

## 발열 기능 스마트 의류를 위한 인체 온열반응 기반의 최적의 발열위치 연구

Optimal Heating Location for developing the Heating Smart Clothing based on Thermal  
Response of Body

조하경\* · 조상우\*\*†

Hakyung Cho\* · Sangwoo Cho\*\*†

\*(주)블랙야크 상품기획부

\*Department of Merchandising, Blackyak.Co.Ltd.

\*\*호서대학교 스포츠과학부

\*\*Department of Sports Science, Hoseo University

### Abstract

In accordance with escalating demands for advanced technology products, the smart clothing that includes embedded ICT technology have expanded into fields of daily life. As a result of this trend, interest in smart clothing with digitally controllable heating has rapidly grown and the market for smart heated clothing has also expanded. Increasing of prospect in smart heated clothing market, the effectiveness and thermal sensation research of the location on the pad attached is insufficient. This study was conducted to find the optimal location of heated clothing via experimental research on changes in skin temperature and subjective thermal sensation when heating pads were placed on different areas of the body. For this experiment, the subjects consisted of 10 males in their 20's of standard physique. The skin temperature at 11 different areas of the body, rectal temperature, and subjective thermal sensation were taken at different stages (before testing, after a 20 minute rest period, 20 minute treatment period, and after a 40 minute recovery period) in an artificial-climate chamber at  $-5^{\circ}\text{C}$ . As a result, the optimal location for heating pads in smart clothing was estimated and suggested.

**Key words:** ICT convergence, Heating pad, Smart clothing, Skin temperature, Subjective thermal sensation

### 요약

최근 고기능성 제품에 대한 수요가 증가함에 따라 ICT 기능과의 융합을 통한 스마트 의류는 일상생활 분야로 확대되고 있다. 그 중 하나로, 발열 텍스타일 및 제어 모듈을 통해 의복 내 발열기능을 조절하는 스마트 의류에 대한 관심이 높아지고 있으며, 발열 기능을 갖는 스마트 의류의 시장 전망이 높아지고 있으나, 발열 패드 부착 위치에 따른 발열 기능의 효율성 및 온열감에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 발열 패드의 위치에 따른 피부온의 변화와 온열감에 대한 실증적 연구를 통하여 발열기능의 스마트 의류 개발을 위한 최적의 발열 위치를 도출하고자 하였다. 이를 위하여 20대 표준체형의 남성 10명을 피험자로 선정하였으며, 영하  $5^{\circ}\text{C}$ 의 인공기

† 교신저자 : 조상우(호서대학교 스포츠과학부)

E-mail : [chogolf@hoseo.edu](mailto:chogolf@hoseo.edu)

TEL : 041-540-5886

FAX : 041-540-5882

후실에서 20분의 안정기, 20분의 처치기, 40분의 회복기를 통해 11군데에서의 피부온, 직장온과 주관적 온열감을 측정, 평가하였다. 최종적으로, 발열패드를 위한 최적의 위치를 도출하고 제시하였다.

**주제어:** ICT융합, 발열 텍스타일, 스마트 의류, 피부온, 온열감

## 1. 서론

2000년대 이후에 의류의 고기능성에 대한 수요가 증가함에 따라, 섬유 및 의류 자체의 기능을 넘어서 ICT (Information and Communications Technologies)와의 융합을 통해 그 기능이 한층 업그레이드되고 있다. 최근 ICT융합 스마트 의류는 건강관리, 생체신호 감지제품 및 발열 제품 등 일상생활에 적용 가능한 다양한 기능의 스마트 의류로 개발이 이루어지고 있다 (Cho et al., 2014). 그 중 하나인 발열 스마트 의류는 기존의 방한 의류와 달리 발열 패드를 기반으로 전원 및 제어부를 통해 의복 내 온도조절 기능을 부여하여 단순한 방온이나 보온 이상의 발열 기능을 부가하는 의류로 정의된다 (Kim, 2013). 발열 스마트 의류는 전도성 섬유 열선, 면상발열체 및 전도성 잉크 프린팅 등을 이용한 발열부, 전원 및 발열제어부가 의복 내에 장착되어 기능을 제공하는 형태로 개발이 진행되고 있다 (Park, 2014). 이러한 발열 스마트 의류는 극한환경에서 신체를 보호하는 기능에서부터 일상생활용 발열 의류로 추후 스포츠, 헬스케어, 군사, 레저 분야에서 점차 수요가 증가할 것으로 예측되고 있으며, 그 기능과 응용분야가 점차 확산되어감에 따라 과거 열선 및 면상발열체를 이용한 발열 방식에서 벗어나 착용에 적합하면서 활동성 등의 의류 및 인체 적합성을 고려한 발열 제품으로의 개발이 이루어지고 있다 (Lee & Jeong, 2010a ; Hwang & Lee, 2012). 최근에는 착용성 및 안정성을 고려한 다양한 발열 섬유의 개발로 국내외 의류업체에서 발열 기능을 내장한 의류는 국내외의 스포츠 브랜드 중심으로 시장진입이 이루어지고 있다 (Lee, 2013).

이에 따라, 발열 의류 착용 후 체온 변화에 따른 발열 성능 평가, 온열반응 평가 (Kim, 2008 ; Lee & Jeong, 2010a ; Jung, 2011 ; Hwang & Lee, 2013) 및 발열 스마트 의류의 주관적 평가 (Lee & Jeong, 2010b) 등의 기존 개발된 발열 의류를 중심으로 착용시 인체에 미치는

생리적 영향 및 주관적 영향에 관한 연구가 이루어지고 있는 추세이나, 발열 스마트 의류 개발을 위한 발열부의 최적화 위치에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 발열 패드를 인체의 4부위에 나누어 부착하고, 인체의 부위별 피부온 변화 및 주관적 온열감을 평가함으로써, 발열 의류에 있어 최적의 발열패드 부착위치를 분석하고 이를 제시하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 연구의 설계

본 연구는 발열부, 전원 및 발열 제어부를 적용한 스마트 의류의 개발에 있어 최적의 효과를 갖는 발열부 부착위치 도출을 위하여 다음과 같이 실험을 설계하였다. 인체에 밀착되는 의류를 착용한 후, 상체의 4부위에 각각 온열 패드를 부착하고, 영하 5℃의 인공기후실에서 일정 시간 동안의 인체 부위별 온도 변화 및 부위별 주관적 온열감을 평가하였다. 본 실험은 서울대학교 패션신소재연구센터에서 2014년 01월 10에서 02월 20일에 걸쳐 실험이 진행되었다.

### 2.2. 실험 방법

#### 2.2.1. 피험자

측정 대상은 정상체중의 BMI 지수 (18.6~23.0)를 갖는 비슷한 신체조건인 20대 남자 10인으로 구성하였다. 피험자들의 평균 나이는 23.8세, 평균 키는 172.77 cm, 몸무게는 65.62 kg 및 BMI 지수는 21.89를 갖는 피험자로 구성하였으며, 그 세부 사항은 Table 1과 같다. 피험자들의 피부온 및 주관적 온열감의 평가 시 음식물 섭취로 인한 열 발생 효과를 피하기 위하여 식사 후 2시간 이후에 실험이 진행되도록 하였으며, 동일 시간대에 실험을 진행하였다 (Lee et al., 2009).

Table 1. Characteristics of the subjects

	Gender	Age	Height (cm)	Mass (kg)	BMI
Subject 1	male	23	170.0	55.8	19.31
Subject 2	male	29	166.7	54.5	19.61
Subject 3	male	24	177.7	72.1	22.83
Subject 4	male	28	187.0	80.2	22.92
Subject 5	male	28	182.3	75.4	22.69
Subject 6	male	21	175.0	70.0	22.86
Subject 7	male	25	169.0	64.8	22.69
Subject 8	male	20	170.0	63.3	21.9
Subject 9	male	20	165.0	59.9	22.0
Subject10	male	20	165.0	60.2	22.11
mean	male	23.80	172.77	65.62	21.89

2.2.2. 실험 설계

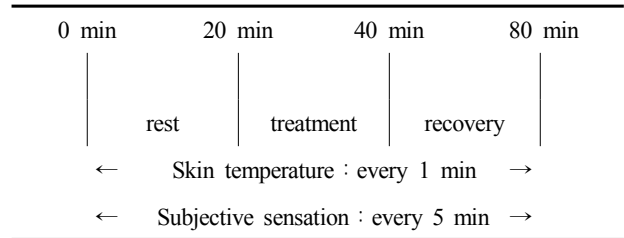
1) 실험 환경

온열패드에 부착 부위에 따른 인체의 피부온 변화와 온열감 측정을 위하여 인공기후실은 ESTEC (2.5 m × 5.12 m × 2.5 m : Japan)을 적용하였다 (Figure 1). 인공기후실의 환경은 영하 5 °C, RH 42.5 ± 3 %의 조건으로 온도와 습도를 설정하였으며, 피험자들은 실험복으로 갈아입고 센서 부착 후, 설정된 인공기후실에 입실하여 20분간 안정기 (rest)를 취하고, 배, 등, 뒤희리 및 위팔로 구성된 온열패드 부착위치 중 한 부위에 온열패드를 부착하고 20분간 유지 (treatment)하였으며, 온열패드 제거 후 40분간 자세를 유지 (recovery)하도록 하였다. 피부온 측정은 TSK-1 (한국 텍스노스)를 이용하여 전 과정에 걸쳐 1분 간격으로 피부온을 측정하였다 (Figure 1). 피부온 측정 및 주관적 온열감 평가를 위한 실험 프로세스는 Table 2.에 제시하였다.



Figure 1. Climate Chamber (ESTEC) and Temperature measuring instrument (TSK-1)

Table 2. Experimental process



실험에 사용된 온열패드는 최고온도 63 °C, 최저온도 53 °C로 일정한 온도범위를 갖는 (Figure 2) 이너웨어 위에 부착하는 가로 130 mm × 세로 100 mm로 구성된 판매용 온열패드로 실험을 진행하였다. 또한, 온열패드는 상온에 두어 55 °C에 도달하였을 때, 인체 부위에 부착하였다. 온열패드는 위팔 부위에 두 개의 온열패드가 소요됨을 고려, 이와 동일한 구성을 위하여 온열패드는 두 개씩 사용하여 부착하였으며, 가장 안쪽의복인 티셔츠 위에 부착, 몸에 밀착되도록 하여 온열효과를 최대화 할 수 있도록 구성하였다. 피험자들은 실험이 진행되는 동안 움직임을 최소화하였으며, 책읽기, 핸드폰 사용하기, 컴퓨터 사용하기 등의 가벼운 동작은 허용되었다.



Figure 2. Heating pads used in the experiment

2) 실험 조건

발열 위치에 따른 인체의 피부온 변화와 주관적 온열감 평가를 위하여 온열패드는 등, 뒤희리, 아랫배 부위 및 위팔부위에 부착되었으며 (Figure 3), 부착 순서는 무작위로 시행되었다. 실험은 피험자마다 부착 부위를 무작위 선정하여 1일 1회 측정, 총 4부위에 온열패드를 부착하고 총 4회에 걸쳐 실시하였다. 피부온 및 직장온 변화 측정을 위하여, 피험자의 몸에 온도센서를 부착하고, 팬티, 셔츠, 가디건, 하의, 양말 및 패딩 점퍼를 착용하였다 (Figure 4, Table 3). 또한, 손과 발을 통한 열 손실을 예방하고, 보호하기 위하여 겨울

용 패딩 부츠와 스키장갑을 착용하였다.

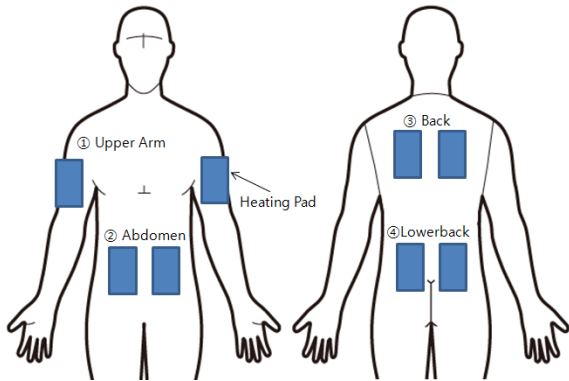


Figure 3. Attachment part of Heating pad



Figure 4. Configuration of wearing clothing

Table 3. Weight of Wearing clothing

<b>t-shirts</b>	154.1
<b>cardigan</b>	530.6
<b>padding</b>	918.2
<b>inner wear</b>	46.5
<b>pants</b>	467.0
<b>socks</b>	74.4
<b>total weight (g)</b>	2190.7

3) 평가 항목

① 온열 생리학적 평가

온열패드 부착위치에 따른 인체 온열생리학적 영향 측정을 위해, 피부온은 선행연구에서 수행한 Hardy & Dubois의 7점법 (Kang & Na, 2010)을 기반으로 피부온은 이마, 가슴, 위팔, 아래팔, 손등, 허벅지, 종아리 및 발등 부위에 부착하였으며, 가슴 부위의 온열패드로 인한 영향 요인 고려 및 체간부와 체지부에서의 피부

온의 차이 측정을 위하여 등, 배, 허리 피부온을 추가로 측정하였으며, 인체 코어에 미치는 영향을 분석하기 위해 직장온을 측정하였다.

이때, 온열패드에 의한 영향을 받지 않게 하기 위하여 온열패드와의 간격을 두고 부착하였으며, 1분마다 각 피부온을 측정 기록하도록 하였다 (Figure 5). 평균 피부온은 Hardy & Dubois 의 7점법 (Lee et al., 2009)으로 계산하였다.

$$\text{평균 피부온 (MST : Mean Skin Temperature)} = \text{이마온도} \times 0.07 + \text{아래팔온도} \times 0.14 + \text{손등온도} \times 0.05 + \text{허벅지온도} \times 0.19 + \text{종아리온도} \times 0.13 + \text{발등온도} \times 0.07 + \text{배온도} \times 0.35$$

② 주관적 온열감 평가

실험 동안 피험자에게 5분 간격으로 느끼는 온열감의 정도를 7점 척도를 이용하여 답변하도록 하였으며, 이때 인체부위는 피부온 측정부위와 동일한 이마, 가슴, 배, 등, 뒤 허리, 위팔, 아래팔, 손등, 허벅지, 종아리, 발등의 온열감 및 전체적인 주관적 온열감을 평가하도록 하였다. 그 척도는 Table 4와 같다.

Table 4. Scale of subjective thermal sensation

Scale	Thermal sensation
1	very cold
2	cold
3	cool
4	not both
5	warm
6	hot
7	very hot



Figure 5. Example of experiment

4) 분석 방법

온열패드 부착위치와 시기별 피부온 및 주관적 온열

감의 변화를 분석하기 위하여 SPSS 20.0을 사용하여, 반복측정 분산분석 (Repeated measure ANOVA)를 실시하였으며, Duncan을 통해 사후분석을 실시하였다.

### 3. 결 과

#### 3.1. 온열패드 부착위치에 따른 피부온의 변화

##### 3.1.1. 온열 패드 부착위치에 따른 체간부 피부온의 변화

머리 부위에서의 피부온은 온열패드 부착위치 및 시기에 따른 피부온의 차이는 없는 것으로 나타났으며, 시간에 따라 지속적으로 피부온이 하강하는 것으로 나타났다. 인체 체간부에서 측정된 피부온은 영하 5 ℃의 인공기후실에서 안정 시 피부온이 상승하는 것으로 나타났으며, 온열패드를 부착한 처치 시, 온열 패드를 제거한 후의 회복 시에서도 지속적인 온도 상승이 나타났다 (Table 5). 이는 추운환경에서의 인체

의 체온 유지 및 보호를 위하여 체간부의 피부온은 체지부의 피부온에 비해 인체의 온도를 유지하려는 현상으로 보이며, 이는 선행연구 (Jung, 2011; Sung & Lee, 1997)와도 일치하는 연구결과이다.

가슴의 피부온은 온열패드 부착위치에 따라 피부온에 유의한 차이 ( $p<.05$ )가 있는 것으로 나타났으며, 등에 온열패드를 부착한 경우에 처치 시 피부온 변화량 (+2.15%)이 가장 큰 것으로 분석되었으며, 온열패드 제거 후에는 뒤 허리 부위에 온열패드를 부착한 경우의 피부온이 +2.26 %로 가장 큰 변화량을 보이는 것으로 나타났다. 사후분석 결과, 시작과 안정 시, 안정 시와 온열패드 처치 후 회복 시에 가슴 피부온 상승에 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 등 피부온은 온열패드 부착 부위 및 시기에 따라 유의한 차이 ( $p<.05$ )를 보이는 것으로 나타났다. 등 부위에 온열패드 처치 시 등의 피부온의 변화량 (+1.85%)이 가장 큰 것으로 나타났으며, 처치 후 회복 시 피부온의 변화량 (+2.10%) 또한 가장 큰 것으로 나타났다. 배 피부온은 배에 온열패드를 부착한 경우 가장 피부온 변화량 (3.30%)이 큰 것

Table 5. Temperatures on torso surface depending upon the heating location and measurement time

measurement part	attachment part	start (A)	rest (B)	treatment (C)	recovery (D)	F	P	post-hoc	
head	abdomen (a)	31.15±1.84	30.15±1.86	29.92±1.95	29.90±2.29	part time 3.502 part*time .024	.26 3.502 .017 1.000	.855 .017 1.000	A>C,D
	back (b)	31.25±1.70	30.20±2.04	30.18±2.18	29.71±2.44				
	lowerback (c)	31.24±1.76	30.12±1.85	30.01±1.92	30.06±1.81				
	arm (d)	31.65±2.06	30.45±2.21	30.32±2.34	30.21±2.39				
chest	abdomen (a)	32.16±2.29	33.41±1.82	33.58±1.72	34.23±1.42	part time 14.241 part*time .163	3.77 14.241 .000 .997	.043 .000 .997	a<b A<B<D
	back (b)	32.48±1.54	33.72±1.52	34.45±1.59	34.79±1.52				
	lowerback (c)	32.46±1.83	33.68±1.50	33.71±1.47	34.49±1.14				
	arm (d)	32.15±1.94	33.75±1.54	34.29±1.24	34.94±0.82				
back	abdomen (a)	32.61±1.21	33.44±1.19	34.04±1.17	34.52±1.03	part time 12.479 part*time .039	2.55 12.479 .000 1.000	.048 .000 1.000	c,d<b A<B<C,D
	back (b)	32.64±1.65	33.46±1.35	34.09±1.49	34.82±1.24				
	lowerback (c)	32.55±1.45	33.31±1.24	33.69±1.14	34.15±1.13				
	arm (d)	32.28±1.43	33.24±1.27	33.64±1.68	34.15±1.34				
abdomen	abdomen (a)	31.74±1.76	32.82±2.00	33.94±2.39	34.29±2.35	part time 7.723 part*time .193	1.48 7.723 .000 .995	.698 .000 .995	A<B<C,D
	back (b)	31.52±2.23	32.67±2.26	32.97±2.55	33.45±2.52				
	lowerback (c)	31.82±1.82	32.95±1.75	32.68±2.11	33.62±1.80				
	arm (d)	31.36±1.87	32.76±1.85	33.28±1.96	33.88±1.75				
lowerback	abdomen (a)	33.68±1.44	34.55±0.97	34.64±0.93	34.73±0.86	part time 11.285 part*time .089	1.77 11.285 .000 1.000	.032 .000 1.000	a,d<b,c A<B<C,D
	back (b)	33.58±1.12	34.30±1.07	34.67±1.07	34.94±1.02				
	lowerback (c)	33.96±1.38	34.63±0.81	34.92±0.67	35.24±0.67				
	arm (d)	33.54±1.33	34.44±0.84	34.74±0.92	34.97±0.92				

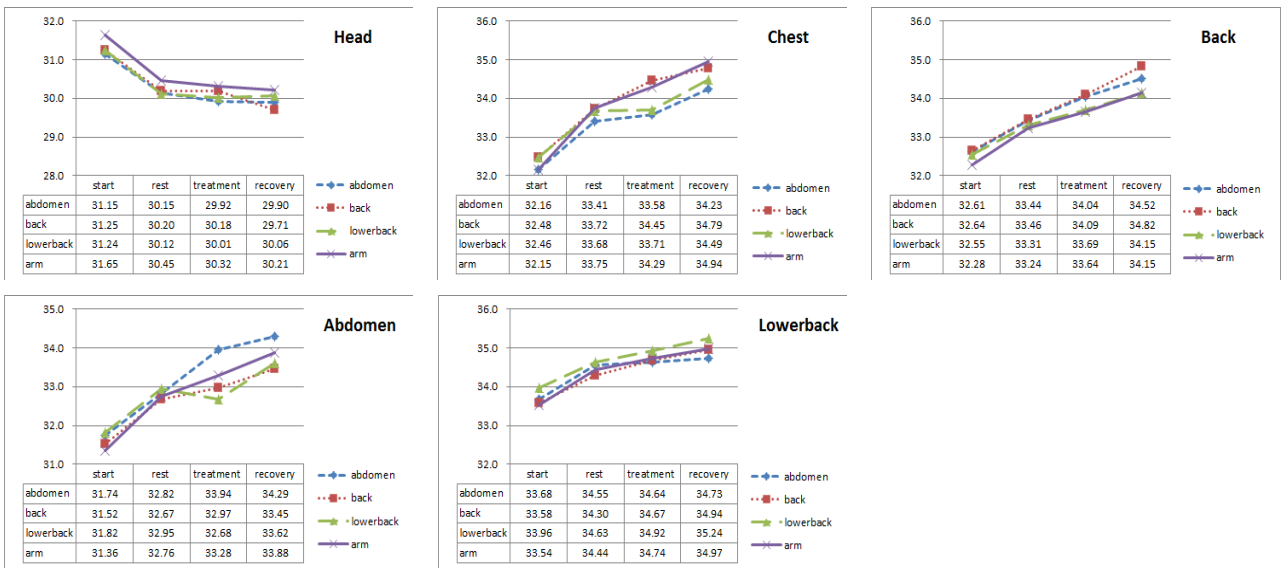


Figure 6. Comparative changes in the temperatures on torso surface depending upon the heating part and measurement time

으로 나타났으나, 제거 후 회복 시에는 등과 뒤 허리 부분에 온열패드를 부착, 제거 한 경우의 피부온 변화량 (+2.80%)이 가장 큰 것으로 나타났으나 온열패드 부착위치에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다. 뒤 허리 피부온의 경우 온열패드의 부착 부위에 따라 유의한 차이 ( $p < .05$ )가 있는 것으로 분석되었다. 등에 온열패드 처치 시, 가장 큰 변화량 (+1.07%)을 보이는 것으로 나타났으며, 처치 후 회복 시에는 뒤 허리에 온열패드를 부착, 제거한 경우에 가장 큰 변화량 (+0.91%)을 갖는 것으로 나타났다. 등, 배 및 뒤 허리 부위의 시간에 따른 피부온 변화의 사후 검정 결과, 시간의 경과에 따른 피부온 상승에 유의한 차이를 보이는 것으로 분석되었다.

### 3.1.2. 발열 패드 부착위치에 따른 상지부 피부온의 변화부착

상완의 피부온은 안정 시에는 차이가 없다가 상완

에 온열패드를 부착한 후 온도가 상승하고 온열패드 제거 이후 온도가 급속하게 하강하는 것으로 나타났는데, 온열패드를 상완부에 부착, 상완 피부온에 직접적인 영향을 미쳐 나타난 결과로 사료된다. 이를 제외하고는 온열패드 부착위치 및 시기에 따른 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다 (Table 6, Figure 7). 하완부의 경우에는 안정 시부터 지속적으로 피부온의 하강이 관찰되었으며, 온열패드를 부착한 후에도 피부온이 하강하는 것으로 나타났으며, 온열패드 부착위치에 따른 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 시간에 따른 하완부 피부온의 사후검정 결과, 온열패드 처치 후 회복시의 피부온이 유의하게 하강하는 것으로 분석되었다. 손등 피부온의 경우 하완 피부온의 경향과 유사하게 나타났으나 피부온의 하강 정도가 더 큰 것으로 나타났다. 사후검정결과 시작과 안정 시에 비해 처치시의 피부온이 유의하게 하강하는 것으로 분석되었으며, 처치 시에 비해 회복시의 피부온이 유의하게 하강하는

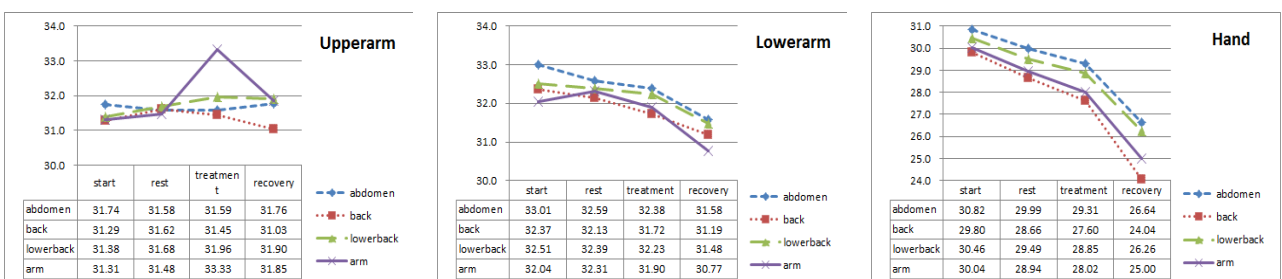


Figure 7. Comparative changes in the temperatures on upper limb surface depending upon the heating location and measurement time

Table 6. Temperatures on upper limb surface depending upon the heating part and measurement time

measurement part	attachment part	start (A)	rest (B)	treatment (C)	recovery (D)	F		P	post-hoc
upperarm	abdomen (a)	31.74±2.04	31.58±2.04	31.59±1.94	31.76±1.98	part time part*time	.71 .791 .579	.548 .501 .813	
	back (b)	31.29±2.26	31.62±1.97	31.45±2.02	31.03±2.05				
	lowerback (c)	31.38±1.98	31.68±1.56	31.96±1.52	31.90±1.62				
	arm (d)	31.31±1.69	31.48±1.60	33.33±2.78	31.85±1.77				
lowerarm	abdomen (a)	33.01±0.65	32.59±0.89	32.38±0.95	31.58±1.35	part time part*time	1.51 5.435 .130	.214 .001 .999	A,B,C>D
	back (b)	32.37±1.66	32.13±0.80	31.72±0.90	31.19±1.38				
	lowerback (c)	32.51±1.76	32.39±1.65	32.23±1.82	31.48±1.87				
	arm (d)	32.04±1.69	32.31±1.31	31.90±1.49	30.77±1.80				
hand	abdomen (a)	30.82±2.04	29.99±3.00	29.31±3.94	26.64±4.89	part time part*time	2.09 16.148 .102	.104 .000 1.000	A,B>C>D
	back (b)	29.80±2.57	28.66±3.26	27.60±3.21	24.04±4.54				
	lowerback (c)	30.46±2.04	29.49±2.35	28.85±2.51	26.26±3.39				
	arm (d)	30.04±2.27	28.94±2.76	28.02±3.11	25.00±3.36				

것으로 분석되었다. 이는 영하의 온도에서 시간의 경과에 따라 팔초 부위의 피부온이 더 급감하는 것으로 분석되며, 체간부의 온열패드 처치 시 손등 피부온에 영향을 거의 미치지 못하는 것으로 사료된다.

**3.1.3 발열 패드 부착위치에 따른 하지부 피부온의 변화**

하지 피부온은 발을 제외하고는 온열패드 부착위치에 따른 유의한 차이는 관찰되지 않았으나, 시작-안정시-처치시-회복시, 시기에 따른 피부온에서는 유의

한 차이가 있는 것으로 나타났다 (Table 7, Figure 8).

허벅지 피부온은 온열패드 처치 시 온열 패드 부착 위치에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났으며, 지속적으로 피부온이 하강하는 것으로 나타났다. 발등 피부온의 경우 온열패드 부착위치에 따른 피부온에 유의한 차이 ( $p<.05$ )가 있었으며, 등에 온열패드 부착 시 변화량 (-3.65%)이 가장 적은 것으로 나타났으며, 뒤 허리 부위에 온열패드 제거 후 회복 시에 변화량 (-6.38%)로 가장 적은 것으로 나타났다. 발등 피부온은 사후분석 결과에서도 다른 하지부에 비해 시간의 경과에 따라

Table 7. Temperatures on lower limb surface depending upon the heating location and measurement time

measurement part	attachment part	start (A)	rest (B)	treatment (C)	recovery (D)	F		P	post-hoc
thigh	abdomen (a)	29.49±1.31	27.21±1.49	26.17±1.34	24.12±1.37	part time part*time	1.02 65.590 .147	.385 .000 .998	A>B>C>D
	back (b)	29.82±1.10	27.45±1.45	26.24±1.31	24.74±1.49				
	lowerback (c)	29.77±0.95	27.41±1.24	26.24±1.50	24.64±1.53				
	arm (d)	28.84±2.30	26.86±2.36	25.00±1.95	24.46±1.88				
leg	abdomen (a)	30.94±0.32	28.38±0.62	26.88±0.72	25.91±1.60	part time part*time	1.92 149.385 .579	.130 .000 .813	A>B>C>D
	back (b)	30.78±0.92	28.11±0.80	26.67±1.16	25.21±1.03				
	lowerback (c)	30.56±0.94	28.17±1.00	26.93±0.91	25.04±1.33				
	arm (d)	30.15±1.04	27.35±1.50	26.75±1.19	25.41±1.74				
foot	abdomen (a)	30.50±2.30	29.22±2.50	28.19±2.76	26.12±2.66	part time part*time	4.49 35.305 .106	.005 .000 .999	A>B,C>D
	back (b)	30.32±1.79	29.08±1.96	28.06±2.23	25.96±1.92				
	lowerback (c)	30.47±1.30	28.81±1.40	27.65±1.89	25.00±1.83				
	arm (d)	29.12±1.87	27.74±2.04	26.55±1.99	24.38±2.26				

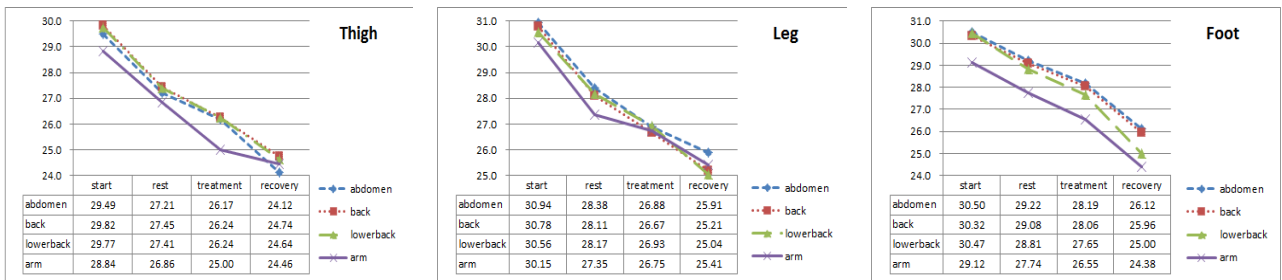


Figure 8. Comparative changes in the temperatures on lower limb surface depending upon the heating location and measurement time

피부온이 급감하는 결과를 보였으며, 이는 추운 환경에 노출에 있어 말초 부위가 추운 환경의 영향을 크게 받는다는 선행연구 (Kim et al., 2010)와도 일치한다. 또한, 온열 패드 처치 시 허벅지 피부온의 하강은 체간부 및 상지부에 비해 그 변화량 (허벅지/배 : -4.01%, 팔: 3.31%, 뒤 허리 : -4.60%, 등 : -4.65%)이 큰 것으로 나타났으며, 이는 종아리 피부온의 결과에서도 유사한 양상을 보였다. 즉, 하지부에서 피부온은 상지부 피부온에 비해 감소의 폭이 큰 양상을 보였으며, 온열처치에도 거의 영향을 받지 않는 것으로 분석되었는데, 이는 Jung (2011)의 발열의복이 말단부의 피부온에 영향을 거의 미치지 못한다는 결과와 일치하는 결과이다.

### 3.1.4 발열 패드 부착위치에 따른 평균 피부온 및 직장온의 변화

인체의 내부 온도 변화를 알아보기 위하여 직장온을 측정 한 결과, 온열처치 부위에 따른 직장온이 유의한 차이 ( $p < .05$ )가 있는 것으로 나타났으며, 전반적으로 온열처치 후에도 온도가 하강하는 것으로 나타났다 (배 :

-0.32 %, 팔: -0.05 %, 뒤 허리: -0.30 %, 등: -0.33 %). 회복 시에 배 (-0.66 %), 팔 (-0.66 %), 뒤 허리 (-0.16 %)에 온열패드를 부착, 회복 시에는 모두 온도가 하강하는 것으로 나타났으나, 등 부위에 온열패드 부착, 제거 후에는 오히려 직장온이 상승하는 것 (+0.65%)으로 나타났다 (Table 8). 사후검정 결과 등과 뒤 허리 부위에 온열 패드를 부착한 경우에 비해 배와 등 부위에 온열패드 부착 시 유의한 직장온 상승률을 갖는 것으로 분석되었다.

평균 피부온의 경우 이마, 배, 아래팔, 손등, 허벅지, 종아리 및 발등피부온의 7부위를 적용하여 산출하였다. 온열패드 부착 위치에 따른 평균 피부온의 차이는 거의 없는 것으로 나타났으나 배에 온열패드를 부착한 후 평균 피부온이 다른 부위에 온열패드를 부착한 경우에 비해 전체적으로 높게 나타났다 (Table 8, Figure 9). 이는 배 피부온이 평균 피부온을 도출하는 직접적인 요소로 작용함에 따라 이와 같은 결과가 도출된 것으로 사료된다.

Table 8. The rectal temperatures and averaged skin temperatures depending upon the heating location and measurement time

measurement part	attachment part	start (A)	rest (B)	treatment (C)	recovery (D)	F		P	post-hoc
rectal	abdomen (a)	37.25±.46	37.19±.45	37.06±.48	36.92±.49	part time part*time	3.08	.030	b,c<a,d
	back (b)	37.10±.43	36.85±.76	36.73±.86	36.97±.44		1.390	.248	
	lowerback (c)	37.24±.31	37.20±.35	37.09±.38	37.03±.34		.220	.991	
	arm (d)	37.00±.75	36.73±1.01	36.71±.97	36.47±1.34				
MST	abdomen (a)	31.30±.22	30.65±.36	30.48±.32	30.11±.42	part time part*time	2.98	.248	
	back (b)	30.67±.23	30.22±.64	29.93±.24	29.53±.54		1.282	.221	
	lowerback (c)	31.03±.38	30.38±.28	29.96±.34	29.60±.82		.212	.824	
	arm (d)	31.16±.46	30.54±.82	29.91±.64	29.44±.62				



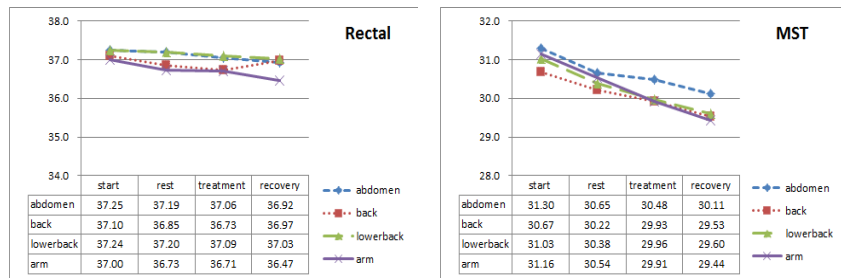


Figure 9. A comparison of the changes in the rectal temperatures and averaged skin temperatures depending upon the heating location and measurement time

### 3.2. 온열패드 부착위치에 따른 온열감 평가

#### 3.2.1 온열패드 부착위치에 따른 체간부의 온열감

온열 패드 부착위치에 따른 체간부의 주관적 온열감 평가 결과, 부착위치 및 시기에 따른 유의한 차이가 나타났다. 머리 온열감은 온열패드 부착위치별 유의한 차이 ( $p < .05$ )가 있는 것으로 나타났으며, 등 부위에 온열 패드를 부착한 경우 처치 시 및 회복시의 온열감이 가장 높은 것으로 분석되었다 (Table 9, Figure 10).

가슴부위의 온열감은 온열패드 부착위치별 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으나, 안정 시에는 온열감이 낮아지다가 등 부위에 온열패드 처치 후 회복시에 가장 높게 온열감 (3.90)을 느끼는 것으로 나타났다. 뒤 허리와 상완에 온열패드를 처치한 경우에는 시작 - 안정 - 처치 - 회복 시에 이르기까지 온열감이 지속적으로 낮아지는 경향을 보였다. 배부위에서의 온열감은 온열 패드 부착위치에 따라 유의한 차이 ( $p < .05$ )를 보였으나, 배에 온열패드를 부착한 경우 부착 시 배

Table 9. Subjective thermal sensation on torso surface depending upon the heating location and measurement time

measurement part	attachment part	start (A)	rest (B)	treatment (C)	recovery (D)	F	P	post-hoc	
head	abdomen (a)	3.40±0.27	2.80±0.27	2.30±0.27	2.30±0.24	part time part*time	2.69 7.60 0.39	.049 .000 .939	b>a,c,d A>B,C,D
	back (b)	3.60±0.27	3.00±0.27	3.30±0.27	3.00±0.27				
	lowerback (c)	3.30±0.27	2.90±0.27	2.60±0.27	2.50±0.27				
	arm (d)	3.40±0.27	3.00±0.27	2.70±0.27	2.60±0.27				
chest	abdomen (a)	4.00±0.23	3.80±0.23	4.20±0.23	3.30±0.23	part time part*time	1.35 9.03 1.28	.259 .000 .252	A>B,C>D
	back (b)	4.30±0.23	3.80±0.23	4.10±0.23	3.90±0.23				
	lowerback (c)	4.40±0.23	4.00±0.23	3.80±0.23	3.30±0.23				
	arm (d)	4.40±0.23	3.80±0.23	3.40±0.23	3.20±0.23				
abdomen	abdomen (a)	4.20±0.22	3.80±0.22	5.00±0.22	3.50±0.22	part time part*time	2.81 0.39 2.20	.042 .000 .025	a,b>d A,B,C>D
	back (b)	4.40±0.22	4.10±0.22	4.30±0.22	3.80±0.22				
	lowerback (c)	4.20±0.22	4.20±0.22	3.90±0.22	3.40±0.22				
	arm (d)	4.30±0.22	3.90±0.22	3.60±0.22	3.20±0.22				
back	abdomen (a)	4.20±0.23	3.90±0.23	3.80±0.23	3.60±0.23	part time part*time	3.91 7.72 0.94	.010 .000 .495	b>a,c,d A,B,C>D
	back (b)	4.40±0.23	4.10±0.23	4.80±0.23	3.90±0.23				
	lowerback (c)	4.20±0.23	4.20±0.23	4.00±0.23	3.40±0.23				
	arm (d)	4.30±0.23	3.80±0.23	3.80±0.23	3.20±0.23				
lower- back	abdomen (a)	4.10±0.24	4.10±0.24	3.90±0.24	3.10±0.24	part time part*time	2.95 10.71 0.91	.035 .000 .521	a<b A,B,C>D
	back (b)	4.60±0.24	4.00±0.24	4.60±0.24	4.00±0.24				
	lowerback (c)	4.20±0.24	4.30±0.24	4.40±0.24	3.50±0.24				
	arm (d)	4.20±0.24	4.20±0.24	4.30±0.24	3.10±0.24				

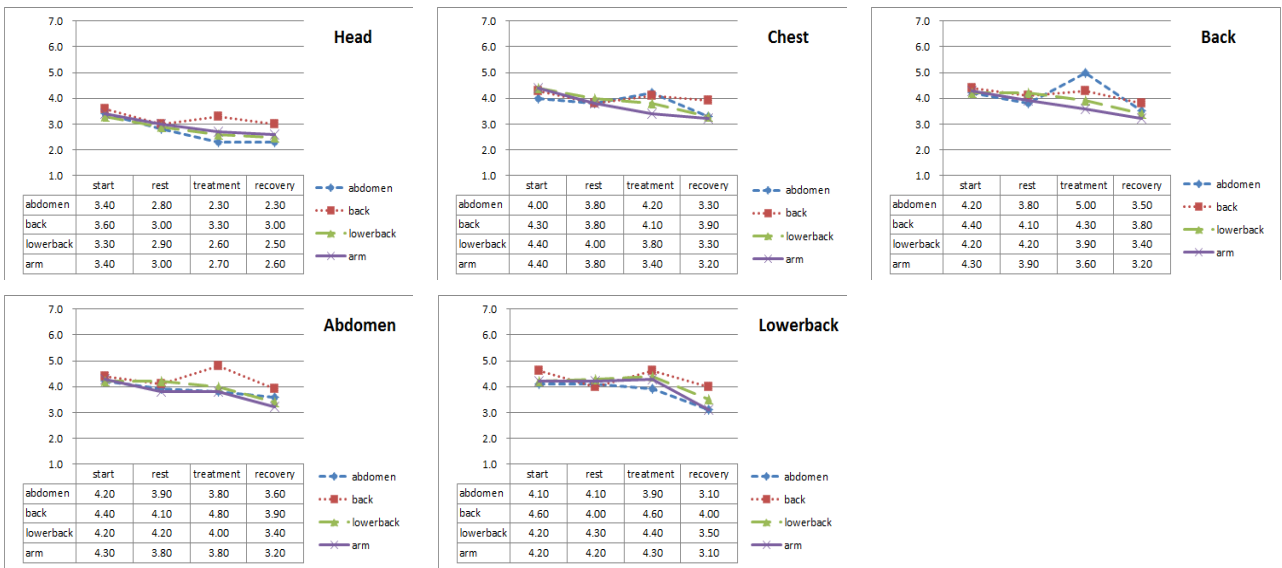


Figure 10. Comparative changes in the subjective thermal sensation on torso surface depending upon the heating location and measurement time

부위에서의 온열감이 크게 상승 (안정 시 : 3.80 → 처치 시 : 5.00)한 것으로 평가되었다. 이러한 경향은 온열패드를 부착한 부위와 온열감 평가부위가 같을 경우 온열감이 높아지는 경향을 보였는데, 이는 온열패드 부착위치가 온열감 평가부위의 피부온 상승에 직접적인 영향으로 인해 온열감에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 배 부위의 온열감은 온열패드가 직접적으로 영향을 미치는 배 부위에 온열패드를 처치한 경우를 제외하고는 등 부위의 온열패드의 처치 시 및 회복 시 온열감을 가장 높게 느끼는 것으로 나타났다. 뒤 허리와 팔에 온열패드를 부착한 경우, 오히려 온열감이 지속적으로 낮아지는 추세를 보이는 것으로 분석되었다. 사후 검정 결과에서도 배와 등에 온열패드를 부착한 경우의 온열감이 다른 부위에 온열패드를 부착한 경우에 비해 유의한 온열감의 상승을 가져오는 것으로 분석되었다.

등 부위의 온열감은 온열패드 부착위치별 유의한 차이 ( $p < .05$ )를 갖는 것으로 분석되었다. 등에 온열패드 처치 시 4.80, 뒤 허리에 온열패드 처치 시 4.00의 온열감을 갖는 것으로 나타났다. 뒤 허리 부위의 피부온은 뒤 허리 부위에 온열패드를 처치한 경우 (온열감: 4.80)를 제외하고, 등에 온열패드 처치시 온열감 (4.60)이 가장 높았으며, 회복 시에도 가장 높은 온열감 (4.00)을 나타내었으며, 온열패드 부착위치별 유의한 차이 ( $p < .05$ )를 갖는 것으로 분석되었다. 사후검정 결과 배 부위에

비해 등과 뒤 허리 부위에 온열패드 부착 시 유의한 온열감의 차이를 갖는 것으로 분석되었다.

### 3.2.2 온열패드 부착위치에 따른 상지부의 온열감

상지부의 온열감을 종합한 결과, 상완부에서는 온열패드 부착위치별 온열감 ( $p < .01$ )에 차이가 있는 것으로 나타났으나, 하완 및 손등 부위에서는 온열패드 부착위치에 따른 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다 (Table 10).

상완 부위의 온열감의 추이를 살펴볼 때, 상완부에 온열패드 부착 시 직접적인 온열효과로 인하여 온열감이 가장 많이 상승한 것으로 나타났다 (안정 시 : 4.00 → 처치 시 : 4.90) (Figure 11). 등과 뒤 허리에 온열패드 처치 시에도 상완부의 온열감이 각각 4.60, 4.30으로 상승, 온열패드를 제거한 회복 시에도 각각 3.20, 3.20으로 다른 부위에 온열패드 처치 시 및 회복 시에 비해 온열감이 높은 것으로 평가되었다. 배에 온열패드를 부착한 경우에는 상완의 온열감에 직접적인 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났으며, 오히려 처치 시 온열감이 하락 (안정 시 : 4.60 → 처치 시 : 3.60), 회복 시에도 지속적으로 온열감이 낮아지는 것으로 분석되었다. 사후검정 결과 배 부위 온열패드 부착 시에 비해 상완부에 온열패드 부착이 유의한 온도 상승을 가져오는 것으로 분석되었으며, 시작, 안정 시 및 처치 시에 비해 회복시에 상완 온열감이 유의하게 낮아지는 것으로 분

Table 10. Subjective thermal sensation on upper limb surface depending upon the heating location and measurement time

measurement part	attachment part	start (A)	rest (B)	treatment (C)	recovery (D)	F		P	post-hoc
upperarm	abdomen (a)	4.10±0.24	4.60±0.24	3.60±0.24	2.90±0.24	part time part*time	4.40 17.12 1.99	.005 .000 .045	a<d A,B,C>D
	back (b)	4.20±0.24	4.10±0.24	4.60±0.24	3.20±0.24				
	lowerback (c)	4.30±0.24	4.00±0.24	4.30±0.24	3.20±0.24				
	arm (d)	4.30±0.24	4.00±0.24	4.90±0.24	3.10±0.24				
lowerarm	abdomen (a)	4.10±0.23	3.50±0.23	3.40±0.23	2.80±0.23	part time part*time	2.12 21.21 1.85	.021 .000 .064	b>a,c,d A,B>C>D
	back (b)	4.00±0.23	3.90±0.23	4.40±0.23	3.00±0.23				
	lowerback (c)	4.20±0.23	3.80±0.23	3.60±0.23	2.80±0.23				
	arm (d)	4.20±0.23	3.90±0.23	3.00±0.23	2.90±0.23				
hand	abdomen (a)	4.00±0.27	3.60±0.27	3.10±0.27	2.20±0.27	part time part*time	0.41 25.43 .045	.748 .000 .908	A>B,C>D
	back (b)	3.90±0.27	3.40±0.27	3.20±0.27	2.40±0.27				
	lowerback (c)	3.80±0.27	3.60±0.27	3.60±0.27	2.50±0.27				
	arm (d)	4.00±0.27	3.60±0.27	2.90±0.27	2.20±0.27				

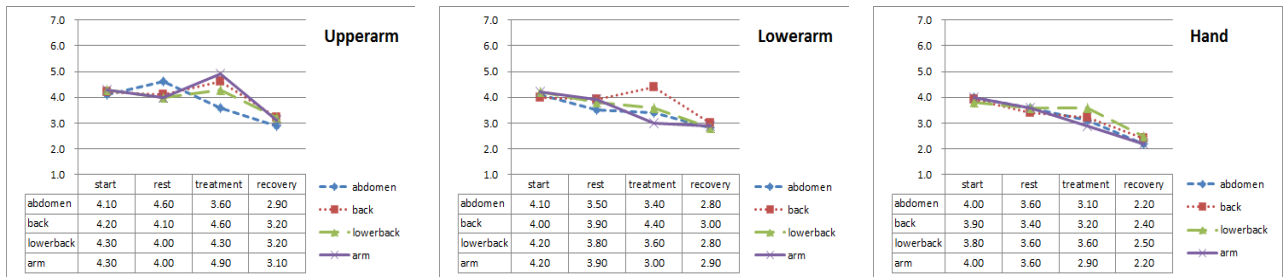


Figure 11. Comparative changes in the subjective thermal sensation on upper limb surface depending upon the heating location and measurement time

석되었다(Table 10). 하완에서는 온열패드 부착위치에 따른 온열감의 유의한 차이 ( $p<.05$ )를 보였으며, 등 부위에 온열패드를 부착한 경우를 제외한 부위에서는 온열패드 부착 후에도 온열감이 하강하는 것으로 나타났으며, 사후검정에서도 일치하는 결과를 보였다. 손등의 온열감은 온열패드 부착위치에 따른 유의한 차이는 없는 것으로 분석되었으며, 뒤 허리 부위에 온열패드 처치 시 온열감이 유지되는 것으로 평가되었으나, 다른 부위에서의 온열패드 처치 시 온열감이 오히려 하락하는 것으로 나타났다. 전반적으로 상지부의 온열감은 시작 - 안정 시 - 처치 시 - 회복 시에 지속적으로 온열감이 하락하는 것으로 관찰되었으나 일부 등에 온열패드 처치 시에 온열감이 유지 또는 상승되는 결과를 보여 상지부의 온열감은 등에 온열패드 처치가 온열감에 정적인 영향을 미치는 것으로 분석된다.

### 3.2.3 온열패드 부착위치에 따른 하지부의 온열감

하지부의 온열감은 시기에 따라 유의한 차이 ( $p<.001$ )가 있는 것으로 분석되었으며, 허벅지와 발등에서는 온열패드 부착위치에 따라 유의한 차이 ( $p<.05$ ;  $p<.05$ )가 있는 것으로 분석되었다 (Table 11).

허벅지의 온열감은 등과 뒤 허리에 온열패드 부착시 온열감이 유지되는 것으로 나타났으며 등 부위에서는 온열패드를 제거 후에도 온열감의 하락이 가장 적은 것으로 나타났다. 사후 검정 결과에서도 등에 온열패드를 부착 시 허벅지 온열감이 다른 부위에 온열패드를 부착한 경우에 비해 유의하게 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 배와 팔에 온열패드를 부착한 경우에는 시작, 안정 시, 처치 시 및 회복 시에 이르기까지 온열감이 지속적으로 하락하는 것으로 나타났다 (Figure 12).

종아리의 온열감은 온열패드 부착위치에 따른 유의

Table 11. Subjective thermal sensation on lower limb surface depending upon the heating location and measurement time

measurement Part	attachment part	start (A)	rest (B)	treatment (C)	recovery (D)	F		P	post-hoc analysis
						part time	part*time		
thigh	abdomen (a)	3.60±0.22	2.80±0.22	2.50±0.22	2.00±0.22	part time 27.34	0.80	.042 .000 .613	b>a,c,d A>B,C>D
	back (b)	3.40±0.22	2.80±0.22	2.80±0.22	2.60±0.22				
	lowerback (c)	3.50±0.22	2.70±0.22	2.70±0.22	2.00±0.22				
	arm (d)	3.60±0.22	2.80±0.22	2.30±0.22	2.00±0.22				
leg	abdomen (a)	3.10±0.25	2.90±0.25	2.50±0.25	1.90±0.25	part time 22.73	0.79	.149 .000 .622	A>B,C>D
	back (b)	3.40±0.25	2.80±0.25	2.90±0.25	2.60±0.25				
	lowerback (c)	3.50±0.25	2.70±0.25	2.30±0.25	1.60±0.25				
	arm (d)	3.40±0.25	2.90±0.25	2.40±0.25	1.90±0.25				
foot	abdomen (a)	3.80±0.25	3.20±0.25	2.50±0.25	1.90±0.25	part time 41.47	1.70	.035 .000 .095	b>a,c,d A>B>C>D
	back (b)	3.90±0.25	2.70±0.25	2.80±0.25	2.80±0.25				
	lowerback (c)	3.80±0.25	2.90±0.25	2.20±0.25	1.50±0.25				
	arm (d)	3.70±0.25	2.90±0.25	2.40±0.25	1.50±0.25				

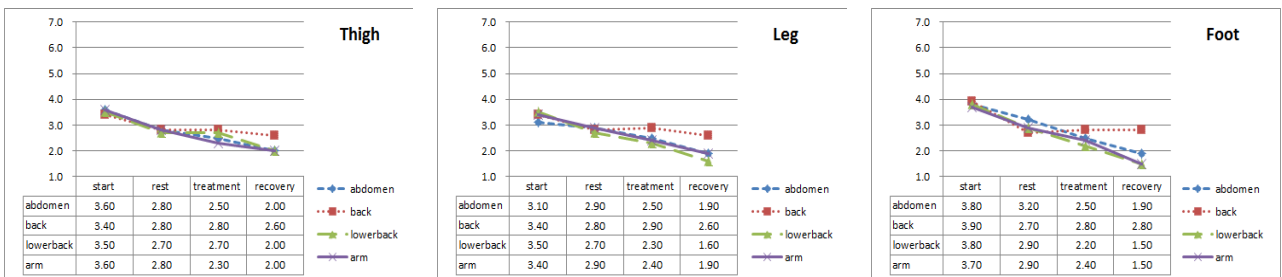


Figure 12. Comparative changes in the subjective thermal sensation on lower limb surface depending upon the heating location and measurement time

한 차이는 없는 것으로 나타났으며, 시기에 따라 유의한 차이 ( $p<.001$ )를 보이는 것으로 나타났다. 등에 온열패드 처치 시 온열감이 상승하는 것으로 나타났으며, 제거 후에도 다른 부위에 비해 종아리 온열감이 가장 높은 것으로 나타났다. 다른 온열패드 처치 부위에서는 시간의 경과에 따라 온열감이 하락하는 것으로 나타났다.

발등의 온열감은 부위별, 시기별 유의한 차이 ( $p<.05$ ;  $p<.001$ )를 갖는 것으로 분석되었는데, 등에 온열패드 처치 시 가장 높은 온열감 (2.80)을 갖는 것으로 분석되었으며, 회복 시에도 온열감을 유지 (처치 시 : 2.80, 회복 시 : 2.80)하는 것으로 나타났다.

전반적으로 하지부는 상지부에 비해 낮은 온열감을 갖는 것으로 분석되었으며, 등에 온열패드를 처치한 경우가 다른 처치부위에 비해 하지부 온열감에 영향

을 미치는 것으로 나타났다. 시간에 따른 하지부 온열감의 사후검정 결과 시간에 따라 하지부의 온열감은 유의하게 하강하는 현상을 갖는 것으로 분석되었다.

### 3.2.4 온열패드 부착위치에 따른 전체적 온열감

온열패드의 부착위치에 따른 전체적인 온열감은 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 ( $p<0.001$ ). 등에 온열패드가 부착된 경우에서 전체적으로 가장 높은 온열감을 보였으며, 이는 처치 시 및 회복 시에도 다른 부위에 온열패드를 부착한 경우보다 월등히 높은 온열감을 갖는 것으로 나타났다. 그 다음으로 온열감이 높은 부위는 뒤 허리, 배, 팔 순으로 나타났다 (Table 12). 사후검정 결과, 등에 온열패드 부착 시 다른 부위에 온열패드 부착 시에 비해 높은 전반적 온열감을 갖는 것으로 분석되었다.

Table 12. Total subjective thermal sensation on lower limb surface depending upon the heating location and measurement time

measurement Part	attachment part	start (A)	rest (B)	treatment (C)	recovery (D)	F		P	post-hoc analysis
						part time	part*time		
Total Thermal sensation	abdomen (a)	4.00±0.24	3.40±0.24	3.10±0.24	1.90±0.24	7.13 37.58 1.43	.000 .000 .180	b>a,c,d A>B,C>D	
	back (b)	4.20±0.24	3.60±0.24	4.00±0.24	3.10±0.24				
	lowerback (c)	4.10±0.24	3.50±0.24	3.40±0.24	2.20±0.24				
	arm (d)	4.00±0.24	3.40±0.24	2.60±0.24	2.00±0.24				

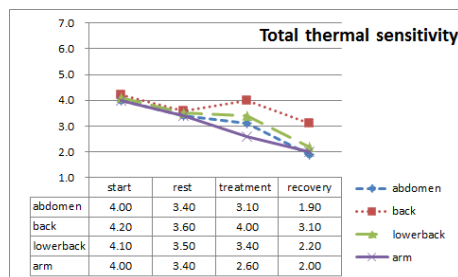


Figure 13. Comparative changes in the total subjective thermal sensation depending upon the heating location and measurement time

#### 4. 결론 및 논의

본 연구에서는 발열 패드 내장 시 최대의 발열 효율성을 갖는 발열 기능의 스마트 의류 개발에서의 발열 패드 부착 부위 도출을 위하여 평균 체형을 갖는 20대 남성 10명을 대상으로 인공기후실의 환경을 구성하고 배, 등, 뒤 허리 및 상완 부위에 온열 패드를 부착, 인체의 11부위에서의 피부온과 직장온의 변화 및 온열감을 측정하고 분석하였다.

그 결과, 체간부에서는 등에 온열패드를 부착한 경우 배, 뒤 허리 및 배에 온열패드 처치 시에 비해 가슴, 등, 뒤 허리 부위의 피부온이 유의하게 상승한 것으로 나타났으나, 체지부에서는 발등 부위를 제외하고 온열패드 부착위치에 따른 피부온의 유의한 차이가 발생하지 않는 것으로 나타났다. 그러나 시작-안정 시-처치 시-회복시의 시기에 따라서는 체간부 및 체지부 모두에서 피부온의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 체간부에서는 온열패드 처치와 상관없이 피부온이 지속적으로 상승하고 있는 것으로 분석되었으며, 체지부에서는 일부를 제외하고는 온열패드 처치와 상관없이 시기에 따라 피부온이 하강하는 것으로 관찰되었다. 이는 인체의 중심부에 가까운 이마, 가슴, 등 부위의 피부온에 비해 인체의 말단부에 가까운 상지 및 하지 부위

의 피부온이 낮아지는 선행연구 (Jung, 2011)와 일치하는 결과로, 추운 환경에서의 체간부의 피부온이 말단부에 비해 유지되는 온열생리학적 결과로 사료된다.

체간부의 온열감은 온열패드 부착위치에 따라 가슴 부위의 온열감을 제외하고 이마, 배, 등, 뒤 허리 부위의 온열감에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 시기별 온열감은 온열패드 부착위치에 상관없이 전 부위에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 등 부위에 온열패드 처치 시 가슴을 제외한 부위에서 모두 가장 높은 온열감을 보였으며, 회복 시에는 전 부위에서 가장 높은 온열감을 유지하는 것으로 분석되었다. 상지부에서의 온열감은 상완부 및 하완부에서 온열패드 부착위치별 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었으며, 상완부에서의 온열패드 부착으로 인한 직접적 온열감의 상승을 제외하고는 등 부위에 온열패드 처치 시 가장 높은 온열감과 회복 시 온열감을 유지하는 것으로 분석되었다. 또한, 하완에서의 온열감 또한 등 부위 온열패드 처치 시 및 회복 시 가장 높은 온열감을 갖는 것으로 나타났다. 손등부위에서는 온열패드 부착위치에 따른 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

하지부의 온열감은 허벅지와 발등에서 온열패드 부착위치에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었으며, 종아리의 온열감은 유의한 차이가 없는 것으로 나

타났다. 온열감은 하지부 전 부위에서 등에 온열패드 처치 시 및 회복 시에 가장 높은 온열감을 보이는 것으로 나타났다. 시기에 따른 상지부와 하지부의 피부온의 하강과는 달리 온열패드 부착 시 온열감이 상승하는 것으로 평가되어 실제 피부온과의 차이를 보이는 것으로 분석되었으며, 피부온의 온열패드 부착 부위별 유의한 차이를 보이지 않는데 반해 온열감은 온열패드 부착 부위별 유의한 차이를 보이는 것으로 분석되었다. 온열패드 부착위치에 따른 피부온과 온열감을 종합 분석한 결과 발열 기능을 갖는 스마트 의류의 온열패드 부착위치는 체간부에서 유의한 차이를 갖으며, 온열감 평가에서 전반적으로 온열감 및 유지가 높게 평가된 등 부위가 가장 적합한 것으로 분석되었다.

그러나, 본 연구에서는 인공기후실의 온도를 영하5℃로 낮은 온도로 설정하였기 때문에 체지부의 온열패드 부착위치별 체지부의 세부적인 피부온의 차이를 볼 수 없었을 것이라 사료되어 추후 인공기후실의 온도 및 습도에 따른 피부온의 변화에 따른 평가가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- Cho, H. S., Kim, J. H., & Koo, H. R. (2014). An analysis of consumer emotion for product planning of smart clothing. *Journal of the Korean Society for Emotion and Sensibility*, 17(3), 49-56.
- Hwang, Y. M., & Lee, J. R. (2012). Prototype of smart foundation with heating devices. *Fashion & Textile Research Journal*, 14(4), 588-596.
- Hwang, Y. M., & Lee, J. R. (2013). Development and evaluation of smart foundation with heating devices. *Fashion & Textile Research Journal*, 15(2), 231-239.
- Jung, G. J. (2011). Thermal responses on healthy subjects with heating vest in cool and cold environment. *Architectural Institute of Korea*, 13(1), 181-188.
- Kang, N. R., & Na, Y. J. (2010). Physiological responses and subjective sensation of human body wearing cool mapi in air-conditioning environment. *Journal of the Korean Society for Emotion and Sensibility*, 13(2), 359-370.
- Kim, H. J. (2011). Wear smart clothing on the smart times (스마트 시대엔 스마트 의류를 입어라). *Telecommunications Technology Association Journal*. 137, 18-19.
- Kim, I. S. (2013). Techtexil 2013, Technology trends of high performance, high functional fiber and textile on exhibition. *PD ISSUE REPORT*, 13(7), 18-19.
- Kim, J. Y., Song, M. K., & Kim, H. E. (2010). Physiological responses and subjective sensations by Clo values at -10 °C. *Journal of Korea Society and Clothing Industry*, 12(4), 531-537.
- Kim, M. J. (2008). Numerical analysis on body temperature change with heating life vest. *Journal of Marine Environment & Safety*, 14(3), 241-245.
- Lee, H. Y., & Jeong, Y. H. (2010a). Evaluation for the heating performance of the heated clothing on market. *Fashion & Textile Research Journal*, 12(6), 843-850.
- Lee, H. Y., & Jeong, Y. H. (2010b). Subjective wearing evaluation of the commercial electric heated vest. *Korea Association of Human Ecology*, 14(3), 667-674.
- Lee, J. H. (2013). A study of outdoor jacket design applying characteristics of digital environment, (*Masters dissertation*). Dept. of Clothing and Textile, The Graduate School of Chungang Univ. Seoul, Korea.
- Lee, J. S., Song, M. K., & Kim, H. E. (2009). Physiological responses and subjective sensations by age through seasonal condition. *Fashion & Textile Research Journal*. 11(5), 833-839.
- Park, H. (2014). New strategy of fashion apparel industry through fashion design and ICT convergence. *Series of Industry creation, ISSUE PAPER 2014-357*, Research Institute of Industry.
- Sung, Y. J., & Lee, S. W. (1997). Effects of exposed parts of body with garments to cold environments. *Fashion & Textile Research Journal*, 21(6), 977-987.

원고접수: 2015.06.02

수정접수: 2015.06.26

게재확정: 2015.08.12