

고령자 온열 쾌적감 간이 측정방법 개발에 관한 연구

배치혜*, 이현정**, 전정윤**

*연세대학교 주거환경학과(chihye@yonsei.ac.kr), **연세대학교 주거환경학과(hjlee812@hotmail.com)
***연세대학교 주거환경학과(chun@yonsei.ac.kr)

Study for the development of portable thermal comfort measurement tool for elderly

Chihye Bae*, Hyeonjeong Lee, Chungyoon Chun**

*Department of housing & interior design, College of human ecology., Graduate School, Yonsei University(chihye@yonsei.ac.kr),

**Department of housing & interior design, College of human ecology., Graduate School, Yonsei University(hjlee812@hotmail.com),

***Department of housing & interior design, College of human ecology., Graduate School, Yonsei University(chun@yonsei.ac.kr)

Abstract

The purpose of this study is to develop of portable thermal comfort measurement tool for elderly. Using prediction expression of thermal comfort for elderly which derived at previous study, a field studies were conducted. The objects of this survey are old persons over 60 years old and total 296 (male:111 persons , female:145 persons) persons were measured.

The actual thermal sensation was compared with predicted thermal sensation calculated with PMV model, and the results shows that there were no correlation between them. Also, applying cheek temperature and hand temperature were useful to predict thermal sensation of elderly people. Especially, predicted thermal sensation using cheek temperature were closely connected with actual thermal sensation of elderly and presented most similar trend to actual thermal sensation.

Keywords : 온열감(Thermal sensation), 온열 쾌적감(Thermal comfort), 피부온(Skin temperature),

1. 서 론

온열 쾌적감이란 “환경조건에 만족감을 느끼는 마음의 상태”¹⁾로 정의되고 있으며, 이

것은 공기 온도, 복사온도, 상대습도, 기류와 같은 온열환경의 기본요소 및 인체의 대사량(met)과 의복량(clo) 등에 영향을 받아 인간의 생리적, 심리적 반응에 영향을 미친다.

삶의 질적 향상을 추구하는 현대인들에게

1) Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy,

ANSI/ASHRAE Standard 55-2004

실내의 온열 쾌적감은 중요한 요소로 취급되고 있으며, 나아가 OECD 국가 중 가장 빠른 속도로 초 고령화 사회를 맞이하게 되는 우리나라의 경우, 이는 고령자에게 특화된 온열 쾌적감 연구가 시대적으로 요구된다고 할 수 있다. 또한 고령자의 경우는 젊은이와 달리 리커르트 척도 등을 이용한 심리적 척도에 응답하는 것이 어렵다.

따라서 본 연구는 자신의 의사 표현이 자유롭게 않은 고령자를 위한 현장용 온열 쾌적감 간이 측정 방법의 개발을 위한 연구의 일환으로서, 선행 연구를 통하여 제안된 고령자 온열감 예측 식을 이용하여 현장에서 고령자의 온열감을 측정, 조사하고 예측 모델의 현장 적용 가능성에 대하여 검증 하는 것을 목적으로 한다.

2. 고령자 온열쾌적감 간이 측정방법 개발에 관한 선행연구

본 연구는 고령자 온열 쾌적감 간이 측정 방법 개발을 위한 세 번째 연구로서, 우선 첫 번째 연구와 두 번째 연구를 간략하게 설명하고자 한다.

C.H.Bae 외(2007)²⁾은 평균피부온과 상관관계가 높은 국부온을 산정하기 위하여 총 3가지 온도 조건(19℃,25℃,30℃)하에서 12명의 젊은이의 평균 피부온, 손등온, 손끝온과 온열감을 조사하였다. 연구 결과 평균피부온은 피험자의 전신 온열감을 가장 잘 대변해 주며, 손등과 손끝의 피부온은 평균피부온을 가장 잘 대변해 주는 것으로 나타났다.

이현정 외(2009)³⁾의 연구에서는 인공기후실 실험을 통하여 고령자들의 심리적 온열 쾌적감을 가장 잘 대변하는 국부온을 파악하기 위하여 60세 이상 고령자 30명(남 15명,

여 15명)을 대상으로 실험 조건에 따라 인공기후실 내 온도를 저온(20℃), 중온(25℃), 고온(30℃)의 수준별로 조절하여 각 온도환경에 노출될 때의 국부 피부온과 온열감을 측정하였다. 피험자의 국부온 측정 부위는 볼, 위팔, 손등, 발등의 4 부위를 선정 하여 측정하였다. 실험 결과 국부 피부온과 온열감은 볼, 위팔, 손등, 발등의 순으로 상관계수가 높았다.⁵⁾ 또한 나이와 성별이 고령자의 온열감에 영향을 미치는 것으로 나타나 온열감과 피부온의 관계 비교 시 나이와 성별을 고려하여 분석을 실시하였다.

최종적으로, 고령자 온열감 예측 모델은 선형 회귀 분석을 이용하여 다음과 같은 선형적인 식으로 정리되었다.

$$TS_{cheek} = -20.721 + (0.482 \times \text{성별}) + (0.018 \times \text{나이}) + (0.598 \times \text{볼온}) \dots\dots\dots(1)$$

$$TS_{arm} = -24.635 + (-0.179 \times \text{성별}) + (-0.038 \times \text{나이}) + (0.850 \times \text{위팔온}) \dots\dots\dots(2)$$

$$TS_{hand} = -15.559 + (-0.524 \times \text{성별}) + (-0.015 \times \text{나이}) + (0.546 \times \text{손등온}) \dots\dots\dots(3)$$

TS_{cheek} : 볼온을 이용한 예측 온열감
 TS_{arm} : 위팔온을 이용한 예측 온열감
 TS_{hand} : 손등온을 이용한 예측 온열감
 성별 : 남자=1, 여자=2

이상의 실험 연구 결과를 바탕으로 예측된 회귀식이 실제 현장에서 사용이 가능할지에 관하여 예측식 검증 및 현장 적용 가능성 파악을 위한 연구를 수행하였다

3. 연구 방법

3.1 현장 검증 대상 및 시기

현장 검증의 장소는 고령자들이 자유롭게 왕래할 수 있으면서도 일정 시간 체류할 수

2) C.H. Bae, 외.(2007). Development of operational skin temperature measuring method for field research. APNHR2007 Conference, Seoul.

3) 이현정, 전정운. (2009) 간이 피부온 측정을 이용한 고령자 온열감 예측 방법에 관한 연구. 대한 건축학회 추계학술발표대회 발표논문집

있는 곳인 서울 시내의 노인복지센터 내의 프로그램 교실이나 휴게실, 자체 카페 등에서 이루어 졌다. 측정 장소인 노인복지센터의 소재지는 수도권으로 제한하였으나 현장 검증의 목적은 다양한 공간에서 모델 적용 가능성을 검증하는 것이므로 각 노인복지센터의 건축 연도, 층수 및 연면적에는 조금씩 차이가 있는 건물을 측정 대상으로 선정하였다.

측정 시기는 2009년 9월 16일 부터 10월 22일 까지였으며, 대상은 만 60세 이상의 고령자로 한정 하였고, 조사 대상자의 특성은 표 3-1과 같았다. 현장에서의 측정은 그 장소에 20분 이상 자리에 앉아 있었던 사람만을 대상으로 측정을 하였다⁴⁾. 따라서 측정은 주로 노인복지센터에서 개설하는 수업이 있는 교실을 대상으로 수업이 끝난 직후 수업시간동안 그 곳에 앉아서 수업을 들었던 고령자들, 혹은 센터 내의 휴게실이나 도서관, 컴퓨터실에 체류하는 고령자들을 대상으로 진행되었다.

3.2. 현장 검증 내용 및 도구

측정은 각 조사 대상 노인복지센터 내의 교실이나 휴게실, 자체 카페에서 이루어 졌다. 측정 장소의 물리적 환경요소를 측정 하고, 현장에 20분 이상 체류한 사람들을 대상으로 피부온 측정기(TSK7+1, Technox, Korea)를 이용하여 측정 대상의 손등, 위팔, 볼의 피부온을 측정하고 온열환경에 대한 주관적 반응, 성별, 나이, 실내 체류 시간, 의복량등을 조사하였다. 실내의 물리적 온열요소에 대한 측정 항목은 실내온도, 상대습도, 기류속도, 흑구온도로 하였다. 측정 대상의 피부온 측정의 경우 피부온 측정기 센서를 수술용 테이프를 이용하여 측정 부위에 부착하고, 최소 3분 후 측정 된 피부 온

4) Chihye Bae, etc.(2007). Development of operational skin temperature measuring method for field research. APNHR2007 Conference, Seoul. 실험실 실험에서 피험자의 피부온을 측정된 결과, 실험조건에 노출된 후 20분 후부터 피부온이 안정상태가 되는 것으로 나타났다.

표3-1. 조사 대상자의 특성

측정대상 수		연령		착의량(clo)	
남	111	남	75.5±0.6	남	0.76±0.02
여	185	여	74.7±0.5	여	0.66±0.01
전체	296	전체	75.0±0.4	전체	0.70±0.01

도를 기록하였다⁵⁾. 또한 피험자의 주관적 반응 측정은 ASHRAE의 Psycho-physical voting scale을 사용한 온열감 7단계 설문지를 통해 측정되었다

4. 연구 결과

4.1. PMV와 실제 온열감의 비교

현장에서 수집된 실제 온열감 설문 결과와 P.O.Fanger(1970)⁶⁾가 제안한 PMV모델로 계산된 예측 온열감의 결과를 그림1 및 그림 2와 같이 비교해 보았다.

현장에서 고령자를 대상으로 수집된 온열감 설문 결과는 실험실 실험에서 보고된 온열감과 달리 PMV와 거의 상관관계가 없는 것(남: R=0.169 여: R=0.236)으로 나타났다. 이러한 결과는 PMV가 실험실 실험이 아닌 현장실험에서는 개인의 온열감을 정확하게 예측해 내기 어렵다는 것을 보여준다. PMV로 계산된 온열감과 현장에서의 실제 온열감 사이에 차이가 있다는 결과는 Fountain et al.(1996), Parsons(2002), M.A.Humphreys and J.F. Nicol(2002)등의 연구에서도 확인할 수 있으며, Kähkönen and Ilmarinen(1989)의 연구에서는 PMV와 실제 설문 온열감 사이에 상관관계가 전혀 없는 것으로 나타났다.

이와 같이 현장 측정에서 PMV와 실제 온열감 사이의 차이는 활동량과 의복량이 통일되지 않았던 것을 들 수 있다. 또한, 실험실

5) 피부온 측정계 센서가 피부에 부착된 후 안정화 되는 데 까지 걸리는 시간을 측정해 본 결과 1분 정도의 시간이 필요하였다. 따라서 현장 실험의 불확실성을 고려하여 피부온 센서를 응답자의 피부에 부착한 후 최소 3분 뒤의 결과 값을 분석에 사용하였다.

6) P.O.Fanger(1970), Thermal Comfort. McGraw-Hill Book Company

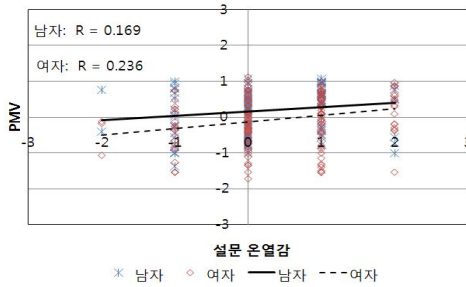


그림1. PMV와 실제 온열감의 비교

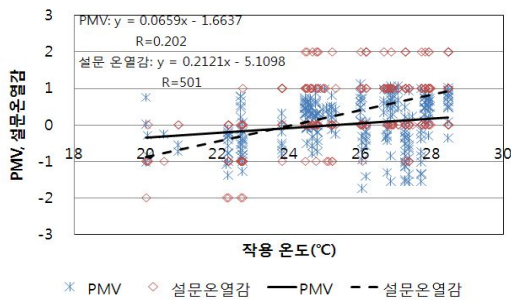


그림2. 작용온도와 PMV 및 설문온열감의 비교

실험과 현장에서의 활동량이 다를뿐 아니라 현장에서 활동량을 정확히 계산해 내지 못하며,⁷⁾ PMV 계산을 위한 의복량의 계산의 경우도 의복량 뿐 아니라 앉아있는 의자의 영향까지도 고려해서 계산해야 한다는 연구도 있다.⁸⁾

작용온도에 따른 PMV 및 설문 온열감의 추세선을 비교해 보면, 실제 피험자들이 보고한 설문 온열감이 PMV보다 작용온도와 더 높은 상관관계를 갖고 있는 것을 볼 수 있다.(그림2)

4.2 예측 온열감과 실제 온열감의 비교

이현정 외(2009)의 실험에서 도출된 온열감 예측 모델을 적용하여, 현장에서 고령자의 예측 온열감을 계산하고 그 결과를 실제 설

문 온열감과 비교해보았다. 볼온도를 이용하여 계산한 예측 온열감(그림3)은 실제 현장에서 설문한 고령자의 온열감과 남자의 경우 R=0.64, 여자의 경우는 R=0.64의 상관관계를 나타냈으며, 손등온을 이용하여 계산된 예측 온열감(그림4)는 볼의 경우보다 약한 상관관계(남자: R=0.51, 여자: R=0.42)를 보였다. 하지만 측정된 위팔온을 이용하여 산출한 예측 온열감(그림5)는 실제 온열감과 그다지 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

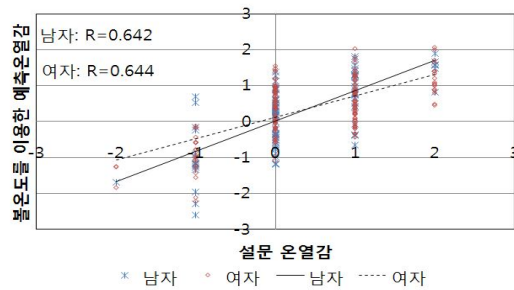


그림3. 볼온을 이용한 예측온열감과 설문온열감

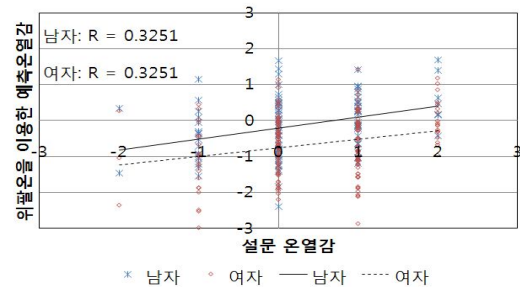


그림4. 위팔온을 이용한 예측온열감과 설문온열감

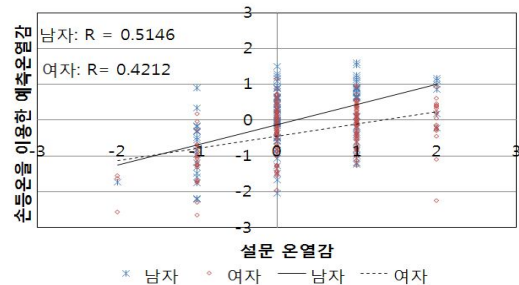


그림5. 손등온을 이용한 예측온열감과 설문온열감

7) N.A.Oseland(1985). Predicted and reported thermal sensation in climate chamber, offices and homes. Energy and Buildings, 23, 105-115
8) G.E. Schiller(1990). A comparison of measured and predicted comfort in office buildings. ASHRAE Trans., 96(1),609-622

따라서 현장에서 고령자의 온열감을 예측하기 위해서는 볼온 또는 손등온을 이용한 예측식을 사용하는 것이 유용하며, 특히 볼온을 이용한 예측식이 실제 고령자들이 느끼는 온열감과 더 밀접한 관계를 나타낼 것으로 생각된다. (그림6)은 현장의 작용온도에 따른 예측 온열감 및 실제 온열감을 분석한 것이다.

작용온도에 따른 볼온을 이용한 예측 설문감과 실제 설문감의 관계가 매우 잘 일치하는 것을 알 수 있다. 손등온을 이용한 온열감 예측식은 실제 설문 온열감과 비슷한 기울기를 가지고 있지만 같은 작용온도 상에서 실제 설문 온열감보다 더 낮은 온열감을 예측하는 것으로 나타났다. 위팔온은 작용온도의 변화에 민감하게 반응하지 않는 것을 볼 수 있다. 이것은 위팔이 여러겹의 의복에 의해 덮여 있는 경우, 다른 부위의 피부온 보다 외기의 영향을 덜 받기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

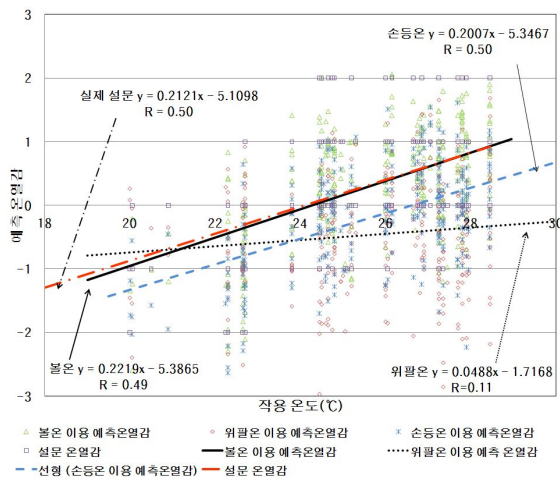


그림6. 작용온도에 따른 예측온열감

5. 결론

다양한 장소에서 다수의 피험자를 대상으로

로 현장 검증을 실시하여, 실험실 실험을 통해 산정된 온열감 예측 모델의 현장 사용 가능성 및 예측정도를 검증한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 현장에서 수집된 실제 온열감 설문 결과와 PMV모델로 계산된 예측 온열감의 결과를 비교해 본 결과, 현장에서 고령자를 대상으로 수집된 온열 설문 결과는 실험실 실험에서 보고된 온열감과 달리 PMV와 거의 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 또한 실제 피험자들이 보고한 설문 온열감이 PMV보다 작용온도에 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.
- (2) 현장에서 고령자의 온열감을 예측하기 위해서는 볼온 또는 손등온을 이용한 예측식을 사용하는 것이 유용하며, 특히 볼온을 이용한 예측식이 실제 고령자들이 느끼는 온열감과 더 밀접한 관계를 가지는 것으로 나타났다.

후 기

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.R0A-2007-000-20061-0)

참 고 문 헌

1. 이현정, 전정윤. (2009) 간이 피부온 측정을 이용한 고령자 온열감 예측 방법에 관한 연구. 건축학회 추계학술발표대회 발표 논문집
2. Chihye Bae, etc.(2007). Development of operational skin temperature measuring method for field research. APNHR2007 Conference, Seoul.
3. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ANSI/ASHRAE Standard 55-2004

4. P.O.Fanger(1970), Thermal Comfort. McGraw-Hill Book Company
5. Keiko Natsume et al., (1992). Preferred ambient temperature for old and young man in summer and winter, Int J Biometeorol
6. Madhavi Indraganti et al.. (2009) Effect of age, gender, economic group and tenure on thermal comfort: A field study in residential buildings in hot and dry climate with seasonal variations. Energy and Buildings
7. N.A.Oseland,(1995) Predicted and reported thermal sensation in climate chamber, offices and homes. Energy and Buildings, 23, 105-115
8. G.E. Schiller(1990). A comparison of measured and predicted comfort in office buildings. ASHRAE Trans., 96(1),609-622
9. Foudtain et al. (1996). Expectations of indoor climate control, Energy and Buildings., 24, 179-182
10. Parsons, K.C. (2002) The effects of gender, acclimation state, the opportunity to adjust clothing and physical disability on requirements for thermal comfort, Energy and buildings., 34, 593-599
11. M.A.Humphreys,J.Fergus Nicol. (2002) The validity of ISO-PMV for prediction comfort votes in every-day thermal environments., Energy and Buildings, 34, 667-684