〔報 文〕

Journal of the Korean Society
of Clothing and Textiles
Vol. 22, No. 8 (1998) p. 1020~1031

온돌난방에서의 자세에 따른 온열생리적 반응의 성차

신 정 화·최 정 화

서울대학교 생활과학연구소·서울대학교 의류학과

Effect of posture on physiological thermal responses with Ondol heating system

Jeoung-hwa Shin · Jeong-wha Choi

Research Institute of Human ecology, Seoul National University
Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1998. 7. 10 접수)

Abstract

This study was done to investigate thermal responses and to obtain the basic information of thermal comfort by sex and posture under the Ondol heating system.

Six healthy males and females were exposed to Ondol(Room Temp.: 25±1℃, 50±10%R.H, Floor Temp.: 30±1℃) on one of posture such as sitting, lying aside and supine on the floor for 30 minutes after 30 minutes' control phase. During the experiment, rectal temperature, skin temperature of 10 areas, local sweating rate, clothing microclimate, subjective sensation were measured. Rectal temperature gradually decreased and mean skin temperature gradually increased both male and female in any posture. There was not significant difference between male and female in rectal temperature and mean skin temperature. There were significant difference among the postures in rectal temperature($p<0.001$) and mean skin temperature($p<0.001$). In lying aside and supine on the floor, appearances of change and changes in rectal temperature and mean skin temperature were large, changes of weight were small. In sitting on the floor, appearances of change and changes in rectal temperature and mean skin temperature were small, changes of weight were large. The trunk skin temperature was higher in female than in male, but the extremity skin temperature was higher in male than in female. In sitting on the floor, foot skin temperature($p<0.001$) was higher than any other local skin temperature. In supine on the floor, back skin temperature($p<0.001$) was higher than any other local skin temperature.

Key words: Ondol, posture, rectal temperature, skin temperature, sweating rate; 온돌, 자세, 직장온, 피부온, 발한량

*본 연구는 1997년도 한국과학재단 국내 Post-doc. 연구지원에 의해 수행되었음.

Ⅰ. 서 론

인간은 다양한 환경 속에서 다양한 형태의 온열적 자극을 받으며 살고 있다. 인간과 가장 근접한 환경이 피복이며 그 속에 형성되는 미세기후인 의복기후는 주위의 온열적 환경조건의 영향을 받고 있다. 특히 우리나라의 경우 온돌 난방방식을 취하고 있어 이러한 주거양식 속에서의 온열적 쾌적성과 쾌적의복 설계를 위한 기초자료가 필요하다.

근년 온돌에 관한 연구가 꾸준히 수행되어왔다. 윤(1985), 이(1985)의 연구에서 겨울철 온돌방바닥 온도의 쾌적 범위가 30.6~38.8℃라고 하였다. 梶井(1991)는 바닥난방은 상하의 온도차가 적어 난방방식으로서 우수하며, 실내온 16℃ 정도로도 쾌적하다고 느낄 수 있으며 상하온도의 차가 적을 경우, 어느 정도까지 실내온도가 내려가도 심리적으로 불쾌하지 않다고 보고하였다.

또한, 김 등(1991), Choi(1993), 이 등(1996)은 온돌환경이 인체에 미치는 영향에 관하여 침상기후를 중심으로 연구하였고, 백 등(1994)은 온돌 생활자와 비온돌 생활자의 체온 조절기전이 다름을 확인하였을 정도이다. 온돌난방방식에서 바닥온이 인체에 미치는 영향에 대한 연구는 井上 등(1975), 永村 등(1985)의 보고가 있으나 대다수가 의자에 앉은 자세나 보행 상태에 국한되어 측정했고, 바닥온과 실내온이 인체의 피부온, 온열감에 미치는 영향에 대해서 검토하였다. 坊垣(1984), 磯田 등(1986), 金 등(1990)은 앉은 자세에서의 인체피부온 및 온열감에 대한 영향에 관한 연구를 하였으며, 崔 등(1996)은 온돌난방시, 기온과 바닥 온의 구성조건이 책상다리로 앉은 자세시 생리적, 심리적 반응에 미치는 영향을 열방사, 열전도, 대류에 의한 방열을 고려하여 검토하였다. 李 등(1997)은 온수 순환 바닥난방을 이용하여 앉은 자세, 의자에 앉은 자세, 누운 자세에 있어서 접촉 피부온에 미치는 영향에 관해 검토 하였으며, 정 등(1998)의 온돌난방에서 노인과 청년의 피부온 반응을, 심 등(1993)은 자세 자체가 체온조절에 미치는 영향을 보기 위해 난방의 영향을 배제한 상태에서 자세별로 생리반응을 비교 검토 하였다. 이와같이 온돌난방 상태에서 우리가 일상생활에서 흔히 취하는 여러자세를 취했을 때 인체의 온열적 생리·감각에 대한 검토는 그리 많지 않다고 보며 이러한 연구가 필요하다고 본다.

따라서 본연구는 한국의 독특한 난방방식인 온돌에서 남녀별 자세별로 온열적 생리반응과 감각적 반응을 검토하여 온열적 쾌적성과 쾌적의복 설계를 위한 기초자료를 얻고자 함을 그 목적으로 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 실험조건

1) 피험자 및 실험의복

피험자는 건강한 성인 남녀 각각 6명으로 평균연령은 남녀 모두 23세, 평균신장은 남녀 각각 177 cm, 158 cm이고, 평균체중은 67.67 kg, 52 kg의 신체적 조건을 가졌으며, 실험 의복은 남녀 모두 시판제품인 면 100%의 츄리닝상하를 착용하도록 하였다.

2) 환경조건 및 자세

실험시기는 1997년 7월부터 9월에 걸쳐 실시하였고, 환경조건은 온도 25±1℃, 습도 50 ±10%, 방바닥 온도는 30±1℃, 불감기류인 온돌방으로 설정하였으며, 자세는 일상생활시 온돌방에서 주로 취하는 자세중에서 책상다리를 하고 바닥에 앉은 자세(Sitting on the floor, PⅠ), 옆으로 누운 자세(Lying aside on the floor, PⅡ), 누운 자세(Supine on the floor, PⅢ)인 3가지 자세로 설정하였다.

2. 실험순서

피험자는 식후 2시간이 경과후 30분간 안정을 취한 후 실험의복으로 갈아입고, 인체 천평으로 체중을 측정하고 실험실에 입실하여 직장온 센서를 삽입한 후 의자에 앉은 자세로 피부온 센서, 의복기후 측정 센서, 국소발한량 측정을 위한 캡슐을 피부에 부착하였다. 그 자세에서 30분간의 안정후 30분간의 자세를 취하였다. 실험종료 후 모든 센서를 제거하고 체중을 측정하였다.

실험은 남녀 각각 6명의 피험자가 3가지의 자세를 2회씩 반복하여 72회 실시하였다.

3. 측정항목 및 측정방법

피부온은 Thermistor(일본 Takara社製)를 이용하여 인체의 10개 부위(이마, 흉부, 복부, 등, 상완, 전완, 손등, 대퇴, 하퇴, 발등)의 피부온을 측정하였으며, 평균피부온은 10점법(내열내한 1969)으로 환산하

였다. 직장온은 Thermistor 센서를 이용하여 고정하고 항문 10 cm 깊이에 삽입하여 측정하였다.

의복기후는 의복내 온·습도계(일본 SHINYEI社製)를 이용하여 좌측흉부의 최내층 온, 습도를 측정하였다.

국소발한량은 여과지법에 의해 실험 시작부터 종료까지 좌측흉부, 좌측상완, 좌측대퇴에서 측정하여 실험 전후의 여과지(12 cm^2) 무게의 차를 측정하였다.

온열감, 습윤감을 ASHRAE의 정신 심리적 7등급 척도를 사용하였고 쾌적감은 일본공조위생공학회의 5단계 척도를 이용하여 점수화하였다.

4. 통계분석

각 측정항목에 대하여 SAS를 이용하여 남녀간의차이는 t-test를, 자세간의 통계적 유의성 유무확인은 GLM 분석(GeneralizedLinear Model)을, 그리고 유의한 항목에 대해서는 Scheffe's의 사후검증을 행하였다. Pearson에 의해 국소 피부온과 평균피부온과의 상관, 국소 피부온과 직장온과의 상관을 보았다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 직장온

남녀, 자세에 따른 직장온의 경시변화를 Fig. 1에 제시하였다. 30분간의 안정시의 직장온의 변화는 남녀, 3가지 자세 모두 동일한 수준이었으며, 자세를 취한 뒤 남녀 모두 3가지중 어느 자세를 취할때에도 직장온은 하강하는 경향을 나타냈다. 앉은 자세의 경우, 남녀 모두 자세를 취한후 하강하다가 자세 취한 15분후부터 안정적이 되었고, 옆으로 누운 자세에서는 남녀 모두 급하강하였다. 누운 자세에서는 자세를 취한후 15분간은 급하강 하다가 15분후부터 남녀 모두 천천히 하강하였다.

Table 1은 남녀, 자세에 따른 직장온의 유의차 검증 결과를 나타내고 있다. 직장온의 전체평균은 앉은 자세에서 37.10℃로 가장 높았고, 옆으로 누운 자세 36.94℃, 위를 보고 누운 자세 36.92℃로 나타나, 자세간에 높은 유의차를 보였으며($p<0.001$), 어느 자세에서도 성차는 나타나지 않았다.

직장온의 안정시 최후 10분간의 평균치와 자세 개시 10분간의 평균치와의 변화량에 의해 자세개시에 의한 직장온의 반응발현에 있어서 성차, 3가지 자세간에서도 유의차는 보이지 않았다.

Fig. 2는 직장온의 변화량으로 안정시의 최후 10분간의 평균치와 자세를 취한 후 최후 10분간의 평균치간의 차이를 나타낸 것이다. 남자의 경우는 옆으로 누운 자세에서 −0.32℃로 가장 컸으며, 누운 자세, 앉은 자세 순이었다. 여자의 경우는 누운 자세, 옆으로 누운자세에서 각각 −0.29℃, −0.28℃이었고, 앉은 자세에서 −0.19℃로 가장 적게 나타났다.

이러한 결과는 심 등(1993)의 쾌적환경(27±1℃, 50±10%RH)의 조건하에서 서 있는 자세, 의자에 앉은 자세, 바닥에 앉은 자세, 바닥에 누운 자세 순으로 직장온이 낮아진 결과와, 정 등(1997)의 (20±1℃, 50±5%RH, 방바닥 온도 30±1℃)의 조건하에서 앉은 자세보다 누운 자세에서 직장온의 저하가 크게 나타난 결과와도 일치했다. 또한, 申 등(1996)의 온난환경(30±1℃, 50±5%RH)하에서 인체의 국소가온에 의해 가온 기간중 10~15분까지 직장온의 저하가 나타났던 것과도 일치하였다. 이러한 결과의 원인은 신체의 부담

Table 1. The statistical analysis of rectal temperature at each posture

	Total		P Ⅰ		P Ⅱ		P Ⅲ		F-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Male	37.00	0.26	37.10a	0.28	36.95b	0.21	36.95ab	0.25	4.11*
Female	36.98	0.26	37.11a	0.21	36.93b	0.25	36.89b	0.28	7.47**
Total	36.99	0.26	37.10a	0.25	36.94b	0.23	36.92b	0.27	11.33***
t-value	0.66		-0.14		0.33		0.96		

*$p<0.05$, **$p<0.01$, $p<0.001$ a, b;Scheffe's test

PⅠ;Sitting on the floor PⅡ;Lying aside on the floor PⅢ;Supine on the floor

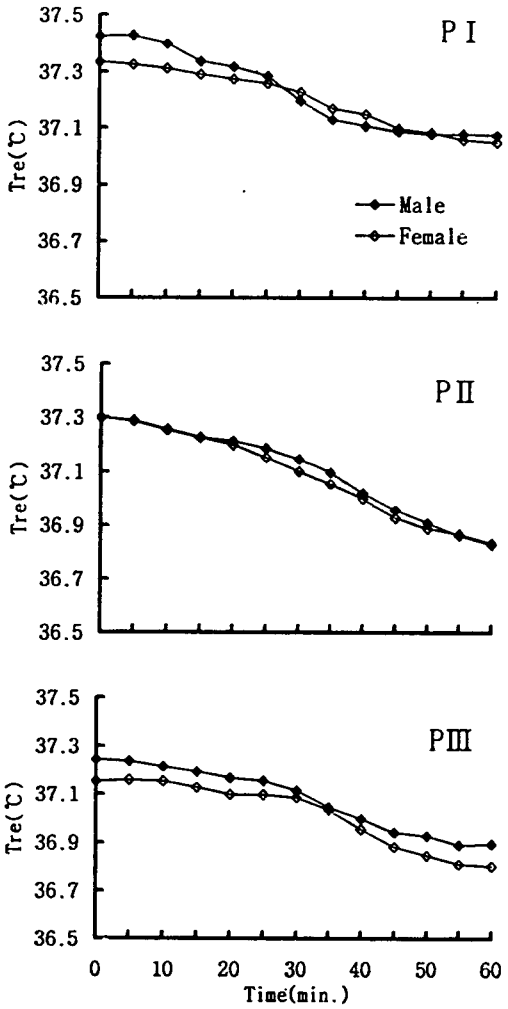

Fig. 1. Rectal temperature at each posture

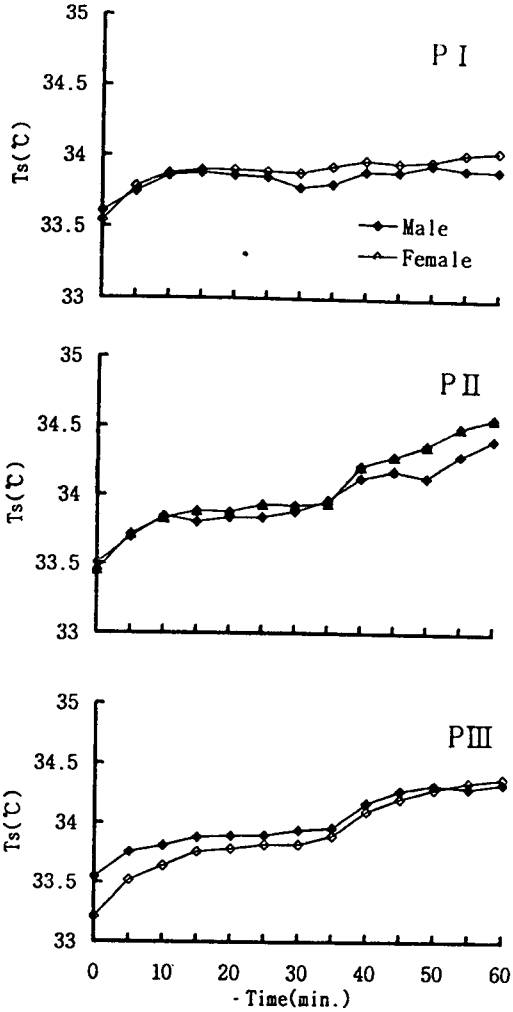

Fig. 3. Mean skin temperature at each posture

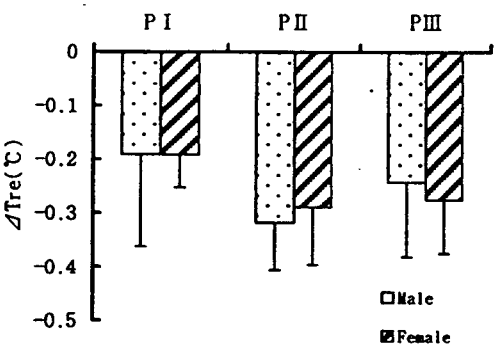

Fig. 2. Changes of rectal temperature at each posture

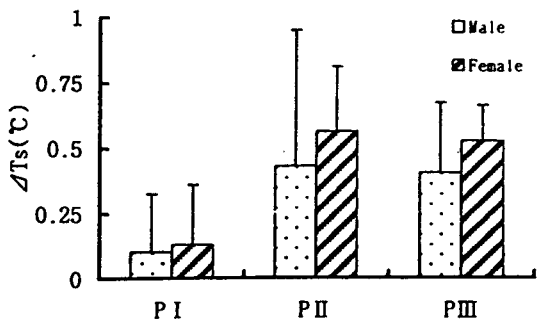

Fig. 4. Changes of mean skin temperature at each posture

Table 2. The statistical analysis of mean skin temperature at each posture

	Total		P I		P II		P III		F-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Male	34.11	0.49	33.91b	0.46	34.19ab	0.56	34.22a	0.38	4.70*
Female	34.17	0.43	34.00b	0.41	34.31a	0.37	34.20ab	0.45	5.20**
Total	34.14	0.46	33.96a	0.44	34.25a	0.48	34.21a	0.42	9.31***
t-value	-1.02		-0.88		-1.12*		0.24		

*p<0.05, **p<0.01, p<0.001 a, b;Scheffe's test

P I ;Sitting on the floor PII;Lying aside on the floor PIII;Supine on the floor

정도에 의한 산열량의 효과와 더불어 인체의국소가온이나, 서열환경하에 노출되어 피부표면의 혈류량이 증가하여 피부온이 상승한데 반하여 심부온은 방어적 기전으로 하강 하였다고 사료된다.

2. 평균피부온

남녀, 자세에 따른 평균피부온의 경시변화를 Fig. 3에 제시하였다. 30분간의 안정시의 평균피부온은 남녀, 3조건의 자세 모두 동일 수준이었고, 3조건의 어느 자세를 취함에도 상승하는 경향을 나타냈다. 그 상승 정도는 남녀 모두 옆으로 누운 자세, 누운 자세, 앉은 자세 순으로 크게 나타났다.

Table 2은 남녀, 자세에 따른 평균피부온의 유의차 검증 결과를 나타내고 있다. 자세에 따른 평균피부온은 앉은 자세일 때 남자의 평균은 33.91℃, 여자의 평균은 34.00℃이고, 옆으로 누운 자세에서는 각각 34.19℃, 34.31℃ 이였고, 누운 자세에서는 34.22℃, 34.20℃로 어느 자세에서나 여자의 평균피부온이 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 자세 간에도 높은 유의차를 보였다($p<0.001$). 자세 개시에 의한 평균피부온의 반응발현은 성차, 자세간의 유의차는 보이지 않았지만 남녀 모두 옆으로 누운 자세, 누운 자세의 경우, 자세개시에 따라 0.15℃~0.19℃의 상승 으로 평균피부온의 반응발현이 컸으나, 앉은 자세의 경우에는 남녀 각각 0.04℃, 0.07℃에 불과하였다.

Fig. 4는 평균피부온의 변화량을 나타낸 것이다. 옆으로 누운 자세의 경우 남녀 각각 0.50℃, 0.60℃, 누운 자세의 경우 0.39℃, 0.54℃로 높게 나타났으며, 앉은 자세의 경우, 0.11℃, 0.16℃에 불과하였다.

이러한 원인은 온돌 바닥의 표면온도(30±1℃)에 접촉되어 국소 가온되는 면적과 비례하고 평균피부온 산출에 의한 누적비의 영향으로 인하여 옆으로 누운 자세, 누운 자세, 앉은 자세의 순으로 높게 나타났다고 본다. 또한 여자의 평균피부온이 남자의 평균피부온 보다 높고, 변화량도 크게 나타난 것은 여자의 경우 남자보다 피하지방층이 두꺼워 열절연성이 크다고 하는 渡邊(1985)의 보고와 같이 여자의 경우 남자보다 열절연성이 커서 국소가온에 의해 심부로 전해지는 열전도율이 낮기 때문에 피부표면의 온도 상승만이 커져서 평균피부온이 높게 나타난 것으로 사료되며 역으로 피하지방층이 얇은 남자의 경우는 국소가온에 의한 심부온으로의 열전도율이 높기 때문에 직장온의 변화는 남자의 경우가 컸다고 해석된다. 심 등(1993)의 바닥에 누운 자세의 평균피부온이 바닥에 앉은 자세보다 높았던 결과와 일치하며, 정 등(1998)의 앉은 자세보다 누운 자세에서 평균피부온이 높게 나타난 결과와도 일치하였으나, 청년여자의 평균피부온이 청년남자의 평균피부온보다 낮게 반응한 결과와는 일치하지 않았다.

3. 부위별 피부온

Fig. 5는 남녀, 자세별 국소 피부온의 경시변화를 나타내고 Table 3은 남녀, 자세간의 유의차 검증결과를 나타낸 것이다.

안정시 이마의 피부온은 남녀, 3조건의 자세 모두 정상상태를 유지하다가 자세를 취함에 따라 여자의 경우는 별 동요가 없었으며, 남자의 경우 약 0.34℃의 저하에 불과하였다. 이와 같이 이마의 피부온은 남녀 모두 어느 자세를 취함에도 고온을 나타내며 변화가 적은 것은 Tochihara 등(1992)의 건강한 성인여자의 피부온 분포에 관한 연구 결과와 같이 기온이 변화해도 비교적

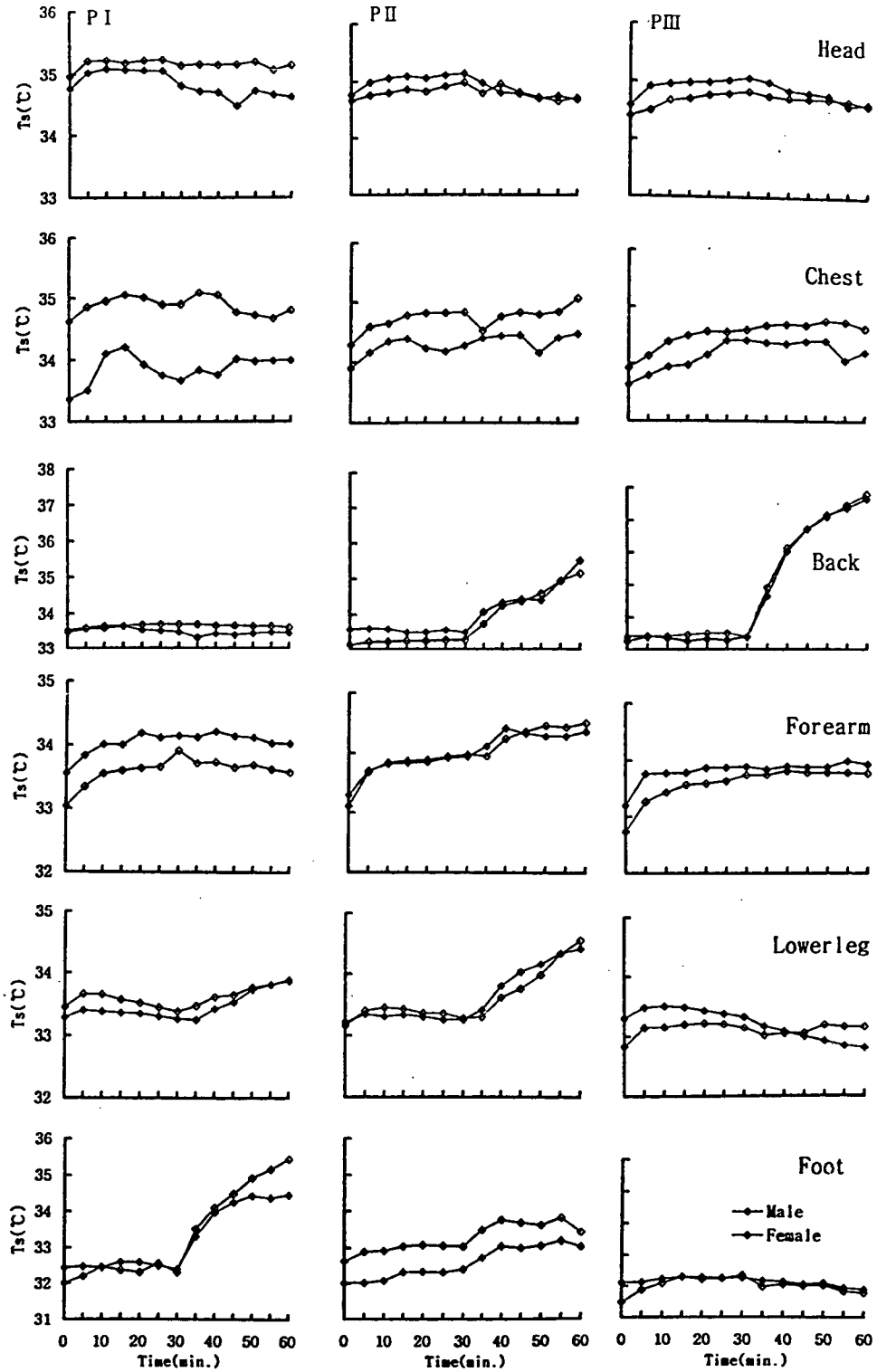

Fig. 5. Local skin temperature at each posture

Table 3. The statistical analysis of skin temperature at each posture

		Total		P I		P II		P III		F-value
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
X1	Male	34.75	0.54	34.67a	0.83	34.80a	0.32	34.79a	0.31	0.61
	Female	34.88	0.34	35.16a	0.17	34.79b	0.33	34.71b	0.31	25.48***
	Total	34.82	0.46	34.91a	0.64	34.79a	0.33	34.75a	0.31	2.56
	t-value	-2.16***		-3.45***		0.07		1.11		
X2	Male	34.21	0.87	33.93b	0.67	34.41a	0.75	34.30a	1.09	3.18*
	Female	34.79	0.90	34.85a	0.81	34.82a	0.94	34.69a	0.96	0.32
	Total	34.50	0.93	34.39a	0.87	34.62a	0.87	34.50a	1.04	1.07
	t-value	-4.80		-5.33		-2.07		-1.62		
X3	Male	34.93	0.76	35.39a	0.61	34.58b	0.91	34.83b	0.47	12.99***
	Female	35.45	0.83	35.89a	0.57	35.44b	0.70	35.02b	0.95	11.87***
	Total	35.19	0.83	35.64a	0.64	35.01a	0.91	34.93b	0.75	18.05***
	t-value	-4.77		-3.61		-4.51		-1.05***		
X4	Male	34.87	1.82	33.39b	0.76	34.62b	1.54	36.60a	1.34	59.62***
	Female	34.94	1.67	33.65b	0.61	34.51b	0.94	36.68a	1.50	75.24***
	Total	34.91	1.74	33.52c	0.69	34.56b	1.26	36.64a	1.42	133.29***
	t-value	-0.32		-1.57		0.37**		-0.25		
X5	Male	33.92	0.56	33.60b	0.57	34.03a	0.60	34.12a	0.36	10.09***
	Female	33.66	0.81	33.40a	1.06	33.55b	0.48	34.02a	0.67	6.28**
	Total	33.79	0.71	33.50b	0.85	33.79a	0.59	34.07a	0.54	12.74***
	t-value	2.72***		1.01***		3.78		0.72***		
X6	Male	34.11	0.55	34.12a	0.64	34.31a	0.43	33.90b	0.50	5.25**
	Female	33.93	0.69	33.67b	0.56	34.34a	0.57	33.78b	0.76	11.36***
	Total	34.02	0.63	33.89b	0.64	34.32a	0.50	33.84b	0.64	14.00***
	t-value	2.12*		3.18		-0.25		0.81		
X7	Male	33.97	0.79	33.60b	0.68	34.23a	0.55	34.07a	0.96	6.82**
	Female	33.67	0.80	33.50b	0.88	34.27a	0.55	33.24b	0.51	23.19***
	Total	33.82	0.80	33.55b	0.79	34.25a	0.55	33.65b	0.87	18.54***
	t-value	2.73		0.53		-0.32		4.56***		
X8	Male	33.66	0.65	33.51a	0.94	33.84a	0.47	33.63a	0.36	2.38
	Female	33.40	0.78	32.85c	0.78	33.94a	0.41	33.40b	0.67	26.22***
	Total	33.53	0.72	33.18c	0.92	33.89a	0.44	33.51b	0.55	20.29***
	t-value	2.64		3.24		-1.05		1.76***		
X9	Male	33.54	0.71	33.61b	0.53	34.03a	0.79	32.98c	0.25	31.30***
	Female	33.58	0.72	33.70a	0.37	33.93a	0.92	33.11b	0.50	15.52***
	Total	33.56	0.72	33.65b	0.45	33.98a	0.86	33.05c	0.39	44.33***
	t-value	-0.43		-0.93*		0.52		-1.43***		
X10	Male	33.07	1.23	34.14a	1.21	33.02b	0.64	32.04c	0.68	50.80***
	Female	33.40	1.43	34.62a	1.07	33.64a	0.88	31.94c	0.75	79.57***
	Total	33.23	1.34	34.38a	1.16	33.33b	0.83	31.99c	0.72	121.67***
	t-value	-1.82		-1.75		-3.45		0.61		

*p<0.05, **p<0.01, p<0.001 a, b;Scheffe's test

P I ;Sitting on the floor PII;Lying aside on the floor PIII; Spine on the floor

X1;Head X2;Chest X3;Abdomen X4;Back X5;Upper arm

X6;Forearm X7;Hand X8;Thigh X9;Lower leg X10;Foot

고온을 유지하고 변화가 작다는 보고와 일치한다.

흉부피부온은 안정시부터 여자의 피부온이 남자보다 높은 경향을 보였으며, 앉은 자세의 경우 남녀 각각 33.93℃, 34.85℃였고, 옆으로 누운 자세의 경우는 34.41℃, 34.82℃였으며, 누운 자세의 경우는 34.30℃, 34.69℃로 남녀간의 유의차는 보이지 않았지만 어느 자세를 취함에도 여자의 피부온이 높았다. 여자의 경우 흉부는 피하지방 침착부위이며 지방의 단열성을 반영한다고 생각되어 왔으나 본 연구의 결과와 같이 기온 31℃ 이상에서는 피하지방의 영향은 현저하게 나타나지 않는다는 田村(1983)의 보고와도 일치하며 본 연구 결과의 흉부의 피부온은 田村(1983)의 기온 31℃의 흉부 피부온 분포와 일치한다.

등의 피부온의 경우, 안정시는 남녀 3가지 자세에서 모두 일정상태를 유지하였으며 자세를 취함에 따라 남녀 모두 자세에 따른 반응이 유사했으며, 앉은 자세(33.52℃)에서는 안정, 옆으로 누운 자세(34.56℃), 누운 자세(36.64℃)로 갈수록 바닥과 접촉되는 부위가 넓어짐에 의해 현저한 상승이 보였다($p<0.001$).

전완의 피부온은 앉은 자세의 경우, 남녀 각각 34.12℃, 33.67℃이고, 옆으로 누운 자세의 경우, 34.31℃, 34.34℃이고, 누운 자세의 경우, 33.90℃, 33.78℃로 남자의 피부온이 높게 나타났으며($p<0.05$), 자세를 취함에 따라 옆으로 누운 자세의 경우 남녀 모두 상승하는 경향을 나타냈으며, 앉은 자세, 누운 자세의 경우는 안정상태를 유지하였다.

하퇴의 피부온의 경우, 안정시는 남녀, 3조건의 자세 모두 정상상태를 유지하다가 옆으로 누운 자세(33.98℃), 앉은 자세(33.65℃)의 경우, 자세를 취함에 따라 높은 상승을 나타냈으며, 누운 자세의 경우 남자는 하강 상태를, 여자는 초기에 하강 후 그대로 안정상태를 유지했다. 또한 자세간의 유의차($p<0.001$)도 크게 나타났다.

발등의 피부온은 남녀 모두 비슷한 경향을 나타냈으며, 자세간의 유의차($p<0.001$)가 커서, 앉은 자세에서 34.38℃로 가장 높고, 옆으로 누운 자세는 33.33℃, 누운 자세에서 31.99℃의 순이었다. 특히 앉은 자세에서 높게 나타난 것은 책상다리를 하고 앉음에 따라 바닥의 복사열 영향을 받았음을 알 수 있다.

자세를 바꿈에 의한 국소 피부온의 반응발현은 앉은 자세의 경우, 발등의 피부온은 남녀 각각 1.20℃, 1.39℃로 현저한 상승이 보였고, 옆으로 누운 자세의 경우, 등과 발등의 피부온의 소폭 상승만이 나타났다. 누운 자세의 경우, 등의 피부온 상승이 2.04℃로 현저하여 자세 취함에 따라 다른 부위 보다 빠른 반응발현을 나타냈음을 알 수 있다.

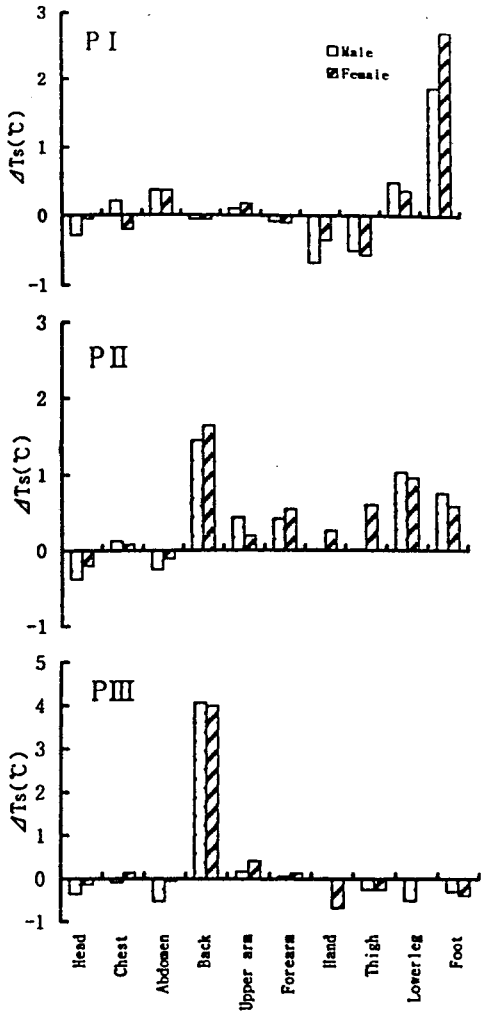

Fig. 6. Changes of local skin temperature by posture

Fig. 6은 각 국소 피부온의 변화량을 나타낸 것이다. 각 국소 피부온의 변화량은 앉은 자세의 경우, 손등의 피부온은 남녀 각각 −0.74℃, −0.47℃, 대퇴의 피부온은 −0.58℃, −0.55℃로 저하해 남녀 동일한 경향이 나타났으며, 발등의 피부온은 남자 1.96℃, 여자 2.86℃로 현저한 상승이 나타났다. 이것은 책상다리로 앉은 자세에 의해 바닥의 복사열의 영향을 받은 것이라

Table 4. Correlation between rectal temperature and mean skin temperature and local skin temperature at each posture

	Rectal temperature						Mean skin temperature					
	P I		P II		P III		P I		P II		P III	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
X1	0.67***	-0.28	-0.19	0.67***	-0.19	0.53***	0.18	0.41*	0.13	0.33	0.13	0.56***
X2	0.08	-0.38*	-0.85***	0.00	-0.85***	0.31	0.35*	0.65***	0.83***	0.22	0.83***	0.79***
X3	0.33	-0.05	-0.72***	0.26	-0.72***	0.52**	0.79***	0.81***	0.68***	0.65***	0.68***	0.74***
X4	-0.02	-0.67***	-0.33*	0.03	-0.33*	-0.69***	0.48**	0.91***	0.65***	0.38*	0.65***	0.33
X5	0.46**	0.28	-0.67***	0.38*	-0.67***	0.49**	0.77***	0.58***	0.56***	0.78***	0.56***	0.46**
X6	-0.31	-0.67***	0.52**	0.56***	0.52**	0.82***	0.47**	0.48**	-0.46**	0.74***	-0.46**	0.62***
X7	0.06	-0.08	-0.53***	0.46**	-0.53***	0.77***	0.42*	0.44**	0.77***	0.81***	0.77***	0.17
X8	-0.06	-0.52***	-0.69***	0.47**	-0.69***	0.63***	0.88***	0.93***	0.72***	0.85***	0.72***	0.86***
X9	0.14	0.01	-0.55***	-0.07	-0.55***	-0.01	0.72***	0.62***	0.50**	0.33	0.50**	0.67***
X10	-0.41*	0.04	-0.66***	0.06	-0.66***	0.42**	0.64***	0.57***	0.49**	0.71***	0.49**	0.23

*p<0.05, **p<0.01, p<0.001

P I ;Sitting on the floor PII;Lying aside on the floor PIII;Spine on the floor

X1;Head X2;Chest X3;Abdomen X4;Back X5;Upper arm

X6;Forearm X7;Hand X8;Thigh X9;Lower leg X10;Foot

생각된다. 한편, 손등의 피부온은 현저한 하강을 나타냈다. 이것은 본 연구의 환경온이 25℃로써 이 환경온에 노출되었기 때문에 하강 하였으리라 생각된다. 옆으로 누운 자세의 경우, 남녀 동일한 경향이 나타났으며 등, 하퇴, 발등 각각 1.75℃, 1.13℃, 0.68℃의 상승이 나타났다. 이것도 이들 부위의 피부온은 바닥 면과 거리가 가까 워 그 복사열에 의한 영향이라 생각된다. 누운 자세의 경우, 등의 피부온은 4.18℃의 상승으로 현저 했으며, 그 외의 부위는 소폭으로 변화하였다. 이것은 누운 자세를 취함에 따라 등 부위가 온돌바닥에 가장 넓게 밀착되어 다른 부위보다 온돌바닥온의 영향을 크게 받은 결과라 사료된다.

Table 4는 직장온, 평균피부온과 각 국소 피부온간의 상관관계를 나타내고 있다. 직장온과 각 국소 피부온과는 부의 상관관계를 보였으며, 앉은 자세의 경우, 남자는 머리($p<0.001$), 상완($p<0.01$), 발등($p<0.05$), 여자는 흉부($p<0.05$), 등($p<0.001$), 전완($p<0.001$), 대퇴($p<0.001$)와 높은 상관을 보였다. 옆으로 누운 자세의 경우, 남자는 머리를 제외한 다른 부위와 높은 상관을 보였고, 여자는 머리($p<0.001$), 상완($p<0.05$), 전완($p<0.001$), 손($p<0.01$), 대퇴($p<0.01$)와 높은 상관을 보였다. 누운 자세의 경우, 남자는 머리를 제외한 다른 부위와 직장온과 높은 상관을, 여자는 흉부, 하퇴를 제외한 다른 부위와 높은 상관을 나타냈다.

평균피부온과 각 국소 피부온과의 관계는 어느 자세를 불구하고 머리를 제외한 다른부위의 피부온과 평균피부온과는 높은 상관을 나타냈으며, 특히 복부, 상완, 대퇴의 피부온과 높은 상관($p<0.001$)을 보였다.

4. 국소 발한량과 체중 감소량

Fig. 7은 남녀, 자세별 흉부, 상완, 대퇴 각 부위의 국소 발한량을 나타내고 있다. 전체적으로 남자의 국소 발한량이 여자보다 많았고, 3조건의 자세중 앉은 자세의 경우가 국소발한량이 많았으며, 모든자세에서 흉부의 국소 발한량이 많게 나타났다. 앉은 자세의 경우, 남자는 흉부의 국소발한량 0.067 g/12 cm²/hr, 대퇴의 국소발한량 0.034 g/12 cm²/hr, 상완의 국소발한량

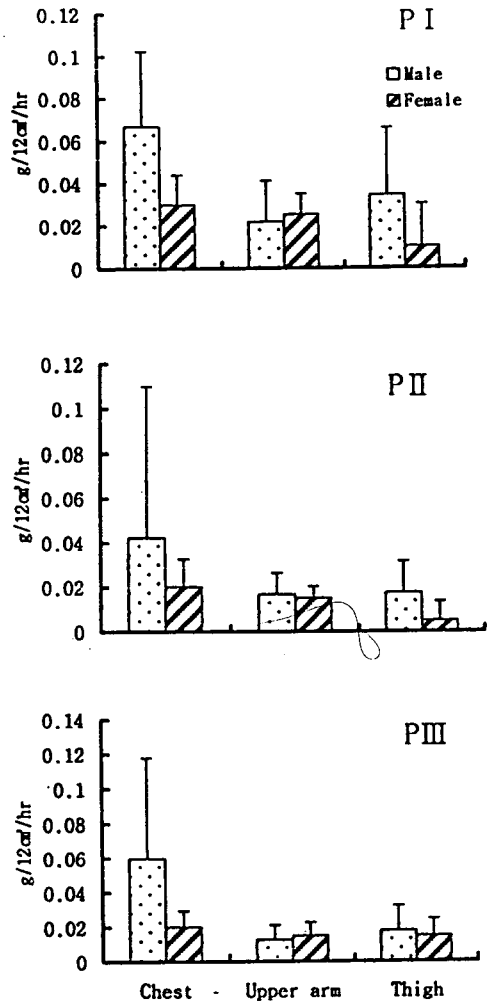

Fig. 7. Sweating rate at each posture

0.022 g/12 cm²/hr, 순으로 많았고, 여자의 경우는 흉부(0.030 g/12 cm²/hr), 상완(0.025 g/12 cm²/hr)에서 많았고, 대퇴 (0.010 g/12 cm²/hr)에서 적게 나타났다. 옆으로 누운 자세의 경우 남자는 흉부 (0.042 g/12 cm²/hr), 대퇴(0.017 g/12 cm²/hr), 상완(0.016 g/12 cm²/hr)의 순이었으며, 여자의 경우는 흉부(0.020 g/12 cm²/hr), 상완(0.015 g/12 cm²/hr), 대퇴 (0.005 g/12 cm²/hr)의 순으로 전체적으로 적은 국소발한량을 나타냈다. 누운 자세에서는 남자의 경우, 흉부 국소발한량이 0.060 g/12 cm²/hr으로 가장 많았고 그 외의 부위에서는 0.020~0.013 g/12 cm²/hr의 비슷한 정도를 나타냈다.

남녀 자세간의 체중 감소량은 남자의 체중 감소량이 여자의 체중 감소량보다 크게 나타났으며, 남자의 경우 앉은 자세 0.23 kg/hr, 누운 자세 0.18 kg/hr, 옆으로 누운 자세 0.12 kg/hr 순으로 높았으며, 여자의 경우는 0.05~0.06 kg/hr로 자세간의 차이는 보이지 않았다.

발한량의 성차에 대해서 Morimoto 등(1967), Bittel 등(1975)은 사춘기 이후 분명히 나타나며, 여자는 남자 보다 발한 발현의 체온 역치(域値)가 높고, 발한량도 적고 그차는 서열 부하가 클수록 현저하게 나타난다고 보고하였다.

이러한 성차는 성호르몬의 차에 기인한 체열출납 과정의 차가 제일의 원인이라 생각된다. Kawahata (1960)는 성호르몬의 연일 투여 시험 연구로 부터 남성호르몬이 발한 촉진 작용을, 배란호르몬이 발한 억제작용을 하고 있다고 설명하고 있다. 한편 땀샘자체의 기능에도 성차가 보여진다. 남자는 여자보다 단일 땀샘의 최고 발한량이 많고, 서열(暑熱)부하의 증강에 따라서 활동 땀샘의 수의 증가가 여자의 경우 더 일어나기 쉽고 남자와 비교해서 훨씬 가벼운 서열부담에서 최고치에 달한다고 Morimoto 등(1967)은 지적하였으며, 이러한 성차와 본 연구의 결과와 일치하는 것을 알 수 있다.

발한은 체위에 따라서 상당히 특이한 반응을 보인다. 小川(1981), Tadaki 등(1981)은 부위별 증발량에 영향을 미치는 요인 중 하나가 피부압-발한이라 지적하였으며, 피험자가 옆으로 누운 자세를 취했을 때, 정중앙선을 경계로 가압된 부분의 발한량은 가압되지 않은 부위보다 소량이며, 이 현상을 반측발한(hemihidrosis)이라 하였다. 朴 등(1992)의 28℃, 31℃의 불감증설 범위에서는 누운 자세, 의자에 앉은 자세 간에 유의한 차가 없었지만 34℃의 발한 범위에서는 상완, 전완, 손등은 누운 자세에서 보다 의자에 앉은 자세에서 높았고, 반대로 대퇴와 하퇴에서는 누운 자세 보다 의자에 앉은 자세에서 낮았다는 선행 연구 보고가 있다. 본 연구의 옆으로 누운 자세에서의 국소발한량이 다른 자세를 취할 때 보다 적었던 것은 신체의 좌측면을 압박하였고 측정 부위도전부 좌측인 점이 일치되어 측정 부위가 압박 받게되어 낮은 국소 발한량을 나타낸 것으로 추측된다.

5. 의복내 기후

앉은 자세의 경우, 여자의 의복내 온도 평균은

33.11℃로 남자의 32.39℃보다 높았고, 옆으로 누운 자세의 경우, 남녀 각각 33.16℃, 33.22℃로 여자가 약간 높았으며, 누운 자세의 경우, 33.11℃, 32.93℃를 나타냈다. 앉은 자세, 옆으로 누운 자세는 흉부의 피부온보다 낮지만 각 자세별의 변화 양상과 비슷한 경향을 나타냈다.

남녀 자세간 의복내 습도 평균은 앉은 자세의 경우, 남녀 각각 41.20%, 37.90%였고, 옆으로 누운 자세의 경우, 45.19%, 41.48%였으며, 누운 자세의 경우, 43.59%, 40.20%로 어느 자세에서도 남자의 의복내 습도가 높았으며, 옆으로 누운 자세, 누운 자세, 앉은 자세의 순으로 높았고, 이것은 체중감소량과 역상관을 나타내고 있다.

정 등(1997)의 연구 결과의 앉은 자세, 누운 자세의 의복내 온도와 동일한 경향을 나타냈으나 의복내 습도는 일치하지 않았다.

6. 주관적 감각

온열감은 전체적으로 남녀간의 유의차는 보이지 않았지만 남자의 온열감이 여자의 온열감 보다 높게 나타났으며, 자세간의 유의차도 높게 나타났다($p<0.01$). 앉은 자세의 경우, 남자는 4.58, 여자는 3.97였으며, 옆으로 누운 자세의 경우, 남자는 5.06, 여자는 4.81이고, 누운 자세에서는 남자는 4.78, 여자는 4.72이었다. 이와 같이 남자의 온열감이 여자의 온열감 보다 높게 나타난 것은 남자의 평균피부온이 여자의 평균피부온보다 낮았으므로 피부온과 환경온과의 온도차로 인하여 평균피부온이 낮은 남자의 경우 더욱 따뜻하다고 느꼈으리라 사료된다. 습윤감은 자세간의 유의차는 보이지 않았으나, 남자의 습윤감이 여자의 습윤감보다 높은 경향이 나타났으며($p<0.001$) 이것은 의복내 습도와 체중감소량의 결과와도 일치한다.

쾌적감은 누운 자세, 옆으로 누운 자세에서 유의하게 높았고($p<0.05$), 앉은 자세에 비해 쾌적하지 않은 경향을 보였다.

IV. 결 론

한국의 독특한 난방방식인 온돌에서 성별 자세별 온열적 생리반응을 비교 검토하여, 온열적 쾌적성과 쾌적의복 설계를 위한 기초자료를 얻기 위해서 건강한 성인 남녀 각각 6명을 대상으로 실험하였다. 환경조건은 온도 25±1℃, 습도 50±10%, 방바닥 온도는 30±1℃, 불감기류인 온돌방에서 의자에 앉은 자세로 30분 안정을 취한 뒤 앉은 자세, 옆으로 누운 자세, 누운 자세인 3가지 자세중 한 자세를 30분간 취한 상태에서 직장온, 피부온, 국소발한량, 의복내기후, 주관적 감각 등을 측정한 결과에 대한 결론은 다음과 같다.

1. 직장온은 어느 자세를 취함에도 처음 보다 하강하는 경향을 보였으며, 직장온의 전체 평균은 앉은 자세에서 37.10℃로 가장 높았고, 옆으로 누운 자세 36.94℃, 누운 자세 36.92℃로 자세간에 높은 유의차를 보였으나($p<0.001$), 남녀간의 유의차는 보이지 않았다.
2. 평균피부온은 3조건의 어느 자세를 취함에도 상승하는 경향을 보였으며, 앉은 자세의 경우 남자의 평균은 33.9℃, 여자의 평균은 34.0℃이고, 옆으로 누운 자세에서는 각각 34.1℃, 34.2℃ 이였고, 누운 자세에서는 34.2℃, 34.3℃로 여자의 평균피부온이 남자보다 높았으며($p<0.01$), 자세간에도 높은 유의차를 보였다($p<0.001$). 반응발현과 변화량은 남녀 모두 옆으로 누운 자세, 누운 자세에서 크게 나타났다.
3. 각 국소피부온은 체간부의 피부온이 사지부의 피부온보다 높게 나타났으며, 남자의 경우, 사지부의 피부온이 여자보다 높았으며, 여자의 경우는 체간부의 피부온이 남자 보다 높게 나타났다. 특히, 등의 피부온은 누운 자세에서 높게 나타났으며($p<0.001$), 발등의 피부온은 앉은 자세에서 높게 나타났다($p<0.001$). 자세 취함에 따른 각 국소 피부온의 반응발현과 변화량은 앉은 자세의 경우, 남녀 동일한 경향을 나타냈으며 발등의 피부온 상승이 현저하였으며, 옆으로 누운 자세의 경우, 등, 하퇴, 발등의 피부온 상승이, 누운 자세의 경우, 등의 피부온 상승이 현저하게 나타났다.
4. 흉부, 상완, 대퇴의 국소발한량은 남자가 여자보다 많게 나타났으며, 어느 자세에서도 흉부의 국소발한량이 많았고, 앉은 자세의 경우, 국소 발한량이 크게 나타났으나, 옆으로 누운 자세의 경우는 적은 국소발한량을 나타냈다.
5. 남녀간의 유의차는 보이지 않았지만 남자의 온열감이 여자의 온열감보다 높게 나타났으며, 자세간에는 옆으로 누운 자세, 누운 자세, 앉은 자세 순으로 높

았다. ($p<0.01$)

본 연구에서 얻어진 결과를 토대로 한국의 독특한 난방방식인 온돌 주거 환경하에서의 한국인의 피부감각에 관한 연구와 적정 실내 환경온, 적정착의량, 적정 온돌 바닥온의 처방을 위한 연구 등으로 활용하기 위하여 앞으로 온돌이 아닌 다른 난방방식에 따른 인체에 미치는 영향, 피험자의 인원수의 늘림과 다양한 연령층의 확보와 더불어 여성의 성주기에 따른 영향도 연구 되어야 할 필요가 있다.

인 용 문 헌

김명주, 최정화, 수면시 침상기후와 인체생리반응에 관한 연구－온돌환경을 중심으로－, 한국의류학회지, 15(2), 77-87, 1991.

백윤정, 최정화, 온돌생활이 인체의 체온조절 기능에 미치는 영향, 한국인간온열환경학회지, 1(1), 63-72, 1994.

심현섭, 최정화, 인체의 자세가 체온조절에 미치는 영향, 한국의류학회지, 17(3), 415-427, 1993.

이순원, 권수애, 최정화, 온돌환경이 수면시 생리반응에 미치는 영향(제1보)－가을, 겨울철 수면시 침실내 온열환경과 침상기후－, 한국의류학회지, 20(4), 697-706, 1996.

이추영, 온돌방의 실내기온 수직분포에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 5(2), 291-294, 1985.

윤용진, 복사난방공간의 쾌적온도범위 설정에 관한 연구, 한양대학교 대학원 석사학위논문, 1985.

정유정, 최정화, 온돌난방에서 노인과 청년의 피부온 반응 비교, 한국의류학회지, 22(1), 149-158, 1998.

坊垣和明, 床暖房の快適條件に關する實驗的研究, 日本建築學會大會學術講演梗慨, 909-910, 1984.

崔英植, 堀越哲美, 宮本征一, 水谷章夫, 床暖房時の氣溫と床温が胡座人體に及ぼす影響に關する研究, 日本建築學會計畫系論文集, 480, 7-14, 1996.

井上和夫, 温熱環境としての床温が人體に及ぼす影響に關する實驗的研究, 日本建築學會關東支部研究報告集, 89-92, 1975.

磯田憲生, 久保博子, 早川和代, 梁瀨度子, 床暖房温度の人體に及ぼす影響について, 日本建築學會大會學術講演梗慨集, 949-950, 1986.

梶井宏修, 床暖房温度と快適性, 第16回 人間－熱環境系シンポジウム, 15-17, 1991.

金鳳愛, 磯田憲生, 梁瀨度子, 床暖房温度の床座の人體に及ぼす影響に關する研究(電氣床暖房裝置を使用した場合について), 日本建築學會計畫系報告集, 417, 19-29, 1990.

李周妍, 磯田憲生, 久保博子, 氣温及び床温の接觸部位皮膚温に及ぼす影響に關する研究, 第21回 人間－生活環境シンポジウム, 123-126, 1997.

氷村一雄, 齊藤平藏, 床暖房と人體生理および温冷感との關係に關する實驗的基礎研究, 日本建築學會論文報告集, 353, 21-31, 1985.

小川德雄, 朝山正己, 伊藤嘉紀, 皮膚壓及びハリによる域的發汗抑制, 自律神經, 8, 246-253, 1981.

朴順子, 快適衣服設計のための人體表面水分蒸發量の分布及びその變動要因に關する研究, 文化女子大學博士學位論文, 1992.

申正和, 田村照子, 温暖環境下での人體の局所加温刺較が温熱生理・感覺反應に及ぼす影響, 人間と生活環境, 3(1), 45-55, 1996.

田村照子, 裸體健常成人女子の皮膚温分布－被服設計の爲の温熱生理學的基礎研究－, お茶の水醫學雜誌, 31(4), 225-241, 1983.

渡邊ミチ, 衣服衛生と着裝, 同文書院, 東京, 23-35, 1985

Bittel, J. and Henane, R., Comparison of thermol exchange in men and women under neutral and hot condition. *J. Physiol.*, 250, 475-489, 1975.

Choi, J.W., Bed climate of Korean using ondol heating system, *J. Therm. Biol.*, 18(5/6), 399-403, 1993.

Kawahata, A., Sex differences in sweating, In Essential Problems in Climatic Physiology(H. Yoshimura, K. Ogata and S. Itoh, eds.), Nankodo, Kyoto 169-184, 1960.

Morimoto, T., Slabochova, Z., Naman, R.K. and Sargent, F., Sex differences in physiological reactions to thermal stress, *J. Appl. Physiol.*, 22, 526-532, 1967.

Tadaki, E., Kumazawa, T., Mizumura, K. and Takagi, K., Hemihidrosis due to skin pressure with particular remarks on the intensity and area of the pressure stimuli. *Jpn. J. Physiol.*, 30, 259-265, 1981.

Tochihara, Y., Ohnaka, T., Nagai, Y., Tokuda, T. and Kawashima, Y., Physiological responses and thermal sensations of the elderly in cold and hot environments. *J. Inter, Biometeorol*, 36, 89-93, 1992.