여름철 내열성 증진을 위한 정량적 착의훈련의 효과 (제2보) -20대 여성의 의복내 온도를 지침으로-

이효현[†] · 최정화^{*}

서울대학교 의류학과, *서울대학교 의류학과/서울대학교 생활과학연구소

Quantitative Wear Training for the Improvement of Heat Tolerance in Summer (Part II) -Wear Training by Optimal Temperature Inside Clothing for Women in Their 20s-

Hyo Hyun Lee[†] · Jeong Wha Choi^{*}

Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University

*Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University/

Research Institute of Human Ecology, Seoul National University

접수일(2010년 12월 3일), 수정일(1차 : 2011년 6월 17일, 완료일 : 2012년 1월 27일), 게재확정일(2012년 4월 13일)

Abstract

This study investigates quantitative wear training effects and involved 15 participants from a previous study (part 1) in May to September 2009. Before wear training, the subjects' rectal temperature, skin temperature, heart rate, blood pressure and local sweating were measured for 1 hour in a climate chamber ($39\pm1^{\circ}\text{C}$, $65\pm5\%\text{RH}$, 0.3m/s) to evaluate heat tolerance. Subsequently, the subjects were divided into 3 groups that consisted of 5 participants. Group N (control-group) dressed the participants so that they felt comfortable (or cool). Group W and MW where participants underwent regular wear training for 10 weeks (5 days a week a total of 50 times). The intensity of the wear training for the participants of group MW was stronger than that for group W. A heat-tolerance experiment was performed after wear training. The results were as follows: 1. The participants of groups W and MW felt more comfortable after wear training than before wear training in the case of warmer T_{cl} . However, no significant differences were observed before and after wear training for group N. 2. The heat tolerance of the participants of groups W and MW was higher after wear training than before wear training. However, no significant difference was noted in this regard for group N. 3. The results showed the wear training effect (based on quantitative guidelines). The results show that the predicted optimal temperature inside clothing can enhance heat tolerance.

Key words: Clothing microclimate, Temperature inside clothing, Heat tolerance, Wear training, Thermo-regulation; 의복기후, 의복내 온도, 내열성, 착의훈련, 체온조절

I. 서 론

의복은 인체의 최인접 환경으로 생리반응에 큰 영향

을 미치며 다양한 온열 환경에 대한 적응범위를 확대 시켜준다. 그러나 인간의 문화적 환경적응수단의 하나 인 의복에 대한 의존도가 커질 때 개인의 체온조절 기능을 퇴화시키는 요인이 될 수 있다(Hwang et al., 1999). 건강이 인체의 항상성을 유지하는 것이라면, 건강한

[†]Corresponding author

E-mail: inna3924@snu.ac.kr

의생활은 인체의 항체온 및 기후적응을 위한 생체 기능을 저해하지 않으면서 쾌적한 온열 상태를 유지하는 것이라 할 것이다. 그러므로 건강의 유지·증진 측면에서 인체의 쾌적성만이 우선시 되는 착의형태는 결코 바람직한 의생활이라 할 수 없을 것이다. 냉난방에 의해 실내 온도를 조절하는 것은 문명의 진보와 생활양식의 변화에 따라 많이 행해지고 있어 의복의 역할이 줄어드는 경향을 볼 수 있으나 여전히 체온조절 기능으로서의 의복은 매우 중요하다 할 것이다. 따라서 건강을 유지·증진시킬 수 있는 적극적이고 능동적인 수단으로써 의복을 활용할 수 있는 방안이나 그 지침을 제시하는 것은 무엇보다 중요하다.

특히 착의훈련은 의복을 통해 내한내열성을 증진시킬 수 있는 방안의 하나로 이미 여러 선행연구를 통해 그 효과가 입증되었다. 지금까지 착의훈련과 관련된 선행연구를 살펴보면, 여름철 덥게 입거나 겨울철 춥게 입음으로써 내한내열성을 증진시킬 수 있음을 입증한 연구(Choi & Lee, 1996; Jeong, 2006; Kim et al., 1995; Kim, 2005; Park, 2009; Park & Choi, 2010; Park & Lee, 1999), 의복을 통한 내한성 훈련이 내열성에 미치는 영향(Lee, 1997a), 착의훈련을 통해 얻어진 내한성이나 내열성의 지속성에 관한 연구(Lee, 1997b), 의복을 통한 착의훈련이 운동능력에 미치는 영향(Dawson et al., 1970; Lee et al., 1997) 등이 있다. 그러나 대부분의 연구가 착의훈련의 긍정적 효과를 밝혀냄으로써 여름에는 다소 덥게, 겨울에는 춥거나 다소 서늘하게 입는 의생활이 바람직함을 증명하고 있을 뿐, 어느 정도로 어떻게 입어야 하는지 그 정량적 기준에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 다만, Jeong and Choi(1993)의 연구에서 농촌지역주민의 현재 착의량을 조사하고, 계절별 실내외 온도, 한서감, 착의량 등을 검토하여 표준착의량을 추정하고자 하였다. 인체의 계절적응능력을 높이기 위해 의복을 활용하고자 할 때, 어떻게 입어야할지 표준착의량과 같은 수치적인 기준이나 지침이 제시된다면 건강한 의생활에 크게 기여할 수 있을 것이다. 본 연구의 <제1보>에서는 여름철 내열성을 향상시키기 위해 향난기 때의 복내 온도와 한서감 등을 측정하였고, 이를 토대로 여름철 의복내 온도를 몇 도로 유지하는 것이 바람직한지 적정 의복내 온도를 추정하였다. 본 연구는 그 후속연구로, <제1보>에서 참여한 동일한 피험자들이 추정된 적정 의복내 온도를 유지하면서 착의훈련을 실시하였을 때, 내열성 향상 효과를 확인함으로써 정량적 기준에 따른 착의훈련의 효과를 검증하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 용어정의

본 연구에서는 각 용어에 대하여 다음과 같이 정의하였다.

1) CW(Comfortable wearing): 피험자가 일상생활에서 쾌적하게 입은 상태

2) WW(Warm wearing): 피험자가 일상생활에서 더위를 느끼되, 가능한 쾌적에 가깝게 입은 상태

3) T_a (Ambient temperature): 피험자 반경 1m 내 환경 온도

4) H_a (Ambient relative humidity): 피험자 반경 1m 내 환경습도

5) 착의훈련(Wear training): Park and Lee(1999)에 따르면 환경의 변화에 따라 항체온을 유지할 수 있는 체온조절능력은 방위체력의 중요한 요소로서 이를 향상시키기 위해서는 운동이 효과적일 수 있으나, 일상생활을 통하여 비교적 용이하게 실행할 수 있는 방안으로 다양한 환경변화에 생리적으로 적응할 수 있도록 의복기후를 만들어주어, 의복착용습관을 형성함으로써 인체의 생리적인 체온조절기능을 향상시켜 내한내열성을 향상시킬 수 있다고 하였다. 따라서 착의훈련은 내한내열성을 향상시키기 위해 의도적으로 더울 때는 다소 덥게, 추울 때는 서늘하거나 춥게 의복을 입는 것을 일정기간 동안 유지하는 의복에 의한 훈련이라고 정의할 수 있을 것이다.

2. 피험자

여성 피험자 15명의 나이, 키, 체중, 체표면적, BMI 평균값은 각각 23 ± 2 year, 161 ± 2 cm, 51 ± 3 kg, 1.52 ± 0.04 m², 19.68 ± 1.24 kg/m²이었다.

3. 착의훈련 전 내열성 측정

각 피험자는 $39 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH, 0.3m/s의 인공기후실에서 1시간 동안 직장은, 피부온도, 심박수, 혈압, 부위별 발한량(등: 구간부, 종아리: 사지부), 총 발한량, 주관적 감각(온열감, 습윤감, 쾌적감) 등을 측정하였다. 피험자의 내열성 수준을 정확하게 파악하기 위해 동일한 실험을 두 번 반복하였고, 두 실험 간의 측정날짜는 가능한 일주일을 넘기지 않도록 하였다. 측정기간

은 2009년 5월 3일~5월 14일이었다.

4. 그룹선정

착의훈련 전 15명의 피험자를 착의훈련의 유무와 강도에 따라 세 개 그룹에 5명씩 배정하였다. 그룹의 이름은 각각 N, W, MW로 명명하였다. 이 때 착의훈련 전 그룹 간 내열성 수준의 유의차를 배제하고자 하였다. 더불어 그룹 간 착의습관에 따른 차이가 없도록, <제1보>에서 측정된 쾌적하게 느끼는 의복기후, 환경, 착의량, 착의매수 등의 유의차 역시 배제하였다. 이를 위하여 내열성 측정항목(직장은, 평균 피부온, 직장은 상승도, 혈압, 심박수, 총 발한량, 발한율)과 착의훈련 지침 마련을 위한 측정항목(제1보: CW와 WW에서의 쾌적 의복기후, 환경기후, 착의량, 착의매수)을 군집변수로 취하여 K-평균 군집분석을 실시하였다. 계층적 군집화 결과에 의거하여 군집 수는 '3'으로 정하였다. 두 번째 단계로, 세 개 그룹의 피험자들을 임의로 그룹 N, W, MW에 배정한 후, 내열성과 착의훈련 지침 마련을 위한 측정항목에 대한 유의차를 검정하였다. 그룹 간 유의차가 없을 때까지 피험자를 그룹별로 임의 배치한 뒤 유의차를 검정하는 과정을 계속 반복하였다. 최종적으로 나누어진 세 그룹 중 N은 통제 그룹으로, 쾌적하고 시원하며, 냉방 시설을 적극적으로 활용하도록 하였다. 착의훈련 그룹은 W와 MW로 나누되, 착의훈련의 강도는 훈련기간 동안 유지하게 되는 의복내 온도 수준에 따라 달라졌다. 그룹 W는 훈련강도가 약한 그룹($34.2 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$), 그룹 MW는 훈련강도가 강한 그룹($35.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$)으로, 착의훈련 동안 지침이 되는 의복내 온도를 10주 동안 유지하도록 하였다.

5. 착의훈련의 지침에 따른 착의훈련

그룹 N은 비 훈련 그룹으로, 쾌적하게 의생활을 하도록 하였다. 그룹 W는 <제1보>에서 측정된 적정 의복내 온도를 유지하면서, 10주간 착의훈련을 실시하였다.

본 연구의 <제1보>에서는 15명의 피험자를 대상으로 쾌적착의 시와 덥게착의 시 각각 얻어진 쾌적범위를 합한 최종적인 쾌적범위에서 그 중간값을 적정 착의온도로 추정하였다. 착의훈련 강도에 따른 차이를 살펴보기 위해 그룹 MW는 적정 의복내 온도와 최종 쾌적범위 최고값 간의 중간값으로 착의훈련을 실시하였다. 예를 들어 그룹 MW에 속한 피험자 K의 적정 의복

내 온도는 34.1°C 로 예상하였다. 그러나 착의훈련 시에는 적정 온도 34.1°C 와 최종 쾌적범위 최고값 36.0°C 의 중간값인 35.2°C 를 10주간 유지하도록 하였다(Table 1). <Table 1>에 피험자별 최종 쾌적범위와 적정 착의 온도, 착의훈련 온도를 제시하였다.

피험자는 목욕, 샤워, 착·탈의 시를 제외한 시간 동안, 5분 간격으로 일주일에 5일, 총 10주(총 실험일수: 50일) 동안 가슴 부위 최내측 의복기후와 주위 환경(피험자 1m 내 온열 환경 온도)을 측정하였다. 착의훈련 기간은 2009년 5월 25일~8월 30일이었다. 피험자는 10주간의 착의훈련 동안 지침이 되는 의복내 온도를 가능한 유지하도록 노력하였다. 또한 피험자는 휴대용 용지에 착의량, 주관적 감각(온열감과 습윤감: ASHRAE 정신 심리 7등급 척도, 쾌적감: 일본공조위생학회 4단계 척도), 착의내용, 동작의 내용이나 변화 등이 생기면, 그때의 시간과 변화 내용을 직접 기록하였다. 주관적 감각에 따른 기록 및 의복기후 측정방식에 관한 실험방법은 Kim(2005)의 연구방법을 토대로 하였다.

6. 착의훈련 후 내열성 측정

착의훈련 전 내열성 측정 시와 동일한 방법, 과정으로 실험하였으며, 피험자 당 1번 실시하였다. 측정기간은 2009년 8월 24일~9월 7일이었다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 착의훈련 유무, 강도에 따른 피험자 그룹 선정 결과

착의훈련 전 그룹 간 유의차가 없도록, 세 개의 그룹에 피험자를 선정하였다. 내열성뿐만 아니라 착의습관과 관련해서도 가능한 유의차를 배제하기 위해서 <제1보>에서 수행한 착의훈련 지침 마련을 위한 측정항목들 역시 군집변수로 취하였다.

K-평균 군집분석 결과, 변수 중 유의차를 보인 항목은 수축기 혈압, CW에서 쾌적하게 느끼는 의복내 온도, WW에서 쾌적하게 느끼는 환경온도 및 의복내 온도였다. <Table 2>에는 이들 유의차를 보인 항목들에 대해서만 수록하였다. 군집분석 결과로 얻어진 세 그룹을 각각 G1, G2, G3로 명명하였다(Table 2). 그룹 G1, G2, G3의 피험자들을 다시 세 그룹으로 임의 배치하여, 이 그룹 간 측정항목의 유의차가 없도록 재배치

Table 1. Comfort zone, estimated optimal T_{cl} by subject

Subject	Thermally comfortable T_{cl} ($^{\circ}\text{C}$)		Definitive neutral zone of T_{cl} ($^{\circ}\text{C}$)	Estimated optimal T_{cl} ($^{\circ}\text{C}$)	Wear training guide
	CW	WW			
A	33.0 (1.4)	33.9 (0.9)	31.6~34.8	34.2	-
B	34.7 (1.0)	34.1 (0.8)	33.3~35.7	34.1	-
C	34.2 (2.4)	34.7 (1.4)	31.8~36.6	34.1	-
D	34.1 (1.9)	34.4 (1.1)	32.2~36.0	34.2	-
E	34.6 (1.2)	33.7 (1.3)	32.4~35.8	34.5	-
F	34.3 (1.1)	34.2 (1.3)	32.9~35.5	34.4	34.4
G	33.9 (0.9)	34.6 (0.8)	33.6~35.4	33.8	33.3
H	34.0 (0.7)	34.5 (1.8)	33.3~35.4	34.3	34.3
I	33.8 (1.4)	33.7 (1.1)	32.4~35.1	34.3	34.3
J	33.7 (1.4)	34.9 (1.3)	32.3~36.2	34.6	34.6
K	34.0 (1.4)	34.7 (1.3)	32.6~36.0	34.1	35.2
L	33.7 (0.5)	35.0 (0.9)	33.2~35.9	34.5	35.2
M	34.1 (1.1)	34.3 (0.8)	33.0~35.2	34.0	34.7
N	34.0 (1.1)	34.7 (1.3)	32.9~36.0	34.5	35.2
O	34.0 (1.3)	34.4 (0.8)	32.7~35.3	34.0	34.7
Mean (SD)	34.0 (1.1)	34.6 (0.9)	-	34.2 (0.4)	

하고 유의차를 검증하는 과정을 반복하였다. 그 결과 그룹 N에는 피험자 A, B, C, D, E가 그룹 W에는 피험자 F, G, H, I, J가 그룹 MW에는 피험자 K, L, M, N, O가 선정되었다.

2. 착의훈련의 지침과 실제 일상생활 중 의복내 온도 비교

<Table 3>은 착의훈련의 지침이 된 의복내 온도와 착의훈련 동안 일상생활 중 실제로 유지한 의복내 온도를 비교한 것이다. 즉, 피험자들이 훈련의 지침으로 제시한 의복내 온도를 제대로 유지하면서 생활하였는지의 여부를 살펴보기 위해 T-검정을 실시하였다. 착의훈련의 지침이 된 의복내 온도와 일상생활 중 실제 의복내 온도를 T-검정한 결과, 유의차가 없으므로 그룹 W, MW는 착의훈련의 지침으로 제시된 의복내 온도를 가능한 유지하면서 생활하였음을 알 수 있다.

3. 착의훈련 동안 수면과 일상생활 중 환경과 의복기후

<Table 4>는 10주 동안 그룹별 수면과 일상생활 중 환경과 의복기후에 대한 결과를 나타낸 것이다. 그룹

N은 수면 시 냉방 시설을 자유롭게 사용하도록 하였다. 착의훈련 그룹 W, MW는 수면 중에도 일상생활에서처럼 의복내 온도를 유지할 경우 열적 불쾌감이 커질 것으로 예상되어, 덥게 입도록 권하였으나 유지해야 할 의복내 온도를 별도로 제시하지는 않았다. 다만, 착의훈련 그룹은 수면 중 에어컨이나 선풍기와 같은 냉방장치를 가급적 사용하지 않을 것을 당부하였다.

그룹 N은 착의훈련 그룹 W, MW보다 수면 환경이 덜 덥고, 덜 습한 경향을 보였으나, 그룹 간 유의차는 수면 중 습도에서만 나타났다. 수면 중 의복내 온도는 그룹 간 유의차가 없었고, 의복내 습도는 그룹 N이 그룹 W와 MW보다 유의하게 덜 습하였다($p < .05$). 수면 중에는 착의훈련을 하지 않았으나 대체로 수면 환경과 그 때의 의복기후를 비교해 보았을 때, 비 훈련 그룹보다 착의훈련 그룹이 더 덥고 습한 환경에서 수면을 취하고, 착용한 의복기후가 더 높고 습한 경향을 보였다. 인간이 하루 24시간 중 6~8시간 수면을 취한다는 사실을 고려해 볼 때, 일상생활과 마찬가지로 수면 시에도 피험자들에게 적절한 의복내 온도가 주어졌다면 착의훈련의 효과가 더욱 명확하게 나타났을 것이다. 다만, 수면 중에는 피험자가 주관적 감각을 기록할 수 없어 정확한 쾌적역을 파악하기가 어렵고, 체동이나 무의식적인 체온조절행동 등을 고려해야 하므로 이

Table 2. The results of K-means Cluster Analysis of a heat tolerance experiment related to the clothing microclimate

Group	Subject	Z-score			
		Blood pressure	CW	WW	
				Thermally comfortable	
				T _{cl}	T _a
G1	A	0.796	-0.821	-1.848	-1.201
	D	0.354	-0.580	0.316	-0.708
	I	0.796	1.473	2.209	0.774
	N	1.534	0.869	0.721	0.033
	Mean	-0.531	-0.217	0.451	-1.695
G2	B	0.870	-0.187	-0.090	-0.523
	E	-0.088	0.869	0.992	-0.461
	G	-1.121	-0.097	-0.496	0.527
	J	-0.826	0.869	-1.037	0.280
	K	0.354	0.024	0.316	-1.695
	L	-1.416	-2.270	-0.225	1.267
	O	-0.700	-0.459	-0.129	0.245
	Mean	-1.268	0.386	-0.361	0.774
G3	C	0.206	-1.183	0.451	1.514
	F	1.534	0.749	-0.902	-0.214
	H	0.796	-0.821	0.451	0.774
	M	-1.121	0.749	-1.037	0.033
	Mean	0.354	0.990	0.316	0.095
F-value		5.924*	3.922*	6.435*	4.289*

* $p < .05$ **Table 3. The guide T_{cl} by wear training group**

Group	Subject	Guide T _{cl} (°C) for wear training	T _{cl} in daily life during wear training (°C)	T-value
W	F	34.2	34.5 (0.7)	-2.579
	G	34.5	34.7 (0.6)	
	H	34.4	34.6 (0.6)	
	I	33.8	34.6 (1.0)	
	J	34.3	34.5 (1.0)	
Mean (SD)		34.2 (0.4)	34.6 (0.8)	-
MW	K	35.2	35.2 (1.0)	.101
	L	35.2	35.0 (0.7)	
	M	34.7	34.6 (0.8)	
	N	35.2	34.7 (0.6)	
	O	34.7	35.4 (0.9)	
Mean (SD)		35.0 (0.3)	35.0 (0.8)	-

Table 4. The clothing microclimate and ambient by group during 10 weeks

Group		N	W	MW	F-value
Sleep	T _a (°C)	27.7 (0.4) ^b	27.8 (0.5) ^{ab}	28.1 (0.4) ^a	19.247**
	H _a (%RH)	56 (5) ^c	59 (4) ^b	62 (4) ^a	20.747**
	T _{cl} (°C)	34.5 (0.5)	34.5 (0.4)	34.6 (0.3)	0.579
	H _{cl} (%RH)	47 (4) ^b	49 (6) ^a	50 (7) ^a	4.159*
Daily life	T _a (°C)	26.9 (0.4) ^b	27.1 (0.5) ^a	27.0 (0.4) ^{ab}	2.630*
	H _a (%RH)	48 (5) ^b	58 (5) ^a	57 (6) ^a	4.601*
	T _{cl} (°C)	33.6 (0.9) ^c	34.6 (0.3) ^b	35.0 (0.4) ^a	72.117**
	H _{cl} (%RH)	48 (5) ^c	50 (4) ^b	57 (5) ^a	60.690**

* $p < .05$, ** $p < .01$

Duncan test: a>b>c

를 측정하는 것에 다소 어려움이 따를 수 있을 것으로 생각된다.

일상생활 중 의복기후는 그룹 간 유의차가 뚜렷하여 의복내 온도와 습도 모두 그룹 MW, W, N 순으로 덥고 습함을 확인할 수 있었다($p < .01$). 그룹 N은 세 그룹 중에서 일상생활 중 환경이 덜 습했고, 의복기후가 두 그룹보다 시원하고 덜 습하였다. 그룹 W와 MW는 일상생활 중 환경, 그 때의 의복기후가 비슷하였으나, 그룹 MW가 일상생활 중 의복기후가 유의하게 높았다($p < .01$). 일상생활 중 착의훈련 그룹이 의복내 온도를 덥게 유지하고, 냉방시설을 피하는 것은 비 훈련 그룹보다 더위 자극에 더 많이 노출되는 것을 의미한다. 이러한 의복에 의한 자극만으로도 운동에 의한 더위 적응과 같은 효과를 기대할 수 있는지 착의훈련 전후 쾌적 의복내 온도와 내열성 향상 수준을 비교·분석함으로써 확인하고자 한다.

4. 착의훈련 동안 일상생활 중 쾌적하게 느끼는 환경과 의복기후

10주 동안 일상생활 중 쾌적하게 느끼는 환경과 의

복기후의 평균값을 그룹별로 비교하였다(Table 5). 쾌적하게 느끼는 환경온도는 그룹 MW, W, N 순으로 높았다($p < .01$). 쾌적하게 느끼는 환경습도는 그룹 W가 다른 그룹보다 유의하게 높았다($p < .05$). 착의훈련 전에는 그룹 간 쾌적하게 느끼는 환경에 유의차가 없었다. 그러나 10주간의 착의훈련을 수행하면서, 착의훈련 그룹 W와 MW가 비 훈련 그룹 N보다 더 더운 환경에서도 쾌적함을 보였다.

쾌적하게 느끼는 의복내 온도는 그룹 MW, W, N 순으로 높은 온도에서도 쾌적함을 느꼈다($p < .01$). 쾌적하게 느끼는 의복내 습도는 그룹 중 MW가 유의하게 높았다($p < .05$). 착의훈련 전 그룹 간에는 쾌적하게 느끼는 의복기후에 유의차가 없었다. 그러나 10주간의 착의훈련을 수행하면서 착의훈련 그룹 W와 MW가 비 훈련 그룹 N보다 더 더운 환경온도와 의복내 온도에서도 쾌적하게 느꼈다. 이는 착의훈련 그룹이 비 훈련 그룹보다 더위에 더 유리한 방향으로 적응하였음을 보여주는 결과라 할 수 있을 것이다.

Kim(2005)의 연구에서, 실험에 참여한 남녀 모두 여름에 냉방 환경에 노출되어 생활하는 그룹이 낮은 의복내 온도를 유지하며, 더 낮은 의복내 온도를 선호하

Table 5. The thermally comfortable clothing microclimate and ambient by group in daily life

Group		N	W	MW	F-value
Thermally comfortable state	T _a (°C)	26.0 (0.4) ^c	26.2 (0.3) ^b	26.4 (0.3) ^a	37.262**
	H _a (%RH)	54 (5) ^b	56 (5) ^a	54 (4) ^b	5.719*
	T _{cl} (°C)	34.2 (0.5) ^c	34.6 (0.4) ^b	35.2 (0.3) ^a	82.794**
	H _{cl} (%RH)	47 (7) ^b	49 (5) ^b	52 (5) ^a	7.136*

* $p < .05$, ** $p < .01$

Duncan test: a>b>c

는 것으로 나타났다. 또한 여름철 자연 환경에 주로 노출되어 높은 의복기후에서 생활한 그룹은 전신이 더위에 노출되었을 때 상대적으로 체온조절능력이 우수한 것으로 나타났다. 이를 본 연구의 결과에 적용하면, 착의훈련을 통해 더위에 더 빈번히 노출된 그룹 W와 MW가 비 훈련 그룹보다 더 높은 의복내 온도에서도 쾌적함을 느낌으로써, 더위 적응에 있어 더 유리함을 보인다고 해석할 수 있다. 또한 이 결과를 적정 의복내 온도에 의한 착의훈련이 효과적임을 뒷받침하는 근거로 볼 수 있다. 이러한 해석에 대해서는 내열성 측정 결과를 통해 검증할 수 있을 것이다.

5. 착의훈련 전후 쾌적 환경, 의복기후 비교

착의훈련 전 데이터는 착의훈련 지침을 마련하기 위한 과정에서 수행한 실험결과(제1보: CW상태에서 5일간 측정한 일상생활 중 데이터)를 이용하였다. 착의훈련 후 데이터는 훈련 10주 때의 데이터를 이용하였다. 착의훈련 전과 후 데이터 중, 일상생활에서 쾌적하게 느끼는 의복기후와 환경의 평균값을 T-test로 비교·분석하였다(Table 6).

그룹 N은 훈련 전후 쾌적하게 느끼는 환경온도와 습도가 비슷하였고 유의차가 없었다. 그룹 N이 쾌적하게 느끼는 의복내 온도는 약 0.1°C, 습도는 약 4%RH 높아졌으나 유의차가 없었다.

그룹 W는 훈련 전보다 훈련 후 쾌적하게 느끼는 환경온도는 약 0.1°C, 습도는 약 4%RH 높아졌고, 유의차는 없었다. 그룹 W가 쾌적하게 느끼는 의복내 온도는 훈련 전보다 약 0.5°C, 의복내 습도는 약 10%RH 높아졌는데, 유의차는 의복내 온도에서만 나타났다($p<.01$).

그룹 MW의 경우 쾌적하게 느끼는 환경온도는 훈련 전보다 약 1.3°C, 환경습도는 약 1% RH 높아졌으나 유의차는 없었다. 그룹 MW가 쾌적하게 느끼는 의복내 온도는 훈련 전보다 약 1.2°C, 의복내 습도는 훈련 전보다 약 8%RH 높아졌고, 모두 유의차가 있었다.

착의훈련 후 훈련 그룹은 비 훈련 그룹보다 의복내 온도가 0.5~1.2°C 더 높았음에도 불구하고 여전히 쾌적하게 느낌을 확인할 수 있었다. 특히 그룹 MW의 경우 의복내 온도뿐만 아니라 높은 의복내 습도에서도 쾌적함을 보여, 훈련강도에 따른 차이도 볼 수 있었다. 이것은 착의훈련 전 쾌적하게 느끼는 의복기후에 유의차가 없었던 피험자들이 착의훈련을 수행함으로써 더 덥고, 습한 환경에서도 여전히 쾌적한 상태를 유지할 수 있음을 의미한다. 그러므로 비 훈련 그룹보다 훈련 그룹들이 더위에 더 유리한 방향으로 적응하였음을 알 수 있다. 또한 훈련강도가 강한 그룹이 더위 적응에 더 유리함을 알 수 있었다. 이러한 결과가 내열성 향상을 의미하는지에 대해서는 착의훈련 전후 내열성 측정결과를 통해 확인할 수 있을 것이다.

Table 6. Change of thermally comfortable clothing microclimate, ambient by group in daily life

		Group	CW (before wear training)	During wear training (tenth wear training)	T-value
Thermally comfortable state	T _a (°C)	N	26.0 (1.0)	26.0 (0.4)	-.478
	H _a (%RH)		54 (9)	54 (5)	1.985
	T _{cl} (°C)		34.1 (1.0)	34.2 (0.5)	-.222
	H _{cl} (%RH)		41 ^b (8)	47 (7)	-1.520
	T _a (°C)	W	26.1 (1.2)	26.2 (0.3)	-.333
	H _a (%RH)		52 ^{ab} (8)	56 (5)	1.662
	T _{cl} (°C)		34.1 ^b (0.9)	34.6 (0.4)	-3.601**
	H _{cl} (%RH)		39 ^b (11)	49 (5)	-2.106
	T _a (°C)	MW	25.1 ^b (2.2)	26.4 (0.3)	-2.053
	H _a (%RH)		53 ^b (5)	54 (4)	.202
	T _{cl} (°C)		34.0 ^c (0.9)	35.2 (0.3)	-10.382***
	H _{cl} (%RH)		40 ^b (8)	52 (5)	-3.406**

** $p<.01$, *** $p<.001$

Duncan test: a>b>c

6. 착의훈련 전후 내열성 측정결과 비교

일반적으로 더위에 노출되었을 때 혈관 조절만으로 체온을 유지하기 어렵게 되면, 발한에 주로 의지하게 된다(Parsons, 2003). 내열성이 향상되면 말초 부위의 열전도성이 높아지고, 발한에 의한 증발이 더욱 효율적으로 일어난다(Roberto, 1993). 그리고 내열성 향상 수준이 더욱 높아질수록 발한량, 피부온도, 직장온도는 적응 초기보다 감소하거나 낮아지고(Nadel et al., 1974; Nielsen et al., 1993), 생리적 부담의 지표인 직장은 상승도 역시 감소하게 된다(Parsons, 2003). 본 연구에서 피험자들이 노출된 인공기후실의 환경은 $39\pm1^{\circ}\text{C}$, $65\pm5\%\text{RH}$ 로 물리적 조절이 필요한 덥고 습한 환경이다. 따라서 10주 동안 의복을 더 많이 입는 착의훈련이 더위 자극이 되었다면, 착의훈련 전보다 내열성 향상의 효과를 기대할 수 있을 것이다. 착의훈련 전후 그룹별 내열성 측정결과는 <Table 7>에 제시하였다.

동일한 환경에 노출되었을 때, 그룹 N은 10주 전보다 종아리 부위 발한량이 증가하였다($p<.05$). 그러나 이외 항목에서는 10주 전과 유의차가 없었다. 앞서 이 그룹은 10주 전과 후 쾌적하게 느끼는 의복기후와 환경에서도 유의차가 없었다. 부위별 발한량을 제외하고 다른 항목에서 유의차가 없었으나, 직장온과 평균 피부온은 오히려 증가하는 경향을 보였고, 동일한 환경에 대해 더 습하고 더 불쾌하게 느끼는 경향을 보여, 비 훈련 그룹 N은 10주 전과 후 내열성 수준에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 판단된다.

그룹 W는 착의훈련 후 직장온도, 직장온 상승도가 낮아지지는 않았다. 그러나 훈련 전보다 등 부위 발한량이 증가하였고($p<.05$), 동일한 더위에 대해 10주 전보다 덜 덥게 느꼈다($p<.05$). 앞서 그룹 W는 착의훈련 후 의복내 온도가 더 높아져도 쾌적하게 느꼈는데, 내열성 측정 시 온열감에서도 동일한 결과를 얻을 수 있었다. Ko(2011)는 더위에 적응된 사람일수록 동일한 더위에 대해서 덜 덥게 느끼는 것으로 보았다. 이러한 결과를 종합해보았을 때, 그룹 W는 착의훈련 후 내열성 수준이 더 향상된 것으로 판단된다.

그룹 MW는 훈련 전보다 평균 피부온은 낮으면서, 총 발한량, 등, 종아리 부위 발한량이 증가하였으며, 낮은 직장온을 유지하였다. 또한 이러한 결과는 훈련 전과 비교 시 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 그룹 MW는 혈관조절과 발한 반응을 통해 훈련 전보다 직장온을 낮게 유지할 수 있었을 것으로 예상된다. 특히 서

열순화가 이루어지면 심부체온이 저하하는 것으로 알려져 있는데(Aoyagi et al., 1994; Nielsen et al., 1993), 만약 본 실험에서 훈련강도를 높이거나 훈련기간을 길게 하였다면, 직장온 상승도를 낮출 수 있는 가능성도 기대해 볼 수 있을 것으로 사료된다.

착의훈련 후 내열성 측정결과를 그룹 간 비교하였다. 그 결과 직장온, 직장온 상승도, 평균 피부온, 심박수의 경우 그룹 N보다 훈련 그룹 W와 MW가 유의하게 낮아 생리적 부담이 덜함으로서 내열성 측면에서 유리함을 보였다. 그룹 W와 MW는 측정항목 간 유의차 없었다. 그러나 그룹 MW는 그룹 W보다 총 발한량과 부위별 발한량이 높으면서, 평균 피부온, 심박수, 직장온, 직장온 상승도가 더 낮은 경향을 보였다. 또한 훈련 전보다 훈련 후 더위 적응에 있어서도 가장 유리함을 보였다. 이를 통해 그룹 MW가 그룹 W보다 내열성 측면에서 좀 더 유리한 경향을 보인다고 판단된다.

이상의 결과를 종합하면 그룹 MW는 내열성 증진 정도가 그룹 중 가장 두드러졌고, 착의훈련 후 내열성 수준이 세 그룹 중 가장 높은 경향을 보여 더위에 가장 유리하게 적응하였음을 확인할 수 있었다. 그렇지만 그룹 W는 착의훈련 강도가 그룹 MW보다 낮으면서도 착의훈련 후 그룹 MW에 준하는 내열성 증진 효과를 보여, 이 정도의 의복기후조절로도 내열성 수준을 향상시킬 수 있음이 확인되었다. 그러므로 본 연구에서 추정된 적정 의복내 온도를 내열성을 향상시키기 위한 착의훈련의 지침으로 사용가능함을 확인하였다. 더불어 착의훈련의 강도를 높이기 위해 적정 의복내 온도 값과 임계점의 중간값을 유지한 그룹 MW의 경우 피험자에게 제시된 의복내 온도가 온열적인 쾌적범위를 벗어나지 않으면서 내열성을 향상시킬 수 있었으므로 이 역시 적정 의복내 온도로 볼 수 있을 것이다.

IV. 요약 및 결론

본 연구의 <제1보>에서는 여름철 내열성 향상을 위해 향난기와 여름철 피험자별로 적정 수준으로 예상되는 의복내 온도를 설정하였다. <제1보>에서 적정 의복내 온도는 쾌적하게 입었을 때와 평소보다 더 입되 가능한 쾌적한 상태를 유지하였을 때 의복내 온도의 쾌적범위를 통합하여 그 중간값으로 설정하였다. 적정 의복내 온도는 실험에 참여한 15명의 여성 피험자 각자의 쾌적범위에 따라 예측하였다. 본 연구는 그 후속 연구로, 동일한 피험자들이 예측한 적정 의복내 온도

Table 7. Results of heat tolerance experiment

	T _{re} (°C)			ΔT _{re} (°C)			T _{sk} (°C)		
	Before	After	T-value	Before	After	T-value	Before	After	T-value
N	37.56 (0.32)	37.71 ^a (0.15)	-1.968	0.46 (0.13)	0.54 (0.18)	36.89 ^a (0.43)	36.54 (0.47)	36.89 ^a (0.43)	-.662
W	37.64 (0.16)	37.57 ^b (0.23)	1.570	0.40 (0.05)	0.45 (0.07)	36.24 ^b (0.47)	36.74 (0.52)	36.24 ^b (0.47)	1.764
MW	37.58 (0.21)	37.34 ^b (0.21)	4.360*	0.41 (0.07)	0.40 (0.03)	35.83 ^b (0.41)	36.74 (0.47)	35.83 ^b (0.41)	5.029*
F-value	0.111	3.230*	-	0.603	1.923	6.830*	4.281	6.830*	-
	Heart rate (bpm)			Blood pressure (mmHg)					
	Before	After	T-value	Systolic			Diastolic		
				Before	After	T-value	Before	After	T-value
N	102 (8)	101 ^a (10)	.194	103 (6)	100 (8)	1.118	61 (8)	63 (6)	-1.414
W	99 (7)	96 ^b (6)	1.492	94 (7)	93 (6)	.568	58 (7)	57 (6)	.513
MW	101 (8)	92 ^b (8)	2.675	98 (10)	95 (9)	1.765	57 (7)	56 (6)	.492
F-value	0.149	10.233*	-	0.920	1.237	-	0.319	2.566	-
	Total weight loss (g/m ² /hr)			Local sweating (mg/12cm ² /hr)					
	Before	After	T-value	Back			Legs		
				Before	After	T-value	Before	After	T-value
N	75 (18)	90 ^b (7)	-3.236*	0.4262 (0.1035)	0.4982 (0.0625)	-1.6831	0.1201 (0.0393)	0.1618 (0.0558)	-4.6386*
W	82 (15)	100 ^{ab} (25)	-2.386	0.4661 (0.0792)	0.5466 (0.0758)	-7.2948*	0.1255 (0.0353)	0.1751 (0.0328)	-2.5257
MW	87 (32)	124 ^a (25)	-8.089**	0.4618 (0.1070)	0.6387 (0.1537)	-3.9072*	0.1069 (0.0372)	0.2198 (0.1100)	-2.7893*
F-value	0.337	3.430*	-	0.639	1.607	-	0.263	0.682	-
	Thermal sensation			Humidity sensation			Comfort sensation		
	Before	After	T-value	Before	After	T-value	Before	After	T-value
N	1.9 (0.7)	1.8 (0.6)	-.383	1.7 (1.1)	2.0 ^a (0.6)	-1.082	-1.4 (0.8)	-1.6 (1.1)	2.291
W	2.0 (0.4)	1.5 (0.7)	4.869*	1.7 (1.3)	1.6 ^b (0.7)	.548	-1.6 (0.8)	-1.5 (0.8)	-.880
MW	2.2 (0.5)	1.5 (0.6)	17.678***	1.9 (1.2)	1.5 ^b (0.7)	2.750*	-1.7 (0.7)	-1.3 (0.6)	-5.303**
F-value	0.726	1.641	-	0.538	4.362*	-	0.507	0.825	-

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Duncan test: a>b

를 유지하면서 10주간 착의훈련을 수행하도록 하였다. 그리고 착의훈련 전후 내열성 향상 효과를 비교함으로써 예측한 적정 의복내 온도의 적응가능성을 검증하고자 하였다. 즉, 본 연구는 <제1보>에서 예상한 적정 의

복내 온도가 인체의 내열성을 향상시키는데 기여할 수 있는 지 그 타당성을 검증하고자 하는 목적으로 수행되었다. 착의훈련 기간은 2009년 5월 25일~8월 30일이었다. 착의훈련의 유무와 강도에 따른 차이를 두기 위

해 착의훈련 전 피험자를 세 그룹으로 나누었다. 착의훈련 전 피험자 간 내열성 수준의 유의차를 배제하기 위하여 훈련 전 내열성 수준과 착의훈련 지침을 마련하기 위해 수행한 실험결과 간에 유의차가 없도록 그룹을 구성하였다. 특히 <제1보>에서 적정 착의를 예측하기 위한 실험항목을 변수로 취한 것은 착의습관과 관련된 유의차를 가능한 배제하기 위함이다. 15명의 피험자를 세 그룹으로 나누었고, 한 그룹에 5명의 피험자가 포함되었다. 이 중 비 훈련 그룹 N은 가능한 시원하고 쾌적하게 생활하고, 냉방 시설을 적극적으로 이용하도록 하였다. 착의훈련 그룹 W는 <제1보>에서 예상한 적정 의복내 온도로 착의훈련을 실시하였다. 적정 의복내 온도는 피험자 각자의 쾌적착의 시와 덥게착의 시 각각 얻어진 쾌적범위를 합한 최종적인 쾌적범위에서의 중간값으로 예측하였다. 착의훈련 그룹 MW는 착의훈련 강도가 더 큰 그룹으로, 이 그룹은 예상 적정 의복내 온도와 최종 쾌적범위 최고값 간의 중간값을 지침으로 착의훈련을 실시하였다. 착의훈련 그룹 피험자 10명의 경우, 각자의 쾌적범위를 고려한 착의훈련 온도가 지침으로 주어졌다. 참고로 그룹 W의 평균 착의훈련 온도는 34.2°C , 그룹 MW는 평균 35.0°C 였다.

10주간의 착의훈련 결과, 착의훈련의 지침이 되는 온도와 실제로 착의훈련 중 유지했던 온도는 유의차가 없어, 착의훈련 그룹들이 지침이 되는 의복내 온도에 가깝게 유지하며 생활하였음을 확인할 수 있었다. 착의훈련 그룹들이 일상생활 중 실제로 유지했던 의복내 온도는 그룹 W의 경우 $34.6 \pm 0.8^{\circ}\text{C}$ 로 그룹 N($33.9 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$)보다 약 0.7°C 높은 의복내 온도를 유지하였고, 그룹 MW는 $35.0 \pm 0.8^{\circ}\text{C}$ 로 그룹 N보다 약 1.1°C 높게 의복내 온도를 유지하였다. 그 결과 쾌적하게 느끼는 온도가 착의훈련 전보다 그룹 W는 0.5°C , 그룹 MW는 약 1.2°C 높아졌다. 이에 반해 그룹 N은 쾌적하게 느끼는 의복내 온도가 훈련 전보다 약 0.1°C 높아졌다. 쾌적하게 느끼는 의복내 온도가 높아졌다는 것은 더 높은 의복내 온도에서도 쾌적함을 유지할 수 있음을 의미하며, 이것은 내열성이 향상되었을 가능성을 시사한다. 이에 대해서는 착의훈련 전후 내열성을 비교하여 검증하였다.

착의훈련 전후의 내열성 수준을 비교한 결과, 그룹 N은 훈련 전보다 발한이 증가하였음에도 평균 피부온도는 증가하여 더위 적응에서 불리한 양상을 보였다. 그룹 W는 비록 직장온도를 낮게 유지하거나 직장온상승도가 낮아지는 결과를 얻지는 못했으나, 훈련 전보다 등 부위 발한량이 증가하였고, 동일한 환경에 대

해 피험자들이 훈련 전보다 덜 덥게 느껴 착의훈련 전보다 더위에 더 적응되었음을 확인할 수 있었다. 그룹 MW는 훈련 전보다 평균 피부온, 총 발한량, 등과 다리 부위 발한량이 유의하게 감소하였다. 또한 착의훈련 후 동일한 환경에 대해 덜 덥고, 덜 습하며, 덜 불쾌하게 느껴 내열성이 향상되었음을 확인하였다. 그룹 W와 MW는 측정항목 간 유의차가 없었는데, 특히 그룹 W는 착의훈련 강도가 MW보다 낮았음에도 불구하고, 그룹 MW에 준하는 내열성 향상 효과를 확인할 수 있었다. 이를 통해 본 연구에서 예상한 적정 의복내 온도에 의한 착의훈련이 내열성을 향상시키는데 효과적임을 알 수 있다. 더불어 착의훈련의 강도를 높이기 위해 적정 의복내 온도값과 임계점의 중간값을 유지한 그룹 MW의 경우 피험자에게 제시된 의복내 온도가 온열적인 쾌적범위를 벗어나지 않으면서 내열성을 향상시킬 수 있었으므로 이 역시 적정 의복내 온도로 볼 수 있을 것이다.

이상의 결과를 통해, <제1보>에서 설정한 의복내 온도를 유지하면서 10주간 착의훈련을 실시할 경우, 내열성 증진의 효과를 얻을 수 있음을 확인하였다. 이러한 연구결과는 내열성을 향상시키기 위해서 착의훈련을 할 때, 개인별로 의복내 온도를 몇 도로 유지해야 하는지 정량적인 값을 구하고자 한 <제1보>에서의 연구방법론적 타당성을 뒷받침한다. 또한 착의훈련을 실시할 때 의복내 온도를 정량적으로 제시할 수 있으므로 통제 및 관리가 용이하여 착의훈련의 효과를 높일 수 있다. 따라서 본 연구는 방위체력의 일환인 내열성을 증진시킬 수 있는 하나의 방법으로 의복을 이용할 수 있는 구체적인 방법을 제시함으로써 건강한 국민 의생활에 기여할 수 있다는데 그 의의가 있다할 것이다. 다만, 선행연구에서 설정한 착의지침에 따른 착의훈련이 내열성을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었음에도 불구하고, 생리적 부담을 줄이면서 직장온상승도까지 더 낮출 수 있도록 생리적 적응 수준을 더 높이기 위해서는, 본 연구에서 보다 착의훈련 강도를 높이거나, 훈련기간을 더 길게 하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 본 연구는 그 대상이 20대 성인 여성으로 한정되어 있어, 결과 역시 이에 한정하여 해석해야 할 것이다. 따라서 성별, 연령, 체형 등에 따른 생리적 능력의 차이를 고려한 연구가 이루어져야 할 것이다. 적정 의복내 온도와 함께 착의량, 착의매수와 피복면적과 같은 정보가 주어진다면 더욱 실용적인 착의훈련의 지침이 될 수 있을 것이다.

References

- Aoyagi, Y., McLellan, T. M., & Shephard, R. J. (1994). Effects of training and acclimation on heat tolerance in exercising men wearing protective clothing. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 68(3), 234-245.
- Choi, Y. H., & Lee, S. W. (1996). Effect of clothing habit on thermoregulation of body: A comparative skirt and slacks. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 20(6), 983-991.
- Dawson, C. A., Roemer, R. B., & Horvath, S. M. (1970). Body temperature and oxygen uptake in warm and cold-adapted rats during swimming. *Journal of Applied Physiology*, 29(2), 150-154.
- Hwang, S. K., Choi, J. W., & Seong, W. K. (1999). The effect of seasonal clothing weight on resting metabolic rate. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 23(3), 483-494.
- Jeong, W. S. (2006). Effect of wear training on temperature adaptability of the obese children. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 30(3), 407-411.
- Jeong, Y. O., & Choi, J. W. (1993). Estimation of standard clothing weight for rural residents in their indoor living. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 17(4), 518-528.
- Kim, M. K., Choi, J. W., & Yeom, H. G. (1995). Effect on the human thermoregulation of wear training in air condition. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 19(3), 504-515.
- Kim, S. Y. (2005). *The relationship clothing microclimate and cold/heat tolerance*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Ko, E. S. (2011). *Effects of wear training on cold and heat tolerance by subjective thermal sensation*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Lee, J. M. (1997a). The Relationship between increased cold tolerance resulting from cool clothing on heat tolerance. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 21(4), 669-676.
- Lee, J. M. (1997b). Time course of increased cold tolerance resulting from cool clothing in daily life. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 21(6), 1003-1009.
- Lee, J. M., Lee, S. W., & Jun, T. W. (1997). The effect of clothing habits wearing cool or warm on motor ability. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 21(2), 286-291.
- Nadel, E. R., Pandolf, K. B., Roberts, M. F., & Stolwijk, J. A. J. (1974). Mechanical of thermal acclimation to exercise and heat. *Journal of Applied Physiology*, 37(4), 515-520.
- Nielsen, B., Hales, J. R. S., Strange, S., Christensen, N. J., Warberg, J., & Saltin, B. (1993). Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. *The Journal of Physiology*, 460, 467-485.
- Park, J. H. (2009). *Effect of wear training on hemodynamic responses and cold tolerance*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Park, J. H., & Choi, J. W. (2010). *Wear training for developing cold tolerance on comfort zone of microclimate and subjective Sensation*. *Journal of the Korean Society of Living Environment System*, 17(3), 334-345.
- Parsons, K. C. (2003). *Human thermal environment-The effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance*. London: Taylor & Francis.
- Park, S. S., & Lee, W. J. (1999). Effect on the subcutaneous fat thickness of the clothing training in the cold condition. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 23(4), 551-562.
- Roberto, F. A. (1993). *Human adaptation and accommodation*. Michigan: The University of Michigan Press.