〔報 文〕

Journal of the Korean Society
of Clothing and Textiles
Vol. 18, No. 3 (1994) p. 339~347

身體의 部位別 被服이 體溫調節 및 主觀的인 感覺에 미치는 영향(II)

이 종 민

상지대학교 병설 전문대학 의상과

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

Jong Min Lee

Dept. of Clothing and Textiles, Sang Ji Junior College

(1994. 1. 25 접수)

Abstract

In this study the physiological significance of the upper and lower body on thermoregulation and sensation are examined. Experiments were carried out on 4 females in a climatic chamber conditioned at 25±1℃, 50±5% R.H.. Before the measurements, subjects were exposed to 3 types of enviromental temperature: 1) 25±1℃ for 60 min.(ST), 2) 25℃ → 35℃ → 25℃ for about 40 min.(HT), 3) 25℃ → 15℃ → 25℃ for about 40 min.(LT) covering the upper body (U) or lower body (L) with garments.

1) T_{re} was significantly higher in L than in U only in ST condition. T_{sk} and Temp. under the clothing were higher in U than in L in all three conditions.

Thermal sensation was warmer in U than in L, and comfort sensation was most comfortable in HT condition.

2) When the upper or lower body was covered or exposed, the mean skin temperature of the upper body was higher than that of the lower body. Following covering and uncovering the same area, the changes in skin temperature were greater in the upper body than in lower body, and covering the upper body produced a greater difference of skin temperature between body and lower body than covering the lower body.

3) In all environmental conditions, when the upper body was uncovered, the skin temperatures of the chest, upper arms and forearms dropped to a considerable degree, and when the lower body was uncovered, skin temperatures of the legs showed the same pattern. On the other hand, skin temperature of the thinghs showed only little change in all cases except forehead and back uncovered or covered in two clothing types.

Ⅰ. 서 론

인체 각 부위는 열전도체로서의 해부조직학적 구조가 다른 까닭에 외부환경이나 운동, 혹은 작업에 대해 인체 부위별로 독특하게 수용하고 반응함으로서 인체의 열평형에 관계한다.

체온조절상 열평형을 위하여 각 부위의 혈류량이 변화되고 피부온이 달라지며, 특히 고온이나 저온 환경에서 사지 말초부의 피부온 변동이 심하게 나타나는 것은 주지의 사실이다. 또한 온도감각의 감도나 변동양상도 신체 각부위에 따라 달라, 吉井[1]은 온도감각은 의복으로 被覆된 부분이 더 발달되어 있으며, 사지에서는 말단부 보다 중심부에 가까울 수록 더 발달되어 있다고 하였다. 피부온도감각역의 변동양상에 대하여 笹川[2]은 얼굴부위나 구간부는 피부온도 변동이 적어도 춥게 느끼는 반면에 손과 발은 피부온이 10℃ 내외로 크게 하강하여야만 춥게 느끼게 된다고 보고하였다.

이와같이 체온조절이나 감각면에서의 인체 각 부위별 차이는 피부의 열전도 능력, 비열, 열용량, 상피조직의 두께, 피부표면의 건습 등 물리적인 조건과, 피부온도 분포의 상태, 혈관 분포 및 혈류량의 다소 등 생리적인 조건 및 온도감각 수용기들의 분포상태 등에 영향을 받게 된다.

인체의 부위별 체온조절 특성과 온도감각의 수용등에 대한 연구는 국내외에서 활발히 진행되고 있는 실정이나[3~8], 의복과 관련하여 의복을 통한 체온조절적 반응에 관한 연구는 아직 부족한 실정이라 하겠다.

이에 선행연구[9]에서는 이러한 연구의 일환으로서, 고온과 저온으로 변화하는 환경에서 상체와 하체를 각각 피복 혹은 노출시킴으로, 상체나 하체에 대한 보온과 냉각이 체온조절과 감각에 어떠한 영향을 미치는가를 고찰하였다. 그 결과 환경변화시 상체가 하체보다 영향을 많이 받아 상체의 피부온이 빠르게 변화되었으며, 고온 변화시 온감은 상체온과 상관이 크고, 저온 변화시 냉감은 하체온과 관계가 크다는 결론을 얻었다.

이와같이 제1보에서 환경온도 변화에 따른 반응을 연구한 것에 대해, 제2보인 본 연구에서는 고정된 온도환경에서의 인체 반응을 연구함으로서 실제생활에서 겪게되는 다양한 온도환경에 대한 상·하체 피복의 효과를 제1보와 2보를 통해 전반적으로 고찰해 보고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 상체나 하체를 각각 피복하고 세 종류의 환경 조건에 접한 후 25±1℃, 50±5% R.H.로 고정된 환경에 머무를 때 체온조절과 한서감각 반응 등을 비교함으로서, 일정한 환경에서의 상·하체 被覆의 효과를 검토하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 피험자 및 실험의복

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

피험자는 기본적으로 팬티와 브레이저를 입고, 上體被覆時에는 이 위에 PET 72%, COTTON 28% 혼방의 트레이닝웨어 상의과 면장갑을 착용하고, 下體被服時에는 동일한 재질의 트레이닝웨어 하의와 면혼방 양말을 착용하여 上體被覆時와 下體被覆時 무게에서 산출한 의복의 보온력(Estimated Thermal Resistance of Garments)이 유사하게 되도록 하여, 上體被覆 상태를 U라 하고, 下體被覆 상태를 L이라 하였다.

각 실험시 인체 상·하체의 被覆부위는 일반적으로 착용하는 상의와 하의의 구성비율에 준하여 Fig. 1과 같이 하였으며, 실험의복의 형태는 Fig. 2와 같다. 실험의복 재질의 물성은 Table 2에 나타냈으며, 의복종

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
E	19	156	50.2	1.49

*BSA (Body Surface Area)=$Height^{0.725}\times Weight^{0.426}\times 72.46$

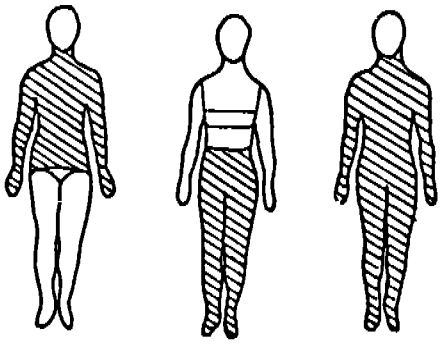


Fig. 1. Covered part of the body in each experiments

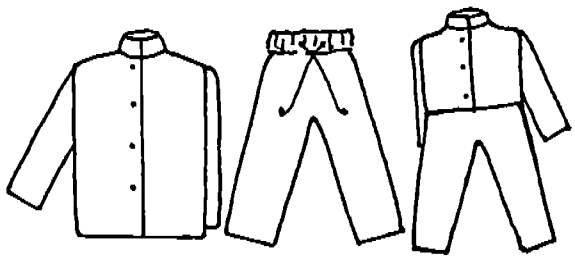


Fig. 2. Types of Experimental Garments

류의 착용여부는 Table 3에 나타냈다.

2. 실험방법

피험자는 매 실험에 해당하는 실험복을 착용하고, 세 종류의 환경, 즉 1) 25±1℃, 50±5% R.H.로 고정된 환경(ST). 2) 환경온이 25℃→35℃→25℃로 변화된 환경(HT), 3) 환경온이 25℃→15℃→25℃로 변화된 환경(LT)에 각각 접한 후 25±1℃, 50±5% R.H.로 고정된 환경에서 30분 동안 체온조절 반응과 주관적인 감각을 측정하였다. 이 때 ST기간은 60분이었으며, HT와 LT는 ST기간을 거친 후 환경온이 변화된 과정으로, 온도 변화기간은 대략 40분 정도였으며, 편의상 ST와 HT, LT를 거친 실험을 각각 ST, HT, LT라 하였다.

환경조건에 따른 실험과정은 Fig. 3과 같다.

직장온과 10부위 피부온, 그리고 의복내 온도와 주관적인 감각인 온냉감과 쾌적감은 5분마다 측정하였으며, 의복내 온도는 上體被覆時에는 등부위, 下體被覆時에는 넙적다리 앞면에서 측정하였다.

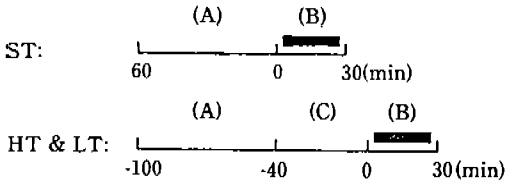
평균피부온은 倉田 등[11]의 공식을 이용하여 10점법으로 계산하였고, 온열감은 ASHRAE의 정신심리적 7등급 척도를, 쾌적감은 5등급 척도를 사용하여

Table 2. Physical Properties of Clothings

Physical Prop. / Clothing	fiber content (%)	density (thread/5 cm) wale	density (thread/5 cm) course	weight (g/m^2)	thickness (mm)	air permeability ($cm^3/sec/cm^2$)	moisture regain (%)	thermal resistance (%)
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 0560	KS K 0570	KS K0220	KS K 0560

Table 3. Clothing ensembles in each experiments

	Under Wear	Garment	Total Weight of garment (g)	Estimated Thermal Resistance of Garment (clo)*
U	Panty, Brassiere	Upper clothing, Gloves	345	0.970
L	Panty, Brassiere	Lower clothing, Socks	369	0.995
W	Panty, Brassiere	Over-all clothing Gloves, Socks	410	1.037



(A): Rest in the room conditioned at 25±1℃, 50±5% R.H. for 60 min.
(B): Measurement
(C): Changing periods of environmental temp.

Fig. 3. Exoerimental Process

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

Table 4와 같이 점수화하였다.

상체(U) 및 하체被覆(L)시 被覆면적의 비율은 渡邊[12]의 산출방법에 따라 각각 51%와 55%로서 하체피복시에 다소 크게 나타났다.

실험은 오전 10시와 오후 2시 일정한 시각에 행하였으며, 4명의 피험자가 3종류의 환경에서 2종류의 被覆조건으로 2회씩 반복하여 총 48회 실시하였다.

이상의 방법으로 얻은 결과는 T-test하여 被覆부위에 따른 체온조절반응과 감각반응을 비교, 고찰하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

4명의 피험자가 상체(U) 혹은 하체(L)를 被覆하고 1) 고정환경(ST : 25℃), 2) 고온변화환경(HT : 25℃ → 35℃ → 25℃), 3) 저온변화환경(LT : 25℃ → 15℃ → 25℃)에 각각 노출된 후, 25±1℃, 50±5% R.H.로 고정된 환경에서 체온조절 반응 및 한서감각을 측정하여 피험자 4명의 평균치로 나타낸 결과는 다음과 같다.

Table 5. Results of measurement for covering types in three enviromental conditions

A	B	U	L
T_{re}	ST	36.96[a]	37.04[b]
	HT	37.03	36.96
	LT	37.00	37.03
T_{sk}	ST	32.65	32.57
	HT	33.04[b]	32.73[a]
	LT	31.63[b]	31.22[a]
CT	ST	31.42[b]	30.74[a]
	HT	32.08[b]	31.19[a]
	LT	30.86[b]	29.72[a]
TS	ST	4.02[b]	3.77[a]
	HT	3.68[b]	3.38[a]
	LT	4.09	4.00
CS	ST	1.54	1.71
	HT	1.45	1.45
	LT	1.84[b]	1.57[a]

Duncan Multiple Range Test ($P \leq 0.05$)
A: Environmental condition
B: Covering Type
T_{re}: Rectal temp. (℃)
T_{sk}: Mean skin temp. (℃)
CT: Temp. under the clothing (℃)
TS: Thermal sensation
CS: Comfort sensation

1. 被覆部位에 따른 각 측정항목에 관한 고찰

세 종류 환경조건에서 上體, 혹은 下體被覆에 따른 직장온과 평균피부온의 시간경과에 대한 변화는 Fig. 4와 같으며, 각 측정항목의 평균과 유의차는 Table 5와 같다.

직장온은 ST에서만 L이 U보다 유의하게 높게 나타났고, 평균피부온은 세 환경조건에서 U가 L보다 높으나 HT와 LT에서만 유의한 차이를 보여 환경변화 후에만 상·하체 각각의 被覆으로 평균피부온의 차이가 나타남을 보여주었다.

의복내 온도는 세 환경조건에서 U가 L보다 유의하

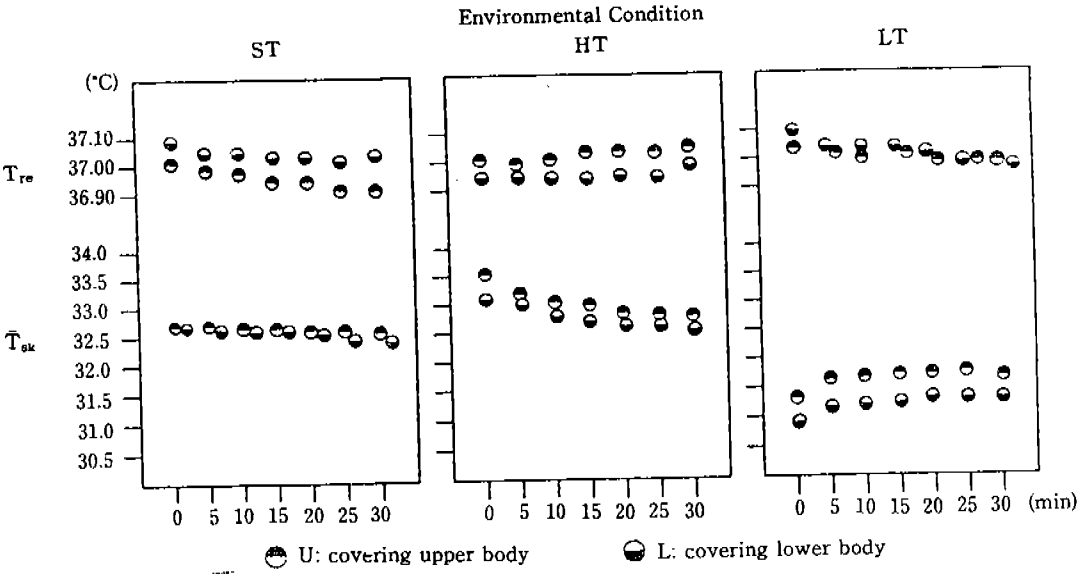


Fig. 4. Rectal Temp. & Mean Skin Temp. for two covering types in three environmental conditions.

게 높게 나타나 평균피부온의 양상과 유사하였다.

온열감은 ST에서 U가 중립으로부터 따뜻한 쪽, L이 시원한 쪽에 위치하였으며, 세 환경 모두에서 U가 L보다 더 따뜻한 쪽으로 나타나 주관적인 온열감에 있어 하체를 被覆하는 것보다 상체를 被覆하는 것이 효과적이라는 것이 확인되었다.

이것은 상체의 높은 냉수용기 분포 밀도에 기인한다고 생각되나 일반적으로 주관적인 온열감이 평균 피부온과 상관관계가 높다는 사실과, 환경온과의 온도구배가 큰 구간부가 상체에 넓은 면적을 차지한다는 점을 주목해 볼 때, 이러한 요소가 복합적으로 작용한 결과라고 생각된다.

한편, 被覆상태에 관계없이 HT와 LT에서는 ST에 비해 각각 시원한 느낌쪽과 따뜻한 느낌쪽으로 나타나 동일한 환경에서도 고온환경을 거친 후에는 시원하게, 저온환경 후에는 따뜻하게 느낀다는 것을 확인하였다.

이 때, 또한 HT와 ST와의 열감차가 LT와 ST와의 차이보다 크게 나타난 것으로 보아 열감의 하락이 열감의 상승보다 크다는 것을 알 수 있는데, 이것은 Fanger 등[13]이 보고한 바와 같이 환경온도의 하향단계시 열감의 하락은 환경온도의 상향단계시 상승보다 더 크다는 결과와 잘 일치한다.

주관적인 쾌적감은 LT에서만 L이 U에 비해 유의하게 쾌적하게 나타났으며, 세 환경 조건 중 HT가 대체로 쾌적한 쪽에 가장 가깝게 나타나서 사람은 냉각된 후 가온되는 것보다 가온된 후 냉각될 때 더 쾌적감을 느끼게 된다고 할 수 있는데, 이것은 위에서 Fanger 등[13]이 지적하였듯이 환경온도의 하향단계에서 온열감의 하락이 급격히, 그리고 큰 폭으로 일어나는 것에 기인된다고 추측되나, 환경온이 본 실험조건과 다르거나 혹은 환경온도 변화 시간이 더 길 경우에도 동일한 결과를 얻을 수 있을지에 대해서는 의문의 여지가 있다.

2. 被覆部位 혹은 露出部位間 평균부온의 비교

신체를 被覆함에 따른 보온효과나, 노출함에 따른 냉각 효과를 인체의 상반신과 하반신의 측면에서 알아보고자, U에서 被覆된 상체의 평균피부온(T_{cusk})*과 L에서 被覆된 하체의 평균피부온(T_{clsk})**, 그리고 노출된 상체(T_{ucusk})***와 노출된 하체의 평균 피부온(T_{uclsk})****을 Table 6에 나타냈다.

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

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

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

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

Table 6. Weighted skin temp. (℃) in covered part & uncovered part of body

A \ C \ B	U			L		
	℃	≣T_{cusk}≣	T_{uclsk}	℃	T_{ucusk}	≣T_{clsk}≣
ST	chest 34.50	17.06	12.05	32.76	13.91	15.14
	abdomen 34.87			33.64		
	back 32.07			32.33		
	upper arm 32.00			30.38		
	forearm 33.27			32.25		
	hand 33.91			33.07		
	thigh 31.11			32.15		
	leg 30.27			32.46		
	foot 32.41			33.34		
HT	chest 34.97	17.33	12.17	33.22	13.98	15.20
	abdomen 35.49			34.22		
	back 32.74			33.05		
	upper arm 32.73			30.79		
	forearm 33.70			32.25		
	hand 34.16			32.80		
	thigh 31.27			32.12		
	leg 30.69			32.51		
	foot 32.48			32.92		
LT	chest 34.52	16.71	11.40	31.87	13.24	14.45
	abdomen 34.86			32.75		
	back 31.13			31.48		
	upper arm 31.07			28.55		
	forearm 31.74			29.69		
	hand 31.65			29.87		
	thigh 29.75			30.70		
	leg 28.94			31.08		
	foot 28.64			30.23		

A: Environmental Condition
B: Skin Temp.(℃) *≣≣: covered part
C: Covering Type
T_{cusk}: Weighted Skin Temp. of covered upper body
T_{ucusk}: Weighted Skin Temp. of uncovered upper body
T_{uclsk}: Weighted Skin Temp. of uncovered lower body
T_{clsk}: Weighted Skin Temp. of covered lower body

세 환경조건에서 피복된 상체온이 피복된 하체온보다 높으며, 노출된 상체온이 노출된 하체온보다 높은 것으로 나타나 被覆 有·無에 관계없이 상체온이 높은 것을 알 수 있다.

상체를 被覆한 경우와 노출한 경우에 피부온의 차이는 ST, HT, LT에서 각각 3.15, 3.35, 3.47인데 비해, 하체에서는 3.09, 3.03, 3.05로서, 상체에서의 피복 유·무의 차가 하체에서보다 다소 크게 나타났으며, 하체에서는 환경조건에 관계없이 被覆有·無의 차이가 거의 일정하였다.

따라서 피부온 측면에서 上體被覆의 효과가 下體被覆의 효과보다 크다고 할 수 있는데, 이것은 다른부위

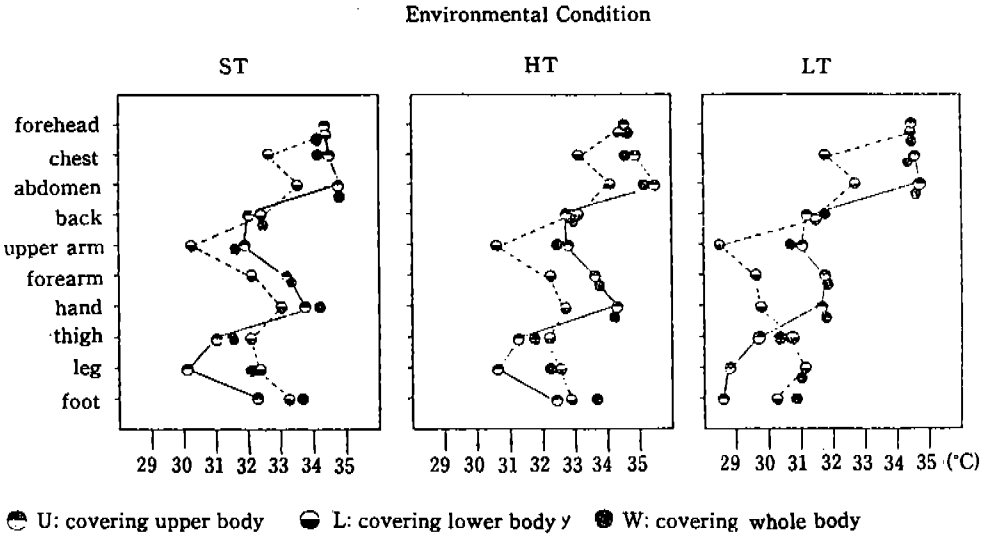


Fig. 5. Skin Temperature in each experiments

에 비해 피부온과 환경온간의 온도구배가 큰 상체 구간부에서의 방열에 기인한다고 판단된다.

또한 U에서 被覆된 상체와 노출된 하체간의 피부온의 차이가 ST, HT, LT에서 각각 5.01, 5.16, 5.31인데 비해, L에서 노출된 상체와 피복된 하체간의 피부온의 차이는 1.23, 1.22, 1.21로서 上體被覆時 상·하체 피부온의 차이가 큰 것을 알 수 있다.

3. 被覆조건에 따른 각 부위의 피부온

인체를 상체와 하체로만 구분하여 얻어진 위의 결과들이 인체 각 부위별로는 어떠한 양상을 보였는지 알아보기 위하여, 全身被覆의 경우를 대조군으로 하여 환경 조건에 따른 被覆상태에 대한 인체 각 부위의 피부온을 Fig. 5에 나타냈다.

全體被覆시의 의복은 중량에서 산출한 보온력과 섬유 구성성분이 실험의복 상의 혹은 하의와 유사하도록 제작한 것으로, 실험의복 상의와 하의의 배부위 겹치는 부분을 잘라내어 상의와 하의를 연결하였으며 이러한 전체 피복상태를 W라 칭하여 Table 2, 3과 Fig. 1, 2에 나타내었다.

환경조건이나 피복상태에 관계없이 대체로 배, 가슴, 이마온이 높게 나타났으며, LT에서는 L에서의 가슴과 배부위를 제외하고는 구간부와 나머지 부위간의 온도차가 크게 나타났다.

U와 L에서 被覆된 부위는 W의 피부온에 가깝게 나타났는데, 아랫팔과 손, 발 부위에서는 被覆면적이 큰 W에서의 피부온이 높게 나타나 登倉[14]가 몸의 피복면적이 클수록 손의 피부온이 높아져 손으로부터의 방열량이 커졌다는 보고대로 全體被覆時 이 부위에서의 방열량이 컸을 것으로 예상된다.

세 환경조건에서 상체노출시(L)에서 被覆時에 비해 가슴과 윗팔, 아랫팔의 피부온하강이 크고 하체노출시(U)에는 종아리의 피부온 하강이 크게 나타났다.

인체 부위 중에서 被覆조건에 관계없이 항상 노출되어 있거나 被覆되어 있는 이마나 엉덩이를 제외하고는 넙적다리에서의 온도변동이 가장 작게 나타났는데, 이것은 넙적다리 부위의 체조직 구성비가 다른부위에 비해 커서 조직의 열절연성이 증가하기 때문이라고 판단된다.

이와같이 被覆 有·無에 따른 부위별 피부온의 결과에서 가슴과, 윗팔, 아랫팔, 종아리는 被覆 有·無에 따른 피부온도 변동이 크고, 넙적다리는 온도변동이 작은 것을 볼 때 인체부위 중 가슴과, 윗팔, 아랫팔, 종아리에서의 방열이 크고, 넙적다리에서의 방열이 작았을 것으로 생각되는데, 이것은 Tamura등[15]이 Thermal manikin을 이용하여 인체 13 부위에서 대류열 전달율을 측정한 결과, 윗팔과 아랫팔, 종아리에서 가장 높았다는 보고와, Ozoe 등[16]이 보고한 남자 피

험자의 노출된 전신 체표면에서의 대류 열 흐름 측정 시 몸통과 어깨에서의 열흐름이 컸다는 결과 등으로 뒷받침이 된다고 하겠다.

Ⅳ. 결 론

被覆과 露出로 인한 상체 혹은 하체의 보온과 냉각 효과에 대해 알아보고자, 4명의 피험자가 상체 혹은 하체를 각각 被覆하고 반응 측정전에 세 종류의 환경, 즉 25℃로 고정된 환경과, 고온으로 변화되는 환경(25℃ → 35℃ → 25℃), 그리고 저온으로 변화되는 환경(25℃ → 15℃ → 25℃)에 각각 접합 후, 25±1℃, 50±5% RH.로 고정된 환경에서 체온조절 반응과 주관적인 감각 반응을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 직장온은 고정환경에서만 下體被覆時 유의하게 높았으며, 평균피부온은 세 환경조건에서 上體被覆時 높게 나타났다.

의복내 온도는 上體被覆時 높게 나타나 평균피부온과 유사한 양상을 보였다. 온열감은 上體被覆時 下體被覆時보다 따뜻한 쪽으로 나타났으며, 고정환경에 비해 고온변화후에 시원한 쪽, 저온변화후에 따뜻한 쪽으로 나타났다.

쾌적감은 上體被覆과 下體被覆간의 일관된 결과를 보이지 않았으며, 세 환경 중 고온변화 후 하향단계시 가장 쾌적하게 나타났다.

2. 두 被覆상태에서 被覆된 부위 혹은 露出된 부위의 평균피부온 비교시, 상체온이 하체온 보다 높았으며 被覆된 부위가 露出된 부위 보다 높게 나타났다.

被覆 有·無에 따른 피부온의 차이는 상체가 하체보다 다소 컸고 하체는 환경조건에 관계없이 거의 일정하였으며, 상·하체 피부온의 차이는 上體被覆時 훨씬 크게 나타났다.

3. 세 환경조건에서 상체 부위 중 가슴과, 윗팔, 아랫팔의 피부온이 노출로 인한 하강이 컸고, 하체 부위 중에서는 종아리 피부온의 하강이 컸으며, 被覆조건에 관계없이 항상 露出되어 있거나 被覆되어 있는 이마나 엉덩이를 제외하고는 넙적다리에서의 피부온 변동이 가장 작게 나타났다.

참 고 문 헌

1) 吉井 直三郎 臨床生理學, 1955
2) 竹川 祐成, 寒署感覺に 關する 衛生學的 研究, 國民衛生, 28(2), 122-142, 1959
3) Esar Shvartz, Effect of neck versus chest cooling on responses to work in heat, *J. of Appl. Physiol.*, **40**(5), 668-672, 1976
4) 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, 1989
5) R.N.M. Van Someren, S.R.K. Coleshow, P.J. Mincer and W.R. Keatinge, Restoration of thermoregulatory response to body cooling by cooling hnds and feet, *J. of Appl. Physiol.*, **53**(5), 1228-1233, 1982
6) Woon Seon Jeong, Influences of different types of clothing on human core temperature under various living environments, Nara Woman's University, 1989
7) 이영숙, 국소가온이 한냉혈관반응에 미치는 영향, 체질인류학회지, **1**(1), 107-119, 1988
8) Nadel, E.R., Metchell, J.W. and Stolwijk, J.A.J., Differential thermal sensitivity in the human skin, Pflugers Arch, 340:中山昭雄 編, 溫熱生理學, 現工學社, 17, 1985. 중에서
9) 이종빈, 이순원, 身體部位別 被覆이 體溫調節 및 주관적인 感覺에 미치는 영향 (Ⅰ), **18**(2), 101-110, 1994
10) 三平和雄, 多屋秀人, サニルマホキソ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
11) 倉田 正一 等, 平均皮膚溫의 算出에 대하여, 노동과학, 332-337, 1954
12) 渡邊, 被服面積の 二, 三の 實測値に ついて, 衣服學會誌 2(2), 1958: 中山昭雄 編, 溫熱生理學, 現工學社, 550, 1985 중에서
13) Fanger, Human response to thermal transients, the 13th symposium on man-thermal environment system, Japan, 214-217, 1989
14) 登倉尊貴. 寒さと人間, 纖消誌, 24(9), 379-384, 1983
15) Teruko TAMURA and Satsuki KASAHARA, Convective heat transfer coefficients over human body, the 10th symposium on man-thermal envi-

ronment system, Kokyo, 70-73, 1986
16) Hiroyuki OZOE, Keiichi IKENAGA and Hitoshi NAKATA, Convective heat flux measured on the entire skin surface of a subject with heat flux transducers, the 11th sysosium on man-thermal environment system, Tokyo, 94-97, 1987