

## 안마 및 발열기능의 스마트 조끼 개발과 성능 및 만족도 평가

노의경<sup>†</sup> · 윤미경<sup>1)</sup>

전북대학교 의류학과

<sup>1)</sup>디자인테크

### Development and Evaluation of Wearable Device with Heat and Massage Function

Roh Eui Kyung<sup>†</sup> and Yoon Mi Kyung<sup>1)</sup>

Dept. of Fashion Design, Jeonbuk National University, Jeonju, Korea

<sup>1)</sup>Tech Design, Seoul, Korea

**Abstract:** This study developed smart vests with heat and massage functions that changed patterns, designs, materials, etc., and evaluated their functions and satisfaction. A knitted fabric with good elasticity and a heating lining were used, and in consideration of this, the final vest pattern fitted to the upper body was completed. A heat pad was attached to the back, and 6 vibration motors were attached to the trapezius muscle. The controller was placed on the left chest for easy operation, and the battery was stored in an inner pocket under the controller. The heating effect of the smart vest, the location of the devices, and the ease of operation were excellent. When the massage function was operated, the thermal comfort was increased compared to when the massage function was not operated, and the high thermal comfort was perceived by the operation of heat and heat+massage function. Due to the battery, the weight, irritating contact of devices and wearing sensation decreased, but there was no reduction in wearing sensation due to heat and vibration devices. The greater the satisfaction with the massage function, thermal comfort, fit, appearance and weight, the greater the product satisfaction.

**Key words:** heat function (발열기능), massage function (안마기능), wearable device (웨어러블 디바이스), smart vest (스마트 조끼)

## 서 론

최근 차세대 웨어러블 디바이스는 활용 범위가 피트니스-웰빙, 헬스케어-의료, 인포테인먼트, 군사-산업 영역뿐만 아니라, 일상생활으로까지 확산되고 있다. 특히 주목할 만한 것은 추운 날씨에 몸을 따뜻하게 해주기 위한 발열제품이 의복에 적용되어 사용이 증가하고 있다는 것이다.

발열의류는 기능성 소재와 장치를 장착해 열을 발생시켜 극한 조건에서 신체기능을 정상적으로 유지시키는데 도움을 준다. 발열의류 중 상용화되어 판매되는 대표적인 제품은 발열조끼이다. 발열조끼는 겨울철 외부활동 시 방한용으로 외부활동이 많은 사람들이 착용하며, 등산-낚시-스키 등의 레저 또는 스포츠 용이나 경찰이나 군인들의 방한용 의류로도 착용되고 있다. 충전식 배터리가 연결된 발열체를 삽입하여 발열되는 형태의 제

품들이 출시되고 있으며, 전도성 고분자 결합의 섬유, 열선 및 발열체를 의복에 접목한 연구들이 다양하게 진행되고 있다(Lee & Lee, 2015).

또한 발열 제품 개발에서도 발열조끼의 발열성능 및 착용평가(Lee & Jeong, 2010), 여성용 기능성 스마트 보온 거들(Hwang & Lee, 2013), 발열조끼의 소비자 조사를 통한 기능성과 디자인 개발(Lee & Lee, 2015), 최적의 발열위치(Cho & Cho, 2015), 효과적 발열모드 설정을 위한 조건(Lee et al., 2017b), 발열의류용 인터페이스 디자인(Lee et al., 2018) 등의 활발한 연구가 이루어지고 있다.

스마트 의류에 대한 관심이 증가하고 있는 지금 소비자의 다양한 요구를 만족하기 위해서는 다양한 기능을 가진 스마트 조끼 개발이 필요하다. 발열 스마트 의류에 부가할 수 있는 기능으로 주목할만한 것은 안마이다. 안마는 미용과 건강을 위한 치료법으로, 근육, 신경, 골격과 순환 등의 생리적 효과에 영향을 미친다(Ahn & Hong, 2012). 피부는 많은 혈관 및 정맥과 매우 가까이 있어 안마로 피부에 적절한 자극을 주면, 내부 장기로 향하는 혈류를 촉진하여 체온조절에 있어 중요한 역할을 한다(Yoon, 1997). 이러한 안마기능은 스마트 의류에 적용되어 제킷 및 팬츠 등이 개발되었다(Choi & Lee, 2007; Lee, 2008).

<sup>†</sup>Corresponding author; Eui Kyung Roh

E-mail: rek7656@gmail.com

© 2020 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이에 발열과 안마기능이 통합된 조끼를 개발한다면 좀 더 효과적으로 신체의 열적 쾌적감을 극대화시킬 수 있을 것이다. 그러나 외형면에서 기존 아이템의 스타일을 유지하면서 다기능을 부여한다면, 착용감에 영향을 주는 부작용이 발생할 수 있다. 스마트 의류는 단독기능을 보유한 제품들이 주로 개발되었기에, 다기능 장착 시 그 착용감에 대한 세부적인 연구가 필요하다. 또한 현재에는 아웃도어 및 골프웨어 브랜드를 중심으로 발열 시장이 주도되고 있으나, 스마트 의류에 대한 관심 증가로 일 상복으로도 쉽게 착용할 수 있도록 패션성이 요구되고 있다. 이에 시판되는 발열조끼들과 패턴, 디자인과 소재 등에서 차별화하여 다변화시킨 접근이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 겨울철 방한용 발열의류로 안마 및 발열 디바이스와 컨트롤러를 중심으로 한 웨어러블 디바이스를 개발한 후, 패션성을 보완한 조끼에 통합시켰다. 개발된 스마트 조끼의 착용평가를 실시하여 조끼의 성능 및 만족도를 검증하고자 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 연구 대상 및 실험복 조끼 설계

#### 2.1.1. 대상

스마트 조끼의 주관적 성능 및 만족도 평가를 위한 대상으로 20대 여자 대학생을 선정하였다(Table 1). 선행연구에 따르면 남성과 여성 패널 사이에 응답에 차이가 있으며, 남성의 경우 응답이 중간에 몰려있고, 남성보다 여성 패널의 크기가 더 작아도 의미있는 결과를 얻을 수 있다고 하였다(Bogaty et al., 1956; Kim, 1999; Winakor & Goings, 1973), 또한 성별과 연령에 따라 의류제품 평가기준의 차이가 나타나며, 여성이 남성보다 품질적 기준과 심미적 기준을 더 고려하며, 20대 여성이 30대 여성보다 디자인, 색상, 소재, 유행성, 상표의 유명도, 소유 의복과의 조화를 더 참작한다(Hong et al., 2002; Park et al., 2007).

#### 2.1.2. 소재

조끼에는 3종의 소재(겉감, 안감, 기능성 발열안감)를 사용하였다(Table 2). Lee and Jeong(2010)에 의하면 조끼 자체의 보온성이 온열 쾌적감 결정에 중요한 요소로 작용한다고 하였다. 이를 반영하기 위하여 겉감(shell)에는 이중직(편성물+플리스)으로 보온성과 신축성을 부여하였으며, 겉감의 신축성을 뒷받침하고 신체로 효과적인 성능 전달을 위해 얇은 크레이프 직물을 안감(lining 1)으로 사용하였다. 발열기능 작동 시 열 손실 방지를 위하여 보온성 있는 기모 및 파일 직물을 조끼 안감에 사용하는 것이 일반적이지만, 두꺼운 직물들은 안마효과를 상

**Table 1.** Characteristics of subjects (N : 10, Mean(S.D))

Sex	Age	Height (cm)	Weight (kg)	Breast (cm)
Female	21.2 (1.0)	164.1 (5.2)	56.1 (8.5)	85.8 (5.3)

**Table 2.** Characteristics of textiles used in vest

Characteristics	Shell	Lining 1	Lining 2
Material (%)	Acrylic 68+PET30+PU2	PET100	PET100
Weave	Double weave (rip stitch+fleece)	Crepe	Plain
Density (wale×course/5 cm, wp×wf/5 cm)	31.5 × 39.4	162.5 × 142.3	200.8 × 169.3
Thickness (mm)	2.67	0.21	0.09
Note			WR, CIRE, RX(Foil) Megaheat, Ventex

쇄하기 때문에 이를 보완하면서 높은 온도를 유지하기 위하여 발열안감(lining 2)을 사용하였다.

### 2.1.3. 조끼 디자인 및 패턴

시판되는 발열조끼는 백팩형과 조끼형으로 출시되고 있으며, 외투를 챙겨 입기 어려운 상황이거나 활동에 제약 받는 경우에 조끼형이 외투 대응으로 대안이 될 수 있다(Seok, 2018). 또한 조끼형은 소프트 셸이자 세컨드 이너레이어로 외투 안에 착용 시 보온 효과를 높이고 활용성을 증가시키기 때문에, 조끼형으로 제작하였다.

제7차 사이즈 코리아(Korean Agency for Technology and Standards [KATS], 2016)의 18-29세 여성의 가슴둘레 평균값을 확인한 결과, 85 cm의 빈도가 가장 높아서 KS K 0051 (2009) 따라 85호(구호칭 55)로, 가슴둘레 84 cm, 허리둘레 67 cm, 키 160 cm를 기준 신체치수로 사용하였다. 발열조끼의 밀착성이 열적 쾌적감과 관련이 있기 때문에(Seok, 2018), 기존 패턴보다 상체에 밀착되도록 하였다. 조끼 패턴은 기본 패턴제도방법(Lee et al., 2017a)으로 토르소 원형을 제도한 후, 전문 모델리스트에 의해 실무 패턴 방식으로 수정 단계를 거쳐 제작되었다. 예비 착의평가 후 불만족한 부분의 착의보정을 거쳐 수정·보완된 최종 조끼 패턴을 완성하였다.

## 2.2. 안마 및 발열 디바이스 설계

### 2.2.1. 안마 및 발열 디바이스

마사지와 안마는 기원이 다르나, 두 가지 용어를 함께 사용하고 있어('Massage', 2020) 이후에는 안마(Massage)로 용어를 통일하여 사용하였다.

안마 및 발열기능이 내장된 스마트 조끼는 안마 디바이스로 진동모터, 발열 디바이스로 발열패드, 컨트롤러와 배터리로 구성되었으며(Fig. 1), 기존에 개발된 디바이스들을 활용하여 용도에 맞도록 수정·보완하여 개발하였다. 이때 구성부품들이 조끼에 부착 시 착용자의 활동성에 지장을 주지 않도록 최소한의 부피와 무게를 갖도록 하였다.

안마 디바이스는 접촉식과 비접촉식이 있으며, 이너웨어를 입은 후에 조끼를 착용하기 때문에 접촉식 안마 디바이스의 사

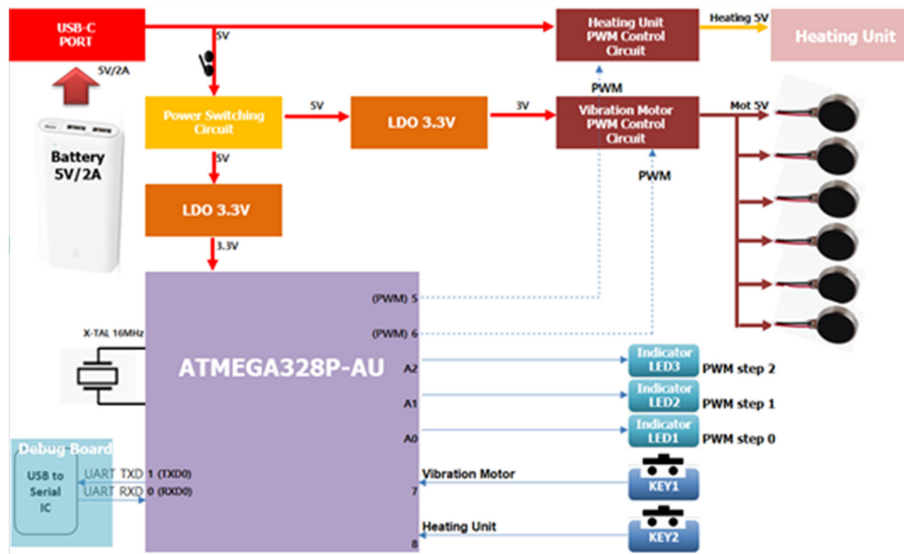


Fig. 1. Block diagram of heating and massage devices.

용이 불가능하다. 이에 본 연구의 아이টে에 맞는 비접촉식을 사용하였다. Choi and Lee(2007)는 20 mm 이상의 모터 사용 시 피험자들이 착용 시 이물감과 불편함을 호소하고, 외관을 해친다고 하였다. 또한 Lee(2008)의 연구에 의하면 코인형 진동모터를 사용한 안마기능의 재킷에서 안마의 효과, 진동 장치 작동의 원활함, 열 발생 여부 등의 기능성 만족도에서 높이 평가되었다. 이에 Table 3과 같은 특성의 지름이 다른 코인형 진동모터 3종(“0827 3V”, 2020; “3V 10 mm”, 2020; “8.0 mm”, 2020)을 전자-전기 전문가 2인을 대상으로, 본 연구를 위해 개발한 컨트롤러를 사용하여 어깨 부위의 의복 사이에 진동모터를 올려놓고 진동 강도에 따른 안마기능에 대한 예비 주관적 평가를 실시하였다, 이때 동일한 3V 전압 조건 하에서 입력전압의 구간비율(duty ratio)을 70(강 모드)으로 작동시켰으며, 5점 리커트 척도를 활용하여 평가하였다. 입력전압의 출력범위는 진동모터의 출력이 높아질 경우 발생하는 과열 또는 단선으로 인한 디바이스의 파손이 있어 이를 고려하였다. 그 결과, 면적이 가장 넓은 no. 827의 진동모터가 선택되었다(Fig. 2).

발열패드(주)대건이엔씨, 한국)는 도전사로 봉제하여 제작한 면상 발열체인 시제품을 사용하였으며, 크기는 250 × 140 × 0.67 mm, 정격용량 8.7W, 정격전압은 5V이다(Fig. 3).

Table 3. Preliminary test on function of vibration motor

Model no.	827	1034RFN31-17d	803
Voltage(V)	3	3	3
Size(mm)	Φ12 × 3.4	Φ10 × 3.4	Φ8 × 3
Speed(RPM/min)	12000 ± 2500	13500	12000 ± 2500
Function(point)	5	4	4
Note	Jubaolai, China	Constar, China	Taidacent, China

2.2.2. 컨트롤러

컨트롤러는 진동 및 발열 디바이스의 제어장치로, 디바이스

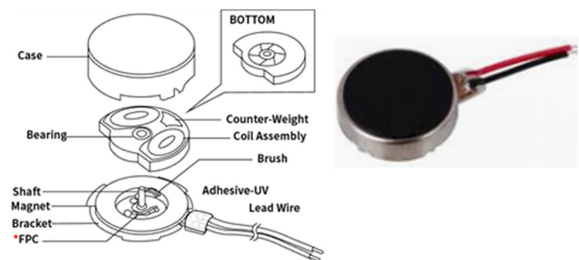


Fig. 2. Structure and appearance of vibration motor: \* FPC: flexible printed circuit.



(a)



(b)

Fig. 3. Heating pad: (a) front, (b) back.

의 입력전압을 조절하는 Micom(Atmeaga 328P, Atmel, 미국)은 스위치에서의 입력을 인식하는 회로와 외장 배터리의 전압을 진동모터 및 발열패드에 인가하는 PWM(Pulse Width Modulation) 제어부로 이루어졌다(Fig. 4). 이 PWM 제어부의 펄스폭으로 모터의 진동 강도 및 발열패드의 온도를 조절하며, PWM 구동 주기는 1 KHz이다. N-Channel FET(Field Effect Transistor)는 진동모터의 PWM 제어를 위해 사용하였으며, P-Channel FET는 N-Channel FET와 조합하여 발열패드의 PWM 제어 회로로 구성하였다.

스위치는 진동모터 및 발열패드의 모드 전환용(Mode change) 2개, 리셋(Reset) 1개로 구성하였다. 각 기능의 모드는 3단계로 구분하였으며, 단계별 육안식별이 가능하도록 LED가 적용되었다. 진동모터는 구간비율을 40, 50, 70으로 인가하여 각각 약, 중, 강 모드로, 발열패드의 모드는 입력전압의 구간비율을 30, 50, 70으로 인가하여 각각 저, 중, 고열 모드로 구성하였다. 리셋 버튼은 컨트롤러의 초기값으로 세팅하였다.

LDO(Low Drop Out)는 배터리로부터 공급받는 5V 전압을 마이컴의 공급 전원 3.3V로 변경시켜 준다. 안정된 동작을 위

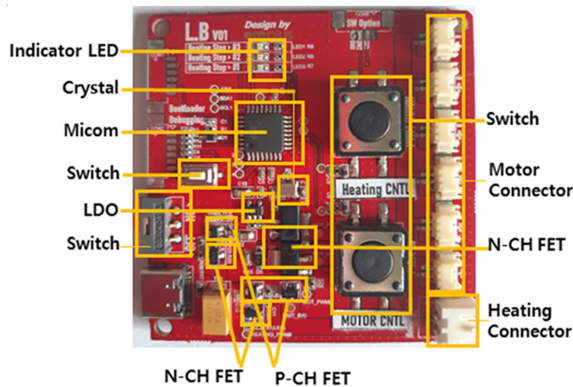


Fig. 4. Structure of controller.

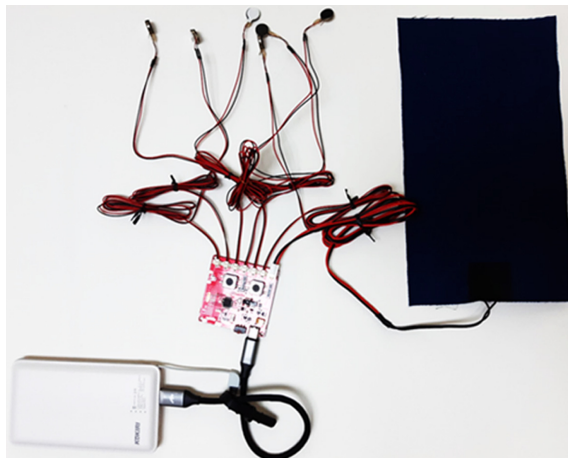


Fig. 5. Combining heat and massage devices, controller and battery.

하여 외부에 16Mhz의 CRSTAL을 부착하였고, 입력전원의 고주파 노이즈(Noise) 저감을 위해 Bypass Capacitor를 부착하였다. 최종 완성된 컨트롤러의 크기는 59 × 60 × 8 mm이다.

2.2.3. 배터리 및 케이블

탈부착이 가능하고 어디서나 쉽게 충전되며, 장시간 사용이 가능하도록 시판되는 핸드폰 배터리(KPB-G10000GD5, Shenzhen Grand Powersource Co., Ltd, 중국)를 사용하였다. LED로 배터리 잔량을 확인할 수 있으며, 진동 및 발열 디바이스의 부하를 고려하여 고속 충전용 케이블(CtoC3.1 G2 100WPD, ARTMU, 중국)을 사용하였다. 디바이스를 컨트롤러와 배터리에 연결하여 최대치로 동작했을 경우, 4시간 사용할 수 있다(Fig. 5).

2.3. 조끼에 대한 주관적 성능 및 만족도 평가

스마트 조끼의 주관적 성능 및 만족도 평가를 위하여 진동 및 발열 성능 2문항, 기능 작동별 열적 쾌적감 4문항, 디바이스별 조작 만족도 각 5문항, 부위별 무게감, 의복암, 거슬림, 착용감, 외관 20문항, 패턴·탈부착·기타 만족도 14문항으로 구성하였다(Table 4). 이 문항들은 7점 리커트 척도로, 착용감 관련 문항에서는 ‘매우 크다’를 7점, ‘매우 적다’를 1점으로, 이외의 문항에서는 ‘매우 좋다’를 7점, ‘매우 나쁘다’를 1점으로 하였다.

주관적 평가는 전북대학교 생명윤리 위원회의 승인(No. 2020-04-006-001)을 받아 2020년 5월 30일에 인공기후실(FLC-5000s, Fuji Medical science, 일본)에서 실시하였다. 음식물 섭취로 인한 열 발생 효과를 피하기 위하여 식사 후 2시간 이후에 진행하였다(Lee et al., 2009). 코로나 방역수칙을 준수하여 실험을 진행하기 전에 체온 측정하고 손소독제를 사용하고 마스크를 착용하였으며, 안전거리를 확보하기 위하여 2명씩 인공기후실에 입실하였다. 겨울에 입는 의복과 비슷한 보온력을 가지도록, 피험자 모두 동일한 티셔츠와 바지, 스마트 조끼 그리고 점퍼를 실험의복으로 착용하였다.

Table 4. Composition of questions

Categories	Questions
Performance	Effect of functions
Thermal comfort	None, massage device, heat device, M+H devices
Operation	Suitability of location, on/off operation, Step transition, Working sound, Easy to operate
Weight/ clothing pressure/ irritating contact/ wearing sensation/ appearance	Shoulder, back, breast, abdomen
Pattern	Position of shoulder line, arm hole, ease, fit
Device attachment	Massage, heat, controller, battery
Satisfaction	Appearance, design, color, weight, textile, product



Fig. 6. Experimental protocol.

인공기후실은 발열의복의 착용환경과 유사하도록 2010~2019년 서울의 겨울철(11월~2월) 최저평균기온(-1.3±1.2°C, 60%RH, 1.2 m/s)으로 설정하였다(“Domestic climate data”, 2020). Jeong(2001)은 의복을 착용하는 습관과 형태는 개인의 감각적, 신체적 특성에 따라 다르기 때문에, 의복에 대한 행동성 체온 조절반응의 연구에서는 주관적 온도감각에 따라 의복의 선택적 착용이 필요하다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 피험자는 인공기후실에서 앉아서 초기 30분 안정을 취한 후, 피험자의 자의에 따라 조끼의 디바이스의 on-off를 조작하도록 하였다. 피험자는 디바이스를 ‘off’한 상태로 추위를 최대한 견디다가 참을 수 없을 때 자의적으로 진동 및 발열 디바이스를 ‘on’하도록 하였다. 디바이스 미작동 시 1차 설문평가를 실시하고, 이후에 안마, 발열, 안마와 발열 디바이스 동시 작동 순으로 2차 설문평가를 실시하였다(Fig. 6).

2.4. 분석

실험에 참여한 피험자의 수가 작아서 비모수 통계인 빈도 분석, Mann-Whitney U 검정, Kruskal-Wallis 검정, Tukey HSD 사후검정 및 Spearman 상관분석을 SPSS Version 18.0을 사용하여 실행하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 디자인, 패턴 설계 및 봉제

스마트 조끼는 심부(core)를 감싸는 길이로 디자인하였다(Fig. 7). 착의 보정 결과원형에서 앞판 가슴너비는 B/4+1cm, 뒤판 가슴너비는 B/4이며, 제품의 가슴둘레는 86 cm로, 2cm의 최소 여유량이다(Fig. 8). 특히 앞판과 뒤판은 유지되고 겨드랑이의 폭이 작아져 두께부분이 작게 설계됨으로써 밀착 효과를 높혔

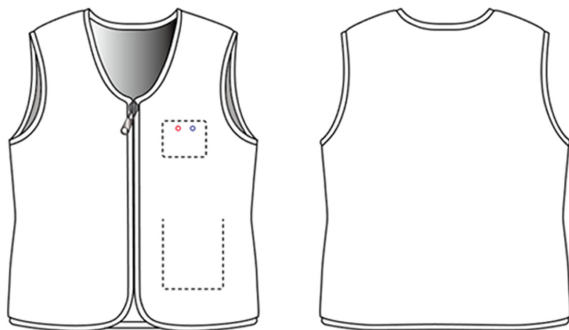


Fig. 7. Technical drawing of smart vest.

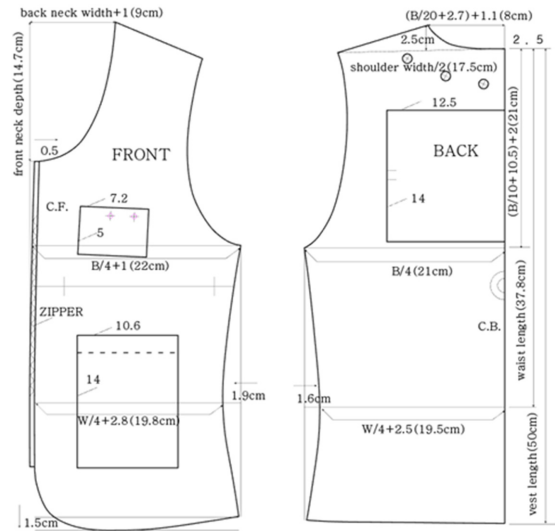


Fig. 8. Shell pattern of smart vest.



Fig. 9. Device location and lining of vest.



Fig. 10. Appearance of smart vest.

다. 뒤판의 중심선의 사선처리로 앞판보다 가슴폭이 적고 뒤중심 부위가 몸을 따라 붙도록 신체 적합성을 향상시켰다. 또한 앞중심선 목 부위는 0.5 cm 안으로 각이춤으로써 앞중심선을 사선화하여 몸에 붙도록 하였으며, 앞판은 바스트의 볼륨과 디바이스의 부피를 포함해야하기 때문에 앞판을 충분히 감싸는 길이로 앞길이를 확보하고 밑단은 안정감 있게 1.5 cm 앞치짐 처리하였다. 앞중심 분리형 지퍼와 진동둘레와 조끼의 도련을

엘라스틱 밴드로 감싸 디바이스를 넣고 외부에서 봉제하기 용이하도록 디자인하였다.

앞판은 왼쪽자락의 안쪽에 컨실지퍼 위치를 분리하여 시접을 주고 재단 후 지퍼를 부착하였다. 뒤판은 골선으로 재단한 후, 디바이스를 부착시키고 그 위로 발열안감을 덮어 디바이스를 가리고 열보존을 도왔다(Fig. 9, 10).

### 3.2. 디바이스 위치 및 수납 및 고정

Lee(2008)는 안마기능의 스마트 재킷 개발에서 진동모터 6개와 8개의 착의감에는 큰 차이가 없다고 하였으며, 등세모근 부위가 가장 근육의 뭉침이 심하다고 하였다. 그래서 열판과 겹치지 않는 등세모근 부위에 진동모터 6개를 부착하였다. 이때 진동 단자의 무게 및 작동으로 떨어질 수 있어, 덧담천을 이용하여 진동단자 주변을 감싸 봉제하였다.

선행연구에 따르면 발열패드 부착위치에 따라 체간부에서의 피부온과 온열감에서 유의한 차이가 있으며, 온열감 및 온도 유지 측면에서 등 부위가 가장 적합하고 등 부위에 발열패드를 넓게 부착한 시판 제품들이 착장평가 시 가장 선호되었다(Cho & Cho, 2015; Lee & Jeong, 2010). 이를 바탕으로 스마트 조끼의 등 부위에 열판을 가로방향으로 봉제하였다.

컨트롤러를 오른손으로 제어 시 사용이 용이하도록 왼쪽 가

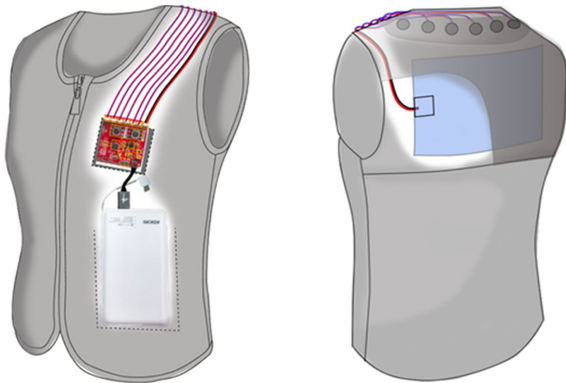


Fig. 11. Heat and massage attachment, wire passing method.

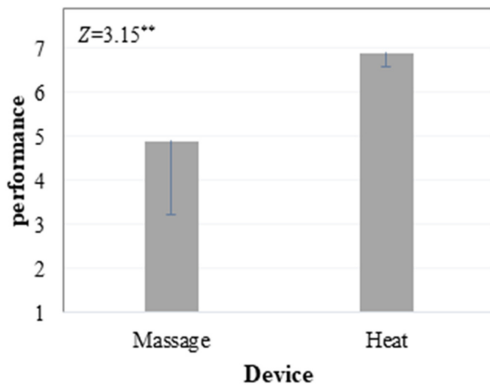


Fig. 12. Perceived performance by device type; \*\*  $p < .01$

슴부위로 선정하였으며, 케이블 길이의 단축을 위해 컨트롤러 밑에 배터리를 배치하였다(Fig. 11). 입은 상태에서 분리하여 교체하기 쉽도록 가슴 및 복부 안주머니에 수납하였다. 컨트롤러와 배터리 주머니가 움직이지 않도록 겹감에 스티치하여 디바이스를 고정함으로써, 디바이스의 무게를 가볍게 느끼고 수납 기능을 극대화시켰다. 컨트롤러와 배터리를 수납하는 안주머니에는 케이블 및 전선이 통과할 수 있는 창구멍을 만들고, 컨트롤러와 배터리를 분리하고도 착용이 가능하고 내부의 걸리적거림을 없애기 위해 컨실지퍼를 안쪽 측면으로 위치시켰다. 진동 및 발열 디바이스와 연결된 전선은 예비실험을 통해 어깨 위를 지나는 것이 움직임에 지장이 없어 좌측 어깨 위로 통과시켰다.

### 3.3. 주관적 성능 및 만족도 평가

#### 3.3.1. 성능

주관적 평가에 대한 표본의 크기가 작아(N:10) 정규분포의 가정을 만족하는지 검정하기 위해 shapiro wilk 검정을 실시한 결과, 정규분포하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 스마트 조끼의 성능에 대한 효과 차이를 분석하기 위해 비모수 검정법인 Mann-Whitney U 검정을 실시하였다. 그 결과, 피험자가 지각하는 기능성 효과에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 발열성능(M:6.9±0.32)이 안마성능(4.9±1.66)보다 높게 평가되었다(Fig. 12).

이와 같은 발열성능에 대한 높은 평가는 기존에 사용되는 네오플랜 소재 이외의 편성물 및 발열안감의 조합 그리고 패던 변형으로도 충분히 신축성과 보온성을 보완할 수 있음을 보여 준다. 그러나 발열성능에 비해 안마성능은 다소 낮게 평가되었으며, 이는 진동 디바이스의 타입, 진동모터의 구조적 특성과 출력 범위 등으로 인한 결과로 보인다. Lim and Kwon(2020)의 연구에 따르면 마사지 접촉면이 넓을수록 선호된다고 하였다. 그런데 본 연구에 사용한 진동 디바이스(φ12 mm × 6개)는 발열패드(250 × 140 mm)에 비해 면적이 좁고, 비접촉식이며, 구간비를 최대 70의 출력이라서 그 효과가 낮게 평가된 것으로 보인다.

#### 3.3.2. 열적 쾌적감

선행연구들에 의하면 안마가 체온조절에 영향을 준다고 하였다. 이에 스마트 조끼의 기능성 디바이스 작동에 따라 열적 쾌적감의 지각에 차이가 있는지 분석하기 위해 비모수 검정인 Kruskal-wallis 검정과 Tukey HSD 사후검정을 실시하였다(Fig. 13).

그 결과, 디바이스에 따라 열적 쾌적감 지각에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 디바이스 미작동 시(M:4.5±1.2) 열적 쾌적감이 가장 낮으며, 발열 작동과, 진동과 발열 동시 작동, 진동 작동 순으로 열적 쾌적감의 지각이 증가하였다. 동시 작동 시 지각하는 열적 쾌적감은 발열 작동 시보다 다소 낮게 평가되었으나 오차 범위 내의 차이로, 발열 작동 시(M:6.8±0.42)와 동시 작동 시(M:6.6±0.52)의 열적 쾌적감 지각에서 통계적

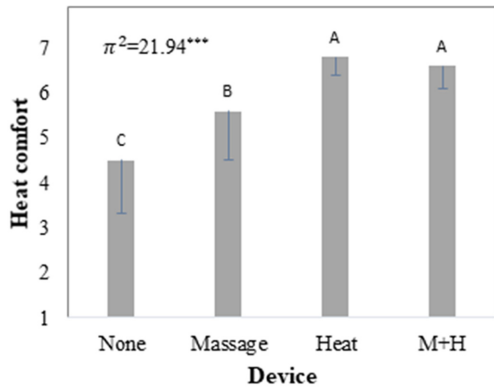


Fig. 13. Thermal comfort according to functional operation; \*\*\* $p < .001$ . Tukey HSD test results A>B>C.

으로는 유의한 차이가 보이지 않았다. 이와 같이 진동 작동에 의해 열적 쾌적감 지각이 증가하는 이유는 진동에 의한 신체 두드림으로 인한 열 발생에 기인한 것으로 보인다. 하지만 발열 작동 시에는 진동 작동의 여부가 열적 쾌적감 지각에 영향을 미치지 않음을 보여준다.

3.3.3. 조작 용이성

스마트 조끼 기능에 따른 조작 용이성의 차이를 분석하기 위해 비모수 검정법인 Mann-Whitney U 검정을 실시한 결과, 기능별 디바이스의 조작 용이성에서 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 5). 진동 및 발열 디바이스에 대한 위치 적합도, on/off 작동, 단계 전환, 조작 용이성에서 우수하게 평가되었다.

그러나 진동 및 발열 작동 시 소음이 발생하는 것으로 나타났다. 실제로는 발열 작동 시에는 소음이 없으나, 진동모터 작동 시에는 진동소리가 발생하였다. 그런데 항온항습실의 작동 소리로 인하여 진동 및 발열 디바이스의 소음이 들리지 않아 평가가 제대로 이루어지지 않은 것으로 판단된다.

Table 5. Ease of operation for smart vest (N: 10, mean(S.D))

Questions	Massage	Heat	Z
Suitability of location	5.50(1.27)	6.10(.74)	-1.06
On/off operation	6.30(1.89)	6.30(1.89)	0.00
Step transition	6.20(1.32)	6.30(1.25)	-0.13
Working sound	3.60(2.27)	4.60(3.10)	-0.86
Easy to operate	6.50(1.58)	6.50(1.58)	0.00

Table 6. Wearing sensation by body part (N: 10, mean(S.D))

Body parts	Shoulder	Back	Breast	Abdomen	$\pi^{27}$
Weight	1.20(.63)	1.00(.00)	2.30(1.57)	3.30(1.70)	17.45**
Clothing pressure	1.50(1.08)	1.10(.32)	2.40(1.96)	2.60(2.07)	7.18
Irritating contact	1.50(1.27)	1.00(.00)	3.20(2.15)	4.00(1.94)	18.45***
Wearing sensation	6.70(0.67)	6.90(0.32)	5.70(1.25)	5.00(1.63)	13.02**

\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ , Tukey HSD test results A>B>C

3.3.4. 착용감

스마트 조끼의 신체부위별 디바이스의 무게감, 의복압, 접촉 시 거슬림, 착용감에 차이가 있는지 분석하기 위해 Kruskal-wallis 검정과 Tukey HSD 사후검정을 실시하였다(Table 6).

디바이스 부착으로 인한 무게감 지각(M: 1.95±1.48)은 크지 않았으나, 디바이스 부착부위에 따라서 무게감 지각에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 진동 및 발열 디바이스로 인한 어깨 및 등부위에 무게감은 거의 지각되지 않았으나, 복부 부위의 배터리의 무게감이 다른 디바이스보다 더 지각되었다.

이와 같이 무게감 지각이 적은 것은 단위면적당 받는 하중이 분산되기 때문이다. 즉, 같은 무게라도 면적이 크면 단위면적당 하중이 줄어들고, 면적이 작으면 하중이 집중되어 커진다. 일반 의류의 경우에는 여유분에 의해 어깨에 걸리는 하중이 크지만, 본 연구에서 제작한 스마트 조끼는 신축성 소재와 변형 패턴으로 밀착성을 높여서 단위면적당 하중이 분산되어 무게감이 크지 않게 지각된 것으로 보인다.

디바이스 부착에 따라서 신체부위별 의복압에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 낮은 의복압(M: 1.90±1.61점)을 지각하는 것으로 나타났다. 소재의 신축성 향상은 압박이 비교적 강한 자세에서 의복압 감소 효과가 발휘된다(Yi, 2014). 그래서 기존 패턴보다 피트된 패턴을 사용했음에도 불구하고, 신축성 있는 편물 및 안감 사용으로 활동에 제약을 주지 않으면서 신체에 밀착되어 기능성을 배가시키며, 의복압 감소 효과가 나타났다.

디바이스 부착에 따라서 신체부위별 거슬림에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 발열패드는 면상발열체로 부피와 무게가 적고 유연하여 등 부위에서 거슬림 지각이 제일 적었으나, 반면에 배터리는 부피와 무게가 다른 디바이스들보다 크고 딱딱해서 복부에서 거슬림 지각이 큰 것으로 보인다.

또한 스마트 조끼의 착용감에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 안마와 발열 디바이스가 부착된 어깨와 등 부위의 착용감은 좋으나, 배터리가 부착된 복부의 착용감이 낮았다. 이와 같은 결과는 무게감과 거슬림과의 결과와도 유사한 경향을 보여주고 있어 착용감은 무게감 및 거슬림과의 관련이 있음을 알 수 있다.

3.3.5. 패턴 및 디자인

스마트 조끼의 패턴 적합성을 살펴본 결과, 어깨 위치, 진동 둘레선, 핏(fit) 등에서 우수하게 평가되었다(Table 7). 하지만

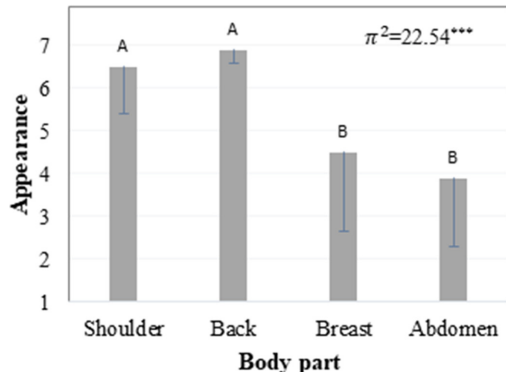
**Table 7.** Pattern suitability (N: 10)

	Position of shoulder line	Arm hole	Ease	Fit
Mean(S.D)	6.8(0.42)	6.7(0.68)	5.5(1.27)	6.3(0.48)

여유량에서 다른 항목에 비해 낮은 평가를 받았다. 이는 발열 디바이스의 효과를 높이기 위해 일반 조끼들보다 여유량이 없는 패턴으로 밀착성을 높혔기 때문이다.

스마트 조끼의 디바이스 부착에 따른 신체부위별 외관상 자연스러움과 디바이스 고정에 대한 선호도를 평가하기 위해 Kruskal- wallis 검정과 Tukey HSD 사후검정을 실시하였다. 신체부위별 외관상 자연스러움에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Fig. 14). 진동 및 발열 디바이스의 부착은 외관상 자연스러움 감소시키지 않았으나, 컨트롤러와 배터리 부착은 가슴과 복부의 외관상 자연스러움이 낮게 평가되었다. 이는 앞선 디바이스 부착으로 인한 거슬림과도 관련이 있으며, 디바이스가 크고 딱딱할수록 외관에도 영향이 있음을 보여준다.

스마트 조끼의 디바이스별 고정에 대한 선호도의 차이는 없는 것으로 나타났으며, 모든 부위에서 탈부착이 가능한 것을 선호하였다. 이는 세탁으로 인한 디바이스의 손상을 방지하기 위함이다.



**Fig. 14.** Appearance and preference for device attachment; \*\*\* $p < .001$ , Tukey HSD test results A>B.

**Table 9.** Relationship between functions and satisfactions of vest

	Heat	Massage	Thermal comfort (H+M)	Wearing sensation	Fit	Appearance	Design	Color	Weight	Textile
Massage	-.23	1.00								
Thermal comfort	-.27	.47	1.00							
Wearing sensation	.13	.19	.31	1.00						
Fit	-.25	.60	.34	.29	1.00					
Appearance	-.43	.64*	.70*	.49	.50	1.00				
Design	-.10	.23	.77**	.62	.24	.61	1.00			
Color	-.43	.49	.37	.37	.42	.47	.60	1.00		
Weight	-.27	.89**	.35	.47	.55	.73*	.38	.68*	1.00	
Textile	-.25	.33	.30	.48	.69**	.53	.22	.07	.32	1.00
Product	-.36	.82**	.70*	.42	.78**	.83**	.45	.45	.76*	.58

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

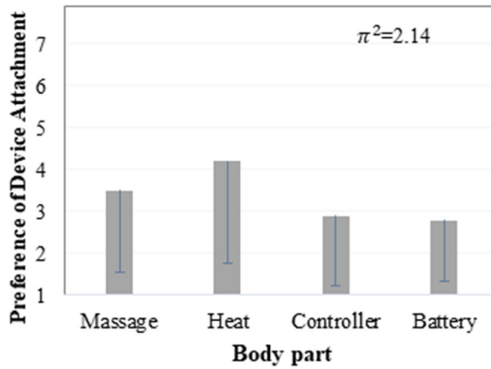
3.3.6. 만족도

조끼의 외관·디자인·색상·무게·소재와 제품 만족도를 조사한 결과, 외관과 소재·제품에 대한 만족도가 높았으나, 디자인과 칼라·무게에 대한 만족도는 조금 낮게 나타났다(Table 8). 이는 베이직한 디자인 및 색상 선택보다는 좀 더 트렌디한 감성이 요구되고 있으며, 배터리의 무게가 스마트 조끼의 무게에 대한 만족도를 저하시키는 것으로 보인다.

조끼의 성능 및 구성요인들과 상품 만족도와의 상관관계를 비모수인 Spearman 상관분석으로 살펴본 결과, 일부 성능과 및 제품을 구성하는 특성에 대한 만족도는 실제 제품에 대한 만족도와 관련이 있는 것으로 나타났다(Table 9). 안마성능은 외관, 무게와 제품 만족도와의 정적 상관관계를, 열적 쾌적감(H+M)은 외관, 디자인 및 제품 만족도와의 정적 상관관계를, 펄스의 만

**Table 8.** Satisfaction of composition characteristics and vest product (N: 10)

Satisfaction	Mean(S.D)	Satisfaction	Mean(S.D)
Appearance	6.10(.74)	Weight	5.70(1.70)
Design	5.70(1.06)	Textile	6.50(.71)
Color	5.70(1.06)	Product	6.30(.67)



족도는 텍스타일 및 제품 만족도와외의 정적 상관관계를, 색상 만족도는 무게 만족도와, 무게 만족도는 제품 만족도와 정적 상관관계로 나타났다.

발열성능은 제품 만족도와 상관관계가 없는 것으로 나타났으나, 모든 피험자들이 발열성능에 만족도가 높아 두 요인들 간에 선형관계를 갖지 않기 때문에 상관계수가 낮은 것으로 판단된다. 반면에 안마성능은 제품 만족도와 밀접한 관련이 있어, 안마성능을 보유할 때 소비자들의 만족도가 올라감을 알 수 있다. 핏에 대한 만족도는 소재와 제품 만족도와 관련이 있어 소재로 인한 밀착성이 커서 기능성 발현이 좋은 것이 제품 만족도에 영향을 준 것으로 보인다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 패턴, 디자인, 소재 등에 변화를 준 안마 및 발열기능이 탑재된 스마트 조끼를 개발하였으며, 이에 대한 주관적 성능 및 만족도를 평가하였다.

20대 여성에게 적합한 조끼 패턴을 설계함에 있어 신축성이 좋은 편성물 및 발열안감을 사용하고 이를 고려하여 상체에 피트된 최종 조끼 패턴을 완성하였다.

등세모근 부위에 진동 디바이스를, 조끼의 등 부위에 발열 디바이스를 부착하고, 컨트롤러는 조끼의 등 부위에 발열기 부위에, 배터리는 컨트롤러 밑에 안주머니에 수납하였다.

스마트 조끼의 발열성능, 디바이스의 위치 및 조작 용이성은 우수하였으나, 안마성능은 발열성능에 비해 낮게 평가되었다. 또한 안마 작동 시 미작동 시보다 열적 쾌적감이 증가하였으며, 발열 작동 시와 발열과 안마 동시 작동으로 높은 열적 쾌적감을 지각하였다.

배터리로 인해서 무게감, 접촉 시 거슬림, 착용감 및 외관의 자연스러움이 다른 디바이스에 비해 다소 낮게 평가되었으나, 진동 및 발열 디바이스로 인한 착용감 저하는 없었다. 피트된 패턴과 모든 디바이스들의 탈부착을 선호하였다.

외관과 소재·제품에 대한 만족도가 높았으나, 디자인, 색상과 무게에 대한 만족도는 다소 낮았다. 또한 안마성능, 열적 쾌적감, 핏, 외관과 무게에 대한 만족도가 클수록 제품 만족도가 크게 나타났다.

이와 같은 결과는 소재 및 패턴의 변화로 발열기능의 극대화가 가능하며, 안마기능 작동으로 열적 쾌적감 증가뿐만 아니라, 스트레스로 인한 어깨와 목·등의 근육통, 만성피로 증후군 해소에 도움이 될 것으로 보인다. 또한 패션성과 다기능을 보유하면서 일상에서 쉽게 탈부착과 같은 조작이 가능한 웨어러블 디바이스들이 요구되고 있음을 보여준다. 따라서 다기능의 스마트 의류는 다양화되고 있는 스마트 시장에서의 차별화 전략으로 손색이 없음을 알 수 있다.

그러나 본 연구에서는 제한된 디자인과 소재만을 사용하고, 피부부 측정과 같은 정량적 평가가 이루어지지 않아서 소비자의 의견을 반영하는 것뿐만 아니라, 발열과 안마성능에 대한 상호

작용 및 디바이스의 작동 시 열발생으로 과급된 효과 등을 설명하는 데는 한계가 있다. 따라서 후속연구에서는 소재와 디자인의 다변화 및 디바이스 탈부착의 용이성, 신체 및 디바이스의 온도 측정 등을 중점으로 연구된다면 좀 더 스마트 의류의 저변 확대에 도움을 줄 것으로 보인다.

#### References

- '0827 3V micro vibration motor'. (n. d.). *Alibaba.com*. Retrieved October 20, 2020, from <https://www.alibaba.com>
- '3V 10mm Coin Type'. (n. d.). *Alibaba.com*. Retrieved October 20, 2020, from <https://www.alibaba.com>
- '8.0 mm × 3.0 mm thickness anti-lost vibration motor'. (n. d.). *Alibaba.com*. Retrieved October 20, 2020, from <https://www.alibaba.com>
- Ahn, K. M., & Hong, K. H. (2012). Comparative study on the effect of back massage to body heat by tools. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 13(6), 2648-2654. doi:10.5762/KAIS.2012.13.6.2648
- Bogaty, H., Hollies, N. R. S., & Harris, M. (1956). The judgment of harshness of fabric. *Textile Research Journal*, 26, 355-360. doi:10.1177/004051755602600510
- Cho, H., & Cho, S. (2015). Optimal heating location for developing the heating smart clothing based on thermal response of body. *Science of Emotion & Sensibility*, 18(3), 93-106. doi:10.14695/KJSOS.2015.18.3.93
- Choi, S. Y., & Lee, J. R. (2007). Suggestion of the structure for development of smart pants with vibrating massaging function. *Fashion & Textile Research Journal*, 9(3), 327-335.
- Domestic climate data. (2020). Korea Meteorological Administration, Retrieved February 7, 2020, from <https://data.kma.go.kr/stcs/grnd/grndTaList.do?pgmNo=70>
- Hong, B., Lee E., & Kim, K. (2002). The analysis of knit wear purchaser's behavior of the women in their twentieth and thirtieth. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 26(7), 1055-1065.
- Hwang, Y. M., & Lee, J. R. (2013). Development and evaluation of smart foundation with heating devices. *Fashion & Textile Research Journal*, 15(2), 231-239. doi:10.5805/SFTI.2013.15.2.231
- Jeong, W. S. (2001). Gender difference of clothing selection behavior for thermal comfort. *Journal of The Korean Society of Living Environmental System*, 8(2), 189-193.
- Kim, A. K. (1999). The effect of subjective evaluation of fabric hand on judge's age and specialty - Alkaline hydrolyzed Polyester fabrics. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 23(2), 220-229.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2016). Search measurement data - Whole body. *Size Korea*. Retrieved October 31, 2019, <http://sizekorea.kr/measurement-data/body>
- KS K 0051 Sizing systems for female adult's garments. (2009). *Korean Agency for Technology and Standards*. Seoul: The Korean standards association.
- Lee E, Roh, J. S., & Kim S. (2018). User-centered interface design approach for a smart heated garment. *Fibers and Polymers*, 19(1), 238-247. doi: 10.1007/s12221-018-7674-x

- 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.
- Lee, B., & Lee, J. (2015). Development of design for band type heating vests. *Journal of Fashion Business*, 19(5), 93-109. doi:10.12940/jfb.2015.19.5.93
- Lee, H. S., Yoon, M. K., Nam, Y. J., & Park, J. K. (2017a). *Apparel making: Blouse, Dress*. Seoul: Kyohak Research Press.
- Lee, H. R., Hong, K. H., Lee, Y. J., & Kim, S. Y. (2017b). User's voluntary heating behavior for the programming of the efficient heating mode of smart base layer clothing. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 41(5), 872-882. doi:10.5850/JKSCT.2017.41.5.872
- Lee, H. Y., & Jeong, Y. H. (2010). Subjective wearing evaluation of the commercial electric heated vest. *Korean Journal of Human Ecology*, 19(4), 667-674. doi:10.5934/KJHE.2010.19.4.667
- Lee, J. R. (2008). Development and evaluation of smart jacket with embedded wearable device. *Fashion & Textile Research Journal*, 32(3), 395-407. doi:10.5850/JKSCT.2008.32.3.395
- Lim, D. S., & Kwon, K. H. (2020). Haptic design of a wearable wrist massage device as a capstone design project of designer education program. *Journal of Engineering Education Research*, 23(2), 43-48. doi: 10.18108/jeer.2020.23.2.43
- 'Massage'. (2020). *Doopedia*. Retrieved February 18, 2020, from [http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?\\_method=view&MAS\\_IDX=101013000697954](http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000697954).
- Park, N. R., Kim, M. O., Moon, Y. O., Seo, M. S., Seo, M. J., & Lee, K. H. (2007). Purchasing behavior and product evaluation criteria of knitted apparel consumers. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 31(7), 1064-1074. doi:10.5850/JKSCT.2007.31.7.1064
- Seok, J. W. (2018, December 28). 'How warm is the heating vest?'. *Danawa*. Retrieved January 21, 2020, from <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=17441728&memberNo=639132&vType=VERTICAL>
- Winakor, G., & Goings, B. D. (1973). Fashion preference - Measurement of change. *Home Economics Research Journal*, 1, 195-209.
- Yi, E. (2014). Physical properties and wear sensibility of stretchable leather clothing for improving movability. *Journal of the Korean society for Wellness*, 9(4), 177-186.
- Yoon, Y. S. (1997). Thermographic temperature changes by the Meridian massage on the female of 6th decade. *The Korean Society for Aesthetics and Cosmetics*, 3(1), 121-146.

(Received 31 August, 2020; 1st Revised 5 October, 2020;  
2nd Revised 19 October, 2020; 3rd Revised 21 October, 2020;  
Accepted 23 October, 2020)