*Journal of the Ergonomics Society of Korea*
Vol. 15, No. 2, 1996



# 각 환경기온하에서의 성인남자 피부온에 관한 연구+

# A Study on the variation of Skin Temperature on the adult male at Environment Temperature

심 부 자*

## ABSTRACT

For understanding skin temperature based on clothing design from a viewpoint of comfortable wearing, the skin temperature, physiological reactions(body temperature, blood pressure and pulse) and physiological response(thermal sensation, comfort sensation and perceptive sweaty sensation) were measured on condition that 5 naked healthy male exposed to serveral environmental temperatures, (20±1.0℃, 28±1.0℃ and 32±1.0℃).

As the results of this testing, the regional skin temperature was varied for 90min just after expose to those the environment but was generally stabilized for the next 90min.

It was proved the difference of the regional skin temperature at low temperature environmental(20℃±1.0) was larger than at high temperature environmental(32±1.0℃) and under serveral environmental temperature, the degree of the regional skin temperature was not equal. Except in case of the thigh, the front of all regional skin temperature turned out higher than the back of them.

According to change of environmental temperature, body temperature and pulse were altered. In the pshycological response, 'thermal sensation-comfort sensation' was felt to 'slightly warm - comfortable' at 28±1.0℃ of the environmental temperature, and 'perceptive sweaty sensation', when it was said 'sweat' at only 32±1.0℃ of it.

**Key Words** : environmental temperature, expose, skin temperature.

+ 본 연구는 1995년 '동아대학교 학술연구조성비'에 의해 연구되었음.

* 동아대학교 생활과학대학 의류학과

## 1. 서 론

인간의 온열환경에 대한 적응은 인간-의복-환경 System사이의 산열과 방열의 열교환을 통해 보유량을 일정하게 유지하는 항체온 조절에 의해 이루어진다. 이러한 인체와 외계와의 열교환은 주로 피부표면을 통해 이루어지므로 피부온은 외계로의 방열을 예측하여 인간의 체온조절반응을 나타내며, 온열감각을 좌우하는 인자로 의복의 온열생리, 의복의 보온력, 쾌적성을 평가하는 중요한 생리적인 지표가 된다. 그러므로 피부온을 관찰하는 것은 환경조건이 생체에 미치는 영향을 알 수 있을 뿐만아니라 인체와 환경사이에 개재하는 의복이 환경에 적합한지를 나타내는 index로 의복설계의 기초가 된다.

피부온에 관한 연구는 국외에서는 1950년대에 환경기온에 따른 피부온 분포(莊司, 1954; Teicher, 1958), 피부온 분포의 계절변동 요인(富家, 1954)등이 보고되기 시작하여 1970년대 중반부터 1980년대에 걸쳐 각 환경기온하에 피부온 변화(渡邊, 1975, 1980; 田村, 1980, 1983; J. Werner와 T. Reents, 1980), 체형·연령에 따른 차이(渡邊 1979, 1981; 中橋, 1979), 국소가온 및 냉각이 전신 피부온에 미치는 영향(湯谷등, 1982; 伊膝, 1986; Golden, 1987), Thermography를 이용한 피부온 연구(渡邊와 田村, 1978, 1979) 등이 활발하게 이루어졌다.

국내의 피부온에 관한 연구는 인체의 자세에 따른 피부온 변화(심현섭와 최정화, 1993), 의복 착용이 상이한 두 집단간의 체온조절반응(최영희와 이순원, 1993; 정찬주와 이순원, 1994), 각 환경기온하에서 체형에 따른 피부온 변화(심부자와 조승희, 1995), 착의별 성인 남녀의 피부온 체온관계(양가연, 1992), 의복착용 시스템이 인체의 생리적 반응 및 열적 쾌적성에 미치는 영향(김태규와 권오경, 1995) 등이 이루어졌다. 그러나 주로 착의 상태에서의 자세나 의복 형태 등의 영향에 의한 인체의 온열생리적 특성을 파악한 것으로 나체상태에서의 피부온에 관한 연구는 미흡한 실정이며, 특히 성인남자를 대상으로 한 논문은 국내에서는 전무한 상태이다.

또한 현재 고도의 경제성장으로 인하여 냉난방 시설이 대중교통기관 및 일반주거에 이르기까지 보급됨에 따라 달라진 온열환경의 변화와 Fast food, Instant 식품 등에 의해 변화된 식생활 습관에 적응한 인체의 온열생리에 대한 재인식이 필요하다고 생각된다. 뿐만아니라 지금까지 피부온에 관한 선행 연구에서는 경시적 변화를 60, 90 또는 120분 동안으로 관찰하여, 실험종료시의 피부온의 변화 양상은 계속적인 상승이나 하락 또는 보합을 나타내는 것으로 보고되고 있다.

따라서 본 연구는 예비실험을 통해 인체가 일정한 자세를 유지하면 생리적으로 견딜 수 있다고 생각되어진 180분을 실험시간으로 설정하여 나체상태로 장시간동안 환경에 노출시켰을 때의 시간경과에 따른 피부온 변화를 파악하여, 식생활 및 주생활 등의 변화된 생활환경에 적응된 성인남자의 피부온 변동을 파악하여 쾌적착의의 관점에서 의복 설계의 기초가 되는 피부온의 의의를 재검토하는 것을 목적으로 한다.

## 2. 실험방법

### 2.1 피험자

피험자는 국민체위조사 보고서(한국표준과학연구소, 1992)에 기준하여 건강한 성인 남자 5명을 대상으로 하였다.

Table 1. Physical 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 | | | | |
| A | 26 | 171.5 | 63.0 | 91.0 | 6.5 | 8.5 | 9.0 | 1.76 | 1.25 | 89.80 | 60.26 |
| B | 26 | 170.8 | 64.0 | 90.5 | 4.0 | 6.0 | 7.0 | 1.77 | 1.25 | 89.73 | 60.55 |
| C | 24 | 174.2 | 61.5 | 90.0 | 3.0 | 5.5 | 5.0 | 1.73 | 1.15 | 86.68 | 62.27 |
| D | 25 | 170.3 | 68.5 | 84.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 1.71 | 1.21 | 84.55 | 61.60 |
| E | 25 | 176.5 | 66.5 | 88.0 | 3.5 | 8.5 | 5.5 | 1.83 | 1.20 | 87.53 | 63.59 |

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

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

피하지방두께는 두겹집기법(채범석, 1987)으로 신체왼쪽의 상완후면, 견갑하부, 요부에서 측정하였다.

Table 2. Physiological characteristics of the subjects

| subject | Body temperature(℃) | Blood pressure(mmHg) Systolic | Diastolic | Pulse(beat/min) |
|---|---|---|---|---|
| A | 36.6±0.1 | 109±1 | 73±2 | 79±1 |
| B | 36.6±0.2 | 106±2 | 80±2 | 75±2 |
| C | 36.5±0.1 | 131±1 | 71±2 | 73±2 |
| D | 36.6±0.1 | 114±1 | 69±2 | 74±3 |
| E | 36.5±0.1 | 116±1 | 68±2 | 78±2 |

### 2.2 실험일시 및 환경조건

실험은 동아대학교 피복위생학 실험실에서 예비실험을 거친 후 1995년 5월 15일~5월 25일에실시하였다. 실험실의 환경조건의 설정은 나체시 항체온 조절방법의 구분에 의한 범위내(田村, 1983)에서 채택하였으며 Table 3과 같다.

실험결과에 영향을 미치는 생리적인 변동요인을 가능한 배제하기 위하여 피험자는 하루중 동일시간(09:00~13:00/ 14:00~17:30)대에 실험을 실시하였으며, 각 피험자의 실험일정표는 Table 4와 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<br>28±1.0<br>33±1.0 | 50±10 | 0.1 | 0±0.5 |

Table 4. Experimental schedule of subject

| Subject \ Day | 5/15 | | 5/16 | | 5/17 | | 5/18 | | 5/19 | | 5/20 | | 5/21 | | 5/23 | | 5/25 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M | A | M | A | M | A | M | A | M | A | M | A | M | A | M | A | M | A |
| A | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | | | |
| B | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | | |
| C | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | |
| D | | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | |
| E | | | | | | | | | | | | | ■ | | ■ | | ■ | |

M : 09:00~13:00 A : 14:00~17:30

### 2.3 실험순서

실험순서는 Fig. 1과 같다.

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

② 측정실 입실 전에 체온, 혈압, 맥박, 온냉감각, 쾌적감각, 자각적 발한감각을 측정하여 실험전의 상태를 확인한다.

③ 측정실에 입실 직후 10분마다 피부온, 혈압, 맥박을 check하고 30분마다 심리적 반응을 청취한다(피험자의 자세는 의자에 앉은 상태로 하고 발은 바닥에서의 복사영향을 최소화하기 위해 20cm높이의 나무단상에 올려 놓는다).

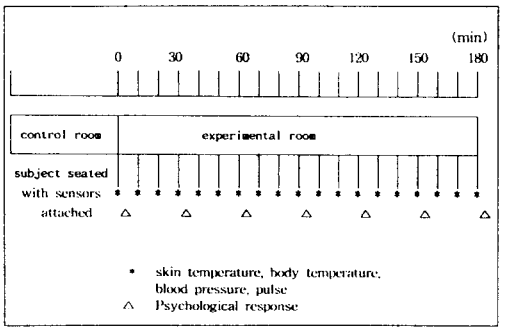


Fig. 1. The procedure of the experiment

### 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.

$T_s$=(9.8F1 + 32.8F1 + 19.6F3 + 17.2F4 + 20.6F5)/100

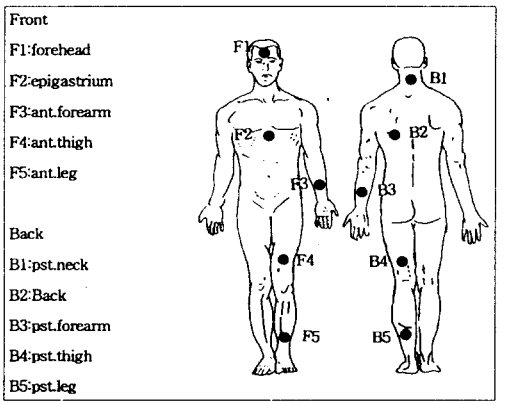


Fig. 2 Measuring point of skin temperature

#### 2.4.2 생리적 반응

구강온은 전자체온계(MT-500, Taiwan)를, 혈압은 전자혈압계(DS-115, Japan)를

이용하여 수축기 혈압, 확장기 혈압을 측정하였다. 맥박은 촉수법으로 1분간 측정하였다.

2.4.3 심리적 반응

온열감각 9단계, 쾌적감각 4단계는 일본공기조화위생공학회의 것을, 자각적 발한상태는 三浦의 3단계를 사용하였고 그 척도는 Table 5와 같다.

Table 5. 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 시간경과별, 부위별, 전·후면별의 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 피부온 변화

측정시간(T), 측정부위(R)에 대해 분산분석한 결과를 Table 6에, 시간경과에 따른 피부온의 변화 양상을 Fig. 3에 나타내었다.

Table 6에 의하면, 환경노출직후 0분부터 180분동안에 있어서는 각 환경기온 모두에서 측정시간(20±1.0℃(p=0.0001), 28±1.0℃(p=0.0003), 32±1.0℃(p=0.0001))과

Table 6. ANOVA table for the skin temperature at each environmental temperature

| A term of Environmental experiment temperature | | Source | Df | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 90~180 (min) | 20±1.0℃ | R | 4 | 1528.7533 | 382.1883 | 25.45 | 0.0001 |
| | | T | 18 | 210.9943 | 11.7219 | 20.12 | 0.0001 |
| | | T * R | 72 | 96.3030 | 1.3375 | 2.30 | 0.0001 |
| | 28±1.0℃ | R | 4 | 636.4601 | 159.1150 | 6.70 | 0.0014 |
| | | T | 18 | 4.6109 | 0.2561 | 2.68 | 0.0003 |
| | | T * R | 72 | 6.6720 | 0.0926 | 0.97 | 0.5548 |
| | 32±1.0℃ | R | 4 | 389.0807 | 97.2702 | 3.54 | 0.0244 |
| | | T | 18 | 42.6364 | 2.3686 | 20.17 | 0.0001 |
| | | T * R | 72 | 15.5682 | 0.2162 | 1.84 | 0.0002 |
| 90~180 (min) | 20±1.0℃ | R | 4 | 1034.7389 | 258.5947 | 21.67 | 0.0001 |
| | | T | 9 | 2.6869 | 0.2978 | 1.07 | 0.3896 |
| | | T * R | 36 | 6.0374 | 0.1677 | 0.60 | 0.9641 |
| | 28±1.0℃ | R | 4 | 361.2094 | 90.3023 | 7.94 | 0.0005 |
| | | T | 9 | 0.5588 | 0.0620 | 0.88 | 0.5449 |
| | | T * R | 36 | 2.4242 | 0.0673 | 0.95 | 0.5498 |
| | 32±1.0℃ | R | 4 | 160.4278 | 40.1069 | 2.70 | 0.0601 |
| | | T | 9 | 0.2792 | 0.0310 | 0.88 | 0.5452 |
| | | T * R | 36 | 0.8684 | 0.0241 | 0.68 | 0.9115 |

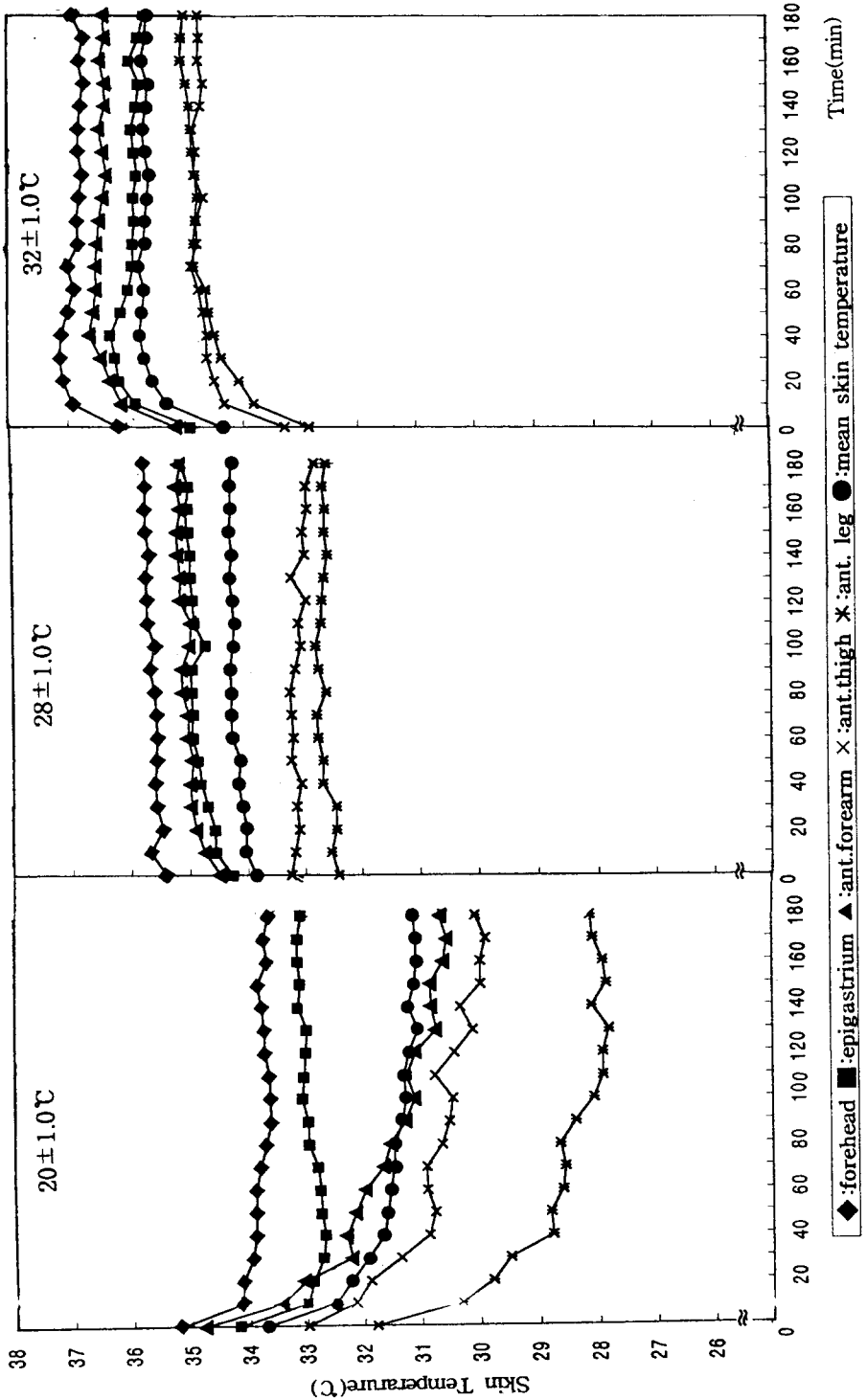


Fig. 3 Variation of skin temperature with lapse of time at each envirnmental temperauture.

측정부위(20±1.0℃(p=0.0001), 28±1.0℃(p=0.0014), 32±1.0℃(p=0.0244))에 따라 유의한 차가 인지되었다. 그리고 측정시간와 측정부위의 상호작용에서는 환경기온 20±1.0℃(p=0.0001)와 32±1.0℃(p=0.0002)에서만 유의차가 인지되었다. 그리고 환경노출 90~180분 동안에는 측정시간, 측정시간과 측정부위의 상호작용에서는 각 환경기온 모두에서 유의한 차가 인지되지 않았으나 측정부위에서는 환경기온 20±1.0℃(p=0.0001)와 28±1.0℃(p=0.0005)에서 유의한 차가 인지되었다.

환경노출직후 0분부터 180분동안에는 각 환경기온 모두에서 측정시간과 측정부위에 따라 유의한 차가 인지되었다. 그러나 피부온이 안정화되는 시점을 파악하고자 시간을 세분화하여 살펴본 결과, 환경노출 90~180동안에는 각 환경기온 모두에서 측정시간에 따른 유의한 차가 인지되지 않았다. 이는 환경노출 90분 이전의 부위별 피부온이 시간경과에 따라 크게 변화하여, 그 영향으로 환경노출직후 0~180분동안에서 유의차가 인지되었다. 그러나 환경노출 90분이후에는 부위별 피부온이 시간경과에 따라 변화가 거의 나타나지 않아 유의차가 인지되지 않은 것으로 파악되었다.

그러므로 나체상태의 성인남자가 환경에 노출된 후 90분이 경과하면 인체가 각 환경기온에 적응하여 피부온이 대체로 안정되는 것을 알 수 있었다.

Fig. 3에서 환경기온 20±1.0℃의 시간경과에 따른 피부온의 변화를 살펴보면, 환경노출직후에 각 부위의 피부온 분포폭은 3.4℃였으나, 환경노출직후 0분에서 10분사이에 구간부와 사지부 모두 급격한 하락을 나타내었다. 그 이후 구간부는 대체로 일정한 온도를 유지하는 반면, 사지부는 불규칙적인 소폭의 하락을 나타내다가 환경노출 90분경과 후에는 대체로 안정되었다. 또한 구간부와 사지부 사이의 피부온의 온도차는 환경노출직후보다 커져 실험종료시 각 부위의 피부온 분포 폭은 5.5℃를 나타내었다. 그러나 평균피부온은 환경노출 직후 크게 하락한 후에 일정한 온도를 유지하였다.

이와 같이 환경기온 20±1.0℃의 저온환경에서 구간부와 사지부의 피부온이 시간경과에 따라 서로 다른 적응반응을 나타내는 것은 일반적으로 사지부의 경우, 피부 표면의 혈관수축 혹은 동정맥 문합의 개폐 등에 따른 혈류량 변화의 영향(丸山, 田村, 1987)으로 신체중심부에서 표층부로 흐르는 따뜻한 혈액의 흐름이 억제되어, 표층부의 혈류량이 줄어들어 사지부의 피부온도가 낮아지기 때문에 환경기온과의 온도 구배가 감소하여 열방산이 줄어들어 전액과 상복 등 구간부의 고온에 따른 방열을 보충하면서 끊임없이 변동하기 때문으로 생각되었다.

환경기온 28±1.0℃에서의 피부온의 변화 양상은, 구간부와 사지부 모두 소폭의 상승과 하락을 나타내면서 대체로 환경노출 직후와 큰 변화없이 실험종료시까지 피부온이 일정하게 유지되는 안정된 양상을 나타내었으며 평균피부온 역시 커다란 변화없이 일정하게 유지되었다. 이는 사지부 피부혈관의 수축·확장만으로 산열과 방열의 평형을 유지하여 항체온이 유지되는 것(弓消, 1979)을 나타냈다.

이와 같은 적응 반응은 환경기온 28±1.0℃가 혈관조절영역에 해당하는 온열중립환경으로, 체온조절에 부담이 가장 적은 온열조건 즉, 산열이나 발한에 의한 체온유지를 필요로 하지 않을 뿐만 아니라, 물리적인 체온조절영역에서도 혈관조절반응에 의한 체온조절활동이 최소가 되는 온열조건이라는 것(佐藤, 1995)을 확인할 수

있었다.

환경기온 32±1.0℃에서는, 대퇴전면과 하퇴전면의 피부온의 역전이 일어났다. 이것은 28℃이하의 기온에서는 상·하지의 피부온은 길이방향을 따라 혈관 수축신경의 긴장도가 강하기 때문(Hardy, J. D.와 DuBois, E. F.)에 혈류량이 말초로 갈수록 감소함과 동시에 혈류온도도 말초로 갈수록 저하하는 결과로 인해 길이 방향의 온도구배를 나타내어 말초부쪽이 저온을 나타내지만, 28℃~31℃사이의 기온에서는 온도 구배의 역전이 일어나고 피부혈관이 수축상태에서 확장상태로, 동정맥 문합이 개폐에서 개장으로 변하게 되어 31℃이상의 기온에서는 말초부의 온도가 고온을 나타냈기 때문(田村, 1983)으로 생각되었다.

환경노출직후 0분부터 10분사이에 구간부 중의 전액은 큰 폭의 온도상승을 나타낸 후 안정된 양상을 나타내는 반면, 일반적으로 한선분비력의 세기가 강한 구간부인 상복(渡邊, 1980)의 경우에는 발한에 의한 소폭의 온도 하락(0.6℃)을 나타냈다. 이는 외기온이 피부온보다 높아 복사·대류에 의한 열손실을 기대할 수 없기 때문에 체온을 낮추는 효과적인 방법으로 땀을 분비하여 증발에 의한 방열을 일으키기 때문이다. 한편 사지부의 경우에는 환경 노출직후에 큰 폭의 온도상승을 나타낸 후에도 소폭이나마 불규칙적인 상승을 나타내어 전체적인 온도분포가 좁아졌다(3.29℃→2.16℃). 전완전면, 대퇴전면과 하퇴전면 등의 사지부가 구간부보다 온도상승폭이 높은 것은 피부를 통해 이루어지는 열방산중 20%가 상지, 46%가 하지를 통해 이루어져 이 부위의 열방산이 크기 때문(구성회등, 1982)으로 생각되었다. 따라서 평균피부온은 환경노출 직후에 크게 상승한 후에는 안정된 경향을 유지하였다.

이와 같은 적응현상은 서열환경하에서 피부혈관의 긴장이 전신적으로 저하됨(田村, 1983)에 따른 피부혈관이 확장하여 표층부의 혈류량이 증가하고 심장으로 되돌아가는 정맥혈이 표층부의 피정맥으로 흐르게 되어 환경기온보다 피부온이 높아져서 열방산이 촉진되는 심부온의 확장에 의한 것이었다.

이상에서 각 환경기온에서의 시간경과에 따른 피부온의 변화경향은, 20±1.0℃의 환경기온에서는 사지부의 피부온이 소폭의 불규칙적인 하락을 나타내지만, 32±1.0℃의 환경기온에서는 상복의 발한에 의한 약간의 피부온 저하를 제외하고는 20±1.0℃보다 안정세를 나타내었다. 따라서 남자의 경우 환경기온 32±1.0℃의 고온환경에 비해 환경기온 20±1.0℃의 저온환경에서 체열의 분포가 불규칙하기 때문에 각 부위별 온도차가 크다는 이론(J. Werner와 T. Reents, 1980)과 일치하여 저온환경에 대한 적응이 어려움을 알 수 있었다.

각 부위별 피부온의 변화경향을 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서 전액의 경우 환경기온 28±1.0℃를 제외하고는 환경에 노출된 직후에 환경기온에 따라 변화를 나타내지만 그 변화폭은 소폭에 지나지 않으며 대체로 고온을 유지하였다. 이는 전액과 상복은 뇌 및 심장과 그외의 소화, 흡수, 대사의 역할을 담당하는 내장기관을 포함하고 있어 이들의 기능은 혈액에 의해 유지되고 있으므로 그 체적의 대부분을 차지하는 혈류에 의해 core를 형성하기 때문에 shell층이 얇아(渡邊,外, 1975) 급격한 변화를 나타내지 않기 때문이라고 생각되었다.

일반적으로 쾌적하다고 느낄 때의 전액의 피부온은 33~34℃가 된다(弓削治, 1979)고 하였으나 본 실험에서는 35℃로

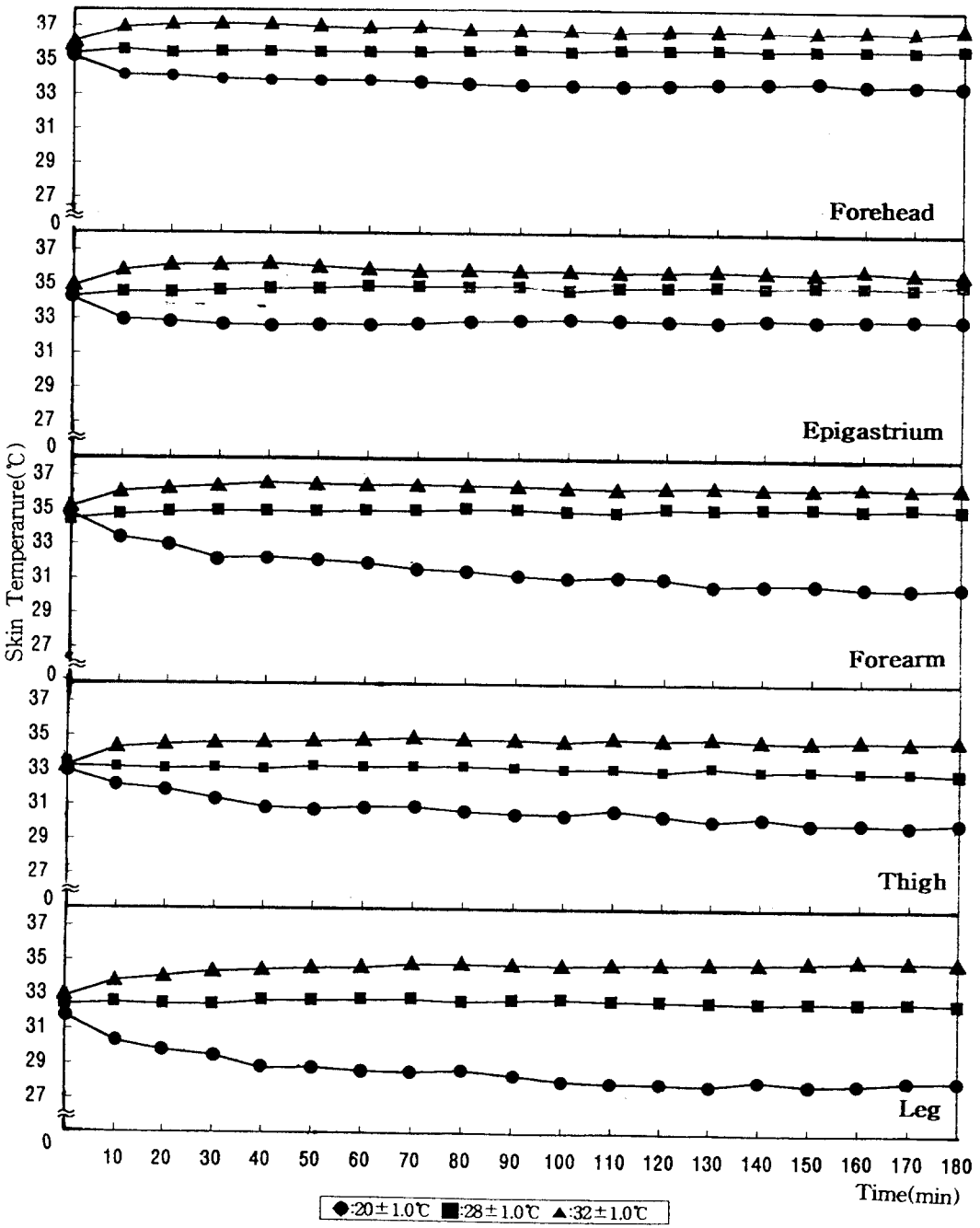


Fig 4. Variation of the regional skin temperature with lapse of time at each envirnmental temperature.

약간 높게 나타났다. 이는 열생산에 관계되는 기초대사 체질, 체격, 성별, 연령, 환경기온 등에 영향을 받는 것과 연관되어 주생활·식생활 등의 차이에 의해 환경에 대한 인체의 적응 반응이 차이를 나타냈기 때문으로 생각되었다.

그리고 전액의 피부온은 신체 심부의 체온에 비교적 가까운 치수를 나타내면서, 한편으로는 외기온의 영향을 받기 쉬울뿐만 아니라 환경의 온열조건변동에 따른 동요에 안정성이 풍부한 부위이므로 어떤 착의 상태가 적합한지 부적합한 것인지 판단하는 지표가 될 수 있음(米田, 1983)을 알 수 있었다.

그러나 상복은 전액과 비슷한 양상을 나타내지만 전액에 비해 환경노출직후의 온도와 실험종료시의 온도변화 폭이 크게 나타났다.

사지부의 경우에는 구간부에 비해 혈관의 수축·확장 작용이 잘 발달되어 있어 상·하지는 기온 변화에 대해 크게 변화하여 방열을 억제 혹은 촉진하는 기관으로 작용(渡邊, 1980)하였다. 특히 하지부의 경우에는 환경기온 28±1.0℃이상에서 온도구배의 역전이 일어나 20±1.0℃와 28±1.0℃와는 달리 32±1.0℃에서는 하퇴전면>대퇴전면의 순을 나타내었다.

3.1.1 부위별 피부온의 순위

각 환경기온하에서의 피부온 분포 변화 양상은, 환경노출 직후의 피부온은 각 환경기온 모두에서 전액>전완전면>상복>대퇴전면>하퇴전면의 순을 나타내었으나, 환경에 노출되면서 환경기온 20±1.0℃에서는 전액>상복>전완전면>대퇴전면>하퇴전면, 28±1.0℃에서는 전액>전완전면>상복>대퇴전면>하퇴전면, 32±1.0℃에서는 전액> 전완전면>상복>하퇴전면>대퇴전면의 순을 나타내었다.

이와 같은 결과는, 나체의 성인남자를 대상으로 한 J. Werner와 T. Reents(1980)의 연구, 1949년~1950년의 日本季節生理班(文部省總合科學研究, 1956)연구와 西條(1976)의 연구 등의 선행연구와 다른 결과를 나타내었다. 또 나체의 성인여자를 대상으로 한 田村(1983)의 연구와 渡邊등(1980)의 선행연구와도 다른 결과를 나타내었으며 이들 선행연구의 연구결과들 간에도 환경조건이나 인종, 성별 및 연구년도에 따라 차이를 나타내어 완전히 일치된 결과를 나타내지 않았다.

이는 체온조절반응이 피험자가 경험한 환경조건의 이력(履歷)이나 인종이 다르고, 또한 같은 환경조건과 인종이라 할지라도 성별, 연령, 영양상태에 따라 다르기(Testsup Katsuura등, 1991; 菊池, 1993)때문이라 생각되었다.

그러나 이들 연구결과 모두 저온환경에서는 사지말초부의 혈관 수축에 의하여 사지부의 피부온이 내려가서, 대사량을 증진시켜 심부체온을 일정하게 유지하기 위해(Burton, A. C., 1963) 구간부의 피부온은 고온을 나타내고, 고온환경에서는 전신의 피부혈관의 긴장성이 완화되어 혈류량이 증가하여 신체중심부에서 사지 말초부로 많은 열이 전달되어(黑島, 1993) 사지부의 피부온은 상승하는 반면 구간부는 심부체온을 유지하기 위해 일정한 온도가 유지되는 경향은 일치하였다.

3.1.2 전·후면 피부온 변화

각 환경기온하에서 전·후면 피부온의 분산분석 결과, 대부분 유의차가 인지되지 않았으나 환경기온 20±1.0℃에서 전완($p=0.0256$)과 대퇴($p=0.0147$)에서만 유의한 차가 나타났다. 따라서 시간경과에 따른 전후면 피부온의 변화가 대체로 일정함을 알 수 있었다.

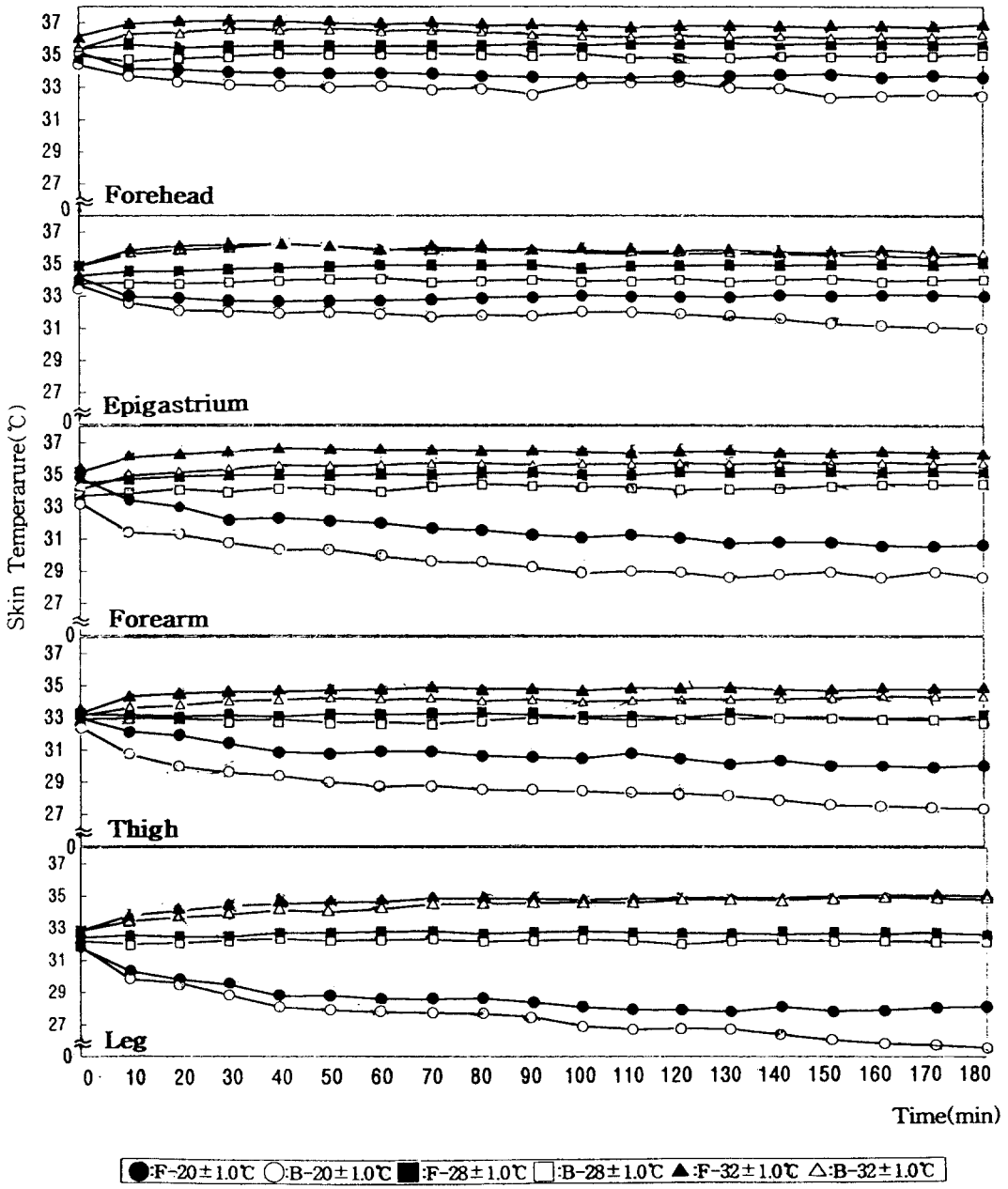


Fig 5. Front · back comparison of skin temperature with lapse of time at each envirnmental temperature.

Table 7. ANOVA table for physiological characteristics at each environmental temperature

| Item / Region | Environment temp.(℃) | Df | Type Ⅲ SS | Mean Square | F Value | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Body Temperature | 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 |
| Pulse | 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 |
| Blood pressure Systolic | 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 |
| Blood pressure Diastolic | 20±1.0℃ | 18 | 992.5263 | 55.14035 | 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 | 0.0592 |

전·후면 피부온의 비교를 Fig. 5에 나타내었다. 전·후면 피부온 변화는, 대체로 전액, 상복, 전완, 하퇴는 전면이 후면에 비해 약간의 고온을 나타내는 경향을 나타내었다. 전·후면이 해부학적으로는 신·굴측으로 표현되며, 굴측은 고온, 신측은 저온을 나타낸다(渡邊 등, 1978)는 연구와 일치하였다. 그러나 대퇴부의 경우에는 장시간동안 의자에 앉은 자세를 유지하기 때문에 압력이 직접 인체 내부에 작용하여 말초부의 혈류량을 감소시키는(심부자, 1991) 혈행장애가 일어나기 때문에 압박을 받는 후면 즉, 굴측이 낮은 피부온을 나타내었다.

### 3.2 생리적 반응

시간경과에 따른 생리적 반응에 대해 분산분석한 결과를 Table 8에, 생리적 반응의 시간경과에 따른 변화경향을 Fig. 6에 나타내었다.

Table 7에서 체온은 환경기온 20±1.0℃(p=0.0001)와 28±1.0℃(p=0.0014)에서 유의한 차가 인지되었며, 맥박 역시 환경기온 20±1.0℃(p=0.0001)와 28±1.0℃(p=0.013)에서 유의한 차가 인지되었다. 그러나 혈압은 환경기온에 따른 유의차가 인지되지 않았다.

Fig. 6에서, 체온은 35.4~36.7℃로 피험자 모두가 정상체온의 범위로 알려진 36.9±0.7℃(성호경과 이상돈, 1992)에 속하였으며, 환경기온 28±1.0℃에서는 체온이 환경노출 직후와 같이 일정한 온도를 유지하였으나, 32±1.0℃에서는 약간의 상승을 나타낸 후 대체로 일정하게 유지되었다. 그러나, 20±1.0℃에서는 지속적인 소폭의 하락과 불규칙적인 변동을 나타내어, 다른 환경기온에 비해 적응이 어려움을

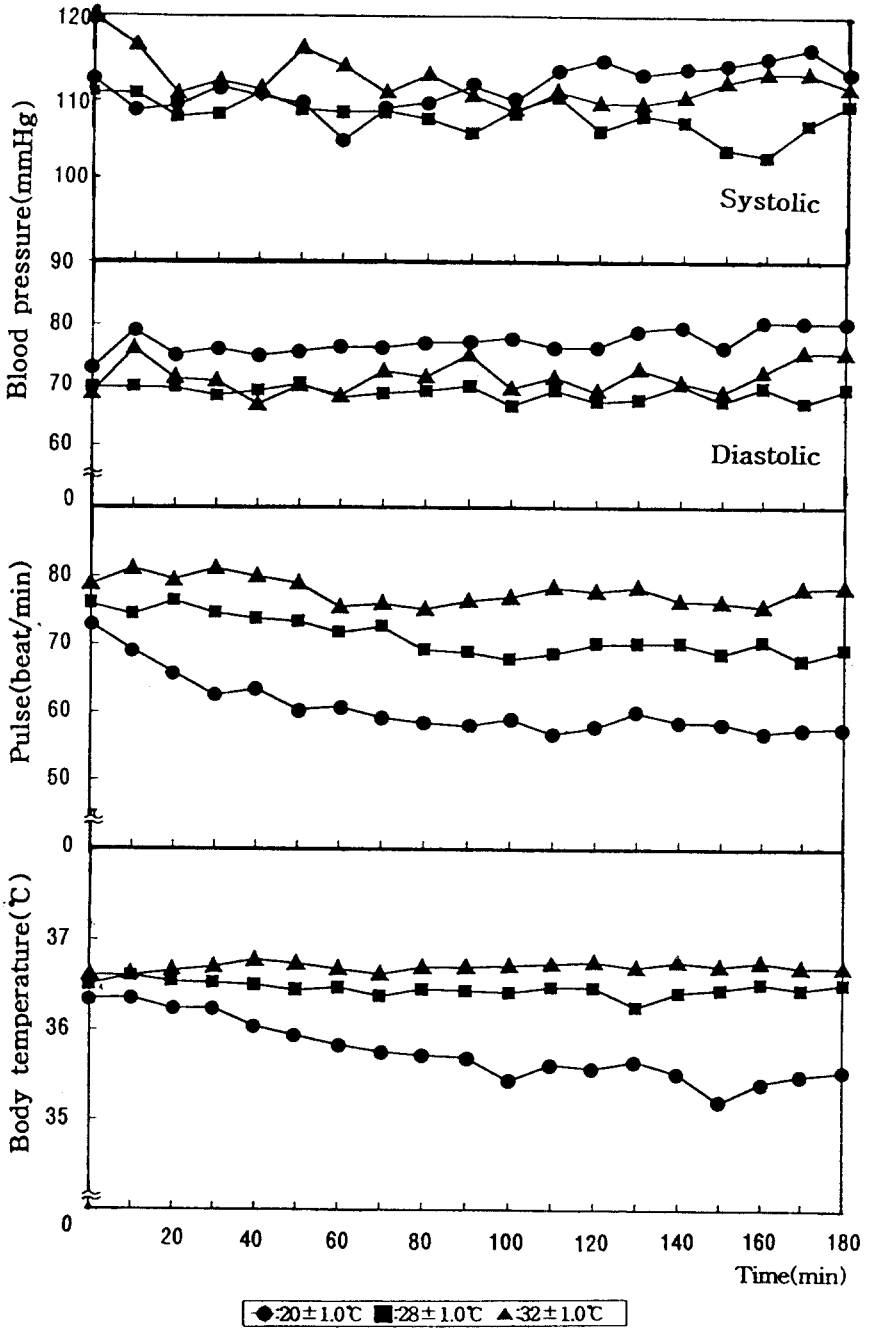


Fig 6. Variation of body temperature, blood pressure and pluse with lapse of time ate each envirnmental temperature.

나타내었다. 각 환경기온사이의 체온을 비교해보면, 환경기온이 상승함에 따라 체온도 상승함을 알 수 있었다.

맥박을 살펴보면 체온과 같은 양상을 나타내었다. 즉, 체온과 맥박은 환경기온의 상승과 하락에 따라 같은 경향을 나타내면서 변하는 것(都築 등, 1991)을 알 수 있었다.

혈압은 피험자 모두 정상범위로 알려진 수축기 90~140mmHg, 확장기 50~100mmHg (남기용등, 1964)에 속했으나, 각 환경기온에 노출되었을 때 시간경과에 따른 유의한 차는 인지되지 않았다. 이는 예비실과 설정된 환경기온의 온도차가 혈압의 갑작스러운 상승과 하락을 발생시킬 정도의 온도차는 아니었으므로 환경노출전·후와 시간경과에 따라 커다란 혈압의 상승과 하락은 나타나지 않은 것으로 생각되었다.

### 3.3 심리적인 반응

시간경과에 따른 심리적 반응에 대해 분산분석한 결과를 Table 9에, 생리적 반응의 시간경과에 따른 변화경향을 Fig. 7에 나타내었다.

Table 8에서 온열감은 환경기온 32±1.0℃($p<0.006$)에서, 쾌적감은 환경기온 20±1.0℃($p<0.0398$)와 32±1.0℃($p<0.0006$)에서 유의한 차가 인지되었다. 자각적 발한감에서는 환경기온 32±1.0℃($p<0.0001$)에서 유의한 차가 인지되었다.

Fig. 7에서 환경기온 20±1.0℃에서 <온냉감-쾌적감>은 <춥다-약간 불편하다>라고 응답하였으며 <자각적 발한감>에는 반응하지 않았다. 28±1.0℃에서 <온냉감-쾌적감>은 <약간 따뜻하다-쾌적하다>라고 답하였으며 <자각적 발한감>은 역시 반응하지 않았으므로, 나체로 쾌적함을 느끼는 온도임을 나타내었다. 32±1.0℃에서 <온냉감-쾌적감>은 <덥다-약간 불쾌하다>는 반응을 보였으며, <자각적 발한감>에서는 <땀이 난다>고 응답하였다.

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

| Item / Region | Environment temp.(℃) | Df | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Thermal Sensation | 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 |
| Comfort Sensation | 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 |
| Perceptive sweaty Sensation | 20±1.0℃ | · | · | · | · | · |
| | 28±1.0℃ | · | · | · | · | · |
| | 32±1.0℃ | 6 | 6.6857 | 1.1142 | 26.00 | 0.0001 |

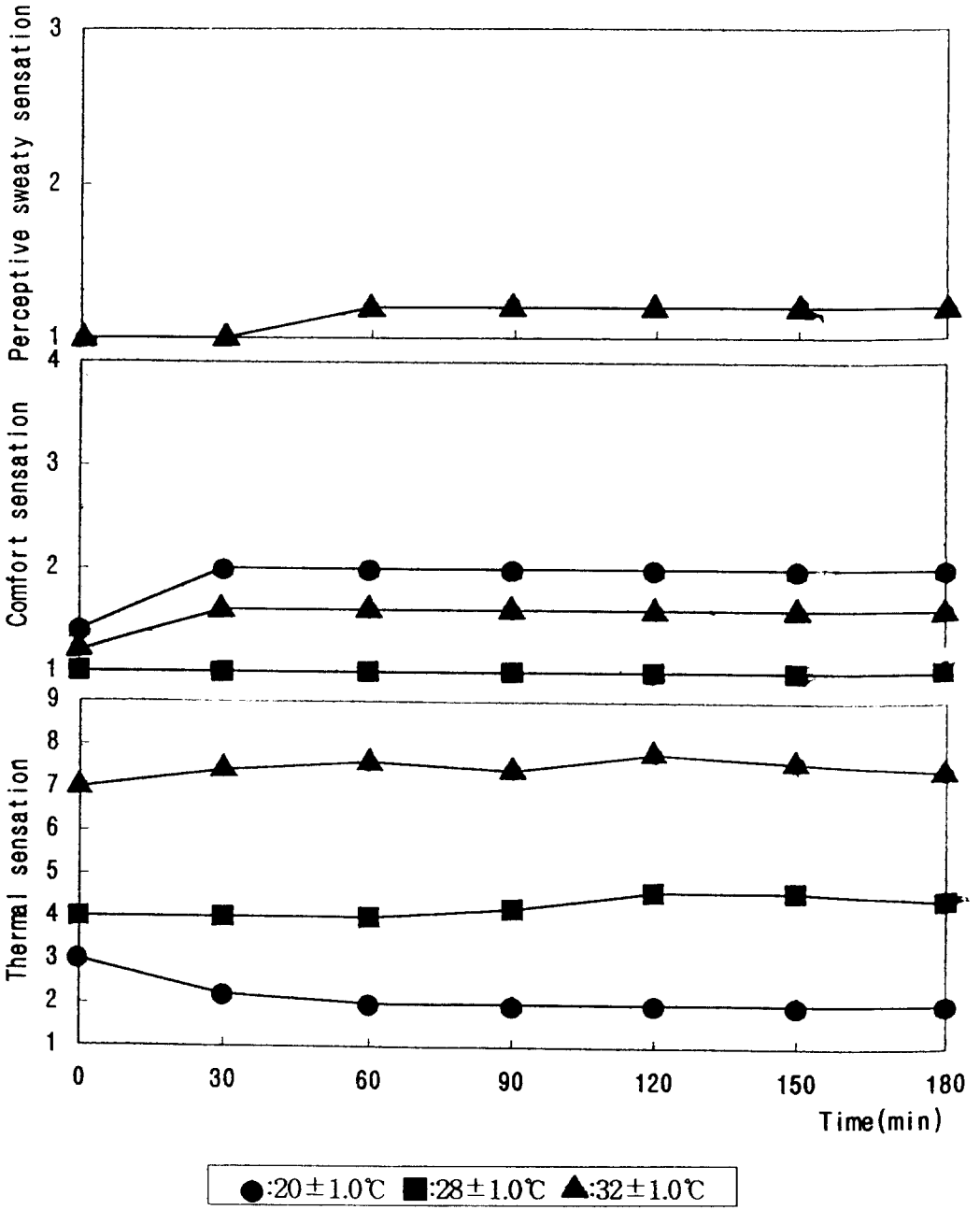


Fig 7. Variation of psychological(thermal sensation, comfort sensation and perception sweaty sensation) with lapse of time at each envirnmental temperature.

## 3. 결 론

성인 남자 5명을 대상으로 각 환경기온(20±1.0℃, 28±1.0℃, 32±1.0℃)에 장시간(180분) 노출시켜 피부온의 변화 경향을 파악하여 쾌적착의의 관점에서 의복설계의 기초인 피부온의 의의를 재검토하였다. 그 결과는 다음과 같다.

(1) 각 환경기온하에서 시간경과에 따른 피부온 변화는 환경노출 직후0~90분 동안에는 시간경과에 따라 부위별 피부온이 변하였다. 그러나 그 이후 환경노출후 90분이후부터 180분동안에는 부위별 피부온이 일정하게 유지되었다.

(2) 각 환경기온하에서 구간부는 대체로 안정된 고온을 나타내는 반면, 사지부의 경우에는 환경기온 변화에 따라 커다란 변화를 나타내었다.

그리고 환경기온 20±1.0℃에서는 사지부의 피부온만이 소폭의 불규칙적인 하락을 나타내지만, 32±1.0℃에서는 상복의 발한에 의한 약간의 피부온 저하를 제외하고는 20±1.0℃보다 안정된 경향을 나타내었다.

(3) 각 환경기온에서의 부위별 피부온의 순위는, 환경노출 직후에는 각 환경기온 모두에서 전액>전완전면>상복>대퇴전면>하퇴전면의 순을 나타내었으나, 환경에 노출된 상태에는 환경기온 20±1.0℃에서는 전액>상복>전완전면>대퇴전면>하퇴전면, 28±1.0℃에서는 전액>전완전면>상복>대퇴전면>하퇴전면, 32±1.0℃에서는 전액>전완전면>상복>하퇴전면>대퇴전면의 순을 나타내었다.

(4) 전·후면 피부온을 살펴보면, 전액, 상복, 전완, 하퇴는 전면이 후면에 비해 약간 고온을 나타내는 경향을, 대퇴부는 후면이 낮은 경향을 나타내었다.

(5) 생리적 반응을 살펴보면, 체온은 대체로 정상범위에 속하였으며, 환경기온 28±1.0℃에서는 환경노출 직후와 같이 일정한 온도를 유지하지만, 32±1.0℃에서는 약간의 상승을 나타낸 후 대체로 일정한 온도가 유지되는 반면, 20±1.0℃에서는 지속적인 소폭의 하락과 불규칙적인 변동을 나타내었다.

맥박은 환경기온의 변화에 따라 함께 변화하여 체온과 같은 양상을 나타내었다.

혈압은 정상범위에 속했으나, 환경기온에 따라 일정한 변화 양상을 나타내지는 않았다.

(6) 심리적인 반응을 살펴보면 <온냉감-쾌적감>은 환경기온 20±1.0℃에서는 <춥다-약간 불편하다>, 28±1.0℃에서는 <약간 따뜻하다-쾌적하다>, 32±1.0℃에서는 <덥다-약간 불쾌하다>고 답하였다. <자각적 발한감>은 환경기온 20±1.0, 28±1.0℃에서는 피험자 모두가 반응을 나타내지 않았으며 32±1.0℃에서만 <땀이 난다>고 하였다.

이상의 연구결과에서, 성인 남자의 경우 저온환경하에서 적응이 어렵고, 해부학적으로 굴측인 전면은 고온, 신측인 후면은 저온을 나타낸 결과는 선행연구와 일치되었다. 그러나, 쾌적하다고 느낄 때의 전액의 피부온이 선행연구 결과보다 약간 높은 35℃를 나타낸 점과 각 부위별 피부온의 순위는 선행연구와 일치되지 않는 결과를 나타내었다.

그러므로 체온조절반응은 피험자가 경험한 환경조건의 이력(履歷), 인종, 성별 그리고 연령 등의 조건과 식생활, 주생활, 의생활 등의 생활환경에 따라 다르기 때문에 개개인의 체온조절특성에 대한 연구는 인간을 둘러싼 생활환경이 급변함에 따라 이에 맞추어 지속적으로 연구되어져야 할 것으로 생각되어진다.

또한 본 연구에서는 나체상태의 성인남자가 환경에 노출된 후 90분이 경과하면 피부온이 대체로 안정되는 경향을 나타내었으므로 이후의 피부온에 관한 연구시에는 피부온이 안정되는 시점을 90분으로 설정하여도 충분하리라 생각된다.

## 참 고 문 헌


[1] 구성회 · 정문식, 이성호, 환경위생학, 신광출판사, 1982.

[2] 공업진흥청, 산업의 표준치수설정을 위한 국민체위 조사보고서, 한국표준과학연구소, 1992

[3] 김태규 · 권오경, 의복착용시스팀이 인체의 생리적 반응 및 열적 쾌적성에 미치는 영향, 한국온열환경학회, 2(3), pp.165-178, 1995.

[4] 성호경, 이상돈, 생리학, 의학문화사, 1992.

[5] 심부자, 의복의 구속성에 관한 연구, 대한가정학회지, 29(1), pp.13-25, 1991.

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

[7] 심현섭 · 최정화, 인체의 자세가 체온조절에 미치는 영향, 한국의류학회지, 17(3) pp.415-427, 1993.

[8] 최영희 · 이순원, 하지부 의복형태에 따른 체온조절반응 연구, 한국의류학회지, 17(1), pp.77-88, 1993.

[9] 莊司 光 · 金子ふさ · 木下千代, 皮膚溫 · 衣服下氣溫の季節的變動(第2報) 皮膚溫分布に關する諸要因, 大板市立大學 家政學部 紀要, 2(2), pp.1-7, 1954.

[10] 富家崇雄, 皮膚溫分布の季節變動に關する研究, 日本溫泉氣候學會雜誌, 18(3), pp.175-199, 1954.

[11] 渡邊ミチ, 田村照子, 天野美保, Thermographyによる皮膚溫測定(第1報)-環境溫度25℃における成人度女子の皮膚溫分布-, 文化女子大學研究紀要, 7, pp.157-164, 1975.

[12] 渡邊ミチ · 田村照子, サーモグラフィーによる平均皮膚溫測定点の檢討, 成人女子の體幹前 · 後面について, 第2回人間-熱環境系シンポジウム報告集, pp.31-34, 1978.

[13] 渡邊ミチ · 田村照子, サーモグラフィーによる皮膚溫測定, 接觸形溫度計による測定結果との比較, 衣服誌, 23(1,2) pp.208-212, 1979.

[14] 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 [15] 學科學研究費補助研究成果報告書. 1980.

[16] 渡邊ミチ · 田村照子, 松岡眞理子, 22-34℃環境溫度條件における成人女子の全身および體區分別平均皮膚溫の變動, 日本家政學雜誌, 31(10), pp.742-746, 1980.

[17] 中橋美智子 · 大迫由紀子, 體型別差異による皮膚溫分布に關する研究(第1報), 日本家政學雜誌 30(3) pp.240-247, 1979.

[18] 中橋美智子, 體型別差異による皮膚溫分布に關する研究(第1報), 日本家政學雜誌 30(3), 607-705, 1979.

[19] 湯谷 操 · 沈富子 · 田村照子 · 渡邊ミチ, 人體の局所加溫皮膚溫に及ぼす影響, 衣服學雜誌, 25 (2), pp.15-20, 1982.

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

[21] 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.
[22] 米田幸雄, 衣服衛生學, 1983.
[23] 弓削治, 被服衛生學, 朝創書店, 1979.
[24] 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
[25] 西條一止, 皮膚溫分布經路經穴現象, 日本溫泉氣候物理醫誌, 39, pp.1-96, 1976.
[26] 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.
[27] 倉田正一, 平均皮膚溫の算出について, 勞動科學, 1954.
[28] 伊藤紀子 外, 身體拘束時における皮膚溫に關する研究, 日衛誌, 41(1), 1986.
[29] 丸山康子・田村照子, 成人女子の皮膚溫および體溫の個體內・個體間變動, 日本家政學會誌, 38 (7). pp.585-592, 1987.
[30] Burton, A. C., The Pattern of Response to cold in Animals and the Evolution of Homeothermy. In : Herzflde, C. M.(ed.), Temperature, 3, Part 3, Reinhold, 363-371, 1963.
[31] Golden, F. St. C., Human thermal response during leg-only excerise in cold water, J. Physiol, 391 pp.399-405, 1987.
[32] Hardy, J. D. and DuBois, E. F. : Temperature, It's Measurement and Control in Science and Industry
[33] J. Werner and T Reets, A Contribution to the Topography of Temperature Regulation in Man, Eur. J. Appl. Physiol., 45. pp.84-87, 1980.
[34] Teichner, W. H., Assessment of mean body surface temperature. J. Appl. Physiol., 12, pp.167-176, 1958.
[35] Katsuura T., Comparison of thermogregulatory response to heat between Japanese Brazilians and Japanese, J. Therm. Biol., Vol. 18, No. 516, pp.299-302, 1993.