

하계 남성복의 온열쾌적감에 관한 연구

- 실내 환경조건을 중심으로 -

정성일, 고경태, 황병렬, 박종일, 김경훈, *김철순, **김창주, **민병일
경희대학교 공과대학 기계공학과, *섬유공학과, **의과대학 생리학교실

A Study on Thermal Comfort of Korea Men's Wear in Summer - Based on Indoor Environment conditions -

Sung Il Choung, Kyung Tae Ko, Byung Ryul Hwang, Jong Il Park, Kyung Hoon Kim

*Chil Soon Kim, **Chang Joo Kim, **Byung Il Min,

Department of Mechanical Eng., Institute for Laser Eng. and *Textile Eng., College of Engineering

**School of Physiology, Medical College

Kyung Hee University, Suwon 449-701, Korea

Abstract : The purpose of this Study was to determine thermal sensation and physiological responses for men in summer indoor environment, under various air temperature and relative humidity, with male university students. Subjective Evaluation, Heart Rate Variability(HRV), Electroencephalogram(EEG) were examined. We found that comfort of people was achieved at 50% R.H., 24°C, and the difference of skin temperature was found at the calf area as air temperature changes. At low air temperature and low humidity, heart rate was decreased, but there was no change at brain wave, keeping α -wave.

1. 서론

의복은 인체의 생리기능 보조와 신체보호등의 중요한 요소로서 「제2의 피부」 역할을 하고 있다. 인간은 의복을 착용함으로써 의복 표면과 피부면과의 온도 차이, 즉 의복의 단열 정도에 의해 인체로부터의 열손실 및 인체 표면과 주위공기간의 열전도등을 조절할 수 있다. 그러나, 의복의 기능은 인체의 쾌적감을 형성하는 데 있어서 매우 중요한 역할을 한다. 따라서 본 연구에서는 하계 남성복의 착용시 느끼는 쾌적감, 온냉감, 건습감, 발한감 등이 습도와 온도의 변화에 대하여 어떠한 수치적 값과 주관적 평가 등을 나타내는지를 밝혀 보고, 여름철 기본적 남성복 착용시에 어떠한 온·습도 조건이 인간이 느끼는 가장 쾌적한 조건인가를 연구함이 목적이다.

2. 실험

2.1 실험장치

향온향습실 옆의 기계실에 3RT의 향온향습기를 설치하여 온도와 습도의 조절을 하였고, 보온재가 씌워진 플렉시블 덕트를 이용하여 향온향습실과 연결하여 인공기후 조건을 만들었다. 또한 뇌파 및 심전도를

기록하기 위해 전실에 뇌파 기록장치와 심전도 측정장치를 설치하였다. Fig. 1은 환경인공기후실험

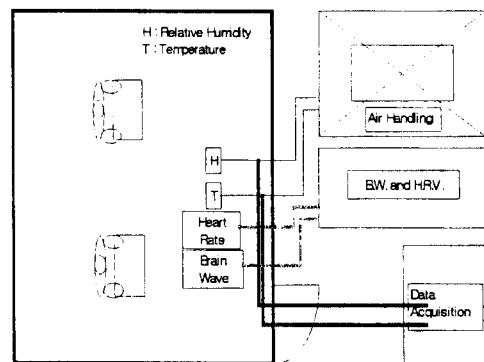


Fig 1. Diagram for HVAC System

실의공조 개요도와 뇌파 및 심전도 측정도를 나타내고 있으며, Fig. 2는 피험자가 입실한 환경인공기후 실험실의 단면도를 나타낸다.

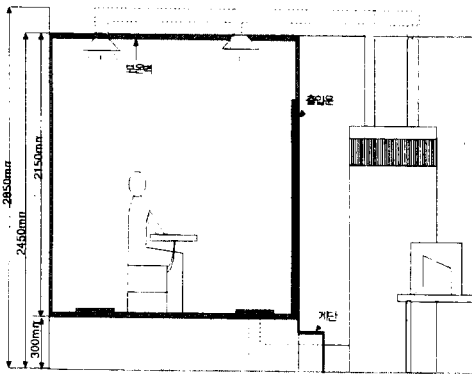


Fig. 2 Diagram for cross section of environmental chamber

2.2 피험자 실험방법

2.2.1 실험기간

하계 온열환경실험은 1997년 7월부터 1997년 9월 사이에 경희대학교 기계공학과 환경인공기후실험실에서 실행하였다.

2.2.2 피험자

피험자는 체온, 체중, 혈압, 맥박이 정상인 건강한 남자 대학생 4인으로 구성되었다. 피험자는 하계시 일반적으로 적용하는 복장의 clo value로써 일정하게 하여 0.51clo이다.

2.2.3 실험방법

각 실험 케이스당 3명의 피험자를 입실시키고 체자 실험을 실시했으며, 실험의 타임스케줄은 Fig. 3에 나타내었다. 실험의 소요시간은 90분이고 실험에 들어가기 전 30분 정도 피험자의 혈압, 맥박, 체온을 측정하여 실험실에 입실시켰으며, 주관적인 응답은 입실 후 환경에 대해 순응된 30분 이후부터 10분 간격으로 기록하도록 하였다.

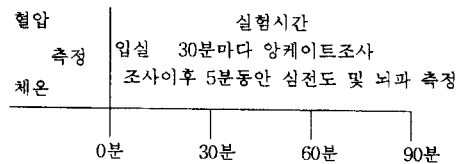


Fig 3. Time schedule of experiment

온열환경실의 상태를 측정하기 위해 실험실 내 수직 온도분포를 바닥면 기준 30, 60, 90, 120, 150, 180cm에서 계측하였으며, 습도는 industrial transmitters - (series I-100)습도계를 사용하여 측정하였다. 인체측

은 $\phi 0.127\text{mm}$ 의 열전대를 인체의 5부위(이마, 가슴, 팔, 직장, 다리)에 부착하여 각 피부온을 측정하였다. 또한 뇌파 및 심전도는 기록상의 문제로 입실직후와 30분 간격으로 5분 동안 기록하였다. 본 실험에서 설정한 각각의 환경상태를 Table. 1에 나타내었다. 실험조건은 Table. 2, 주관적 응답에 대한 평가 방법은 Table 3에 나타내었다.

Table 1. Temperature and humidity conditions of environmental chamber

설정조건		실현값		설정조건		실현값	
습도%	온도 $^{\circ}\text{C}$	습도%	온도 $^{\circ}\text{C}$	습도%	온도 $^{\circ}\text{C}$	습도%	온도 $^{\circ}\text{C}$
40	20	41.3	20.3	60	20	61	20.8
	24	39.7	24.1		24	61.1	24.2
	28	40.8	27.9		28	61.1	28.4
50	20	49.2	20.6	70	20	70.6	20.2
	24	51.9	24.5		24	69.1	24.1
	28	50.4	28.2		28	68.6	28.1

Table 2. Experimental conditions

실험시간	90분
착의량	0.51clo
활동량	1.0met
기류속도	0.1m/s
평균방사온도	기온과 동일
청년(대학생)	4명

Table 3. Scale of subject vote

전신은냉감(TSV)

-3	-2	-1	0	1	2	3
춥다	서늘하다	약간 서늘하다	중립	약간 따뜻하다	따뜻하다	덥다

건습감(HSV)

-2	-1	0	1	2
건조하다	약간 건조하다	중립	약간 습하다	습하다

패불쾌감(CSV)

0	1	2	3
쾌적	약간불쾌	불쾌	아주불쾌

발한감(SSV)

0	1	2
땀을 흘리지 않음	약간 땀을 흘림	땀을 흘림

3. 실험결과

본 실험의 결과에서는 여름철 남성복 착용시 느낌

수 있는 주관적 평가를 세밀한 온·습도의 차에 의해 온냉감, 쾌적감, 건습감, 발한감순으로 비교·검토하였다. 그리고 생리적 및 심리적 반응의 측정을 위하여 심전도와 뇌파를 온·습도 변화에 비교하였다.

3.1 온냉감과 실내공기선도

상대습도와 온냉감의 관계를 Fig. 4에 나타낸 것이다. 온도가 24℃ 정도까지는 습도의 영향이 거의 없으나, 온도가 올라갈수록 습도의 영향이 커지는 경향을 보이고 있다. 상대습도 50%~60%, 온도 24℃~28℃ 사이가 온·습도의 중립상태로 보인다.

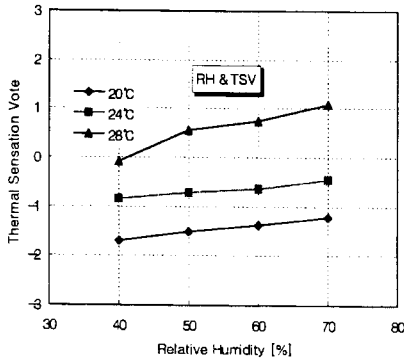


Fig 4. Thermal sensation at different relative humidity and air temperature

실내공기온도에 대한 온냉감 응답의 관계를 Fig. 5에 나타낸 것이며, 이와 같은 응답관계는 고온고습에 있어서 뚜렷한 변화가 보인다. 이것은 고온고습할수록 증발 또는 현열(sensible heat)교환이 작아져서 인체 열부하가 크게 되므로 온냉감(TSV)가 크게 나타나는 것이다.

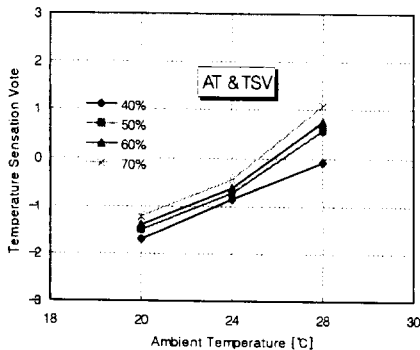


Fig 5. Thermal sensation at different ambient air temperature and relative humidity

3.2 실내공기온도와 부위별 피부온도

실내공기온도와 부위별 피부온도를 Fig. 6에 나타내었다. 신체부위 중 가장 온도가 높은 부위는 가슴이고 가장 낮은 부위는 다리 부분으로 인체의 노출된 말단 부위일수록 실내환경 조건에 민감한 반응을 나타낸다. 또한 이 결과는 인간의 생리학적 감각 중 피부의 냉온감각기는 신체말단 부위에 많이 산재해 있는 것과 일치한다. Fig. 7은 신체 부위별 온·냉 민감도를 나타낸다. 이것은 Fig. 6의 이론과 일치하는 것을 볼 수 있다.

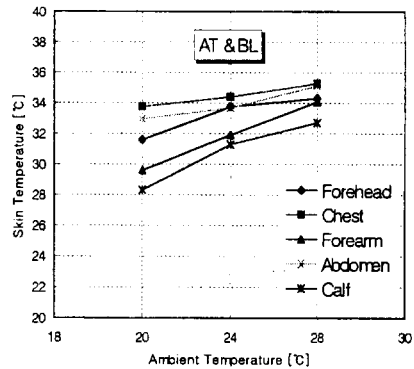


Fig 6. Skin temperature at different body parts under different ambient air temperature

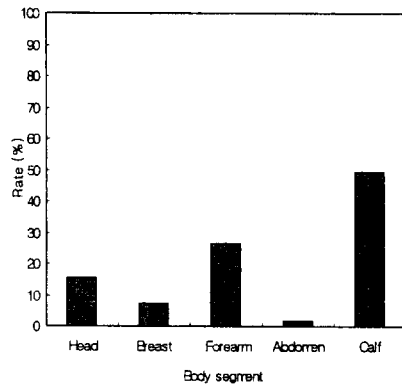


Fig 7. Sensation rate of body segment

3.3 쾌적감

상대습도와 쾌적감의 관계를 Fig. 8에 나타낸 것이다. 낮은 습도에서 저온보다 고온 쪽이 좀더 불쾌감이 작게 나타났다. 그리고 점점 습도가 높아질수록 고온에서 불쾌감이 현저히 증가하는 것을 볼 수 있다. 이 결과로 미루어 볼 때 낮거나 높은 습도는 쾌적감에 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

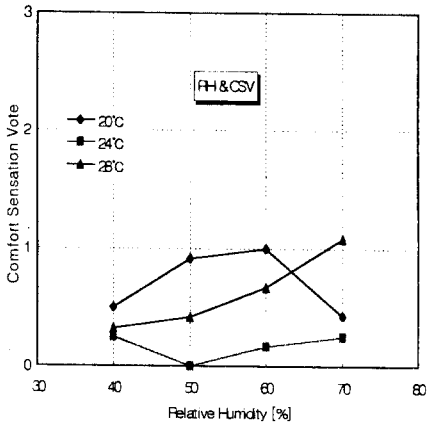


Fig 8. Comfort sensation vote at different relative humidity and air temperature

3.4 건습감과 상대습도

Fig. 9는 상대습도와 건습감의 관계를 나타낸 것이다. 고온으로 갈수록 습도의 영향을 많이 받는 것을 볼 수 있다. 또한 쾌적영역으로 보이는 24°C~26°C에서 건습감의 많은 차이가 나지 않음을 알 수 있다.

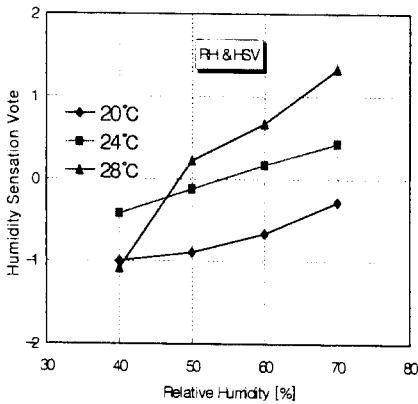


Fig 9. Humidity sensation vote at different air temperature and relative humidity

3.5 발한감과 상대습도

Fig. 10은 상대습도와 발한감의 관계를 나타낸 것이다. 본 실험에 있어서는 여름의 평상 남성복 차림에 있어서 상대습도의 차이가 현저히 일어나도 발한감의 영향은 크게 나타나지 않았다.

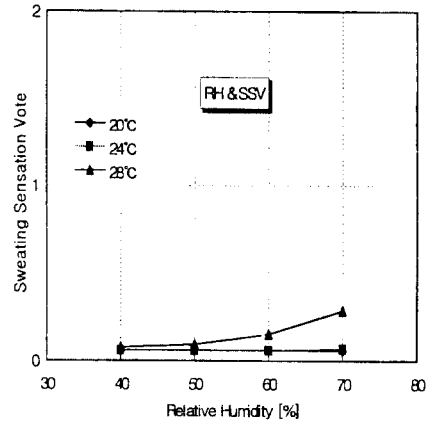


Fig 10. Result of sweating sensation at different air temperature and relative humidity

3.6 심전도와 뇌파 측정

저온, 저습일 때 시간변화에 따른 변화를 Fig. 11에 나타내었다. 심전도에 있어서는, 시간이 경과함에 따라 심전도가 떨어지는 현저한 변화를 볼 수 있었다. 이것은 저온 상태에서 인간이 외부로의 열전달을 줄이기 위한 것으로 사료된다. 그러나 인간의 심리적 안정도를 측정하는 뇌파에서는 거의 변화가 없는 것을 볼 수 있다. 뇌파의 심리적 안정도는 α , β , γ , θ 의 네가지 파중 눈을 감고 안정을 취했을 때 나타나는 각파의 %로 나타내며, 특별한 외부의 상황이나 정신적인 스트레스가 없으면 거의 α 파만이 나타난다. 그러므로 본 실험에 있어서는 가혹한 환경상태가 아닌 안정시의 상태이므로 온·습도의 변화에 따른 뇌파의 변화는 일어나지 않았다.

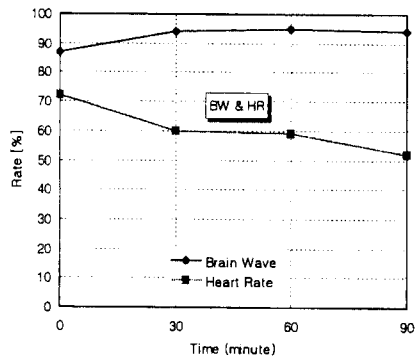


Fig 11. Result of heart rate and brain wave during experiment

4. 결론

체감실험에 의한 주관적 평가와 심전도 및 뇌파가 상대습도와 어떠한 관계에서 쾌적감에 영향을 미치는지에 대해 검토하였다. 여름철 남성 평상복을 착용한 상태의 쾌적영역에 대한 온·습도 조절은 중요한 사항임을 확인할 수 있었다.

1. 여름철 온냉감이 중립에 근접되는 상태는 상대습도 50%~60%, 건구온도 24℃~26℃정도가 됨을 알 수 있다.
2. 쾌적감은 상대습도 50%RH, 건구온도 24℃영역에서 가장 쾌적하다는 응답을 나타냈다.
3. 높고, 낮은 상대습도는 쾌적감 및 건습감에 아주 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 또한 실온이 조금 높더라도 낮은 습도에서 쾌적감에 근접함을 알 수 있다.
4. 신체부위중 피부온이 환경온의 변화에 가장 민감하게 반응하는 부위는 하퇴부위로 나타났다..
5. 낮은 온도와 낮은 습도에서 심전도가 낮아짐을 알 수 있었으며, 안정된 뇌파의 측정은 변화가 없었다.

후기 : 이 연구는 한국학술진흥재단의 '96학제간 연구과제 지원에 의해 이루어진 것의 일부이며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

5. 참고문헌

1. ASHRAE, 1993, ASHRAE HandBook, Atlanta, pp. 8.1~8.29
2. ASHRAE, 1981, Thermal Environmental Condition for Human Occupancy, ANSI/ASHRAE Standard 55-1981
3. Fanger P. O., 1970 Thermal Comfort - Analysis is and Application in Environmental Engineering
4. Tanabe S., Kimura K., Hara T., "Thermal Comfort Requirements during the Summer Season in Japan", ASHRAE Trans., Vol. 93, Part1, pp. 564~577
5. Gagge A.P., Nishi Y., and Nevins R.G., 1976 "The Role of clothing in meeting FEA energy Conservation guidelines. ASHRAE Trans. Vol.82, pp. 234~247
6. Jonse B.W., Ogawa Y., 1992, "Transient Interaction between Human and the Thermal Environmental", ASHRAE Trans., Vol. 98, Part1, pp. 189~195
7. Gagge A.P., Swolwijk J.A.J., and Nishi Y., 1971 "An Effective Temperature Scale on a Simple Model of Human Physiological Regulatory Respons
8. 이순요 교수, 미래지향적 인간공학, 박영사, pp. 17

~38

9. 이춘식 외4명 "실내환경 쾌적성 평가방법에 관한 연구(I) (온열 및 공기질에 관하여)", 한국과학기술연구원, 과학기술처
10. 이종민, 이순원, 1997, "의복착용 습관이 추위적용 능력에 미치는 영향", 한국섬유공학회, Vol. 21, No.3, pp. 536~543
11. 정성일, 김경훈, 민병일, 김창주, "하계 실내환경의 쾌적성 평가에 영향을 미치는 인자에 관한 연구" 공기조화·냉동공학회, '97하계학술발표회 논문집 pp. 678~685