

발열장치를 이용한 보온 기능성 스마트 파운데이션의 개발 및 평가

황영미[†] · 이정란

부산대학교 의류학과 노인생활환경연구소

Development and Evaluation of Smart Foundation with Heating Devices

Young-Mi Hwang[†] and Jeong-Ran Lee

Dept. of Clothing & Textiles/College of Human Ecology Research Institute of Ecology for the Elderly,
Pusan National University; Busan, Korea

Abstract : This research developed a smart girdle for adult women in their 20's that has an inserted carbon weaving heater to help with relief from coldness and abdominal disease through the thermal insulation effect. A pocket of powernet fabric was attached to the inside of the girdle for the easy insertion and separation of the heating device, while the heating device was fixed to a mesh material by cotton yarn and was wrapped with elastic lining material to prevent the mechanical devices from being exposed. A set of 3 hooks was attached to the center of the back of the heating device in consideration of convenience and mobility. Whereas the switch was inserted into around the right waistband, and the battery into the inner pocket around the waist, to integrate the heating device with the girdle. The satisfaction and usability of the fabricated smart girdle was verified by having research participants wear it to evaluate the appearance change caused by the device, the inconvenience of wearing/unwearing, mobility, and the satisfactory functionality of the device. As a result, the grand mean was evaluated to be high, with appearance (4.19), mobility (4.17), and functionality (4.51) being higher than 4.00; which indicates that the heat generation function of the smart girdle is effective. It may be said that such collection and analysis of data that reflect users' opinions have value and significance in that they can be grafted onto future research on new technology as well as they contribute to taking a step forward in the rapidly increasing research of smart clothing, with the new-type clothing equipped with new function.

Key words: heating devices(발열장치), warmth(보온), smart girdle(스마트 거들), carbon(카본), adult women(성인 여성)

1. 서 론

인체와 직접 닿게 입는 옷을 총칭하기 때문에 '제 2의 피부'라고도 불리는 속옷은 최근 들어 2008년 이전 줄곧 7천~8천억 원대를 유지해 오던 국내 속옷 시장규모가 2009년 1조원을 넘어서더니 2010년에는 1조 4천억 원대로 고공 점프를 하며, 작년에는 자그마치 2조 원대 돌파를 내다볼 만큼의 급격한 성장세를 나타내었다("Completion of fashion", 2011). 이러한 원인은 과거 재래시장 및 도매시장에서 주로 거래되던 속옷 시장 형태가 TV홈쇼핑, 인터넷 쇼핑 등 다양한 유통 구조에 의해 소비자들에게 더 쉽고 가깝게 접할 수 있는 유통망의 변화를 갖게 되면서 더 큰 영향을 미치게 된 것으로 보인다(Cho & Lee, 2008). 이와 동시에 속옷은 과거 저 관여 제품으로 1차원적인 단순한 피부보호의 개념에서 벗어나 더 고급스럽고 더 기능적인 고품질 고부가 가치의 상품으로 바뀌어 가면서 대중의

관심은 한층 더 높아지고 있다(Gu, 2010). 최근 실루엣을 정리하고 신체를 보호하는 개념에서 노출착장이 유행으로 속옷의 기본 역할이 패션성으로 바뀌었고 개성을 표현하고 자기만족의 욕구를 충족시키는 도구로 활용되고 더 나아가 착용 하는 것만으로도 건강해지고 치유되는 느낌을 주는 도구로 활용 되고 있다. 이처럼 속옷은 미적 과시뿐만 아니라 편안하며 건강한 몸을 만드는데 영향을 미치게 된 것이다(Park, 2010).

한편, 유비쿼터스 혁명이 향후 커다란 변화를 이끌 것이라는 전망 아래 스마트 의류에 대한 국내의 연구는 더욱 활발해지고 있다. 현재 스마트 의류 기술은 일상생활, 건강 및 의료보조, 군사, 특수 기능 용도 등으로 개발되고 있고, 미국의 경우는 일상적 용도보다는 군사, 의료 등의 특수 업무를 중심으로, 반면 유럽이나 한국의 경우는 일상생활 용도로 스마트 의류 기술 개발이 연구되어 지고 있다(Lee, 2004). 그러나 현재까지 개발되고 있는 스마트 의류에 대한 대부분의 연구가 상의와 걸음을 중심으로 이루어지고 있었고, 1차적으로 피부를 감싸 체형을 가다듬고 보호해주는 역할을 하는 속옷 중에서도 하의에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 여성 속옷 스마트 의류에 대한 연구나 개발도 필요하다고 생각되며 여기에 보온 기능을 한층 더

[†]Corresponding author; Young-Mi Hwang
Tel. +82-51-510-3605, Fax. +82-51-583-5975
E-mail: ciel-210@hanmail.net
본 논문은 박사학위 청구논문의 일부임

Table 1. Mean body size of the subjects test to develop the heating device

(n= 10, Unit: cm)

Measurement	Body size		Size Korea (2010)		
	Mean	SD	Mean	SD	
Height	Stature	166.1	1.6	160.3	5.2
Circumference	Waist circumference	65.0	1.8	70.0	6.1
	Hip circumference	88.3	1.6	91.5	4.7
	Thigh circumference	51.6	2.9	54.6	3.8
	Midthigh circumference	45.2	3.2	48.4	3.8
Length	Waist to hip length	20.7	1.5	18.8	2.0
	Body rise	24.6	2.7	25.9	1.7
	Crotch length(natural indentation)	71.3	2.5	69.2	3.7
	Crotch length	27.4	0.9	-	-
Weight		52.1	2.9	53.3	6.8

높인 보온 기능성 스마트 거들을 개발한다면 외부의 찬 기운으로 인해 여성들에게 발생하는 다양한 질병을 완화시켜 줄 뿐만 아니라 겨울철 보온의 효과도 기대할 수 있을 것이다.

여성의 하복부 질환은 심하면 원활한 일상생활을 하지 못할 정도로 심각하지만 폐경이 되지 않는 한 평생 가지고 있어야 할 과제이다. 따라서 완전한 치유가 곤란하다면 단기적인 완화를 위해 원적외선, 아로마테라피, 자가 뜸, 발마사지, 테이핑, 수지침, 복부 경락마사지, 온열요법, 요가 등 다양한 연구방법이 보고되고 있다(Lee, 2012). 질병 완화의 방법 가운데 온열요법은 추워지기 시작하는 계절에는 겨울철 실내 난방 온도를 낮추어 에너지 절약과 환경을 지킬 수 있는 윤리적 소비에도 도움이 되는 기능성 속옷으로 소비자들에게 만족을 제공할 수 있다(Kim, 2011).

속옷에 이러한 고부가가치의 기능이 요구됨에도 불구하고 최근 진행되고 있는 속옷에 대한 선행연구를 살펴보면, 속옷 패턴설계 및 개발(Lee & Kim, 2007; Cho & Kim, 2008; Na, 2009; Ko & Kim, 2011), 디자인 관련 연구(Lee, 2009; Yeom & Kim, 2012), 구매 행동(Seo & Chung, 2008; Kim, 2011; Choi et al., 2012), 착용 및 구매실태 관련 연구(Cha & Sohn, 2010; Sohn & Kweon, 2012; Seok & Kim, 2012), 피복인간공학적인 연구(Park & Choi, 2006; Suh, 2010)로 기능성 속옷에 관한 연구나 속옷에 스마트 기능을 접목시켜 개발한 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 선행연구(Hwang & Lee, 2012)에서 제안된 스마트 거들의 설계 시안을 토대로 발열장치를 디바이스로 하는 성인 여성을 위한 보온 기능성 스마트 거들을 개발하고 이를 평가하고자 한다. 카본 직조 발열체를 이용한 장치는 거들의 앞 아랫배 부위와 뒤 엉덩이 부위를 중심으로 삽입되어, 혈액순환 장애로 인한 월경통, 복부를 과도하게 노출시키는 배꼽티와 지나친 실내 냉방온도 등으로 인한 생리불순, 미니스커트 착용으로 인한 체감온도 저하와 같은 다양한 하복부의 질환 해소에 도움이 되기 위한 것이다. 발열장치 삽입 시에는 겉옷의 외관에 변형이 없도록 자연스럽게 기계장치를 통합시키는 것에 유

의하고자 하며 개발된 스마트 거들의 외관과 착용감, 기능성에 대한 평가를 통해 만족도를 알아봄으로서 실용성이 높은 스마트 거들을 개발하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구의 구체적인 목적은 발열장치와 컨트롤러를 중심으로 기계장치를 거들에 통합시켜 스마트 거들을 개발하며, 이에 대한 외관, 착용감, 기능성에 대한 평가를 실시하여 보온 기능성 스마트 거들의 만족도 및 실용성을 검증하는 것이다.

2. 연구방법

2.1. 피험자

발열장치가 통합된 보온 기능성 스마트 거들의 제작과 평가를 위한 착의실험의 피험자는 선행연구에서 발열장치 재료 채택을 위한 착의실험 피험자와 동일하며, 실험을 위한 피험자는 평균체형의 20대 여성 10명으로 구성되어 둘레 4항목, 길이 4항목, 키, 몸무게의 총 10항목으로 직접계측을 실시하였다.

측정 방법에 있어서는 R. Martin의 인체측정법 및 KS A 7003, 7004에 준하여 직접계측을 실시하였으며, 직접 계측한 총 10항목에 대하여 각각의 평균과 표준편차를 2010년 제 6차 한국인 인체치수조사 보고서와 비교한 것이 Table 1이다.

본 연구의 계측치를 인체치수조사 보고서와 비교해 보면 일부 항목을 제외한 대부분의 항목에서 본 계측평균치가 낮게 나타났다. 모든 항목에서 Size Korea(2010) 계측치의 표준편차 범위 내에 속하므로 계측대상 선정 시 고려한 의도표집이 잘 이루어졌다고 볼 수 있다.

2.2. 발열장치가 통합된 보온 기능성 스마트 거들의 제작

발열장치를 디바이스로 하여 성인 여성을 위한 보온 기능성 스마트 거들을 개발하고자 선행연구(Hwang & Lee, 2012)에서는 스마트 거들의 구성시안을 완성하였다(Fig. 1).

발열장치: 선행연구에서 채택된 발열장치의 주재료는 직조발열체, 컨트롤러, 스위치, 전지, 전선, 커넥터, 충전기, 스파넥스, 파워넷, 매쉬 소재이고, 외관과 착용감, 활동감이 저하되지 않는

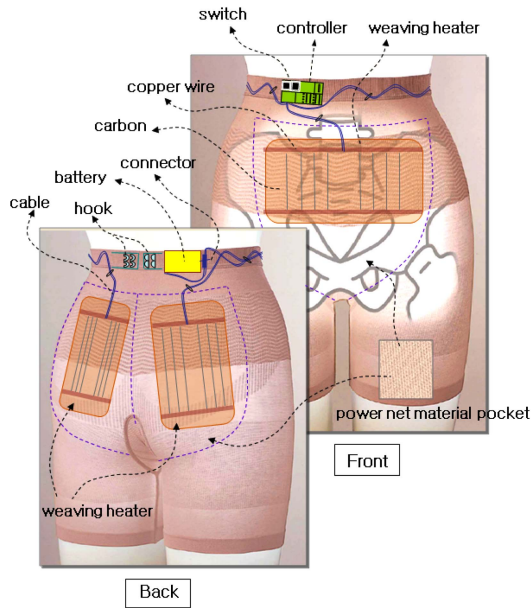


Fig. 1. Prototype of the smart heating girdle with a heating device attached. (Hwang & Lee, 2012)

범위 내에서 발열 효과가 높은 재료의 채택을 위해 실험이 진행되었다. 먼저 직조발열체의 제작을 위한 카본사의 개수, 직조 발열체의 크기, 삽입 위치를 선택하기 위해 발열체의 크기와 위치를 다양화하여 실험복 거들의 복부와 엉덩이 부위 내부에 발열장치를 삽입하였다. 장치가 삽입된 거들을 착용한 피험자는 하루 동안 일상생활을 하면서 자율적으로 발열체를 가동하되 1회 작동시 30분간 가동시켜 3회 이상 사용한 후 발열로 인한 보온효과 및 착용감과 활동감의 감각을 통해 5점 척도로 평가하여 발열체의 크기를 정하고 주관적 평가를 통해 발열체의 위치를 선정하였다. 그 결과 발열체의 가장 적절한 크기는 평균 4.5의 14.5×9.5 cm 발열체 1개와 평균 4.4의 8.0× 15.0 cm 발열체 2개를 채택하였고, 직조발열체가 부착되는 위치는 복부 부위의 경우 허리에서 5 cm, 엉덩이 부위의 경우는 허리에서 7 cm, 좌우간격 4 cm로 결정하였다. 또한, 적절한 컨트롤러, 스위치, 전지의 선정을 위한 실험도 실시하였다. 실험 결과, 가장 높은 효과를 나타낸 7.4 V, 2000 mAh 리튬폴리머 전지 2개를 사용하기로 하였고, 카본사의 길이와 수량은 고정된 전압값에 발열의 효율이 가장 높은 6 cm 8개, 11.6 cm 6개가 채택되었고 발열장치의 전체적인 사양은 Table 2에 나타내었다. 컨트롤러는 가로 40 mm, 세로 50 mm, 두께 2 mm 직사각형 모양의 PCB 보드(인쇄 회로 기판)로 디자인되었고, 스위치는 버튼형으로 권

트roller에 통합시켜 모드변환과 on/off 기능으로의 전환이 가능하도록 설계하였다.

실험복: 선행연구에서 개발된 거들패턴은 업체의 거들 패턴을 기초로 예비착의평가 후 불만족한 부분의 착의 보정을 거쳐 수정, 보완된 최종 실험복 패턴을 완성하였다. 최종 완성된 실험복 패턴 제도방법은 허리둘레선(허리둘레×0.88)/2 cm, 엉덩이둘레선(엉덩이둘레××0.77)/2 cm, 넓다리둘레선 (넓다리둘레×0.85 cm), 거들길이(33 cm), 거들앞길이(18 cm), 거들뒷길이 (24 cm), 엉덩이길이(엉덩이길이×0.85 cm), 밑위길이 (밑위길이×0.85 cm)였다. 실험복 거들의 걸감 소재는 착용감과 활동성에 방해를 주지 않도록 상, 하, 좌, 우의 스트레칭성이 우수한 스판덱스 소재이고, 발열체를 감싸는 소재는 스트레치사로 직조된 제품으로 걸감과 일치하는 스판덱스를 갖는 안감으로 거들 착용시 일상생활의 활동성과 착용감에 제약을 최소화하였다. 또한 아래배와 엉덩이 부위에 덧대는 보강포는 시중에 판매되고 있는 거들의 보강포와 동일한 소재를 채택하여 거들의 기능성을 부가하여 제작하였다(Fig. 2).

발열장치와 거들의 통합: 완성된 최종 실험복 패턴을 적용한 실험복 거들을 제작하여 선행연구의 실험 결과를 바탕으로 설계된 발열장치를 실험복 거들과 통합하여 보온 기능성 스마트 거들을 제작하였다.

2.3. 보온 기능성 스마트 거들의 평가

발열장치와 거들이 통합된 보온 기능성 스마트 거들에 대해 2009년 2월~3월까지 외관, 착용감, 기능성에 대한 평가를 실시하였다. 피험자는 스마트 거들 제작 시 피험자와 동일하며, 10명에게 발열 거들을 착의시켜 평가하였다.

스마트 거들의 외관평가: 의류학 전문 평가단 10명이 5점 척도 방식으로 외관에 대하여 평가하고 구체적인 내용을 평가지에



Fig. 2. The inside of heating girdle.

Table 2. Specifications of the weaving heater used in the research

Part	Division	Voltage (V)	Amperemeter (A)	Electric resistance (Ω)	Wattmeter (W)	Max temp (°C)	Size (cm)	Number of carbon
	Abdomen	7.4	2.96	2.5	21.904	≤ 85	14.5×9.5	8×1
	Hip	7.4	11.84	0.625	87.616	≤ 85	8.0×15.0	6×2

직접 기입하도록 하였다. 평가항목으로는 거들 앞, 옆, 뒤의 외관 및 밀착성에 관한 15문항, 발열장치의 부착에 관한 3문항, 디자인 1문항, 거들의 내부 1문항의 총 20문항으로 구성하였다.

스마트 거들의 착용감 평가 : 하루 동안 일상생활을 하게 한 후, 동작 시 느끼는 착용감을 직접 평가하게 하였다. 특히 일상생활 중에 많이 반복되는 동작을 중심으로 활동성을 평가하였다. 평가 항목으로는 거들 각 부분의 밀착감에 관한 7문항, 활동시 착용감에 관한 5문항, 거들 내부에 발열장치를 부착함에 따른 신체적 불편함에 관한 4문항, 발열장치가 부착된 것에 대한 심리적 거부감에 관한 1문항의 총 17문항으로 구성하였다.

발열장치의 기능성 평가 : 하루 동안 일상생활을 하면서 자율적으로 가동하되 1회 작동시 30분간 가동시켜 3회 이상 사용한 후 발열장치의 원활성에 대하여 평가하게 하였다. 평가 항목으로는 발열장치 기능의 효과에 관한 1문항, 발열장치 작동의 원활성과 안정성에 관한 8문항, 발열장치의 탈, 부착 편리성에 관한 1문항의 총 10문항으로 구성하였다.

2.4. 결과 분석

결과분석 방법은 SPSS 14.0 프로그램을 사용하여 각 문항에 대한 평균값과 표준편차, Cronbach's Alpha계수를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 발열 장치와 거들의 통합

발열장치 : Hwang and Lee(2012)의 연구 결과에서 선택된 발열 장치 재료들을 연결하여 스마트 거들에 통합될 발열장치를 완성하였다. Fig. 3은 발열장치의 전체 구성도를 나타낸 것으로, 복부 부위 발열체 1개와 엉덩이부위 발열체 2개로 구성된 발열체 부위, 발열체의 입력 전압을 조절하는 컨트롤러, 사용자 인터페이스(Interface)인 스위치는 컨트롤러에 부착되어 있고 컨트롤러는 전지와 연결되어 있다.

직조발열체의 최고온도는 Table 2와 같이 85°C이나, DC-DC 칩퍼에서 제어할 수 있는 온도는 저(40~45°C)·중(50~55°C)·고온(60~65°C)의 세 가지 모드이며, 복부와 엉덩이에 사용한 발열체는 발열체가 가지는 전압과 발열량이 다르기 때문에 스위치를 개별로 부착하여 발열체에 공급되는 전압이 다르도록

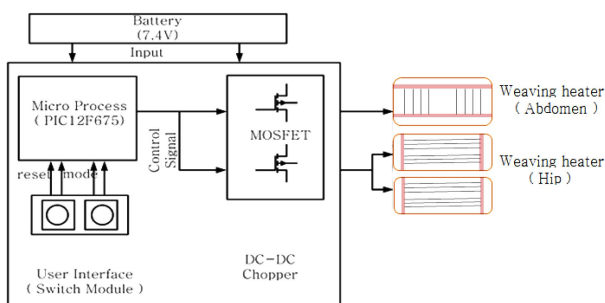


Fig. 3. Prototype system of heating device.

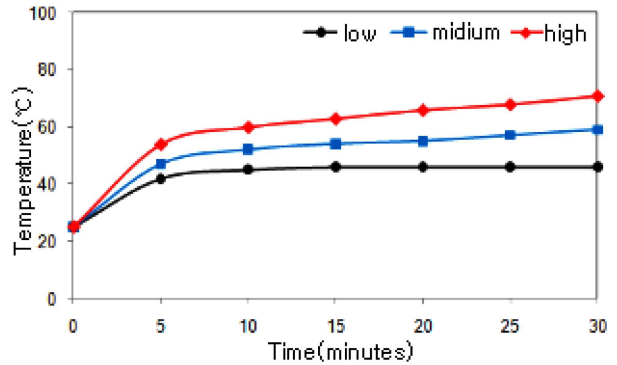


Fig. 4. Temperature change of the abdomen weaving heater by different temperature mode.

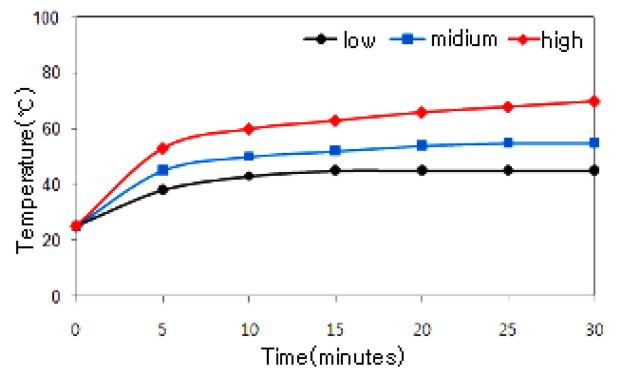


Fig. 5. Temperature change of the hip weaving heater by different temperature mode.

조절하였다. 모드별 직조 발열체의 온도 변화는 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다.

Fig. 6과 Fig. 7은 오실로스코프(전기적인 신호를 화면에 그려주는 장치)에 의해 측정된 모드별 듀티비 사이클을 비교한 그림이다. 듀티사이클은 한 주기(=전류가 흐른 시간+전류가 흐르지 않은 시간)에 대한 전류가 흐른 시간의 비를 말하며, 또 전류가 흐르지 않은 시간에 대한 전류가 흐른 시간의 비를 듀티비라고 한다. 이때 한 주기는 하나의 요철(∟)을 나타내며, Y축은 전압을 X축은 시간을 뜻하는 것으로 온도가 높아지기 위해서는 출력전압을 높여 전류가 흐르는 시간을 더하여 좁은 주기를 나타내며, Y축의 최고점 너비가 넓게 나타나고 그와 동시에 듀티비 수치도 높아진다.

Fig. 6은 복부 부위의 모드별 직조 발열체의 입력전압 파형을 나타낸 것으로 복부에 부착하는 발열체는 1개로 저온모드는 듀티비(on/off의 주파수 파형에 대한 비율)가 0.4이고 발열체에 공급되는 전압이 2.96 V로 구동되며, 중온모드는 듀티비가 0.54이고 발열체에 공급되는 전압이 4 V로 구동되고, 고온모드는 듀티비가 0.88이고 발열체에 공급되는 전압이 6.51 V로 구동된다.

Fig. 7은 엉덩이 부위의 모드별 직조 발열체의 입력전압 파형

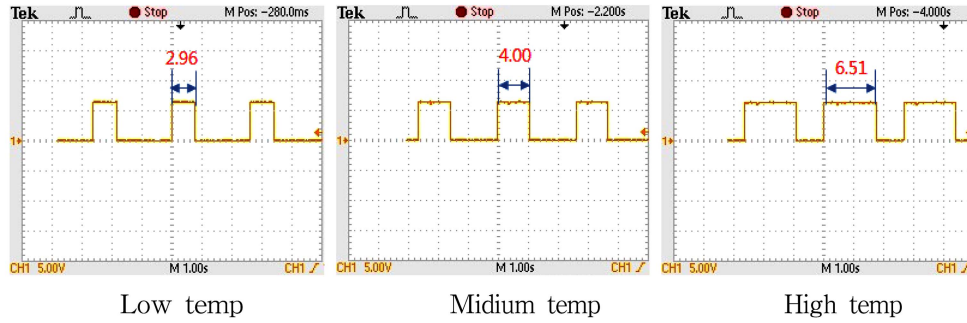


Fig. 6. Input voltage waveform of the abdomen weaving heater by different temperature mode.

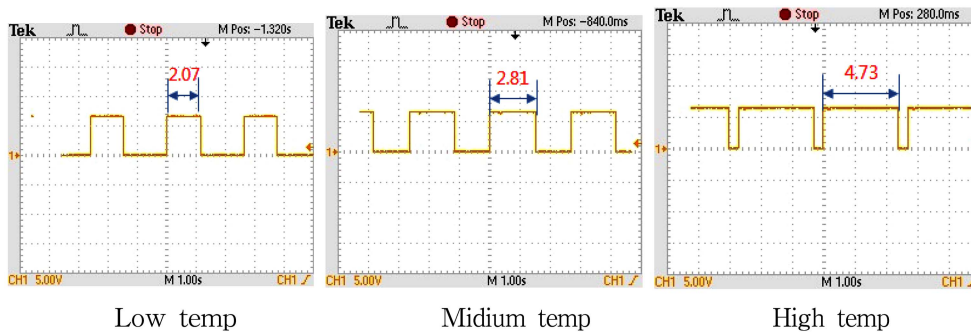


Fig. 7. Input voltage waveform of the hip weaving heater by different temperature mode.

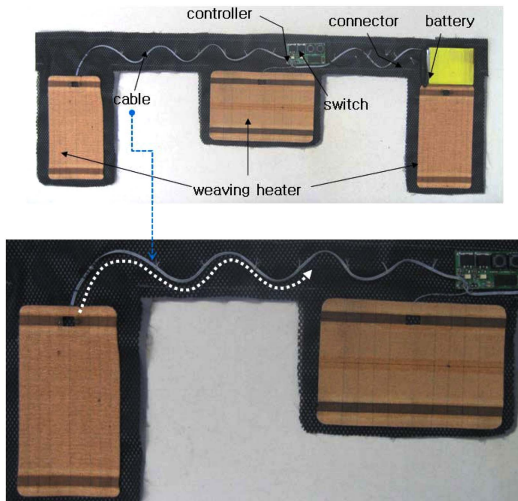


Fig. 8. Structure of heating device (inside).

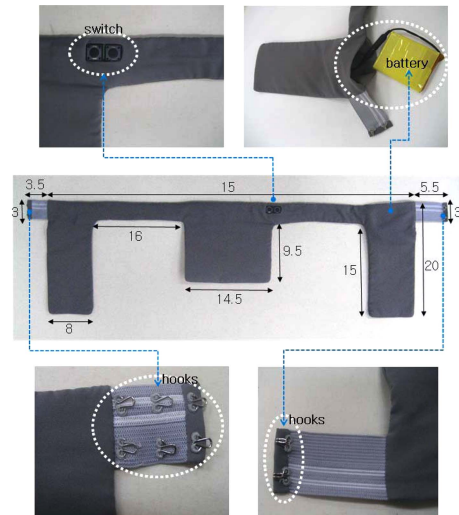


Fig. 9. Structure of heating device (outside).

을 나타낸 것으로 엉덩이에 부착하는 발열체는 2개로 공급되는 전류를 최적화하기 위하여 직렬로 연결하였다. 여기에서 저온모드는 듀티비가 0.28이고 발열체에 공급되는 전압이 2.07V로 구동되며, 중온모드는 듀티비가 0.38이고 발열체에 공급되는 전압이 2.81V로 구동되고, 고온모드는 듀티비가 0.64이고 발열체에 공급되는 전압이 4.73V로 구동된다.

개발된 발열장치에 모든 기계 부품들의 고정을 위해 얇은 매쉬 소재를 이용하였는데, 직조발열체의 모서리 부위는 매쉬 소

재에 면사로 바느질하여 고정시켰다. 전선은 신축성이 없는 소재이므로 발열장치가 허리에 착용되었을 경우 활동성을 높이기 위하여 직선 배치보다는 곡선 배치하여 신축성을 주었다(Fig. 8). 전지는 기계장치들 중에서 가장 부피감이 크고 무게감이 높은 것으로 걸로 잘 드러나 보이지 않도록 하기 위하여 허리 부위에 스판 안감으로 속주머니를 만들어 삽입하였고, 발열장치의 탈, 부착의 편의성과 활동성을 감안하여 뒤 허리 밴드 부

위에는 3단계의 조절이 가능하도록 걸고리를 부착하였다. 스위치는 오른손이 가장 편안히 닿을 수 있는 부위로 하기 위하여 오른쪽 앞 허리 부위에 배치하였다. Fig. 8은 최종적으로 완성된 발열장치의 구성도 안쪽면이며, Fig. 9는 발열장치의 겉면으로서 장치의 전체 무게는 140 g이다.

거들에 발열장치 통합 : 거들과 발열장치의 통합 방법으로는 먼저, 발열장치의 흔들림을 막기 위해서 Fig. 2와 같이 복부 부위와 엉덩이 부위의 디자인선이 위치한 거들 내부에 파워네

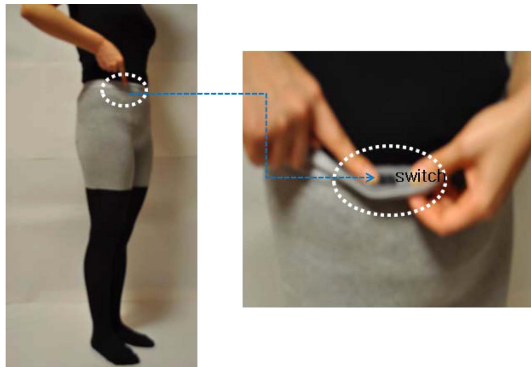


Fig. 10. Operation of the button-type switch after wearing the heating girdle.

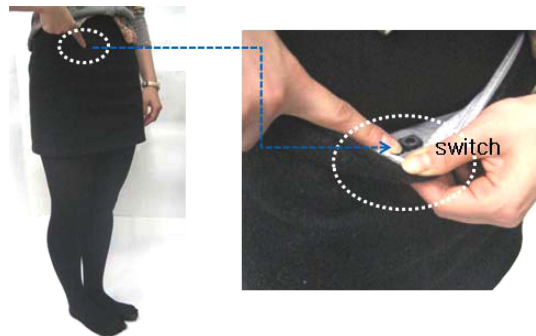


Fig. 11. Operation of the switch while wearing the heating girdle under everyday wear.

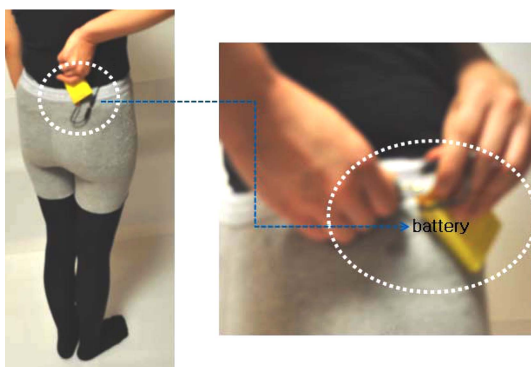


Fig. 12. Change of the lithium polymer battery after wearing the heating girdle.

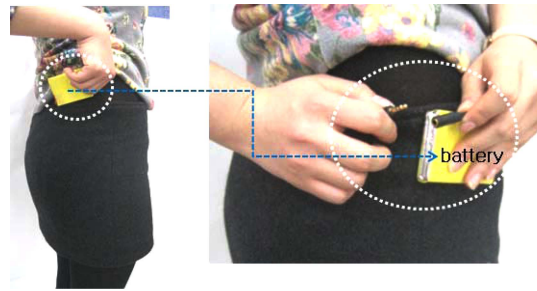


Fig. 13. Change of the battery while wearing the heating girdle under everyday wear.

트 보강포로 주머니를 만들어 손쉽게 발열장치를 삽입하고 분리할 수 있도록 제작하였다. 발열장치 삽입시 주머니 입구가 잘 보이도록 거들의 허리밴드 부위 안단은 위로 걷어 올려 주고, 발열체의 뒤 중심 걸고리가 열린 상태로 복부와 엉덩이 부위의 파워네트 원단 주머니에 발열체를 삽입한다. 발열체가 삽입된 거들을 착용한 후 뒤 중심의 3단 걸고리를 인체의 사이즈에 맞춰 닫아주고 거들의 허리 안단을 내려주면 보온 기능성 거들의 착용이 완료된다.

완성된 발열거들을 착용한 후 스위치와 전지를 사용하는 모습을 Fig. 10과 Fig. 12에 나타내었다. Fig. 11과 Fig. 13은 발열거들 착용 후 일상복을 입은 상태에서 착용자가 실제로 발열장치를 사용하기 위해서 스위치를 누르고 전지를 교체하는 모습이다.

3.2. 스마트 거들에 대한 평가

발열장치가 부착된 스마트 거들의 외관에 대한 평가 및 착용에 따른 활동성과 보온 효과를 평가하기 위해서 착의실험을 실시하였다.

스마트 거들의 외관평가 : 발열장치가 내장된 스마트 거들을 제작해서 10명의 피험자에게 착의시키고 10명의 평가단에 의해 외관 평가를 실시하여 항목별로 평균점수와 표준편차를 산출하여 맞음새를 확인하였고, 거들의 내부에 대한 평가시에는 거들의 안쪽면이 보이도록 제시한 후 발열장치가 삽입된 거들 내부의 자연스러움을 평가하였다(Table 3).

그 결과, 전체 평균점수는 4.19점으로 나타나 대체로 높은 평가를 받았다. 특히 기계장치와 접목된 항목을 보면 발열장치를 삽입한 부위가 외관상 눈에 띄지 않고 자연스러운가에 대한 항목에서는 앞면 4.37, 옆면 4.01, 뒤면 3.34로 나타나 앞면보다 뒷면이 전체적으로 낮은 점수를 보이고 있기는 하지만 대부분의 항목에서 높은 점수를 나타내었다. 또한 발열장치가 삽입되지 않은 선행연구(Hwang & Lee, 2012)의 외관 평가시 전체평균(4.15)과도 비교해 보면 큰 차이가 없으며, 거들의 밀착성 항목에서도 유사한 점수를 보여 스마트 거들에 기계장치를 삽입하였음에도 불구하고 기계장치 없이 현재 시판되고 있는 거들의 외관과 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Result of evaluating the appearance of smart girdle with heating

Division	Items	Mean	SD
Front	1. Appearance of center line	4.37	0.55
	2. Appearance of waist line	4.22	0.67
	3. Fit of waist circumference	4.30	0.66
	4. Fit of abdominal part	4.56	0.52
	5. Fit of crotch part	4.50	0.52
	6. Fit of an overall appearance	4.52	0.52
	7. Overall appearance	4.48	0.57
	8. Natural appearance of the area to which the heating device is attached	4.37	0.59
Side	9. Overall appearance	4.28	0.65
	10. Natural appearance of the area to which the heating device is attached	4.01	0.76
Back	11. Center line	4.29	0.55
	12. Appearance of waist line	3.91	0.79
	13. Fit of waist circumference	4.10	0.70
	14. Fit of hip circumference	4.37	0.63
	15. Fit of crotch part	4.40	0.61
	16. Fit of an overall appearance	4.27	0.65
	17. Overall appearance	3.81	0.72
	18. Natural appearance of the area to which the heating device is attached	3.34	0.60
Design	19. Popularity of the girdle's shape and design	4.01	0.46
Inside	20. Natural appearance of the inside of the girdle after attaching the heating device	3.69	0.78
Total Mean		4.19	0.63
Cronbach's Alpha		0.90	

착용감 평가 : Table 4는 발열 기능 스마트 거들의 착용감 평가 결과이다. 10명의 피험자가 발열장치가 부착된 스마트 거들을 착용하고 하루 동안 일상생활을 한 후, 서 있는 자세와 앉은 자세로 구분하여 동작시 느끼는 착용감과 활동성을 직접 평가한 결과는 전체평균이 4.17점으로 높이 평가되었다. 항목별로 살펴보면 부위별 압박감을 묻는 문항에서 서서 활동하는 동작 보다 앉아 있는 동작이 다소 낮은 점수를 나타내었고, 그 중 허리밴드의 조임이 3.8로 가장 낮게 나타났다. 이는 가장 부피가 많은 전지가 위치하는 곳이 허리부위이며 컨트롤러와 커넥터 전지 등 기타 발열 장치가 삽입된 부위이므로 의복압은 높지 않으나 심리적 압박감이 발생한 것으로 생각된다. 가장 낮은 점수를 받은 항목은 입고 벗기에 불편함이 없는가에 대한 문항으로 3.10의 다소 낮은 점수를 보이고 있는데, 이것은 팬티에 비해 스판성이 강한 거들 소재의 특성 때문인 것으로 볼 수 있다.

기계장치와 관련된 문항에서는 거들 내부에 있는 기계 장치가 몸을 누르는 압박감이나 몸에 닿는 느낌이 거슬려 착용감이 다소 낮게 나타났지만 거들의 무게감이 활동하기에 부담

Table 4. Result of evaluating the wearing sensation of smart girdle with heating

Division	Items	Mean	SD
Tightening	1. Tightening of the waistband	While standing 4.10 While seated 3.80	0.57 0.63
	2. Tightening of the abdominal part	While standing 4.20 While seated 4.20	0.79 0.63
	3. Tightening of the crotch part	While standing 4.50 While seated 4.30	0.53 0.68
	4. Tightening of the Thigh part	While standing 4.10 While seated 3.90	0.87 0.87
	5. Tightening of the hip part	While standing 4.60 While seated 4.60	0.52 0.52
	6. Wearing sensation of the design line	While standing 4.60 While seated 4.30	0.70 0.95
	7. Wearing sensation of the length girdle	While standing 4.60 While seated 4.60	0.52 0.52
Wearing sensation	8. Sweat absorption and air permeability	4.00	0.67
	9. Touch of the fabric	4.40	0.52
	10. Thickness of the fabric	4.50	0.53
	11. Stretch of girdle	4.20	0.79
	12. Convenience of wearing/unwearing	3.10	0.88
Physical discomfort	13. Mobility due to the girdle's weight	4.60	0.52
	14. Comfort without the sense of pressing the body caused by the heating device	3.60	0.70
	15. Comfort without the bothering contact of the heating device with the body	3.60	0.84
	16. Wearing sensation of the Overall	3.60	0.52
Psychological rejection	17. Psychological rejection against the heating device	4.00	0.67
Total Mean		4.17	0.66
Cronbach's Alpha		0.78	

스러울 정도로 불편하지는 않은 것(4.60)으로 나타나 기계장치에 대한 심리적 거부감(4.00)이 약간 있기는 하지만 활동하기에 지장을 줄 정도는 아니라는 것을 알 수 있었다.

발열장치의 기능성 평가 : 10명의 피험자가 발열 기능 스마트 거들을 하루 동안 착용하여 일상생활을 하는 중간에 발열장치를 3회(1회당 30분) 이상 작동시켜 발열 기능을 사용해본 후, 복부와 엉덩이로 구분하여 보온효과와 발열장치 작동원리의 원 활성을 평가하였다(Table 5). 그 결과 전체 평균은 4.51로 나타났다, 모든 항목에서 4.00 이상으로 높이 평가되었다.

항목별로 살펴보면 발열장치의 효과적인 보온성은 엉덩이 부위(4.50)에 비해 복부 부위(4.70)가 더 높았고, 보온이 되는 위치 또한 엉덩이 부위(4.20)에 비해 복부 부위(4.80)가 더 높게

Table 5. Result of evaluating the function of smart girdle with heating

Division	Items		Mean	SD
Effect of function	1. Effect of heating	Abdomen	4.70	0.48
		Hip	4.50	0.53
	2. Suitability of the heated location	Abdomen	4.80	0.42
		Hip	4.20	1.03
	3. Switch activated	Abdomen	4.90	0.32
		Hip	4.90	0.32
	4. Easy change of switch mode	Abdomen	4.70	0.48
		Hip	4.70	0.48
Smoothness and stability	5. Easy activated of heating device	Abdomen	4.70	0.48
		Hip	4.70	0.48
	6. Battery life (A single charging allows more than 3 hours of continuous use)	Abdomen	4.00	0.82
		Hip	4.20	0.79
	7. Heat of heating device	Abdomen	4.40	0.70
		Hip	4.40	0.70
	8. Temperature of weaving heater	Abdomen	4.40	0.70
		Hip	4.40	0.70
	9. Overall satisfactory operation of the heating device		4.50	0.53
Wearing/unwearing	10. Convenience of wearing/unwearing of heating device		4.10	0.99
Total Mean			4.51	0.61
Cronbach's Alpha			0.80	

나타났다. 이는 활동 시 체표길이의 신장이 복부 부위는 앉은 자세일 때 앞 중심의 체표 길이가 짧아져 발열체가 더 밀착되어 발열체를 처음 장착한 본래의 위치에서 벗어나는 경우가 드물지만, 엉덩이 부위의 체표는 앉은 자세일 때 체표의 신장률 변화가 더 커서 선 자세일 때 위치한 발열체의 본래 위치에서 벗어나는 현상이 발생했기 때문이다.

작동원리에 대한 문항에서는 스위치의 on/off 기능, 모드 전환 기능, 작동의 원활성 모두 4.70 이상의 높은 점수를 나타내어 기기의 효과에 대해 정확성을 검증할 수 있었다. 발열체의 모드별 세가지(고온/중온/저온) 온도 또한 거부감이 없어 발열 장치의 기능에 매우 만족하고 있는 것으로 나타났다.

4. 결론 및 제언

본 연구는 20대 성인 여성을 대상으로 일상생활 속에서 추위와 복부 질환으로부터 보온효과를 통증 완화를 위하여 카본 직조 발열체가 삽입된 보온 기능성 스마트 거들을 개발하였다. 이를 위해 선행연구(Hwang & Lee, 2012)의 결과에서 제시한 스마트 거들의 구성 시안을 바탕으로 발열 장치를 개발하였고, 이것을 거들에 삽입한 스마트 거들을 완성하였다.

발열장치와 거들의 통합을 위해 직조 발열체와 컨트롤러의 모서리 부위는 매쉬 소재에 면사로 바느질하여 고정시키고 전

선은 신축성이 없는 소재이므로 곡선 배치하여 발열장치가 허리에 착용되었을 경우 활동성을 높여 주었고, 그 외의 기계장치들이 보이지 않도록 스판 안감으로 감싸 주었다. 발열장치의 삽입시 흔들림을 막기 위해 거들의 복부와 엉덩이 부위 디자인 선에는 파워네트 보강포로 주머니를 만들어 손쉽게 발열장치를 삽입하고 분리할 수 있도록 제작 하였고, 탈, 부착의 편의성과 활동성을 감안하여 뒤 허리 밴드 부위에는 3단계의 조절이 가능한 걸고리를 부착하였다. 스위치는 컨트롤러와 통합되어 오른손이 가장 편안히 닿을 수 있는 오른쪽 앞 허리 부위에 배치하였고, 전지는 기계장치들 중에서 가장 부피감이 크고 무게감이 높은 것으로 걸고로 잘 드러나 보이지 않도록 하기 위하여 허리 부위에 스판 안감으로 속주머니를 만들어 삽입하였다.

발열장치와 거들을 통합한 스마트 거들의 만족도를 알아보기 위해 개발한 발열 거들을 평균체형의 피험자 10명을 대상으로 착의 평가한 결과, 외관평가에서는 전체평균 4.19로 높은 평가를 받았다. 기계장치가 접목된 항목에서 뒷면(3.34)이 낮은 점수를 보이는 하지만 대부분의 항목에서 높은 평균을 나타내어 기계장치가 삽입된 거들의 외관에 변화가 없음을 알 수 있었다. 착용감 평가 결과에서는 거들의 착, 탈에 대한 불편함 항목(3.10)을 제외하고 평균 3.60 이상으로 높게 나타났고 전체 평균은 4.17로 높은 평가를 나타내었다. 그리고 동일한 피험자에게 스마트 거들을 착의시켜 발열장치를 3회 이상 가동 시킨 후 발열체 작동원리의 원활성에 대한 기능을 평가해 본 결과에서는 전체평균이 4.51로 나타났고, 모든 항목에서 4.00 이상으로 높이 평가되어 스마트 거들의 발열 기능이 효과적임을 알 수 있었다.

본 연구는 거들과 발열장치를 통합하여 스마트 거들을 개발한 후 그 효과를 검증하기 위해 피험자가 직접 착의한 상태에서 기기로 인한 외관의 변화와 착용감, 기기의 원활한 기능성을 평가하였다. 이는 사용자의 의견을 반영할 수 있는 데이터를 수집, 분석함으로써 향후 신기술 연구에 접목할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 기능이 부여된 신종 의복으로 급증하는 스마트 의류의 연구 반열에 한걸음 더 나아갈 수 있는 영향을 미쳤다는데에 그 가치와 의의가 있다고 하겠다.

후속 연구에서는 정량적인 실험을 통해 기기로 인한 의복압의 변화를 평가하여 본 연구에서 제시된 착용감 평가 결과와 부합하는지 알아보고, 체열 촬영을 통한 피부온의 상승 변화 결과를 통해 본 연구의 기능성 만족도 결과와 비교 평가 해 발열 기능의 보온효과를 검증함으로써 스마트 거들의 제품 상용화 가능성을 예측해 보고자 한다.

References

Cho, Y. K., & Lee, Y. M. (2008). The development of women's innerwear design according to the fashion trend analysis. *Journal of the Korean Society of Fashion Design*, 8(2), 75-94.

Cho, S. H., & Kim, M. S. (2008). Brassiere pattern development based

- on 3D measurements of upper body - Focused on women in their 30's. *Journal of the Costume Culture*, 16(3), 488-501.
- Cha, S. J., & Sohn, H. S. (2010). The conditions for wearing and purchasing brassieres by Korean women -Based on the female college students in their early 20's-. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(2), 303-317.
- Choi, J. Y., & Cho, S. H. (2012). Purchase behaviors, size combination suitability & products satisfaction for women's underwear sets sold on TV home shopping. *Journal of the Costume Culture*, 20(2), 154-168.
- Gu, E. H. (2010). *The relationships among clothing values, wearing behaviors and the attitudes toward underwear for girl students*. Unpublished master's thesis, Chungbuk University, Cheongju.
- Hwang, Y. M., & Lee, J. R. (2012). Prototype of smart foundation with heating devices. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 14(4), 588-596.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2010). Session 6: The Korean anthropometric survey.
- Kim, Y. S. (2011). The effects of women's attitudes, selection, and wearing experience on purchasing intention of underwears made of smart fibers. *Journal of Fashion Business*, 15(1), 115-128.
- Ko, S. H., & Kim, K. H. (2011). Study on designing of underwear for men : focus on men's underwear(woven boxer). *Journal of the Korean Society of Knit Design*, 9(1), 72-85.
- Lee, J. H. (2004). Digital wear of daily life. *Fiber Technology and Industry*, 8(1), 11-18.
- Lee, H. J., & Kim, J. (2007). A study on the functional panty basic pattern for elderly women. *Journal of the Costume Culture*, 15(5), 737-748.
- Lee, N. Y. (2009). A study of women's innerwear design trends : Focused on innerwear advertisements. *Journal of Design for Woman's Concerns Association*, 5(1), 54-68.
- Lee, S. O. (2012). *The effects on menstrual pain and discomforts of the underwear with space energy*. Unpublished doctoral dissertation, Pusan University, Pusan.
- Na, M. H. (2009). A study on the development of brassiere pattern for elderly women. *Korean Journal of Human Ecology*, 18(2), 397-406.
- Park, Y. S., & Choi, Y. S. (2006). A study on the adaptedness of brassiere underbust length. *Journal of Fashion Business*, 10(1), 31-40.
- Park, J. E. (2010). *A study on VMD of eco-friendly underwear outlets*. Unpublished master's thesis, Dongseo University, Pusan.
- Seo, Y. H., & Chung, S. H. (2008). Study of elderly women' buying behavior of panty and brassier and wearing test of brassier. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 32(7), 1013-1022.
- Suh, C. Y. (2010). Comparative pattern analysis and the fitness evaluation of brassieres. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(4), 673-685.
- Sohn, B. H., & Kweon, S. A. (2012). A survey on wearing of brassieres according to body and breast type of college women. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 36(8), 791-801.
- Seok, H. J., & Kim, S. H. (2012). Purchasing practices and wearing satisfaction of panties for elderly women. *Journal of Korea Society of Design Forum*, 34, 65-74.
- "Underwear', the completion of fashion, even protects health'. (2011, December 12). *The Korea Economic Daily*. Retrieved June 13, 2012, from <http://www.hankyung.com>
- Yeom, S. J., & Kim, E. J. (2012). A study on the traditional clothing design by applying the late Joseon's women underwear style. *Journal of the Korean Society of Costume*, 62(7), 54-66.

(Received 30 July 2012; 1st Revised 27 August 2012;
2nd Revised 9 January 2013; 3rd Revised 7 March 2013;
Accepted 15 March 2013)