38 ua	30.16 th	

A : Environment B : Covering Type C : Temp. D : Sequence

he : head ch : chest ab : abdomen ba : back ua : upper arm fa : forearm ha : hand
th : thigh le : leg fo : foot

것을 짐작할 수 있다. 특히 저온시, 변화기에 비해 회복기에 변화폭이 작은 것으로 보아 냉각된 인체의 회복은 가온된 인체의 회복보다 많은 에너지와 오랜 시간이 걸릴 것으로 추측되는데, 이는 사지 말초부가 일단 냉각되면 냉각 전의 상태로 회복되기 위해 냉각 전보다 더 높은 의복의 보온력이 필요하다는 정⁹⁾의 연구 결과와 부분적으로 일치함을 볼 수 있다.

2. 被覆部位에 따른 피부온

被覆으로 인한 상·하체의 보온이나 냉각이 체온 조절 기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 全體被覆에 대한 대조군과 함께 각 피부온의 평균을 Table 6에 정리하였다.

被覆部位에 관계없이 대체로 배, 이마, 가슴의 피부온이 가장 높았으며, 특히 배는 인체중에서 노출되어 있어도 변화율이 가장 적은 부위로 나타났다.

체간부 중에서 피부온이 가장 낮은 부위는 엉덩이로서 환경온 변화에 따른 피부온의 변화도 다른 부위에 비해 상당히 적어서 선행연구 결과¹⁰⁾와 일치하였다.

U의 경우 HT에서 손, 아랫팔, 발의 피부온과 LT에서 손, 아랫팔 등의 사지 말단부의 피부온이 높았으며, 넓적다리와 종아리온이 두 환경 모두에서 가장 낮았다.

L의 경우 Steady-state를 보인 초기 상태에서는 발의 피부온이 상당히 높으나, 환경온도 변화에 의해 발의 온도 및 순위는 쉽게 변화하고, HT에서 넓적다리와 윗팔, LT에서 아랫팔과 윗팔온이 가장 낮게 나타났다.

W의 경우에는 두 환경에서 대체로 U의 경우와 양상이 비슷하나, 하위 순서 그룹이 U에서는 윗팔-넓적다리

-종아리인 것에 대해 W에서는 종아리-윗팔-넓적다리로 서 넓적다리온이 가장 낮게 나타났다.

이와같이 사지말단 부위인 손이나 발이 윗팔 및 넓적다리보다 오히려 높게 나타난 점은 선행연구¹¹⁾와는 일치하지 않으나, 본 실험의 전과정을 통하여 일률적으로 나타난 결과라는 점에서 볼 때, 이것은 본 실험이 여름에 행하여진 까닭에 여름철 고온환경에 적응된 인체 사지말단 부위의 혈관 확장과 혈류의 빠른 속도가 손과 발의 온도를 높이고, 환류하는 정맥혈의 영향으로 윗팔과 넓적다리온이 상대적으로 낮아진 것으로 판단된다. 그러나 윗팔과 넓적다리가 체온 조절상 특징을 보인 것인지에 관해서는 추후 검토되어야 할 것으로 생각된다.

손은 가온 및 냉각시 다른 부위에 비해 변화폭이 크나 쉽게 회복되는데 비해 발은 가온 후엔 쉽게 회복되어도 일단 냉각되면 회복기에서도 계속 냉각됨을 볼 수 있어 신체 냉각에서의 발부위의 특징을 확인할 수 있다.

손과 발을 被覆 상태에 대해 비교해 보면, U나 W에서 손에 피복되는 장갑의 보온력이 동일하고, L이나 W에서 발에 피복되는 양말의 보온력이 동일하다 할지라도 상체나 하체만 被覆할 경우 전체를 被覆한 경우에 비해 손이나 발의 온도가 낮아짐을 볼 수 있는데, 이것은 인체 노출로 인한 냉각된 혈액에 기인하는 것이라 판단된다.

3. 환경 온도 변화기 및 회복기에서의 온냉감

환경온의 변화기와 회복기에서 피험자가 느끼는 온냉감은 Table 7에서 보는 바와 같이 변화기에 덤거나 추운

Table 7. Thermal sensation and correlation coefficient between thermal sensation & skin temp.

A	B	Changing course (25°C → 35°C) (25°C → 15°C)		Recovery course (35°C → 25°C) (15°C → 25°C)	
		Thermal sensation	Correlation coefficient	Thermal sensation	Correlation coefficient
HT	U	5.25	0.57	4.63	0.43
	L	5.05	0.73	4.52	0.68
	W	5.22	0.68	4.66	0.44
LT	U	2.67	0.71	3.21	0.65
	L	2.35	0.71	3.01	0.50
	W	2.78	0.72	3.41	0.51

A : Environment B : Covering Type

느낌에 비해 회복기에는 중립에 가까운 것으로 나타났다.

이러한 결과는 변화기와 회복기에서 온도 자극의 강도는 동일하다 할지라도, 자극의 방향이 반대일 경우 사람이 느끼는 주관적인 감각에 차이를 가져온다는 것을 보여주는 것으로서, 사람이 일단 온감이나 냉감을 감지한 이후 환경의 반대자극이 가해지면, 덥거나 추운 느낌을 쉽게 소실된다는 것을 확인할 수 있다.

따라서 자극전의 온도가 될 때에는 오히려 반대 감각 쪽으로의 지나침(over shoot)이 발생하는 것을 실험 중 볼 수 있었는데, 이것은 Fanger¹²⁾의 온도단계변화 실험 시 중립환경온에서 고온을 거쳐 다시 중립온으로 될 때 열감의 over shoot이 발생하여 고온을 거친 중립온에서 좁게 느꼈다는 결과와 잘 일치한다.

변화기와 회복기에 있어 이러한 열감차이의 원인을 알아보고자 온냉감과 평균피부온과의 상관관계를 구해 본 결과(Table 7) 일률적으로 회복기에 비해 변화기에 높게 나타났다. 이러한 결과에서 사람의 주관적인 온냉감은 실제의 피부온보다 피부온의 변화율에 기인한다는 가설이 뒷받침 된다고 하겠다.

또한 온냉감과 관련이 큰 인체부위를 알아보고자 온냉감과 각 피부온과의 상관관계를 산출한 결과, 거의 대부분의 조건에서 이마온과 가장 크게 나타났고, 그 다음으로 고온에서는 가슴, 윗팔, 아랫팔, 손 등으로 상체부위 온도와 관계가 컸으며, 저온에서는 넓적다리, 종아리 등으로 하체 부위 온도와 관계가 큰 것으로 나타났다.

이러한 결과는 인체의 단위 면적당 온점과 냉점의 분포에 기인한 것이라 생각되나 저온시 냉감의 감지가 냉점 밀도가 큰 상체를 통해서가 아닌 하체에 기인했다는 점에서 특이한 결과라 하겠다.

이와같이 온감은 상체온과 관계가 깊고, 냉감은 하체온과 관계가 깊다는 본 실험의 결과에서 볼 때, 방열을 위해서는 상체를 냉각하고, 보온을 위해서는 하체를 보온하는 것이 유용하리라고 생각된다.

4. 피복부위에 따른 각 측정항목에 관한 고찰

피복 부위에 따른 각 측정항목의 평균과 유의차는 Table 8과 같다.

평균 피부온은 두 환경에서 W의 경우 가장 높았고, 그 다음이 U, 그리고 L의 순이었다.

한편 Fig. 3에서 보면 L, 즉 상체를 노출한 경우에 환경온 변화에 대한 평균 피부온의 감소폭이 W나 U보다 다소 크게 나타났는데, 이것은 앞에서도 언급했듯이 노출된 상체가 환경변화에 쉽게 영향을 받은 것에 기인한다고 하겠다.

직장온은 고온시 U에서 가장 높고 그 다음이 L, W 순이었으며, 저온시 W에서 가장 높고, 다음이 L, U의 순서로서 두 환경에 대해 반대 결과를 보였으나, L과 W 간의 유의차는 없었다.

고온에서 全體被覆으로 직장온이 낮아진 것은 높은 평균 피부온에 기인한 결과라 하겠으나, 평균 피부온이 가

Table 8. Results of measurement by covering types in two environmental conditions

B	HT			LT		
	U	L	W	U	L	W
T_{re}	37.04 ^b	36.97 ^{ac}	36.96 ^{ac}	37.01 ^a	37.05 ^{bc}	37.08 ^{bc}
\bar{T}_{sk}	33.43 ^b	33.18 ^a	33.68 ^c	31.44 ^b	31.08 ^a	32.12 ^c
CT	32.77 ^c	31.65 ^b	31.39 ^a	30.03 ^c	29.38 ^b	29.07 ^a
CH	43.18 ^a	46.84 ^b	49.40 ^c	36.92 ^{ab}	39.58 ^c	36.93 ^{ab}
ST	4.63 ^{ab}	4.44 ^a	4.70 ^b	3.22 ^c	3.00 ^{ab}	3.35 ^c
SC	2.07 ^{ub}	1.96 ^a	2.16 ^b	1.92	1.92	1.82

Duncan Multiple Range Test (P≤0.01)

A : Covering Type B : Environment

T_{re} : Rectal Temp. \bar{T}_{sk} : Mean skin Temp. CT : Temp. inside clothing CH : Humidity inside clothing

ST : Thermal sensation SC : Comfort sensation

장 낮으면서도 낮은 직장온을 보인 L의 경우나, 평균 피부온이 높으면서 높은 직장온을 보인 U의 경우, 피부조건으로 인해 피부혈관이 확장되었다고 보기는 어렵고, 下體被覆으로 인한 하체의 보온이 방열효율의 증대를 초래했다고 볼 수 있으며, 이에 비해 上體被覆으로 인한 방열효율이 하체보다 적었기 때문에 고온시 下體被覆의 직장온이 낮아졌다고 판단된다. 이것은 Young 등²⁾이 보고한 넙적다리의 전도열 전달 기능이라든지, Sawka 등¹³⁾의 환경조건에 대한 열교환시 팔보다 다리가 큰 역할을 한다는 보고 등에서 뒷받침이 되는데, 이러한 현상이 노출된 부위에 의한 영향인지에 대한 가능성도 배제할 수는 없다.

한편 저온에서 L의 경우 보다 U에서 직장온이 낮게 나타난 것은 평균 피부온이 낮은 下體被覆시 대향류 열교환에 의해 직장온이 높아진 것으로 해석되나, 평균 피부온이 높은 전체 被覆시 직장온도 높게 나타난 것은 이해하기 어려운 부분이라 생각된다.

의복내 온도는 두 환경에서 U, L, W의 순서로 낮아졌고, 의복내 습도는 U에 비해 L에서 높게 나타났으나 세 被覆상태 모두 쾌적한 의복기후 범위에 가까웠다.

온냉감은 W의 경우 고온에서 4.70으로 제일 따뜻하게 나타나고 저온에서는 3.35로 중립쪽에 위치하였으나, U의 경우와 유의한 차이가 없었다. L의 경우는 고온에서, 4.44로 중립에 가까웠고 저온에서 3.00으로 추운쪽에 위치하여 평균피부온의 양상과 동일하였다. 또한 고온시 쾌적감과도 동일한 양상으로 나타나 발한이 일어나지 않을 정도의 환경변화시 쾌적감은 온감의 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

IV. 결 론

고온 및 저온으로 변화하는 환경에서 上體 혹은 下體를 被覆함에 따른 인체의 체온조절반응과 감각반응을 全體被覆時와 비교하여 검토함으로써, 환경에 따른 상·하체의 보온과 냉각 효과에 대하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상체 혹은 하체를 각각 被覆하거나 露出하였을 경우 被覆된 부위의 평균 피부온이나 露出된 부위의 평균 피부온은 상체에서 더 높고, 露出時 상체가 하체에 비해 환경온의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

2. 인체 부위 중 배, 이마, 가슴온은 被覆 상태에 관계없이 높으며, 上體被覆時 넙적다리와 종아리가 낮는데 비해, 下體被覆時 넙적다리, 아랫팔, 윗팔이 낮고, 全體被覆時 종아리, 윗팔, 넙적다리가 낮아 사지말단부에 비해 四肢 上部인 넙적다리와 윗팔이 낮은 것으로 나타났다.

3. 주관적인 온냉감은 환경온도 변화기에 비해 회복기에 중립에 가까웠으며, 고온시 온감은 상체온과 상관관계가 크고, 저온시 냉감은 하체온과 관계가 큰 것으로 나타났다.

4. 평균피부온은 두 환경에서 全體被覆時 가장 높았고, 그 다음이 上體被覆, 下體被覆의 순으로 낮아졌다.

직장온은 두 환경 모두 下體被覆과 全體被覆에서 유의한 차이를 보이지 않았으며, 고온에서는 上體被覆이 下體被覆 보다 높았으나, 저온에서는 그 반대로 下體被覆이 上體被覆보다 높게 나타났다.

의복내 온도와 습도는 환경 및 被覆상태에 관계없이 대체로 쾌적한 의복기후 범위였으며, 주관적 온냉감은 평균 피부온과 동일한 양상을 보였다.

이상의 결과는 인체의 상반신과 하반신의 관점에서 被覆과 露出에 대한 효과를 검토한 것으로서, 앞으로의 연구에서는 상반신과 하반신을 좀더 세분화하여 구간부간의 비교나 혹은 上·下肢部の 비교, 특히 본연구에서 주목할만한 결과를 보인 윗팔과 넙적다리에 대한 지속적인 연구가 필요하리라고 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Esar Shvartz, Effect of neck versus chest cooling on responses to work in heat, *J of Appl. Physiol.*, **40**(5), 668-672, 1976
- 2) Andrew J. Young, Michael N. Sawka, Yoram Epstein, Barry Decristofano, and Kent B. Pandolf, Cooling different body surfaces during upper and lower body exercise, *J of Appl. Physiol.*, **63**(3), 1218-1223, 1987
- 3) R.N.M. Van Someren, S.R.K. coleshaw, P.J. Mincer and W.R. Keatinge, Restoration of thermoregulatory response to body cooling by cooling hands and feet, *J. of Appl. Physiol.*, **53**(5), 1228-1233, 1982

- 4) Woon Seon Jeong, Influences of different types of clothing on human core temperature under various living environments, Nara Woman's University, 1989
- 5) 이영숙, 국소가온이 한냉현관반응에 미치는 영향, 체질인류학회지, **1**(1), 107-119, 1988
- 6) 中山昭雄 編, 溫熱生理學, 理工學社, 1985
- 7) 三平和雄, 多屋秀人, サーマルマネキンによる着衣の熱抵抗の測定, 空氣調和, 衛生學會 論文集, **6**, 19-25, 1978
- 8) 倉田 正一 等, 平均皮膚溫의 産出에 대하여, 노동과학, 332-337, 1954
- 9) 정운선, 登倉瑛實, 사지말초부의 노출과 보온이 일체의 체온조절에 미치는 영향, 한국의류학회지, **15**(4), 447-451, 1991
- 10) 이순원, 조성교, 최정화 공저, 피부환경학, 한국방송통신대학, 78, 1993
- 11) 田村照子, 基礎被服衛生學, 文化出版局, 72
- 12) Fanger, Human response to thermal transients, the 13th symposium on man-thermal environment system, 214-217, 1989
- 13) Sawka, M.N., R.R. Gonzalez, L.L. Drolet, and K.B. Pandolf, Heat exchange during upper and lower body exercise, *J. of Appl. Physiol.*, **57**, 1050-1054, 1984