

# 폭염에 의해 인체가 받는 열적스트레스의 실험적 연구

## Pilot research of thermal stress by extreme heat

박종길\* · 정우식\*\* · 김은별\*\*\* · 송정희\*\*\*\*

Park, Jong Kil · Jung, Woo Sik · Kim, Eun Byul · Song, Jeong Hui

### Abstract

In order to examine the influences by the extreme weather changes on the human physical conditions, we need to undertake human biometeorology research such as the assesment on the extreme heat's influences on human health. Most of the preceding studied have been found to be focused on the influences by extreme heat on the human body, they used statistics on the daily mortality. But this method estimate an indirectly influences by extreme heat on the human body.

So, to be able to predict the possible directly influences by the extreme heat on the physical conditions. We measure thermal stress by extreme heat.

**Key words** : Extreme heat; Thermal stress; Pilot research; Climate change

### 1. 서 론

최근 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)의 제1실무그룹은 4차 평가보고서에서 모든 복사강제력이 2000년 수준으로 유지된다하더라도 현재 수준 또는 그 이상으로 온실기체가 배출될 경우 추가적인 온난화는 물론, 급세기동안 지구기후시스템은 다양한 변화를 초래하며 20세기동안 관측된 변화보다 클 가능성이 매우 높다고 하였다.

이러한 지구온난화현상으로 인해 태풍, 홍수, 열파와 같은 극한 기상현상(extreme weather events)에 의한 자연재해가 빈번히 발생하고 있으며, 이에 따른 수많은 인명과 재산 피해를 초래하고 있다(IPCC, 2001).

또한 지역적으로는 도시화 현상과 더불어 지구촌 곳곳에서 폭염으로 인한 인명피해 사례가 빈발하고 있는데, 그 한 예로 2003년 6~8월 유럽대륙을 휩쓴 폭염(暴炎)으로 섭씨 40도를 넘는 폭염과 열대야가 이어지면서 프랑스·독일·스페인·이탈리아·영국 등 8개국에서 3만5000여명이 숨졌다. 이러한 폭염은 기후변화와 더불어 발생빈도와 지속기간이 계속 증가하고 그 강도도 심화될 것으로 예상된다(Meehl and Tebaldi, 2004).

이에 따라 폭염 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 폭염이 인체에 미치는 영향이 어떠한지에 대한 연구가 시도되고 있다. 국내에서는 최근들어 폭염으로 인간 건강에 대한 피해에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Park and Lee, 2006; 김지영 외, 2006; 성주현 외, 2001). 그러나 이러한 연구는 주로 도심지를 대상으로하여 특정 임계치의 기온등의 기상조건하에서 사망자 또는 내원자의 발생을 예측하는 연구로서 실제로 열에 노출되었을 때 인체가 받게 되는 영향을 측정하는 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 열환경에 노출되었을 때, 인체가 받게 되는 열적스트레스를 인체의 피부온도 변화를 통해 알아보기 위해서 실시된 실험이다. 이와 관련하여 추후에도 고온으로 인한 건강 피해 사례에 대한 심도 있는 연구가 요구되며, 이를 위해 실시되어야 하는 여러 가지 조건에서의 실험적 연구의 기본적인 자료를 제시하고자 한다.

\* 정희원 · 인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터 · 교수 · E-mail : envpjk@inje.ac.kr

\*\* 인제대학교 환경공학부/대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터 · 교수

\*\*\* 정희원 · 인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터 · 박사

\*\*\*\* 인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터 · 석사

## 2. 자료 및 연구방법

### 2.1 피실험자 선발

본 연구는 고온의 상황에서 활동량에 따른 인체의 변화 정도를 측정하는 실험이므로 실험 과정에서 노약자의 경우 건강의 위험성이 발생할 가능성이 있다. 따라서 실험과정에서 스포츠의학 분야의 인체 실험 기준에 의해 위험성이 적은 피실험자를 선발하여, 최종적으로 15명의 20대 남성이 실험에 참가하였다.

### 2.2 실험환경

고온이 인체에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 2007년 8월 21일에서 25일 까지 인제대학교 인제휘트니스센터의 실험이 수행되었다. 실험이 실시된 21, 23, 24, 25일(22일은 강수로 인해 제외)은 현재 기상청에서 실시되는 폭염특보가 실제 발령된 날로써 본 실험을 실시하기에 적합한 날이라고 판단하였다.

뿐만 아니라 실험을 실시한 시간도 기온이 상승하는 13시 이후에 실내의 온도가 32도를 초과할 때로 조정하여 실험을 진행하였다. 이를 통해서 폭염현상을 최대한으로 반영할 수 있는 실험조건하에서 실험을 실시하였다.

### 2.3 측정장비

피실험자의 신체 피부온도를 측정하는 sensor는 Omega Engineering Inc.의 Self-Adhesive Thermocouples(SA1 Series)의 T-Type(Copper Constantan) Thermocouple을 사용하였다.

Sensor는 피부에 잘 부착될 수 있도록 접착성 폴리머 재질을 사용하였으며 sensor의 아래 위 패드는 고성능 polymer film과 fiberglass cloth 재질로 구성되어 있으며, 소수점 둘째 자리까지 측정된다.

### 2.4 실험과정 및 측정항목

모든 피실험자들에게는 가슴과 늑골 주위로 심전도를 측정하는 센서를 부착 후, 피부온도 센서를 부착하였다. 피부온도센서를 부착하는 곳은 옷 위, 오른쪽 뺨, 오른쪽 가슴, 왼쪽 가슴, 팔뚝, 손등, 허벅지 전면(前面) 종아리 전면(前面)으로 모두 8 곳이다. 센서 부착 후에는 피실험자에게 상의를 입힌 후, 산소마스크를 착용하게 하였다(Fig. 1).

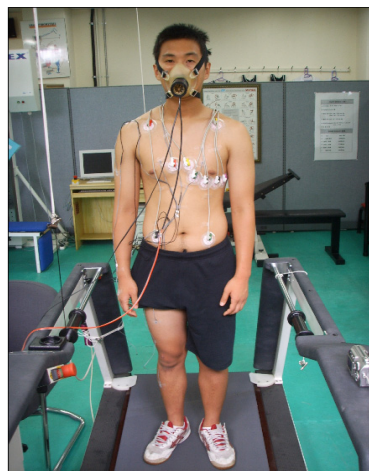


Fig. 1. 실험장치 착용 모습

피실험자는 총 39분 동안 트레드밀(treadmill)위에서 주어진 속도에 맞춰서 활동을 하면서 실험에 참가하게 하였다. 실험 시작 후, 트레드밀의 속도를 2km/h, 4km/h로 조절하여 각 속도에서 2분씩 걸음으로써 운동 환경에 피실험자를 적응시켰다. 그 후 본격적인 열에 대한 인체의 변화를 측정하기 위해서 6km/h의 속도에서 30분간 걷게 하였다. 30분 동안의 운동 후에는 4km/h의 속도로 5분 동안 걷게 하여 피실험자가 건강에

영향이 가지 않도록 실험종료 전에 안정기를 갖게 하였다.

또한 피실험자의 안전을 위해서 연령별 한계 Pulse 기준을 초과할 경우, 혈압이 상승하여 Syst. 230 ~ 250 mm Hg, Diast. 120 ~ 130 mm Hg의 범위를 초과할 경우, Syst. 20 ~ 30 mm Hg로 혈압이 저하할 경우, 허혈성(Ischemia) EKG ST-저하 로 0.1 ~ 0.2 mV 또는 그 이하의 값을 가질 경우, 호흡·심장박동의 리듬 방해가 일어날 경우 실험을 중단하였다.

### 3. 결과 및 고찰

15명의 피실험자를 대상으로 실험을 실시한 결과에서 이상치를 제외한 후 자료를 분석하였다. 그 결과 전체적으로 같은 실험조건하에서도 심한 개인차를 보이고 있었으며, 실험시의 복장이나 건강상태에 의한 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

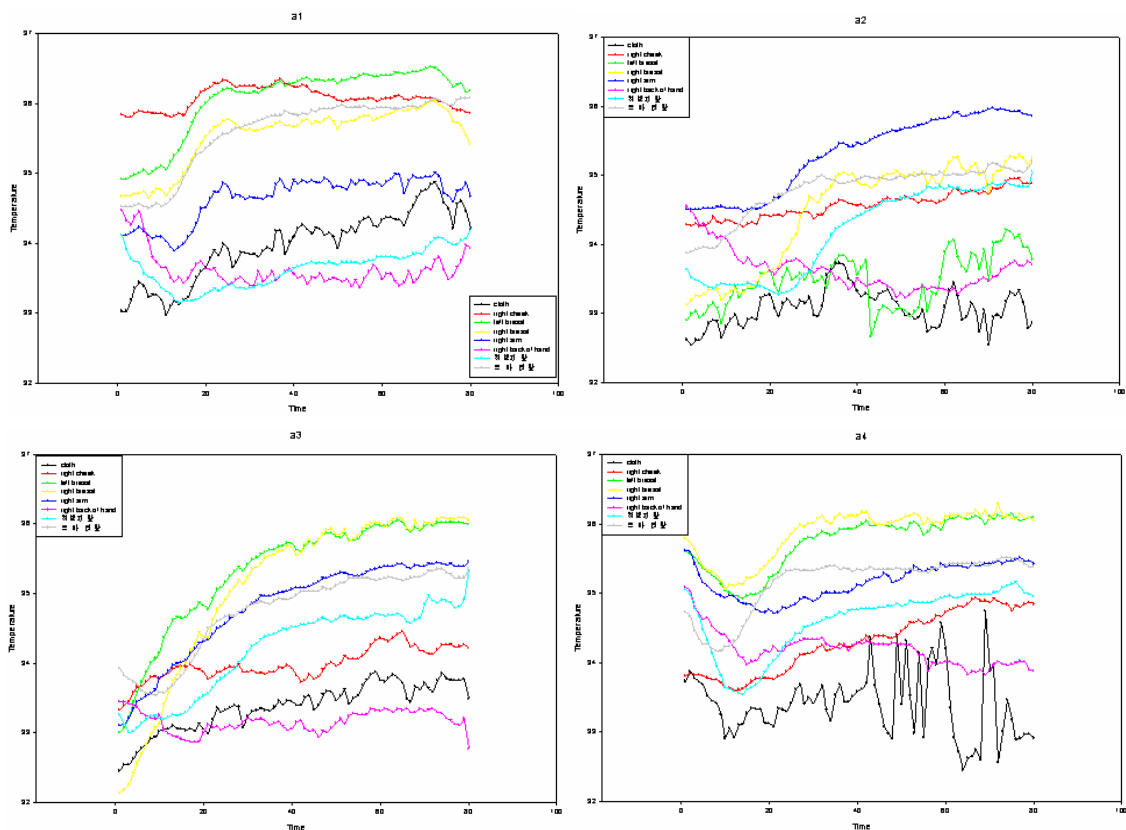


Fig. 2. 피부온도의 변화

### 사사

이 연구는 국립기상연구소의 주요사업 “생명기상기술개발연구(Ⅱ)”의 학술용역사업인 “폭염특보에 관한 연구(Ⅱ)”의 일환으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. Park, J.K. and D.G. Lee, 2006, Correlation between daily mortality and temperature of Seoul, in Summer, *Proceedings of the 99<sup>th</sup> Annual Meeting of AWMA*, New Orleans, LA. Paper No. 06-A-384-AWMA.
2. 성주현, 김호, 조수현, 2001, 1994년 하절기의 심혈관계 및 호흡기계 초과사망, *예방의학회지*, 34(4), 316-322.