

# 여름철 냉방 조건에서의 着衣 訓練이 인체의 체온 조절 반응에 미치는 효과

김 미 경 · 최 정 화 · 염 희 경

서울대학교 농업생명과학대학 농가정학과

## Effect on the Human Thermoregulation of Wear Training in Air Condition

Mi-kyung Kim · Jeong-wha Choi · Hee-gyong Yeom

Dept. of Home Economics, Seoul National University, Suwon, Korea

(1995. 2. 6 접수)

### Abstract

This study was performed to investigate that wear training using thermal insulation with clothes has the effect on the human thermoregulatory response, especially on the heat tolerance. Twelve men and women in twenties were divided into the control group, the training groups and each group except the control group had participated in wear training. The heat tolerance was assessed in all subjects who had participated in the experiment carried out in hot environment(40±1°C, 50±5%RH) by such parameters as rectal temperature, skin temperature, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, pulse rate, total sweat volume, local sweat volume, subjective sensation, and the differences of heat tolerance in each group were compared. The results were as follows:

In hot environment(40°C) the changing width of rectal temperature was decreased in the control and the heavy clothing group. Forehead and abdomen temperature in hot environment were significantly decreased after the training.

Sweat rate was higher after the training than before. In all experimental groups, systolic and diastolic blood pressures in hot environment(40°C) were significantly decreased after the training.

### I. 서 론

인체가 처해 있는 물리적, 자연적 환경 속에서 온열 환경이 인체에 지대한 영향을 미친다는 것은 널리 알려져 있으며, 다양한 온열 환경에 대응하여 인간은 체

온을 일정하게 유지하는 생리학적 조절을 행한다. 그러나 생리적 조절만으로 대처하는 데에는 한계가 있기 때문에 착의량 조절, 음식, 운동, 자세 변화, 냉난방기 등을 통해 문화적, 행동성 체온조절을 함으로써 인체는 환경 적응 범위를 넓히게 되었다<sup>1)</sup>.

특히, 의복은 외부의 온열 환경과 별도로 의복 내에

미세한 온열 환경을 조성하는 기능을 가지고 있다. 즉 의복으로 형성되는 의복 기후(clothing microclimate)는 인체를 24시간 동안 감싸고 있는 최인접환경(nearest environment)으로서 인체가 접하는 실제 환경이라고 할 수 있다. 따라서 의복은 인체의 기후 적응 능력과 쾌적 온열 환경 범위에 직접적인 영향을 미치는 요인이 된다<sup>2)</sup>.

Yamagishi등<sup>3)</sup>은 여대생의 착의 추이와 한서 감각을 20년전과 비교한 결과 동일한 의복의 증량에 대해 더 덥고 더 축게 느낌으로써 여대생의 한서 저항력이 저하되었다고 보고하였으며 이는 쾌적성을 중심으로 의복을 착용한 결과, 생리적인 체온조절 기능을 약화시킨 데 원인이 있다고 하였다. 따라서 각 개인의 착의 상태는 체온 조절 기능을 증진시키거나, 퇴화시키는 요인이 될 수 있다고 볼 때, 의복의 보온력을 결정하는 착의량과 계절 적응<sup>4,5)</sup>·체력<sup>6,7)</sup>·체위<sup>8)</sup>·한서 감각<sup>2)</sup>의 관계를 조사한 연구들이 수행되었다.

착의량이 건강에 미치는 영향을 살펴 본 이상의 연구에서 의복의 보온력을 결정짓는 착의량 조절에 의한 착의 훈련이 내한·내열성 증진 방안으로 활용될 수 있는 가능성을 제시하였다. <sup>9)</sup>崔와 荒木<sup>9)</sup>, <sup>2)</sup>李와 崔<sup>2)</sup>는

유아에게 옷을 얇게 입히는 착의 훈련을 실시한 결과, 착의량과 질병이환율이 감소하고 운동 능력이 향상됨을 보여 착의 훈련이 유아의 건강 증진 방안으로 사용될 수 있다는 가능성을 보고하였고, 酒井 등<sup>10)</sup>은 겨울에 의복을 얇게 착용하는 습관을 가진 사람들이 의복을 두껍게 입는 사람들 보다 감기 이환율이 낮았으며 한랭 환경에서 쾌적 범위의 피부온 반응을 나타내어 내한성이 더 좋음을 나타내었다.

이와 같이 착의 훈련이 내한성 증진의 방안으로서 효과를 나타낸다는 선행 연구 결과를 볼 때, 내열성의 증진 방안으로서 착의 훈련의 활용 가능성도 시사된다고 생각된다. 물론 내열성의 증진을 목적으로 할 때 쾌적한 환경에서의 운동 훈련<sup>11-14)</sup>이나 더운 환경에서의 운동 훈련<sup>15-18)</sup>, 더운 환경에의 연속적인 노출<sup>13,19)</sup> 등의 방법이 있으나, 이러한 방법들은 특정한 장소나 시설, 시간과 체력 등을 요구하므로 착의 훈련이 내열성 증진에 효과가 있다면 간단히 착의량 조절만으로도 내열성 증진이라는 생리적인 체온조절 기능의 증진에 기여도가 높으리라 사료된다.

따라서 본 연구에서는 착의 훈련에 의한 체온조절 기능 향상 효과를 확인하기 위한 것으로 우선 내열성

Table 1. Physical Characteristics of subjects

	Sex	Subject	Age	Height (cm)	Weight (kg)	Body Surface Area (m <sup>2</sup> ) <sup>e)</sup>
Control <sup>a)</sup>	M	HO	21	170	58	1.685
	M	LE	23	173	56	1.681
	F	KI	24	161	53	1.559
LC group <sup>b)</sup>	M	KY	21	177	57	1.722
	M	BA	23	165	59	1.730
	F	LY	24	150	49	1.433
CC group <sup>c)</sup>	M	PA	23	160	61	1.648
	F	JU	24	159	54	1.557
	F	JA	21	158	50	1.500
HC group <sup>d)</sup>	M	PC	20	164	58	1.642
	M	CH	21	169	68	1.795
	F	YO	20	156	59	1.595

a) Control: Control group b) LC group: Light clothing group

c) CC group: Comfort clothing group d) HC group: Heavy clothing group

e) Body Surface Area (m<sup>2</sup>) :  $A = W^{0.425} \times H^{0.725} \times 72.46^{0.8}$

증진 여부를 알아보기 위해 여름철에 동일한 환경 조건의 인공기후실에서 의복을 두껍게 입은 그룹, 쾌적하게 입은 그룹과 얇게 입은 그룹의 세 그룹으로 나누어 착의 훈련을 실시하여 내열성에 미치는 착의훈련 효과를 측정하였다.

## II. 실험 방법

### 1. 피험자 및 착의 훈련

#### 1) 피험자

20대 남녀 대학생 16명이 피험자로서 실험에 참여하였고, 이 중 12명의 실험 결과가 분석되었다. 이들의 신체적 조건은 <표 1>과 같다.

#### 2) 착의 훈련 방법

착의 훈련은 7, 8월 두달동안 오후 1시~3시까지 1주 5일씩, 총 40회 실시되었다. 이 때, 환경의 영향을 배제하고 의복의 영향만을 보기 위해 훈련그룹은 항상 동일한 인공기후실에서 동시에 훈련을 받았다. 대조군은 훈련 기간 동안 훈련에 참여하지 않음은 물론, 에어컨의 규칙적인 사용 등을 금하였다. 훈련에 참가한 9인의 피험자들을 얇게 입은 그룹, 쾌적하게 입은 그룹, 두껍게 입은 그룹으로 나누었다. 피험자들은 훈련실의 환경에 노출되었을 때 그룹별로 서늘하게, 쾌적하게, 덥게 느낄 수 있도록 착의량을 조절하여 입은 후 훈련실에 앉아 있었다. 2시간동안 피험자들은 대부분 가벼운 대화나 독서, 음악 감상을 하였다.

정과 성<sup>20)</sup>은 여름철 의복착용시 27~28°C가 최적환경온이라고 하였으며 이를 근거로 예비 실험을 실시하여 훈련실의 환경온을 설정하였다. 얇게 입은 그룹이 서늘하게 느낄 수 있는 기온을 24°C~26°C로 정하여 훈련실의 온도를 맞추었고 이를 위해 에어 콘디셔너를 이용했다.

#### ① 얇게 입은 그룹

이 그룹은 이하 LC(Light-clothing) 그룹이라고 칭한다. 피험자는 소매 없는 얇은 셔츠와 짧은 반바지를 착용시켰다. 착의 상태는 <표 2>와 같았고, 착의시 의복내 온도와 습도는 27.2~27.3°C, 43~49%RH로서 쾌적시 의복 기후인 32±1°C보다 낮았다.

#### ② 쾌적하게 입은 그룹

이하 CC(Comfort-clothing) 그룹이라고 칭한다. 피험자들이 착용하고 온 의복 상태에서 쾌적한 상태를

느끼도록 스스로 더 입거나, 벗게 하여 자율적으로 쾌적하도록 조절하였다. 의복내 온·습도는 약 28.3~29.4°C, 43~51%RH였다.

#### ③ 두껍게 입은 그룹

이하 HC(Heavy-clothing) 그룹이라고 칭한다. 피험자가 덥게 느끼도록 의복을 착용시켰다. 시간이 지날수록 피험자가 동일한 착의량으로는 더위를 느끼지 못했기 때문에 8월에는 7월보다 더 많은 의복을 입혔다(<표 2>). 의복내 온·습도는 7월의 경우 31.8~32.4°C, 68~73%RH였고, 8월의 경우 33.3~33.6°C, 70~75%RH였다.

### 2. 내열성 측정 실험

내열성 측정을 위한 실험은 40±1°C, 50±5%RH로 조절된 인공기후실에서 1994년 6월하순~8월하순에 걸쳐 실시되었다. 모든 피험자들은 훈련이 시작되기 전에 내열성 판정을 위한 실험에 참여하였고 훈련이 끝난 후 훈련전과 동일한 실험에 참여하여 내열성의 변화를 파악할 수 있도록 하였다. 더위 순응의 변화 추이를 알아보기 위해 훈련중에도 실험을 실시하여 총 36회의 실험 결과를 분석하였다. 각 피험자는 하루 중 일정한 시간에 실험에 임하도록 하였고, 실험 의복은 면 100%의 소매 없는 T-Shirts와 Short pants였다.

피험자는 식후 2시간이 경과한 후 27°C로 조절된 실험실에 입실하여 안정을 취하였다. 인체천칭으로 몸무게를 측정하고, 실험용 의복으로 갈아입은 후 직장은 센서 및 피부온 센서를 삽입, 부착하고 27°C로 조절된 실험실에서 30분간 안정을 취하였다. 국소발한량을 측정하기 위해 견갑부와 하퇴에 발한용 캡슐을 부착하고 40±1°C, 50±5%RH로 조절된 인공 기후 실로 들어가 60분간 의자에 앉아 고온 환경에 노출되도록 하였다. 인공기후실의 입실 전과 입실 후 5분 간격으로 피부온과 심부온을, 10분 간격으로 혈압, 맥박, 주관적 감각을 측정하였고 발한률은 입실 후 5분 간격으로 측정되었다.

### 3. 측정 항목

#### 1) 직장은 및 피부온

직장온은 Thermistor(일본 Takara 社製, K 923)의 sensor를 직장 내에 10cm 삽입하여 측정하였다.

피부온은 Thermistor로 인체의 6개 부위(이마, 흉

**Table 2. Clothing worn by HC group and LC group**

			Clothing type	Weight(kg)	C.R.(%) <sup>a)</sup>	I <sub>c</sub> (clo) <sup>b)</sup>	I <sub>T</sub> (clo) <sup>c)</sup>
HC-group	Male	Jul.	sweat shirt	0.070	32.8	0.21	2.06
			underwear (upper)	0.671	47.1	0.33	
			high neck shirts	0.294	49.5	0.40	
			sweater	0.503	39.0	0.42	
			jumper	1.182	39.0	0.68	
			underwear (lower)	0.164	38.7	0.28	
			trouser	0.671	38.7	0.48	
			socks	0.070	7.2	0.07	
	Aug. <sup>d)</sup>	underwear (upper)	0.671	47.1	0.33	2.96	
		underwear (lower)	0.164	38.7	0.28		
		stocking	0.154	45.9	0.32		
		sports pants	0.475	38.7	0.40		
	Fe-male	Jul.	sweat shirt	0.070	31.8	0.21	2.23
			underwear (thin, upper)	0.167	46.0	0.33	
T-shirts			0.232	48.2	0.36		
high neck shirts			0.332	48.2	0.40		
sweater			0.599	38.1	0.45		
jumper			0.981	38.1	0.60		
underwear (thin, upper)			0.167	40.4	0.30		
trouser			0.505	40.4	0.43		
socks		0.070	6.4	0.06			
Aug.		underwear (thick, upper)	0.173	46.0	0.33	3.33	
	vest	0.198	31.8	0.26			
	stocking	0.154	46.8	0.33			
	underwear (thick, lower)	0.172	40.4	0.30			
sports pants	0.475	40.4	0.41				
	LC-group	Male	sleeveless T-shirts	0.103	32.8	0.23	0.32
			short pants	0.071	8.1	0.07	
	Female	sleeveless T-shirts	0.103	31.8	0.22	0.32	
short pants		0.071	7.9	0.07			

- a) C.R.(%): Covering rate by clothes-obtained from 田村<sup>1)</sup>'s formular
- b) I<sub>c</sub>: Thermal insulation of clothes-I<sub>c</sub>(clo)=(0.386×Weight (kg)) + (0.00571×C.R.)<sup>2)</sup>
- c) I<sub>T</sub>: Total thermal insulation of clothes-I<sub>T</sub>(clo)=(0.676×I<sub>c</sub>의 총합)+0.117<sup>2)</sup>
- d) More dressed clothes than those in July to make subjects hot

부, 복부, 전완부, 대퇴부, 하퇴부)를 각각 측정하고, 평균 피부온은 체표면적의 안분비율로 환산하여 계산하였다.

**2) 총발한량**

화학 천칭(감도: 10g, 독일 Sartorius 社製)을 사용하여 실험 전후의 체중 감소량을 측정하고 이것을 총

발한량으로 보았다.

**3) 국소발한량 및 발한률**

국소발한량은 여과지법<sup>3)</sup>을 이용하여 구하였다. 인공 기후실(40℃)에 들어간 1시간 동안 피험자들은 구간부에서 발한량이 많은 부위인 제 5흉추부위와 중등 정도의 발한 부위인 하퇴 외측에 여과지를 부착하고 있었

다. 실험 전후의 여과지(12cm<sup>2</sup>)무게를 구하여 그 차이를 1시간 동안의 국소발한량으로 하였다. 무게는 화학 천칭(감도: 0.0001g)으로 측정하였다.

발한률도 여과지법을 이용하여 더운 환경에 입실한 후 5분 간격으로 우측 견갑하부의 땀을 채취하여 1시간 동안의 발한을 경시적 변화로 측정하였다. 여과지는 100°C의 오븐에서 2시간 건조시켜서 데시케이터에 보관하여 사용하였다.

4) 혈압·맥박

전자 혈압계(National 社製)를 이용하여 최고혈압과 최저혈압 및 1분 동안의 맥박수를 측정하였다.

5) 주관적 감각

온열감, 습윤감, 쾌적감을 Winakor의 11단계 척도<sup>22)</sup>를 이용하여 점수화하였다. 얻어진 data는 선행 연구를 근거로 가중치를 주도록 하였다.

4. 통계분석

실험에 의해 얻어진 측정치에 대해서 훈련전·중·후별, 그룹별, 피험자별로 분산분석(ANOVA)을 행한 후 유의차가 있는 항목에 대해서 TUKEY-테스트를 행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 직장온

더운 환경에 노출된 60분 동안의 평균 직장온은 훈

련을 실시한 세 그룹에서 유의하지 않았으나 훈련전 대비해 훈련후 낮아지는 경향을 나타냈다(p<0.1). LC 그룹과 CC그룹의 경우, 훈련후 직장온이 0.1°C씩 저하했고, HC그룹의 경우 평균직장온이 0.3°C저하했다. 이 현상은 더위적응후 직장온이 저하하였다고 보고한 Shvartz<sup>19)</sup>의 연구와 일치하였다. Shvartz는 직장온의 저하가 운동 훈련보다 더위 적응에 의한 것으로 파악하였다. 따라서 본연구가 진행되는 동안 피험자들은 모두 7, 8월의 더위에 노출되었기 때문에 훈련 후 직장온이 하강한 것으로 사료된다. 그러나 대조군의 경우, 직장온이 하강하는 반응을 볼 수 없었는데 이는 안정시 직장온이 이미 상승되어 있었기 때문으로 사료된다.

서열 부하의 직접적인 효과는 체열평형이 깨어져 체온이 상승하는 것에 있기 때문에 더위에 노출되었을 때 심부온의 상승 경과를 비교하는 것은 내열성의 개요를 파악하는데 중요하다<sup>23)</sup>. 피험자들의 내열성을 파악하기 위해 27°C에서 안정할 때의 직장온과 더운 환경(40°C)에 노출되었을 때 최고로 상승된 직장온과의 차이로 계산한 직장온의 변화도를 살펴보았다[그림 1]. 대조군과 HC그룹에서는 모두 직장온의 상승폭이 훈련전보다 훈련후에 저하되는 것을 알 수 있었다. 이는 내열성이 증진되었을때 심부온의 상승도가 감소한다는 田中<sup>11)</sup>의 결과와 일치하였다. LC그룹은 대체로 직장온의 상승도가 증가하는 경향을 보여 내열성이 저하하였다고 볼 수 있었다. CC그룹도 같은 경향이었

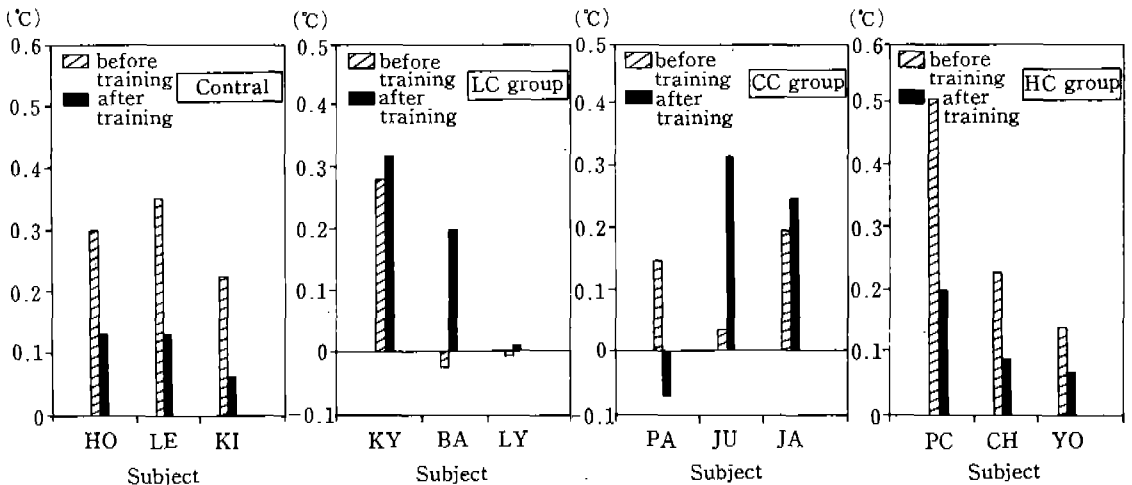


Fig. 1. Changing width of rectal temperature of each group

나 CC그룹의 피험자 PA는 직장온의 상승도가 감소하였다. 이 피험자의 경우 평소 운동을 즐겨 하여 이러한 차이를 보이는 듯하였다. Inoue<sup>12)</sup>는 연속적인 운동 훈련이 내열성을 향상시켜 운동 훈련을 받은 사람은 그렇지 않은 사람보다 직장온의 변화가 적다고 하여 피험자 PA와 일치하는 경향을 보였다.

이상의 결과에서 HC그룹과 대조군처럼 더위에 충분히 노출된 그룹의 경우 심부온의 상승을 저지시켜 내열성이 증진된 것으로 나타났다.

2. 피부온

구간부의 피부온 중 이마온은 모든 그룹에서 훈련전

에 비해 훈련후 유의하게 낮아졌다( $p < 0.01$ ). 복부온도 이마온과 같이 훈련후 유의하게 낮아졌으나( $p < 0.001$ ) 그룹간 차이는 나타나지 않았다. 가슴온과 그 외의 사지부에 해당하는 전박, 대퇴, 하퇴에서는 훈련 후 유의한 차이를 보이지 않았다.

[그림 2]는 부위별 피부온 중 훈련 전후 유의 차를 보인 이마온(FH.)과 복부온(AB.)을 그룹별로 나타낸 것이다. 대조군의 경우 이마온과 복부온 모두 훈련전보다 훈련후 약간 저하하였고, 훈련 그룹에서도 양 부위의 피부온의 훈련후 저하했는데 훈련군 중 CC그룹과 HC그룹이 LC그룹보다 복부온의 저하 정도가 더 뚜렷했다.

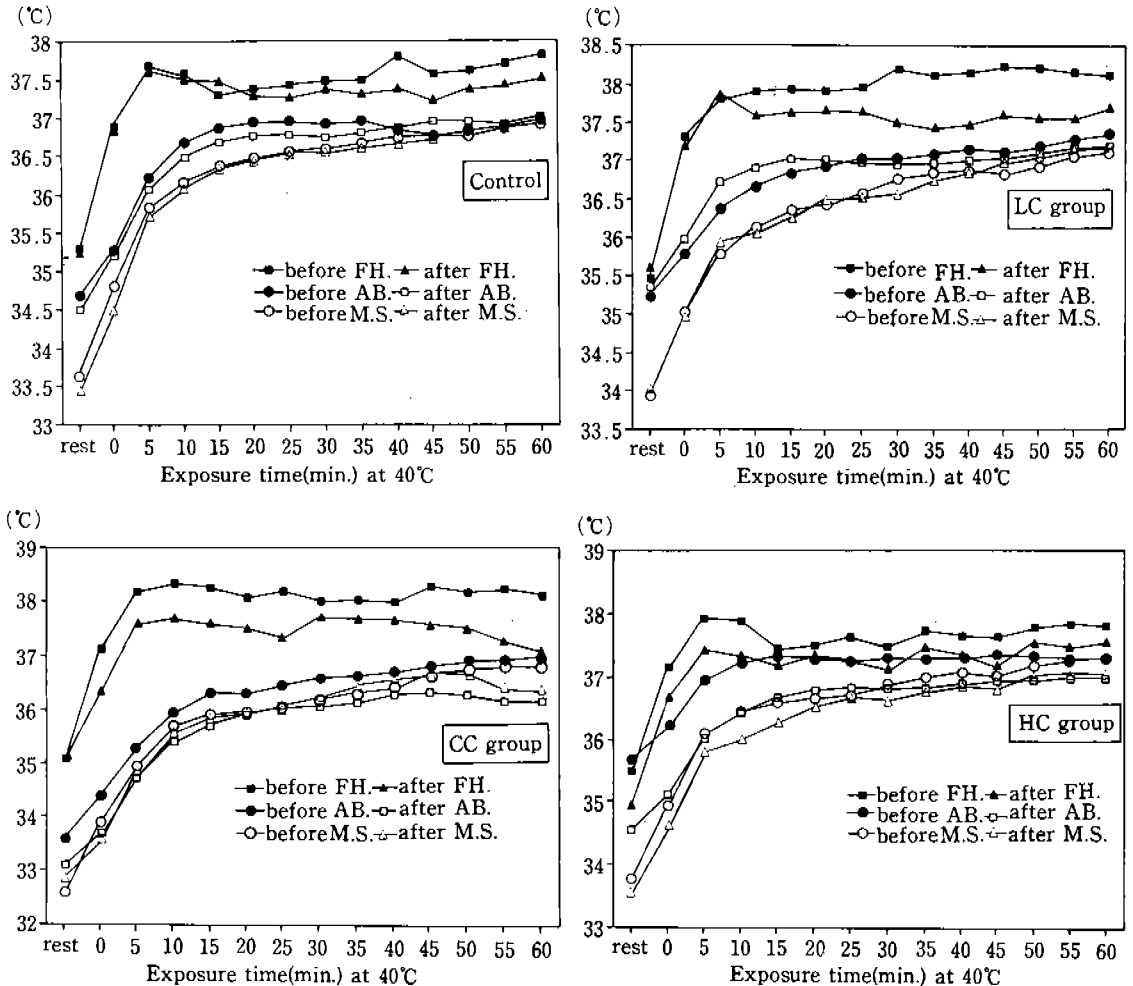


Fig. 2. Forehead (FH), abdomen(AB) and mean skin(M.S.) temperatures of each group before and after training

평균피부온(M.S.)은 훈련전과 훈련후의 유의한 차이가 보이지 않았으나 [그림 2]에서 보듯이 HC그룹의 경우 훈련전보다 훈련후 평균피부온이 저하하였고 고온 노출 후반기에 안정된 반응을 보였다. 이와 같은 현상은 더위 적응이 이루어지면, 평균피부온이 저하하여 심부온과의 온도구배를 크게 한다는 Wagner등<sup>24)</sup>의 결과와 일치하는 것이었다. Avellini등<sup>25)</sup>은 더위순응 후 평균피부온에 차이가 없다는 반대의 결과를 얻었으나, 이는 공기 중의 높은 증기압으로 인한 것으로 증발을 위해 높은 피부온 상태를 유지하기 위해서라고 설명하였다. 따라서 본 실험의 습도 조건(50±5% RH)이 크게 높지 않았고 HC 그룹의 직장은[그림 1]과 총발한량 [그림 3]의 변화를 고려해 볼때, 수분증발을 통해 피부온 하강이 이루어져 HC그룹은 더위에 유리한 반응을 했다고 볼 수 있었다.

이상에서 모든 그룹의 이마온과 복부온이 훈련전보다 훈련후 저하하여 특히 구간부의 피부온이 낮은 반응을 나타냈으며, HC그룹의 경우 평균피부온이 훈련전보다 훈련후에 낮아지는 경향을 보였다.

3. 발한량

1) 총발한량

더운 환경에 노출된 1시간 동안의 발한량의 경우 통계적인 분석은 불가능하였으나, 훈련전에 비해 훈련중 증가하였다가 훈련후 훈련중보다 감소되는 경향이 대부분의 피험자에서 보였다[그림 3]. 대조군의 경우 훈련전보다 훈련후 발한량이 감소한 반면, 훈련 그룹의

세 그룹은 대체로 훈련전보다 훈련후 발한량이 상승하는 경향을 보였다.

Shvartz 등<sup>19)</sup>은 더위 순응이 진행된 후 피험자들은 온화한 환경에서 운동 실험을 할 때 직장은과 발한량을 낮추는 반응을 보였다고 하였다. 또한 체온조절에 유용한 정도의 땀을 내고 무효한 땀을 내지 않음으로서 발한에 의한 체액 수분 탈출을 막는 것이 더 유리하다<sup>26)</sup>고 보여지므로, 대조군은 훈련중 발한량이 증가하는 과정을 지나 훈련후에는 훈련전보다 오히려 적은 발한량을 보여 효과적으로 발한을 행했다고 사료된다. 훈련을 받은 세 그룹에서는 발한량이 대체로 상승하였으므로 발한기능이 상승하였다고 보여졌다. 훈련효과를 판정하기 위해 직장의온의 상승도와 비교하여 살펴보면, HC그룹은 직장의온 상승도[그림 1]를 저하시켰다. 발한에 의한 수분 증발이 심부온의 상승을 저지시켜 효과적으로 발한을 행하였다고 할 수 있었다. 특히 HC그룹의 피험자 CH는 직장의온 상승도와 발한량이 동시에 저하하여 내열성이 증진되었다고 사료된다. 반면 LC그룹은 직장의온의 상승을 충분히 저지시키지 못해 유효발한량이 적은것으로 사료된다. CC그룹의 두 사람도 발한량은 증가하였으나 직장의온의 상승을 충분히 저지시키지 못하여 LC그룹과 유사한 반응을 하였다. 그러나 CC그룹의 피험자 PA의 경우는 발한량을 훈련전보다 훈련후 저하시키면서도 직장의온의 상승을 적게 하여 유리한 반응을 보였다. Inoue<sup>12)</sup>는 운동훈련을 받은 사람은 그렇지 않은 사람보다 낮은 발한율로 동일한 피부온을 나타내어 효율적인 열분산을 행했다

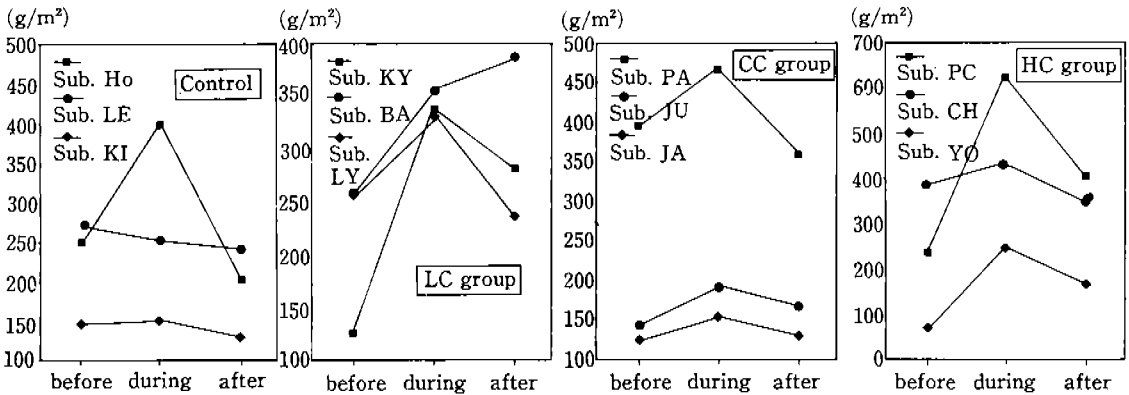


Fig. 3. Total sweat volume of each group during exposure (40°C)

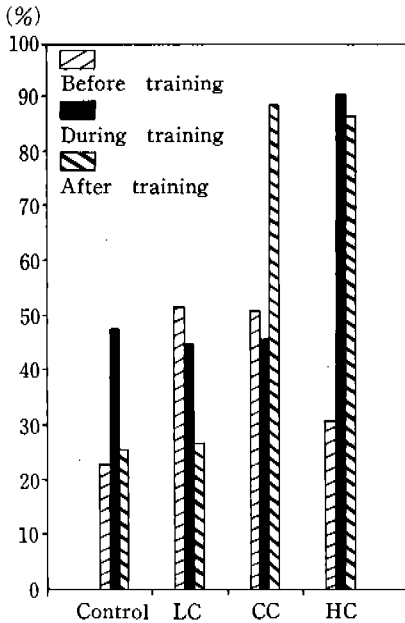


Fig. 4. The local sweat volume (leg/back) of each group before, during and after training

고 하였고 Shvartz등<sup>19)</sup>은 운동훈련을 받은 사람이 동일한 발한량으로 더 낮은 직장온을 나타냈다고 하여 일치한 반응을 보였다.

체열분산의 주된 수단이 되는 발한량으로 살펴 본 내열성 판정 결과, 대조군의 경우 총발한량과 직장온의 상승도가 함께 저하해 효과적인 발한을 행하였다고 볼 수 있었다. HC그룹도 발한량의 증가로 증발에 의한 신체 냉각을 통해 직장온의 상승도를 저하시켜 더위에 유리하게 반응하였다. 그러나 LC그룹과 CC그룹의 경우, 발한량의 증가가 효과적으로 심부온의 상승을 저지시키지 못했던 것으로 사료된다.

2) 부위별 발한량

발한 기능이 전신에 걸쳐 얼마나 균등하게 발달했는가를 판단하기 위해 구간부에 해당하는 등의 발한량과 사지부에 해당하는 하퇴의 발한량을 비교하였다[그림 4]. 久野<sup>26)</sup>는 발한량의 부위별 차이가 각 부위에 분포한 능동한선 수 및 한선의 감수성과 분비 능력 등에 크게 영향을 받는다고 하였다. 따라서 발한량이 적은 부위인 사지부의 발한율이 증가하는 것은 전신에 걸친 균등한 발한으로 효율을 증진시킨 반응으로서 더위적

응의 하나라고 볼 수 있었다.

荒木등<sup>27)</sup>은 사지부에 대한 구간부의 발한 비율을 가슴의 발한량/(가슴의 발한량+대퇴의 발한량)×100(%)으로 구했으나 본 연구에서는 구간부에 해당하는 발한량의 채취 위치에 문제점이 있는 것으로 생각되었으므로 하퇴의 발한량/등의 발한량을 구해서 백분율로 표시하였다. 통계적인 분석은 불가능하였으나 [그림 4]에서 보듯이 대조군은 훈련전보다 훈련중 하퇴의 발한 비율이 증가하다가 훈련후 다시 저하하여 훈련전의 수준으로 돌아 왔다. 대조군의 경우 총발한량[그림 3]이나 직장온의 상승도[그림 1]에서 더위에 유리한 반응을 보였던 것과 비교하여 사지부의 발한 비율이 훈련전과 비교하여 훈련후 차이를 보이지 않는 것은 설명되지 않았다. LC그룹도 이와 유사한 경향을 보여 훈련후에는 훈련전에 비해 하퇴부위의 발한량이 크게 저하했다. 이는 훈련 기간 동안 지속적인 사지부의 노출로 인해 전신에 걸친 균등한 발한 기능이 발달하지 못했기 때문인 것으로 사료된다. 또한 LC그룹에 있어서 총발한량의 증가는 구간부의 발한량에 근거한 것으로 무효 땀량이 많았으리라 생각되었다. CC그룹과 HC그룹의 경우 하퇴의 발한 비율이 훈련후 상승하여 전신에 걸친 균등한 발한이 이루어 졌다. 특히 HC그룹은 훈련중에 이미 하퇴의 발한 비율을 높게 나타냈는데, 이 그룹의 피험자들이 훈련 기간 동안 전신에 걸쳐 의복에 덮여 있었기 때문에 전신에 걸친 발한 기능의 발달이 이루어 진 것으로 사료된다.

3) 발한률

[그림 5]에서 더운 환경에 노출된 60분 동안의 발한률을 훈련전, 훈련중, 훈련후로 비교하여 그룹별로 나타내었다. 발한률은 훈련전에 비해 훈련후, 훈련중 순으로 높았다(p<0.05). Avellini등<sup>25)</sup>은 더위 순응에 의해 발한률이 증가한다고 하여 훈련후 발한률이 높아진 본 실험의 결과와 일치하였다. 그러나 더위 적응이 더 많이 이루어진 훈련후의 발한률이 훈련중보다 더 낮아진 것은 Avellini<sup>25)</sup>의 실험결과와 일치하지 않았다. 따라서 이는 발한 반사의 관습화 현상으로 인해 발한이 둔화되어 필요한 만큼의 땀밖에 발한되지 않는다는 것으로 설명되어졌다<sup>26)</sup>.

[그림 5]에서 알 수 있듯이 대조군의 경우 훈련전에 비해 훈련중, 훈련후 모두 발한률이 상승하였다. 훈련중과 훈련후의 발한률 간에는 큰 차이를 보이지 않았



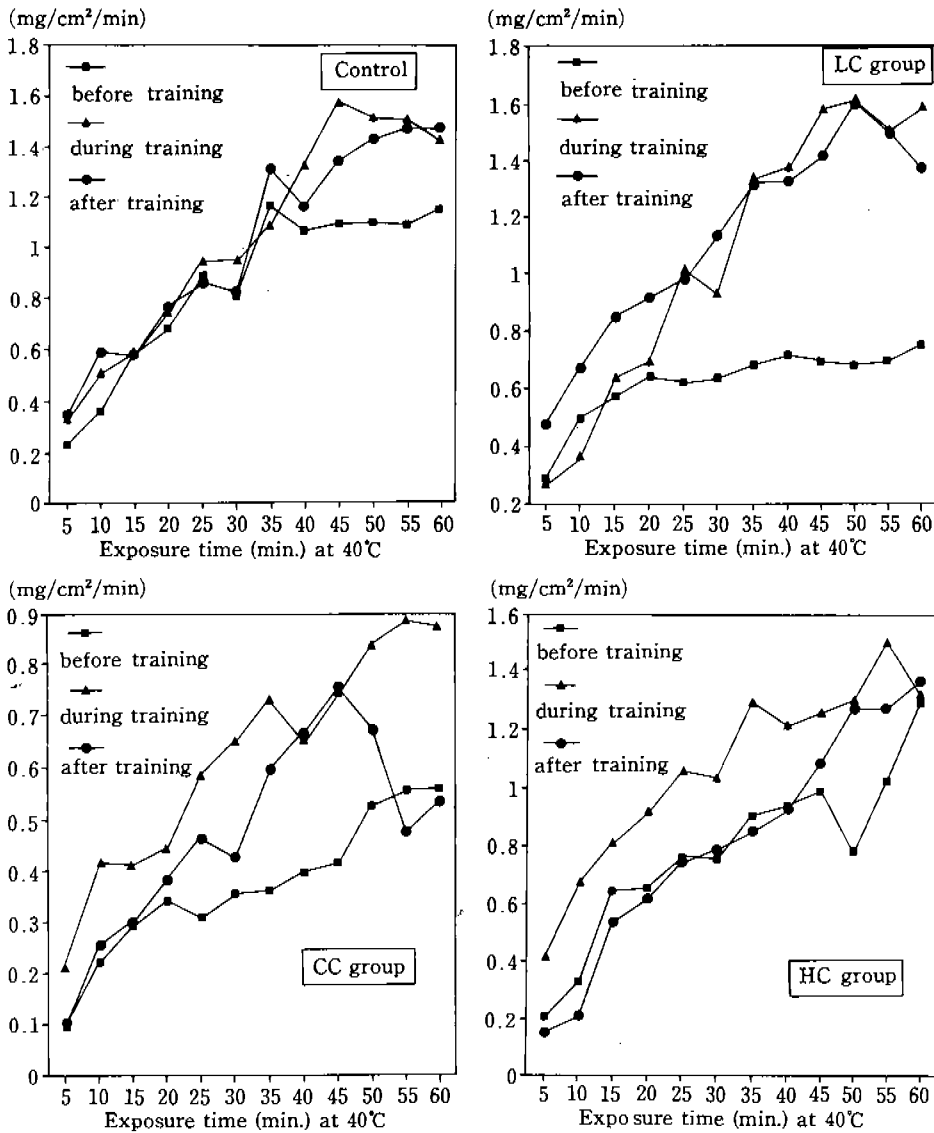


Fig. 5. Sweat rate of each group before, during and after training

으나 훈련중에 비해 훈련후의 발한율은 더운 환경 노출 초기에는 발한량이 높아지고 더운 환경에 노출된 후반기에는 안정화된 반응을 보였다. LC그룹의 경우 훈련이 진행될 수록 발한율이 상승하였고 더운 환경에 노출된 60분 동안 발한율이 지속적으로 상승하는 경향을 나타냈다. CC그룹의 경우 훈련중 발한율이 높아졌다가 훈련후에는 오히려 훈련중보다 저하하는 것으로 나타났다. HC그룹의 경우 훈련전에 비해 훈련중 발한

률이 급격히 상승하였다가 훈련후에는 훈련전과 비슷한 수준으로 돌아 왔으나 5분 간격으로 얻어진 발한율의 변화 패턴은 훈련전과 훈련후 차이를 보였다. 훈련후의 경우 더운 환경에 노출된 초기 30분 동안 훈련전보다 발한율이 저하했다. 이는 직장온의 초기 저하에 기인한 것으로서 다른 그룹에 비해 더운 환경에 노출된 직후 직장온이 훈련전보다 훈련후 낮아졌기 때문에 더운 환경에 노출된 초기의 발한율이 저하한 것으로

사료된다. 또한 평균피부온이 훈련전보다 훈련후 저하했으므로 발한이 본격적으로 시작되는 심부온의 수준을 높인 것으로 생각되며 이는 Jonhson등<sup>28)</sup>의 결과와 일치하였다. 발한 효과는 유효한량(有效汗量) 즉 방열상 필요한 땀을 적시에 신속히 내서 얻어지는 것이 가장 효율적이라는 결과에 비추어<sup>29)</sup> HC그룹의 경우 발한 효율의 증가가 일어났다고 볼 수 있었다.

4. 혈압 및 맥박

더운 환경에 노출되었을 때의 최고 혈압과 최저 혈압은 훈련전, 훈련중보다 훈련후 유의하게 낮아졌다 ( $p < 0.05$ ). 그러나 맥박수에서는 훈련전과 후에 유의한 차이를 보이지 않았다. [그림 6]에서 알 수 있듯이 최고 혈압과 최저 혈압은 4그룹 모두 훈련후에 훈련전보다 저하하였다. 이와 같은 결과는 Wagner등<sup>24)</sup>의 결과와 일치하였는데 Wagner는 더위에 적용되었을 때 열전도율이 감소되어 심장에 의한 피부혈류 수송의 필요성이 줄어든다고 하였다. 이로 인해 혈액순환에 대한 부담이 저하하여 그 결과 동맥압과 맥박수를 저하시킨다고 하였다. 따라서 본 연구에서 최고 혈압과

최저혈압이 훈련후 저하한 것은 심혈관 반응의 안정성이 향상되었다고 볼 수 있었다. Wagner등<sup>24)</sup>과 田中<sup>11)</sup>은 더위 순응에 의해 심박수의 상승도가 저하한다고 하였으나, 본 연구에서는 그러한 경향은 살펴 볼 수 없었다. 이는 더위 순응의 방법에 의한 차이라고 사료되며 운동에 의한 더위순응 훈련법에 비해 착의 훈련은 심박수에 큰 영향을 미치지 않는 듯하였다.

5. 주관적 감각

주관적 감각 중 온열감과 쾌적감은 대조군, CC그룹, HC그룹에서 훈련전보다 훈련후 유의하게 낮아졌다 ( $p < 0.05$ ). 이 현상은 세 그룹의 피험자들이 동일한 더위 환경에 대해 더 시원하고 쾌적하게 느꼈음을 의미하나 LC그룹은 훈련전보다 훈련후 온열감과 쾌적감 수치의 증가를 보여 훈련후 더 덥고 불쾌하게 느꼈던 것으로 나타났다. 그룹별로 살펴 볼 때, 대조군과 HC그룹은 적정온도의 변화도 등의 생리적 반응에서 훈련전보다 훈련후 유리해졌던 것을 고려할 때, 무더위에 의한 계절 순응이나 착의훈련의 효과가 피험자들이 느끼는 주관적인 느낌에도 바람직한 영향을 미쳤던 것으로 사료된다. CC그룹의 경우 대조군이나 HC그룹만큼 더위에 생리적으로 유리하게 반응하지 않았으나, 이 그룹의 피험자들이 주관적으로는 두 그룹과 같이 더위를 덜 느꼈던 것으로 나타났다. 반면 LC그룹은 훈련 기간 중 매우 시원한 상태에 있었으므로 생리적 반응이나 주관적 감각 모두에서 더위에 대해 불쾌하게 반응한 것을 알 수 있었다. 습윤감의 경우 모든 그룹에서 훈련전에 비해 훈련후 높은 습윤감 수치를 나타내, 습윤감이 Wet에서 Dry쪽으로 옮겨갔다. 대조군을 제외한 나머지 세 그룹에서 총발한량이 훈련전보다 훈련후 증가했던 점을 고려할 때, 대조군을 제외한 세 훈련 그룹들은 생리적인 반응과 주관적으로 느끼는 습윤감이 일치하지 않았던 것으로 나타났다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 의복의 보온력을 이용한 착의 훈련이 체온 조절 기능 중 특히 내열성 향상에 미치는 효과를 파악하고자 20대 남녀 12명을 대조군, 얇게 입을 그룹, 쾌적하게 입을 그룹, 두껍게 입을 그룹으로 나누어 착의훈련(24~26℃)을 행한후 내열성의 변화를 비

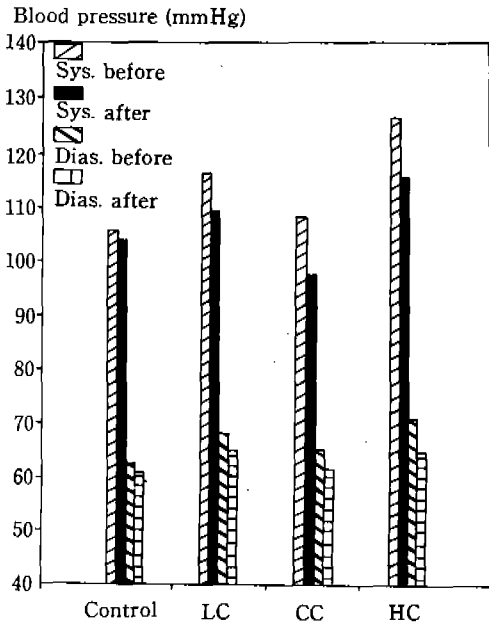


Fig. 6. Systolic blood pressure & diastolic blood pressure of each group

교하였다. 내열성 판정을 위한 실험은  $40 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $50 \pm 5\% \text{RH}$ 의 환경에서 실시되었고 직장온과 피부온, 혈압 및 맥박, 발한량 및 발한률, 주관적 감각을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 직장온에서는 유의하지 않았으나 더운 환경 노출시 훈련 그룹에서 훈련후 낮아졌다( $p < 0.1$ ). 더운 환경 노출시 직장온의 상승폭이 대조군과 HC 그룹에서 적어지는 경향을 보였다.

2) 더운 환경에 노출되었을 때 피부온은 이마온과 복부온이 훈련후 유의하게 낮아 졌으나( $p < 0.01$ ) 그룹간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 평균피부온의 경우 HC그룹이, 유의하지 않으나, 훈련후 낮아지는 경향이였다.

3) 더위에 노출된 1시간 동안의 총발한량은 대조군의 경우 훈련전보다 훈련후 더 감소하는 반응을 보였으나, 세 훈련그룹에서는 대체로 증가하는 경향을 보였다. 부위별 발한비율의 경우, 더운 환경에 노출되었을 때 하체의 발한비율이 CC그룹과 HC그룹에서 증가하는 경향을 나타냈으나 통계적인 차이를 살피 볼 수 없었다. 또한 더운 환경에서 5분 간격으로 얻어진 발한율은 훈련전에 비해 훈련후 증가하였다( $p < 0.05$ ). 그러나 HC그룹의 경우 훈련중에 발한율이 증가하다가 훈련후 발한율이 훈련전의 양상으로 돌아갔다.

4) 더운 환경 노출시 최고 혈압과 최저 혈압은 모든 그룹에서 훈련전보다 훈련후 유의하게 낮아졌다( $p < 0.05$ ).

5) 주관적 감각에서 온열감과 쾌적감 수치는 훈련전보다 훈련후 LC그룹을 제외한 세 그룹에서 유의하게 낮아져( $p < 0.05$ ) 훈련이 끝난 후 더 시원하고 쾌적하게 느낀 것으로 나타났다.

피험자 추가 적고 CC그룹의 남녀 비율이 다른 세 그룹과 달랐던 제한점이 있었으나, 이상의 결과에서 착의훈련이 인체의 체온조절 기능중 내열성 향상에 미치는 효과를 확인할 수 있었다. 또한 본 실험의 경우 착의 훈련을 7월부터 시작했으나 내열적응이 시작되는 6월부터 실시했다면 더 현저한 효과가 보였을 것이라고 사료된다.

이상의 결과에서 각 개인이 착의량을 쾌적을 기준으로 하지 말고 생리적인 체온조절 기능이 향상되도록 조절한다면 여름철 냉방 환경으로 인한 계절적응 즉 더위 적응력의 저하를 막음은 물론, 조직적인 프로그

램에 의한 착의 훈련을 받았을 때 내한성 및 내열성을 증진시켜 건강한 생활을 할 수 있으리라 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) 田村照子, 基礎被服衛生學, 文化出版局, 東京 (1985).
- 2) 이원자, 최정화, 착의량이 유아 건강에 미치는 영향, 한국의류학회지, 13(1): 13-33, (1989)
- 3) Yamagishi, M., Inagaki, K., Changes in Garment Style in Women's College Students-Comparison of the Weight and Number of Clothes and Sensibility to Climate-, *Jpn. Text. End-Uses.*, 31(10): 471-480, (1990).
- 4) 김양원, 한국 남성의 온열 환경 적응수준 평가-착의량과 의복기후, 인체의 생리적 반응, 주관적 감각을 중심으로-, 한양대학교 의류학과 박사학위 논문 (1992).
- 5) 정영옥, 착의량을 중심으로 본 농촌지역주민의 계절적응에 관한 연구, 한국의류학회지, 15(4): 417-430, (1991).
- 6) 송병걸, 최정화, 착의량이 운동능력에 미치는 영향에 관한 연구, 한국의류학회지, 12(1): 1-14, (1988).
- 7) 荒木勉, 최정화, 일본어린이의 운동생활습관에 미치는 옷을 얇게 입는 생활의 영향과 그 밖의 환경요인에 의한 영향과의 비교, 서울대 농학연구, 7(1): 273-288, (1982).
- 8) 안필자, 온열 환경, 건강상태 및 운동습관이 착의량에 미치는 영향, 중앙대학교 가정학과 박사학위 논문(1991).
- 9) 최정화, 荒木勉, 한국학동의 착의중량 및 체온조절 반응에 있어서의 계절적 변동에 관한 연구, 서울대 농학연구, 7(1): 289-294, (1982)
- 10) 酒井恒美, 奥窺朝子, 快適で健康的の差衣質態形成のための差衣量の個人差に關する研究(第3報)-差衣習慣とかぜ罹患ならびに寒冷時の皮膚温にみられる特性-, 繊維誌, 28(3): 33-39, (1987).
- 11) 田中信雄, 堀清記, 運動による暑熱馴化と氣候による暑熱馴化, 日生氣誌, 22(1): 17-21, (1985).
- 12) Araki, T., Inoue, Y. and Umeno, K., Effects of physical training on thermoregulatory responses to alternate stress of heat and cold, *J. Physical Fitness Japan*, 29: 75-81, (1980)
- 13) Fox, R. H., Goldsmith, R., Hampton, I.F.G. and Hunt, T.J., Heat acclimatization by controlled hyperthermia in hot-dry and hot-wet climates, *J. Appl. Physiol.*, 22(1): 39-46, (1967).

- 14) Gisolfi, C. and Robinson, S., Relations between physical training, acclimatization and heat tolerance, *J. Appl. Physiol.*, **28**: 530-534, (1969).
- 15) Armstrong, C.G. and Kenney, W.L., Effects of age and acclimation on responses to passive heat exposure, *J. Appl. Physiol.*, **75**(5): 2162-2167, (1993).
- 16) Barnett, A., Maughan, R.J., Response of unacclimatized males to repeated weekly bouts of exercise in the heat, *Br-J-Sports-Med*, **27**(1): 39-44, (1933).
- 17) Mitchell, D., Senay, L.C., Wyndham, C.H., Rensburg, A.J.V., Rogers, G.G. and Strydom, N.B., Acclimatization in a hot, humid environment: energy exchange, body temperature, and sweating, *J. Appl. Physiol.*, **40**(5): 768-778, (1976).
- 18) Roberts, M.F., Wenger, C.B., Stolwijk, J.A.J. and Nadel, E.R., Skin blood flow and sweating changes following exercise training and neat acclimation, *J. Appl. Physiol.*, **43**(1): 133-137, (1977).
- 19) Shvartz, E., Shapiro, Y., Magazanik, A., Meroz, A., Birnfeld, H., Mechtinger, A. and Shivolet, S., Heat acclimation, physical fitness and responses to exercise in temperate and hot environments, *J. Appl. Physiol.*, **43**(4): 678-683, (1977).
- 20) 정현욱, 성수광, 하복의 온열생리학적 기초 연구, *한국의류학회지*, **9**(2): 57-65, (1985).
- 21) McCullough, E.A., Jones, B.W., Huck, J., A comprehensive data base for estimating clothing insulation, *ASHRAE Transaction*, **91**, part 2A: 29-47, (1985).
- 22) Winakor, G., A questionnaire and sensory factors associated with personal comfort and acceptability of indoor environments, *ASHRAE Transaction*, **88**, part2, (1982).
- 23) 緒方維弘, 適應-氣候風土に對する 適應-, 醫齒藥出版株式會社, (1973).
- 24) Wagner, J.A., Robinson, S., Tzankoff, S.F. and Marono, R.F., Heat tolerance and acclimatization to work in the heat in relation to age, *J. Appl. Physiol.*, **33**(5): 616-622, (1972).
- 25) Avellini, B.A., Kamon, E. and Krajewski, J.T., Physiological responses of physically fit men and women to acclimation to humid heat, *J. Appl. Physiol.*, **49**(2): 254-261, (1980).
- 26) 久野寧, 汗の說, 光生館, (1963).
- 27) 최정화, 荒木勉, 의복조건이 근육운동시의 발한성에 미치는 영향에 관한 기초적 연구, *서울대 농학연구*, **7**(1): 263-271, (1982)
- 28) Johnson, J.M., O'leary, D.S., Taylor, W.F. and Park, M., Reflex regulation of sweat rate by skin by temperature in exercising humans, *J. Appl. Physiol.*, **56**(5): 1283-1288, (1988).