

# 25°C 환경에서 18°C 환경으로 노출시 보온력이 상이한 의복의 착용이 체온조절 반응에 미치는 영향

이        종        민

상지대학교병설전문대학 의상과

## Influences of Wearing Different Thermal Insulated Clothings on Thermoregulatory Responses from 25°C Environment to 18°C Environment

Jong Min Lee

Dept. of Clothing, Sangji College

(1998. 4. 16 접수)

### Abstract

In order to understand the influences of wearing clothings with different thermal insulations when men were exposed from 25°C environment to 18°C environment, thermoregulatory responses were measured on 4 healthy female college students. Subjects rested wearing T-shirts, trousers, and socks called LC(total weight 541 g) at 25±1°C, 50±5% R.H. and then exposed to the room conditioned in 18±1°C, 50±5% R.H. with LC as it was(LC Type) or with T-shirts, trousers, socks, training wear upper garment, and training wear lower garment called HC (total weight 1368 g)(HC Type) for 120 min.

The results can be summarized as follows: 1) When subjects were exposed from 25°C environment to 18°C environment, decrease of rectal temperature was significantly smaller in LC Type than in HC Type. 2) Increase of heat production and weight loss had no significant difference between two types of clothing. 3) Internal thermal conductance was higher in HC Type and external thermal conductance was higher in LC Type. Therefore total thermal conductance was higher in LC Type than in HC Type. 4) Decrease of skin temperature was greater in LC Type than in HC Type. 5) Subjects felt colder with LC Type than with HC Type, but did not feel differently in comfort sensation between two types of clothing.

It was suggested that less decrease of rectal temperature in LC type inspite of more dry heat loss from body might be ascribed to a shift of blood from the shell area to the core area originating in the vasoconstriction and the lowered internal thermal conductance. In conclu-

\*본 논문은 1997학년도 상지대학교병설전문대학 학술연구비 지원으로 수행되었음.

sion, the importance of the state of internal heat distribution in the homeostasis seemed to be reaffirmed.

**Key words:** Different thermal insulated clothings, Thermoregulation, Vasoconstriction, internal thermal conductance, internal heat distribution; 보온력이 상이한 의복, 체온조절, 혈관 수축, 내부열전도, 체내 열분포

## I. 서 론

인체의 가온이나 냉각시 체온조절 메카니즘은 인체의 열평형을 목적으로 이루어지게 되고, 의복은 인체와 환경과의 사이에서 인체의 체온조절에 깊이 관여하게 된다. 이 때 의복의 역할은 의복 측면 뿐 아니라 의복으로 피복되는 인체 부위 및 인체의 열적 상태에 따라서도 영향을 받아 체온조절 반응에 차이를 가져온다.

이와 관련하여, 한냉환경에서 인체의 가온은 피부혈관이나 근육혈관에 영향을 주어 혈류량을 증가시키고 결과적으로 심부온에 영향을 가져와 심부온의 초기하강(after-drop) 현상을 보이고 피부로부터의 방열을 증가시켰다는 보고가 있고<sup>1)</sup>, 추운환경에서 고보온력의 의복을 전신에 착용하고 있을 경우 정맥혈이 팔과 다리의 표면을 지남으로 인해 냉각된 영향으로 심부온을 저하시켰다는 보고<sup>2)</sup>도 있다.

Someren 등<sup>3)</sup>은 찬물에서 손과 발을 냉각함으로써 체온의 상승을 가져왔고, 추위에 적응되어 있는 다이버들에 있어서는 체온의 하강이 정지되었다고 하였으며, Jeong 등<sup>4)</sup>은 사지 말초부에 대한 냉각이 혈관조절력을 향상시킨다는 연구를 행한 바 있어 추운환경에서 사지 말초부의 보온이 체온조절에 불리하다는 결과를 밝혔다. 또한, 이 등<sup>5)</sup>은 추운환경에서 서늘하게 착의하는 습관이 체온조절력을 향상시킨다고 보고한 바 있다.

이와 같이 인체보온에 따른 체온조절적 측면에서의 불리함과 냉각에 따른 유리함을 밝힌 몇몇의 연구결과에도 불구하고 추운환경에서 인체의 냉각은 과도한 방열에 의한 저체온증(hypothermia)을 유발하게 되는 까닭에 추운환경에서 인체의 보온은 필수적인 작업이라 할 수 있으며<sup>6)</sup>, 의복이나 난방에 의한 인체 보온이 행하여지고 있는 것이 사실이다. 한편 이와 관련하여 Gagge 등<sup>7)</sup>은 환경조건에 따른 나체시와 착의시의 열출납에 관해 인체의 증발조절과 혈관조절, 그리고 신체 냉각역의 범위를 제시한 바 있으나 실제생활에 적용시

켜 행해진 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 일반적으로 춥다고 느끼는 환경에서 사람들이 의복을 더 착용함으로써 인체를 보온한다는 사실에 주안점을 두고 이에 대한 생리적인 효과를 검토해 봄으로써 일상생활에서 흔히 초래될 수 있는 의복의 보온효과와 그 생리적 메카니즘을 파악하고자 한다. 이를 위하여 온열중립환경에서 서늘한 환경에 노출시 의복을 더 착용하는 효과와 그대로 노출하는 효과를 체온조절 측면에서 비교, 검토하였다.

## II. 연구방법

### 1. 피험자 및 실험서기

신체 건강한 여자 대학생 4명을 피험자로 하여, 1997년 6월에 예비실험을 거쳐 1997년 7월부터 8월까지 본 실험을 행하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 환경조건

준비실의 환경조건은 예비실험에서 피험자가 LC(low insulated clothing) 의복을 착용하고 추위도 더위도 느끼지 않는 온열 중립환경을 위하여  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $50 \pm 5\%$  R.H.를 조성하고, 실험실(인공기후실)은 서늘한 환경으로서  $18 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $50 \pm 5\%$  R.H., 0.4 m/sec 이내의 환경을 조성하였다.

#### 2) 실험의복

실험의복은 두 종류로서 한 종류는 보온력이 작은 의복으로 티셔츠, 바지, 면양말만을 착용하여 LC라 하였고 다른 한 종류는 보온력이 큰 의복으로 티셔츠, 바지, 면양말, 즉 LC 위에 트레이닝웨어 상·하의를 더 착용한 상태로 HC(high insulated clothing)라 하였다. 모든 의복은 시중에서 판매하는 것을 구입하여 사용하였으며 실험의복의 특성은 Table 1과 같고, 형태 및 구성은 Fig. 1과 같다.

Table 1. Characteristics of experimental clothing

Clothing Type	Clothing	Material	Clothing Weight(g)	Total weight (clo value)*
LC Type	T-shirts	cotton 100%	245	541 (0.70)
	Trousers	cotton 60%, polyester 40%	271	
	Socks	cotton, polyuretan	25	
HC Type	T-shirts	cotton 100%	245	1,368 (1.64)
	Trousers	cotton 60%, polyester 40%	271	
	Socks	cotton, polyuretan	25	
	Training wear upper garment	cotton 80%, polyester 20%	457	
	Training wear lower garment	cotton 80%, polyester 20%	370	

\*clo value: estimated thermal resistance of clothing(clo)

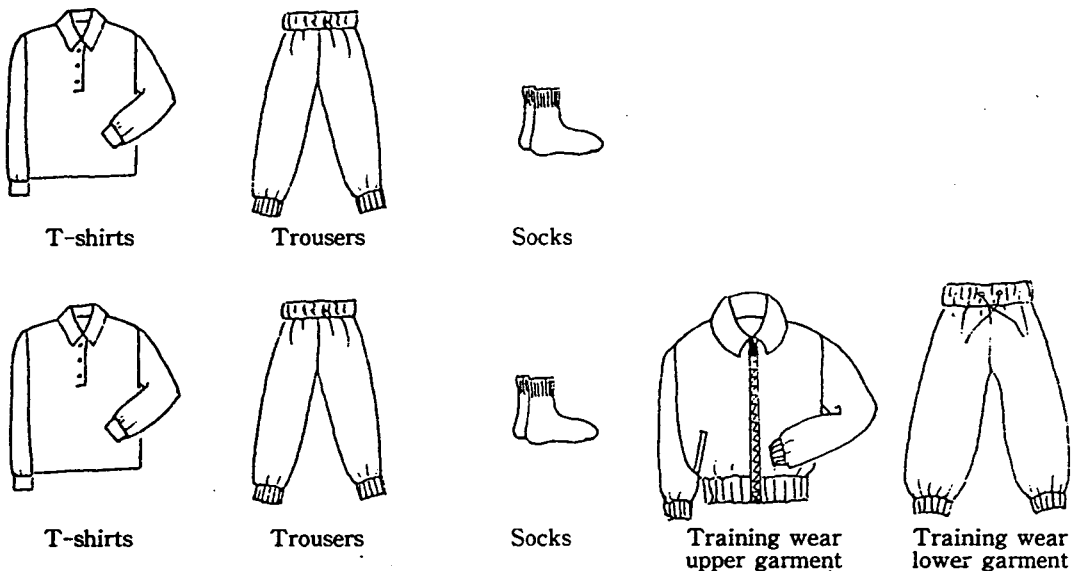


Fig. 1. Forms and construction of experimental garments in LC and HC

### 3) 실험과정

피험자는 팬티와 브레이저 위에 LC 실험복을 착용하고 환경 중립온인 25°C로 조절된 준비실에서 1시간 정도 안정을 취한 후 센서를 부착, 혹은 삽입하고 20분 정도 다시 안정하여 직장온과 피부온이 일정한 상태가 되었다고 판단되면 직장온과 7부위 피부온, 산소섭취량 및 주관적인 감각을 1회 측정하고 서늘한 환경 조건 (18±1°C, 50±5% R.H., 기류 0.4 m/sec)으로 조절된 실험실로 입실하였다. 이 때 준비실에서 착용한 의복 LC를 착용한 채 실험실에 입실하여 반응을 측정한다.

정을 LC Type이라 하고, 입실 직전 LC 위에 트레이닝웨어 상, 하의를 더 착용하고 입실하여 반응을 측정하는 과정을 HC Type이라 하였다. 실험실 입실 전 준비실에서 1회 측정하는 이유는 인체 체온조절의 반응을 환경은 변화에 따른 변화 양상을 통하여 비교해 보기 위해서였다.

실험실에 입실한 후 두 과정 모두 120분 동안 인체 천칭 위에서 의자에 앉은 상태로 10분마다 직장온, 피부온, 주관적인 감각, 체중 및 열생산량 산출을 위한 산소섭취량을 측정하였다.

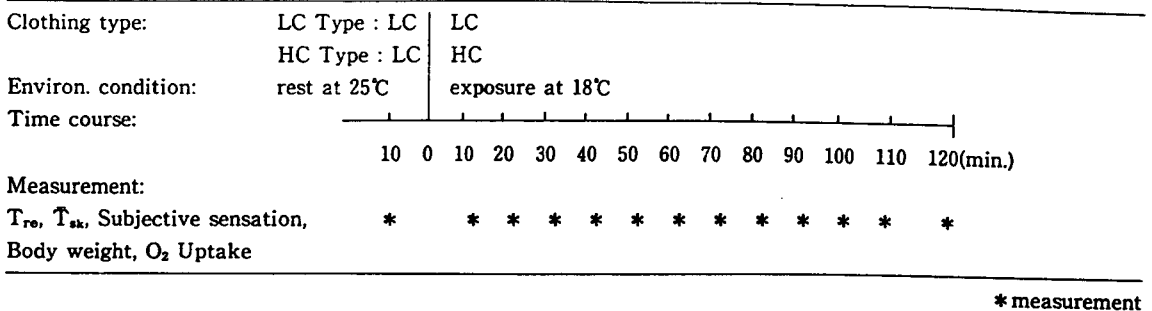


Fig. 2. Experiment procedure

준비실에서 측정의 안정성 반응이라 하였고, 실험실에서 측정의 노출시 반응이라 하였으며 실험순서는 Fig. 2와 같다.

4) 측정항목

a. 피부온 및 직장온

피부온은 디지털 써미스터(Takara Industry Co. 감도 0.1°C)로 인체의 7부위(이마, 가슴, 아래팔, 손등, 넓적다리, 종아리, 발등)를 측정하고, 평균피부온은 Hardy & Du Bois의 식으로 계산하였으며 직장온은 직장용써미스터로 측정하였다.

b. 열생산량

열생산량은 Aerosport KB1-C(Ambulatory Metabolic Measurement System KB1-C., Aerosport Inc. USA)를 이용하여 매분마다 자동으로 측정된 산소소비량에서 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Heat Production(kcal/m}^2\cdot\text{hr)}$$

$$= \dot{V}_{O_2stp} (l/m^2\cdot\text{hr}) \times 4.83$$

(4.83 ; l 산소소비에 대한 발생열량)

c. 수분증발량

인체 천칭(Sartorius Factory. F150S-D2, GMBH., 감도 1g)을 이용하여 입실 후 120분 동안의 몸무게를 10분 간격으로 측정하였으며, 입실시와 실험 만료시의 몸무게 차이로 총수분증발량을 계산하였다.

d. 열전도<sup>8)</sup>

$$\text{내부 열전도 } K1 = (M - E \pm S) / (T_{re} - T_{sk})$$

$$\text{외부 열전도 } K2 = (M - E \pm S) / (T_{sk} - T_a)$$

$$\text{총 열전도 } K3 = (M - E \pm S) / (T_{re} - T_a)$$

M : 열생산량(Kcal/m<sup>2</sup>·hr)

E : 증발열손실량, E(Kcal/m<sup>2</sup>·hr)

= 0.58 P (P(g/m<sup>2</sup>·hr) : 수분증발량)

S : 열축적량, S(Kcal/m<sup>2</sup>·hr)

$$= 0.83 W \cdot tb (W(\text{kg}) :$$

체중, tb(°C) : 평균체온)

e. 주관적 감각

온냉감과 쾌적감을 일본 공조·위생공학회 척도를 사용하여 온냉감은 9등급(1 : 매우 덥다, 9 : 매우 춥다), 쾌적감은 4등급(1 : 쾌적하다, 4 : 매우 불쾌하다)으로 점수화하여 10분 마다 측정하였다.

이러한 측정치 이외에도 심부온과 외각온간의 온도기울기는 T<sub>re</sub> - T<sub>sk</sub> 식에 의해 산출하였다.

두 의복 타입간에 나타난 인체 반응의 유의차는 t-test하였다.

III. 결과 및 고찰

LC 실험복을 착용하고 25°C 환경에서 안정한 후 18°C 환경으로 노출한 경우(LC Type)와 노출시 의복을 더 착용함으로써 보온력을 증가한 경우(HC Type)의 체온조절 반응을 측정된 결과는 Table 2와 같으며, 노출 후 120분 동안 시간 경과에 따른 인체반응의 변화 양상은 Fig. 3과 같다.

18°C 환경에 노출시 열생산량의 증가는 두 의복 타입 간 유의한 차이가 없었고, 총수분손실량도 유의한 차이가 없었다. 그러나 인체 심부에서 피부로의 내부열전도는 HC Type에서 다소 컸던(p<0.1) 반면에 피부에서 환경으로의 외부열전도는 LC Type에서 유의하게 컸고(p<0.01) 결과적으로 인체로부터 환경으로의 총열전도는 LC Type에서 다소 크게 나타났다(p<0.05). 한편, 직장온은 25°C 환경에서 LC Type이 HC Type에 비해 낮았던 반면에(p<0.1) 18°C 환경 노출시 대체로

Table 2. Physiological responses in LC type and HC type

	LC Type		HC Type	
Tre (°C)	(37.1±.05*)	36.9±.02	(37.3±.08)	36.9±.05
Tsk (°C)	(33.6±.16)	29.3±.08**	(33.3±.20)	30.5±.08
Temp. of Forehead (°C)	(34.4±.13)	31.7±.12	(34.4±.08)	31.9±.12
Temp. of Trunk (°C)	(34.5±.32)	32.7±.20**	(33.9±.45)	33.8±.15
Temp. of Forearm (°C)	(33.8±.20)	28.5±.12**	(33.6±.21)	30.2±.14
Temp. of Hand (°C)	(33.9±.27)	26.3±.30**	(33.8±.23)	28.2±.30
Temp. of Thigh (°C)	(32.0±.20)	26.4±.13**	(32.2±.23)	27.4±.17
Temp. of Leg (°C)	(32.5±.33)	27.3±.17**	(32.4±.21)	28.8±.18
Temp. of Foot (°C)	(33.7±.22)	25.2±.20*	(33.6±.30)	25.9±.27
Thermal Sensation	(4.6±.18)	7.9±.15**	(4.4±.18)	7.2±.14
Comfort	(1.3±.16)	2.0±.10	(1.3±.16)	1.8±.10
Thermal gradient(Tre-Tsk)(°C)	(3.6±.18)	7.6±.09**	(4.0±.24)	6.5±.10
ΔTre(°C)		-0.21±.03**		-0.36±.03
ΔTsk(°C)		-3.34±.09**		-2.10±.08
ΔHeat Production(Kcal/m <sup>2</sup> hr)		19.1±2.01		18.0±1.25
Total Weight Loss (g)		38.9±3.09		41.6±1.88
Internal thermal conductance(Kcal/m <sup>2</sup> hr°C)		6.8±.25*		7.4±.23
External thermal conductance(Kcal/m <sup>2</sup> hr°C)		4.7±.18**		3.8±.13
Total conductance(Kcal/m <sup>2</sup> hr°C)		2.8±.13*		2.5±.08

Mean±S.E. Values were obtained during the last 30 min period at 18°C.

( ) values were obtained in rest at 25°C

\*p<0.1, \*p<0.05, \*\*p<0.01, as compared with HC Type

유사하게 나타났으며, 시간경과에 따른 변화양상은 18°C 환경 노출시 HC Type이 LC Type에 비해 유의하게 크게(p<0.01) 하강한 것을 볼 수 있다.

피부온은 노출전인 25°C 환경에서는 모든 부위에서 두 의복 타입간에 유의한 차이가 없었으나 18°C 환경에 노출후에는 이마를 제외한 모든 부위에서 LC Type에서 유의하게 낮게 나타났다. 평균피부온도 동일한 양상을 보여 노출전에는 두 의복 타입간 유의한 차이가 없었으나 노출 말기 30분동안의 반응에서 LC Type이 유의하게 낮았으며(p<0.01), 노출에 따른 온도하강도 LC Type에서 유의하게 크게 나타났다(p<0.01).

인체내부의 온도기울기(thermal gradient)도 노출전에는 두 의복 타입간 유의한 차이가 없었으나 노출후에

는 LC Type에서 유의하게 크게 나타났다(p<0.01).

이와 같이 18°C 환경에 노출시 보온력이 큰 의복을 착용한 경우에 비해 보온력이 작은 의복을 착용한 경우 인체로부터 방열량이 다소 컸음에도 불구하고 직장온도의 하강이 오히려 작게 나타난 결과는 열생산량의 증가와 수분 손실량에서 본 습성방열량이 두 의복 타입간 차이가 없었음을 볼 때 인체내부의 체열의 이동효과라고 판단된다.

추위에 노출시 열의 보유는 체표면으로의 열흐름 감소와 사지에서 동·정맥 혈액간의 대향류열교환에 의한 다<sup>9)</sup>. 체표면으로의 열흐름 감소는 피부혈관 수축에 의하는데 이것은 core와 body surface간의 거리, 즉 shell의 길이가 증가함을 의미하며 shell길이의 증가는

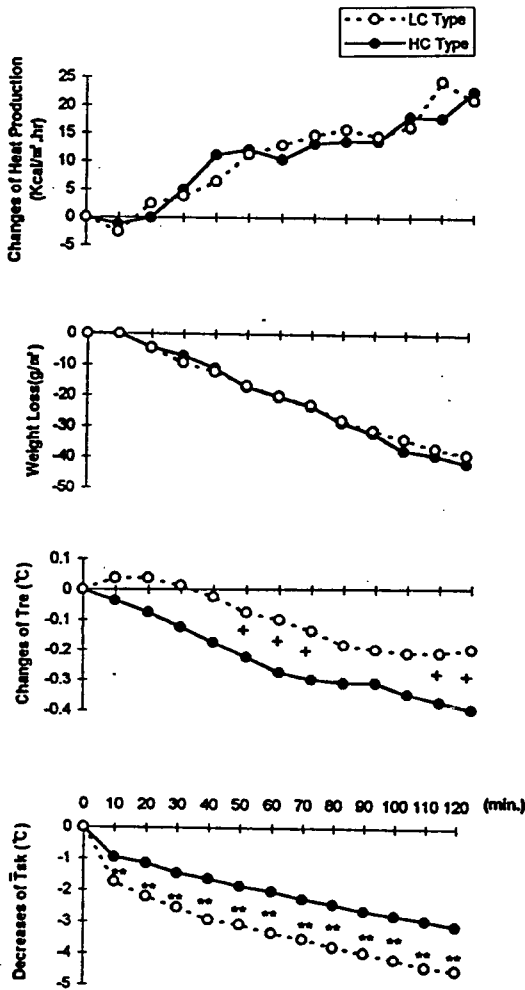


Fig. 3. Changes of heat production, weight loss,  $T_{re}$  and  $T_{sk}$  during the experiment  
\* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.01$

결과적으로 shell 길이에 비례하는 대항류열교환량의 증가도 가져와 피부온을 낮게 한다<sup>9,10</sup>. Folk<sup>11</sup>은 이러한 현상을 혈액이 외각으로부터 심부로 이동하는 것이라 하여 내장으로의 혈액증가를 의미한다고 하였으며, 또한 이와 같은 shell 길이의 증가는 내부열전도를 감소시킨다고 하였다.

본 연구에서 18°C 환경 노출시 LC Type에서 피부온과 내부열전도가 낮게 나타나고, 인체내부의 온도기울기가 유의하게 높게 나타난 결과는 LC Type에서 피부혈관수축에 의한 shell 길이 증가가 HC Type보다 커

졌음을 반영하는 것으로서 외각으로부터 심부로의 열이동이 일어났음을 보여주는 결과라 할 수 있다. 따라서 피부온이 높은 까닭에 core-shell 간의 거리가 짧아져 체열이 분산되어 있는 HC Type에 비해, 피부온이 낮은 까닭에 core-shell 간의 거리가 상대적으로 길어져 체열이 심부로 모인 LC Type에서 직장온의 하강이 작게 나타나게 된 것으로 본다.

이러한 결과로 볼 때 추운환경에서 심부온의 유지는 체열출납 상태보다 체내 열이동능력에 의한 인체내 열분포 상태가 중요한 요인이라는 사실을 파악할 수 있으며, 체온조절 측면에서 종국의 목표가 중요한 장기를 갖는 체내 심부온도의 항상성 유지라는 점<sup>12</sup>을 생각할 때 서늘한 환경에서 보온력이 작은 의복의 착용이 유리하다는 것을 확인할 수 있다.

[그림 3]을 보면 열생산증가량은 노출 초기 20여분 이후부터 증가하는 경향을 보이며 두 의복 타입간 반응에 차이가 없었던 반면, 평균피부온은 의복 타입간의 유의한 차이를 보이며 두 의복 타입 모두에서 노출 직후 빠르게 하강하였다. 직장온은 HC Type에서는 노출 직후부터 계속적으로 하강한데 비해 LC Type에서는 노출 후 30분 이후부터 초기 온도 이하로 하강하였으며 100분 이후에는 하강을 멈추었다. 이러한 결과를 볼 때 열생산반응은 환경은 변화시 다소 느리게 반응을 개시할 뿐 아니라 본 연구 조건과 같은 의복 보온력 차이에 대해서는 차이없는 반응을 보인다는 것을 알 수 있다. 따라서 환경은 변화 및 의복 보온력 차이에 따른 체온조절 반응은 방열계의 조절 작용, 즉 신체의 열적 항상성을 조절하기 위해 효과기관으로 작용하는 피부혈관의 조절작용<sup>13</sup>이 우선적으로 일어난다는 사실을 확인할 수 있다. 이것은 체온조절에 있어 산열에 의존하는 경우 이것을 꾸러나가는 에너지 소비가 필연적으로 수반되는 데 비해 체내 온도분포를 주체로 하는 물리적 조절은 이러한 에너지가 불필요한 까닭에 경제적이라 할 수 있다는 이론<sup>12</sup>을 뒷받침해 주는 현상이라 할 수 있다.

주관적인 감각을 보면, 안정시에는 온냉감과 쾌적감 모두 유의한 차이가 없었으나 노출시에는 온냉감에서 LC Type이 유의하게 더 춥다( $p < 0.01$ )고 나타났고, 쾌적감은 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 18°C 환경 노출시 보온력이 작은 의복을 착용한 경우 더 춥다고 느껴지기는 하지만 추위로 인한 불쾌감이 보온력이 큰 의복을 착용한 경우와 유사하게 나타난 결과를

볼 때 의복의 보온력을 증가시키지 않아도 참을만한 추위 조건이라는 것을 알 수 있다.

#### IV. 요약 및 결론

서늘한 환경에 노출시 보온력이 서로 다른 의복의 착용이 인체의 체온조절 반응에 어떠한 영향을 미치는지 알아봄으로서 의복에 의한 인체 보온 효과를 파악하고자, 4명의 건강한 여자 대학생이 25°C 환경에서 티셔츠, 바지, 양말로 구성된 LC 의복을 착용하고 안정한 후 18°C 환경에 노출될 때 LC 의복 그대로 노출하거나 (LC Type) 혹은 LC 의복 위에 트레이닝웨어 상·하의를 1매 더 입음으로 구성되는 HC 의복으로 노출하여 (HC Type) 120분 동안 직장은, 7부위 피부온, 산소소비량, 수분손실량, 주관적인 감각 등을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 직장의 하강은 LC Type에서 더 작게 나타났다.
2. 열생산량은 의복 타입간 유의한 차이가 없었다.
3. 수분손실량도 의복 타입간 유의한 차이가 없었다.
4. 내부열전도는 HC Type에서 크게 나타났고, 외부 열전도는 LC Type에서 크게 나타났으며, 총 열전도는 LC Type에서 크게 나타났다.
5. 피부온의 하강과 체내 온도가 올기는 LC Type에서 유의하게 크게 나타났다.
6. 온냉감은 LC Type에서 더 춥다고 나타났으나 쾌적감은 의복 타입간 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과에서 서늘한 환경에 노출시 보온력이 작은 의복의 착용은 보온력이 큰 의복의 착용시보다 인체로부터의 진성 방열량은 다소 컸지만 직장의 하강은 오히려 작게 나타난 것을 알 수 있다. 이 때 산열량과 습성방열량이 두 의복 타입간 유사하였던 까닭에 이러한 결과는 체내 열이동에 따른 결과로 판단된다. 즉, 보온력이 작은 의복 착용시 피부혈관이 수축함에 따라 외각부의 길이가 증대되어 내부열전도가 작아지고 결과적으로 체열이 심부에 높은 온도를 유지하며 남아있게 되기 때문으로 해석된다. 따라서 환경은 변화시 심부온의 유지는 일차적으로 체열출납보다 열이동에 의한 인체내 열분포 상태가 중요한 요인이라는 사실을 알 수 있으며, 서늘한 환경에서 보온력이 작은 의복의 착용이 심부온 유지에 유리하다는 사실을 확인할 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Savard, G.K., Cooper, K.E., Veale, W.L., and Malkinson, T.J., Peripheral blood flow during rewarming from mildhypothermia in humans, *J. Appl. Physiol.*, 58(1), 4-13, 1985
- 2) Lee, Y.H., Tokura, H., Thermophysiological significance and the role of local clothing in ambient 10°C environments, *Journal of Physiological Anthropology*, 17(1), 19-26, 1998
- 3) Van Someren, R.N.M., Coleshaw, S.R.K. and Mincer, P.J., and Keatinge, W.R., Restoration of thermoregulatory response to body cooling by cooling hands and feet, *J. Appl. Physiol.*, 53(5), 1228-1233, 1982
- 4) Jeong, W.S. & Tokura, H., Effects of wearing two different forms of garment on thermoregulation in men resting at 10°C, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 57, 627-631, 1988
- 5) 이종민, 이순원, 의복착용습관이 추위적응능력에 미치는 영향, *한국의류학회지*, 21(3), 536-543, 1997
- 6) Haymes, E.M., Wells, C.L., Environment and human permance, 59-61, Human kinetics publishers, Inc., Champaign, IL
- 7) Gagge, A.P., Winslow, C.E.A. & Herrington, L.P., The influence of clothing on physiological reactions of the human body to varying environmental temperatures, *Am. J. Physiol.*, 124, 30, 1938. In 中山昭雄, 温熱生理學, 理工學社, 51, 1985
- 8) Winslow, C.E.A. & Herrington, L.P., Temperature and human life, Princeton University Press, New Jersey, 140, 1949. In Jeong, W.S. & Tokura, H., Effects of wearing two different forms of garment on thermoregulation in men resting at 10°C, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 57, 627-631, 1988
- 9) Slonim, N. B., Environmental Physiology, The C.V. Mosby Company, 67-81, 1974
- 10) Honda, N. Precooling of Peripheral Arterial Blood in Cold-Adapted and Warm-Adapted Rabbits, *J. Appl. Physiol.*, 20(6), 1133-1135, 1965
- 11) Folk, C.E. Textbook of Environmental Physiology, Philadelphia, 154, 1974
- 12) 緒方維弘, 適應, 醫齒藥出版株式會社, 76-88, 1973
- 13) 平田耕造, 皮膚血流調節の温熱生理學, 織消誌, 36(1), 12-17, 1995