발열장치를 이용한 기능성 스마트 파운데이션의 구성 시안

황영미^{1)*} · 이정란²⁾

¹⁾부산대학교 노인생활환경연구소/부산대학교 의류학과

²⁾노인생활환경연구소

Prototype of Smart Foundation with Heating Devices

Young-Mi Hwang^{1)*} and Jeong-Ran Lee²⁾

¹⁾College of Human Ecology Research Institute of Ecology for the Elderly/Dept. of Clothing & Textiles,
Pusan National University; Busan, Korea

²⁾College of Human Ecology Research Institute of Ecology for the Elderly; Busan, Korea

Abstract : This research was intended to design an experimental girdle with thermal insulation function for adult women in their 20s. The design of the experimental girdle was based on the pattern of commercially available girdle. The final pattern of the experimental girdle was established according to the drawing equations determined based on the result of appearance evaluation. The equations were (waist circumference $\times$ 0.88)/2 for waist circumference, (hip circumference $\times$ 0.77)/2 for hip circumference, and (thigh circumference $\times$ 0.85) for thigh circumference. In order to develop a heating device, the most effective fabric heater was adopted based on the experiments about the number of carbon fibers, heater size and attachment site. Three heaters-one with a size of 14.5 $\times$ 9.5 cm, and the other two with the size of 8.0 $\times$ 15.0 cm-were attached to the areas corresponding to the lower abdomen and the hip, 5 cm below the waist. A heater was developed by connecting these heaters to a controller, 2 batteries (7.4 V 2000 mAh lithium polymer batteries) and a switch (for mode conversion between high/medium/low temperatures). The heater was integrated into the inside of the girdle, so that attachment and detachment were possible without the change of appearance. The tentative configuration plan was proposed for the development of a functional smart girdle with an excellent thermal insulation effect.

Key words: heating devices(발열 장치), warmth(보온), smart clothing(스마트 의류), foundation(파운데이션), girdle(거들)

1. 서 론

21세기 첨단과학시대에는 패션과 과학이 결합한 디지털 의류가 주요 패션으로 자리 매김 할 것으로 전망된다. 디지털 시대 패션에서 가장 주목받는 스마트 의류는 첨단 디지털 기술이 패션 속으로 깊숙이 침투하는 대표주자라 할 수 있다. 이것은 새로운 기술과 섬유를 개발함으로써 진보해나가고 있으며, 스마트 의류 산업이라는 새로운 기회의 시장으로 형성되기 시작했다. 이에 따라 세계 각국에서는 경쟁적으로 스마트 의류 제품을 생산·출시하고 있는 상황이다(Lee, 2008).

최근 국내에서도 국가적인 관심이 되어 차세대 컴퓨팅 산업 전시회, 프리뷰 인 서울, 아이패션산업발전연구회 등의 전시회들을 통해 출품된 여러 가지 국내 스마트 의류 개발품들이 소개되고 있으며, 학계와 패션업체에서 스마트 의류에 대한 연구 개발에 박차를 가하고 있다(Choi & Lee, 2007).

한편, 국외의 연구 동향을 정리해서 제시하던 20세기의 스마트 의류 연구에 반해 종래에 들어서는 새로운 차원의 기능을 부가한 스마트 의류 개발에 관한 연구가 국내에서도 활발히 진행되고 있다.

Korea Institute of Patent Information(2008)에 따르면 웨어러블 컴퓨터와 관련된 기술들에 대한 특허출원이 1995년 34건, 2000년 43건이던 것이 2005년 84건, 2006년 98건으로 2000년 이후 꾸준히 증가하고 있다. 특허출원 기술을 용도에 따라 구분하여 보면 전기신호 전달성 섬유소재, 보호기능을 구비한 바이오 프로텍션 소재, 전기회로를 포함하는 전자직물(electro-textile) 소재 등의 의복용 소재 기술과 이러한 소재를 이용하여 제작되는 헬스케어용 스마트의류, 엔터테인먼트용 스마트의류, 기타 다기능 스마트 의류 등의 응용제품 기술이 있다. 2001년 이후 2007년까지 출원된 총 441건의 웨어러블 컴퓨터 관련 특허출원의 기술 분야별 분석에 따르면 전자직물 관련 출원이 17%, 도전성 원사 관련 출원이 15%, 헬스케어용 스마트의류가 13%를 차지하고 있다.

발열의류 관련 연도별 출원 동향과 발열제품 기술의 변천을

*Corresponding author; Young-Mi Hwang
Tel. +82-51-510-3377, Fax. +82-51-583-5975
E-mail: ciel-210@hanmail.net

조사한 결과 출원건수의 변화 및 주요 기술의 변화를 함께 고려해 볼 때 1982년의 관련분야 최초 출원 이후 꾸준한 출원건수를 유지하고 있으며, 1~3년 단위로 새롭고 유용한 기술이 꾸준히 개발되고 있고, 발열제품 기술과 타 기술분야와의 접목을 통한 신제품 개발도 꾸준히 이루어지고 있다. 특히 1999년 이후로는 발열제품 기술의 출원건수가 두드러진 증가를 보이고 있다(Kim, 2003).

지금까지 국내에서 개발된 발열 기능을 갖는 스마트 의류를 살펴보면, 2009년 출시된 LED가 삽입된 히텍스 내피의 코오롱 스포츠의 라이프텍 재킷("Kolon Sport", 2009), 전도성 탄소섬유를 이용한 테크웜 발열조끼("Heating vest", 2010), 해상 사고시 활용가능한 GPS 구명조끼("Maritime distress", 2010), 피부와 접촉시 온도가 상승하는 인아웃 발열레이어("In-Out Heating Layer", 2010), 세라믹 신소재를 이용한 유니플라텍의 탄소섬유 발열군복("Carbon fiber", 2008), 친환경 클린 에너지인 태양광의 흡수성능을 높인 최첨단 축열 보온소재로 제작한 데상트의 히트나비 다운재킷("Down jacket", 2009), 워프프레스 소재를 사용한 TNGT 발열수트("Heating Suit", 2009) 등 다양한 분야로 접목된 발열 기능성 스마트 의류가 겉옷을 중심으로 연구 개발되어 출시되고 있다.

이와 같이 기업체나 연구소에서 개발된 대부분의 스마트 의류가 주로 겉옷을 중심으로 개발되어지고 있으나, 속옷제품을 대상으로 한 연구는 부족한 실정이다. 특히 여성의 하복부를 보정하고 보온하는 파운데이션 의류의 개발이 필요한데 파운데이션은 신체에 밀착하여 완전히 몸의 일부와 같은 움직임을 갖는 제 2의 피부의 역할을 담당하며 체형을 보정시켜 몸의 균형을 이루게 해 주는 기초 의류임과 동시에 최내층의 기후를 형성하여 체온을 조절하는 보온의 기능 또한 가지고 있다(Choi et al., 1998). 여성에게 있어 하복부의 보온은 차갑고 습한 기온의 침입으로 인해 발생한 기혈순환 장애와 어혈, 생리통 유발로부터 그 기능을 좋아지게 하는 역할을 담당한다(Hwang, 1992). 지금까지 연구된 파운데이션 의류에 대한 연구 동향을 살펴보면 파운데이션 착용 특성에 따른 소비자 설문조사에 취중되어 있고, 기능성을 부여한 스마트 파운데이션 의류, 특히 성인여성

을 대상으로 한 거들의 개발에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 여성 속옷 스마트 의류에 대한 연구나 개발도 필요하다고 생각되며 여기에 보온 기능을 한층 더 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.

이에 본 연구에서는 발열장치를 디바이스로 하는 성인 여성을 위한 외관 및 착용감, 보온 기능성이 우수하고 실용성이 높은 보온 기능성 스마트 거들 설계를 위한 시안을 제시하고자 한다.

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 20대 성인 여성의 체형 특성 및 현재의 트렌드를 감안한 거들을 설계한다.

둘째, 보온 기능성 스마트 거들에 적합한 직조 발열체와 컨트롤러를 채택하여 발열장치를 개발한다.

셋째, 개발된 발열장치를 거들에 자연스럽게 통합시킴으로써 보온의 효과를 극대화 할 수 있는 기능성 스마트 거들의 시안을 제시한다.

2. 연구방법

2.1. 스마트 거들 개발을 위한 실험복 거들의 설계

대상 및 사이즈 : 연구대상은 가임기에 들어서 여성질환의 주의를 요하는 20대 성인 여성이며, 사이즈는 사이즈 코리아에서 명시하고 있는 평균체형에 해당하는 20대 여성(허리둘레: 69 cm, 엉덩이둘레: 92 cm)로 하였다(Korean Agency for Technology and Standards, 2005).

인체계측 및 항목 : 실험복 거들 패턴 설계를 위한 착의실험의 피험자를 선정하기 위하여 인체계측을 실시하였다. 인체 계측방법에 있어서는 마틴식 인체계측기와 줄자, 체중계 등의 계측용구와 계측점 표시용 테이프, 계측용 허리벨트 등의 보조용구를 사용하여 사이즈 코리아에서 명시하고 있는 평균체형에 해당하는 20대 여성 50명을 의도 표집하여 2008년 3월~4월까지 직접계측을 실시하였다. 본 연구의 기준점과 기준선, 측정방

Table 1. Physical properties of the test material

Division	Type	Outer Fabric (girdle)	Innter Fabric (heating element)	Power Net (abdomen, hip)
Composition (%)		Cotton 94.4 polyurethane 5.6	Polyester 100 (stretch yarn)	Polyurethane 28.8 nylon 71.2
Weight (g/m ²)		235.8	57.3	191.3
Density (filament/5.0 cm)	warp	85.4	229.6	87.0
	weft	124.6	199.8	64.0
Tensile strength (kgf)	warp	191.0	315.0	181.0
	weft	170.0	221.0	165.0
Elongation (%)	warp	153.6	32.5	299.1
	weft	211.0	40.2	224.1
Bursting strength (kgf)		327.3	444.0	225.6

법은 제5차 한국인 인체치수조사 (Korean Agency for Technology and Standards, 2005)에 따라 R. Martin의 인체측정법 및 KS A 7003, 7004에 준하여 직접측정을 실시하였다. 피측정자는 사각 타이즈와 탑을 입고 팔은 자연스럽게 내리고 발뒤꿈치는 붙이고 발끝은 30°정도 벌린 자세로 눈의 위치가 수평을 유지하도록 하였다. 측정항목은 허리둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 넓다리간둘레, 엉덩이옆길이, 엉덩이수직길이, 살 앞뒤길이, 밑위길이, 키, 몸무게로 총 10항목이다.

소재 : 실험복 거들의 소재는 착용감과 활동성에 방해가 주지 않도록 상, 하, 좌, 우의 스트레치성이 우수한 스판덱스 소재로 하고 발열체를 감싸는 소재는 스트레치사로 직조된 제품으로 겉감과 일치하는 스판성을 갖는 안감으로 거들 착용시 일상생활의 활동성과 착용감에 제약을 최소화하였다. 또한 아랫배와 엉덩이 부위에 덧대는 보강포는 시중에 판매되고 있는 거들과 동일한 소재를 채택하여 거들의 기능성을 부가하였다. 실험복 거들 소재의 물성은 Table 1과 같다.

착의평가를 통한 패턴 설계 : 20대 여성을 메인 타겟으로 하고 있는 속옷 업체를 선정하여 기본 사이즈의 거들 패턴을 수집하여 실험복을 직접 제작하였다. 그리고 인체측정을 통하여 선정된 기준치수의 피험자 5명을 대상으로 채택한 업체 패턴에 대하여 착의평가를 실시하여 만족도가 낮은 것으로 파악된 부위의 착의 보정 및 패턴 수정을 거친 후 최종 실험복 거들을 완성하였다.

완성된 최종 실험복 패턴으로 실험복 거들을 제작하여 예비 착의평가와 보정시의 피험자를 제외한 기준치수의 피험자 5명을 대상으로 외관착의 평가를 실시하여 맞춤새를 확인하였다.

착의평가항목으로는 앞 부위에 관한 문항 8항목, 뒤 부위에 관한 문항 8항목, 옆 부위에 관한 문항 2항목 및 전체적 외관에 관한 문항 5항목으로 총 23항목으로 구성하였고<Table 3>, 평가방법은 의복패턴에 전문적인 지식을 가진 의류학 전공 대학원생 5인으로 전체적인 실루엣에 중점을 두면서 각 검사항목마다 5점 척도방식으로 평가하도록 하고 구체적인 내용을 직접 평가자에 기입하도록 하였다.

착의평가 결과 분석 방법 : SPSS 14.0 프로그램을 사용하여 각 문항에 대한 평균값과 표준편차를 구하였다.

2.2. 발열장치의 구성 및 선택

발열장치의 개발에 사용된 주재료는 직조발열체, 컨트롤러, 스위치, 전지, 전선, 커넥터, 충전기, 스판덱스, 파워넷, 매쉬 소재이다. 발열체를 거들에 삽입 시 외관과 착용감, 활동감이 저해되지 않는 범위 내에서 발열 효과가 높은 직조 발열체를 제작하기 위해서 카본사의 개수, 직조발열체의 크기, 삽입 위치를 선택하기 위한 실험을 진행하였다. 이를 위해서 발열장치의 주재료인 직조 발열체, 컨트롤러, 스위치, 전지의 종류와 부피, 개수, 삽입 위치의 변화에 따라 외관, 착용감, 활동감, 발열 효과를 비교해서 평가하였다. 착의 실험 대상으로는 거들 착용 경험이 있는 20대 여성 중 2008년 3월~4월까지 인체 측정을 실

시하여 사이즈 코리아에서 명시하고 있는 평균체형의 기본 사이즈(허리둘레: 69 cm, 엉덩이둘레: 92 cm)에 가까운 10명을 선정하였다. 측정항목과 측정방법은 실험복 거들과 동일하다.

실험방법으로는 거들의 복부와 엉덩이 부위에 부착되는 발열체의 크기와 위치를 다양화하여 착용감이 우수하고 생리통시 통증 완화와 최대의 보온 효과를 낼 수 있는 부위를 중심으로 실험복 거들의 복부와 엉덩이 부위 내부에 발열장치를 삽입한 후 피험자에게 착의시켜 하루 동안 일상생활을 하면서 자율적으로 가동하되 1회 작동시 30분간 가동시켜 3회 이상 사용한 후 발열로 인한 보온효과 및 착의감과 활동성을 5점 척도로 평가하여 발열체의 크기와 위치를 선정하였다. 보온 효과 평가 시 피험자의 자세는 앉은 자세로 하였는데 이는 본 연구자가 개발하고자 하는 스마트 거들에 삽입된 발열체가 앉은 자세일 때 인체에 더 밀착되어 스마트 거들의 보온효과가 더 발휘될 수 있도록 하기 위함이다. 또한 다양한 크기와 종류의 스위치를 부착하여 외관과 활동성을 비교·평가하고, 전지의 종류와 삽입 위치를 선정하는 실험도 진행되었다.

2.3. 실험복 거들 내에 발열체 삽입

개발된 직조 발열체를 거들의 외관에 변형이 없고 착용감과 활동성이 우수하면서 또한 최대의 보온 효과를 낼 수 있는 위치에 삽입하기 위하여 여러 차례의 실험을 거쳐 효과적으로 실험복 거들 안쪽에 삽입하고자 한다.

발열장치 부착 부위 결정 : 발열장치의 탈부착을 위해서 허리 부위의 내부에 스냅을 이용하여 분리시킬 수 있도록 한다. 직조발열체는 거들의 앞, 뒤 디자인선 안쪽에 한겹의 매쉬를 덧대어 주머니 모양으로 디자인해서 삽입할 수 있도록 한다. 컨트롤러와 연결된 스위치는 허리 부위 중에서 손이 쉽게 닿을 수 있는 곳에 위치시키며, 외관상 보이지 않도록 부착한다. 전지는 발열장치의 주재료 중 가장 무게가 많이 나가고 부피가 큰 것으로서 거들에 부착되는 것만으로도 거부감을 줄 수 있기 때문에 최대한 착용감과 활동성을 방해받지 않는 범위 내에서 위치시킨다. 이와 같이 거들의 내부를 살펴보았을 때나 외관으로 보았을 때 일반 거들과 전혀 차이점이 없도록 발열장치의 삽입 부위를 결정하고 전선을 배치한다.

발열장치 부착 방법 : 직조발열체와 컨트롤러, 전선은 거들에 삽입 시 최대한 무게와 두께의 변형에 지장을 주지 않는 얇고 활동성이 우수한 스판덱스 안감 소재에 고정시켜 외부로 드러나지 않도록 안단으로 덮은 후 뒤허리 벨트 속과 앞, 뒤의 디자인선 안쪽에 고정시킨다. 이 때 걸고리로 고정시키는 방법을 채택하여 탈, 부착이 가능하도록 삽입함으로써 거들의 세탁성과 실용성을 높인다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 실험복 거들 설계

인체 측정치 분석 : 인체측정을 실시했던 50명의 피험자 중

Table 2. Mean body size of the fitting test subjects to design a test girdle (n=5, Unit: cm)

	Measurement	Mean	SD	Max	Min
Height	Stature	163.0	3.31	168.0	160.0
Circumference	Waist Circumference	66.0	2.45	69.0	63.0
	Hip Circumference	89.0	1.46	91.0	87.5
	Thigh Circumference	53.7	2.17	57.0	51.0
	Midthigh Circumference	46.7	2.68	50.0	44.0
Length	Waist to Hip Length	18.2	1.64	20.0	17.0
	Body Rise	25.5	1.32	27.5	24.0
	Crotch Length (natural indentation)	69.1	2.19	72.0	67.0
	Crotch Length	27.5	0.78	28.6	26.4
	Weight	51.0	2.12	54.0	48.0

에서 바른 체형에 해당하고 사이즈 코리아에서 명시하고 있는 20대 여성의 평균치수 $\pm 3\sigma$ 에 가까운 피험자 5명을 착의실험의 피험자로 선정하였고, 이들의 평균 신체치수는 Table 2와 같다.

실험복 거들 패턴 설계 : 실험복은 업체의 거들 패턴을 기초로 하여 거들의 물성 검사를 참고하고, 원단의 신축을 뿐만 아니라 실제 착용시의 착용감을 실험거들 설계에 반영하여 제작하였으며, 예비착의평가를 실시한 후 착의 보정을 거쳐 최종 실험복 패턴을 완성하였다. 제도 시 필요치수항목으로는 허리둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 거들길이, 거들앞길이, 거들뒷길이, 엉덩이길이, 밑위길이이다.

업체 패턴제도 방식은 허리둘레선 ($\text{허리둘레} \times 0.85 / 2$ cm, 엉덩이둘레선 ($\text{엉덩이둘레} \times 0.80 / 2$ cm, 넓다리둘레선 ($\text{넓다리둘레} \times 0.85$ cm), 거들길이(33 cm), 거들앞길이(17 cm), 거들뒷길이(23.5 cm), 엉덩이길이 ($\text{엉덩이길이} \times 0.85$ cm), 밑위길이 ($\text{밑위길이} \times 0.85$ cm) 였다. 이 때 신체의 밑위앞뒤길이에서 밑바대의 늘어나는 분량을 뺀 것이 거들앞길이, 거들뒷길이 가 되며, 거들의 앞길이는 살앞뒤길이 $\times 0.3$ 을 한 치수이고, 거들의 뒷길이는 살앞뒤길이 $\times 0.35$ 를 한 치수이다.

예비착의 평가를 통해 수정, 보완된 업체 패턴을 기초로 하여 착의평가를 진행한 결과, 불만족한 부분으로는 뒷중심선, 앞중심선, 거들길이, 디자인선으로 나타났다. 이 때 거들의 앞길이, 뒷길이, 밑바대(crotch)는 거들의 착용감을 좌우하는 중요한 요인으로 앞허리중심점에서 두덩뼈 위 가장자리를 지나 허리중심점까지의 길이에 해당하는 치수이다. 즉, 이 길이가 길면 자세의 변화에 의해 어긋남이나 죄어들이 크게 발생하고, 짧으면 배의 압박이 강해지므로 본 실험에서는 업체패턴보다 뒤중심선에서는 0.5 cm 높여주고, 앞중심선은 1 cm를 높여 최종적으로 결정하였다. 거들의 길이는 미니 스커트가 대세인 현대의 유행 경향을 반영하여 전체적인 제품길이를 업체패턴 보다 1 cm 짧게 수정하였다. 발열체가 삽입되는 배와 엉덩이 부위의 디자인선은 일상생활 중에는 겉으로 드러나 보일 상황은 없지만 거들만 착용한 후 관능평가를 실시한 결과 인체의 외형을 날씬하게

Fig. 1. Drawing of the test girdle.

보이도록 배 부위의 디자인선은 0.5 cm, 엉덩이 부위의 디자인선은 1 cm 축소하였다.

그 결과 최종 완성된 실험복 거들 패턴 제도방법을 Fig. 1에 나타내었다. 제도에 필요한 치수에서 허리둘레의 제도식은 착용자의 실제치수에 88%를 적용한 ($\text{허리둘레} \times 0.88 / 2$ 로, 엉덩이둘레는 77%를 적용하여 ($\text{엉덩이둘레} \times 0.77 / 2$ 로 설계하였다. 이와 같이 실제치수 적용 비율이 허리둘레에 비해 엉덩이둘레가 적은 이유는 본 연구의 피험자 평균 인체치수가 길이에 비해 엉덩이 둘레가 90 cm 이하로 낮은 평균치수를 나타내었고, 발열장치가 위치하는 부분이 엉덩이 부위의 디자인선에는 직물형태의 얇은 발열체가 들어가는 반면, 허리둘레선에는 전선, 커넥터, 전지 등의 두께감과 이물감이 두드러지는 장치들이 위치하기 때문이다. 따라서 허리둘레선에 실제치수 적용비율은 88%, 엉덩이둘레선에 실제치수 적용비율은 77%로 최종 설계하였다. 넓다리둘레는 발열장치가 위치하지 않는 부분이므로 인체치수를 그대로 반영하여 시판거들의 실측치 적용비율과 동일하게 설계하였으며 그 제도식은 ($\text{넓다리둘레} \times 0.85$)로 최종 실험복 거

Fig. 2. Figure of a subject wearing the heating girdle.

Table 3. Result of evaluating the appearance of the test girdle

Division	Items	Mean	SD
Front	1. Is the center front line vertical?	4.11	0.51
	2. Is the waist front line well-positioned?	4.22	0.51
	3. Does the waist circumference fit well?	4.26	0.59
	4. Does the abdominal part fit well?	4.30	0.54
	5. Does the crotch part fit well?	4.04	0.59
	6. Does the thigh circumference fit well?	4.26	0.45
	7. Is the design line on the abdominal part alright?	4.19	0.68
	8. Does the overall appearance of the Anterior alright?	4.30	0.47
Side	9. Are the front and back hem lines paralleled?	4.07	0.68
	10. Does the overall appearance of the sides seem alright?	4.26	0.59
Back	11. Is the center back line vertical?	4.04	0.71
	12. Is the waist back line well-positioned?	4.11	0.51
	13. Does the waist circumference fit well?	4.19	0.74
	14. Does the hip circumference fit well?	4.41	0.57
	15. Does the crotch part fit well?	4.19	0.56
	16. Does the thigh circumference fit well?	4.07	0.62
	17. Is the design line on the hip part alright?	4.04	0.71
	18. Does the overall appearance of the Posterior alright?	4.15	0.53
Design	19. Is the color of the girdle right for the current trend?	3.89	0.51
	20. Is the fabric of the girdle right for the current trend?	4.00	0.62
Total	21. Is the width of the waistband appropriate?	4.15	0.36
	22. Is the length of the girdle appropriate?	4.11	0.32
	23. Is the overall silhouette alright?	4.19	0.40
Total Mean		4.15	0.55
Cronbach's Alpha		0.94	

들 패턴을 완성하였다.

착의평가 : 완성된 최종 실험복 패턴을 적용한 실험복 거들을 제작하여 기준치수의 피험자 5명을 대상으로 외관착의평가를 실시하여 항목별 평균점수, 표준편차를 산출하여 맞음새를 확인하였다. 그 결과, 모든 항목에서 4.0 이상으로 만족도가 높게 나타났고, 전체 평균점수는 4.15로 높은 평가를 받았다(Table 3). 그리고 착의 평가 점수에 대하여 신뢰계수 Cronbach Alpha값을 구한 결과, 0.94의 높은 신뢰도를 보여 문항에 대한 응답이 신뢰성이 있음을 검증하였다. Fig. 2는 제작한 실험복 거들의 실물을 피험자가 착의한 모습이다.

3.2. 발열 장치의 개발

거들에 부착 시 외관 및 착의감과 활동성이 저하되지 않는 범위 내에서 보온효과가 우수한 발열체를 개발하기 위해서 카

Table 4. Mean body size of the subjects test to develop the heating device

(n= 10, Unit: cm)					
	Measurement	Mean	SD	Max	Min
Height	Stature	166.1	1.6	168.0	164.0
	Waist Circumference	65.0	1.8	67.0	62.0
Circumference	Hip Circumference	88.3	1.6	86.0	91.0
	Thigh Circumference	51.6	2.9	55.0	47.5
	Midthigh Circumference	45.2	3.2	51.0	41.0
Length	Waist to Hip Length	20.7	1.5	23.0	19.0
	Body Rise	24.6	2.7	27.0	17.0
	Crotch Length(natural indentation)	71.3	2.5	75.0	66.5
	Crotch Length	27.4	0.9	28.7	25.6
	Weight	52.1	2.9	56.0	48.0

본사의 개수, 발열체의 크기, 부착 위치를 선택하기 위한 실험을 실시하였다. 발열체 선정에 위한 피험자는 10명이며 평균 신체 치수는 Table 4와 같다. 모든 발열장치는 직경 0.7 mm 두께의 전선으로 연결하고 매쉬 소재에 고정된 후 얇고 우수한 스판성을 가진 안감 소재로 감싸 실험복 거들의 앞쪽 복부와 뒤쪽 엉덩이 부위에 고정하여 실험을 진행하였다.

전지 : 전지는 발열장치 중에서 무게감과 부피가 가장 큰 장치이다. 이로 인해 착용자에게 발생할 수 있는 이물감에 대한 심리적 불편함을 최소화하고 외관상 도드라짐이 없는 조건 하에서 직조 발열체에 최대의 보온효과를 얻을 수 있는 적절한 전지의 종류와 개수를 결정하기 위해 리튬이온 전지(1개)와 리튬폴리머 전지(2개)를 각각 3개의 발열체(앞쪽 1개, 뒤쪽 2개)에 연결하고 발열체를 가동하여 실험하였다. 그 결과 적절한 고온, 중온, 저온의 보온 효과를 낼 수 있는 전지는 충전시켜 반복 사용이 가능한 충전지로 직조발열체 3개를 모두 구동시킬 수 있는 용량을 가진 7.4V, 2000 mAh 리튬폴리머 전지 2개를 사용하기로 하였다. 따라서 최종 완성한 전지의 크기는 가로 60 mm, 세로 45 mm, 두께 7 mm이며 전체무게는 80 g이다.

전지의 최대 연속 사용 가능한 시간을 시험해본 결과, 한번 충전으로 직조 발열체 3개를 3시간 이상 사용 가능한 것으로

Fig. 3. Battery.

Fig. 4. Shape of the weaving heater.

Table 5. Result of evaluating the weaving heater in the abdomen by size (n= 10, Unit: cm)

Position		Abdomen			
	Length	Width	13	14.5	16
Anthropometric Standing	8.5	4.3	4.4	4.2	
	9.5	4.2	4.5	3.7	
	10.5	3.6	3.8	3.2	
	Length	Width	13	14.5	16
Anthropometric Sitting	8.5	4.3	4.1	3.3	
	9.5	3.8	4.4	3.1	
	10.5	3.4	3.1	2.7	
	Length	Width	13	14.5	16
Mean	8.5	4.3	4.3	3.8	
	9.5	4.0	4.5	3.4	
	10.5	3.5	3.5	3.0	

나타났다. 전지의 삽입 위치는 Table 4의 피험자 중 과반수 이상의 의견을 반영한 오른쪽 뒤허리둘레로 하였고, 거들을 입고 겹옷을 착용한 상태에서 발열장치를 거들에서 분리시키지 않더라도 충전하여 쉽게 교체할 수 있도록 하기 위하여 최소한의 부피를 가진 작은 커넥터를 이용해 분리가 쉽도록 연결하였다.

직조발열체의 크기 : 최대의 보온효과를 얻기 위한 직조발열체의 적정 크기를 결정하기 위해서 거들의 허리밴드 아래쪽 배와 엉덩이 부위에 직조 발열체를 크기별로 부착하는 실험을 진행하였다. 실험에 사용된 직조 발열체의 크기는 배 부위 삽입시 가로 길이는 13 cm, 14.5 cm, 16 cm, 세로 길이는 8.5 cm, 9.5 cm, 10.5 cm 이고, 엉덩이 부위 삽입시 직조 발열체의 가로 길이는 7 cm, 8 cm, 9 cm, 세로 길이는 13.5 cm, 15 cm, 16.5 cm 이다. 본 실험에 채택된 직조발열체의 형태는 Fig. 4와 같다.

복부 부위 실험에서 직조 발열체의 가로 길이가 16 cm, 세로 길이가 10.5 cm 일 때 평가 점수가 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 직조 발열체 중 가장 넓은 면적을 차지하고 있어 보온의

Table 6. Result of evaluating the weaving heater in the hip part by size (n= 10, Unit: cm)

Position		Hip			
	Length	Width	7	8	9
Anthropometric Standing	13.5	4.2	4.3	4.2	
	15.0	4.0	4.5	3.9	
	16.5	3.7	3.5	3.2	
	Length	Width	7	8	9
Anthropometric Sitting	13.5	4.1	4.2	4.0	
	15.0	4.0	4.3	3.8	
	16.5	3.6	3.6	3.0	
	Length	Width	7	8	9
Mean	13.5	4.2	4.3	4.1	
	15.0	4.0	4.4	3.9	
	16.5	3.7	3.6	3.1	

면적은 나머지 직조 발열체에 비해 커서 넓은 체표 면적을 보온할 수 있는 장점은 있으나, 피험자가 선 자세에 반해 앉은 자세 일 때는 복부 부위 체표 길이가 평균 1 cm 내외로 짧아져 복부 부위에 위치하는 직조발열체의 길이가 활동에 방해를 초래하여 착용감이 현저히 낮은 것으로 평가되었다(Table 5).

엉덩이 부위 실험에서 직조 발열체의 가로 길이가 9 cm, 세로 길이가 16.5 cm 일 때 가장 낮은 점수를 나타내었다. 복부 부위에 삽입되는 발열체가 앞 중심 체표 길이가 짧아져 활동에 방해를 받는다면 엉덩이 부위에 삽입되는 발열체는 앉을 시 엉덩이의 체표 길이가 신장되는 반면 피험자의 착용의복은 그만큼의 신장율을 뒷받침하지 못해 발생하는 오차로 인하여 착용감과 활동성에 방해를 받아 나타난 결과로 보인다(Table 6).

최종 평가 결과 직조 발열체의 가장 적정한 크기는 복부는 평균 4.5점인 14.5×9.5 cm, 엉덩이는 평균 4.4점인 8.0×15.0 cm 이 가장 착용감과 활동성에 방해를 받지 않는 적정한 크기로 나타나 이 두 개의 사이즈를 채택하기로 하였다.

카본사의 개수 : 발열체에 포함되어 있는 카본사의 수량과 연결 방법에 따라 카본사의 저항이 달라지게 되므로 발열체를 선정함에 있어 카본사의 수량과 길이에 따른 발열체의 전압, 전류, 저항과 전력을 측정할 필요가 있다. 6 cm와 11.6 cm의 카

Table 7. Result of evaluating 6 cm carbon fibers by number

Number of carbon yarn		4	6	8	10
Electric properties					
Voltage(V)		7.40	7.40	7.40	7.40
Amperemeter(A)		1.48	2.22	2.96	3.70
Electric resistance(Ω)		5.00	3.33	2.50	2.00
Wattmeter(W)		10.95	16.43	21.90	27.38

Table 8. Result of evaluating 11.6 cm carbon fibers by number

Number of carbon yarn	4	6	8	10
Electric properties				
Voltage(V)	7.40	7.40	7.40	7.40
Amperemeter(A)	0.74	1.10	1.48	1.85
Electric resistance(Ω)	10.00	6.66	5.00	4.00
Wattmeter(W)	5.48	8.14	10.95	13.69

본사에 대한 4단계 수량의 평가 결과를 Table 7과 Table 8에 나타내었다.

그 결과 카본사의 길이가 6 cm이고 카본사의 수량이 10개인 발열체가 가장 큰 발열량을 가짐을 확인할 수 있었다. 그러나 이것은 고정된 전압값에서 보온의 효과를 극대화할 수 있는 최대 범위의 온도까지 올릴 수는 있으나 발열체의 가동시간이 짧았다. 적정 시간 동안 전원 공급을 유지하면서 보온의 기능을 발휘함에 있어 손색이 없도록 하기 위해 발열체의 적정크기를 고려한다면 카본사의 길이가 6 cm이고 카본사의 수량이 8개, 카본사의 길이가 11.6 cm인 경우는 카본사의 수량이 6개인 것이 가장 높은 효율을 나타내었기에 최종 카본사의 길이로 채택하기로 하였다.

직조발열체의 부착 위치 : 보온의 효과를 높이는 직조발열체의 적정 부착 부위를 결정하기 위하여 앉은자세와 선자세에서 허리선을 기준으로 직조발열체의 높이 및 좌우 간격을 결정하는 실험을 진행하였다.

실험 결과 과반수 이상의 피험자에서 주관적 평가 결과 복부 부위의 직조발열체는 허리에서 5 cm, 엉덩이 부위의 직조발열체는 허리에서 7 cm, 좌우간격이 4 cm일 때 착용감이 우수한 것으로 평가되었다(Fig. 5).

컨트롤러 : 발열체에 전기에너지를 공급하여 발열체의 카본사에서 발열이 발생하게 하고 세 가지 모드 변환(저·중·고온의 발열)을 가능하게 하기 위하여 마이크로 프로세서를 사용하여 컨트롤러가 최소화될 수 있도록 하여야 한다. 따라서 PCB 보드는 최대한 작고 얇도록 하여 가로 40 mm, 세로 50 mm, 두께 2 mm 직사각형 모양으로 설계하였다. 컨트롤러의 PCB

Fig. 5. Position to which the weaving heater is attached. **Fig. 6.** Controller integrating a switch.

보드의 디자인은 Fig. 6에 제시하였으며, 아래 스위치가 통합된 컨트롤러의 두께는 4 mm이다.

스위치 : 스위치는 시중에 판매되고 있는 제품 중 가장 작은 크기의 다이얼형과 버튼형을 대상으로 실험복 거들의 앞 허리 부위에 부착하여 피험자에게 착의시켜 착용감과 활동성을 평가하였다.

평가 결과, 다이얼 형은 앞 허리부위에 부착시 돌출되어 외관상 눈에 도드라져 착용감과 활동에 불편을 주었고, 버튼 형은 다이얼형에 비해 두께가 얇아서 앞 허리부위에 부착시 이물감이 적다고 평가되어 버튼형 스위치를 채택하였다. 선택된 버튼형 스위치는 가볍게 눌러지고 손쉽게 모드변환과 on/off 기능으로의 전환이 가능한 장점을 가진다.

3.3. 스마트 거들의 개발 시안

발열장치의 전체 구성도는 복부 부위 발열체 1개와 엉덩이 부위 발열체 2개로 구성된 발열체 부위, 발열체의 입력 전압을 조절하는 컨트롤러, 사용자 인터페이스(Interface)인 스위치는 컨트롤러에 부착되어 있고 컨트롤러는 전지와 연결되어진다.

Fig. 7. Prototype of the smart heating girdle with a heating device attached.

모든 기계장치들의 고정은 얇은 매쉬 소재를 이용하는데, 먼저 직조발열체의 모서리 부위를 매쉬 소재에 면사로 바느질하여 고정시킨다. 전선은 신축성이 없는 소재이므로 발열장치가 허리에 착용되었을 경우 활동성을 높이기 위하여 직선 배치보다는 곡선 배치하여 신축성을 준다. 전지는 기계장치들 중에서 가장 부피감이 크고 무게감이 높은 것으로 길으로 잘 드러나 보이지 않도록 하기 위하여 허리밴드 부위에 스관 안감으로 속주머니를 만들어 뒤 허리 부위에 배치한다. 발열장치는 탈, 부착의 편의성과 활동성을 감안하여 뒤 허리 밴드 부위에 3단계의 조절이 가능하도록 걸고리를 부착한다. 스위치는 오른손이 가장 편한히 닿을 수 있는 부위로 하기 위하여 오른쪽 앞 허리 부위에 위치시킨다. Fig. 7은 최종적으로 완성된 발열장치의 구성도이며, 전체 무게는 140 g이다.

4. 결론 및 제언

본 연구는 발열장치가 삽입된 거들로, 20대 성인 여성을 대상으로 일상생활 속에서도 보온 효과로 인해 복부의 보온과 통증 완화에 도움이 되는 스마트 거들의 개발 시안을 제안하고자 했다. 이를 위해 업체 패턴을 기초로 실험복 거들을 개발한 후, 착용감과 보온효과를 높이기 위하여 발열장치 재료들의 종류와 부착 위치 등의 실험을 다양화해서 효과적인 발열 장치를 개발하고, 개발된 발열 장치를 거들과 통합한 스마트 거들의 구성도를 제시하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 업체의 거들 패턴을 기초로 예비착의평가를 실시한 후 뒷중심선, 앞중심선, 거들길이, 디자인선에 대한 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. 완성된 최종 실험복 패턴을 적용한 실험복 거들을 제작하여 외관평가를 실시한 결과 평균 점수 4.15로 높은 평가를 받았다.

2. 거들에 부착 시 외관 및 착의감과 활동성이 저하되지 않는 범위 내에서 보온효과가 우수한 발열체를 개발하기 위해서 카본사의 개수, 발열체의 크기, 부착 위치를 선택하기 위한 실험을 실시한 결과 7.4 V, 2000 mAh 리튬폴리머 전지 2개를 사용하기로 하였고, 14.5×9.5 cm 크기의 발열체 1개와 8.0×15.0 cm의 발열체 2개를 채택하였다. 또한 직조되는 카본사의 수량과 연결 방법에 따라 저항값이 달라지게 되므로 발열체에 가장 적절한 전압, 전류, 전력값을 가지는 카본사를 선정하기 위한 실험을 실시한 결과 카본사의 길이가 6 cm인 경우 카본사의 수량이 8개, 카본사의 길이가 11.6 cm인 경우는 카본사의 수량이 6개인 것이 고정된 전압값에 적정 시간동안 보온의 기능을 발휘함에 있어 손색이 없는 효율성을 나타내어 최종 카본사의 길이

로 채택하였다. 보온의 효과를 높이기 위하여 직조발열체가 부착되는 위치는 복부 부위의 경우 허리에서 5 cm, 엉덩이 부위의 경우는 허리에서 7 cm, 좌우간격 4 cm로 결정하였다. 컨트롤러는 가로 40 mm, 세로 50 mm, 두께 2 mm 직사각형 모양의 PCB 보드로 디자인되었고, 스위치는 버튼형으로 컨트롤러에 통합시켜 모드변환과 on/off 기능으로의 전환이 가능하도록 설계하였다.

3. 스마트 거들의 개발 시안으로 채택된 직조 발열체와 컨트롤러를 매쉬 소재에 부착한 후 신축성 있는 안감으로 싸서 기계장치가 외부로 드러나는 것을 방지해 준다. 이 때, 전선은 곡선 배치하여 발열장치가 허리에 착용되었을 경우 활동성을 높이는데 기여할 수 있도록 한다. 전지는 부피와 무게를 고려하여 길으로 잘 드러나지 않도록 허리밴드 부위에 신축성 안감으로 속주머니를 만들어 뒤 허리 부위에 배치한다. 손쉽게 분리할 수 있도록 발열장치의 양끝에는 3단 걸고리를 이용하여 탈, 부착의 편의성과 활동성을 감안하여 설계한다. 스위치는 오른손이 닿는 가장 편한 위치로 오른쪽 앞 허리 부위에 위치시킨다.

본 연구에서는 3개의 발열체를 구동시키는데 있어서 보온의 효과를 극대화할 수 있는 범위의 온도까지 올렸을 때 적정 시간 동안 전원 공급을 유지할 수 있는 7.4 V의 리튬 폴리머 전지 2개를 채택하였다. 그러나 이 전지는 보온의 기능을 발휘함에 있어서는 손색이 없으나 발열 장치의 구동 시간에 비해 무게와 부피감이 커서 성공적인 스마트 의류의 제작을 위해서는 소형화, 경량화 된 전지의 개발이 필요할 것으로 사료된다. PCB소재의 컨트롤러도 두께는 얇지만 딱딱한 촉감으로 인하여 피부에 닿거나 의복에 밀착시 심리적 거부감을 줄 수 있어 유연성 있는 소재로 개발하여 적용한다면 다양한 의복 구조를 갖는 관련 연구로 확대시킬 수 있을 것이다.

후속 연구에서는 완성된 스마트 거들에 대해 외관에 대한 평가 및 소비자가 느끼는 착용감과 동작 기능성에 대한 만족도를 알아보고, 만족도 향상을 위하여 착의실험 결과를 바탕으로 수정, 보완함으로써 일상생활에서 유용한 거들로 활용될 수 있도록 하고자 한다. 또한, 보온 기능성 스마트 거들의 발열기능이 인체의 체온 변화에 어느 정도의 온도 상승을 미치는지 알아보기 위하여 체열 촬영을 통해 검증하는 과정도 필요할 것으로 사료된다.

References

- 'Buy 1 In-Out Heating Layer'. (2010, January). *Sports Chosun*. Retrieved March 29, 2010, from <http://sports.chosun.com/news/>
- Choi, S. Y., Lee, J. R. (2007). Suggestion of the Structure for Development of Smart Pants with Vibrating Massaging Function. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 9(3), 327-335.
- Choi, J. M., Park, E. H., Shim, K. J., & Kim, I. S. (1998). The Attitudes toward Underwear, and the Wearing & Purchase Practice of Underwear Items: Focused on Middle School Girls and Their Mothers in Chongju. *Korean Association of Human Ecology*, 7(2),

- 103-112.
- Hwang, I. T. (1992). *Work and Health*. Seoul: Bricks Education.
- 'IT technology enhanced the survival rate of maritime distress'. (2010, April). *The Seoul Economic Daily*. Retrieved March 29, 2010, from <http://economy.hankooki.com/>
- Kim, M. H. (2003). *The technology and patent trend of heating clothing*. Korea Institute of Patent Information.
- 'Kolon Sport Lifetech jacket, etc'. (2009, November). *Chosun.com magazine*. Retrieved March 29, 2010, from <http://san.chosun.com>
- Korean Agency for Technology and Standards. (2005). *Session 5: The Korean Anthropometric Survey*.
- 'Korea Institute of Patent Information'. (2008). Retrieved March 29, 2010, from <http://www.kipo.go.kr>
- Lee, H. K. (2008). *Study on the design of smart photonic clothing based on inorganic EL technology*. Unpublished master's thesis, Yonsei University, Seoul.
- 'LG Fashion released TNGT Heating Suit'. (2009, November). Apparel News. Retrieved March 29, 2010, from <http://www.appnews.co.kr/>
- 'Review of the Descente down jacket for midwinter bicycle riding'. (2009, December). *Café Naver (People traveling by bicycle)*. Retrieved March 29, 2010, from <http://cafe.naver.com/biketravelers.cafe>
- Retrieved March 29, 2010, from <http://www.balyoljokki.com>
- 'The carbon fiber product to develop uniplatech may be supplied to the US' Ministry of National Defense known to be very strict'. (2008, December). *The Seoul Economic Daily*. Retrieved March 29, 2010, from <http://economy.hankooki.com/lpage/industry>
- (2011년 10월 25일 접수/2012년 5월 27일 1차 수정/
2012년 6월 21일 게재확정)