

여름철 실내 쾌적온도 설정 기준의 적합성

심현섭·정운선^{1)†}

한국교원대학교 가정교육과·안동대학교 의류학과¹⁾

Suitability of Setting Summer Indoor Temperature for Thermal Comfort

Shim, Huen Sup · Jeong, Woon Seon^{1)†}

Dept. of Home Economics Education, Korea National University of Education, Cheongwon, Korea

Dept. of Clothing & Textiles, Andong National University, Andong, Korea¹⁾

ABSTRACT

This study was to provide the information for optimum utilization of the air-conditioning system in the human health and energy saving perspective. Subjects were 17 male and female college students(7 males and 10 females) with normal weight. They wore a short sleeved shirt, knee length trousers, socks, and underwear(0.4clo). They were asked to choose the preferred temperature from different environmental temperatures(28°C, 25°C). The physiological responses were measured and the subjective sensation was voted during the step changes of environmental temperature, starting at 28°C to 25°C with 1°C decrease every 20 minutes. The preferred temperature was 25.9±0.4°C for males and 26.9±0.2°C for females at 28°C and 24.8±0.6°C for males and 25.6±0.1°C for females at 25°C. The preferred temperature decreased about 1.3°C while the environmental temperature changed 3°C. During the environmental step changes, mean skin temperature decreased more in females while the oxygen uptake and rectal temperature were kept constant for both males and females. We found the preferred temperature was affected by the exposed temperature and the thermal sensation in the condition. Subjects preferred a lower environmental temperature when they were exposed to a lower temperature with cooler sensation. Therefore, in the perspective of human health and energy saving, it is recommended to start setting the air-conditioning temperature higher than the preferred temperature.

Key words: air-conditioning system, environmental step change, preferred temperature, summer indoor temperature

I. 서론

냉난방 시설의 이용과 의복의 착용의 행동은

체온을 유지시킬 수 있는 온도 범위를 넓혀서 환경에 대한 인체의 적응력을 향상시킨다. 반면 경제 발전과 함께 소득과 생활수준이 높아지면서

이 논문은 2010년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0017274).

접수일: 2013년 12월 6일 심사일: 2013년 12월 27일 게재확정일: 2013년 12월 30일

†Corresponding Author: Jeong, Woon Seon Tel: 82-54-820-5501

e-mail: wsj@andong.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

사람은 점점 더 쾌적한 생활을 추구함으로써 냉난방시설에 더욱 의존하게 되었지만, 쾌적만을 지속적으로 추구하는 생활은 인체의 자율성 체온 조절능력의 저하를 초래하여 기후에 대해 적응할 수 있는 온도범위를 좁히는 역기능을 초래하게 된다.

ASHRAE(1992)는 가벼운 옷차림으로 일하는 사람의 열환경에 대한 만족도와 사무실 환경에서의 온열쾌적지표를 바탕으로 집단구성원의 80% 이상이 그 환경에 만족할 경우를 쾌적이라 정하고, 쾌적 온열환경의 기준으로 기온, 습도, 복사온도, 기류의 환경측 온열요소와 인체의 착의량과 활동량을 모두 고려하여 SET(Standard New Effective Temperature)를 22.2°C~25.6°C로 제안하였다. 그러나 ASHRAE의 쾌적온열환경 연구가 이루어졌던 1930년대의 겨울철 실내쾌적온도가 21°C였고, 최근에는 쾌적을 위한 한계온도가 21°C로 보고되었다. 한편 여름철 쾌적온도는 과거 27.5°C였으나, 최근에는 26°C 이상의 온도는 쾌적하지 않은 것으로 보고되었는데(HAVC Air Con Des. 2013), 이는 여름과 겨울철 냉난방시설에 의존하여 실내온도를 쾌적하게 생활함으로써 쾌적감을 느끼는 온도범위가 좁아진 것을 의미한다.

전 세계적인 이상고온 현상으로 인해 현재 우리나라는 온대성 기후에서 아열대성 기후로 진전되고 있다. 이러한 현상은 사람들을 냉난방시설에 더욱 의존하게 함으로써 인체의 기후적응력을 떨어뜨리고, 에너지 부족과 지구온난화를 더욱 가속화시키는 결과를 초래한다는 관점에서 중요한 의미를 갖는다. 이로 인해 최근에 냉난방 온열환경에 대한 관심이 다시 커지고 있는 실정이다. 우리 정부는 해마다 여름철 겪게 되는 에너지 부족과 지구온난화에 대한 대응으로 여름과 겨울철 실내 권장온도를 정하여 시행하고 있다. 산업통상자원부의 공공기관 에너지 이용합리화 추진에 관한 규정(Ministry of Trade, Industry & Energy 2013)에 의하면, 공공기관은 실내온도를 겨울철 난방설비 가동시 평균 18°C 이하, 여름철 냉방설비 가동시 평균 28°C 이상으로 유지하도록 하고 있다. 이는 최근 남녀 대학생을 대상으로 실내 쾌적온도를 조사한 연구(Shim & Jeong 2011a; Shim & Jeong 2011b)에서 겨울에 22.9°C, 여름에

25.3°C를 얻은 결과와는 약 3°C~4°C의 차이가 있다.

Chun & Bae(2005)는 우리나라 여름철 냉방기 사용시 거주자의 수용쾌적온도 범위를 SET 23.7°C~28.9°C로 제시하고 이 값을 감각적 쾌적감을 기반으로 한 쾌적범위가 아닌 경제적 개념이 포함된 수용쾌적범위로 제안하고 에어컨 사용 시작 온도를 실내온도 29.8°C와 SET 28.9°C로 제안하였다. Shim & Jeong(2011c)은 겨울철 난방조건에서 환경온도를 1°C씩 낮추면서 의복 아이템을 하나씩 탈의시키면서 산소섭취량을 유지시키는 한계 착의량을 쾌적을 위한 적정착의량으로 제시하였다. 이러한 연구들은 인체의 행동성 체온조절을 쾌적감에 초점을 맞추지 않고 감각적·생리적인 관점에서 권장될 수 있는 한계 온도와 한계 착의량의 개념으로 규명하고자 시도한 연구로서 의의가 있다. 행동성 체온조절에 대한 이러한 시도는 인체의 기후조절능력의 유지·증진과 함께 에너지 절약의 관점에서도 향후 연구의 나아가야 할 방향으로 기대된다.

한편 Kim et al.(2006)은 냉방을 실행하고 있는 실내에서 설정온도를 그대로 유지시킨 그룹과 인체가 순응하는 시점에서 온도를 1°C 상승시킨 그룹의 온도감각과 쾌적감이 비슷한 결과를 보여 인체순응 이후 온도상승의 효과를 통해 에너지를 절약할 수 있다고 보고하였다. 이는 기온이 40°C 가까이 상승하는 여름철에 일괄적으로 권장 실내온도를 28°C로 유지하게 하는 것보다 냉난방시설을 효율적으로 이용할 수 있게 하는 구체적 제안이기도 하다. 따라서 본 연구는 환경온도를 단계적으로 낮추는 동안의 주관적 온도감각과 생리적 반응의 변화를 조사함으로써 건강의 유지·증진과 에너지 절약의 관점에서 냉방시설을 활용할 수 있는 기초자료를 제시할 목적으로 수행되었다.

II. 연구방법

1. 피험자 및 실험시기

피험자는 정신적으로나 신체적으로 건강하고 체질량지수(BMI)가 WHO 아시아태평양 기준의 정상범위(18.5 kg/m²~24.9 kg/m²)에 속하는 남녀

대학생으로 남자 7명(24±1세, 평균±표준오차)과 여자 10명(21±0세)이었다. 여자는 생리주기를 고려하여 생리 직후 1주일 이내에 실험을 하였다. 이들은 실험에 참여하기 전 연구의 목적과 내용 및 자발적 참여의 권리가 있음에 대해 충분히 설명을 듣고 자발적으로 실험에 참여하였다. 피험자의 신체적 특징은 Table 1과 같다. 남자가 신장, 체중, 골격근량, BMI가 여자보다 크거나 많고, 여자는 남자보다 체지방률과 체중당 체표면적이 커서 남녀의 체성분 구성에 차이가 있었다 ($p<.05$, $p<.01$). 실험은 2010년 7월~8월에 실시하였다.

2. 실험의복

실험의복은 반바지(면 100%), 반소매 티셔츠(면 100%)와 양말(면/아크릴/나일론 혼방)로 구성되었다(0.4clo). 실험복은 사이즈별로 준비되어 각 피험

자의 체격에 맞는 사이즈를 선택하도록 하였다.

3. 실험방법

피험자는 오전 11시경에 27°C로 설정된 실험 준비실에 도착하여 팬티(남자와 여자)와 브래지어(여자)를 제외하고 모두 탈의하고 실험복으로 갈아입고 체성분분석기(InBody 4.0 Biospace Co., Korea)에서 체성분을 측정하였다. 체성분 측정이 끝나면 빵 2개와 우유로 점심식사를 하게 하여 식사시간과 식사량을 통제하였다. 식사 후 1시간 동안 음악을 듣거나 가벼운 대화를 하면서 휴식을 취하고 28°C, 50%RH로 설정된 인공기후실 안으로 이동하여 15분간 안정을 취하고 쾌적온도를 찾도록 하였다. 쾌적온도는 피험자 스스로 인공기후실의 온도를 0.5°C씩 스위치를 조절하여 10분 동안 변동 없이 같은 온도로 유지될 때의 온도로 하였다. 이 때 피험자는 자신이 선택한 실

Table 1. Physical characteristics of subjects

Subject	Age	Height (cm)	Weight (kg)	BSA/M ¹ (m ² /kg)	SMM ² (kg)	Body fat ³ (%)	BMI ⁴ (kg/m ²)
Male (n=7)	24(1)	172.0(3.1)	64.1(3.5)	0.023(0.000)	30.3(2.0)	16.0(2.0)	21.6(0.6)
Female (n=10)	21(0)**	161.2(1.8)**	51.8(1.0)*	0.025(0.000)*	19.2(0.1)**	27.7(1.3)**	19.9(0.2)*

Values are mean(SE).

- ¹) Body surface area to mass ratio=BSA/Weight
 - ²) Skeletal muscle mass
 - ³) Percent body fat
 - ⁴) Body mass index
- * $p<.05$, ** $p<.01$ (statistically different from male's data)

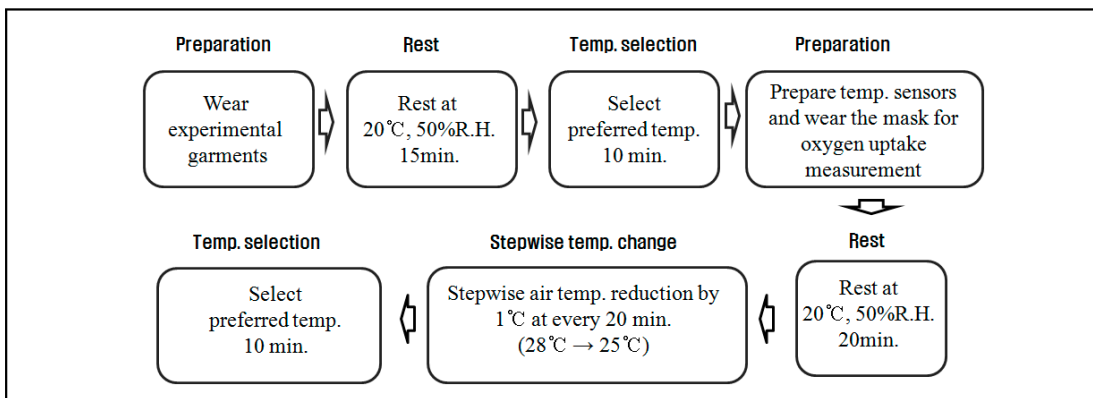


Fig. 1. Experimental test protocol

내온도가 몇 도인지는 알 수 없고 밖에서만 확인이 가능하도록 설계하였다.

쾌적온도 찾기가 완료된 후 피험자에게 직장 온 측정을 위한 직장온 프로브를 직장에 삽입하고 피부온도 측정을 위하여 7부위(이마, 가슴, 전완, 손등, 대퇴, 하퇴, 발등)에 피부온도 프로브를 부착한 후 산소섭취량 측정을 위한 마스크를 착용시켰다. 실험 준비가 완료되면 20분간 안정자세를 취한 후 인공기후실 온도를 28°C에서부터 20분 간격으로 1°C씩 낮추어 25°C까지 낮추고 25°C에서 20분 안정을 취한 후에 실험 시작할 때와 동일한 방법으로 쾌적온도를 찾도록 하였다. 전체 실험과정은 Fig. 1에 제시하였다.

4. 측정항목

실험 시작 전 체성분분석기(InBody 4.0 Biospace Co., Korea)를 사용하여 신장, 체중, 골격근량, 체지방률 등의 체성분을 측정하였다. 실험 기간 동안 각 환경조건에서 피험자로부터 산소섭취량(Quark b^2 , COSMED Co., Italy)과 직장온과 피부온(LT-8A, Gram Co., Japan)을 측정하였고 각 환경조건마다 5분 간격으로 전신의 온랭감(1. 매우 덥다, 2. 덥다, 3. 따뜻하다, 4. 약간 따뜻하다, 5.

덥지도 춥지도 않다, 6. 약간 서늘하다, 7. 서늘하다, 8. 춥다, 9. 매우 춥다)을 측정하였다.

5. 자료분석 방법

자료의 분석을 위하여 SPSS 19.0을 사용하여 인체의 체성분구성 측정결과와 각 환경조건에서의 온랭감, 생리적 반응, 쾌적온도의 성별 차이를 확인하기 위하여 t-test 하였고 쾌적온도와 기타 변수 사이의 상관분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

남녀 대학생의 여름과 겨울의 쾌적온도를 조사한 선행연구에서 남녀의 체성분구성에 차이가 있어서 이들의 반응이 성차에 의한 것인지 체성분구성 차에 의한 것인지 확인하는 데 어려움이 있었다(Shim & Jeong 2011a; Shim & Jeong 2011b). 이에 본 연구에서는 남녀 모두 BMI가 25kg/m²이 하인 정상체중의 피험자만을 대상으로 실험을 설계하였지만 같은 수준의 BMI라도 남자는 골격근이, 여자는 체지방률이 차지하는 비율이 높았다. Tikuisis et al.(2000)은 남녀의 체성분구성을 고려하면 추위자극에 대한 반응을 구분할 필요가 없

Table 2. Physiological responses to the decreasing indoor temperature

Mean ¹⁾ (28°C~25°C)	Male	Female	Difference ²⁾ (28°C~25°C)	Male	Female
$\dot{V}O_2$ (ml/min/kg)	4.0 (0.2)	3.3 (0.1)*	$\Delta \dot{V}O_2$ (ml/min/kg)	-0.2 (0.2)	-0.4 (0.2)
T _{re} (°C)	37.1 (0.1)	37.0 (0.1)	ΔT_{re} (°C)	0.0 (0.1)	0.2 (0.0)
T _{sk} (°C)	33.6 (0.1)	33.3 (0.1) ⁺	ΔT_{sk} (°C)	-0.6 (0.1)	-0.9 (0.1)*
T _{forehead} (°C)	34.7 (0.3)	34.7 (0.1)	$\Delta T_{forehead}$ (°C)	-0.2 (0.5)	-0.2 (0.1)
T _{chest} (°C)	34.6 (0.3)	34.7 (0.2)	ΔT_{chest} (°C)	0.1 (0.2)	-0.4 (0.2)
T _{forearm} (°C)	32.5 (0.3)	31.6 (0.2)*	$\Delta T_{forearm}$ (°C)	-1.1 (0.2)	-1.5 (0.1)
T _{hand} (°C)	33.2 (0.4)	33.3 (0.2)	ΔT_{hand} (°C)	-0.8 (0.2)	-0.9 (0.1)
T _{thigh} (°C)	33.2 (0.1)	32.6 (0.1)**	ΔT_{thigh} (°C)	-1.0 (0.1)	-1.2 (0.1)
T _{leg} (°C)	30.9 (0.2)	30.7 (0.2)	ΔT_{leg} (°C)	-1.9 (0.2)	-1.7 (0.1)
T _{foot} (°C)	34.4 (0.2)	34.2 (0.2)	ΔT_{foot} (°C)	-0.5 (0.2)	-0.9 (0.2)

Values are mean (SE).

¹⁾ Pt (at 28°C): preferred temperature selected at 28°C

²⁾ Pt (at 25°C): preferred temperature selected at 25°C

⁺p<.1 *p<.05, **p<.01(statistically different from male's data)

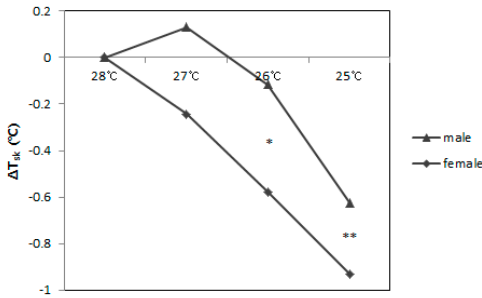


Fig. 2. Change of the mean skin temperature during the environmental temperature step change

*p<.05, **p<.01

다고 하였으나, 실제로 체성분구성의 성차를 배제하고 남녀의 기후조절능력을 비교하는 것은 어려우므로 기후조절력의 성별 비교 시에는 체성분에 의한 차이가 검토되어야 할 것으로 생각된다.

환경온도를 28°C에서 25°C까지 강하시키는 동안 산소섭취량, 직장온, 피부온의 남녀 평균값과 변화율의 인체생리반응 결과는 Table 2에 제시하였다. 산소섭취량은 남자가 여자보다 유의하게 높은 수준을 유지하였다(p<.05). 직장온은 남녀 차이가 보이지 않았고 직장온의 변화율은 남자는 변화가 없었지만 여자는 다소 상승하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 없었다. 평균피부온은 여자가 남자보다 평균 0.3°C 낮았고, 여자가 남자보다 큰 강하율을 보였고(p<.05), 부위별 피부온도는 전반(p<.05)과 대퇴(p<.01)에서 여자가 남자보다 낮았다. 이는 Fig. 2에 제시된 바와 같이 평균피부온이 여자가 26°C와 25°C에서 남자보다 강하율이 큰 점으로 보아, 서늘한 환경 노출 시 여자의 혈관수축 기능이 남자보다 우수한 것과 함

께 체지방률이 높음으로 인해(Table 1) 피하조직의 단열 능력이 남자보다 큰 데 기인한 것으로 보인다.

전신의 온랭감은 28°C~25°C 구간에서 남녀 간 유의하지는 않았으나, 여자가 더 높은 값을 보임으로써 여자는 남자보다 더 서늘하게 느낀 것을 알 수 있다(Table 3). Table 4는 남녀 대학생이 실험 전과 종료 후 선택한 쾌적온도이다. Pt(at 28°C)는 실험이 시작되기 전 28°C에서 안정 상태의 피험자가 선택한 쾌적온도이며, Pt(at 25°C)는 28°C에서 25°C의 온도강하 실험을 마치고 25°C에서 선택한 쾌적온도이다. Pt(at 28°C)와 Pt(at 25°C) 모두 여자가 높은 온도를 선호하는 경향을 보였는데, 특히 Pt(at 28°C)의 경우 여자가 남자보다 유의하게 1.0°C 더 높은 온도를 선호하였다(p=.02). 쾌적온도 선택에 대한 환경온도의 영향을 알아보기 위하여 Pt(at 28°C)와 Pt(at 25°C)를 비교한 결과, 25°C에서 선택한 온도가 28°C에서 선택한 온도보다 남자는 1.1°C(p=.03), 여자는 1.3°C(p=.00) 더 낮았다. 여자의 경우 체중당 체표면적이 남자보다 커서(Table 1) 체열방산에 유리할 것으로 기대됨에도 불구하고 높은 온도를 선호하고 환경온도 강하에 쾌적온도가 남자보다 더 많이 변화한 것(Table 4)은 온랭 자극에 대한 감각의 남녀 감수성의 차이에 의한 것으로 생각된다.

Table 4에서 피험자가 선택한 쾌적온도는 노출된 환경온도가 낮을 때 쾌적온도도 낮아져 환경온도가 쾌적온도 선택에 영향을 미치는 것을 확인하였는데 환경온도가 낮아지는 환경에서 피험자의 쾌적온도가 변한 이유는 비록 짧은 시간이지만 피험자가 실험실 환경에 적응되었기 때문인 것으로 보인다. 쾌적온도는 환경온도가 3°C 낮아졌을 때 남자와 여자가 각각 1.1°C와 1.3°C 낮아

Table 3. General thermal sensation during the test period

	Pt(at 28°C) ¹⁾	28°C	27°C	26°C	25°C	Pt(at 25°C) ²⁾
Male	4.4 (0.4)	3.6 (0.6)	3.9 (0.5)	4.3 (0.5)	4.4 (0.4)	4.7 (0.3)
Female	5.0 (0.0)	4.1 (0.4)	4.2 (0.4)	4.7 (0.3)	5.1 (0.2)	5.1 (0.1)

Values are mean (SE).

¹⁾ Pt(at 28°C): preferred temperature selected at 28°C

²⁾ Pt(at 25°C): preferred temperature selected at 25°C

Table 4. Preferred temperature in summer indoor condition

Preferred temperature	Male	Female	p-value Male vs. Female
Pt(at 28°C) ¹⁾	25.9±0.4	26.9±0.2	.02
Pt(at 25°C) ²⁾	24.8±0.6	25.6±0.1	.23
p-value (Pt at 28°C) vs. (Pt at 25°C)	.03	.00	

¹⁾ Pt (at 28°C): preferred temperature selected at 28°C

²⁾ Pt (at 25°C): preferred temperature selected at 25°C

Table 5. Correlation between preferred temperature and thermal sensation at different condition

Thermal sensation	Pt(at 28°C) ¹⁾	Pt(at 25°C) ²⁾
28°C	.662**	.707**
25°C	.528*	.664**

¹⁾ Pt (at 28°C): preferred temperature selected at 28°C

²⁾ Pt (at 25°C): preferred temperature selected at 25°C

*p<.05, **p<.01

저 환경온도보다 적은 차이를 보였다. 이는 냉방을 위한 설정온도를 정할 때 처음에 어느 온도에서 시작하는지가 쾌적온도 선택에 중요하다는 것을 의미하며 에너지 효율의 관점에서는 높은 온도에서 실내온도를 설정하는 것이 유리할 것으로 판단된다. 다시 말해 Chun & Bae(2005)가 제안한 바와 같이 냉난방시설을 이용할 때 처음부터 낮은 온도로 설정한 후 다시 온도를 높이는 것보다는 주관적 감각이 우선 적용한 후에 필요할 경우 설정온도를 단계적으로 조절하는 것이 에너지절약 면에서도 효율적이고 인체의 체온조절기능 면에서도 유리할 것으로 기대된다. Table 5에 제시된 주관적 감각과 실내 쾌적온도의 상관분석 결과, 28°C와 25°C의 환경조건에서 피험자들이 서늘하게 느낄수록 쾌적온도가 높은 결과는 이러한 이론을 뒷받침해준다.

선행연구(Grivel & Candas 1991; Shim & Jeong 1991a; Natsume et al. 1992; Yoon & Yoo 1997; Lan et al. 2008)에서는 남녀의 쾌적온도가 대부분 25°C~27°C이며, 본 연구에서는 28°C와 25°C에서 남녀의 쾌적온도가 24.8°C~26.9°C의 범위에 속해서 선행연구에서 제시된 쾌적온도 범위 안에

있었다. 그러므로 산업통상자원부에서 제시한 28°C는 인체의 쾌적 범위를 벗어나며 착의량에 의한 보온력을 고려한다면 생활이나 작업을 위한 최적온도라고 보기 어렵다. 또한 쾌적온도는 오전과 오후에 따라 다르기 때문에(Grivel & Candas 1991) 냉방기 가동온도와 설정온도 외에도 보다 다양한 조건에서 인체의 온랭감에 대한 연구를 수행하여 효율적인 실내 환경온도 설정에 대한 기준을 마련하는 것이 필요할 것이다.

V. 요약 및 결론

이 연구는 환경온도가 다른 조건에서 대학생들이 선택하는 쾌적온도를 조사하고 환경온도를 단계적으로 줄이는 동안 생리적 반응과 주관적 감각의 변화를 측정하여 인체의 건강 유지와 에너지 절약의 관점에서 냉난방시설을 활용할 수 있는 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 BMI 기준의 정상체중인 남녀 대학생을 대상으로 28°C와 25°C에서 쾌적온도를 선택하도록 하고 28°C에서 환경온도를 1°C씩 강하시켜 25°C까지 낮추는 동안 인체생리반응과 온랭감을 측정하

였다. 실험에서 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 환경온도가 28℃에서 25℃로 강하하는 동안 남녀 대학생 모두 산소섭취량과 직장온은 유지시키면서 평균피부온만 강하하였는데 변화율은 여자가 더 컸다.

2. 28℃의 환경에서 선택한 평균 쾌적온도는 남자가 25.9℃ 여자가 26.9℃이며 25℃의 환경에서 선택한 쾌적온도는 남자가 24.8℃, 여자가 25.6℃로 쾌적온도는 환경온도의 높낮이에 관계없이 피험자가 노출된 환경온도의 영향을 받았다.

3. 28℃와 25℃의 환경조건에서 피험자들이 서늘하게 느낄수록 선호하는 실내온도가 높았고, 28℃에서 25℃로 환경온도가 강하했을 때 피험자의 쾌적온도는 남녀 평균 약 1.2℃ 낮았다.

이 연구에서는 환경온도를 최저 25℃까지 강하시켰는데, 25℃는 인체가 생리적으로 추위에 적극적으로 대응하는 온도가 아니어서 냉방을 위한 한계온도는 제시할 수 없었다. 그러나 사람이 쾌적하다고 느끼는 온도는 노출된 환경온도의 영향을 받으므로 여름철 냉방 시 처음부터 낮은 온도로 설정하게 되면 그렇지 않은 경우보다 더 낮은 온도를 선호하는 결과를 초래하여 에너지 효율 면에서나 인체의 생리적 부담 면에서 바람직하지 않을 것이다. 따라서 향후 여름과 겨울 냉난방 환경설정 시에 보다 효율적인 기준을 제시하기 위한 후속연구가 필요하다.

References

ASHRAE Handbook Fundamentals(1992) Thermal environmental conditions for human occupancy
 Chun CY, Bae NR(2005) A study on acceptable thermal comfort zone and resident behavior of operating cooling devices in apartments. Proc Refrig Eng 17(5), 477-486
 Grivel F, Candas V(1991) Ambient temperatures preferred by young European males and females at rest. Ergonomics 34(3), 365-378

HVAC Air Conditioning Designs(2013) Key to better air conditioning designs. Available from <http://hvacaconditioningdesign.com/> [cited 2013 October 30]
 Jeong WS(2001) Gender difference of clothing selection behavior for thermal comfort. J Korean Soc Living Environ Syst 8(2), 189-193
 Kim HC, Kum JS, Kim DG, Chung YH(2006) Research on thermal comfort by increasing air conditioner temperature. J Fish Mar Sci Educ 18(2), 77-84
 Lan L, Lian Z, Liu W, Liu Y(2008) Investigation of gender difference in thermal comfort for Chinese people. Eur J Appl Physiol 102(4), 471-480
 Ministry of Trade, Industry & Energy(2013) Government regulations on rational energy utilization promotion. Available from <http://www.motie.go.kr> [cited 2013 October 30]
 Natsume K, Ogawa T, Sugenoja J, Ohnishi N, Imai K(1992) Preferred ambient temperature for old and young men in summer and winter. Int J Biometeorol 36(1), 1-4
 Schellen L, Loomans MG, de Wit MH, Olesen BW, van Marken Lichtenbelt WD(2012) The influence of local effects on thermal sensation under non-uniform environmental conditions-gender differences in thermophysiology, thermal comfort and productivity during convective and radiant cooling. Physiol Behav 107(2), 252-261
 Shim HS, Jeong WS(2011a) Preferred indoor temperature of college students in summer by body composition. Korean J Community Living Sci 22(1), 155-161
 Shim HS, Jeong WS(2011b) Preferred and suggested winter indoor temperatures of college students. Korean J Community Living Sci 22(3), 485-491
 Shim, HS, Jeong WS(2011c) Suggested and preferred amount of clothing in a winter indoor condition. J Korean Soc Cloth Text 35(12), 1418-1424
 Tikuisis P, Jacob I, Moroz D, Vallerand AL, Martineau L(2000) Comparison of thermoregulatory responses between men and women immersed in cold water. J Appl Physiol 89(4), 1403-1411
 Yoon CS, Yoo BH(1997) Evaluation of the indoor thermal environment in apartment house. J Korean Soc Living Environ Syst 4(2), 29-35