



ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)  
 한국지역사회생활과학회지 33(4): 589~605, 2022  
 Korean J Community Living Sci 33(4): 589~605, 2022  
<http://doi:10.7856/kjcls.2022.33.4.589>

## 여름철 도시 거주 성인의 열스트레스 인지 및 체온조절성 행동에서의 성차

주 희 영<sup>1)</sup> · 김 규 량<sup>2)</sup> · Andrew Gorski<sup>3)</sup> · 이 주 영<sup>4),5),6)†</sup>

서울대학교 생활과학연구소 연수연구원<sup>1)</sup> · 국립기상과학원 기상연구원<sup>2)</sup> · 경희대학교 한의철학과 대학원생<sup>3)</sup> ·  
 서울대학교 의류학과 교수<sup>4)</sup> · 서울대학교 생활과학연구소 겸임연구원<sup>5)</sup> ·  
 차세대융합기술연구원 그래핀 융합기술연구센터 부센터장<sup>6)</sup>

### Sex-related Differences in Cognitive Heat Stress and Thermoregulatory Behavior of Adults in Urban Areas During Summer

Heeyoung Ju<sup>1)</sup> · Kyu Rang Kim<sup>2)</sup> · Andrew Gorski<sup>3)</sup> · Joo-Young Lee<sup>4),5),6)†</sup>

Postdoctoral Fellow, Research Institute of Human Ecology, Seoul National University, Seoul, Korea<sup>1)</sup>  
 Senior Researcher, Research Applications Department, National Institute of Meteorological Sciences, Jeju, Korea<sup>2)</sup>  
 Graduate Student, Dept. of Korean Medical Philosophy, College of Korean Medicine, Kyunghee University, Seoul, Korea<sup>3)</sup>  
 Professor, Dept. Textiles, Merchandising and Fashion Design, Seoul National University, Seoul, Korea<sup>4)</sup>  
 Adjunct Researcher, Research Institute of Human Ecology, Seoul National University, Seoul, Korea<sup>5)</sup>  
 Deputy Center Director, Graphene Research Center for Convergence Technology, Advanced Institute of Convergence  
 Technology, Suwon, Korea<sup>6)</sup>

#### ABSTRACT

We investigated the sex-related differences in thermoregulatory behavior and heat-stress cognition of adults during a hot and humid summer. A total of 2,653 adults (1,341 males and 1,312 females), who resided in Seoul and Busan, participated in our online surveys from late June to August 2021. Web-bulb globe temperatures (WBGT) were monitored in Seoul and Busan at the same time as the online surveys. Data from the survey and the WBGT values were paired for analysis. The results showed that the WBGT in summer was  $24.6 \pm 2.4^\circ\text{C}$ . Thermal comfort, the WBGT level when feeling hot in summer, self-identified heat tolerance, threshold temperature of hot weather perceived ( $30.1^\circ\text{C}$ ), activities (2 Met), and clothing insulation (0.4 clo) showed no sex differences. However, significant sex-related differences were found in the following : females perceived themselves as being more vulnerable to cold, sweating less, having a higher threshold temperature for cold weather, preferring higher indoor temperature, catching colds

This work was funded by the Korea Meteorological Administration Research and Development Program “Advanced Research on Bio- and Agricultural Meteorology” under Grant (KMA2018-00626). We express our thanks to Yoon-Jeong Hur for technical supports.

Received: 9 November, 2022 Revised: 28 November, 2022 Accepted: 30 November, 2022

†Corresponding Author: Joo-Young Lee Tel: +82-2-880-8746 E-mail: leex3140@snu.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.

in summer and winter, using more extra clothes, using fans less during sleep, and taking fewer cold showers during summer than males (all  $P_s < 0.05$ ). These results indicated that the sex-related differences during summer could be associated with differences in cold perception or cold tolerance, rather than heat perception or heat tolerance because most sex-related differences were found in the items related to environments with indoor cooling during summer.

**Key words:** heat waves, climate changes, sex-related difference, body temperature, thermal comfort

## I. 서론

인체의 열교환은 다음 여섯 가지 요소, 즉 기온, 습도, 기류, 복사열, 대사량, 의복의 보온력에 의해 결정된다(Parsons 2014). 그러나, 이 여섯 가지 기본 요소 외에 체형이나 체지방량, 연령, 인종, 성별, 체력, 열적응 수준 등과 같은 개인 요소에 의해서도 영향을 받는데, 이러한 개인 요소들 중 성차를 다룬 연구들도 꾸준히 보고되고 있다. 일반적으로 여성은 남성과 비교해서 키와 체중, 체표면적이 작고 피하지방은 두꺼우며, 체력 수준도 남성보다 약 20% 정도 낮다(Inoue & Kondo 2010). 체중은 산열량에, 체표면적이거나 피하지방 두께는 인체와 환경과의 열교환량에, 체력은 산열량과 방열량 양자에 영향을 주므로(Inoue & Kondo 2010), 방열 반응의 성차를 검토할 경우 이러한 인체 특성에서의 성차를 고려해야 한다.

여자는 남자보다 피하지방이 두꺼운 반면 일상 생활 중 운동 횟수와 운동량이 적고, 적은 골격근량으로 인해 산열 능력이 떨어지기 때문에 남자에 비해 추위 대응력이 낮다고 알려져 있다(Jeong 2014). Kaciuba-Uscilko & Grucza(2001)에 따르면 거주 환경의 온도 인지 시 남자가 여자보다 추위를 덜 지각하는 것으로 나타났으며, Zhang et al.(2015)의 연구에서도 20대 남자는, 20대 여자보다 추위를 덜 느끼고 추위 대처 능력이 우수해 의복 의존도가 낮았다. 추위에 대한 이러한 성

차는 고령 집단에서도 발견되는데, 추위 노출 시 고령 여자는 고령 남자에 비해 초기 산열량을 높이는 방법으로 추위에 대응하며(Wagner & Horvath 1985), 고령 여자는 고령 남자에 비해 겨울철에 더 많은 매수의 의복을 착용하였다(Park et al. 2018). 또한 고령 남자 집단의 경우 자각적 내한성과 내열성 간에 상관관을 보이지 않았으나, 고령 여자의 경우 유의한 상관관을 보여 자각적 내한성이 약한 사람이 자각적 내열성도 약한 것으로 나타났다(Park et al. 2018). Park et al.(2020)에 따르면, 고령 남성은 겨울철 외출 시 모자 착용과 더불어 상의 착의매수를 늘리는 행동을 주로 보이는 반면, 고령 여성은 장갑이나 머플러 착용을 선호하는 착의 행동을 보이는 등 체온조절 행동에 있어 성차가 발견되었다.

이처럼 청년군이나 고령군 모두 추위 노출 시 추위에 대한 지각이나 생리적 대응 방식, 체온조절 행동 등에 성차가 존재한다고 인정되나, 여름철 서열 스트레스에 대한 성차가 존재하는 지에 대한 연구 결과들은 상대적으로 적으며, 특히 더위 노출 시 열 스트레스 인지나 체온조절성 행동에서의 성차를 다룬 국내 연구들은 거의 없다. 예를 들어, 여성은 피부 땀샘 크기가 남성보다 작고 능동한선(active sweat glands)의 수도 남성보다 적기 때문에 총발한량 자체가 더 적은데(Kuno 1956; Inoue & Kondo 2010), 이는 여름철 피부 증발

에 의한 열손실에서 남성보다 불리함을 의미한다. 나아가 서열 스트레스가 커질수록 발한 효율에서의 성차도 커진다고 보고된다(Devies 1979). 그러나, 단위체중 당 체표면적은 여자가 남자보다 유의하게 크기 때문에 여자가 남자보다 대류나 복사에 의한 방열에 더 유리하며(Chung et al. 2013), 이는 여성이 남성보다 서열 환경 하 대류 혹은 복사열 손실이 더 효율적으로 이루어질 수 있는 것으로 이해될 수 있다. 즉, 서열 스트레스 하 인체 방열 반응에서의 성차를 다룬 연구들에서 일치되지 않는 결과들로 인해 추가적인 연구들이 더 필요한 실정이다.

한편, 착용 의복의 보온력에 따른 쾌적 실내온을 보고한 연구들을 보면, 여름철 0.4~0.6 clo 의 옷을 착용한 경우 여성의 쾌적 실내온은 25.5°C, 남성의 쾌적온은 24.4°C로 여성이 1°C 정도 더 높았으며(Yoon & Choi 1992), Tanabe (1990)의 연구에서 여름철 여성의 쾌적 실내온은 26.3°C(보온력 0.6 clo), 겨울철 안정 시 여성의 쾌적 실내온은 25.3°C(보온력 0.6 clo)로 여름보다 겨울철 선호되는 실내온이 약 1°C 더 낮음을 보여 준다. 한편, Burton & Edholm(1955)은 적정 실내온으로 미국의 경우 24°C, 영국은 18°C, 러시아는 12°C로 기후대별 차이가 존재함을 일찍이 발견하였고, Humphrey(1975)도 영국의 쾌적 실내온은 17°C인 반면 이라크는 32°C로 기후대에 따라 큰 차이를 보인다고 보고하였다. 더위라고 인식되는 실외 온도가 몇 도 이상인지를 묻는 질문에 대해 인도네시아인은 평균 32°C 이상, 일본인은 평균 29°C 이상이라고 답변하여, 열대인이 온대인보다 평소 덥다고 인지하는 기온이 약 3°C 정도 더 높음을 발견하였다(Tochihara et al. 2012). 이러한 일련의 연구들은 인간이 온열적으로 쾌적하게 느끼는 온도는 인종이나 지역, 성에

따라 유의하게 다를 수 있음을 시사한다. 특히, 지난 수십년 간 우리나라도 여름철 폭염의 빈도가 증가하면서 사람들은 더 오랜 시간 실내 냉방에 노출되는 추세이다. 특히 실내 냉방 시설이 잘 갖춰진 도시의 경우, 실내와 실외 간 기온차가 더 커지게 되고, 이러한 비균일 온열 환경(고온의 실외 환경, 저온의 실내 환경)에 장시간 노출된 도시 성인의 열 스트레스 인지 수준 및 체온조절성 행동에서 어떠한 성차가 존재하는 지 비교 분석해 볼 가치가 있다.

이에 본 연구에서는 대도시에 거주하는 성인 남녀를 대상으로 여름철 열 스트레스 인지 및 다양한 체온조절성 행동에서의 성차를 분석하였다. 이를 위해 국내 대도시로 서울과 부산 지역을 선정하였고, 이 두 도시에 거주하는 성인남녀를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 열 스트레스 인지 등을 다룬 선행연구들과의 차이점은, 본 연구에서는 설문조사 당일 해당 지역의 기온, 습도, 후구온도 등을 실측하여 당일 동시에 측정된 설문조사 결과(여름철 더위 인지 및 체온조절 행동 관련 특성 등)와의 관련성을 분석하였다는 점, 특히 이 관련성에서 성차가 존재하는 지 분석하였다. 본 연구의 가설은 다음과 같다. 첫째, 여름철 대도시 거주하는 성인 남녀의 한서감 및 온열 쾌적감에 성차가 있을 것이다[감각적 측면]. 둘째, 여름철 선호하는 실내외 기온 및 열 스트레스 인지 온도에서 성차가 있을 것이다[인지적 측면]. 셋째, 평소 여름철 체온조절성 행동과 열 스트레스 인지 행동 특성에서 성차가 있을 것이다[행동적 측면].

## II. 연구방법

### 1. 설문대상자 특성 및 설문조사 방법

설문대상 도시로는 우리나라에서 인구가 가장 많은 서울과 부산을 선정하였고, 이 두 지역에 5년

**Table 1.** Demographic characteristics of survey respondents by gender

Sex	Height (cm)	Body weight (kg)	Body surface area (BSA) (m <sup>2</sup> )*	BSA/Body weight (m <sup>2</sup> /kg)	Body mass index (BMI) (kg/m <sup>2</sup> )
Male (N=1,341)	173.3 ± 5.6	73.5 ± 10.8	2.6 ± 0.2	0.04 ± 0.03	28.1 ± 2.1
Female (N=1,312)	160.6 ± 4.9	56.7 ± 8.8	2.2 ± 0.2	0.04 ± 0.00	25.5 ± 2.1
P-value	<0.001	<0.001	<0.001	N.S.	<0.001

All data were expressed as mean ± SD. \*Body surface area was estimated by the formula postulated by Lee et al. (2008). N.S.: Not significant

이상 거주하고 있는 남성 1,341명(44.4 ± 13.8 세)과 여성 1,312명(44.2 ± 13.4세), 총 2,653명의 성인남녀가 본 설문조사에 참여하였다. 남녀 모두 20~60대 사이 각 연령대별 응답자가 약 20%가 되도록 골고루 표집되었다. 남성 응답자가 여성 응답자에 비해 키가 더 크고 체중이 더 무거우며 체표면적이 더 넓고 체질량지수(BMI)가 더 컸으나 ( $p < 0.05$ ), 체중당 체표면적에서 유의한 차이는 없었다(Table 1). 일반적으로 체중당 체표면적에서 성차가 발견된다고 알려져 있으나, 본 설문 참여 한 남녀 간 성차가 발견되지 않은 이유는, 설문 참여 한 남녀의 체격 및 체형 범위가 광범위하기 때문에, 혹은 본 설문 결과에서 사용된 키와 몸무게가 실측된 것이 아니라 설문을 통한 주관적 응답이었기 때문인 것으로 추측할 수 있다. 두 도시에서의 설문조사는 2021년 6월~8월 중 약 2주간격으로 총 6회 수행되었으며, 매회 서울과 부산에서 각 200여명씩 설문 참여하였다(1회: 6월 15일(부산)과 16일(서울), 2회: 6월 21일, 3회: 7월 8일, 4회: 7월 23일, 5회: 8월 10일, 6회: 8월 27일). 설문조사를 약 2주 간격으로 총 6회 수행한 이유는 서울과 부산 지역 여름철 기후(6~8월 말까지 약 2.5개월의 기후)를 포괄적으로 분석하기 위함이었다. 설문 조사는 온라인 서베이 전문 회사를 통해 기후요소 측정 당일 온라인 설문(낮 12시~당일 밤 12시 사이 수집)으로 진행되었다.

설문 조사 시작 전에 설문 내용에 대해 충분히 설명하고, 설문 조사의 응답에 동의한 설문대상자만 본 설문 응답이 가능하도록 온라인 설문지를 설계하였다. 무응답 항목이 나오지 않도록 하기 위해 이전 문항에 응답한 경우에만 다음 문항으로 넘어갈 수 있게 구성하였다. 본 설문 조사는 서울대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았다(IRB No. 2108/002-010).

## 2. 설문지 구성

설문지는 서울대학교 의류학과 의복과 건강 연구실에서 출판된 기존 설문 조사 연구들(Park & Lee 2015; Kim et al. 2016; Hyun et al. 2018) 중 내적 일관성이 높다고 보고된 항목들을 바탕으로 자체 개발되었다(Table 2). 설문 문항은 총 33문항으로, 응답자들의 인구통계학적 특성 및 일반적 사항에 대한 7문항, 조사 당일 날씨에 대한 주관감과 활동량, 착의량에 관한 4문항, 현재 및 평소 더위 또는 추위 인지(현재 기후, 자각적 내열 또는 내한성 수준, 여름 또는 겨울철 쾌적한 실내 온도, 참을 만한 더위 또는 추위 기준 온도, 폭염 또는 한파 기후변화 인지), 자각적 발한 또는 전열 정도, 여름철 행동 태도 습관, 여름철 일상적인 착의 습관 및 수면 시 침구 수준, 선호하는 실내 냉방 온도 수준 및 선호하는 냉방 방법, 감기 이환율, 수면 행동 및 목욕 행동을 묻는 문항으로 구성

**Table 2.** Questionnaire items that were used for the present study

Category	#	Item
A. Demographic and individual characteristics	1	Residential city
	2	Sex (Male/Female)
	3	Height (cm)
	4	Body weight (kg)
	5	Position/Job
	6	Year of birth (YYYY/MM/DD)
	7	Residential duration at the current city
B. Thermal perception, activity level, and clothing, today	8	[Thermal sensation] How do you feel about the weather outside this area right now?
	9	[Thermal comfort] How do you feel about the weather outside this area right now?
	10	How active were you just for the one hour before starting this survey?
	11	Select all clothes that you are currently wearing.
	11-1.	Underwear: ① Triangular brief ② Boxer brief ③ Bra ④ Undershirt ⑤ Short sleeve T-shirt ⑥ Etc.
	11-2.	Tops: ① Sleeveless ② Short sleeve T-shirt ③ Short sleeve shirt ④ Long sleeve T-shirt ⑤ Long sleeve shirt ⑥ Cardigan ⑦ Vest ⑧ Jacket ⑨ Dress ("Onepiece") ⑩ Etc.
	11-3.	Bottoms: ① Shorts ② Shorts (Knee length) ③ Pants ④ Mini skirt ⑤ Long skirt ⑥ Etc.
	11-4.	Etc. ( )
	12	Are you vulnerable to heat stress in summer?
	13	Are you vulnerable to cold stress in winter?
	14	Do you sweat a lot in summer?
15	Do you usually sweat on your palms or soles when you are nervous?	
16	When under heat stress in summer, which body regions do you usually sweat? (Please select all from the examples) When the highest air temperature in summer through the weather forecast of the Korean	
17	Meteorological Administration is around ( )°C, I usually consider the air temperature as the hot weather threshold. When the lowest air temperature in winter through the weather forecast of the Korean	
18	Meteorological Administration is around ( )°C, I usually consider the air temperature as the cold weather threshold.	
Self-identified thermal tolerance and thermo- regulatory behavior	19	What temperature is preferred as the indoor temperature in summer?
	20	Do you think that summer temperatures have gradually risen in your city area for the past 5 years?
	21	Do you think that heat waves in summer were more threatening in your area over the past 5 years?
	22	Do you think that tropical nights in summer were more threatening in your area over the past 5 years?
	23	Do you think that indoor air conditioning is necessary for you during work hours in the summer?
	24	Are you predisposed to catching colds in summer?
	25	Are you predisposed to catching colds in winter?
	26	Do you bring extra clothes or small lap blankets due to excessive indoor cooling in summer?
	27	Do you prefer to turn on the air conditioner in your room even when you sleep at night in the summer?
	28	Do you prefer to turn on the fan in your room even when you sleep at night in the summer?
	29	Do you cover yourself with bedclothes during sleeping at night in summer?
	30	Do you wear socks (or stockings) when you go out in the summer?
	31	Do you take shower with cold water in summer?
	32	Your preferred indoor temperature during the daytime in summer is about( )°C.
	33	Your preferred indoor temperature during sleeping in summer is about ( )°C.

되었다. 설문 조사 당일 활동량을 조사하는 문항에서 각 활동 내용에 따른 수준(범위 1.0~4.1 Met)은 ISO 8996(2004)에 제시된 값으로 배정되었다. 응답의 명확성을 위해 설문 조사 시작 직전 1시간 동안의 활동량으로 제한하여 응답하도록 하였다. 설문조사 당일 착용한 의복의 총보온력은 ISO 9920(2007)의 Annex B에서 Table B.1에 제시된 다양한 의복의 보온력을 이용하여 추정되었다. 설문조사 문항에는 평상시 자각적 내한 내열성 및 서열 스트레스 인지 행동 뿐만 아니라, 기후요소 측정일의 활동량 및 주관감, 착의량에 대한 문항도 포함되었기 때문에 대부분의 설문 응답자가 활동을 시작했고, 해당일의 더위나 바깥 날씨에 노출되었을 시간대인 조사 해당일 낮 12시부터 밤 12시까지 진행되었다.

### 3. 서울과 부산 지역 기후 요소 측정 및 습구흑구온도(WBGT) 계산

서울과 부산 지역에서, 설문조사 해당일 오전 9시부터 오후 6시까지 30분 간격으로 기온, 습도, 흑구온도를 측정하였고, 이를 바탕으로 습구흑구온도(Wet-bulb globe temperature, WBGT)를 계산하였다(Eq.1). 건구온, 습구온, 흑구온도계를 함께 갖춘 습구흑구온도계(QUESTemp 34, TSI, USA)는 서울시 올림픽공원 스포츠센터 앞 광장과 부산시 부경대학교 교내 향파관 좌측 공간에 각각 설치되었다. 측정 시 주변의 영향을 받지 않도록 높고 큰 건물들로 둘러싸인 장소는 피하였고, 보행자들로 인한 영향도 최소화되도록 행인 접근을 방지하는 테이프와 실험에 대한 안내문을 부착하였다. 측정 당일 2인의 측정자가 측정기기 반경 10 m 이내 상시 대기하여 측정 환경의 일관성이 유지될 수 있도록 하였다.

$$\text{WBGT}(^{\circ}\text{C}) = 0.7 \times \text{습구온}(^{\circ}\text{C}) + 0.2 \times \text{흑구온}(^{\circ}\text{C}) + 0.1 \times \text{건구온}(^{\circ}\text{C}). \quad (\text{Ep. 1})$$

### 4. 데이터 분석

결과 분석은 IBM SPSS Statistics 26.0을 이용하였다. 각 문항에 대해 기술통계, 빈도 분석을 실시하였으며, 남녀 간 유의차 검정을 위해 독립표본 t-test를 실시하였다. 한서감, 온열쾌적감과 개인적 인지, 추위 대응 행동 간 상관관계는 Pearson의 상관분석을 이용하였고, 자각적 내한 내열성과 착의 행동, 추위 대응 행동 및 선호, 인구통계학적 변인과 같이 서열척도 혹은 명목척도를 이용한 변수 간의 상관관계는 Spearman의 서열 상관분석을 이용하였다. 통계적 유의성은  $p < 0.05$ 수준에서 검토되었다.

## III. 결과

### 1. 설문 당일 WBGT와 주관감

6월 중순부터 8월 말까지 총 6회 측정된 여름철 서울과 부산 지역 건구온의 평균은  $28.5 \pm 3.4^{\circ}\text{C}$ , 흑구온  $36.7 \pm 7.6^{\circ}\text{C}$ , 상대습도  $52 \pm 19\%$ , WBGT  $24.6 \pm 2.4^{\circ}\text{C}$ 였다. WBGT 측정 당일 설문 조사된 한서감의 경우 남성 응답자들은 평균  $2.8 \pm 0.5$ 점, 여성  $2.6 \pm 0.4$ 점으로 여성이 남성에 비해 덜 덥게 느끼는 것으로 분석되었으나 ( $p < 0.001$ ), 그 정도의 차이는 0.2점으로 미미했다(Table 3). 한서감에 대해 가장 많은 응답을 보인 항목의 경우 남녀 모두 ‘약간 덥다(남성 33%, 여성 32%)’, ‘매우 덥다(남성 20%, 여성 19%)’, ‘덥다(남성 26%, 여성 24%)’ 순으로 동일했다. 반면, 남성 응답자 중 13%, 여성 응답자 중 17%가 ‘(약간) 서늘하다’ 혹은 ‘춥다’ 고 응답하여, 여름철 여성이 남성보다 ‘서늘하다’ 혹은 ‘춥다’ 고 응답한 비율이 더 높았다. ‘약간 덥다’ 고 느꼈을 때 당일 WBGT는 남성이 여성보다  $1^{\circ}\text{C}$  더 낮아 남성이 동일 날씨에 대해 더 낮은 온도에서 더위를 느끼

**Table 3.** Thermal sensation, thermal comfort, activity, and clothing on the days when WBGT measured

Question	Male	Female	P-value
Thermal sensation on the day(-7 very cold, -6 cold, -5 slightly cold, -4 cool, -3 slightly cool, -2 comfortably cool, -1 comfortable little cool, 0 neutral, 1 slightly warm, 2 warm, 3 slightly hot, 4 hot, 5 very hot)	2.8 ± 0.5	2.6 ± 0.4	<0.001
WBGT when respondents felt 'slightly hot'	26.7 ± 1.4 °C	27.1 ± 1.4 °C	N.S.
WBGT when respondents felt 'very hot'	29.7 ± 1.4 °C	29.8 ± 1.4 °C	N.S.
Thermal comfort on the day(-3 very uncomfortable, -2 uncomfortable, -1 a little uncomfortable, 0 not both, 1 a little comfortable, 2 comfortable, 3 very comfortable)	3.3 ± 1.2	3.3 ± 1.2	N.S.
Activity level (Met)	2.0 ± 0.9	2.1 ± 0.9	N.S.
Activity level (Met/kg)	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	N.S.
Clothing insulation (clo)	0.4 ± 0.2	0.4 ± 0.2	N.S.

WBGT: Wet-bulb globe temperature; N.S.: Not significant

는 것으로 파악되었으나, '매우 덥다'고 응답하였을 때 WBGT에서 성차는 발견되지 않았다(Table 3). 측정 당일 온열 쾌적감의 경우 남성 응답자들은 평균 3.1 ± 1.2점, 여성 3.3 ± 1.2점으로 큰 차이는 없었다(Table 3). 온열 쾌적감 질문에 대해 가장 많은 응답을 보인 항목도 남녀 모두 '약간 불쾌하다(남성 34%, 여성 35%)', '쾌적하지도 불쾌하지도 않다(남성 25%, 여성 25%)', '불쾌하다(남성 19%, 여성 18%)' 순으로 동일했다. 즉, 여성이 남성보다 더워 지각에 WBGT 1°C 덜 민감하나, 여름철 실내 냉방 등으로 서늘함을 느끼는 비율은 여성이 남성에 비해 다소 높았다. 다만, 온열 쾌적감에서 성차는 발견되지 않았다. WBGT과 측정 당일 한서감, 온열쾌적감 간의 상관관계를 분석한 결과, 남녀 모두, WBGT와 한서감 간 양의 상관(남성  $r = 0.924$ ,  $p < 0.01$ ; 여성  $r = 0.984$ ,  $p < 0.001$ )이 발견되었다. 여성은 WBGT와 온열쾌적감( $r = -0.950$ ,  $p < 0.01$ ) 간에 유의한 음의 상관이 발견되어, 남녀 모두 WBGT 수준이 높을수록 더 덥다고 느꼈으며, 특히 여성은 열적으로도 더 불쾌하게 느꼈다.

## 2. 설문 당일 활동량 및 착의량

WBGT 측정 당일 남성 응답자의 여름철 활동량은 평균 2.0 ± 0.9 Met(평균 146 W), 여성 2.1 ± 0.9 Met(평균 122 W)로 성차는 발견되지 않았다(Table 3). 가장 빈번히 응답된 활동 수준은 남녀 모두 '의자에 앉아 독서 혹은 타이핑하는 수준(남성 41%, 여성 35%)', '소파에 앉아 편히 쉬는 수준(남성 24%, 여성 23%)'이었다. WBGT 측정 당일 조사된 당일 남성과 여성의 총 착의 매수(신발류 포함)를 살펴보면, 남성은 평균 5.0 ± 1.4 매(범위 4매~22매), 여성은 평균 5.3 ± 1.3 매(범위 4매~24매)로 여성이 남성보다 착의 매수가 많았으나( $p < 0.001$ ), 브래지어를 제외하면 남녀 착의 매수에서 차이는 없었다. WBGT 측정 당일 착의한 의복의 추정 보온력( $I_{cl}$ )은 남성 0.4 ± 0.2 clo(범위 0.2~2.6 clo), 여성 0.4 ± 0.2 clo(범위 0.1~3.1 clo)로 동일한 수준으로 추정되었다. 속옷류의 경우, 남성은 주로 사각팬티를(56.2%), 여성은 주로 삼각팬티를 착용(48.1%)하였으며, 상의류는 남녀 모두 반팔 티셔츠를 가장 많이 착용하였다(남성 63.8%, 여성 58.4%)(Fig.1). 남성은

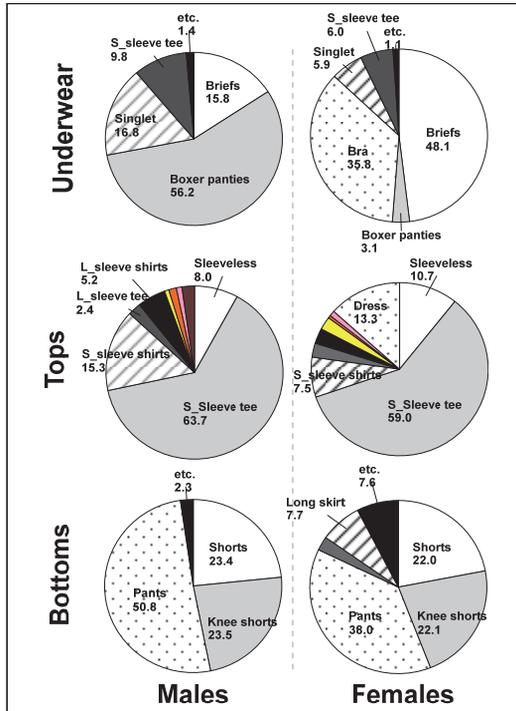


Fig. 1. Clothing items that were worn by males (N=1,341) and females (N=1,312) in summer (S\_ and L\_ represent short and long, respectively; All units are in %).

반팔 티셔츠에 이어 반팔 셔츠 착용율(15.3%)이 높았으나 여성은 드레스(원피스) 착용율(13.2%)이 다음으로 높았다(Fig. 1). 하의류는 남녀 모두 긴 바지를 가장 많이 착용하였고(남성 50.9%, 여성 38.0%), 여성 중 10.3%만이 치마를 착용하였다. 여름철 양말을 착용한다는 응답은 남성 38.1%, 여성 27.5%였다.

3. 여름철 열 스트레스 및 쾌적 기온 인지 특성

평소 바깥 날씨에 대해 덥거나 춥다고 스스로 인지하는 온도 수준을 확인해 보기 위한 질문의 일환으로, 먼저 여름철 더위로 인식되기 시작하는 기온 수준에 대해 조사하였다. 여름철 기상청 일기 예보에 대해 '더운 날씨' 라고 인식되는 온도는 남성의 경우 30.1 ± 2.6°C, 여성의 경우 30.1 ±

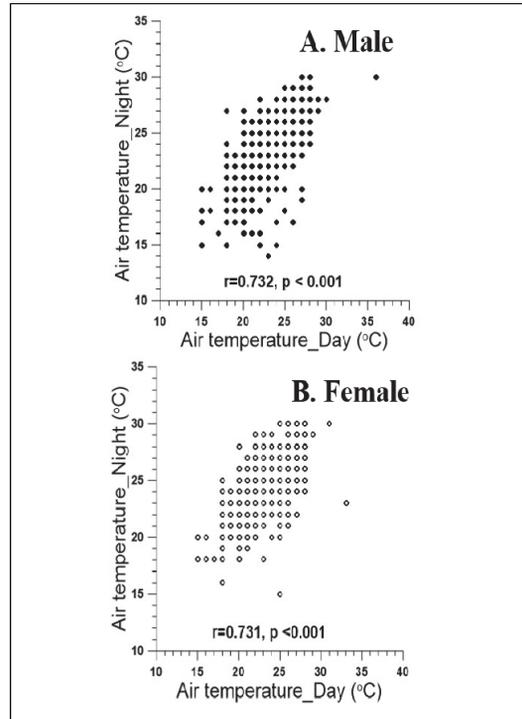


Fig. 2. Relationship between the preferred indoor temperature during daytime and bedroom temperature during night sleep in summer: A. males(N=1,341) and B. females (N=1,312).

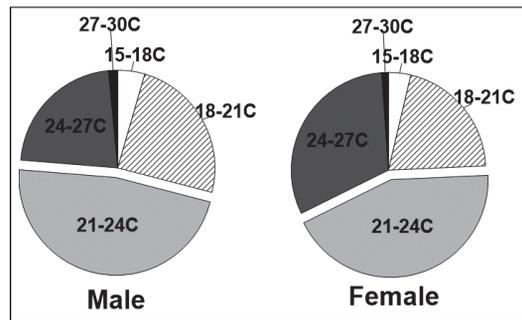


Fig. 3. Comfortable indoor temperature in summer: males (N=1,341) and females (N=1,312).

2.5°C로 유사했던 반면, 겨울철 일기예보에 대해 '추운 날씨' 라고 인식되는 온도는 남성 0.6 ± 6.5°C, 여성 1.7 ± 6.8°C로 여성이 더 높은 온도에서 춥다고 인지하였고 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.001). 여름철 일과시간 선호하는

실내온은 남성의 경우  $23.4 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ , 여성은  $23.7 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 로 여성이 평균  $0.3^{\circ}\text{C}$  높은 온도를 선호하였으며( $p<0.01$ ), 수면 시 선호하는 실내온은 남성의 경우  $24.4 \pm 2.4^{\circ}\text{C}$ , 여성은  $25.0 \pm 2.3^{\circ}\text{C}$ 로 여성이 평균  $0.6^{\circ}\text{C}$  더 높은 온도를 선호하였다( $p<0.001$ ). 남녀 모두 일과시간 중 선호하는 실내온과 수면 시 선호하는 실내온 간 양의 상관성이 존재하였다(Fig. 2). 여름철 쾌적하다고 느끼는 실내 온도 범위를 묻는 문항에 대해, 남성의 경우 '21~24°C' (47.2%), '18~21°C' (24.5%)순으로 응답된 반면, 여성의 경우 '21~24°C' (43.4%), '24~27°C' (31.2%)순으로 응답하여 약간 더 높은 실내온을 선호하였다( $p<0.001$ , Fig. 3).

### 3. 여름철 기후변화 인지 및 체온조절성 행동

지난 5년 간 여름철 기온이 상승한 것 같은가에 대한 응답으로 남녀 큰 차이 없이 응답자의 84% 이상이 '매우 그렇다' 로 응답하였으며, 지난 5년 여름철 폭염 변화에 대한 질문에 대해서도 남녀 큰 차이 없이 응답자의 83% 이상이 '매우 심해졌다' 고 인지하고 있었다(Table 4). 여름철 열대야 일수의 변화에 대해서도 위와 유사한 경향이 발견되었다. 여름철 평상 시 자신의 체온조절 행동에 대한 질문들 중, 여름철 실내에서 과도한 에어컨 사용 환경으로 인해 여벌의 옷이나 무릎 담요 등을 추가로 준비하는지를 묻는 질문에 대해 남성은 '전혀 그렇지 않다' 67.0%, '(가끔) 그렇다'에 13.9%가 응답한 반면, 여성의 경우 '(가끔) 그렇다'에 44.1%가 응답하여 유의한 성차가 발견되었다( $p<0.001$ ). 또한, 여름철 수면 시 에어컨 켜는 것을 선호하는지에 대한 질문에 대해 유의한 차이 없이 남녀 모두 선호한다는 응답이 많았다. 수면 중 선풍기 사용에 대한 선호도의 경우 남성이 여성에 비해 선풍기 사용을 선호하는 것으로 나타났

다( $p<0.01$ ). 여름철 수면 시 이불을 덮고 자는지에 대한 질문에 대해 남성 응답자의 22.0%가 '이불은 덮지 않는다'라고 응답한 반면, 여성 응답자의 11.4%만이 '이불을 덮지 않는다' 고 응답하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 여름철 찬물로 샤워하는 빈도에 대한 질문에 대해서도 남성의 37.2%가 '대체로 찬물 사용', 18.0%가 '항상 찬물 사용' 이라 응답한 반면, 여성은 22.3%가 '대체로 찬물 사용', 5.6%가 '항상 찬물 사용'으로 남성이 여성보다 여름철 찬물 사용 빈도가 유의하게 높았다( $p<0.001$ ).

### 4. 여름철 자각적 내한내열성, 감기이환율 및 인지적 발한 특성

스스로 여름철 더위에 강한 편이라고 생각하는지에 대한 질문에 대해 남성과 여성 모두 '다소 약하다'(남성 28.4%, 여성 28.4%)라고 가장 많이 응답하였고, '보통이다' 가 두 번째로 응답이 많았으며(남성 24.2%, 여성 23.9%), 통계적으로 남녀 간 유의한 차이는 없었다. 반면 스스로 겨울철 추위에 강한 편이라고 생각하는지에 대한 질문에 대해 남성의 경우, 29.5%가 '다소 강하다', 23.9%가 '보통이다'로 응답하였으나, 여성의 경우, 23.6%가 '다소 약하다', 21.0%가 '보통이다'로 응답하여 남성이 여성보다 스스로 겨울철 추위에 강하다고 생각하는 경향이 있었다( $p<0.001$ ). 여름철 감기에 걸리는 경향이 있는지 묻는 질문에 대해 남성의 경우, 51.6%가 '그렇지 않다', 20.8%가 '전혀 그렇지 않다'로 응답하였고, 여성의 경우 49.5%가 '그렇지 않다', 24.5%가 '보통이다' 라고 응답하여, 유의한 성차가 발견되었다( $p<0.001$ ). 또한 겨울철 감기에 걸리는 경향에 대한 질문에 대해 남성의 경우, 39.4%가 '보통이다', 30.6%가 '그렇지 않다' 라고 응답하였고, 여성의 경우 37.5%가 '보

**Table 4.** Cognition of climate changes (heat waves) and thermoregulatory behavior

Question	Responses (unit: %)	Male (N=1,341)	Female (N=1,312)	P-value
Do you think that summer temperatures have gradually risen in your city area for the past 5 years?	Not at all	0.3	0.0	N.S.
	Not really	1.9	1.5	
	Neutral	13.1	12.6	
	Somewhat agree	64.1	66.2	
	Very much	20.6	19.7	
Do you think that heat waves in summer were more threatening in your area over the past 5 years?	Much weaker (become very soft or rare)	0.1	0.0	N.S.
	Weaker (Finally been rare, or eased somewhat.)	1.3	1.1	
	Similar	15.2	13.3	
	Stronger (become somewhat stronger or more frequent)	65.6	67.4	
	Much stronger (become very strong or frequent)	17.8	18.3	
Do you think that tropical nights in summer were more threatening in your area over the past 5 years?	Much weaker (become very softened or rare)	0.2	0.0	N.S.
	Weaker (Finally been rare, or eased somewhat.)	1.6	1.4	
	Similar	20.7	19.6	
	Stronger (become somewhat stronger or more frequent)	58.6	61.3	
	Much stronger (become very strong or frequent)	18.8	17.8	
Do you bring extra clothes or small lap blankets due to excessive indoor cooling in summer?	Not at all	25.0	6.5	<0.001
	Rarely	42.0	27.7	
	Neutral	19.2	21.7	
	Sometimes	12.4	36.9	
	Always	1.5	7.2	
Do you prefer to turn on the air conditioner in your room even when you sleep at night in the summer?	Not at all	6.3	8.7	N.S.
	Rarely	27.8	32.6	
	Neutral	28.6	25.9	
	Sometimes	30.1	28.1	
	Always	7.2	4.6	
Do you prefer to turn on the fan in your room even when you sleep at night in the summer?	Not at all	2.5	3.4	<0.01
	Rarely	7.5	11.5	
	Neutral	21.0	17.9	
	Sometimes	50.1	52.0	
	Always	19.0	15.1	
Do you cover yourself with bedclothes during sleeping at night in summer?	I cover myself with a thick blanket	4.6	7.2	<0.001
	I cover myself with a thin summer blanket	73.4	81.4	
	I don't cover myself with a blanket	22.0	11.4	
Do you take a shower with cold water in summer?	Always use warm water	9.0	26.4	<0.001
	Usually use warm water	35.7	45.8	
	Occasional warm water use (Usually cold water)	37.2	22.3	
	Always use cold water	18.0	5.6	

**Table 5.** Self-identified thermal tolerance, cold-related morbidity, sweat characteristics in summer

Question	Responses (unit: %)	Male (N=1,341)	Female (N=1,312)	P-value
Are you vulnerable to heat stress in summer?	Very intolerance	10.4	10.1	N.S.
	Intolerance	16.2	17.9	
	A little intolerance	24.2	28.4	
	Not both	28.3	23.9	
	A little tolerance	16.0	16.3	
	Tolerance	4.3	3.3	
	Very tolerance	0.6	0.2	
Are you vulnerable to cold stress in winter?	Very intolerance	3.1	13.5	<0.001
	Intolerance	9.2	18.1	
	A little intolerance	18.4	23.6	
	Not both	23.9	21.0	
	A little tolerance	29.5	16.8	
	Tolerance	12.9	6.3	
	Very tolerance	3.1	0.8	
Are you predisposed to catching colds in summer?	Not at all	20.8	15.5	<0.001
	Not really	51.6	49.5	
	Neutral	20.6	24.5	
	Somewhat agree	6.2	9.7	
	Very much	0.8	0.8	
Are you predisposed to catching colds in winter?	Not at all	6.6	4.3	<0.001
	Not really	30.6	26.4	
	Neutral	39.4	37.5	
	Somewhat agree	21.3	28.0	
	Very much	2.0	3.8	
Do you usually sweat on your palms and the soles of your feet when you are nervous?	Not at all	6.6	8.5	<0.05
	Rarely	28.8	33.0	
	Neutral	33.8	28.6	
	Sometimes	25.6	25.0	
	Always	5.2	4.9	
Do you sweat a lot in summer?	Not at all	0.4	1.0	<0.001
	Rarely	8.0	14.4	
	Neutral	27.8	35.6	
	Sometimes	42.0	33.6	
	Always	21.8	15.4	
Under heat stress in summer, which body regions do you usually sweat? (Please select all regions)	Head	28.3	31.7	-
	Face	68.2	68.3	
	Neck	36.1	40.9	
	Chest	34.9	38.3	
	Abdomen	12.1	6.0	
	Back	55.2	50.9	
	Waist	7.3	3.4	
	Upper arm	5.2	8.0	
	Forearm	5.4	3.4	
	Hand	8.3	6.6	
	Thigh	8.5	7.4	
Calf	3.7	2.5		
Foot	8.9	6.1		

N.S: Not significant

통이다', 28.0%가 '그렇다' 라고 응답하여 여성이 남성보다 겨울철 감기에 잘 걸리는 것으로 응답되었다( $p < 0.001$ ). 여름철 땀을 많이 흘리는 편인지에 대한 질문에 대해 남성의 경우 '그렇다' (42.0%), '보통이다' (27.8%) 순으로 응답하였고, 여성의 경우, '보통이다' (35.6%), '그렇다' (33.5%) 순으로 응답하여 유의한 성차가 발견되었다( $p < 0.01$ , Table 5). 땀을 많이 흘린다고 인식하는 인체 부위로는 남녀 모두 얼굴 > 등 > 목 > 가슴 순으로 응답하였다. 특이한 사항으로, 남성은 여성에 비해 배와 발 부위에서 땀이 더 많이 난다고 인지하고 있었다 (Table 5).

#### 5. 여름철 한서감, 온열쾌적감과 온도 인지 및 체온조절성 행동 상관

WBGT 측정 당일 조사된 한서감과 개인의 인지 행동 특성과의 상관관계를 분석한 결과, 남성의

경우, 당일 날씨가 덥다고 느낄수록 지난 5년간 기온이 많이 상승했다고 느꼈으며( $r = 0.145$ ,  $p < 0.001$ ), 지난 5년간 폭염도 더 강해졌다고 인지하고 있었고( $r = 0.161$ ,  $p < 0.001$ ), 지난 5년간 거주 지역의 열대야 현상도 더 강해졌다고 인지하였다( $r = 0.128$ ,  $p < 0.001$ ). 반면 여성의 경우, 당일 날씨가 덥다고 느낄수록 지난 5년 폭염이 강해졌다고 인지하였으나( $r = 0.114$ ,  $p < 0.001$ ), 기온 증가나 열대야와는 유의한 상관성이 발견되지 않았다. 온열 쾌적감의 경우에도 남성의 경우, 당일 날씨가 대해 불쾌하게 느낄수록 지난 5년간 기온이 더 상승했다고 인지하였고( $r = -0.185$ ,  $p < 0.001$ ), 지난 5년간 폭염도 더 강해졌다고 인지하였으며( $r = -0.191$ ,  $p < 0.001$ ), 열대야 현상도 더 강해졌다고 인지하였다( $r = -0.187$ ,  $p < 0.001$ ). 여성도 당일 날씨가 대해 불쾌하게 느낄수록 지난 5년간 폭염이 더 강해지고( $r = -0.148$ ,  $p < 0.001$ ), 열대야 현

**Table 6.** Summary of the gender-related differences between the survey and weather monitoring

Category	Question item	Significant gender-related differences
	Body mass index (BMI)	Males > Females
Sensing/ Perception	Thermal sensation in those days*	Males > Females
	Thermal comfort in those days	Males = Females
	WBGT (wet-bulb globe temperature) at feeling hot	Males = Females
Cognition	Cognition about climate change for the past 5 years	Males = Females
	Vulnerability to heat stress	Males = Females
	Vulnerability to cold stress	Males < Females
	Self-cognized sweating rate	Males > Females
	Air temperature is considered a hot weather threshold	Males = Females
	Air temperature is considered a cold weather threshold	Males < Females
	Preferred indoor temperature in summer (both daytime and sleep)	Males < Females
Behavior	Catching colds in both summer and winter	Males < Females
	Activity level in those days	Males = Females
	Clothing insulation in those days	Males = Females
	Using extra clothes or small lap blankets in summer	Males < Females
	Using fans/bed cloths during sleeping at night in summer	Males > Females
	Taking shower with cold water in summer	Males > Females

상도 더 강해졌다고 인지하였다( $r = -0.148, p < 0.001$ ). 남성과 여성 모두 당일 날씨에 대해 불쾌하게 느낄수록 에어컨 사용을 선호하는 경향이 발견되었다(남성  $r = -0.213, p < 0.001$ ; 여성  $r = -0.173, p < 0.001$ ).

#### IV. 고찰

본 연구는 여름철 우리나라 도시 거주 성인 남녀의 열 스트레스 인지 및 체온조절성 행동에서의 성차를 비교 분석함으로써 성차에 따른 폭염 취약성을 밝히고, 기후적응 대책의 기초자료를 수집하기 위한 목적으로 수행되었다. 특히 여름철 대도시에서 기후요소들을 실측하고 이를 바탕으로 WBGT를 계산하였으며, 기후요소 측정 당일 해당 도시 거주 성인남녀의 기후 적응력과 개인의 체온조절성 행동 특성 간 상관관을 분석했다는 점에서 큰 의의가 있다. 본 연구의 세 가지 가설, 즉, '여름철 대도시 거주 성인의 한서감 및 온열 쾌적감에 성차가 있을 것이다[감각]', '여름철 선호하는 기온 및 열 스트레스 인지 온도에서 성차가 있을 것이다[인지]', '여름철 체온조절성 행동과 열 스트레스 인지 행동 특성에서 성차가 있을 것이다[행동]' 중 1번 가설은 기각되었으나, 2번과 3번 가설은 대체로 채택되었다. 각 가설별 관련 성차를 Table 6에 정리하였고 이를 논의하면 아래와 같다.

첫째, 여름철 대도시 거주하는 성인남녀의 한서감 및 온열 쾌적감에 성차가 존재하는가? 주위 환경 온도에 대해 느끼는 한서감은 동일한 온도임에도 불구하고 기후, 문화, 개인의 신체적 특성에 의해 다르게 나타날 수 있는데(Cao et al. 2016; Lai et al. 2020), 본 연구에서 6월 중순에서 8월 말까지의 여름철 조사 당일 한서감을 비교해 본 결과 남성이 여성보다 약간 더 덥다고 느꼈다. 그러나 남성의 한서감은  $2.8 \pm 0.5$ 점, 여성은  $2.6$

$\pm 0.4$ 점으로 평균적으로 0.2점 차이를 보이는데, 이 차이가 통계적으로는 유의하였을지라도 정신 심리학적으로도 유의한 차이로 볼 수 있는 것인지는 논의의 여지가 있다. 본 연구에서는 한서감 측정 시 1점 간격인 범주형 척도를 이용하였는데, '따뜻하다'는 응답에 2점, '약간 덥다'는 응답에 3점을 배정하였다. 두 집단 간 0.2점 차이가 발견되었다고 해도, 남성과 여성 모두 평균적으로 '약간 덥다'고 응답한 것으로 간주할 수 있기 때문에, 한서감의 성차는 크지 않다고 판단하는 것이 바람직하다. 또한 당일 온열쾌적감에서도 성차는 발견되지 않았고, 응답자들이 '매우 덥다'고 응답하였을 때 당일 WBGT는 남성의 경우  $29.7 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ , 여성의 경우  $29.8 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ 로 통계적으로 유의한 차이는 없었기 때문에, 이러한 결과들을 바탕으로 가설 1을 기각하였다.

둘째, 여름철 선호하는 실내의 기온 및 열 스트레스 인지 온도에서 성차가 존재하는가? 여름철 더운 날씨로 인지하기 시작되는 외기 온도에서 성차는 발견되지 않았으나, 겨울철 추운 날씨로 인지하기 시작되는 외기 온도는 남성이 더 낮았으며, 여름철 일과시간 및 수면 중 선호하는 실내 온도도 남성이 여성보다 평균  $0.3^{\circ}\text{C}$ 와 평균  $0.6^{\circ}\text{C}$  더 낮았다(Table 6). Indragant & Rao(2001)에 의하면, 서로 다른 실내 온도 범위에서 여성이 선호하는 온도가 남성보다 다소 높고, 남성보다는 여성이 고온에서 더 잘 견딘다고 보고된다. 본 연구 결과에 따르면, 더운 날씨로 인지되기 시작하는 온도보다, 추운 날씨로 인지되기 시작하는 온도에서 남녀 모두 더 큰 성차를 보였다. 계절별 남녀의 쾌적 온도를 분석한 선행연구들을 살펴보면, 여름철  $0.4\sim 0.6$  clo의 옷을 착용한 남성의 쾌적 실내 온도는  $24.4^{\circ}\text{C}$ (Yoon et al. 1992), 여름철 0.6 clo의 옷을 착용한 여성 쾌적 실내 온도는  $26.3^{\circ}\text{C}$

(Tababe 1990)이었다. 본 연구의 경우, 남녀 모두 여름철 착용의복의 보온력은 평균 0.4 clo 로 추정되었으며, 선호하는 실내 온도는 남성의 경우 평균 23.4°C, 여성은 평균 23.7°C였다. 이를 선행연구와 비교했을 때, 약 30년 전에 비해 현재 도시 거주 성인남녀는 여름철에 옷을 더 적게 입으면서, 선호하는 실내 온도는 더 낮아졌음을 의미한다. 이는 30년 전에 비해 최근 여름철 폭염이 증가된 현상과 관련될 수 있다. 생리적인 내열성 뿐만 아니라 심리적으로 선호하는 온도 수준이 실제 여름철 폭염 노출 하 인간의 체온조절 행동을 좌우하므로 현대 도시인의 인지 온도 수준에서의 성차를 파악하여 기상 정책에 반영할 필요가 있다.

Park et al.(2018)은 남성이 여성보다 자각적 내한성이 높은 것으로 보고하는데, 이는 본 연구 결과와도 일치한다. 일반적으로, 자각적 내한성이 높은 집단, 즉 추위에 강하다고 느끼는 사람들은 더위에는 민감하고, 여름철 더위를 피하기 위한 대응 행동도 더 많이 하며, 교실 내에서도 가장 덥게 느낀다(Shim 2020). Kim et al.(2016)과 Hyun et al.(2018)의 연구에서도 자각적 내열성이 높은 집단은 스스로 더위에 약하다고 인지하는 집단에 비해 더 높은 실내온을 선호하였다. 본 연구에서 얻어진 자각적 내열성 결과를 보면, 유의한 성차 없이 남녀 모두 여름철 더위에 대해 다소 약하다는 의견이 가장 많았으나, 여성이 남성보다 더 높은 실내온을 선호하였다(Table 6). 실제로 여름철 일과시간 중 실내 냉방 환경에서 여성이 여벌의 옷이나 무릎 담요 등의 사용 빈도가 더 높았으며, 수면 중 선풍기 사용 빈도가 더 낮으며, 수면 시 이불 이용 빈도는 더 높았고, 여름철 감기에도 더 잘 걸리는 것으로 나타나, 여성은 남성보다 여름철 냉방 환경에 취약한 것으로 유추해 볼 수 있다. 즉, 실제 외기온에 대한 인지나, WBGT에 따른 한

서감, 자각적 내열성, 활동량, 착의량 등에서 유의한 성차는 발견되지 않았으나, 자각적 내한성이나 추위 역치 온도에서 성차가 관찰되었고, 이러한 성차가 여름철 체온조절 행동에 성차를 유발한 것이라 사료된다. 다시 말해, 여름철 관찰된 체온조절 행동에서의 성차는, 더위 인지에 대한 성차라기 보다, 추위 인지에서의 성차에 기인하는 것으로 해석된다.

셋째, 여름철 체온조절성 행동과 열 스트레스 인지 행동 특성에서 성차가 존재하는가? 설문 조사 당일 활동량은 남성의 경우 평균 2.0 Met, 여성의 경우 평균 2.1 Met으로 유의한 차이가 없었으며, 착의 매수 및 착의한 옷의 총보온력에서 유의한 성차는 관찰되지 않았다(남녀 평균 0.4 clo). 20 ~ 40대 서울과 대구 지역 거주 남성을 대상으로 한 Hyun et al.(2018)의 연구에 따르면, 측정 당일 서울의 WBGT는  $24.8 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ , 20~40대 남성의 당일 착의량은 0.3 clo인 것을 고려해 볼 때, 본 연구의 보온력과 유사한 수준으로 판단된다. 한편, Ju et al.(2022)의 연구에서 여름철 찬물 샤워에 대한 수용성이 큰 사람일수록, WBGT 측정 당일 날씨에 대해 더 더워하는 경향이 있었는데, 본 연구 결과, 남성이 여성에 비해 여름철 찬물로 샤워하는 빈도가 더 높았고, 수면 시 선풍기 사용을 더 선호하였으며, 선호하는 실내온도 더 낮고, 실내 냉방 환경을 고려한 여분의 옷 사용율도 더 낮았다. 한편, 본 연구에서 남성이 여성에 비해 스스로 발한량이 많다고 느끼는 점, 생리학적으로도 젊은 남성과 노인 남성 모두 발한률이 여성보다 더 높다는 점(Bar 1998)에 따르면, 여름철 피부 증발 효율은 남성이 더 높음을 의미하며, 이는 여름철 인체 열교환 효율면도 남성이 여성보다 더 높을 것임을 추정하게 한다. 그럼에도, 남성이 여성에 비해 더위 대응 행동을 더 많이 보인 점은

방열보다 산열의 관점에서 해석될 필요가 있다. 즉, 남성의 기초대사율이 여성보다 높으며, 근육량도 여성보다 많아 동일한 활동을 수행해도 절대적인 에너지 대사량은 더 높을 것이며, 발한으로 인한 증발열 손실량이 이러한 산열량 증가분을 충분히 상쇄하지 못하기 때문인 것으로 추론해 볼 수도 있다. 여성은 남성에 비해 상대적으로 적은 운동 운동량과 골격근량으로 인해 산열 능력이 떨어져 추위 대응력이 낮게 되며(Jeong 2014), 이러한 차이가 여름철 실외 폭염 상황이 아닌, 실내 냉방 조건에서 보여지는 체온조절 행동의 성차에 기여했을 것이라 생각된다.

그러나, 이와 같은 성차는 설문조사를 바탕으로 한 것으로 생리학적인 면에서의 성차가 반드시 실증적으로 비교되어야만 한다. 둘째, 실제 폭염 노출 시 열 질환에 가장 취약한 연령 계층은 주로 70대 이상의 고령자로, 특히 여름철 농촌 지역에서 주로 발생하나, 본 연구는 대도시에 거주하는 20~60대 성인남녀들을 대상으로 하였기 때문에, 열질환에 가장 취약한 계층에 대한 정보를 담지 못했다는 한계가 있다. 열질환 취약계층에 대한 추가 연구가 필요할 것이다. 셋째, 본 연구가 수행된 2021년 여름철 평균 기온이나 최고온은 예년보다 약간 낮은 수준으로 지난 10여 년의 기후변화를 온전히 반영하지는 않는다. 만약, 지난 30년 기상청 기록 중 최고의 폭염이라 보고된, 1994년이나 2018년 여름철 본 연구와 동일한 내용의 연구가 수행되었다면 폭염의 영향이 더 명확히 반영되었을 수 있다.

## V. 요약 및 결론

본 연구는 한국의 대도시(서울과 부산)에 거주하는 20 ~ 60대 성인 남녀를 대상으로 여름철 실외 WBGT를 측정하고, 당일 해당 지역 거주자의

한서감 및 온열쾌적감, 열스트레스 인지 수준, 체온조절성 행동에서 성차를 분석하였다. 본 연구를 통해 새롭게 규명된 점은 다음과 같다. 첫째, 남녀 모두 여름철 온열 쾌적감에서 현저한 성차는 없었고, 당일 '덥다'고 인지할 때의 WBGT 수준에서도 유의한 성차는 발견되지 않았으며, 자각적 내열성이나 여름철 더운 날씨로 인식되는 역치 온도, 여름철 착의량 등에서도 성차는 발견되지 않았다. 그러나, 자각적 내한성은 여성이 남성보다 더 낮고(여성이 남성보다 추위에 더 약하다고 인지), 추운 날씨라고 인지하는 외기온도 더 높았으며, 여름철 선호하는 실내온도 더 높고, 여름철 감기에도 더 잘 걸리며, 여름철 실내 냉방을 대비해 외출 시 여분의 옷을 더 준비하며, 실내 선풍기 사용이나 찬물 샤워 등에 대한 의존도도 더 낮았다. 이처럼 여름철 체온조절 행동에서 관찰된 성차는 더위에 대한 감각이나, 더위에 대한 인지 온도에서의 성차 때문이 아니라, 추위에 대한 지각이나 추위에 대한 인지 수준에서의 성차로 인해 유발되는 것이라 해석할 수 있다. 이러한 결과는 여름철 뿐만 아니라 겨울철 추위 및 한파 상황에도 적용될 수 있으므로, 추후 겨울철에도 본 연구와 유사한 조사 연구를 수행해 볼 필요가 있다. 단, 매년 여름철 나타나는 폭염의 양상이 다르기 때문에 2021년 여름 수행된 본 연구 결과를 도시 거주 성인남녀의 차이로 일반화할 수는 없으나, 여름철 실내외 온도 차이에 대응하는 남성과 여성의 체온조절 특성을 이해하는데 도움을 줄 수 있으며, 서열 부담 완화와 기후적응력 향상을 위한 대책 마련에 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

## References

- Bar O(1998) Effect of age and gender on sweating pattern during exercise. Int J Sports

- Med 19(2), S106-S107. doi:10.1055/s-2007-971970
- Burton AC, Edholm OG(2015) Man in cold environment, London: Arnold
- Cao B, Luo M, Li M, Zhu Y(2016) Too cold or too warm? A winter thermal comfort study in different climate zones in China. Energy Build 113, 467-477. doi:10.1016/j.enbuild.2016.09.050
- Chung IH, Kweon SA, Lee YJ, Lee JY, Jeong YS(2013) Gender difference of self-health image and actual wearing conditions in university students. J Korean Soc Cloth Tex 37(1), 64-75. doi:10.5850/JKSCT.2013.37.1.64
- Devies C(1979) Thermoregulation during exercise in relation to sex and age. Eur J Appl Physiol 42, 71-79
- Humphreys MA(1975) Field studies of thermal comfort compared and applied. Building Research Establishment 29
- Hyun CS, Roh SH, Kim DH, Son SY, Baek YJ, Kim KR, Lee JY(2018) Comparison of the perception of summer heat wave and thermoregulatory behavior between adult males who live in Seoul and those in Daegu. Korean J Community Living Sci 29(1), 17-32. doi:10.7856/kjcls.2018.29.1.17
- Indraganti M, Rao K(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 Build 42(3), 273-281. doi:10.1016/j.enbuild.2009.09.003
- ISO 8996(2004) Ergonomics of the thermal environment - determination of metabolic rate. International Organization for Standardization, Geneva
- ISO 9920(2007) Ergonomics of the thermal environment - determination of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. International Organization for Standardization, Geneva
- Jeong WS(2014) Wearing behavior and health perception in the cold. Proceedings of The Korean Soc of Community Living Sci, Spring Conference, Korea, p183
- Ju H, Jung D, Roh SH, Lee M, Syifa S, Lim GY, Lee HL, Lee CE, Moon JH, Kim KR, Lee JY(2022) Relationships between WBGT and heat-stress cognition and thermoregulatory behavior of Seoul and Busan residents in summer. Korean Soc Living Environ System 29(2), 149-164. doi:10.21086/ksles.2022.4.29.2.149
- Jun DG, Jeong WS(2012) A study on clothing behavior and health perception according to physical activity adherence and climate adaptability. Korean Soc Community Living Sci 23(4), 457-466
- Kaciuba-Uscilkom H, Grucza R(2001) Gender differences in thermoregulation. Current Opinion Clin Nutr Metab Care 4(6), 553-536. doi:10.7856/kjcls.2015.26.4.775
- Kim D, Jeong D, Park J, Lee JY(2016) Thermoregulatory behavior and self-identified thermal tolerance of young males residing in urban area. Korean J Community Living Sci 27(2), 245-263. doi:10.7856/kjcls.2016.27.2.245
- Lai D, Lian W, Guo C, Liu Wm Liu K, Chen Q(2020) A comprehensive review of thermal comfort studies in urban open spaces. Sci Total Environ 742, 140092. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.140092
- Park J, Lee JY(2015) Relationships of self-identified cold tolerance and cold-induced vasodilation in the finger. Int J Biometeorol 60(4), 521-529.
- Park J, Baek YJ, Roh SH, Lee JY(2018) Comparison of self-identified thermal tolerance and wearing habits in winter between the elderly males and female. J Korean Soc Cloth Tex 42(3), 530-543. doi:10.5850/JKSCT.2018.42.3.530
- Park J, Hwang SK, Lee JY(2020). Elderly male's and female's actual wearing condition by clothing item and clothing ensemble insulation in winter. J Korean Soc Living Environ System 27(2), 161-173. doi:10.21086/ksles.2020.04.27.2.161
- Parsons K(2014) Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort, and performance. CRC Press(3rd edition)
- Shim HS(2020) Thermal sensation in summer classroom and climate adaptability of junior high school students. Korean J Community

- Living Sci 31(3), 319-333. doi:10.7856/kjcls.2020.31.3.319
- Tanabe S(1990) Thermal comfort requirements of sedentary college-age subjects during the winter season in Japan. *J Home Econom* 41(5), 437-445
- Tochihara Y, Lee JY, Wakabayashi H, Wijayanto T, Bakri I, Parsons K(2012) The use of language to express thermal sensation suggests heat acclimation by Indonesian people. *Int J Biometeorol* 56, 1055-1064. doi:10.1007/s00484-011-0519-1
- Yoon JS, Choi YJ(1992) Establishing the comfort zone of thermal environment in winter. *Family Environ Res* 30(2), 81-86
- Yoshimitsu I, Narihiko K(2010) BODY TEMPERATURE II. NAP Limited
- Wagner JA, Horvath SM(1985) Influences of age and gender on human thermoregulatory responses to cold exposure. *J Appl Physiol* 58(1), 180-186. doi:10.1152/jappl.1985.58.1.180
- Zhang C, Jun DG, Jeong WS(2015) Cold perception responses according to body parts and wearing behaviors of college students. *Korean J Community Living Sci* 26(4), 775-783