

# 생태 공간 조성에 관한 기초 연구

-고령자를 대상으로 한 열환경 연구-

김동규 · 하병용 · 김종수 · 정용현<sup>†</sup>

(부경대학교)

## Basic Study on Creating Ecological Residence Space

- A thermal environment study of the aged -

Dong-Gyu KIM · Byeong-Yong HA · Jong-Soo KUM · Yong-Hyun CHUNG<sup>†</sup>

(Pukyong National University)

### Abstract

Creating standards on thermal environment has been organized traditionally based on the youth and the manhood who are in mainly active layer of a society.

However, traditional creating standards have differences from the physiology of the aged who have weak physical ability than younger person. As a result, it causes a health problem of the aged. Therefore, In this study, we had a basic study to create a comfortable thermal environment which had considered to a physical ability and a physiology of the aged, and build a ecological residence space to maintain health.

We had several experiments with the aged; Experiment, Comfort Sensation Vote, Mean Skin Temperature and Analyzing HRV. The result have following by:

1) For the aged, the summer recommend temperature, 26℃, is appropriate within first 30 ~ 40 minutes, but it should be increasing the temperature after that time.

2) By considering PMV status and thermal feeling of the aged, they are prefer to higher temperature than normal setting of air-condition system.

3) In the condition of the summer recommend temperature, 26℃, they had answered in neutral or comfort with the comfort sensation vote. However, we had figure out that they had stress in a lower temperature by analyzing the result of HRV.

*Key words* : Eco-Housing, MST, Electrocardiogram, PMV, TSV, CSV, HRV

### I. 연구의 배경

사람은 삶을 살아가면서 여러 가지의 “발달”을 이룸과 동시에 “노화”의 프로세스를 진행한다. 30대 후반이 되면 20대와 비교하여 심신의 기능이 분명히 쇠약해 지는 것을 볼 수 있다. 20~24

세의 청년층과 심신기능을 비교하여 보면, 35세 정도는 원거리시력·근거리시력·청력 등, 40대부터는 눈의 굴절력·최저혈압 등, 45세 정도에서 좌우의 악력·반응시간·보행속도 등, 50대부터 수면시간·야뇨횟수·최고혈압 등, 55세에서는 배근력(背筋力), 60세에서는 피부의 탄성, 70세부터는 근육의

<sup>†</sup> Corresponding author : 051-629-6543, chungyh@pknu.ac.kr

\* 이 논문은 2008학년도 부경대학교 기성회 연구비 지원에 의하여 수행되었음(PK-2008-056).

강조·보행편차 등에 차이가 생기게 되어 외부의 열 환경에 매우 민감하게 된다(萩田秋雄, 1995). 북유럽의 경우 갑작스러운 폭서로 인하여 이에 대응하지 못한 많은 노약자들의 사망으로 사회문제화 되고 있듯이 이러한 결과는 고령자의 생리적 기능의 특징이 청장년층에 비해 상당히 저하해 있음을 알 수 있는 좋은 예이다. 인간의 생리 기능은 10대 후반에서 30대에 걸쳐 피크에 이르며, 그 이후 연령이 증가함에 따라 저하한다. 쾌적한 환경조건 하에서 생리기능의 저하는 발생하지 않지만, 쾌적한 환경조건에서 벗어나 스트레스가 존재하는 조건하에서는 생리기능이 떨어지며 그 환경에 적응할 수 없을 수도 있다. 그래서 열 환경 측면에서 생리기능이 저하한 고령자에게는 치명적인 장애를 줄 수가 있다. 따라서 이를 극복할 수 있으며 자발적인 활성을 유지시켜 줄 수 있는 공간 즉, 생태공간의 조성은 매우 중요한 과제이다. 통계청 자료에 의하면, 한국은 65세 이상 노년인구가 2000년 총 인구의 7%를 넘어서 고령화 사회 진입, 오는 2019년이면 14.4%로 고령사회가 되고 2026년이면 20.2%로 '초 고령 사회'에 들어설 것이라는 전망이다(통계청, 2006). 인구 구성의 고령화는 세계적인 경향이지만 우리나라도 고령자 인구가 급속히 증가하기 때문에 미리 고령자 문제에 대응하는 것은 중요하다. 그러나 고령자의 쾌적한 열환경에 관한 연구는 고령자의 주생활과 건강에 밀접하게 관련될 뿐만 아니라, 고령자 주변의 자연환경, 사회환경, 가정환경, 거주환경 등의 다양성과 고령자 자신의 신체적·정신적 조건에 따른 큰 개인차 때문에 어려움이 많다는 점이 특징이다(G. V. Andrep, 1996: S. Akselrod, 1981: M. Bootsma, 1994). 그러므로 다가오는 장수 사회에 따른 실버산업의 발달을 눈앞에 두고 있는 이 시점에서 주거 공간에서의 생활이나 열 환경과 관련한 고령자의 온열감각에 대한 사항을 전반적으로 파악하고 있어야 한다. 더욱이 우리나라는 사계절이 뚜렷하여 여름과 겨울의 연중 기온변화의 폭이 크고, 봄, 가을의 일

교차도 심하다. 따라서 생리기능이 저하하고 있는 고령자에게는 계절 변화의 영향이 크다고 예측할 수 있고, 추위 및 더위로 인한 스트레스가 고령자에게 상당한 건강상 부담을 줄 수 있다. 따라서 다가오는 실버시대에 대한 대비와 고령자의 삶의 질 향상이라는 관점에서 고령자가 요구하는 쾌적한 열 환경 조건에 관한 연구가 시급하다(하병용, 2009). 춘하추동의 계절이 명백하여 냉난방이 모두가 요구되는 우리나라에서 이러한 연구를 뒤받침 하기 위해서는 고령자를 위한 쾌적하고도 건강을 유지할 수 있는 열 환경 조성 기술이 필요하다. 기존의 열 환경 조성 기술은 고령자를 기준으로 하기보다 사회에서 활동의 주력이 되고 있는 청년 및 장년을 기준으로 하여 설계됨으로 인하여 청장년에 비해 신체의 활동성 등이 떨어지는 고령자의 생리현상과는 다소 차이가 발생하고, 이로 인하여 건강상의 문제점을 야기하기도 한다(김동규, 1996, 1998: 주익성, 1996).

따라서 본 연구에서는 고령자의 신체 생리 등을 고려하고 쾌적한 열 환경조성과 건강을 유지할 수 있는 적절한 생태적인 공간을 조성하기 위한 기초 자료를 제공하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

## II. 연구의 방법 및 내용

### 1. 연구 방법

실험은 2008년 8월 26일부터 2008년 10월 1일까지 35일 동안 행하였다. 실험은 우선 1회당 2명의 피험자를 전실(온도 30℃, 상대습도 50%)에 30분간 체제시킨 후 실험실로 입실시켜 90분간 실험 조건에 따라 각각 2회씩 실험하였다. 실험하는 동안 전실에서는 매 15분 간격으로 실험실에서는 매 20분 간격으로 주관 설문조사와 심전도를 측정하였다.

실험 설정조건은 <Table 1>과 같이 24℃~28℃로 각 2℃씩 변화시켰으며 여름철 상황 및 상대

습도의 영향을 고려하기 위하여 상대습도는 40%~70%로 15%간격으로 변화 시켰다. 기류속도는 모든 실험에서 0.1%를 유지 하였다. 실험에 앞서 2시간 정도 향온향습기를 예비운전 하여 실내를 균일한 상태로 유지하였다.

<Table 1> Experimental conditions

RH	Temp.	26 [°C]	28 [°C]
	40 [%]		25.8±0.1°C 43.7±0.3%
55 [%]		25.8±0.2°C 52.1±0.4%	27.7±0.2°C 55.9±0.9%
70 [%]		25.8±0.1°C 71.8±1.4%	27.7±0.3°C 67.0±4.6%

실험에 참가하는 피험자는 간단한 건강체크를 통해 실험에 영향을 줄 정도의 건강상 장애가 있는 지를 확인 후 최종 선발하였다. 선정된 피험자는 여자 고령자 4명을 대상으로 하였으며 모두 여성으로 이는 남성보다 여성이 환경변화에 대해 더욱 민감하기 때문이다. 실험에 참가한 피험자들의 신체적 조건은 <Table 2>와 같고, [Fig. 1]은 실험에 참가한 피험자 모습이다.

<Table 2> Anthropometric data of the subjects

Number of subject	Age	Height [cm]	Weight [kg]	Body Area [m <sup>2</sup> ]
4	73.3 ±4.2	152.3 ±2.6	57.2 ±6.5	1.6 ±0.1



[Fig. 1] Subjects during the experimental session

피험자의 체표면적(body area)은 Takahira가 제안한 식을 사용했으며 식은 아래와 같다.

$$A = 72.46 \times m^{0.425} \times H^{0.725} \text{ ----- (1)}$$

피험자의 착의량은 가능한 표준적인 착의량으로 맞추기 위해 동일한 유니폼을 착용하도록 하였으며 의복량을 구하는 방법은 여러 연구자에 의해 제안되어 있으나 본 실험에서는 외국인의 경우와 같은 계산조건으로 비교하기 위해 의복중량으로 clo치를 계산하는 방법(花田 등, 1983)을 사용하여 계산한 결과 clo치는 0.35였다.

피험자의 대사량은 [Fig. 1]과 같이 실험 중 의자에 앉아서 독서 및 가벼운 대화, 설문을 하고 있으므로 기존 실험 자료를 감안하여 대사량은 1.1met으로 가정하였다.

## 2. 실험장치

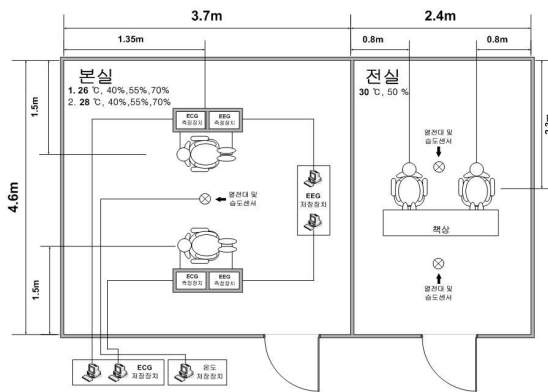
본 연구에 사용된 실험장비는 피험자의 기초적인 건강상태를 확인하기 위한 장비와 실험 중 피험자 피부온도 및 실험이 진행 되는 실의 환경을 측정하기 위한 장비로서 <Table 3>에 나타내었다.

<Table 3> Measuring Instruments

Subject		Measuring Instrument
Body	Skin Temperature	Thermocouple [T-type]
	Electro-cardiogram	LAXTHA QECC-3
	Blood Pressure	National EW274
	Pulse	OMRON HBF-301
	Obesity	Braun GmbH IRT4520
Environment	Eardrum Temperature	Thermocouple [T-type]
	Temperature Of a Room	T&D TR-72U
	Relative Humidity	YOKOGAWA MV-200
	Temperature Storage	

실내 온열환경조건을 잘 반영하는 피부온도는 열전대(Thermocouple, T-type)를 이용하여 신체 7군데에서 측정하였고, 측정된 결과는 Hardy & Dubois의 7점법을 활용하여 평균피부온도(Mean Skin Temperature: MST)를 산출하였다. 심전도(Electrocardiogram: ECG)는 심전도 측정장비(LAXTHA)를 이용하여 측정하였다.

상대습도는 Thermal record를 사용하여 매 10sec 간격으로 측정 및 저장하였다. 열전대로 측정된 온도는 데이터 로그(YOKOGAWA MV-200)를 이용하여 매 10sec 간격으로 데이터를 수집 및 저장하였다. [Fig. 2]와 <Table 4>는 실험에 사용한 환경챔버의 개략도 및 환경챔버내부의 온도와 습도를 조절하기 위한 항온항습기의 사양을 나타내었다.



[Fig. 2] Schematic diagram

<Table 4> Specification of the chamber

	Environmental chamber
Temperature range	DB 5°C ~ DB 45°C
Humidity range	RH 20% ~ RH 95%
Cooling capacity	13,500 Kcal/h
Heating capacity	17,200 Kcal/h
Humidifying capacity	30 kg/h

### 3. 심리 및 생리 반응 분석

설문내용은 주관적인 감각을 표현하기 위하여 <Table 5>와 같이 ASHRAE에서 규정한 전신 온냉감과 쾌적감을 7단계를 이용하여 피험자가 실험 설정 조건에서 느끼는 주관적인 감각을 표현하였다. 전신온냉감의 경우 피험자는 제시된 열환경에 대하여 -3에서 3까지의 단계를 이용하여 평가하는 것으로 가장 추울 때가 -3, 가장 더울 때가 3으로 표시하고 0일 때 중립감을 나타낸다.

<Table 5> Voting range of questionnaire

Thermal Sensation Vote						
-3	-2	-1	0	1	2	3
Cold	Cool	Slightly cool	Neutral	Slightly warm	Warm	Hot
Comfort Sensation Vote						
-3	-2	-1	0	1	2	3
Very Uncomfortable	Uncomfortable	Slightly Uncomfortable	Neutral	Slightly Comfortable	Comfortable	Very Comfortable

피부온도는 인간과 주위환경 사이의 열교환의 결과로서 나타나는 대표적인 생리반응이고, 인체 여러 부위에서 측정하여 조합한 피부온도를 평균 피부온도라고 한다. 피부온도는 신체부위에 따라 다르므로 각 피부온도를 측정하여 각 부위의 중량비 및 면적비를 적용하여 평균피부온도를 산출하였다.

생리신호 분석을 위하여 HRV 분석기법을 사용하였다. 심장의 박동은 혈압이나 호흡 그리고 체온과 같은 변수들처럼 외부의 영향에 대하여 체내의 항상성을 유지하고자 지속적으로 변화하는데 이러한 변화는 자율신경계의 통제 아래에서 일어난다. 이와 같은 심박 변화의 정도를 HRV라 정의하며 심전도 신호를 이용한 HRV의 검출은 이러한 자율신경계 활동을 정량화할 수 있는 비침습적 측정기법으로 인정받고 있다. 즉, 심전도

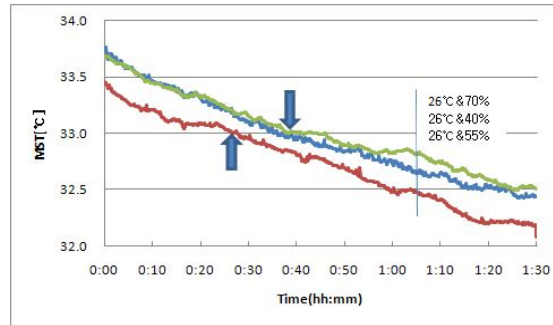
상의 R 파간 시간 간격의 연속적인 변이 추세를 시계열 데이터로 재정리한 것을 HRV파형이라고 하며, 이를 처리하는 방법으로는 크게 시간 영역 해석, 주파수 영역 해석, 그리고 비선형 동역학적인 해석으로 나눌 수 있다. 이중 주파수 영역 해석을 통하여 관찰하는 분석기법은 교감신경과 부교감신경의 자율기능을 관찰하는 가장 신뢰도 높은 방법으로 알려져 있다(Park. J.B, 2007). HRV (heart rate variability) 분석법은 심장에 영향을 미치는 교감신경 및 부교감 신경의 활동과 같은 자율신경계의 반응을 나타내는데 사용되어진다.

심장은 좌우 한 쌍씩의 축진 신경과 억제 신경에 의해 제어되어지며 심장의 박동수는 생체 내외 환경온도의 영향에 민감하게 반응한다. 축진 신경은 교감신경(sympathetic nerve)이며 억제 신경은 부교감신경(vagus nerve)이다. 교감신경을 자극하면 심박동수가 증가하게 되고 반대로 부교감신경을 자극하면 심박동수가 감소하게 되므로, 온열환경에 의한 영향도 민감하게 제시해 줄 수 있다(Bootsma, 1994). 따라서 HRV 분석은 심전도 데이터를 주파수 분석함으로써 느리게 진동하는 성분을 LF(low frequency)로 나타내며 이것이 증가하게 되면 심박동수가 증가하게 되고 스트레스가 증가하게 된다. 빠르게 진동하는 부분은 HF(high frequency)로 부교감 신경의 변화 패턴을 나타내며 편안한 신체이완 상태시 이 비율이 증가하게 된다. 따라서 본 연구에서는 교감신경과 부교감신경을 나타내는 특정 주파수 대역을 추출하여 온열환경 조건에 따라 나타나는 자율신경계의 반응을 분석하였다.

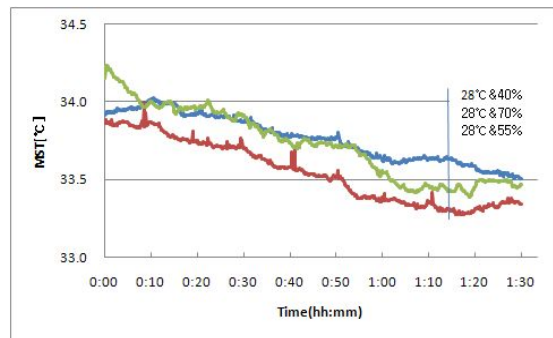
### Ⅲ. 실험결과 및 분석

#### 1. 평균피부온도

[Fig. 3]~[Fig. 4]는 온열환경실험실로 입실한 고령자의 평균피부온도(MST: Mean Skin Temperature) 경시변화를 나타낸 것이고, <Table 6>은 처음과



[Fig. 3] The relationship between relative humidity and MST at 26°C



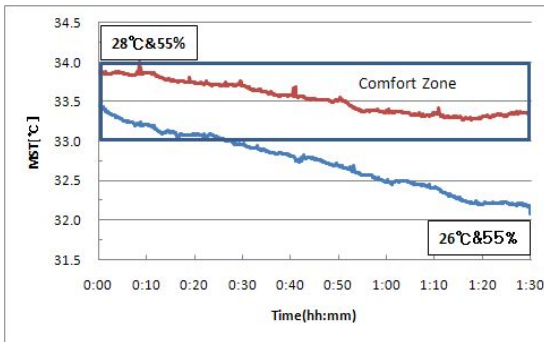
[Fig. 4] The relationship between relative humidity and MST at 28°C

마지막의 평균피부온도를 비교하여 편차를 나타내었다. 신체 부위 피부표면에서 측정된 피부온도 면적비율로 환산한 평균피부온도는 일반적으로 쾌적시에는 33°C~34°C로 알려져 있다. 26°C 설정조건인 경우 전실에서 30°C의 조건에서 30분간 체재 이후 실험실로 입실한 후 30~40분 경과시 쾌적영역을 벗어나고 이후 지속적으로 하강하고 있음을 알 수 있다. 반면에 28°C 조건에서는 상대습도에 관계없이 모든 조건이 쾌적한 범위에 속하고 있음을 알 수 있다.

<Table 6> MST difference in experimental conditions

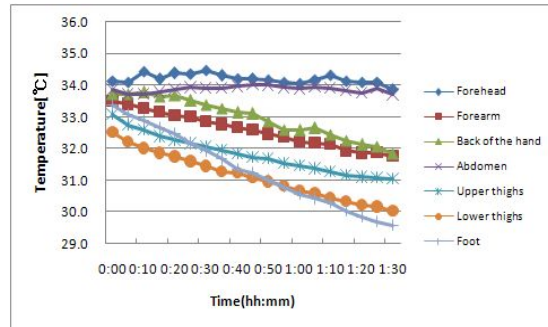
	26°C			28°C		
	start	finish	diff.	start	finish	diff.
40%	33.8	32.4	1.4	34.0	33.5	0.5
55%	33.5	32.1	1.4	34.0	33.3	0.7
70%	33.7	32.5	1.2	34.2	33.4	0.8

또한 <Table 6>을 고려할 때 26°C 조건이 28°C 조건보다 평균피부온도 저하폭이 크게 나타났다. 습도에 따른 평균피부온도 차이를 고려할 때 저습보다 고습조건이 열적으로 다소 높은 온도감을 느끼는 것으로 알려져 있지만, 본 연구에서는 40%와 70% 사이에서는 차이가 적었고, 55%와 70%를 고려할 때 70% 조건이 상대적으로 높았다. 따라서 [Fig. 3]의 26°C 설정조건의 경우 평균피부온도 쾌적영역 하한선을 기준으로 약 10분 정도의 시간차이가 나타났다. [Fig. 5]는 설정조건 중 평균피부온도 값이 낮게 나타난 26°C 및 28°C 55% 조건을 비교한 것이다. 여름철 설정온도로 권장되고 있는 26°C 조건이 고령자에게 있어서는 냉방 운전 초기 30~40분 정도는 적절하지만 이후에는 신체의 과냉을 방지하기 위해 온도 상승이 필요하다고 판단된다.

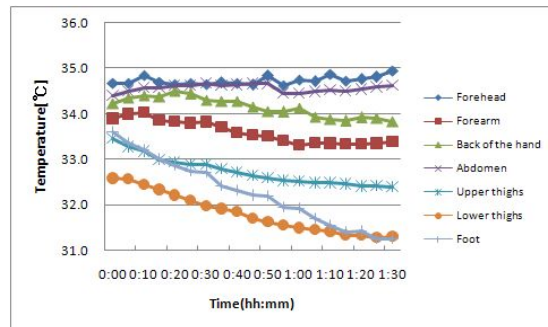


[Fig. 5] The relationship between MST and comfort zone

신체부위별 피부온도를 5분간씩 평균하여 [Fig. 6] 및 [Fig. 7]에 나타내었다. 신체 부위 중 이마 및 복부의 피부온도는 시간에 따른 저하가 없이 전반적으로 일정한 경향을 나타냈다. 반면에 신체 말단 부위에 해당하는 발등, 하퇴 부위의 피부온도는 시간의 경과에 하강하는 경향을 나타내었고, 26°C 조건에서 보다 현저하였다. 같은 말초 부위에서도 손등 부위가 발등 부위에 비해 피부온도가 높았다.



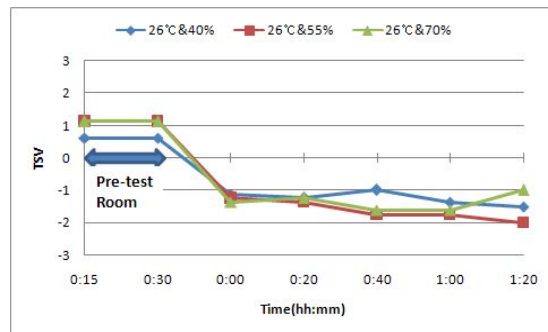
[Fig. 6] Skin temperature flow at 26°C, 55%



[Fig. 7] Skin temperature flow at 28°C, 55%

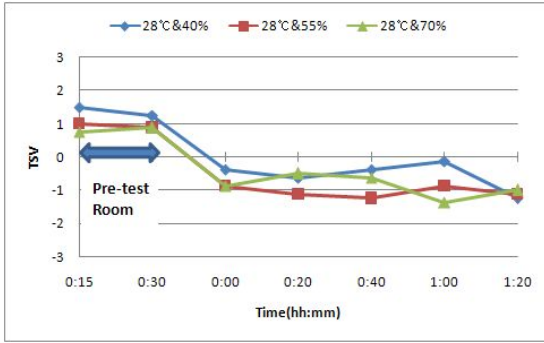
## 2. 주관설문

[Fig. 8], [Fig. 9]는 설정온도별 시간에 따른 전신온냉감(TSV: Thermal Sensation Vote)의 경시 변화이다. 32°C로 설정된 전실 30분에서의 설문 결과는 두 조건 모두 +1(slightly warm) 정도를 신고하였고, 실험 조건으로 설정된 본실로 입실한 초기에는 -1(slightly cool) 정도를 신고하였다.

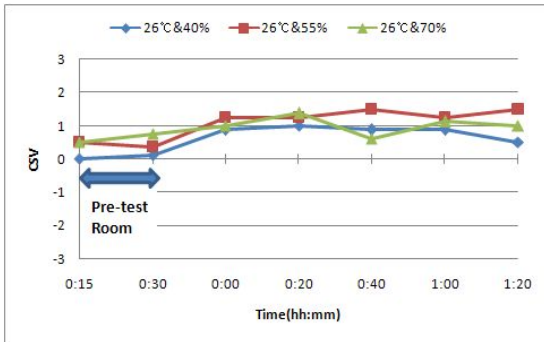


[Fig. 8] Thermal sensation vote flow at 26°C

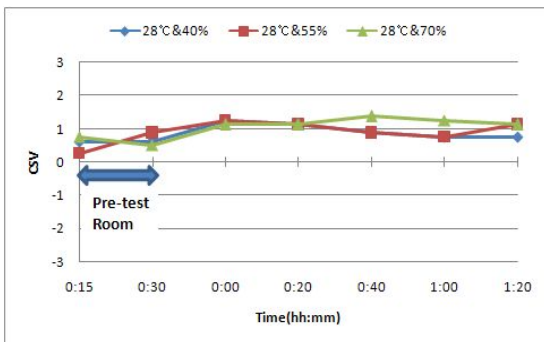
시간의 경과에 따라 26°C 설정조건에서는 20분에서 40분 사이에 -2(cool)정도로 하강하였다. 반면에 28°C 조건에서는 전반적으로 -1~0 범위를 유지하였다. 이러한 결과는 평균피부온도의 결과인 쾌적영역을 벗어나는 시간과 일치하였다.



[Fig. 9] Thermal sensation vote flow at 28°C

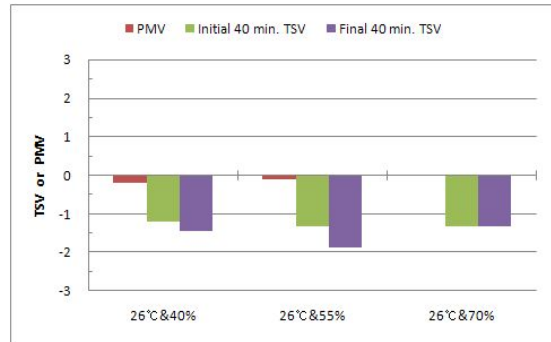


[Fig. 10] Comfort sensation vote flow at 26°C

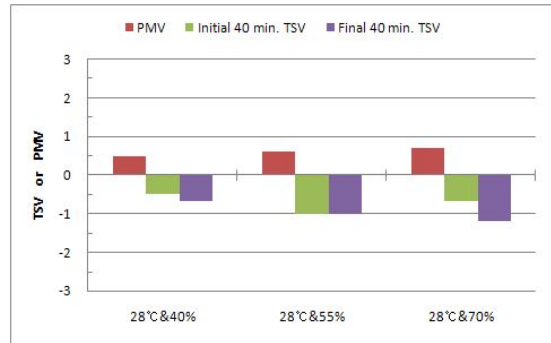


[Fig. 11] Comfort sensation vote flow at 28°C

[Fig. 10] 및 [Fig. 11]은 쾌적감(CSV: Comfort Sensation Vote) 경시변화를 나타내었다. 두 조건 모두 전실조건에서는 0~1 (Neutral ~ Slightly Comfortable) 을 신고하였지만, 본실에 입실하고 나서는 1(Slightly Comfortable) 정도를 신고하였다. 즉 쾌적감에 있어서는 온도 차이(2°C)에 따른 차이가 나타나지 않았다. 따라서 일반적으로 권장되는 여름철 실내 냉방기준 온도인 26°C 설정조건은 쾌적감측면에서 “약간 쾌적하다”이지만, 평균피부온도, 전신온냉감 등을 고려할 때는 적절하지 않은 것으로 판단된다. 또한 두 조건 모두 평균피부온도와 달리 습도에 따른 전신온냉감, 쾌적감 차이는 상대적으로 적었고, 분산분석 결과 유의차는 없었다.



[Fig. 12] Comparison of PMV and TSV



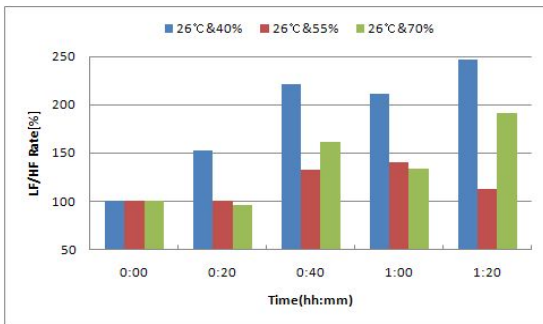
[Fig. 13] Comparison of PMV and TSV

[Fig. 12] 및 [Fig. 13]은 온열환경지표로서 널리 사용되고 있는 PMV(Fanger, 1970) 지표값과 실제 피험자 들이 신고한 전신온냉감 값을 입실

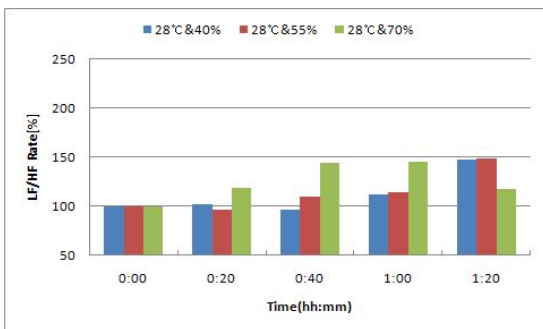
후 40분, 실험종료 전 40분으로 구분하여 비교한 것이다. 26°C 조건의 경우 PMV 측면에서는 쾌적 영역(-0.5 < PMV < +0.5)을 나타내고 있지만, 전신온 냉감 신고값은 초기 40분에 비해 시간의 경과에 따라 후기 40분 동안에는 더 많은 서늘함을 느끼는 것으로 판단된다. 반면에 28°C 조건은 26°C 조건에 비해 전신온 냉감 신고값은 덜 서늘한 것으로 나타났지만, 역시 시간의 경과에 따라 서늘함을 느끼는 것으로 나타났다. 따라서 PMV 지표와 고령자들이 실제 체감하는 온냉감을 고려할 때 고령자들은 일반적인 냉방설정 온도보다 고온을 선호함을 알 수 있다.

### 3. 심전도 분석

[Fig. 14]와 [Fig. 15]는 심전도 분석기법인 심박수 변이도(HRV) 분석 결과를 20분 간격으로 LF/HF의 변화량으로 나타낸 것이다.



[Fig. 14] LF/HF rate flow at 26°C



[Fig. 15] LF/HF rate flow at 28°C

두 조건에 있어서 초기값이 다르므로 동일한 조건으로 상호 비교하기 위하여 초기값을 기준으로 나머지 시간대의 값을 나누어 비를 구하는 정규화 하였다. 26°C 및 28°C 두 조건 모두 시간의 경과에 따라 LF/HF의 비가 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 양 조건 모두 인체 자율신경계인 교감 및 부교감 신경의 평형상태에 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 그러나 정규화된 비율을 기준으로 볼 때 26°C, 40%조건이 시간의 경과에 따라 높은 상승을 나타냈다. 이는 교감신경이 활성화되어 스트레스가 증가하고 있음을 알 수 있다. 반면에 28°C 조건은 26°C 조건에 비해 증가폭이 적었다. 다만, 고온이라고 하더라도 지속시간이 증가함에 따라서 역시 스트레스를 받고 있음을 추정할 수 있다. 그리고 각 조건별 차이에 대한 분산분석에서 유의차는 없었다.

## IV. 결론

고령자에 대한 체감실험을 수행하였고, 주관 설문, 평균피부온도, 심전도 분석을 통해 아래와 같은 결론을 얻었다.

- 1) 여름철 냉방 설정온도로 권장되고 있는 26°C 조건이 고령자에게 있어서는 냉방 운전 초기 30~40분 정도는 적절하지만 이후에는 온도 상승이 필요하다고 판단된다.
- 2) PMV지표와 전신온냉감을 고려할 때 26°C 조건은 쾌적영역을 나타내고 있지만, 전신온냉감 신고값은 초기 40분에 비해 후기 40분 동안에는 더 많은 서늘함을 느끼는 것으로 나타났다. 반면에 28°C 조건은 26°C 조건에 비해 덜 서늘한 것으로 나타났지만, 역시 시간의 경과에 따라 서늘함을 느끼는 것으로 나타났다.
- 3) 여름철 냉방 설정온도로서 권장되는 26°C 조건은 쾌적감 신고에서 “중립” 또는 “쾌적하다” 라도 응답하였지만 HRV 결과를 고려할 때 저온으로 인한 스트레스를 받고 있음을 알 수 있다.



4) 평균피부온도, 전신온냉감, HRV 결과를 고려할 때 현재 여름철 냉방 설정온도인 26℃ 조건은 고령자에게 적절하지 않은 것으로 판단되므로 고령자를 위한 냉방설정온도의 상향이 요구된다.

## 참고 문헌

김동규 외 4인(1996). 여름철 냉방시 상대습도가 쾌적감에 미치는 영향, 공기조화·냉동공학회 동계학술발표논문집, 344~349.

김동규 외 5인(1998). 여름철 냉방시 상대습도가 쾌적감에 미치는 영향, 공기조화·냉동공학 논문집, 제10권 제 4호, 381-389.

김동규(1998). 한국인의 온열쾌적감 평가 및 쾌적 지표의 적용성에 관한 연구, 부경대학교 박사 학위 논문.

김형철(2006). 에어컨 온도변동에 따른 온열쾌적감 평가 및 생리신호 변화에 관한 연구, 수산해양교육연구18(1), 11~18.

주익성 외 3인(1996). 고령자에 있어서 여름철 냉방시 상대습도가 쾌적감에 미치는 영향, 공기조화·냉동공학회 부산·경남지부 추계학술대회 논문집, 26~30.

하병용 외 3인(2009), 생태주거공간 형성을 위한 고령자의 온열쾌적감에 관한 연구, 한국생태공학회 추계학술발표회 논문집, 198~201.

하병용 외 4인(2009), 생태주거공간 형성을 위한 고령자와 청년층의 온열쾌적감 비교, 한국수산해양교육학회추계학술대회, 233~241.

통계청, 2006, 통계연감.

萩田秋雄, “高齢者とは”, 建築設備士, 1995. 8, 18~21.

花田嘉代子 외 1인(1983), “男性用下着類熱抵抗の計測に関する研究”, 繊維製品消費科學會誌, 31~37.

Akselrod, S. 외 6인(1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative prove of beat-to-beat cardiovascular control, Science Wash. DC, 213, 220~222.

Andrej,G. V 외 2인(1996). Respiratory variations of the heart rate, Proc. R. Soc. Lond. Biol., 119, 1191~230.

Bootsma,M 외 5인(1994). Heart rate and Heart rate variability as indexes of sympathovagal balance, Am. J. Physiol., 226, 1565~1571.

Fanger, P.O.(1970). Thermal comfort, Danish Technical Press, Denmark.

Park. J.B, Cardiovascular Update (2007). Vol.9 No.3, 15~20.

- 
- 논문접수일 : 2011년 01월 31일
  - 심사완료일 : 1차 - 2011년 03월 25일
  - 게재확정일 : 2011년 04월 02일