

의복착용 습관이 추위적응 능력에 미치는 영향

이 증 민 · 이 순 원*

상지대학교 병설 전문대학 의상과 · *서울대학교 의류학과

The Effect of Clothing Habits on Cold Acclimatization

Jong-Min Lee · Soon-Won Lee*

Dept. of Clothing, Sang-Ji Junior College

*Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1996. 12. 9 접수)

Abstract

The subjects wearing cool clothing (C group) or warm clothing (W group) in daily life from September to February of the following year were tested to examine whether cold acclimatization takes place by clothing habits. Subjects rested at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, then were exposed to $15 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 5\%$ R.H. for 90 min in September, November, December, and February.

Rectal temperature (T_{re}) of C group after 90 min cold exposure did not drop below the T_{re} in 25°C throughout the study. W group's T_{re} , however, dropped below the temperature in 25°C from December. Shivering stopped after December in C group while W group continued to show it for the whole study. In resting, C group showed higher heat production than W group in February, and the rate of increase in heat production during cold exposure was smaller in C group than W group in February. C group showed less cold sensation than W group in the same coldness.

These results suggest that the level of cold acclimatization may be improved by the habits wearing less clothes in daily life.

I. 서 론

기후의 계절적인 변화는 인체의 여러 가지 생리적인 변화를 초래하는 것으로 알려져 있다.

수분과 전해질 대사와 관련하여 혈청량은 여름에 증가하고 겨울에 감소한다는 보고가 있고¹⁾, Kang 등²⁾과 Hong³⁾에 따르면 해녀의 기초대사율은 여름에는 DuBois의 표준치+5에서 겨울에는 표준치+35의 범위

를 보이는 한편 대조군은 일년내내 일정한 수준을 유지하였다고 하여 겨울동안 해녀의 기초대사가 상승하는 것은 찬 바닷물에 계속 침수함으로써 추위에 적응된 까닭이라고 하였다. 또한 Davis 등⁴⁾은 추위에 대한 계절 적응의 연구에서 1월에 측정된 떨림이 10월의 측정치보다 7% 감소하고, 평균직장온과 평균피부온은 일관되게 유의한 변화가 없었다고 하여 이러한 떨림의 감소는 떨림개시 피부온 역치(threshold)의 변화와 관계가 있다고 설명하였다. 이와 같은 환경변화에 따른 생리적인

변화는 인체의 정상적인 기능을 유지하기 위한 생리적인 적응으로서 인체 내부의 상대적인 항상성을 나타내는 것이라고 볼 수 있다²⁾.

한편, 오늘날 과학과 기술의 급속한 발전은 사람들의 생활스타일과 문화생활 뿐 아니라 생리적인 능력에도 많은 영향을 미치게 되었다³⁾. 즉 기후변화에 대해 의복이나 냉난방 시설을 이용하며 극도의 온열 쾌적환경을 추구함에 따라 결과적으로 인체는 환경적응이라는 관점에서 볼 때 생리적인 적응능력의 저하를 초래하게 되었다⁴⁾. 이에 대해 MacLean 등⁵⁾은 사람의 생리적인 반응에 대한 계절적인 변동은 기후변화 때문이 아니고 2차적으로 의복이나 음식물, 혹은 그외의 요소 때문이라고 지적한 바 있고, Glick 등⁶⁾은 사람에 있어 계절적응의 증거는 없다고 결론지었다.

이에 본 연구에서는 계절변화에 따른 현대인의 환경적응 능력을 의복착용 효과면에서 검토함으로써 계절적응의 메카니즘을 규명하고 나아가 의복 착용방법에 의해 기후적응력의 향상이 가능한지를 확인해 보고자, 일상생활에서 착용하는 의복이 인체의 생리적인 계절적응 수준에 미치는 영향을 실험하였다. 이를 위하여 추위가 시작되는 9월부터 다음해 2월 말까지 늘 다소 춥게 의복을 착용하고 생활하는 사람들과, 항상 따뜻하게 의복을 착용하고 생활하는 사람들의 내한성을 측정, 비교하였다.

II. 연구 방법

1. 피험자 및 착의 훈련

피험자는 건강한 여자 대학생 10명으로서 5명씩 두 그룹으로 나누어 94년 9월부터 이듬해 2월까지 한 그룹

Table 1. Physical characteristics of subjects

	C group	W group
Age (yr)	19.8±0.3	19.8±0.3
Height (cm)	161.6±3.8	159.4±2.4
Weight (kg) ^a	52.8±4.0	53.2±4.1
Surface Area (m ²)	1.56±0.07	1.55±0.01
Clothing Weight (g/m ²)		
Indoor	310±74	590±164
Out door	1240±132	1519±161

Values are M±SD.

은 매일 한시간각각면에서 다소 춥거나 서늘한 느낌이 들도록 의복을 착용하고 생활하도록 하여 cold group(이하 C그룹이라 칭함)이라 하였으며, 다른 한 그룹은 동일한 시기에 따뜻한 느낌이 들도록 의복을 착용하도록 하여 warm group(이하 W그룹이라 칭함)이라고 하였다(Table 1). 피험자는 자각적 내한성 평가 실험⁷⁾을 통하여 내한성이 유사한 사람들로 구성하였으며, 전체 연구기간 동안 모든 피험자는 어떠한 규칙적인 운동을 삼가하였다.

2. 내한성 평가실험

1) 실험 시기

실험은 착의훈련 초기인 1994년 9월 중순과 훈련 중인 11월 중순, 12월 말, 그리고 훈련말기인 1995년 2월 말에 행하였으며, 실험시 외기환경온은 각각 22~24, 12~15, -5~0, 0~5℃였다.

2) 환경조건 및 실험의복

예비실험을 통하여 준비실은 피험자가 실험복을 착용하고 추위도 더위도 느끼지 않는 온열 중립환경 조건으로 25±1℃, 50±5% R.H.를 조성하고, 실험실은 떨림이 유발되는 추운환경 조건으로 15±1℃, 50±5% R.H., 기류 0.4m/sec 전후로 설정하였으며, 실험복은 진소매 셔츠와 긴바지 및 면양말로서 의복의 총중량은 513g이었다.

3) 실험 방법

피험자는 팬티와 브레이지어 위에 실험복과 면양말을 착용하고 환경 중립온인 25℃로 조절된 준비실에서 1시간 정도 안정을 취한 후 센서를 부착, 혹은 삽입하고 20분 정도 다시 안정하여 직장온과 피부온이 일정한 상태 되었다고 판단되면 직장온과 7부위 피부온, 산소섭취량 및 주관적인 감각을 1회 측정하고 곧바로 추운환경 조건(15±1℃, 50±5% R.H., 기류 0.4 m/sec 전후)으로 조절된 실험실로 이동하여 90분 동안 의자에 편안히 앉은 상태에서 10분 간격으로 직장온, 피부온, 주관적인 감각을 측정하였다. 추운환경 노출후 10분, 45분, 85분 경과시에는 매회 5분동안의 산소섭취량을 측정하였으며 노출기간 내내 떨림의 개시시작도 측정하였다. 준비실에서의 측정은 안정시 반응이라 하여 11월 이후부터 행하였다. 실험순서는 Fig. 1과 같다.

	rest at 25°C										exposure to 15°C												
	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Tre, Ts, Subjective sensation	(*)		*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
O ₂ uptake	(*)		*				*							*				*				*	
Shivering																							

* measurement

Fig. 1. Experiment procedure

4) 측정 항목

(1) 피부온 및 직장은

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

(2) 산소소비량¹¹⁾

산소소비량은 대회 5분 동안의 호기를 더글러스 백(douglas bag)에 채취하여 건식가스메타(dry type gas meter)로 용적을 측정한 후 가스분석기(gas analyser, Nec San-ei Instruments, Ltd.)로 가스의 농도를 분석하여 표준상태(STPD)로 환산한 \dot{V}_{O_2stp} (l/min)를 산출하였다. 그리고 이 산소소비량을 토대로 하여 열생산량은 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{Heat Production (kcal/min} \cdot \text{kg)} = \dot{V}_{O_2} \text{ (l/min)} \times 4.83$$

(4.83 : 11 산소소비에 대한 발생열량)

(3) 주관적 감각

온냉감과 쾌적감을 일본 공조·위생공학회 척도¹²⁾를 사용하여 온냉감은 9등급, 쾌적감은 4등급으로 점수화하였다.

(4) 떨림 개시시각

피험자와 실험자가 눈으로 감지할 수 있는 떨림의 개시시각을 측정하였다.

이러한 측정치 이외에도 심부온과 외각온간의 온도기울기는 $T_{re} - T_{sk}$ 식에 의해 산출하였고, 내한성지수¹³⁾는 $\Delta M / \Delta T_{sk}$ 식으로 산출하였다(ΔM : 추운환경으로 이동시 산열 증진도, ΔT_{sk} : 추운환경으로 이동시 평균피부온 하강도).

3. 통계분석

실험결과에 대한 통계분석은 계절별 두 그룹 인체반응의 차이는 일원분산분석하였고, 각 그룹의 계절에 따른 반응의 차이도 일원분산분석하여 유의한 차이를 나타낸 측정항목에 대해 던컨(Duncan) (0.05) 다중 비교 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

본 연구에서 얻어진 두 그룹의 생리적인 반응의 결과는 Table 2로 요약될 수 있다.

Fig. 2를 보면 전체 실험계절 동안 C그룹은 추운환경 노출 마지막 30분간의 직장은 노출전인 온열중립 환경에서의 온도보다 높게 유지된 반면에 W그룹은 12월 이후 온열중립 환경에서의 온도 이하로 하강하였고, Fig. 3을 보면 C그룹의 직장은 9월에 비해 2월에 유의하게 높아진 반면에 ($p < 0.01$), W그룹의 직장은 9월에 비해 2월에 유의하게 낮아졌다($p < 0.01$). 그리고 직장은 수준의 변화는 C그룹의 경우 37.12°C에서 37.27°C의 범위로 0.15°C의 차이를 보인 반면 W그룹에서는 37.11°C에서 37.40°C의 범위로 0.29°C의 차이를 보여 계절에 따른 장기적인 반응도 단기적인 90분간의 반응과 유사하게 W그룹의 직장은 변화가 크게 나타났다.

이와 같이 12월 이후 추운환경에서 90분 동안 노출시 C그룹의 직장은 노출전 온도 이하로 하강하지 않은 반면, W그룹의 직장은 60분 이내에 노출전 온도 이하로 하강한 결과는 C그룹이 추운환경에서 열손실을 줄이면서 열생산을 효율적으로 행한 반면에 W그룹은 산열에 비해 방열이 컸던 것에 기인한 결과라고 판단된다.

Table 2. Physiological responses of two groups obtained in September and February at 15°C

	C group		W group	
	September	February	September	February
Rectal temp (°C)	37.12±.03	37.27±.03**	37.30±.03	37.14±.03**
Head skin temp (°C)	31.41±.09	31.07±.11**	31.96±.11	31.64±.14*
Trunk skin temp (°C)	31.24±.15	31.86±.16*	32.28±.14	32.11±.12
Arm skin temp (°C)	27.98±.26	27.53±.22	27.96±.29	27.38±.18
Hand skin temp (°C)	24.33±.43	23.48±.41	23.87±.51	23.74±.38
Thigh skin temp (°C)	27.11±.18	25.61±.21**	26.53±.18	25.99±.15**
Leg skin temp (°C)	28.67±.15	26.79±.22**	28.39±.21	27.21±.18**
Foot skin temp (°C)	27.42±.38	23.43±.36**	25.90±.40	24.97±.34
Mean skin temp (°C)	29.07±.15	28.34±.16**	29.19±.18	28.70±.14**
Core-skin thermal gradient (°C)	8.07±.14	8.92±.17**	8.12±.18	8.44±.13
Heat production at rest (kcal/min.kg)		16.73±.55		14.09±.91
Heat production at 15°C (kcal/min.kg)	15.07±.59	18.51±.52**	15.12±.79	18.32±.60**
Shivering onset (min)	69.0 ±8.6	noshivering±0*	29.4±4.0	50.4±11.1
Cold tolerance index		0.34±.11		0.89±.21
Thermal sensation	7.89±.11	7.17±.20**	8.33±.13	8.57±.09
Comfort	1.63±.11	1.67±.11	2.17±.16	2.85±.16**

values are M±SE. Heat production at rest (kcal/min.kg) is the response obtained at 25°C.

Heat production at rest and cold tolerance index were measured after November.

*p<0.05, **p<0.01, as compared with September in each group

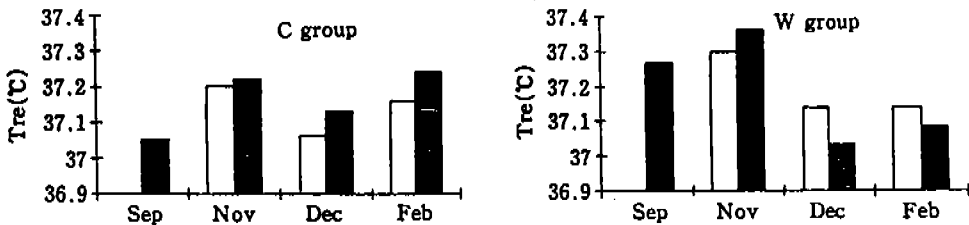


Fig. 2. Comparisons of rectal temperature before and during the last 30 min at 15°C air exposure of each group. □: rest at 25°C ■: during the last 30 min of exposure at 15°C

Fig. 3에서 이마온은 두 그룹 모두 2월에 낮게 나타났으며, C그룹이 W그룹에 비해 유의하게 낮았고(p<0.01), 온열중립환경에서 추운환경으로 이동시 피부온의 하강폭도 C그룹에서 크게 나타났다(p<0.01). 가슴온은 9월에는 C그룹이 W그룹에 비해 유의하게 낮았으나 점차 상승하여 2월에는 W그룹과 유사해졌고 추운환경으로 이동시 가슴온의 하강폭은 전체 실험계절 동안 C그룹이 컸으며 특히 2월에 가장 큰 하강을 보였다(p<0.01). 사지부 피부온은 9월에는 대체로 C그룹이 W그룹보다 더 높았고 계절이 경과함에 따라 점차 하강하여

2월에는 아래팔을 제외하고는 모든 부위에서 W그룹보다 대체로 낮고 피부온 하강폭도 더 컸으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 그리고 9월부터 2월까지 사지부 각각의 최고온도와 최저온도간의 차이가 W그룹은 1°C 내외인 반면, C그룹은 상지부에서는 1°C 내외, 하지부 중립적다리와 종아리에서는 2°C 내외, 그리고 발에서는 4°C의 차이를 보여 C그룹에서 계절경과에 따른 사지부 온도저하 현상이 큰 것으로 나타났다.

C그룹의 가슴온이 계절경과에 따라 점차 상승하는 현상은 C그룹이 추위에 적응되어 감에 따라 인체의 열

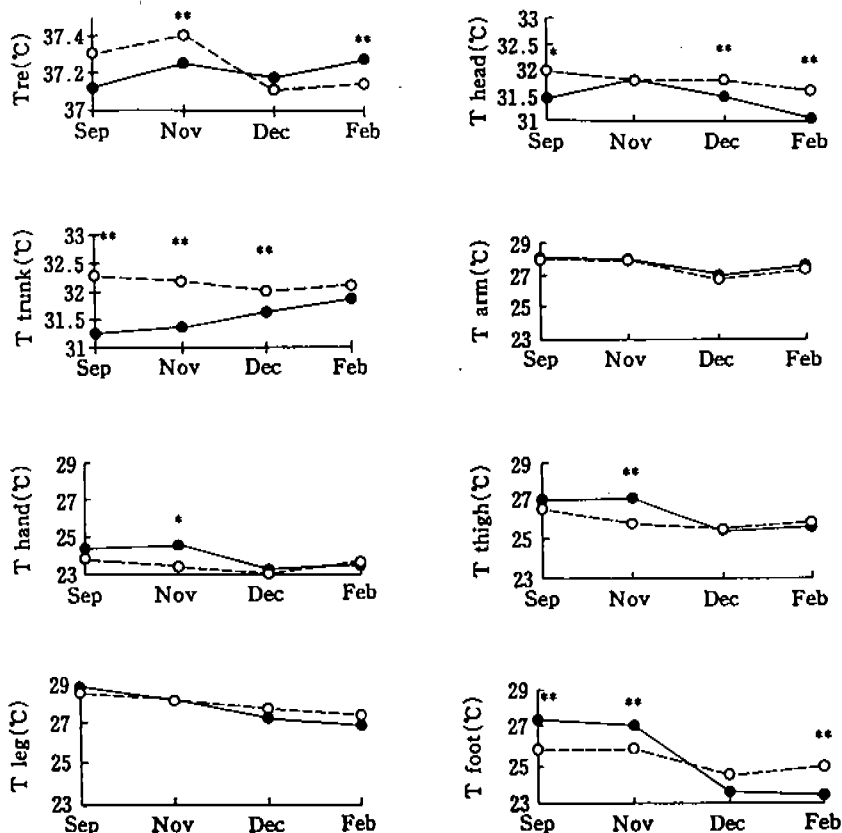


Fig. 3. Rectal and skin temperatures when exposed to 15°C. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

● : C group, ○ : W group

용량이 심부로 이동하여 인체 심부에 위치한 가슴의 온도가 높아진 것으로 파악되고, 이것은 사지부에서의 열절연 현상이 나타날 것이라는 점을 시사하는 결과로 볼 수 있는데, 이러한 예상은 계절이 경과함에 따라 말초부로 감에 따른 사지부 온도저하 현상이 W그룹에 비해 C그룹에서 크게 나타남으로서 C그룹 사지부에서의 열절연성이 증가하였다는 사실을 입증하였다. 또한 추운 환경에서 이마온이 계절경과에 따라 점차 낮아지고, 피부온 하강폭이 W그룹에 비해 유의하게 크게 나타난 결과는 이마에서의 반응이 인체 사지부나 외각부에서의 추위에 대한 반응과 유사한 것으로서 추위에 자주 접촉함으로써 머리의 열절연성도 증가한 것을 보여주는 것이라 판단되고, 이것으로써 이마가 인체의 절연적 체온조절기능을 반영하는데 우수한 부위라는 점을 알 수 있

다. 또한, 온열중립환경에서 추운환경으로 이동시 가슴온의 하강이 C그룹에서 전체 실험계절을 통해 크게 나타나고 W그룹의 가슴온이 높게 유지된 것은 땀의 발현과 관련있는 것으로 판단되는데, Tikuisis 등¹³⁾에 의하면 땀은 구간부에서 시작되어 사지부로 퍼져나가고 땀의 강도도 구간부에서 더 커서 증가된 땀이 열을 발생하여 그 부위의 피부온이 따뜻하게 유지되고 결과적으로 땀이 가장 컸던 구간부 근육인 복근에서 피부온의 하강이 아주 적었다고 보고한 바 있다. 한편, 본 연구에서 땀은 W그룹에서 전체 실험계절을 통해 추위노출 후 30분에서 60분 사이에 일어난 반면에 C그룹에서는 12월 이후 소실되었다. 따라서 W그룹은 땀에 의한 열발생으로 가슴온을 높은 수준으로 유지할 수 있었던 반면에 C그룹은 12월부터 땀이 소실되어 가슴

에서의 열발생이 적어 결과적으로 가슴온이 낮게 유지된 것으로 해석된다. 그러나 떨림에 의한 열생산으로 온도가 상승된 W그룹의 가슴에서는 방열량이 증가하였을 것으로 예상된다.

계절경과에 따른 심부온과 외각온인 피부온간의 온도 기울기는 두 그룹 모두 12월에 가장 크게 나타났다. 특히 C그룹의 경우 11월과 12월 사이에 크게 증가하여 ($p < 0.01$) 2월에는 W그룹에 비해 유의하게 커졌으며, 이것으로 C그룹이 12월부터 심부에 대한 외각의 비율이 크게 증가하였다는 것을 알 수 있다.

심부온과 피부온간의 온도기울기는 체내 온도분포 상태를 반영하며 인체로부터의 열손실을 예측할 수 있는 지표로서¹⁶⁾ C그룹에서 12월을 기점으로 증가한 결과는 인체의 열용량이 표피에서 심부로 이동하여 체열손실을 줄이기 위한 겨울형의 체내온도 분포상태로 변화되었다는 것을 의미하는 것으로 이것은 C그룹의 잦은 추위노출에 따른 피부 모세혈관 수축력 증가에 기인하는 것으로 볼 수 있다. 반면에 W그룹에서는 11월 이후 심부온과 외각온간의 온도기울기에 유의한 차이가 없고 C그룹보다 유의하게 작게 나타나 겨울철임에도 인체는 겨울형의 체내 온도분포를 형성하지 못하고 결과적으로 열손실이 컸을 것이라는 점을 짐작하게 해준다.

25°C 환경에서의 열생산량은(Fig. 4) C그룹이 계절경과에 따라 증가하여 2월에 유의하게 크게 나타난($p < 0.01$) 반면에, W그룹은 11월에 비해 12월과 2월에 더 낮은치를 나타냈다.

그리고 15°C 환경에서의 열생산량은 11월을 제외하고는 두 그룹이 유사한 결과를 보였다.

25°C 안정시 산열량에 대한 15°C 추운환경에서의 산열 증가량의 비율은, 11월부터 2월까지 C그룹이 30%에서 11%로 감소한 반면에 W그룹은 23%에서 30%로 증가하였다.

일반적으로 추위적응에 관여하는 산열반응을 고찰할 경우 체열생산의 기반을 이루는 기초산열과 추위노출시의 산열을 각각 별개의 관점에서 검토하는 것이 바람직하다⁹⁾. 그러나 본 연구에서는 기초산열을 측정하지 못한 까닭에 25°C 환경에서의 안정시산열을 고찰해 보면, C그룹의 안정시 열생산량이 계절경과에 따라 증가하여 2월에 유의하게 크게 나타난 것은 추운 겨울에 적응하기 위한 대사기능의 향진으로 볼 수 있다. 이와같이 안정시 대사가 증가한 현상은 갑상선기능의 향진이 주원인으로서 갑상선 내분비물에 있는 티록신이 당질대사와 지방대사에 크게 관여하기 때문이며¹⁵⁾, Hammel¹⁶⁾과 Smith 등¹⁷⁾은 몇몇 혹은 모든 인체기관의 대사를 증가, 즉 비전율성 열생산이 원인이라고 하여, 이러한 비전율성 열생산은 티로이드(thyroid)와 아드레날 메둘라(adrenal medulla)의 증가된 활동성을 의미한다고 하였다. 따라서 추위적응의 한 현상인 안정시 산열의 증가가 의복착용 방법에 따라라도 습득 가능하다는 것을 확인할 수 있었다.

또한 추운환경에서 C그룹의 산열 증가율이 점차 감소한 것은, Davis 등⁴⁾과 土居 등¹⁸⁾이 지적한 바와 같이 그 감소한 만큼의 산열효율이 높아진 것을 의미하는 것으로서 추위에 적응해 감에 따라 방열을 감소하는 기전이 발현하고 그만큼 에너지 절약이 되어 산열의 향진이 적어지는 것이라고 할 수 있다. 따라서 W그룹의 경우 추운환경에서 열생산량의 절대량이 C그룹과 유사했음에도 불구하고 직장온의 하강을 초래한 결과는 W그룹의 방열손실이 컸을 뿐만 아니라 산열 효율이 낮았던 것에 기인한다고 생각되며 이와같이 W그룹의 산열효율이 낮았던 이유 중의 한가지는 열생산 수단이 비전율성 열생산에 비해 산열효율이 뒤떨어지는 떨림이었던 까닭으로 판단된다. 한편 12월 이후 C그룹에서 떨림이 소실되었음에도 열생산량은 W그룹과 유사하였던 것은

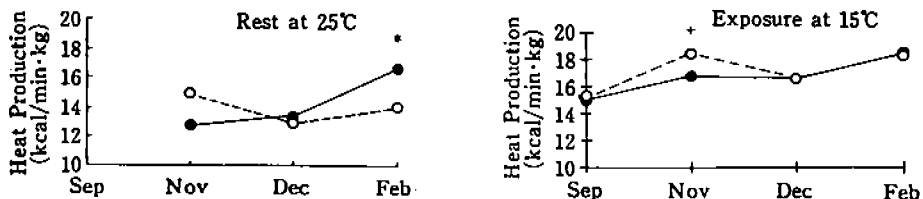


Fig. 4. Heat production when rested at 25°C and exposed to 15°C. + $p < 0.1$, * $p < 0.05$

●: C group, ○: W group

C그룹의 열생산 수단이 비전열성 열생산으로 전환되었다는 사실을 보여주는 결과라고 하겠다.

이러한 결과로 볼 때 인체의 산열기구는 추위적응으로 인해 떨림이 사라지고 안정시 대사가 증가하며 추위 노출시 열생산의 증가량은 감소하여 산열의 효율성이 증가 된다는 사실을 확인할 수 있었다.

2월에 $\Delta M/\Delta T_{sk}$ 식으로 산출한 내한성 지수를 비교해 보면, C그룹이 W그룹에 비해 유의하게 작게 나타나($p < 0.05$) C그룹의 내한성이 W그룹에 비해 강한 것을 확인할 수 있었다. 한편, 두 그룹의 체위를 비교해 보면 C그룹이 W그룹에 비해 다소 키가 크고 마른 체형으로서 체형측면에서 볼 때 C그룹이 W그룹 보다 내한성이 다소 약할 것으로 판단되고, 이러한 판단은 훈련 초인 9월에 측정된 피부온의 양상이 C그룹에서 심부 부위인 가슴온과 이마온이 낮게 나타나고 사지말단 부위 피부온은 높게 나타난 점과 11월에 측정된 안정시 산열량이 C그룹에서 낮게 나타난 점 등으로 미루어 볼 때 C그룹의 내한성이 W그룹보다 다소 약할 것이라는 판단이 사실로 증명됨에도 불구하고 내한 훈련 말기인 2월에 측정된 내한성이 C그룹에서 강하게 나타난 결과는 의복차용습관의 영향을 입증하는 결과라 할 수 있다.

주관적인 온냉감은 전체 실험기간 동안 C그룹이 「서늘하다」—「춥다」, W그룹이 「춥다」—「매우 춥다」의 수준을 유지하여 11월 이후 두 그룹간의 유의한 차이를 보여($p < 0.01$) 동일한 온도에 대해 W그룹에서 더 추운 감각을 나타냈으며, 계절경과에 따라 C그룹이 「춥다」에서 「서늘하다」 쪽으로 이동하여 동일한 추운환경에 대한 냉감각이 감소된 반면에 W그룹은 전체 실험기간을 통해 유의한 차이가 없어 결과적으로 두 그룹간의 온냉감은 계절이 경과함에 따라 점차 큰 차이를 나타냈다. 쾌적감은 C그룹이 「쾌적」—「약간 불쾌」, W그룹이 「약간 불쾌」—「불쾌」의 수준을 유지하며 11월 이후 그룹간의 유의한 차이를 보여($p < 0.01$) 추위에서 유도되는 불쾌감을 W그룹이 크게 느낀 것으로 나타났다.

IV. 요약 및 결론

겨울철에 보온성이 상이한 의복의 차용습관이 추위에 대한 체온조절 기능에 미치는 영향을 파악하기 위하여 9월부터 이듬해 2월까지 10명의 여대생을 다소 춥거나

서늘하게 입는 그룹(C그룹)과 따뜻하거나 쾌적하게 입는 그룹(W그룹)으로 나누어 착의훈련을 행한 후 두 그룹의 내한성을 비교하였다. 내한성 판정을 위한 실험은 9월과 11월, 12월 그리고 이듬해 2월에 온열 중립환경으로 설정한 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 5\%$ R.H.(안정시 반응)에서 추운환경으로 설정한 $15 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 5\%$ R.H.의 환경으로 노출하여(노출시 반응) 90분 동안의 직장온, 피부온, 떨림 개시시각, 산소소비량 그리고 주관적인 감각을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 착의훈련 말기 추위노출 90분 동안 C그룹의 직장온은 안정시 온도도 유지하였으나 W그룹의 직장온은 안정시온도 이하로 하강하였으며, 훈련 초에 비해 훈련 말에 C그룹의 직장온은 높아진 반면에 W그룹의 직장온은 낮아졌다.

2) ① 이마와 가슴의 피부온은 11월 이후 C그룹이 W그룹에 비해 크게 하강하였다.

② 사지부의 피부온은 훈련 초와 훈련 말의 결과를 비교해 볼 때 그 차이가 C그룹에서는 $1^\circ\text{C} \sim 4^\circ\text{C}$ 범위인 반면에 W그룹에서는 1°C 내외였다.

3) 심부온과 피부온간의 온도기울기($T_{re} - T_{sk}$)는 12월부터 C그룹이 W그룹보다 크게 나타났다.

4) 떨림은 C그룹의 경우 12월 이후 소실된 반면, W그룹의 경우 전체 실험기간을 통해 나타났다.

5) ① 안정시 열생산량은 훈련말기인 2월에 C그룹이 W그룹에 비해 유의하게 컸고 앞의 계절에 비해 유의하게 증가한 반면에 W그룹은 전체 실험기간 동안 유의한 차이가 없었다.

② 추위노출시 열생산 증가율은 2월에 C그룹이 W그룹에 비해 유의하게 작게 나타났다.

6) 훈련 말기의 내한성지수($\Delta M/\Delta T_{sk}$)는 C그룹이 W그룹에 비해 유의하게 작아 C그룹의 내한성이 우수한 것으로 나타났다.

7) 주관적인 감각은 C그룹의 경우 훈련말기에 유의하게 냉감이 감소되었고 전체 실험기간 동안 유의한 차이가 없이 쾌적한 수준을 나타낸 반면, W그룹의 경우 춥다고 느꼈으며 점차 불쾌한 쪽으로 이동하였다.

이상의 결과를 종합해 보면, 다소 춥게 의복을 착용하고 생활한 사람들은 추운환경에서 체열용량이 심부르 이동함에 따른 피부 열절연성의 증가와 함께 산열의 효율성이 증가되어 산열과 방열의 균형에 의해 체온이 유지되는 것을 알 수 있다. 한편, 이와 대조적으로 항상

따뜻하게 의복을 착용하고 생활한 사람들은 피부온이 높아 추운환경에서 열손실이 크고 떨림이 계속 일어나며 안정시 산열량은 낮고 추위노출시 산열 증가율은 크게 증가하여 산열효율이 좋지 못한 까닭에 자각적인 추위와 함께 피로와 체온의 하강을 초래하게 된다는 것을 알 수 있다.

이것으로서 인체의 정상적인 기능 유지를 의미하는 생리적인 계절적응의 습득이 일상생활에서의 의복착용 습관에 따라 좌우된다는 사실을 확인하게 되고, 실생활에서 이러한 관점에 입각한 의복착용의 선택이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Itoh, S., Physiology of Cold-Adapted Man, Hokkaido University Medical Library Series Vol. 7, 1-15, 1974.
- 2) Kang, B.S., Song, S.H., Suh, C.S. and Hong, S.K., Changes in Body Temperature and Basal Metabolic Rate of the Ama, *J. Appl. Physiol.*, 18, 483-488, 1963.
- 3) Hong, S.K., Comparison of Diving and Nondiving Women of Korea, *Fed. Proc.*, 22, 831, 1963.
- 4) Davis, T.R.A. and Johnston, D.R., Seasonal Acclimatization to Cold in Man, *J. Appl. Physiol.*, 16(2), 231-234, 1961.
- 5) _____, Applied Human Science, *Journal of Physiological Anthropology*, 15(1), 55, 1996.
- 6) Newburgh, L.H., Physiology of Heat Regulation and The Science of Clothing, Hafner Publishing Co., 232-239, 1968.
- 7) MacLean, D.L. and Partridge, R.C., (1940) In: Davis, T.R.A. and Johnston, D.R., Seasonal Acclimatization to Cold in Man, *J. Appl. Physiol.*, 16(2), 231-234, 1961.
- 8) Glickman, N., Inouye, T., Keeton, R.W. and Fahnestock, M.K., (1948). In: Davis, T.R.A. and Johnston, D.R., Seasonal Acclimatization to Cold in Man, *J. Appl. Physiol.*, 16(2), 231-234, 1961.
- 9) 緒方維弘, 適應, 醫齒藥出版株式會社, 1-189, 1973.
- 10) 이순원, 조성교, 최정화, 피부환경학, 한국방송통신대학출판부, 71-209, 1991.
- 11) 정성태, 전태현, 운동생리학 실험, 태근문화사, 135-159, 1994.
- 12) 日本纖維機械學會 被服學體系化分科會編, 被服科學總論, 日本纖維機械學會,
- 13) Tikuisis, P., Bell, D.G. and Jacobs, I., Shivering Onset, Metabolic Response, and Convective Heat Transfer during Cold Air Exposure, *J. Appl. Physiol.*, 70(5), 1996-2002, 1991.
- 14) Folk, C.E., Textbook of Environmental Physiology, Philadelphia, 171, 1974.
- 15) Masoro, E.J., Effect of Cold on Metabolic Use of Lipids, *Physiol. Rev.*, 46, 67-101, 1966.
- 16) Hammel, H.T., Terrestrial Animals in Cold: Recent Studies of Primitive Man, In: Adaptation to the Environment. Handbook of Physiology, American Physiological Society, Washington, D.C., 413-434, 1964.
- 17) Smith, R.B. and Hoijer, D.J., Metabolism and Cellular Function in Cold Acclimation, *Physiol. Rev.*, 42, 60-140, 1962.
- 18) 土居勝彦, 墨道震汎, ヒトの生理的寒冷適應能, 北海道醫學雜誌, 50(3), 259-273, 1976.