

## PCM 가공과 3차원 인체 모델링 기술을 적용한 노년 여성용 기능성 언더웨어 설계

최신애<sup>1)</sup> · 김태규<sup>2)</sup> · 박영민<sup>3)</sup> · 신지영<sup>1)</sup> · 박순지<sup>1)†</sup>

<sup>1)</sup>영남대학교 의류패션학과, <sup>2)</sup>대구예술대학교 패션디자인학과, <sup>3)</sup>한국패션산업연구원

### Functional Underwear Development for Elderly Woman from 3D Body Model applying PCM treatment

Sin-Ae Choi<sup>1)</sup>, Tae-gyou Kim<sup>2)</sup>, Young-Min Park<sup>3)</sup>, Ji-Young Shin<sup>1)</sup>, and Soonjee Park<sup>1)†</sup>

<sup>1)</sup>Dept. of Clothing & Fashion, Yeungnam University; Gyeongsan, Korea

<sup>2)</sup>Dept. of Fashion Design, Daegu Arts University; Chilgok, Korea

<sup>3)</sup>Korea Research Institute for Fashion Industry; Daegu, Korea

**Abstract :** This study aimed to develop functional underwear for elderly women in their sixties in terms of good fit, wear comfort and body temperature regulation. To satisfy elderly women's physical and metabolic needs, an automatic temperature control system via PCM treatment was applied. Underwear pattern was produced by producing body surface replica, which was derived from 3D body parametric model. Differential ratios of outline length and area between 3D surface and 2D plane were 1.4% and 0.5%, respectively. The reduction rate was determined as 10% through the expert's evaluation. PCM treated fabric showed higher Q-max, meaning that it can facilitate the thermal transition in hot situation. Moreover, it also showed higher insulation to preserve heat and keep warm microclimate in a cold weather. Heat distribution measurements on various body parts revealed that the temperature after PCM treatment was significantly higher. The clothing pressure after 10% pattern reduction showed higher before reduction, at the same time, even lower than the comfort clothing pressure range of 5~10 gf/cm<sup>2</sup>, implying that experimental garment of this research is acceptable in terms of clothing pressure. Evaluation results on the comfort to move in various motions proved that adequate clothing pressure improved the wear comfort in various motions.

**Key words :** PCM treatment(PCM 가공), 3D body modeling(3차원 인체 모델링), elderly woman(노년 여성), underwear(언더웨어), body temperature regulation(체온조절)

## 1. 서 론

현대 과학 및 의료기술의 발달에 힘입어 인간수명이 지속적으로 연장됨에 따라 최근 노인 인구는 빠른 속도로 증가하고 있으며, 이는 출산 인구 감소와 맞물려 고령화 사회를 초래하고 있다(Kim et al., 2003). 우리나라의 경우, 전체 인구 중 65세 이상 노인의 비율이 1960년 2.9%에 불과하였으나 2008년 10.3%로 고령화 사회(Aging Society)로 진입하였으며, 오는 2018년에는 14%에 달하는 고령사회(Aged Society)로 진입할 것으로 추정되며, 때문에 가속화되고 있는 고령화 사회에 대한

준비와 대책 마련이 시급한 상황이다(Korea National Statistical Office, 2008).

고령화 사회와 더불어 대두되고 있는 '실버산업'은 경제력 있는 노년층을 대상으로 생겨나 여러 가지 분야에서 급속도로 발전하고 있다. 특히, 노년기 여성은 소비층이 두텁고, 경제력을 갖추고 있는데 비해 체력감소와 생리적 기능이 저하되는 등의 생활에 있어 불만족 요소가 많으나, 이들의 요구를 만족시키는 의류제품 개발이 활성화 되어 있지 못한 상황이다. 그러나 노년용 의류산업은 새로운 고객, 새로운 수요에 대응하는 차별화된 제품군 및 관련 기술 개발, 고용창출을 유도함으로써 기술적, 경제적 측면에서 섬유·의류산업 발전에 기여하는 핵심 산업으로 자리 잡을 것으로 예측된다(Ko, 2008).

이와 더불어 고도화된 사회에서의 환경오염, 극단 환경에서의 활동 증가, 의식구조와 생활양식의 변화, 건강에 대한 관심 고조로 웰빙, 레저문화 등이 현대인의 핵심어로 대두되면서 의류 제품에 있어서도 쾌적성, 기능성에 대한 기대가 강렬하게 요구되고 있다. 또한, 특수복이나 익스트림 스포츠와 같은 극한 환경에 대처할 수 있는 특수 기능성 의류에 대한 기대도 커지

†Corresponding author; Soonjee Park

Tel. +82-53-810-2795, Fax. +82-53-810-4687

E-mail: spark@yu.ac.kr

본 논문은 석사학위 청구논문의 일부임.

© 2016 (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.

고 있다. 이러한 특수 기능성 의류는 각기 다른 착용환경에서 요구하는 환경 적합도, 작업수행도, 보호 기능성, 쾌적성 등 복합적인 다양한 요인들이 최적의 조건으로 동시에 충족되도록 설계되어야 한다(Ashdown & Watkin, 1996). 특히, 언더웨어는 피부에 직접 닿는 면적이 넓으므로 온열생리학적, 운동기능적 측면에서의 인체에의 적합성이 활동성이나 쾌적성에 중요한 역할을 하며(Park & Kim, 2012), 보정 효과를 위한 기능성 언더웨어 설계를 위해서는 체형 특성을 반영한 기본 패턴 설계가 중요하다. 이런 요구에 부응하기 위하여 3D Scanner나 CAD등의 장비를 활용하여 3차원 인체정보로부터 직접 체표 평면전개도를 작성하는 시도(Hinds & McCartney, 1991; Kim & Kang, 1999; Suh & Park, 2008)가 이루어진 이래, 설계하고자 하는 목표 의복의 체표 평면전개도를 좀 더 효율적으로 얻는 방법(Kim & Hong, 2012; Park & Kim, 2010; Park & Miyoshi, 2003)들이 제안되었으며, 다양한 의복 아이템에 대한 연구(Choi & Park, 2010; Jeong & Hong, 2010; Kim & Park, 2011; Park & Kim, 2011)들이 진행되고 있다. 이러한 3차원 인체 모델을 활용한 원형 설계는 전통적 방법에 비해 그 정확도가 높으며 인체의 적합성이 높아 언더웨어와 같은 밀착형 의류의 원형제작에 크게 기여하고 있다.

한편, 노년기 여성의 경우 뼈의 미네랄양이 감소되어 뼈 조직이 약화(Lee, 2004)되고, 세포증식 능력과 조직재생 능력이 감소되어 추위를 느끼는 정도가 청년기에 비해 현저히 떨어지는 경향을 보이고 있어(Lee, 1999) 이러한 부분을 개선하기 위해 최근 증가하고 있는 기능성 섬유 및 가공을 언더웨어에 접목시켜 노년 여성들의 생리적 변화에 대응할 수 있는 기능성 언더웨어의 필요성을 시사한다. 이러한 요구는 우리나라뿐만 아니라 외국에서도 노년용 언더웨어, 운동복, 일상복, 양말, 압박스타킹, 침구, 위생용품, 패드 등에 대한 요구가 증가하는 것과 맥락을 같이 한다(Blaylock et al., 2015).

이에 본 연구에서는 노년 여성의 체형과 온열생리적 특성에 적합한 기능성 언더웨어 개발 방법론을 모색하고자 하였다. 즉, 몸에 잘 맞으면서 외부 온도 변화에 대응하여 열적 쾌적감을 유지할 수 있는 기능성 언더웨어를 설계하고자, 60대 노년 여성의 3차원 데이터로부터 직접 체표 평면전개도를 작성하고 여기에 직물의 신축율을 적용하여 패턴을 설계하고, 주변 온도 변화에 따라 열을 방출, 흡열하는 직물 가공을 실시하였으며, 작

의평가를 통해 그 적합성을 검증하고자 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 노년 여성용 언더웨어 제작을 위한 소재 선정

국내 언더웨어 생산업체에서 주로 사용하고 있는 소재를 파악하기 위해 국내 6개의 업체를 대상으로 시장조사를 실시하였다. 그 결과, 국내 언더웨어 생산 업체의 경우 주로 신축성 있는 싱글 저지 니트류의 소재를 많이 사용하는 것을 알 수 있었으며, 업체별로 주로 사용하는 일반 소재와 기능성 소재 종류를 Table 1에 제시하였다.

이로써, 국내 언더웨어 생산업체는 주로 폴리에스터를 주요 소재로 많이 사용하고 있음을 알 수 있었으며, 발열소재를 비롯한 기능성 소재를 사용하고 있음을 알 수 있었다. 이러한 배경 하에, 본 연구용 소재로는 국내 언더웨어 업체에서 전반적으로 많이 사용하고 있는 폴리에스테르 97%, 폴리우레탄 3% 혼용의 신축성 소재를 선정하였다. 선정된 소재의 기본 물성은 Table 2와 같다.

### 2.2. 노년 여성용 언더웨어 설계 방법

#### 1) 실험대상 선정

기존의 원형 설계를 위한 체표 평면전개도 작성 연구에서는 석고법이나 인체단면도를 활용한 체표 평면전개도 작성을 토대로 이루어져 왔다. 본 연구에서는 수작업보다는 재현성, 정확도, 데이터 저장 및 활용도가 높은 3차원 인체 스캔 데이터를 활용하여 노년 여성의 체형에 적합한 언더웨어 패턴의 기본이 되는 체표 평면전개도를 얻고자, 제5차 한국인 인체치수조사자료(Korea Agency for Technology and Standards[KATS], 2004)에서 제시한 60대 여성의 계측항목 중 젓가슴, 허리, 엉덩이의 두께, 너비, 둘레항목 등을 포함하는 20개 항목에서 [평균±1(표준편차)]에 포함되는 대표체형 1인을 실험대상으로 선정하였다 (Table 3).

Table 2. Properties of selected fabric

| Type          | Composition (%) | Yarn count (denier) | Stretch(%) |        |
|---------------|-----------------|---------------------|------------|--------|
|               |                 |                     | Wale       | Course |
| Single jersey | PET 97/PU 3     | 150                 | 151.8      | 312.3  |

Table 1. Fabrics commonly in use in underwear companies

| Company | General material  | Functional material                            |
|---------|---|--|
| A       | Cotton, Polyester, Nylon, lace, Cotton/Modal, Spandex, Organic spandex    | Heating material, Moisturizing material        |
| B       | Cotton, Tencel spandex, Polyester, Micro-modal spandex, Micro-fiber Nylon | Heating garment(Black Silica)                  |
| C       | Nylon, Polyester  | Infrared radiation material(Nano magic silver) |
| D       | Cotton Knit   | Anti-aging material(PDP fabric)                |
| E       | Cotton, Cotton/Modal, Polyurethane  | Soy Protein material                           |
| F       | Polyester spandex, Polyester  |  |

**Table 3.** Measurements of subject and reference measurements of Size Korea(KATS, 2010) (unit: cm, kg)

| Item                                     | Size Korea |      | Subject Measurement | Item                                   | Size Korea |      | Subject Measurement |
|--|------------|------|---------------------|--|------------|------|---------------------|
|  | Mean       | S.D. |                     |  | Mean       | S.D. |                     |
| Bust Breadth                             | 28.6       | 2.1  | 29.0                | Waist Circumference(Omphalion)         | 88.9       | 8.4  | 85.0                |
| Waist Breadth(Natural Indentation)       | 28.0       | 2.6  | 26.5                | Hip Circumference                      | 92.6       | 5.3  | 89.0                |
| Hip Breadth                              | 32.2       | 1.7  | 33.7                | Knee Circumference                     | 34.5       | 2.4  | 33.2                |
| Bust Depth                               | 24.4       | 2.5  | 25.0                | Shoulder Length                        | 11.5       | 1.2  | 12.0                |
| Hip Depth                                | 22.5       | 2.4  | 25.2                | Waist Back Length(Natural Indentation) | 38.4       | 2.4  | 36.0                |
| Waist Depth(Natural Indentation)         | 22.6       | 3.0  | 21.6                | Interscye Fold, front                  | 35.9       | 2.9  | 33.0                |
| Armscye Depth                            | 10.7       | 1.5  | 10.0                | Back Interscye Fold, Length            | 36.0       | 2.8  | 36.0                |
| Bust Circumference                       | 94.1       | 7.3  | 93.0                | Waist to Hip Length                    | 18.0       | 2.5  | 19.0                |
| Armscye Circumference                    | 40.1       | 2.7  | 42.2                | Stature                                | 152.3      | 5.3  | 156.8               |
| Waist Circumference(Natural Indentation) | 85.6       | 8.2  | 79.0                | Weight                                 | 57.8       | 8.1  | 53.0                |

2) 노년 여성용 언더웨어 패턴 설계

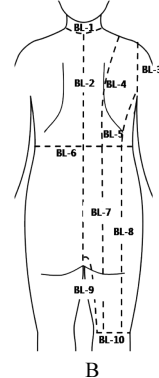
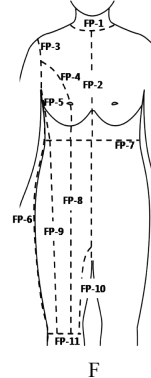
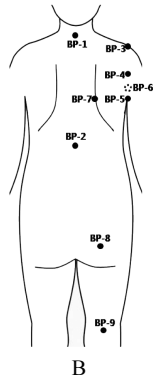
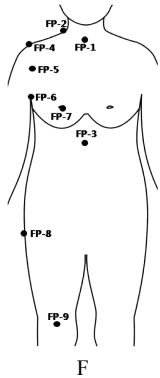
언더웨어 패턴설계를 위한 3차원 인체측정 기준선 및 기준점은 한국표준협회의 의류 설계를 위한 인체측정법(KS A ISO 8559, 2008), 제5차 한국인 인체치수조사사업(2004)에서 제안한 인체 측측법에서 제안한 기준점 및 기준선을 참고하여 설정하였다(Table 4). 3차원 스캔 데이터로부터 패턴을 생성하기 위해서는 면 전환 위치에 절개선이 설정되어야 하므로(Park & Kim, 2010), 이에 준하여 체표 평면전개도의 절개기준선을 설정하였다. 상의 앞면은 앞 겨드랑이 이동분점에서 유두점을 지나

수직으로 내린 선, 겨드랑이 앞벽접힘점에서 직선으로 내린 선, 겨드랑이에서 허리둘레선을 지나 직선으로 내리그은 옆선, 겨드랑이 뒤벽접힘점에서 수직으로 내린 선, 어깨너비 이동분점에서 견갑골 돌출점을 지나 직선으로 내린 선, 뒷목점에서 수직으로 내린 뒤중심선을 설정하였다. 하반신은 상반신에서 연결된 점을 수직으로 내려 상반신과 같은 위치에 기준선이 생성되도록 하며, 살점에서 앞뒤로 5cm 이동한 점에서 수직으로 내리그어 두 개의 기준선을 추가하였다.

3차원 인체 형상 정보 획득을 위해 독일 Techmath사의 Vitus

**Table 4.** Reference points and lines for 3D anthropometry

| Reference point                     |  | Reference line             |                           |
|-------------------------------------|--|----------------------------|---------------------------|
| FP-1. Anterior Neck                 | BP-1. Cervicale                            | FL-1. Front Neck Line      | BL-1. Back Neck Line      |
| FP-2. Lateral Neck, right           | BP-2. Posterior Waist                      | FL-2. Center Front Line    | BL-2. Center Back Line    |
| FP-3. Anterior Waist                | BP-3. Lateral shoulder, right              | FL-3. Front Arm Hole       | BL-3. Back Arm Hole       |
| FP-4. Lateral shoulder, right       | BP-4. Posterior MidAxilla, right           | FL-4. Top Split Line 1     | BL-4. Top Split Line 3    |
| FP-5. Anterior MidAxilla, right     | BP-5. Posterior Axillary Fold, right       | FL-5. Top Split Line 2     | BL-5. Top Split Line 4    |
| FP-6. Anterior Axillary Fold, right | BP-6. Axilla                               | FL-6. Side Seam            | BL-6. Back Waist Line     |
| FP-7. Nipple                        | BP-7. Scapula Protrusion                   | FL-7. Front Waist Line     | BL-7. Bottom Split Line 4 |
| FP-8. Midthigh                      | BP-8. Buttock Protrusion                   | FL-8. Bottom Split Line 1  | BL-8. Bottom Split Line 5 |
| FP-9. Midpatella                    | BP-9. Posterior Juncture of Calf and Thigh | FL-9. Bottom Split Line 2  | BL-9. Bottom Split Line 6 |
|                                     |  | FL-10. Bottom Split Line 3 | BL-10. Back Knee Line     |
|                                     |  | FL-11. Front Knee Line     |                           |



smart 3D body scanner를 사용하여 스캔을 실시하였다. 그리고, 선행연구(Park & Kim, 2010)의 방법에 준하여 Rapidform XOR, CATIA를 사용하여 점 데이터로부터 파라메트릭 서피스(Parametric surface)를 생성하고, 그 위에 절개기준선을 설정함으로써 상반신 6개, 하반신 8개의 총 14개 패넬을 생성하였다. 이들 패넬은 NX Unigraphics 프로그램을 활용하여 2차원으로 평면화하여 체표 평면전개도를 작성하였으며, 이때 3차원 곡면과 2차원 평면에서의 외곽선길기와 면적에 대한 오차비율은 선행연구(Park & Choi, 2008)에 준하여 계산하였다.

본 연구의 대상이 되는 언더웨어는 주로 신축성 소재로 제작되므로, 신축성 소재에 적용하기 위한 적절한 패턴의 축소율을 설정하기 위해 직물의 가로방향에 대해 축소율을 각각 5%, 10%, 15%를 적용한 실험복과 적용하지 않은 상의 실험복(축소율 0%)을 제작하였다. 이들에 대한 외관평가를 위해 인대에 착장시켜 의류학 전공자를 대상으로 착의평가를 실시하고, 가장 긍정적으로 평가된 축소율을 적용한 언더웨어용 패턴을 설계하였다.

3) 온도조절을 위한 PCM 가공

기존의 선행연구(Lee, 1999) 결과에 따라, 노년 여성의 생리적 특성상 체온조절 능력 저하가 두드러지는 문제점에 따른 적

극적 온도 조절 기능을 부여한 소재를 설계하기 위하여, 일정 온도를 기준으로 온도가 상승하면 열을 흡수하고, 온도가 하강하면 열을 방출함으로써 일정온도를 유지하는 상전이물질(Phase Change Material, 이하 PCM)을 이용한 온도 조절 가공을 실시하였다. 이러한 온도조절 시스템이 작동하기 위한 온도는, 신체부위 중 체간부에서 가장 멀리 떨어져 있어서 가장 낮은 온도를 유지하는 손과 발의 온도(약 32°C)보다 약간 낮은 온도에서 작용하도록 하는 것이 바람직하므로, 이에 해당되는 온도범위에서 작용하는 PCM 31°을 재료 물질로 선정하였고, pre-setting공정, 전처리 및 염색가공공정, PCM처리 순으로 가공을 실시하였다.

4) 실험복 제작

위의 절차에 따라 패턴축소율을 적용한 실험복(Experimental garment) EG1과, 패턴축소율과 PCM 가공을 적용한 실험복 EG2를 제작하였다. 더불어, 이러한 실험 효과를 적용하기 전과 비교하기 위하여 축소율의 적용과 PCM 가공을 실시하지 않은 Control garment(CG)를 제작하였다(Table 5). 신축성 소재의 봉제는 이음새 부분을 솔기 없이 봉제하는 seamless 봉제가 가능한 오드람프 기기를 이용하였고, 그 외 목밑둘레, 밑단 및 겨드랑둘레 부분은 니트 봉제기를 사용하였다.

Table 5. Types of experimental garments

| Type                      | Pattern reduction rates | PCM treatment     |
|---------------------------|-------------------------|-------------------|
| Control Garment(CG)       | 0%                      | -                 |
| Experimental Garment(EG1) | 10% application         | -                 |
| Experimental Garment(EG2) | 10% application         | PCM 31° treatment |

Table 6. Types of experimental garments

(unit: cm)

| Measurement item        | Subject |      |      |      |      | Mean±1σ   | Measurement item                        | Subject |       |       |       |       | Mean±1σ     |
|-------------------------|---------|------|------|------|------|-----------|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------------|
|                         | 1       | 2    | 3    | 4    | 5    |           |   | 1       | 2     | 3     | 4     | 5     |             |
| Bust breadth            | 29.0    | 31.6 | 28.0 | 29.0 | 29.0 | 27.7~31.9 | Knee circumference                      | 33.2    | 35.5  | 35.0  | 34.0  | 36.0  | 32.2~36.8   |
| Waist breadth           | 26.5    | 30.8 | 26.2 | 26.0 | 28.0 | 25.9~31.1 | Waist front length                      | 31.0    | 36.0  | 32.0  | 30.0  | 30.0  | 30.6~36.0   |
| Hip breadth             | 33.7    | 34.1 | 34.0 | 29.6 | 34.0 | 31.1~34.1 | Bust pointbust point                    | 20.5    | 20.0  | 19.0  | 20.0  | 20.0  | 16.9~20.9   |
| Shoulder breadth        | 33.8    | 39.0 | 35.0 | 38.0 | 35.0 | 31.6~39.2 | Cervicale to popliteal length           | 90.0    | 93.0  | 90.0  | 88.0  | 86.0  | 86.6~100.2  |
| Bust depth              | 25.0    | 27.0 | 26.0 | 25.0 | 26.0 | 22.9~27.5 | Waist back length (Natural Indentation) | 36.0    | 42.0  | 38.0  | 35.0  | 35.0  | 35.2~42.0   |
| Wasit depth             | 21.6    | 26.8 | 21.5 | 21.5 | 21.8 | 21.4~27.0 | Waist back length (Omphalion)           | 45.0    | 47.0  | 43.0  | 46.0  | 46.0  | 41.6~47.6   |
| Waist depth (Omphalion) | 21.6    | 27.0 | 22.0 | 23.0 | 24.0 | 21.4~27.4 | Shoulder length                         | 12.0    | 14.0  | 12.0  | 11.0  | 13.0  | 11.2~13.6   |
| Hip depth               | 25.2    | 26.0 | 21.0 | 24.7 | 25.0 | 20.1~26.9 | Biacromion length                       | 38.0    | 40.0  | 37.0  | 37.0  | 36.0  | 34.0~44.4   |
| Armscye depth           | 10.0    | 11.0 | 10.0 | 9.0  | 11.0 | 9.2~11.6  | Back interscye length                   | 35.0    | 38.0  | 37.0  | 34.0  | 35.0  | 33.9~39.1   |
| Chest circumference     | 92.0    | 98.0 | 97.0 | 91.5 | 95.0 | 87.5~98.1 | Back interscye fold length              | 36.0    | 38.0  | 37.0  | 33.5  | 35.0  | 31.8~41.4   |
| Bust circumference      | 83.0    | 90.0 | 87.0 | 85.0 | 90.0 | 76.9~90.1 | Wasit to hip length                     | 19.0    | 22.0  | 20.0  | 19.0  | 20.0  | 17.7~25.3   |
| Waist circumference     | 79.0    | 94.5 | 91.5 | 80.0 | 90.0 | 78.8~95.0 | Weight                                  | 53.0    | 66.0  | 61.6  | 53.0  | 56.0  | 51.7~66.5   |
| Waist circumference     | 85.0    | 99.0 | 95.0 | 84.1 | 92.0 | 84.1~99.3 | Height                                  | 156.8   | 160.4 | 159.0 | 153.0 | 151.5 | 151.3~160.7 |

### 2.3. 노년 여성용 기능성 언더웨어의 적합성 평가

#### 1) 피험자 선정

제작한 실험복의 적합성을 검증하기 위해 적합성 평가를 실시하였다. 피험자는 제5차 한국인 인체치수조사 자료에서 평균(표준편차)에 26개 항목에 포함되는 60대 여성 5인을 선정하였으며, 세부적인 치수는 Table 6과 같다.

#### 2) PCM가공에 따른 열적 특성 평가

PCM 가공 처리된 소재의 열적 특성을 확인하고, 가공 유·무에 따른 온도조절 능력을 알아보기 위해 열 이동 특성 및 보온성을 분석하였다.

##### (1) 열 이동 특성 분석

열 이동 특성은 KES-F7 System(THERMO LABO II Type)을 사용하여 접촉 온·냉감(Qatar-Maximum size of ship, [Q-max])과 열전도도(Thermal conductivity, [k])를 측정하였다. 접촉 온·냉감(Q-max)은 시료의 표면온도보다 높은 유한 열량의 열 원판을 시료에 접촉시킨 후, 초기에 생기는 순간적인 시료의 열 흡수량 최대치(Q-max)를 측정하였다. 시료에 대한 열원판의 접촉압은 10gf/cm<sup>2</sup>로 일정하게 하였으며, 각 시료에 대하여 3회 측정하여 평균치를 계산하였다. 열전도도(k)는 2개의 동판인 BT box와 Water box의 사이에 시료를 삽입하여 열원의 일정온도 유지를 위해 필요한 열량과 그때의 시료 양면의 온도차를 측정함으로써 계산하였다.

##### (2) 보온성 분석

소재의 보온성 실험조건은 20°C, 65% RH, 풍속 0.2m/sec 이하의 무풍의 환경으로 설정된 실험실에서 PCM 가공 전과 후의 소재를 이용하여 비교 평가를 실시하였으며, 각각의 실험은 보온력 항온법 KS K 0560에 의한 소재의 표면 및 이면 3곳에 대한 온도 변화를 3회 반복 실시한 결과의 평균값에 대해 비교, 평가하였다. 측정기기는 일본 요코하마 국립대학에서 개발한 환경체온계(Environmental Thermometer, YM-2)와 vinyl globe set을 사용하였으며, 환경체온계는 검출한 부위의 온도를 설정한 측정 주기마다 A/D 변환기로서 변환하고 기록 장치에 기억시키는 온도계측용 소형기기(98.5×61×25.5mm, 200g)를 사용하였다.

##### (3) 부위별 열 분포 평가

PCM가공에 따른 언더웨어의 부위별 보온성 정도를 알아보기 위하여 피험자 5명에 대해 열화상 측정기(IT FlexCam Thermal Imager, FLUKE社)를 사용하여 열 분포평가를 실시하였다. 착용직후와 시간이 흐른 뒤의 체온변화를 측정하기 위해서 착용직후와 착용 후 30분 이후의 2가지 상태에서 측정하였다. 실험하는 동안 실내온도 20°C±1°C, 습도는 60±5% RH를 유지하였다.

#### 2) 언더웨어의 착용적합성 평가

개발된 언더웨어 착용 시 적합성 평가를 위해, 피험자 5명에 대해 의복압과 동작기능성에 대한 평가를 실시하였다. 의복압은 1점 센서 압력측정기기(테크노스社)를 이용하여 어깨, 윗가슴, 허리, 배, 견갑골, 엉덩이, 대퇴의 총 7부위에 대해 측정하였으며, 이 때 실험실의 실내온도는 20±1°C, 습도는 60±5% RH를 유지하였다. 동작기능성 평가의 경우, 상의에 대해서는 차려 자세와 양팔 180° 전거자세, 하의에 대해서는 차려 자세와 쪼그려 앉기 자세를 취하였을 때 38문항에 대해 적합한 정도를 5점 Likert척도(전혀 그렇지 않다(1) - 매우 그렇다(5))로 응답하도록 하였다. 의복압 및 동작기능성 평가 결과에 대해서는 SPSS 14.0 for windows를 사용하여 분석하였다.

## 3. 결과 및 논의

### 3.1. 신축성 소재에의 적응을 위한 패턴 축소를 선정

신축성 소재 사용 시 몸에 밀착되도록 하기 위해서는 오히려 마이너스 여유량 설정이 필요하므로, 적절한 패턴의 축소를 설정하기 위해 패턴의 가로방향에 대해 각각 0%, 5%, 10%, 15%의 축소를 적용하여 제작한 실험복의 외관에 대한 관능평가를 실시하였다(Table 7). 그 결과, 목둘레, 가슴, 허리 부분의 여유량, 옆선과 진동둘레의 위치 등 모든 항목에서 유의수준  $p < .001$  수준에서 축소를 10%를 적용한 실험복이 다른 축소를 적용한 실험복에 비해 더 적합한 것으로 평가되어 본 연구에서 선택한 신축성 소재로 실험복 제작 시 가장 적합한 패턴의 축소는 10%라 할 수 있다. 이는 바디수트 설계 시 앞면 가슴 부위외의 부위는 10%로 축소한 선행연구(Park, 2003)나 밀착형 스포츠웨어 제작 시 신축성 소재에 적용하기 위한 패턴 축소율로 10%가 가장 적합하다고 한 선행연구(Kim et al., 2012)와 일치하는 결과이며, 밀착 바디수트의 경우 course방향으로 12% 축소했을 때 가장 쾌적하다는 선행연구(Jeong, 2008)와 유사한 결과가 도출되었다고 볼 수 있다.

### 3.2. 3차원 인체 스캔 데이터를 활용한 노년 여성용 언더웨어 패턴 설계

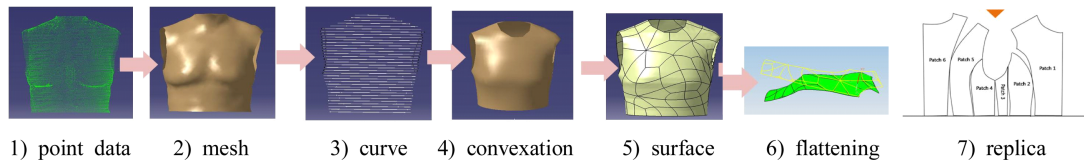
3차원 데이터를 활용하여 체표평면 전개도를 작성하기 위한 과정은 다음과 같다(Fig. 1).

먼저 3차원 스캔데이터를 통해 얻어진 약 30만개의 점군데이터를 언더웨어 패턴을 설계하는데 필요한 부분만을 남기고 삭제한 후, 상반신과 하반신을 각각 저장한 다음, 메쉬를 생성하였다. 메쉬는 오목한 영역과 볼록한 영역이 동시에 존재하여 패턴생성에 어려움을 줄 수 있으므로, 가슴과 등부분의 오목한 부분의 곡면은 자체 개발한 프로그램을 활용하여 볼록화시킴으로써 재구성하였다. 기준점과 기준선 생성을 위해 상용 CAD의 내장 툴을 활용하여 서피스를 생성한 다음, 파라메트릭 바디를 구성하고, 평면패턴을 생성하기 위해 잘라낼 패치의 기준

**Table 7.** Evaluation on the appearance according to the pattern reduction rates

| Part      | Items                                      | Pattern reduction rate |        |       |        | F-value |
|-----------|--|------------------------|--------|-------|--------|---------|
|           |  | 0%                     | 5%     | 10%   | 15%    |         |
| Front     | Ease at front neck line is suitable.       | 2.8 a                  | 3.2 a  | 3.9 b | 3.2 a  | 8.064*  |
|           | Ease at bust part is suitable.             | 2.3 a                  | 3.2 b  | 4.1 c | 2.7 a  | 28.281* |
|           | Ease at waist part is suitable.            | 2.6 a                  | 2.9 a  | 4.3 b | 2.4 a  | 30.418* |
|           | Ease at abdomen part is suitable.          | 2.7 ab                 | 2.8 b  | 4.3 c | 2.4 a  | 37.924* |
|           | Ease at hem line is suitable.              | 2.4 a                  | 2.8 a  | 4.2 b | 2.6 a  | 28.678* |
|           | The position of front armhole is suitable. | 2.2 a                  | 2.4 ab | 4.0 b | 2.8 a  | 25.946* |
| Side      | The position of shoulder line is suitable. | 3.1 b                  | 2.6 a  | 4.0 c | 2.9 ab | 14.309* |
|           | Ease at bust part is suitable.             | 2.3 a                  | 3.0 b  | 4.0 c | 2.4 a  | 23.973* |
|           | Ease at waist part is suitable.            | 2.2 a                  | 3.0 b  | 4.2 c | 2.6 a  | 32.123* |
|           | Ease at hem line is suitable.              | 2.4 a                  | 2.9 a  | 3.9 b | 2.5 a  | 22.115* |
|           | Side seam is vertical.                     | 3.1 a                  | 3.2 a  | 4.4 b | 2.6 a  | 17.528* |
|           | The position of side seam is suitable      | 2.9 a                  | 3.0 a  | 4.1 b | 2.8 a  | 11.643* |
| Back      | Ease at back neck line is suitable.        | 2.3 a                  | 2.8 b  | 4.0 c | 3.0 b  | 19.395* |
|           | Ease at back width is suitable.            | 2.5 a                  | 2.6 a  | 3.8 b | 2.2 a  | 25.803* |
|           | Ease at waist part is suitable.            | 2.4 a                  | 2.9 b  | 3.7 c | 2.2 a  | 20.678* |
|           | Ease at hem line is suitable.              | 2.7 a                  | 2.9 a  | 4.0 b | 2.7 a  | 15.175* |
| The whole | The position of back armhole is suitable.  | 2.6 a                  | 2.3 a  | 4.2 b | 2.3 a  | 42.654* |
|           | The length is suitable.                    | 2.9 a                  | 3.2 a  | 4.0 b | 2.9 a  | 9.614*  |
|           | Ease is suitable over the whole parts.     | 2.3 a                  | 2.8 b  | 4.1 c | 1.9 a  | 43.766* |
|           | The whole silhouette is suitable.          | 2.3 a                  | 3.1 b  | 4.3 c | 2.5 a  | 32.557* |

1=Strongly disagree, 5=Strongly agree  
 \* $p < .05$ ,  $a < b < c$ (SNK test)



**Fig. 1.** Processes to make replica of body surface.

점과 기준선을 생성하였다. 잘라낸 각각의 패치를 평면패턴화 하기 위해 평면패턴화할 곡면을 선택하고 기준점을 선정한 후, uv 파라미터를 일정간격으로 검색을 하여 곡면상의 점 데이터 과 기준점으로부터 거리를 계산한 뒤 이를 평면상에 대응시켜 2차원 평면화하였다. 평면화한 각 부분의 패치들을 허리둘레선 을 기준으로 정렬하여 상반신과 하반신의 체표 평면전개도를 각각 생성하였다. 3차원 인체 모델의 파라메트릭 서피스를 절 개하여 평면화한 후, 허리둘레선을 기준으로 수평방향으로 배 열하여 체표 평면전개도를 작성하고 패턴을 설계하였으며, 그 중합도를 Fig. 2에 제시하였다. 가로방향으로 10% 수축율을 반 영하였으며, 신축성 소재 봉제 시 늘어남 방지를 위하여 자연 스러운 봉제선을 설정하였다. 3차원 상에서의 곡면을 평면화하 는 방법에 대한 적합성을 검증하기 위하여 3차원 곡면에서 평 면패턴으로 변환하였을 때 나타나는 외곽선 길이와 면적의 차

이비율을 Table 8에 제시하였다. 그 결과, 상의 외곽선의 경우 0.6%, 면적은 0.4%의 오차가 발생하였으며, 하의 외곽선은 2.2%, 면적은 0.6%의 차이비율을 나타내었다. 전체적으로, 면 적에서는 평균 0.5%, 외곽둘레선에서는 평균 1.4%의 근소한 차이가 발생되어 본 연구에서 개발된 체표 평면전개도로부터 의복 패턴설계가 적합할 것으로 판단된다. 이에, 작성된 체표 평면전개도를 바탕으로 인체에 밀착되는 언더웨어를 설계하기 위해 패턴 축소를 10%를 체표 평면전개도의 가로 방향에 적용 하였다.

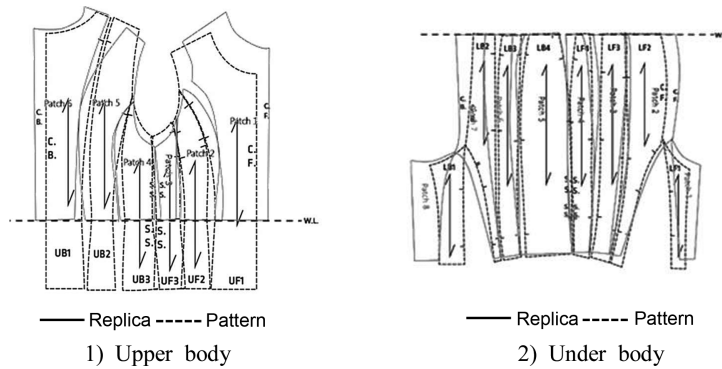
**3.3. 노년여성을 위한 언더웨어에 PCM 가공의 적합성 분석**

1) PCM가공에 따른 열 이동 특성 및 보온성 분석

노년여성의 주된 생리적 특징인 체온 조절 능력 저하를 보 완하기 위하여 인체 말단부위 온도보다 조금 낮은 온도에서 작

**Table 8.** The difference ratio between 3D and 2D in out-line and area (unit: %)

| Difference ratio |          | Patch |     |     |     |     |     |     |     | Mean | Total |
|------------------|----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|
|                  |          | 1     | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |      |       |
| Upper            | Out line | 0.1   | 2.5 | 0.9 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | -   | -   | 0.6  | 0.5   |
|                  | Area     | 0.1   | 1.8 | 0.0 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | -   | -   | 0.4  | 0.5   |
| Under            | Out line | 6.5   | 4.3 | 0.5 | 0.8 | 3.0 | 0.0 | 1.3 | 1.4 | 2.2  | 1.4   |
|                  | Area     | 2.4   | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.6  | 1.4   |



**Fig. 2.** Replica of 3D body surface and pattern.

**Table 9.** Measurements on Q-max, insulation and heat conductivity

| Experimental fabric   | Q-max (J/cm <sup>2</sup> ·°C) | Insulation (°C) | Heat conductivity (W/m·°C) |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------|
| PCM 31° untreated(S2) | 0.184                         | 13.7            | 0.0432                     |
| PCM 31° treated(S3)   | 0.275                         | 27.7            | 0.0282                     |

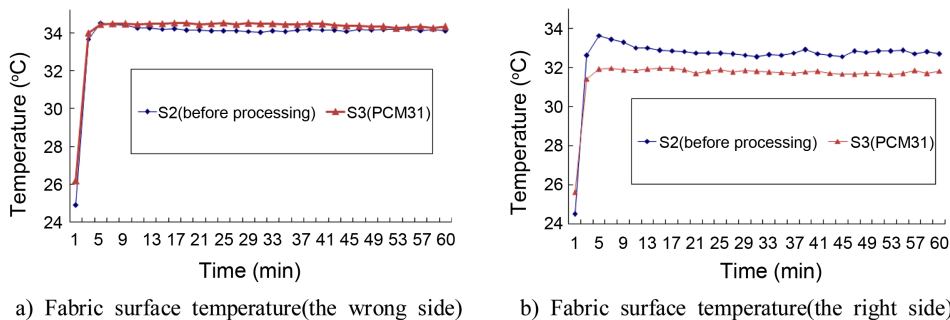
동하는 PCM 31°를 사용하여 소재를 가공하였으며, Table 4에서 제시한 EG1과 EG2를 토대로 PCM가공에 따른 열적 특성을 측정하였다(Table 9).

접촉온냉감(Q-max)은 옷감이 피부에 접촉할 때 느끼는 감각으로써 인체가 직물에 접촉되었을 때의 0.3초 이하의 순간적인 직물로의 열 흡수량을 측정한 결과이다. 본 연구에서 시도한 PCM 가공을 하지 않은 소재(S2)의 접촉온냉감은 0.184J/cm<sup>2</sup>·°C, 가공을 한 소재(S3)는 0.275J/cm<sup>2</sup>·°C로 측정되어 가공을 한 소재의 열 흡수량이 33% 이상 현저히 높게 나타난 것

을 알 수 있었다. Q-max값이 클수록 열 이동이 잘 일어남을 뜻하므로 체온과 주위 온도차가 많이 나는 경우 PCM 가공시 빠른 열 이동에 의해 체온조절 작용이 일어날 수 있어, 특히 더운 환경에서 냉감을 줄 수 있음을 시사한다.

보온성 측정 결과, PCM 가공 전(S2)에는 13.7°C, 가공 후(S3)에는 27.7°C로 PCM가공에 따라 14°C 정도 차이(가공 전 대비 50.5% 상승)를 보여, PCM 가공 시 보온성 상승 효과를 검증할 수 있었다. 열전도도에서도 같은 경향을 나타내어 PCM 가공 전(S2)의 열전도도는 0.0432W/m·°C, 가공 후(S3)에는 0.0282W/m·°C로 나타나 가공 후에 34.7% 정도 낮아져, PCM 가공을 한 소재가 적정 체온에서 온도를 유지하여 더 좋은 보온성을 발현할 수 있는 특성이 있는 것으로 사료된다.

Fig. 3은 시간의 흐름에 따른 소재 표면 온도 변화를 나타낸 것으로, 소재의 표면 온도 및 이면 온도의 변화를 꺾은 선 그래프로 나타낸 것이다.



**Fig. 3.** The change of surface temperature according to the lapse of time.

**Table 10.** Heat distribution of various body parts

(unit: °C)

| Body part | PCM untreated          |                 |      | PCM treated             |                  |       |
|-----------|------------------------|-----------------|------|-------------------------|------------------|-------|
|           | Right after wearing(A) | After 30min (B) | B-A  | Right after wearing(A') | After 30min (B') | B'-A' |
| Bust      | 30.3                   | 30.7            | 0.4  | 30.4                    | 31.8             | 1.4   |
| Abdomen   | 29.4                   | 29.6            | 0.2  | 30.0                    | 30.6             | 0.6   |
| Back      | 30.0                   | 30.5            | 0.5  | 30.2                    | 31.1             | 0.9   |
| Hip       | 28.4                   | 28.6            | 0.2  | 28.5                    | 29.0             | 0.5   |
| Mean      | 29.52                  | 29.85           | 0.33 | 29.78                   | 30.63            | 0.85  |

그 결과, PCM 가공 전과 후의 소재인 S2와 S3 모두 3분 정도까지는 급격하게 온도 변화가 있으나 5분 이후로는 온도의 변화가 거의 없는 것을 확인 할 수가 있었다. 그리고, 소재의 이면 온도는 PCM 가공 전, 후 소재 모두 비슷한 온도를 나타내었으나, 외부기후에 노출되어 열 이동이 일어나는 표면 온도의 경우, PCM 가공을 한 경우 하지 않은 소재에 비해 PCM 물질의 축열·방열 기준 온도인 31°C를 기점으로 열을 흡수함으로써 1~2°C 정도 낮게 나타나 체온조절 기능을 발휘함을 알 수 있었다.

2) 노년 여성용 언더웨어의 열 분포 분석

PCM 가공 전후의 실험복 EG1과 EG2의 착용 시 열 분포 정도를 살펴보기 위하여 열화상 카메라를 이용하여 부위별로 열 분포를 측정하였으며, 착용 직후와 착용 30분 후 측정 결과를 Table 10에 제시하였다.

착용 직후 측정했을 경우 PCM 가공 유무에 따른 온도변화를 전체적으로 큰 차이를 보이지 않았으나, 착용 30분 후 측정 시에는 PCM 가공의 효과가 확연히 나타난 것을 알 수 있다. PCM 가공을 하지 않은 경우에는 착용 30분 후 0.2~0.5°C(B-A)의 미세한 온도 변화를 보였다. 이에 반해, PCM 가공을 한 경우에는 착용 30분 후에는 0.5°C~1.4°C(B'-A')의 현저한 온도 변화를 나타내었으며, 특히 가슴부위의 온도 상승이 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 체간부 중 인체의 중심인 가슴으로부터 생성된 열에 의해 PCM 가공이 작용한 것으로 보이며, PCM 가공으로 인해 온도 상승 효과가 하지 않은 경우에 비해 2.6배 정도 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

착용 직후 부위별 열분포는 PCM 가공 유무에 따라 큰 변화가 없었으므로, 착용 30분 후 측정된 열분포 측정치에 대해 가

**Table 11.** Comparison of heat distribution before/after PCM treatment (unit: °C)

| Part    | Temperature   |             | p-value |
|---------|---------------|-------------|---------|
|         | PCM untreated | PCM treated |         |
| Bust    | 30.7          | 31.8        | 0.043*  |
| Abdomen | 29.6          | 30.6        | 0.043*  |
| Back    | 30.5          | 31.1        | 0.042*  |
| Hip     | 28.6          | 29.0        | 0.042*  |

Wilcoxon signed rank test, \*p<.05

공 전후 효과의 유의성을 파악하기 위해 비모수 검정인 Wilcoxon signed rank test를 실시하였다(Table 11). 즉, PCM 가공처리에 따른 열분포 측정치 변화의 유의성을 분석한 결과, 가슴, 배, 등, 엉덩이 부위에서 유의적으로 PCM 가공 후에 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과는 체온조절 능력이 저하되는 노년용 의복에 PCM 가공이 적합한 기능성 가공임을 시사하는 결과로 판단된다.

3.4. 노년여성을 위한 언더웨어의 착의적합성 분석

1) 의복압 측정 결과 분석

언더웨어의 경우 인체에 직접 착용되므로 있으므로 착용 시 인체에 미치는 압박감이 착용감을 크게 좌우하게 된다. 이에, 패던 축소를 적용에 따른 의복과 인체간 압력정도를 파악하기 위하여 Table 4에서 제시하였듯이 축소율을 적용하지 않은 실험복(CG)과 10%의 축소율을 적용한 실험복(EG1)에 대해 의복압 평가를 실시하였으며, 그 결과는 Table 12에 제시하였다.

의복압 측정을 실시한 7개 부위 중 배를 제외한 모든 항목에서 축소율 적용 후 유의적으로 의복압이 높은 것으로 나타났

**Table 12.** T-test results on clothing pressure before/after application of the pattern reduction rate(n=5)

(unit: gf/cm<sup>2</sup>)

| Area     | Garment |      |         | Area    | Garment |      |         |
|----------|---------|------|---------|---------|---------|------|---------|
|          | CG      | EG1  | p-value |         | CG      | EG1  | p-value |
| Shoulder | 0.26    | 0.92 | 0.043*  | Scapula | 0.32    | 0.88 | 0.042*  |
| Bust     | 0.44    | 1.20 | 0.042*  | Hip     | 0.25    | 0.87 | 0.042*  |
| Waist    | 0.21    | 0.96 | 0.042*  | Thigh   | 0.17    | 0.76 | 0.043*  |
| Abdomen  | 0.27    | 0.82 | 0.043*  |         |         |      |         |

Wilcoxon signed rank test, \*p<.05

다. 특히, 가슴 부위에서 높은 의복압이 나타났으며 이는 노년 여성의 신체적 특징 중 하나인 가슴 처짐 현상이 보정 가능한 것으로 보이며, 적절한 의복압은 체형보정의 효과를 간접적으로 미치는 요인으로 작용하는 것으로 사료된다. 축소율 적용후 의복압 분포는 0.76~1.20gf/cm<sup>2</sup>의 범위로, 패턴 축소율 10%를

적용한 선행연구(Jeong, 2008)에서 원단 종류와 무관하게 10gf/cm<sup>2</sup> 이하의 의복압을 나타내었다는 결과와 같은 맥락의 결과로 판단된다. 이들 수치는 축소하지 않은 실험복에 비하면 높으나, 의복압 허용한계인 40gf/cm<sup>2</sup>나, 브라지어 평균의복압 분포인 20.11~46.16gf/cm<sup>2</sup>(Jeong & Kim, 2006), 거들 평균의복

**Table 13.** Evaluation on wear comfort in various motions (n=5)

| Garment               | Motion                                  | Item   | CG  | EG1    | p-value |
|-----------------------|---|--|-----|--------|---------|
| Upper                 | To stand at attention                   | The neckline is comfortable.                       | 2.0 | 3.4    | 0.038*  |
|                       |   | Ease at interscye fold, length(front) is suitable. | 2.6 | 3.8    | 0.034*  |
|                       |   | Ease at bust part is suitable.                     | 2.0 | 3.8    | 0.034*  |
|                       |   | Ease at waist part is suitable.                    | 2.2 | 4.2    | 0.025*  |
|                       |   | Ease at abdomen part is suitable.                  | 2.0 | 3.6    | 0.038*  |
|                       |   | Ease at hem line is suitable.                      | 2.4 | 3.8    | 0.038*  |
|                       |   | The position of front armhole is suitable.         | 2.4 | 4.0    | 0.038*  |
|                       |   | Ease at interscye fold, length(back) is suitable.  | 3.0 | 3.4    | 0.157   |
|                       |   | The length of underwear is suitable.               | 3.2 | 2.6    | 0.083   |
|                       | To raise both arms overhead             | Overall ease amount is suitable.                   | 2.6 | 3.8    | 0.034*  |
|                       |   | It is comfort to move in.                          | 2.6 | 4.0    | 0.038*  |
|                       |   | The neckline is comfortable.                       | 2.6 | 4.0    | 0.038*  |
|                       |   | Ease at interscye fold, length(front) is suitable. | 3.2 | 3.8    | 0.083   |
|                       |   | Ease at bust part is suitable.                     | 2.8 | 4.0    | 0.034*  |
|                       |   | Ease at waist part is suitable.                    | 2.6 | 4.0    | 0.038*  |
|                       |   | Ease at abdomen part is suitable.                  | 2.6 | 4.2    | 0.038*  |
|                       |   | Ease at hem line is suitable.                      | 2.4 | 4.0    | 0.039*  |
|                       |   | The position of front armhole is suitable.         | 3.0 | 3.8    | 0.157   |
|                       |   | Ease at interscye fold, length(back) is suitable.  | 3.2 | 4.0    | 0.046*  |
| To stand at attention | The length of underwear is suitable.    | 2.4  | 3.6 | 0.034* |         |
|                       | Overall ease amount is suitable.        | 2.0  | 4.0 | 0.039* |         |
|                       | It is comfort to move in.               | 2.0  | 4.0 | 0.041* |         |
|                       | The position of waist line is suitable. | 2.0  | 4.0 | 0.039* |         |
|                       | Ease at waist part is suitable.         | 2.0  | 4.0 | 0.025* |         |
|                       | Ease at abdomen part is suitable.       | 2.0  | 3.6 | 0.038* |         |
|                       | Ease at hip part is suitable.           | 2.0  | 3.8 | 0.041* |         |
|                       | Ease at crotch part is suitable.        | 2.0  | 4.0 | 0.025* |         |
|                       | Crotch length is suitable.              | 2.6  | 3.4 | 0.046* |         |
|                       | Overall ease amount is suitable.        | 2.0  | 3.8 | 0.034* |         |
| Under                 | To squat                                | It is comfort to move in.                          | 2.0 | 4.0    | 0.039*  |
|                       |   | The position of waist line is suitable.            | 2.6 | 4.0    | 0.038*  |
|                       |   | Ease at waist part is suitable.                    | 2.8 | 4.0    | 0.034*  |
|                       |   | Ease at abdomen part is suitable.                  | 2.8 | 4.2    | 0.038*  |
|                       |   | Ease at hip part is suitable.                      | 3.0 | 3.4    | 0.157   |
|                       |   | Ease at crotch part is suitable.                   | 2.6 | 3.6    | 0.025*  |
|                       |   | Crotch length is suitable.                         | 2.6 | 3.8    | 0.034*  |
|                       | Overall ease amount is suitable.        | 2.6  | 3.6 | 0.025* |         |
|                       | It is comfort to move in.               | 2.6  | 3.8 | 0.034* |         |

1=Strongly disagree, 5=Strongly agree  
 Wilcoxon signed rank test, \*p<.05

압 분포인 15.16~18.82gf/cm<sup>2</sup>(Baek & Choi, 2007)에 비하면 현저히 낮은 것으로, 이는 이들 선행연구에서는 최대 가압치나 체형보정을 위해 의복압을 가하는 의복 아이템을 대상으로 하였기 때문에 생기는 차이로 사료된다. 선행연구(Tamura et al., 2004, in Jeong & Kim, 2006)에서 신축성 소재 사용 시 쾌적 의복압으로 제시된 4~10gf/cm<sup>2</sup>(대퇴부)나 5~10gf/cm<sup>2</sup>(거들복부)보다 낮아 의복압으로 인해 착용자에게 불쾌감을 유발하지는 않을 것으로 사료되므로, 노년 여성용 내의의 의복압으로 적합한 것으로 판단된다.

## 2) 동작기능성 평가 결과 분석

설계된 실험복의 착의 시 동작에의 적합성을 평가하기 위하여 차려 자세, 양팔 180° 전거 자세, 쪼그려 앉기 자세의 3가지 동작에 대해 축소율을 적용하지 않은 실험복(Control Garment, CG)과 패턴 축소율을 적용한 실험복(Experimental Garment1, EG1)의 동작기능성을 비교, 분석하였다(Table 13).

상지의 경우, 차려자세에서는 뒤꿈치 여유량과 내의의 길이 항목을 제외한 모든 항목에서 유의적으로 패턴축소율을 적용한 실험복 EG1이 좋은 평가를 받았으며, 특히, 허리부위의 여유량(4.2점)과 거드랑부위의 여유량(4.0점)에서 긍정적 평가를 받았다. 양팔 180° 전거자세에서는 앞땀과 진동돌래의 여유량을 제외한 모든 항목에서 10%의 축소율을 적용한 실험복 EG1이 대부분 4.0점 이상의 높은 평가를 얻어 통제용 실험복에 비해 유의적으로 긍정적 평가를 받았다. 여기서, 팔을 드는 동작을 수행할 때는 앞땀과 진동돌래 여유량 설정에 좀 더 세심한 고려를 하여야함을 알 수 있다. 하의의 경우, 차려자세에서는 모든 항목에서, 쪼그려 앉기 자세에서는, 엉덩이 여유량 항목을 제외한 모든 항목에서 패턴축소율을 적용한 실험복 EG1이 유의적으로 더 좋은 평가를 받았으며, 특히, 쪼그려 앉을 때 허리, 배부위의 여유량에 대한 만족도가 높음을 알 수 있다. 반면, 엉덩이 여유량에 대한 평가는 중간정도로 나타나, 패턴설계 시 엉덩이 길이를 늘이는 등 수정·보완하여 설계할 필요함을 알 수 있다. 이상의 결과에서, 언더웨어의 경우, 패턴을 축소하여 마이너스 여유량을 설정함으로써, 적절한 의복압을 생성하도록 하여 피부에 밀착하고 근육을 잡아줄 때 더 착용감이나 동작기능성이 향상됨을 알 수 있다. 이는 선행연구(Baek et al., 2007)에서 제시된 의복압의 긍정적 효과, 즉, 적절한 의복압이 착용감을 좋게 하고 신체활동을 용이하게 하며, 작업 능력을 향상시키고, 내장허수와 부종 방지, 혈액 순환을 촉진시키는 등의 의복압의 긍정적 측면에 일치하는 결과로 판단된다. 이에, 본 연구에서 패턴에 10% 축소율을 적용한 방법론은 신축성 소재를 활용한 노년 여성용 언더웨어 설계 시 적용가능한 설계 요인이라 할 수 있겠다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 60대 노년 여성의 신체적·생리적 특성에 따

른 요구를 만족시키고자 몸에 잘 맞으면서, 적극적 온도조절 기능을 지닌 노년 여성용 기능성 언더웨어를 설계하고자 하였다. 60대 여성에게 잘 맞는 패턴 설계를 위해 정확한 체형 정보를 획득하고자 3차원 인체 스캔 데이터를 활용하여 체표 평면전개도를 작성하였으며, 3차원 모델링 과정에서 3차원 곡면을 2차원 평면으로 변환하였을 때 나타나는 차이비율을 계산한 결과, 외곽곡면의 길이와 면적의 각각 1.4%, 0.5%의 근소한 차이를 보였다. 신축성 소재에 적용하도록 하기 위한 패턴의 축소를 탐색을 위해, 0, 5, 10, 15% 축소율 적용한 실험복에 대한 관능검사 결과, 패턴 축소율 10%가 가장 적합한 것으로 나타났다. 이를 체표 평면전개도에 적용하여 노년 여성용 언더웨어 패턴을 설계하였다.

노년 여성의 경우 체온조절 능력이 떨어지므로, 온열생리적으로 쾌적한 언더웨어를 설계하고자 PCM 31°를 사용한 소재 가공을 실시하였다. 가공 유·무에 따른 열 이동 특성 및 보온성, 부위별 열 분포 측정을 실시한 결과, PCM 가공을 적용한 소재의 경우, 열이동 특성이 좋고 외부가 더운 온도에서 열을 방출함으로써 온도를 낮추는 효과를 나타내었다. 또한, 절연성으로 측정된 보온성 효과가 높은 것으로 나타났으며, 착용했을 때 부위별 열 분포에서도 가공 시 보온 효과가 뛰어난 것으로 나타나 상전이 물질을 활용한 PCM 가공이 노년 여성용 언더웨어에 적합한 가공임을 시사하였다.

설계한 노년 여성용 언더웨어의 착용적합성을 검증하고자 10%의 축소율 적용 유·무에 따른 의복압 및 동작기능성에 대한 평가를 실시하였다. 그 결과, 10% 축소율을 적용한 실험복의 의복압 분포는 0.76~1.20gf/cm<sup>2</sup>의 범위로, 축소전보다 유의하게 높게 나타났으나 의복압 허용한계인 40gf/cm<sup>2</sup>나, 쾌적 의복압으로 제시된 4~10gf/cm<sup>2</sup>(대퇴부)나 5~10gf/cm<sup>2</sup>(거들복부)보다 낮아 의복압으로 인해 착용자에게 불쾌감을 유발하지는 않을 것으로 사료되므로, 노년 여성용 내의의 의복압으로 적합한 것으로 사료된다. 동작기능성 평가 결과에서도 대부분의 항목에서 패턴을 축소하지 않은 경우보다 축소한 경우 더 긍정적으로 평가되어, 착용감 향상, 동작 용이, 작업능률 향상 등의 측면에서 10%의 패턴 축소율이 노년용 언더웨어 설계 시 적용가능한 설계요소임을 확인하였다.

이상의 결과에서, 노년 여성의 3차원 스캔 데이터로부터 체표 평면전개도를 작성하고, 여기에 패턴 축소율을 적용하여 패턴을 설계하는 일련의 방법론의 적합성을 검증하였으며, 더불어 상전이물질을 사용한 PCM 소재 가공을 접목시킴으로써 노년기 여성들이 느끼는 온열생리적 불쾌감의 해소에 도움이 되는 적극적 온도 조절 기능을 부여할 수 있음을 확인하였다. 단, 신축성이 있는 싱글저지를 사용한 축소패턴을 구성할 경우, 패턴의 분할수나 길이, 축소율 등의 면에서 여러 가지 변화가 있을 수 있으므로 좀 더 다양한 방법을 모색해 볼 필요성이 있다고 사료된다. 본 연구에서 시도된 일련의 방법론은 언더웨어를 비롯한 다양한 기능성 의류 설계를 위한 기초 기술로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 단, 본 연구에서는 대표 체

형에 해당되는 1인의 데이터를 대상으로 하여 노년 체형의 변이가 다양함을 고려할 때, 일반화하기에는 다소 무리가 있으며, 향후 다양한 노년 체형과 아이টে에의 적용가능성을 타진하고 설계 기준을 마련하는 연구가 이루어진다면 의의가 있을 것으로 사료된다.

## References

- Ashdown, S. P., & Watkin, S. M. (1996). Concurrent engineering in the design of protective clothing: interfacing with equipment design. In Johnson, J. S. & Mansdorf, S. Z. (Eds.), *Performance of Protective Clothing*. ASTM: PA.
- Baek, Y. J., Choi, J. W., & Lee, K. S. (2007). Selection of the measurement points for the garment pressure of the brassier and the waist-nipper. *Korean Journal of Community Living Science*, 18(3), 445-453.
- Baek, Y. J., & Choi, J. W. (2007). Selection of the measurement points for garment pressure of the girdle and the all-in-one. *Korean Journal of Community Living Science*, 18(4), 609-616.
- Blaylock, A., Constantin, F., Ligabue, L., Bocaletti, L., Siroka, B., Siroky, J., Wirght, T., & Bechtold, T. (2015). Caregiver's vision of bedding textiles for elderly. *Fashion and Textiles*, 2:6. doi: 10.1186/s40691-015-0029-6
- Choi, S. A., & Park, S. (2010). Briefs pattern making for women in their 20's using 3D parametric human body model. *Fashion & Textile Research Journal*, 12(5), 642-649. doi:10.5805/KSCI.2010.12.5.642
- Hinds, B. K., McCartney, J., & Woods, G. (1991). Pattern development for 3D surfaces. *Computer-Aided Design*, 23(8), 583-592. doi:10.1016/0010-4485(91)90060-A
- Jeong, J. R., & Kim, H. E. (2006). Comparative evaluation of clothing pressure and subjective sensation expected by foundation. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 30(11), 1531-1537.
- Jeong, Y. H. (2008). Fundamental relationship between reduction rates of stretch fabrics and clothing pressure. *Korean Journal of Human Ecology*, 17(5), 963-973. doi:10.5934/KJHE.2008.17.5.963
- Jeong, Y. H., & Hong, K. H. (2010). Development of 2D patterns for cycling pants using 3D data of human movement and stretch fabric. *Korean Journal of Human Ecology*, 19(3), 555-563. doi:10.5934/KJHE.2010.19.3.555
- Kim, M. S., Kim, J. E., Kim, T. Y., Nam, G. B., Park, Y. W., Yang, C. H., Yeom, Y. K., Jang, G. S., Jang, H. S., Jeong, Y. O., & Jo, W. T. (2003). *Theory and Practice in Silver Industry*. Seoul: Yangseowon.
- Kim, H. J., & Park, S. (2011). Torso pattern design for Korean middle-aged women using 3D human body scan data. *Fashion & Textile Research Journal*, 13(4), 600-613. doi:10.5805/KSCI.2011.13.4.600
- Kim, S. M., & Kang, T. J. (1999). Study on the automatic garment pattern generation for the development of three dimensional apparel CAD system. *Journal of the Korean Fiber Society*, 36(9), 489-500.
- Kim, S. Y., & Hong, K. H. (2012). Engineering design process of tight-fit sportswear using 3D information of dermatomes and skin deformation in dynamic posture. *Korean Journal of Human Ecology*, 21(3), 551-565. doi:10.5934/KJHE.2012.21.2.551
- Kim, T. G., Park, S., Park, J. W., Suh, C. Y., & Choi, S. A. (2012). Technical design of tight upper sportswear based on 3D scanning technology and stretch property of knitted fabric. *Fashion & Textile Research Journal*, 14(2), 277-285. doi:10.5805/KSCI.2012.14.2.277
- Ko, I. (2008). *Silver Industry and Ubiquitous Computing*. Gyeonggi: Jipmoondang.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2004). *The 5th Size Korea Anthropometry Report*. Retrieved from <http://sizekorea.kats.go.kr>
- Korean Agency for Technology & Standards. (2008). *KS A ISO 8559 Anthropometry for garment design*. Seoul: Korean Standards Association.
- Korea National Statistical Office. (2008, October 2). *2008 Statistics for the Aged*. Retrieved from [http://www.kdi.re.kr/infor/ep\\_view.jsp?num=97055](http://www.kdi.re.kr/infor/ep_view.jsp?num=97055).
- Lee, I. S. (2004). A study on life expectancy and depreciation in later life. *Journal of Welfare for the Aged*, 25, 29-48.
- Lee, Y. W. (1999). Physiological changes of aging. *Korean Journal of Community Nutrition*, 4(2), 254-259.
- Park, G. A. (2003). A study on the women's bodysuit block construction using stretch fabrics. *Journal of Korean Fiber Society*, 40(6), 562-571.
- Park, S., & Choi, S. A. (2008). Belt pattern making for hip-hugger garment using 3D scan data. *Fashion & Textile Research Journal*, 10(5), 652-659.
- Park, S., & Kim, H. J. (2010). A study on setting darts and split lines of upper bodice pattern on 3D parametric model dressed with tight-fit garment. *Fashion & Textile Research Journal*, 12(4), 467-476. doi:10.5805/KSCI.2010.12.4.467
- Park, S., & Kim, H. J. (2011). Development of pattern drafting method for hip-hugger tight skirt and round belt. *Fashion & Textile Research Journal*, 13(5), 661-671. doi:10.5805/KSCI.2011.13.5.661
- Park, S., & Kim, H. J. (2012). Survey on clothing worn by middle-aged women undergoing menopause and their satisfaction with garments according to menopausal symptoms. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 36(11), 1186-1196. doi : 10.5850/JKSC.2012.36.11.1186
- Park, S., & Miyoshi, M. (2003). Development of theory and auto CAD program for designing the individual bodice pattern from 3D scanning data of human body. *Journal of Asian Regional Association for Home Economics*, 10(4), 216-225.
- Suh, C., & Park, S. (2008). Drafting method of upper bodice pattern using 3-D anthropometric data for elderly women. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 32(5), 846-858.

(Received 29 October 2015; 1st Revised 19 November 2015;  
2nd Revised 11 June 2016; 3rd Revised 12 June 2016;  
Accepted 15 June 2016)