각 환경기온하에서의 성인 남·여자의 피부온 비교*

A Comparison Study on the Skin Temperature on the Adult Male · Female at Environmental Temperature

심 부 자
동아대학교 생활과학대학 의류학과

Abstract

With a view of to providing basic data for designing male's and female's clothes, healthy males and females(five each) were exposed to three different environmental temperature(20±1.0℃, 28±1.0℃, 32±1.0℃) in the nude. Their adaptation of skin temperature, physiological responses, oral temperature, blood pressure, pulse rates) and psychological reactions(thermal, comfort and perceptive sweat sensations) were analyzed to be as follows;

The subjects's skin temperature had a similar look of adaptation, but the stability of skin temperature differed at the 20±1.0℃ and at the 28±1.0℃. Males had higher skin temperatures at three environmental temperatures, but females showed a higher temperature change at the 20±1.0℃a and 28±1.0℃ and males at the 32±1.0℃. Thus females were more resistant to the cold, while male were more resistant to the heat.

As environmental temperature increased, oral temperature and pulse rates also grew up. Females turned higher in oral temperature and lower in blood pressure, but both sexes had a normal range of physiological reactions. Even though three environmental temperature were same changes in thermal sensation at 28±1.0℃ and in perceptive sweat sensation at 32±1.0℃, the two sexes had the same response in comfort sensation at the three environmental temperature.[1)]

1. 서 론

피복은 인체를 감싸고 있는 가장 가까운 환경으로써 외계의 열 환경에 대한 인체의 체온조절 기

* 본 연구는 '96 동아대학교 연구기초자료비'에 의하여 연구되었음

능의 보조적인 역할을 하여 인간의 환경에 대한 적응을 용이하게 한다. 다양한 환경하에서 착용되는 의복의 온열적 쾌적성은 항체온 유지라는 기본적인 생리 특성과 관 계 깊으므로, 몸과 마음을 동시에 건강하게 생활하기 위해서는 의복설계시 인체의 열 환경에 대한 생리적·심리적인 반응 특성을 파악하는 것은 기본이다(田村, 1993).

그러므로 인체와 환경 사이의 열 교환이 주로 이루어지는 피부의 표면온도인 피부온은 착의의 적정성을 평가하는 지표일 뿐만 아니라, 쾌적상태(혈관조절역)에서의 피부온 분포를 재현하는 피복이 쾌적하다고 할 수 있으므로 나체 상태의 피부온을 파악하는 것은 각종 피복의 설계 및 평가 기준의 방향을 시사한다(渡邊·田村, 1980)고 알려져 있다.

그러나 피부온은 인체의 생리적·해부학적 조건, 기상 조건, 피복 조건뿐만 아니라 인종, 성, 연령, 영양 상태, 체격, 계절 등에 따라 변화한다(田村, 1979). 그러므로 피복 착용 대상의 질병의 유·무, 연령별, 성별, 체형별에 따른 체온조절 기능의 차이를 파악하여 각각의 특성에 적합한 피복을 설계하기 위해서는 피부온에 대한 연구가 선행되어야 한다(심부자 등, 1995; 심부자, 1996; Tetsuo katsuura 등, 1991; 菊池, 1993).

그러므로 다양한 피복 착용 대상자의 피부온에 대해 연구하기 위해 질병의 유·무(심부자·유인자, 1989)에 따라, 체형별 차이(심부자 등, 1995)에 따라 그리고 성인 남자(심부자, 1996)에 피부온에 관하여 지속적으로 진행해 왔다. 그 후속적인 연구로써 성인 남녀의 피부온을 비교 연구하고자 한다.

성인 남녀의 피부온 비교에 대한 연구는 국내에서는 거의 전무한 상태이며, 국외에서는 1950년대에 피부온에 관한 연구(富家, 1954; 季節生理研究班, 1956)가 이루어졌다. 그러나 인간을 둘러싼 환경적·문화적 차이가 인체에 영향을 미쳤을 것으로 생각되어 이들 선행연구의 결과를 그대로 받아들이기에는 상당한 무리가 있다고 생각된다. 또한 최근에 이루어진 연구(Shapiro 등, 1980, 1981)에서는 특정 대상을 상대로 특수한 환경하에서 남녀 피부온을 비교하였을 뿐, 일상생활을 영위라는 환경조건하에서의 건강한 남녀 피부온에 대한 비교 연구는 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구는 성인 여자의 피부온을 전보에서 발표된 성인 남자의 피부온(심부자 96)과 비교하기 위해, 비슷한 시기에 동일한 환경조건과 실험방법으로 다양한 환경에 장시간 노출시켰을 때의 피부온 및 심리·생리적 반응을 측정하여 성인 남녀의 각 환경기온하에서의 적응 과정을 비교 검토하여 도출된 결과를 남녀 의복설계시 기초자료로 제공하는 데 목적을 둔다.

2. 실험방법

2.1 피험자

피험자는 국민체위조사 보고서(한국표준과학연구소, 1992)에 기준하여 건강한 성인 남녀 각각 5명씩을 대상으로 하였다.

피험자들의 신체적 특성은 Table 1에, 생리적 특성은 Table 2에 나타내었다.

피하지방 두께는 두겹집기법(채범석, 1987)으로 신체 왼쪽의 상완후면, 견갑하부, 요부에서 측정

하였다.

Table 1. Physcical characteristics of the subjects

Item / Subject	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Chest circum-ference (cm)	Skinfold thickness(mm)			Body surface area(m^2)[a)]	Rohrer index[b)]	Vervaeck index[c)]	Metabolic rate[d)]
					Upperarm	Infrascapula	Loin				
M-1	26	171.5	63.0	91.0	6.5	8.5	9.0	1.76	1.25	89.80	60.26
M-2	26	170.8	64.0	90.5	4.0	6.0	7.0	1.77	1.25	89.73	60.55
M-3	24	174.2	61.5	90.0	3.0	5.5	5.0	1.73	1.15	86.68	62.27
M-4	25	170.3	68.5	84.0	5.0	6.0	7.0	1.71	1.21	84.55	61.60
M-5	25	176.5	66.5	88.0	3.5	8.5	5.5	1.83	1.20	87.53	63.59
F-1	24	159.2	47.5	76.5	9.0	8.5	10.5	1.03	1.18	77.89	57.93
F-2	23	161.3	58.0	89.5	8.7	7.7	9.2	1.62	1.37	91.13	60.19
F-3	24	168.5	56.5	84.0	8.7	5.0	8.0	1.66	1.18	83.38	58.94
F-4	24	156.5	49.0	81.0	9.5	9.0	5.5	1.48	1.28	83.39	57.85
F-5	25	152.5	47.0	78.0	9.5	6.0	9.5	1.42	1.32	81.97	56.99

a) calculated by Takahira's equation: $W^{0.425} \times H^{0.725} \times 72.46 / 10^4$
b) calculated by Rohrer's equation: $W / H^3 \times 10^5$
c) calculated by Vervaeck's equation: (W + C.C) / H x 100
d) calculated by Nakagawa's equation: {(591.620 + 3.815W + 2.434H - 1.689A) / 24} x 1.2
W : weight(kg) H : height(cm) A : age(yr) C.C. : chest circumference(cm)

Table 2. Physiological characteristics of the subjects

Subject	Body temperature(℃)	Blood pressure(mmHg)		Pulse rate (beats/min)
		Systolic	Diastolic	
M-1	36.6 ± 0.1	109 ± 1	73 ± 2	79 ± 1
M-2	36.6 ± 0.2	106 ± 2	80 ± 2	75 ± 2
M-3	36.5 ± 0.1	131 ± 1	71 ± 2	73 ± 2
M-4	36.6 ± 0.1	114 ± 1	69 ± 2	74 ± 3
M-5	36.5 ± 0.1	116 ± 1	68 ± 2	78 ± 2
F-1	37.0 ± 0.1	97 ± 2	67 ± 3	87 ± 1
F-2	36.3 ± 0.2	117 ± 1	86 ± 2	77 ± 1
F-3	36.6 ± 0.2	88 ± 1	67 ± 2	74 ± 3
F-4	36.9 ± 0.1	95 ± 3	64 ± 3	88 ± 1
F-5	36.7 ± 0.1	96 ± 2	68 ± 2	88 ± 2

2.2 실험일시 및 환경조건

실험은 동아대학교 피복위생학 실험실에서 예비 실험을 거친 후 1995년 5월 21일~5월 31일에 실시하였다. 실험실의 환경 조건의 설정은 나체시 항체온 조절 방법의 구분에 의한 범위내(田村, 1983)에서 채택하였으며 Table 3과 같다.

Table 3. Environmental condition in laboratory

item / Laboratory	Environmental temp.(℃)	Relative humidity(%)	Air movement (m/sec)	Effective radiant temp.(℃)
Control room	28±1.0	50±10	0.1	0±0.5
Experimental room	20±1.0 28±1.0 33±1.0	50±10	0.1	0±0.5

실험 결과에 영향을 미치는 생리적인 변동 요인을 가능한 배제하기 위하여 피험자는 하루 중 동일시간(09:00~13:00/14:00~17:30)대에 실험을 실시하였고, 여자는 월경주기를 고려하여 난포기로 한정했다.

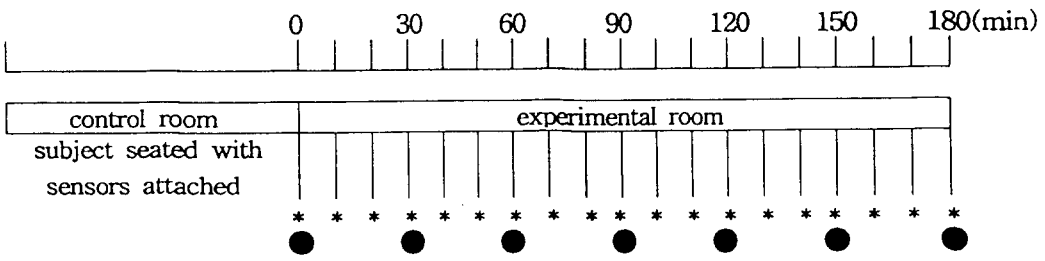
2.3 실험순서

실험 순서는 Fig. 1과 같다.

① 피험자는 예비조절실에서 나체(팬티/팬티+브래지어)의 상태로 1시간 동안 안정을 취한다. 안정을 취하는 동안, 측정부위에 sensor를 부착한다.

② 측정실 입실 전에 체온, 혈압, 맥박수, 온냉감, 쾌적감, 자각적 발한감을 측정하여 실험전의 상태를 확인한다.

③ 측정실에 입실 직후 10분마다 피부온, 혈압, 맥박수를 check하고 30분마다 심리적 반응을 청취한다(피험자의 자세는 의자에 앉은 상태로 하고 발은 바닥에서의 복사 영향을 최소화하기 위해 20cm높이의 나무 단상에 올려놓는다).



* : skin temperature, physiological response(body temperature, blood pressure and pulse rate) - checked

● : psychological response - ascertained

Fig. 1. The procedure of the experiment

2.4 측정항목

2.4.1 피부온

피부온은 Thermistor data 集錄裝置(D922-1,Takara, Japan)를 이용하여 倉田의 5점법(전액:forehead 상복:epigastrium 전완:ant.forearm 대퇴:ant.thigh 하퇴:ant. leg)에 준하여 측정하였으며, 평균피부온의 산출공식은 다음과 같다.

$$\bar{T}_s=(9.8A + 32.8B + 19.6C + 17.2D + 20.6E)/100 \text{ (male)}$$

$$\bar{T}_s=(10.3A + 31.8B + 19.0C + 19.7D + 19.2E)/100 \text{ (female)}$$

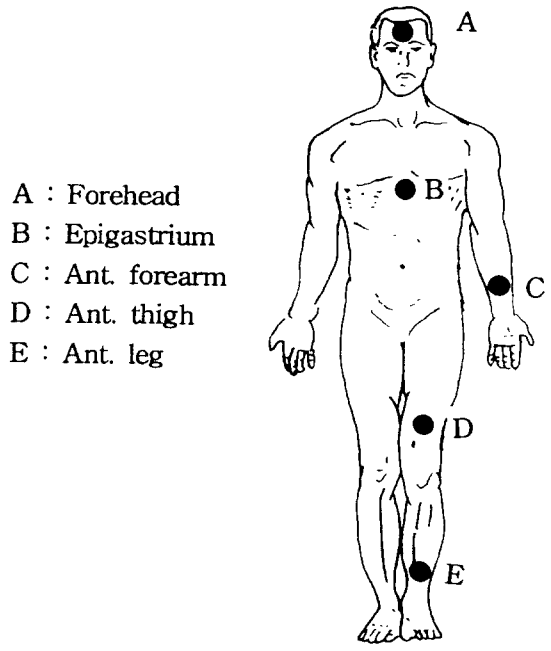


Fig. 2. Measuring point of skin temperature

2.4.2 생리적 반응

구강 온은 전자체온계(AT-500, Taiwan)를, 혈압은 전자혈압계(AS-115, Japan)를 이용하여 수축기 혈압, 확장기 혈압을 측정하였다. 맥박수는 촉수법으로 1분간 측정하였다.

2.4.4 심리적 반응

온열감각 9단계, 쾌적감각 4단계는 일본공기조화위생공학회의 것을, 자각적 발한상태는 三浦의 3단계를 사용하였고 그 척도는 Table 4와 같다.

Table 4. The scale of thermal, comfort, perceptive sweaty sensation

Scale	Thermal sensation	Comfort sensation	Perceptive sweaty sensation
1	very hot	comfortable	clammy
2	hot	slightly uncomfortable	sweat
3	warm	uncomfortable	dripping
4	slightly warm	very uncomfortable	
5	neutral		
6	slightly cool		
7	cool		
8	cold		
9	very cold		

2. 5 자료처리

자료분석은 PC-SAS를 이용하여 각 환경기온하에서 피부온 변화가 성별, 시간별, 부위별 차이가 있는가를 알아보기 위해 Repeated Measures ANOVA를 시행하였다. 또한 유의차가 있는 요인에 대해서는 Duncan's Multiple Range Test를 행하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 피부온의 변화

가. 20±1.0℃의 환경

환경기온 20±1.0℃에서의 피부온의 변화에 대한 성별(S), 부위별(R), 시간별(T)에 유의차를 검증하였다. 피부온이 안정화되는 시점을 파악하기 위해 환경 노출직후부터 180분 동안과 환경노출 90분부터 180분 동안으로 세분화시켜 실시한 결과를 Table 5에, 시간 경과에 따른 피부온의 변화 양상을 Fig. 3에 나타내었다.

Table 5에 의하면, 환경노출 직후부터 180분 동안 성별에서는 유의차가 인지되지 않았으나, 남·녀 모두 각각 부위별(R), 시간별(T)에서 유의차(p=0.0001)가 인지되었다. 그러나, 환경노출 90분부터 180분 동안에는 성별(S)(p=0.0430)에서 유의차가 인지되었으며, 남자는 부위별(R)(p=0.0001)에서만 유의차가 인지되고 시간별(T)에서는 유의차가 인지되지 않았다. 여자는 부위별(R)(p=0.0001), 시간별(T)(p=0.0006)에서 모두 유의차가 인지되었다. 이와 같이 남자는 환경노출 직후부터 90분 동안의 급격한 피부온의 변화에 의한 영향으로 환경노출 직후부터 180분 동안에 시간에 따른 유의

차가 인지되었으나, 환경노출 90분까지를 제외한 환경노출 90분 이후부터 180동안에는 유의적인 변화없이 안정화되어 시간에 따른 유의차가 인지되지 않은 것으로 생각된다.

그러나 여자는 남자와 달리 환경노출 90분부터 180분 동안에도 시간에 따른 유의차가 인지되어 환경노출 90분 이후에도 피부온이 지속적으로 변하고 있음을 알 수 있었다. 그리고 남녀 모두 부위별(R)에서 유의차가 인지되어 각종 환경기온하에서 온도에 대한 피부혈관반응은 부위별로 차가 있으며(Brown 등, 1980), 인체의 각 부위별 피부온에는 온도차가 있다는 선행연구(Werner, 1980)와 같이 남녀 모두 부위별 온도차가 있음을 알 수 있었다.

Table. 5 ANOVA table for the skin temperature at 20±1.0℃

A term of experiture	Sex	Source	Df	Type Ⅲ SS	Mean Square	F Value	Pr>F
0~180 (min)	Total	S	1	60.6063	60.6063	2.54	0.1181
	Male	R	4	1528.7533	382.1882	25.45	0.0001***
		T	18	210.9943	11.7219	20.12	0.0001***
		R*T	72	96.3030	1.3375	2.30	0.0001***
	Femal	R	4	2450.1574	612.5393	18.17	0.0001***
		T	18	510.4597	33.7068	44.82	0.0001***
		R*T	72	80.2546	28.3588	1.76	0.0001***
90~180 (min)	Total	S	1	70.5978	70.2978	4.34	0.0430*
	Male	R	4	1034.7389	258.5947	21.67	0.0001***
		T	9	2.6869	0.2978	1.07	0.3896
		R*T	36	6.0374	0.1677	0.60	0.9641
	Femal	R	4	1430.0670	357.5168	16.23	0.0001***
		T	9	27.8665	3.0962	3.34	0.0006**
		R*T	36	20.9910	0.9036	0.65	0.9397

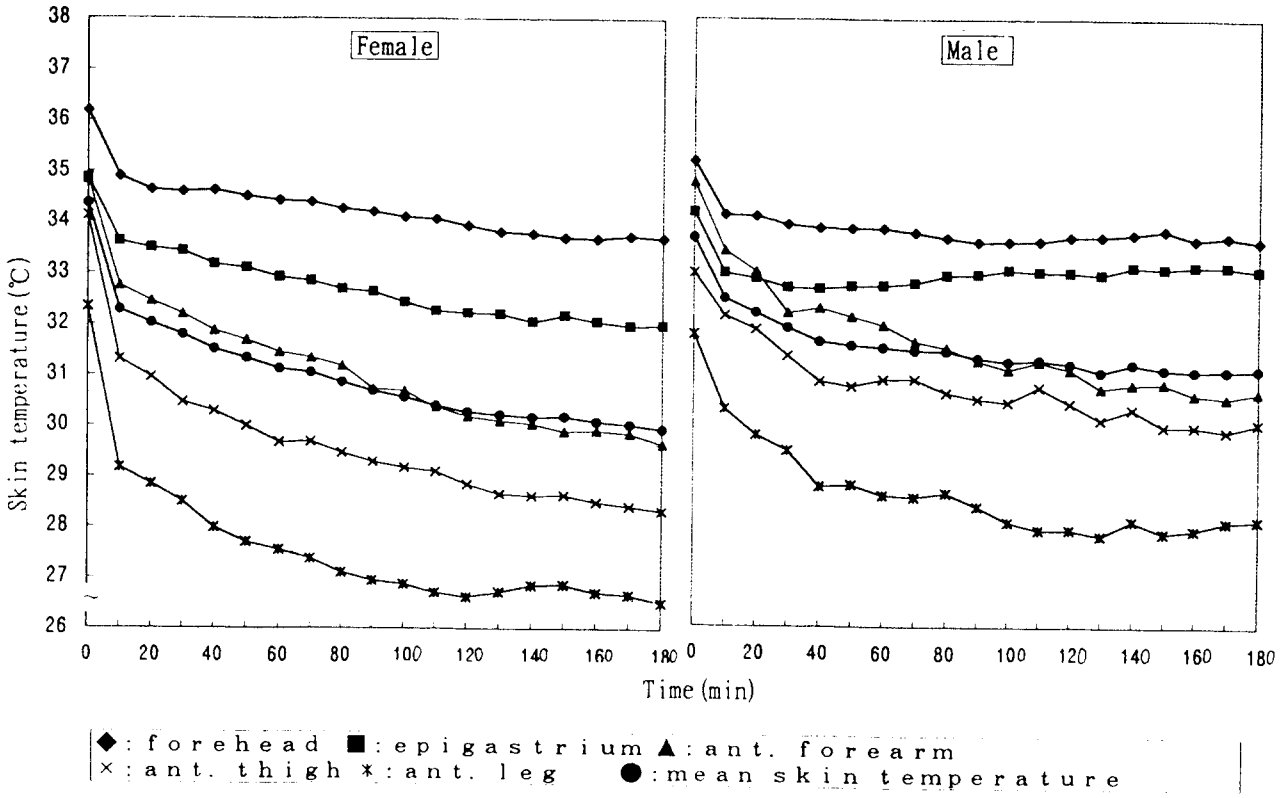


Fig. 3. Variation of skin temperature with lapse of time at 20±1.0℃

Fig. 3에서 시간 경과에 따른 남녀의 피부온의 양상은, 환경노출 직후부터 10분 동안 남녀 모두 급격히 하락하였다. 여자는 5부위 모두 10분 동안 약 2℃정도 하락하였으나 남자는 약 1℃ 하락하여 여자의 피부온이 남자보다 크게 하락함을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 각 부위간 최고 온도차는 노출 직후보다 실험종료시에 남자는 약 2℃, 여자는 약 3.3℃정도 증가하여 남자보다 여자가 부위간에 온도차의 폭이 증가함을 알 수 있었다. 평균피부온은 환경노출 직후에 비해서 환경노출 180분 동안의 평균은 여자는 약 -3.6℃, 남자는 약 -2.2℃의 차이를 나타내어 환경노출에 따른 평균피부온의 변동은 여자가 남자보다 약 1.4℃정도 크게 하락한 것을 알 수 있었다.

이러한 결과는 인체의 구간부와 사지부의 온도차가 클수록 직장온을 다소 높게 유지하여 추위에 대한 방어능력이 우수하다(정운선 · 登倉 實, 1991)는 것에서 알 수 있듯이 여자는 부위간 온도차가 증가하여 저온환경에서 적응능력이 뛰어날 뿐만 아니라 본 연구에서 나타난 평균 피부온의 변동(약 -3.6℃)이 항체온 유지에는 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

각 부위별 피부온을 살펴보면, 구간부인 전액은 환경의 온열변동에 따른 동요에 안정성이 많은 부위(米田, 1983)이므로 남녀 모두 안정된 양상을 나타내지만 남녀를 비교해 보면 여자는 소폭의 온도하락을 나타내어 남자보다 낮은 온도를 나타내었다. 상복은 남자의 경우 환경노출 40분 까지는 하락하지만 그후에는 상승하였다가 다시 안정된다. 그러나 여자는 전액과 같은 양상을 나타내었다.

구간부의 이러한 남녀의 피부온 차이는 여자가 남자보다 피하지방이 많아 피하지방의 단열성의 영향으로 저온하에서의 체표면적 당 열손실이 남자보다 10%나 적어 내한성이 크다는 이론과 일치하였다(吉田, 田中, 1986; 菊池 外 4人, 1990).

사지부는 남녀 모두 급격한 온도 하락을 나타낸 후 남자는 소폭의 하락을 나타낸 후 대체로 안정화되는 양상을 띠지만, 여자는 지속적인 하락을 나타내어 실험종료시에는 남자보다 크게 낮은 온도를 나타내었다.

그리고 평균피부온 역시 여자가 남자보다 낮게 나타나 여자의 평균 피부온이 남자보다 낮으며 특히 20℃부근에서 이러한 현상이 두드러진다는 선행연구와 일치하였다.

이상의 결과에서 저온환경에서는 남녀 모두 부위별 피부온에 차이가 있으며, 여자는 피하지방의 영향으로 체표면적당 열손실이 남자보다 적고, 구간부와 사지부 피부온의 온도차를 크게하여 추위에 대한 방어 능력이 우수하여 남자보다 내한성이 크고, 피부온의 안정화 측면에서는 구간부와 사지부의 온도차를 크게하기 위한 피부온의 지속적인 하락으로 인하여 남자보다 여자가 안정화되는데 많은 시간이 소요되었다.

나.28±1.0℃의 환경

환경기온 28±1.0℃에서의 피부온 변화에 대한 성별(S), 부위별(R), 시간별(T) 유의차 검증을 환경기온 20±1.0℃에서와 같이 세분화시켜 실시한 결과를 Table. 6에, 시간 경과에 따른 피부온의 변화 양상을 Fig. 4에 나타내었다.

Table 6에 의하면, 환경 노출 직후부터 180분 동안에 성별(S)($p=0.0447$)에서 유의차가 인지되었으며 남녀 모두 각각 부위별(R), 시간별(T)에서도 유의차가 인지되었다. 그리고 환경노출 90분부터

180분 동안에도 역시 성별(S)(p=0.0036)에서 유의차가 인지되었다. 그리고 남자는 부위별(R)(p=0.0005)에서는 유의차가 인지되었으나 시간별(T)에서는 유의차가 인지되지 않았으며, 여자는 부위별(R)(p=0.0001), 시간별(T) (p=0.0001) 모두에서 유의차가 인지되었다. 환경기온 20±1.0℃와 같이 28±1.0℃에서도 남자 피부온은 환경노출 90분 이후에는 시간에 따른 유의차가 인지되지 않아 환경노출 90분 이후에 안정화되는 양상을 나타내지만 여자의 피부온은 유의차가 인지되어 남자와 차이를 나타내었다.

Table. 6 ANOVA table for the skin temperature at 28±1.0℃

A term of experiture	Sex	Source	Df	Type Ⅲ SS	Mean Square	F Value	Pr>F
0~180 (min)	Total	S	1	77.426	77.426	4.27	0.0447*
	Male	R	4	636.4601	159.1150	6.70	0.0014***
		T	18	4.6109	0.0251	2.68	0.0003***
		R*T	72	6.6720	0.0926	0.97	0.5548***
	Femal	R	4	1045.8437	261.4609	17.74	0.0001***
		T	18	39.2250	0.1791	22.39	0.0001***
		R*T	72	19.5124	0.2710	2.78	0.0004**
90~180 (min)	Total	S	1	89.6168	89.6168	9.46	0.0036*
	Male	R	4	361.2094	90.3023	7.94	0.0005***
		T	9	0.5588	0.0620	0.88	0.5449
		R*T	36	2.4242	0.0573	0.95	0.5498
	Femal	R	4	664.3538	166.0885	20.26	0.0001***
		T	9	2.9195	0.3243	5.07	0.0001***
		R*T	36	1.9285	0.0535	0.84	0.7304

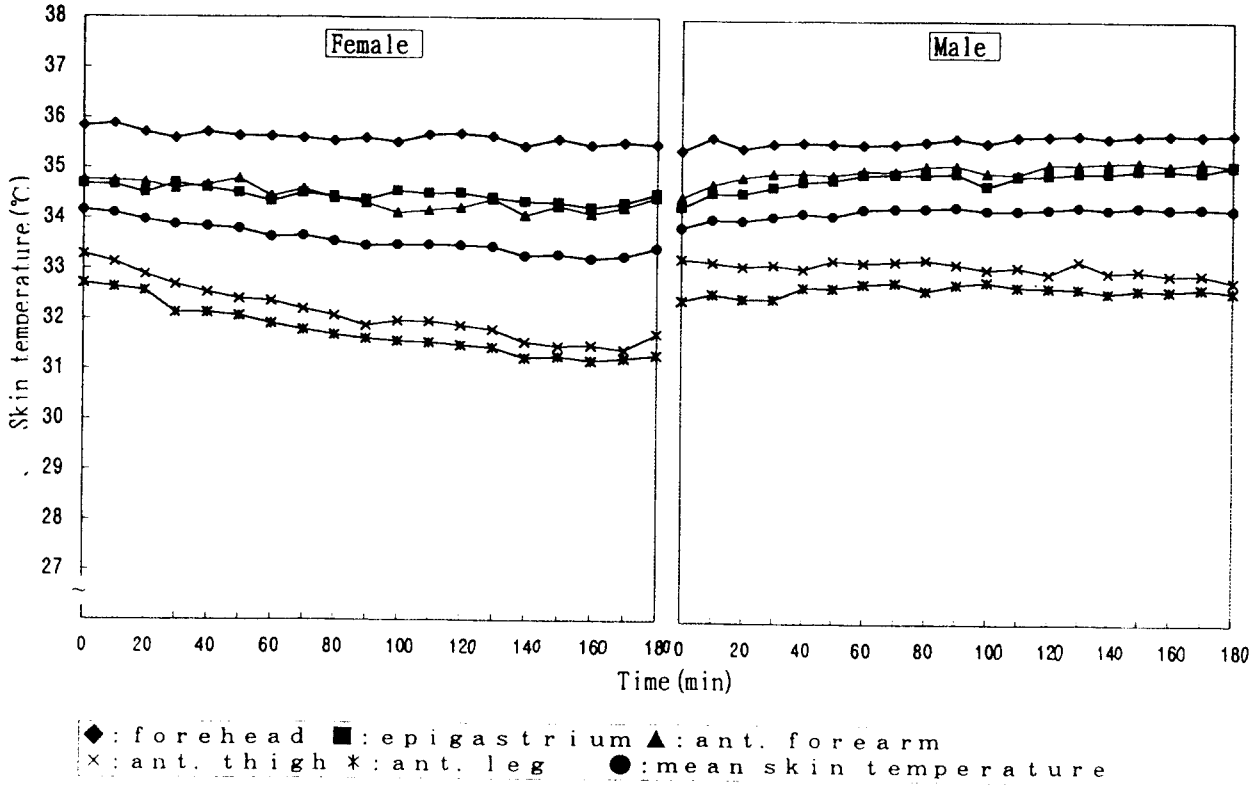


Fig. 4. Variation of skin temperature with lapse of time at 28±1.0℃

Fig. 4에서 남녀 피부온의 변화 경향을 살펴보면, 환경노출 직후 10분 동안 남녀 모두 대체로 일정한 상태를 유지하였다. 여자는 환경노출 직후에 각 부위간 최대 온도차는 3.13℃를 나타내었으나, 실험종료시에는 4.19℃로 온도차가 커지는 반면, 남자는 환경노출 직후와 거의 변화 없이 일정하게 실험종료시까지 유지되었다.

각 부위별 피부온을 살펴보면, 구간부인 전액과 상복은 환경기온 20±1.0℃와 같이 남녀간의 커다란 변화없이 대체로 비슷한 경향을 나타내었으나, 상복은 환경노출 30분 이후부터는 남자의 온도가 상승하여 여자보다 높은 온도를 나타내어 같은 구간부인 전액에 비해서 남녀간의 피부온 차가 커졌다.

사지부 중에서 전완은 남자는 환경노출 직후부터 180분까지 일정한 온도가 계속 유지되었으나 여자는 소폭의 하락을 나타내어 남자가 여자에 비해 높은 온도를 나타내었다. 그리고 대퇴와 하퇴는 환경노출 직후에는 남녀의 피부온이 비슷하였으나 여자의 피부온이 소폭이나마 지속적으로 하락하여 실험종료시에는 남녀간의 피부온의 차이가 크게 변화하였다. 평균피부온은 환경기온 20±1.0℃와 같이 여자가 남자보다 낮게 나타났다.

이상의 결과에서 환경기온 28±1.0℃는 남녀 모두 산열이나 발한에 의한 체온조절을 필요로 하지 않아 혈관조절만으로 체온조절이 가능함으로 체온조절에 부담이 가장 적은 온열중립환경(佐藤, 1995)임을 알 수 있었다. 그러므로 이러한 온열중립환경에서는 남녀의 구간부의 온도는 비슷한 경향을 나타내었으며, 사지부의 피부온에서 약간의 차이를 나타낸 것은 여자의 피하지방의 발달에 의한 단열성의 영향으로 나타나는 피부온의 저하와 남자에 비해 항상 경장(輕裝)인 피복조건의 차에 의한 냉각도와 혈관의 수축상태의 차이 때문(富家, 1954)이라고 생각된다.

다. 환경기온 32±1.0℃의 피부온

환경기온 32±1.0℃에서의 피부온 변화에 대한 성별(S), 부위별(R), 시간별(T) 유의차 를 검증한 결과를 Table 7에, 시간 경과에 따른 피부온의 변화 양상을 Fig. 5에 나타내었다.

Table 7에 의하면, 환경 노출 직후부터 180분 동안 성별(S)에서는 유의차가 인지되지 않았다. 남녀 모두 각각 시간별(T)($p=0.0001$)에서는 유의차가 인지되었으나 부위별(R)($p=0.0002$)에서는 남자는 유의차가 인지되었다. 그리고 환경노출 90분부터 180분 동안에는 남녀 모두 성별(S)에서는 유의차가 인지되지 않았으며 부위별(R), 시간별(T)에서 유의차가 인지되지 않았다.

이상의 결과에서 환경기온 20±1.0℃, 28±1.0℃와 달리 환경기온 32±1.0℃에서는 남녀 모두 환경노출 직후 90분부터 180분 동안에 시간별(T)에서 유의차가 인지되지 않아 남자는 피부온의 안정화가 저온환경과 동일한 시점에서 나타났지만, 여자는 저온환경에 비해 고온환경에서 피부온이 안정화되는 시점이 빠른 것을 알 수 있었다.

Fig. 5에서 남녀 피부온의 변화경향을 살펴보면, 환경노출 직후부터 10분 동안에 남녀 모두 급격히 상승하였다. 남자는 10분 동안에 대퇴가 가장 급격한 상승을 나타내면서, 각 부위 모두 약 0.9℃의 상승하였으며, 여자는 남자와는 달리 하퇴가 가장 급격한 상승을 나타내면서 각 부위 모두 약 0.5℃의 상승을 나타내어 남자의 피부온이 여자보다 크게 상승하는 것을 알 수 있었다. 뿐만 아니

라 여자의 각 부위간의 최고 온도차가 환경 노출 직후에 비해 실험종료시에는 0.8℃정도 줄어들지만, 남자는 약 1.3℃정도 줄어들어 환경기온 32±1.0℃에서 남자의 부위간 온도차가 여자에 비해 훨씬 더 적어짐을 알 수 있었다. 그리고 평균피부온은 환경노출 직후에 비해서 환경노출 180분 동안의 평균은 여자는 약 +0.9℃, 남자는 약 +1.3℃의 차이를 나타내어 고온환경에 노출되었을 때 평균피부온의 변동은 남녀가 비슷한 것을 알 수 있었다.

Table. 7 ANOVA table for the skin temperature at 32±1.0℃

A term of experimene	Sex	Source	Df	Type Ⅲ SS	Mean Square	F Value	Pr>F
0~180 (min)	Total	S	1	4.079	4.079	0.16	0.6955
	Male	R	4	389.0807	97.2702	3.54	0.0244*
		T	18	42.6364	2.3686	20.17	0.0001***
		R*T	72	15.5682	0.2162	1.84	0.0002***
	Femal	R	4	250.1434	62.5359	2.11	0.1177
		T	18	29.6164	1.6453	8.15	0.0001***
		R*T	72	13.8800	0.1927	0.96	0.5827
90~180 (min)	Total	S	1	1.9456	1.9456	0.13	0.7172
	Male	R	4	160.4278	40.1069	2.70	0.0601
		T	9	0.2792	0.0310	0.88	0.5452
		R*T	36	0.8684	0.0241	0.68	0.9115
	Femal	R	4	114.5227	28.6307	1.59	0.1925
		T	9	1.1172	0.1241	0.65	0.7497
		R*T	36	5.4078	0.1502	0.79	0.7949

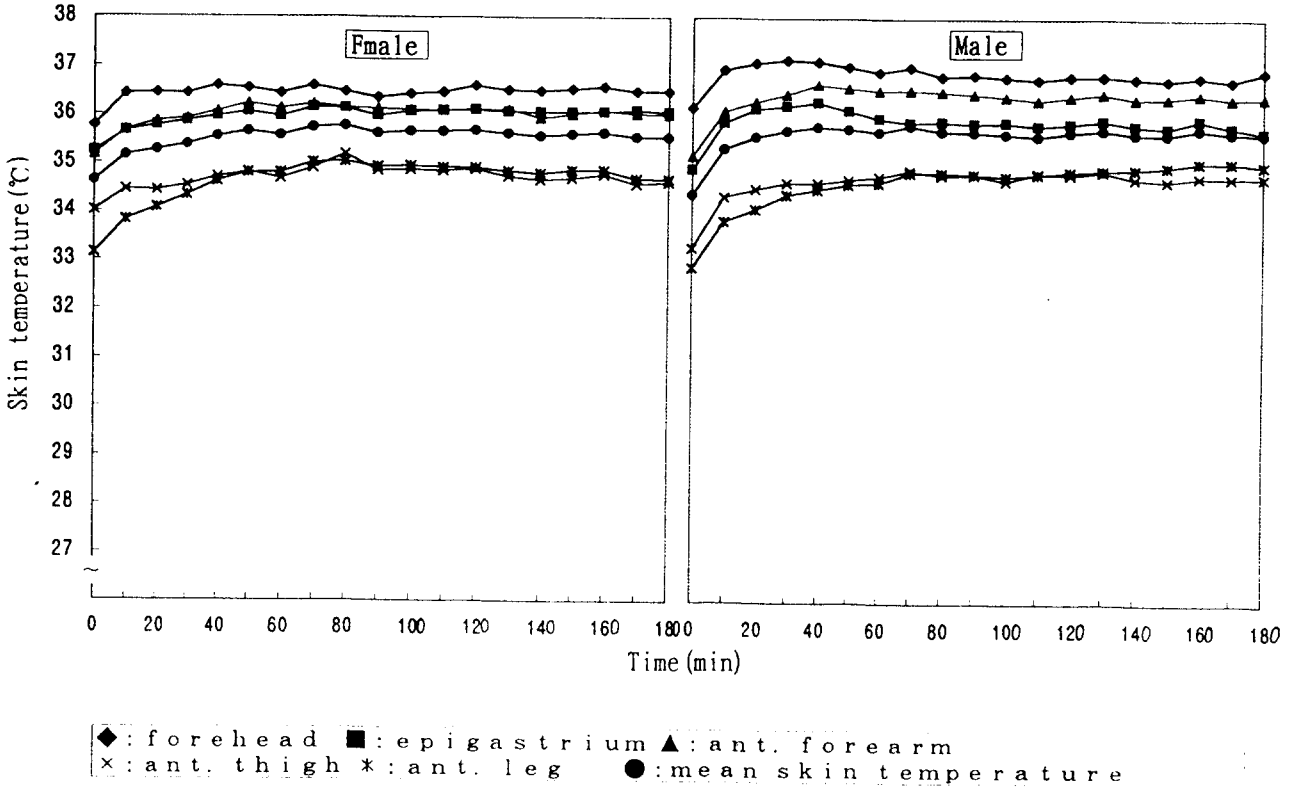


Fig. 5. Variation of skin temperature with lapse of time at 32±1.0℃

이와 같이 구간부와 사지부의 피부온 차가 줄어드는 것은 고온환경에서 전신 피부혈관의 확장으로 긴장성이 완화되어 혈류량이 증가하여 사지말초부의 피부온이 상승하는 반면 구간부를 일정한 온도로 유지하기 때문이다.

각 부위별 피부온을 살펴보면, 구간부인 상복과 전액은 대체로 안정된 양상을 나타내었으나 남자는 환경노출 30분까지 피부온이 상승한 후 하락하는 양상을 나타내었다. 이러한 현상은 특히 상복에서 두드러지게 나타났다. 이는 상복은 구간부중에서 가장 한선분비력의 강도가 강한 부위(심부자·조승희, 1995; 渡邊·田村, 1980)이므로 고온환경에서 체온을 낮추기 위한 가장 효과적인 방법인 땀의 증발에 의한 방열이 일어나기 때문이다. 그러나 이와 같은 현상이 남자에게서 두드러지게 나타나는 것은 성호르몬의 차(Kawahata, 1960)와 한선 자체의 기능 차이(Silver 등, 1965; Morimoto 등, 1981)에 의한 여자의 발한 발현의 체온 역치가 낮고(Fox 등, 1969) 발한량이 적기(鳥居 등, 1987) 때문이다. 또한 이러한 생리적인 차이 이외에도 바지를 주로 착용하는 집단의 발한 개시가 빠르다(정찬주·이순원, 1994)는 피복조건의 차가 더해진 것으로 생각된다. 따라서 여자에 비해 남자가 땀의 증발에 의한 방열측면에서 고온환경에서의 적응능력이 우수한 것으로 생각된다.

그리고 사지부의 경우 상완은 남자가 여자보다 높게 나타나 중등도 이상의 실온에서는 남자의 피부온이 높다는 선행연구(富家, 1954)와 일치하였다. 하퇴·대퇴의 경우에는 남자의 피부온이 여자에 비해 소폭의 상승이 지속되어 실험종료시에는 남자의 피부온이 높게 나타났다.

이상의 결과에서 고온환경에서 땀의 증발에 의한 방열측면에서는 성호르몬과 한선 자체의 기능 차이에 의해 남자가 유리한 것을 알 수 있었다. 그리고 피부온 안정화 측면에서는 여자는 저온환경과 달리 고온환경에서는 남자와 같은 시점에서 피부온이 안정화되는 것을 알 수 있었다,

3.2 생리적 반응

성별(S), 시간별(T)에 따른 생리적 반응에 대해 분산분석한 결과를 Table 8에, 생리적 반응의 시간경과에 따른 변화 양상을 Fig. 6에 나타내었다.

Table 8에서 성별(S)에서 따른 유의차는 체온에서는 환경기온 28±1.0℃(p=0.0117), 맥박수에서는 32±1.0℃(p=0.0334) 그리고 혈압에서는 확장기 혈압은 환경기온 20±1.0℃(p=0.0405), 수축기 혈압은 세 환경기온 모두에서 인지되었다. 시간별(T)에 따른 유의차는 여자는 체온이 환경기온 20±1.0℃(p=0.0001)에서, 맥박수은 세 환경기온 모두에서, 혈압은 확장기 혈압이 환경기온 32±1.0℃(p=0.0114)에서 인지되었으며, 남자는 체온과 맥박수는 환경기온 20±1.0℃(p=0.0001, p=0.0001)과 28±1.0℃(p=0.0014, p=0.0130)에서 인지되었으며 혈압에서는 전혀 유의차가 인지되지 않았다.

이상의 결과에서 피부온에서 성별에 따른 유의차가 환경노출 직후부터 180분 경 동안에 인지된 환경기온 28±1.0℃에서만 체온에서도 성별에 따른 유의차가 인지되어 체온과 피부온이 비슷한 양상을 나타내었다. 환경기온 20±1.0℃에서 피부온은 성별에 따른 유의차는 인지되지 않았으나 혈압은 수축기·확장기 모두 성별에 따른 유의차가 인지되었다,

Table. 8 ANOVA table for physiological characteristics at each environmental temperature

Region	Sex	Source		Df	Type Ⅲ SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Body Temperature	Total	20±1.0℃	S	1	6.5213	6.5213	2.01	0.1938
		28±1.0℃	S	1	4.6739	4.6739	10.56	0.0117*
		32±1.0℃	S	1	0.0085	0.0085	0.07	0.7923
	Male	20±1.0℃		18	10.2212	0.5678	6.43	0.0001***
		28±1.0℃		18	0.4894	0.0271	2.73	0.0014*
		32±1.0℃		18	0.2475	0.0137	1.30	0.2120
	Femal	20±1.0℃		18	18.1955	1.0108	6.34	0.0001***
		28±1.0℃		18	0.4903	0.0272	1.36	0.1808
		32±1.0℃		18	0.5153	0.0286	0.59	0.8941
Pulse rate	Total	20±1.0℃	S	1	6264.6368	19.6338	2.49	0.1529
		28±1.0℃	S	1	3326.447	3326.447	4.00	0.0806
		32±1.0℃	S	1	5627.137	5627.137	6.58	0.0334*
	Male	20±1.0℃		18	1715.3263	95.2959	8.32	0.0001***
		28±1.0℃		18	698.9052	38.8280	2.12	0.0130*
		32±1.0℃		18	308.0210	17.1122	1.55	0.0976
	Femal	20±1.0℃		18	2049.2000	113.8444	5.13	0.0001**
		28±1.0℃		18	626.0000	34.7777	2.72	0.0014*
		32±1.0℃		18	278.3368	15.4631	2.16	0.0114*
Blood Presure Systolic	Total	20±1.0℃	S	1	2029.689	2029.689	5.96	0.0405*
		28±1.0℃	S	1	32.8474	32.8474	0.07	0.7952
		32±1.0℃	S	1	932.8474	932.8474	1.43	0.2663
	Male	20±1.0℃		18	399.2842	22.1824	0.75	0.7531
		28±1.0℃		18	112.5263	6.2514	0.25	0.9991
		32±1.0℃		18	626.5263	34.8070	1.13	0.3465
	Femal	20±1.0℃		18	673.7894	37.4327	1.52	0.1069
		28±1.0℃		18	580.3368	32.2409	1.57	0.0924
		32±1.0℃		18	570.3368	31.6853	2.16	0.0114*
Blood Presure Diastolic	Total	20±1.0℃	S	1	10154.321	10154.321	17.86	0.0029*
		28±1.0℃	S	1	9950.658	9950.658	7.19	0.0279*
		32±1.0℃	S	1	18635.389	18635.589	19.19	0.0023*
	Male	20±1.0℃		18	992.5263	55.1403	2.05	0.0618
		28±1.0℃		18	560.4842	31.1380	1.54	0.1012
		32±1.0℃		18	1000.9052	55.6058	1.73	0.0529
	Femal	20±1.0℃		18	500.9473	27.8304	1.31	0.2108
		28±1.0℃		18	284.8000	15.8222	1.01	0.4617
		32±1.0℃		18	452.1473	25.1192	1.23	0.2653

Fig. 6에서 생리적 반응의 시간경과에 따른 변화양상을 살펴보면, 체온은 남녀 모두 정상체온인 36.9±0.7℃(성호경 · 이상돈, 1992)이내에 속하였다. 그리고 세 환경기온 모두에서 여자가 남자보다 높게 나타났다. 이는 체표면적당의 열 손실이 남자보다 적은 여성의 중핵온이 남성보다 눈에 띄게 높게 유지된다는 선행연구(吉田, 1986)와 일치하였다. 환경기온 20±1.0℃에서는 환경노출 150분 경에는 남녀 모두 소폭의 상승을 나타내어 체온이 회복되는 양상을 나타내었다. 그러나 환경기온 32±1.0℃에서는 환경기온 남녀 모두 약간의 상승을 나타내었으나 남녀간의 체온 차이는 환경기온 20±1.0℃는 물론 28±1.0℃보다도 32±1.0℃에서 적게 나타나, 앞서 나타난 피부온의 결과와 같이 고온환경에서 남녀의 체온 차이가 가장 적음을 알 수 있었다. 여자는 환경기온 20±1.0℃와 28±1.0℃의 체온이 거의 비슷하였으나 남녀 모두 환경기온이 높을수록, 체온도 같이 높아지는 양상을 띄었다. 이와 같은 결과는 환경과 의복의 형태가 체온에 영향을 미친다고 보고한 선행연구(中橋 · 酒井, 1976)와 일치하였다.

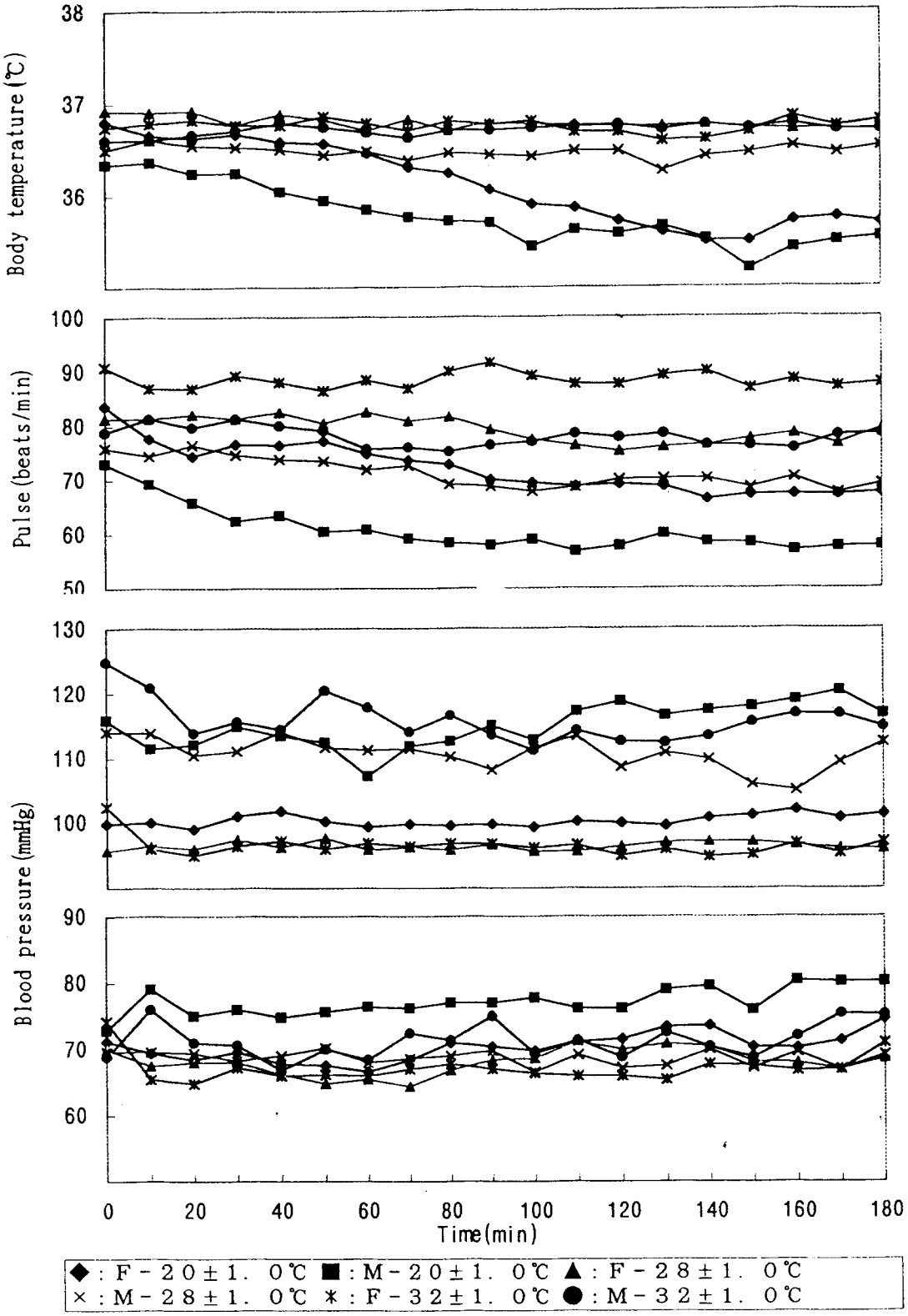


Fig. 6. Variation of physiological response with lapse of time at each envirnmental temperature.

맥박수는 체온과 같이 남녀 모두 환경기온의 상승과 하락에 따라 같은 경향을 나타낸다는 선행 연구(都築 등, 1991)와 일치하였다. 즉, 체온이 상승하면 피부혈관이 확장되고, 근육과 심장에 다량의 혈액이 공급되어 정맥압이 저하되고 혈압이 저하함에 따라 심박출량이 감소하여 맥박수가 증가

한 것으로 생각된다(永坂, 1992). 그리고 세 환경기온 모두에서 여자가 남자보다 높게 나타났다. 환경기온 20±1.0℃에서 환경노출 90분 경까지 저하한 후 안정되는 양상을 나타내었으며, 환경기온 32±1.0℃에서는 커다란 상승을 나타내지 않았다. 이상의 결과에서 맥박수은 저온환경에서 남녀 모두 가장 민감하게 반응함을 알 수 있었다. 혈압은 남녀모두 환경기온과 일정한 관계를 나타내지 않고 불규칙적인 양상을 나타내었으며, 남자에 비해 여자의 혈압이 체온과 맥박수와는 달리 상당히 낮게 나타났다. 그러나 정상범위를 나타내어 수축기 혈압은 90-140mmHg, 확장기 혈압은 50-100mmHg(남기용, 1994)의 범위에 속하였다.

3.3 심리적인 반응

심리적 반응에 대해 성별(S), 시간별(T)에 따른 분산분석한 결과를 Table 9에, 시간경과에 따른 심리적 반응의 변화 양상을 Fig. 7에 나타내었다.

Table 9에서 성별(S)에 따른 유의차를 살펴보면, 온열감은 세 환경기온 모두(p=0.0034, p=0.0015, p=0.0497)에서 유의차가 인지되었으며, 쾌적감은 유의차가 전혀 인지되지 않았다. 그리고 자각적 발한감은 반응을 나타낸 환경기온 32±1.0℃(p=0.0022)에서 유의차가 인지되었다. 시간별(T)에서는 남자는 32±1.0℃(p=0.0022)에서 온냉감, 쾌적감, 자각적 발한감 모두 유의차가 인지되었으나 여자는 온냉감과 쾌적감이 환경기온 20±1.0℃(p=0.0001, p=0.0090)과 32±1.0℃(p=0.0001, p=0.0001)에서 유의차가 인지되었다.

Table. 9 ANOVA table for psychological reaction at each environmental temperature

Region	Sex	Source	Df	Type Ⅲ SS	Mean Square	F Value	Pr>F
Thermal Sensation	Total	20±1.0℃ S	1	16.5142	16.5142	16.88	0.0034*
		28±1.0℃ S	1	15.5571	15.5571	20.74	0.0015*
		32±1.0℃ S	1	0.9142	0.9142	5.33	0.0497*
	Male	20±1.0℃	6	1.8857	0.3142	1.83	0.1348
		28±1.0℃	6	2.2857	0.3809	1.79	0.1464
		32±1.0℃	6	4.1714	0.6952	4.06	0.0060*
	Femal	20±1.0℃	6	11.3714	1.8952	22.11	0.0001***
		28±1.0℃	6	1.6000	0.2666	1.96	0.1109
		32±1.0℃	6	12.000	2.0000	12.93	0.0001***
Comfort Sensation	Total	20±1.0℃ S	1	0.2285	0.2285	0.09	0.7701
		28±1.0℃ S	1	0.2285	0.2285	1.00	0.3466
		32±1.0℃ S	1	0.0142	0.0142	0.40	0.5447
	Male	20±1.0℃	6	0.6857	0.1142	2.67	0.0398
		28±1.0℃	6	0	0	.	.
		32±1.0℃	6	1.5428	0.2571	6.00	0.0006**
	Femal	20±1.0℃	6	4.2857	0.7142	3.75	0.0090*
		28±1.0℃	6	0.3428	0.0571	1.00	0.4481
		32±1.0℃	6	2.7428	0.4571	16.00	0.0001***
Perceptive sweaty Sensation	Total	32±1.0℃ S	1	4.6285	4.6285	19.64	0.0022*
	Male	32±1.0℃	6	3.3857	1.1142	26.00	0.0001***
	Femal	32±1.0℃	6	0.2857	0.4761	0.50	0.8020

Fig. 7에서 심리적 반응의 변화양상을 살펴보면 온냉감은 환경기온 20±1.0℃에서 남자는<cold>, 여자는 <cool>, 환경기온 28±1.0℃에서 여자는 <neutral>, 남자는 <slightly warm>, 환경기온 32±1.0℃에서는 남녀 모두 <hot>으로 반응하였다. 이는 온냉감은 환경기온에 매우 영향을 받는다는 선행연구(성수광 · 정현옥, 1985)와 일치하였다.

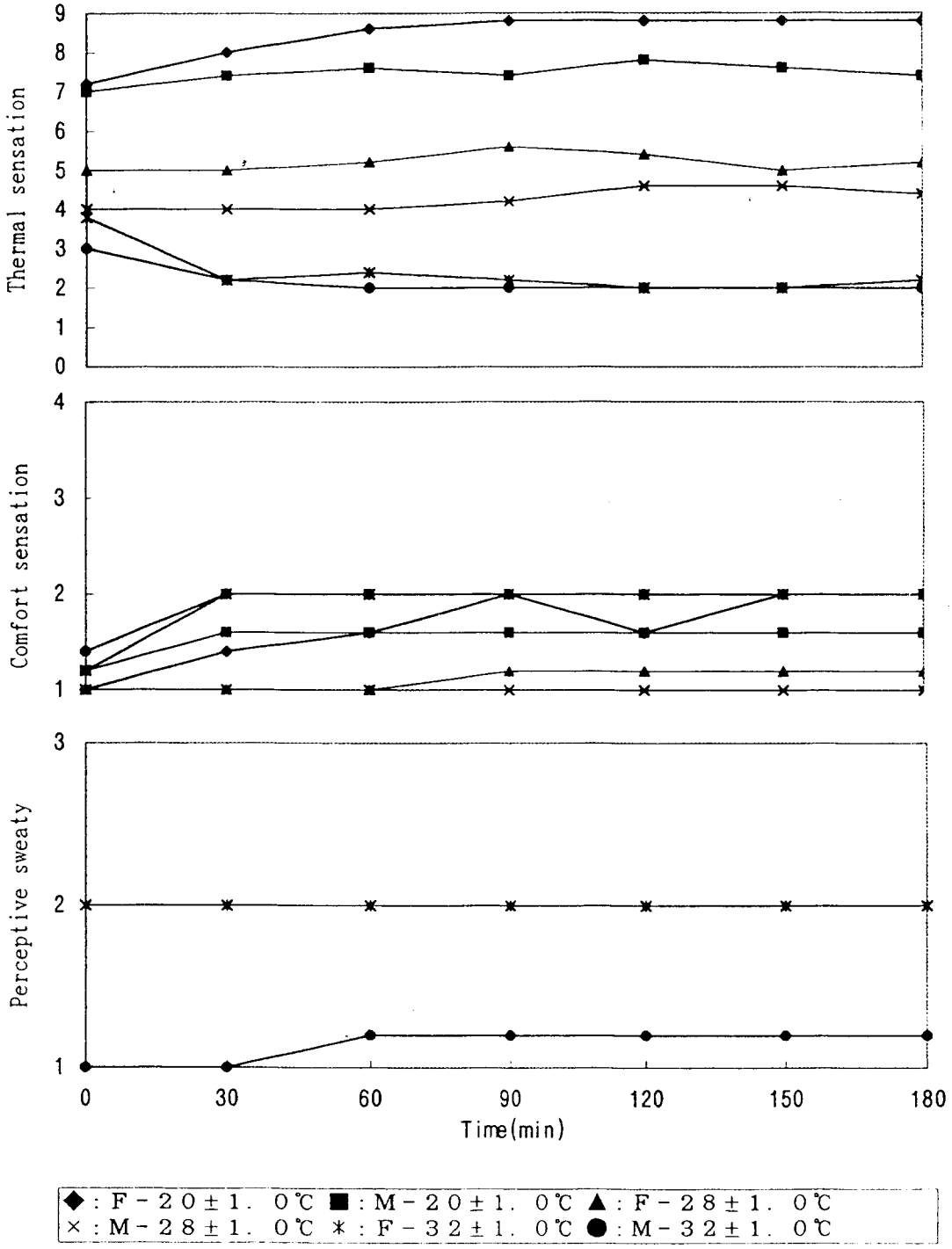


Fig. 7 Variation of psychological with lapse of time at each envirnmental temperature.

쾌적감은 환경기온 20±1.0℃(p<0.0090)에서 남녀 모두 <comfortable>과 <slightly uncomfortable>의 중간반응을 나타내었으나 환경기온 28±1.0℃에서는 남녀 모두 <comfortable>로 반응하였다. 그리고 환경기온 32±1.0℃에서는 남녀 모두 <slightly uncomfortable>로 반응하였다.

자각적 발한감은 환경기온 32±1.0℃에서만 반응을 나타내었으며, 남자는 <sweat>, 여자는 <calmy>라고 응답하였다.

이상의 결과에서 온냉감은 남녀모두 고온환경에서는 비슷하게 느끼지만 저온환경에서는 남자가 더 민감하게 반응하였으며, 환경기온 28±1.0℃에서 남자의 평균 피부온이 여자보다 약간 높아 남자가 여자에 비해 약간 더 따뜻하게 느끼는 것으로 나타났다. 그러나 자각적 발한감은 인지되지 않고, 쾌적감은 모두 <comfortable>로 인지되어 이 환경기온이 심리적으로 나체 상태에서 쾌적한 온도인 온열중립환경이라는 선행연구(심부자 등, 1995; 심부자, 1996)와 일치하였다.

3. 결 론

성인 남녀 각각 5명을 대상으로 다양한 환경기온(20±1.0℃, 28±1.0℃, 32±1.0℃)에 장시간(180분) 노출시켜 남녀의 피부온 및 생리적(체온, 맥박수, 혈압)·심리적 반응을 측정하여 남녀의 적응과정의 차이를 비교하여 쾌적 착의의 시점에서 남녀 의복설계시 기초자료 제공을 목적으로 재검토하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1.저온환경(20±1.0℃)에서 남자는 환경노출 90분부터 실험종료시까지 피부온이 안정화되는 경향을 나타내었으나 여자는 안정화되는 경향을 나타내지 않았다. 환경노출 10분 동안에 남녀 모두 급격한 하락을 나타내었으며 시간이 경과함에 따라 각 부위간의 최고 온도차는 여자가 남자보다 크게 증가하였다. 각 부위별 피부온과 평균 피부온은 남자가 약간 높게 나타났다.

2. 온열중립환경(28±1.0℃)에서는 저온환경과 같이 남자만이 환경노출 90분부터에 피부온이 안정화되는 경향을 나타내었다. 환경노출이후에는 남녀 모두 급격한 피부온 변화는 나타나지 않았으나 여자의 경우 사지부의 온도가 소폭의 지속적인 하락을 나타내었다. 각 부위별 피부온과 평균 피부온은 역시 남자가 약간 높게 나타났다.

3. 고온환경(32±1.0℃)에서는 남녀 모두 환경노출 90분부터에 피부온이 안정화되는 경향을 나타내었다. 환경노출 10분 동안에 남녀 모두 피부온이 상승하였으나 특히 남자가 여자보다 크게 상승하였다. 각 부위별 피부온과 평균 피부온은 남자가 약간 높게 나타났으나 남자의 경우 상복에서 발한에 의한 피부온 저하가 나타났다.

4. 생리적 반응 중 체온과 맥박수는 남녀 모두 환경기온이 높아질수록 체온도 상승하였으며 세 환경기온 모두에서 여자가 남자보다 높게 나타났다. 그리고 체온은 고온환경하에서 남녀의 차이가 가장 적게 나타났다. 맥박수는 남녀 모두 저온환경에서 가장 큰 하락을 나타내었다. 혈압은 여자가 남자에 비해 상당히 낮았다. 이러한 생리적 반응은 남녀 모두 전반적으로 정상범위 내에서의 소폭의 변화를 으미 하였다.

5. 심리적 반응 중 온냉감은 저온환경과 고온환경에서 남녀가 동일하게 반응하였으나, 온열중립 환경에서는 여자는 <neutral>, 남자는 <slightly warm>으로 반응하였다. 쾌적감은 세 환경기온 모두에서 남녀가 동일한 반응을 나타내었으며 자각적 발한감은 고온환경에서만 반응을 나타내었으며, 남자는 <sweat>, 여자는 <calmy>라고 반응하여 차이를 나타내었다.

이상의 결과에서 볼 때 각 환경기온에서 남녀별로 피부온의 안정화 시점이 다르게 나타남을 알 수 있었다. 남자는 저온·고온 환경에서 환경노출 90분부터 피부온이 대체적으로 안정화되는 경향을 나타내었으나, 여자는 저온환경에서는 환경노출 180분까지 계속적인 변화를 나타내었으나 고온에서는 남자와 동일하게 나타났다.

또한 여자는 저온환경에 노출되었을 때 평균피부온이 약 -3.6℃ 저하하였음에도 불구하고 항체온 유지에는 커다란 변동이 일어나지 않았다. 이는 피하지방의 발달과 피부혈관 수축 정도의 남녀 차이에 기인 한 것으로 생각되나 착의습관 및 정서적인 요인이 여성의 한냉환경에 대한 저항력유지에 더 많은 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다. 그리고 남자는 방열 기구로 작용하는 구간부 피부온이 높으면서 발한 능력의 성차에 의해 더위에 잘 적응하는 것으로 생각된다.

따라서 여자복의 경우 하절기, 남성복의 경우에는 동절기 의복설계시 소재, 디자인에 대한 세심한 배려가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] 邊村ミチ,田村照子, 着衣の快適性に關する溫熱生理學的研究, 日本家政學會誌, 44(9), pp.703-712, 1993.

[2] 田村照子, 被服設計における皮膚溫研究の意味, 人間工學會20大會論文集, pp. 88-99, 1979.

[3] 심부자·조승희, 환경기온별 체형에 따른 피부온 변화, 한국온열환경학회, 2(3), pp.179-187, 1995.

[4] 심부자, 각 환경기온하에서의 성인남자 피부온에 관한 연구, 대한인간공학회지, 15(2), pp. 71-88, 1996.

[5] 季節生理研究班(文部省總合科學研究), 日本人皮膚溫分布の季節變動その2-女子皮膚溫の部位別季節變化と男子皮膚溫との比較, pp.427-435, 1956.

[6] 富家 崇雄, 皮膚溫分布の季節變動について研究, 日本溫泉氣候學會, 18(3), pp. 175-200, 昭和29年.

[7] Shapiro, Y., Pandolf, K. B., Avellini. B, A., Pimental, N., A., and Goldman, R.,F., Physiological responses of men and women to humidity and dry heat. Journal of Applied Physiology, 43, pp.133-137, 1980.

[8] Shapiro, Y., Pandolf, K. B., and Goldman, R.,F., Sex differences in acclimation to hot-dry environment, Eronomics, 23(7), pp.635-642, 1981.

[9] Tetsuo katsuura, Midori elisabete tachibana, Akira okada and Yasuyuki kikuchi, Comparison of Thermoregulatory responses to heat between Japanese Brazilians

and Japanese, J. therm. Biol., 18(5/6), pp. 299-302, 1993.

[10] 菊池安行 外, 生理人類學入門-人間の環境への適應能-, 南江堂, 1993.

[11] 심부자 · 유인자, 신체장애자의 피부온에 관한 연구-편마비자를 중심으로-, 동아대학교 동아논총, 26, pp. 179-193, 1989.

[12] 공업진흥청, 산업의 표준치수설정을 위한 국민체위 조사보고서, 한국표준과학연구소, 1992.

[13] 채범석, 임상영양학, 아카데미서적, pp.113-114, 1987.

[14] 田村照子, 裸體健康成人女子の皮膚溫分布, お茶の水醫學雜誌, 31(4), pp. 225-241, 1983.

[15] 김정진, 생리학, 고문사, p.226, 1991.

[16] 倉田正一, 平均皮膚溫の算出について, 勞動科學, 1954.

[17] 田村照子, 基礎被服衛生學, 文化出版局, pp. 45-52, 1979.

[18] Brown, R. T. & Baust, T. G., Time course of peripheral heterothermy in a homeotherm, Am. J. Physiol., 239, pp. R126-R129, 1980.

[19] Werner, J. & Reents, T., Acontribution to the topography of temperature regulation in man, Eur. J. Appl. Physiol., 45, pp. 87-94, 1980.

[20] 정운선 · 登倉 實, 사지말초부의 노출과 보온이 인체의 체온조절에 미치는 영향, 한국의류학회지, 15(4) pp.447-451, 1991.

[21] 米田幸雄, 衣服衛生學, 1983.

[22] 吉田敬一, 田中正敏 共著, 人間の寒さへの適應, 技報堂出版, PP.88-89, 1986.

[23] 佐藤方彦, 人間溫熱環境系の研究課題と展望, 한국인간온열환경학회 춘계발표논문집, 4, pp. 13-20, 1995.

[24] 渡邊ミチ · 田村照子, 各種環境溫度條件下における皮膚溫分布と着衣に關する研究, 文化女子大學科學研究費補助研究成果報告書. 1980.

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

[26] Silver, A.F., Montagna, W. & Karacan, The effect of age on human eccrine sweating. In Advances in Biology of skin, Vol.6(W. Montagna, ed.) pp.129-150, Pergamen Press, 1965

[27] Morimoto, T., Slabochova, Z., Naman, R. K., & Sargent, F., Sex differences in physiological reactions to thermal stress, J. Appl. Physiol., 22, pp.526-532, 1967.

[28] Fox, R. H., Lŏfstedt, B. E., Woodward, P. M., Eriksson, E. & Werkstrom, B., Comparison of thermoregulatory function in men and women, J. Appl. Physiol., 26, pp.444-453, 1969.

[29] 鳥居鎭夫, 川村 浩 編著, 新生理學大系(第13卷)-生體リズムの生理學, 醫學書院, pp.167-169, 1987

[30] 정찬주 · 이순원, 하퇴부의 의복착용이 상이한 두 집단간의 하절기 체온조절반응, 한국인간온열학회지, 1(2) pp.181-190, 1994.

[31] 성호경 · 이상돈, 생리학, 의학문화사, 1992.

[32] 中橋美智子・酒井文子, 衣服の開口諸形態か人體におよぼす影響について, 家政學雜誌, 27(2,3), 1976.

[33] 都築和大・磯田憲生・梁頼度子, 氣溫と着衣か安靜および輕運動時における人體の生理心理反應に及ぼす影響, 日本家政學會誌, 42(6), 537-544.

[34] 永坂鐵夫, 署熱と運動, 體力科學, 41(1), 1992.

[35] 성수광・정현옥, 하복의 온열생리적 기초연구, 한국의류학회지, 9(2) pp.57-65, 1985.