한국의류산업학회지
제21권 제2호, 2019
<연구논문>

pISSN 1229-2060
eISSN 2287-5743
Fashion & Text. Res. J.
Vol. 21, No. 2, pp.220-230(2019)
https://doi.org/10.5805/SFTI.2019.21.2.220

3차원 데이터를 활용하여 시니어를 대상으로 한 바디쉐이퍼의 보정기능성 평가

김소영[1)] · 홍경희[1)] · 이희란[†]
[1)]충남대학교 의류학과
금오공과대학교 소재디자인공학과

Evaluation of Efficacy of Body Shaper for Senior Women Using 3D Scanned Data

Soyoung Kim[1)], Kyunghi Hong[1)], and Heeran Lee[†]
[1)]Dept. of Clothing and Textiles, Chungnam National University; Daejeon, Korea
Dept. of Material Design Engineering, Kumoh National Institute of Technology; Gumi, Korea

Abstract: The Fourth Industrial Revolution has increased studies on observing the cross section by overlapping the clothing worn using 3D human body data. However, there is a lack of studies on the effect of pressure clothing that contracts the shape of the human body. Therefore, this study objectively evaluated the shaping functionality of body shapers using 3D scan and 3D data. Two types of commercial body shapers were selected for this study. The nude body and body wearing body shapers were then scanned. A 3D program evaluated the shaping functionality by overlapping the nude state with the body wearing body shaper A and B respectively. As a result, it was found that the effect of body shapers could be adequately observed according to body parts. The smaller body shaper was shown to have superior shaping capability with the abdomen more affected. Analysis of the horizontal cross section indicated that the waist circumference decreased by 6 cm when wearing body shaper A and decreased by 12cm when wearing body shaper B. The volume of the waist part decreased by 8.6% when wearing body shaper A and by 20.4% when wearing body shaper B. Therefore, it is more effective to compare the objective shaping functionality by body parts using the overlapped 3D scanned data rather than using exterior evaluation or length measurement when wearing clothing that contracts the body shape.

Key words: body shaper (바디쉐이퍼), senior women (여성고령자), 3D data (3차원 데이터), shaping (보정), objective evaluation (객관적인 평가)

1. 서 론

최근 4차 산업혁명이 시작되면서 의복의 선택에서부터 제작, 착의, 판매까지 가상의 공간에서 이루어지는 시스템 개발 및 시연이 활발하게 진행되고 있다(Bae, 2016; Cho, 2010; Hang, 2017; Woo, 2017). 또한 3차원 데이터나 프로그램, 가상착의시스템을 이용하여 의복을 착장하고 평가하는 연구 역시 많이 이루어지고 있다. 이러한 최근 연구들을 구체적으로 살펴보면 3차원 인체데이터를 의복 개발에 활용하거나(Daanen & Hong, 2008; Jeong, 2006; Lee et al., 2017), 바지, 재킷, 블라우스, 스커트 등 다양한 의복을 개발한 후 가상착의를 통해 외관평가를 하는 연구가 많이 진행되고 있다(Hong & Suh, 2012; Park, 2013; Park & Lee, 2012). 또한 가상착의 된 의복과 실제의복을 비교하여 가상착의 결과를 검증하거나(Kim et al., 2011; Lee & Hong, 2017; Lee & Lee, 2013; Lee & Kang, 2009), 3차원 프로그램을 사용하여 의복의 여유분을 평가하는 연구도 많이 진행되고 있다(Lee, 2016; Lee et al., 2016). 뿐만 아니라 착용 시 소재나 형태변형을 통한 압력예측 연구나(Lee & Hong, 2013; Yamada & Matsuo, 2009; Zhang et al., 2015) 3차원 데이터, 시뮬레이션 결과를 활용한 압박, 물성변화 예측 연구도(Hong et al., 2011; Zhang et al., 2002) 이루어지고 있다. 그러나 이러한 연구의 대부분은 여유분이 많거나 인체에 잘 맞는 의복, 압력이 있는 경우에도 축소가 적게 이루어진 의복을 대상으로 연구가 진행되어왔으며 아직까지 3차원을 활용한 축소 보정이 많이 되는 보정속옷과 같은 의복에 관한 연구는 부족한 실정이다. 이는 인체를 대상으로 3차원 스캔을 할 경우 한 사람의 경우에도 옷을 갈아입거나 여러 면에서 측정할 때 측정 오차가 커서 밀착형 의복의 효과를 측정하는 것이 어렵기 때문이기도 하다.

일반적으로 보정속옷은 울퉁불퉁한 신체의 표면을 매끄럽게

†Corresponding author; Heeran Lee
Tel. +82-54-478-7717, Fax. +82-54-478-7710
E-mail: heeran@kumoh.ac.kr
© 2019 (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.

보정하여 겉옷 착용 시 외관을 향상시켜 개인의 심리적 안정감과 자존감을 높여주기 위해 많이 착용되고 있다. 또한 자세의 교정이나 신체 기능의 향상을 위해 부위별 압박을 다르게 주어 개발, 착용되기도 한다. 이제까지, 보정속옷의 기능을 평가하는 방법은 착용 후 부위별 둘레를 측정하거나 단면형상을 추출하여 줄어든 양으로 그 효과를 검증하거나(Lim & Chun, 2015; Na et al., 2002), 착용 전후의 실루엣으로 외관을 평가하는 방법이 있다(Sohn & Na, 2012). 또한 모아레 측정을 통해 보정된 정도를 관찰하기도 하며(Min et al., 2013), 착용 시의 부위별 압력을 센서로 직접 측정하는 방법도 많이 사용되어져 왔다(Chan et al., 2002; Lee et al., 2013; Miyatsuji et al., 2002; Park & Chun, 2012; Wong et al., 2004). 이러한 방법들의 제한점을 살펴보면, 둘레 측정의 경우는 특정 부위의 길이 측정으로 연속적인 변화를 알기 어려우며, 실루엣도 2차원적 방법으로서의 한계가 있다. 모아레 측정법은 입체의 높낮이를 전체적으로 알려주고 있으나, 구체적 치수를 구하기에는 어려움이 있다. 또한 의복압 측정은 간접적인 방법으로 인체의 뼈, 근육, 체지방 등에 따라 측정값이 달라지고 특정 점들에서만 측정되기 때문에 전체적인 보정효과를 평가하기에는 용이하지 않다. 최근 3차원 가상착의로 의복압 분포를 보는 것이 가능해졌으나, 실제로는 마이너스 여유분의 의복을 착용시키기가 거의 불가능하며, 입혀진다 하여도 강성 모델에 입혀지는 것으로서(Seo et al., 2007) 압력이나 소재변형률 분포를 본다고 하여도 경향성을 볼 수 있을 뿐 실제 값을 통한 보정효과를 알기에는 어려운 실정이다. 또한, 바디쉐이퍼와 같이 넓은 면적을 전체적으로 덮으면서 압박을 가했을 때 인체가 압축성이 있어서 전반으로 줄어들 수 있는지, 아니면 한 군데를 압박하면 다른 곳이 볼록해지는지 등에 대해 변형된 부피를 정량적으로 측정한 연구는 찾아보기 힘들다.

이에, 본 연구에서는 인체의 사이즈 축소 정도가 다른 두 가지 보정속옷인 바디쉐이퍼(Body shaper)를 직접 착용한 인체를 대상으로 비접촉식 3차원 촬영으로 획득한 데이터가 보정된 정도와 부위의 변화를 정량적으로 측정할 수 있는가를 알아보고자 하였다. 이 때, 압박 정도가 다른 바디쉐이퍼 착용 시 감소하기를 원하는 인체 동체 중앙 부위를 압박할 때의 부피변화, 너비 변화 등도 측정하여 바디쉐이퍼 인체의 압축성에 대한 특성 및 인체를 활용한 바디쉐이퍼의 효과를 객관적으로 검증하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1. 피험자 및 실험 의복

시니어용 바디쉐이퍼 착용 시의 보정효과를 3차원 형상으로 평가하고자 피험자는 한국인 50대 여성 3명으로 하였으며, 7차 사이즈코리아(2015) 젖가슴둘레 평균 치수(92.8±6.8cm)에 포함되지만 통통한 편에 속하는 99.0cm 이상인 자를 선정하였다. 선정된 피험자는 평소 액티브한 운동을 즐겨하는 신체 건강한 여성으로 평가에 참여한 연구대상자의 인체치수는 키 157.3±6.5cm, 몸무게 63.5±4.1kg, BMI지수 26.1±1.1, 젖가슴둘레 99.3±0.3cm, 젖가슴아래둘레 84.5±2.2cm, 허리둘레 85.2±6.0cm, 엉덩이둘레 97.9±2.2cm이었다. 실험복은 시판되고 있는 바디쉐이퍼 중 판매율이 높으면서 인체를 보정해 주는 정도가 다른 2종을 선정하

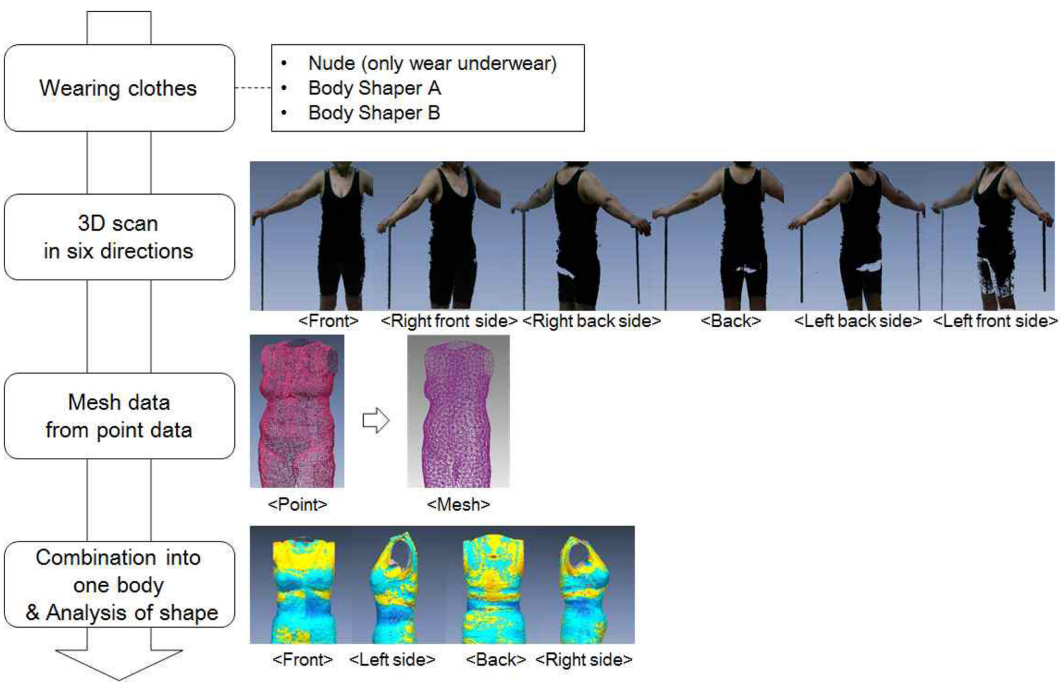


Fig. 1. The experimental procedure of 3D scanning and data analysis.

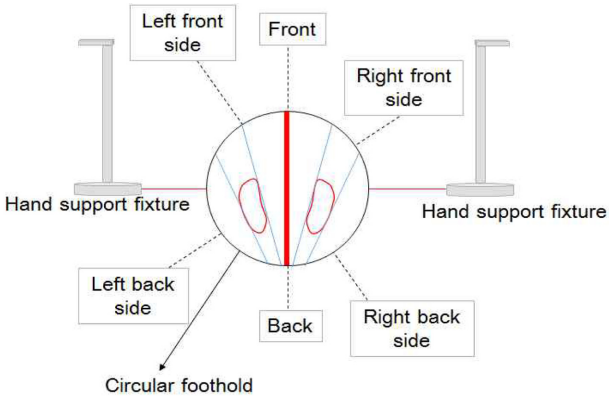


Fig. 2. Reference lines for the subject feet on the standard board and position of hand support fixture to correct 3D scanning posture.

였으며, 평소 피험자가 주로 착용하는 사이즈(100)를 구입하였다. 구매한 바디쉐이퍼 A는 바디쉐이퍼 B에 비해 치수가 큰 편이었으며, 특히 허리둘레 부분에서 큰 차이가 있었다.

2.2. 3차원 형상 측정 및 분석 방법

본 연구에 사용된 3차원 스캔 장비는 VIVID 910 스캐너(Konica minolta sensing, Inc., Japan)를 사용하였으며, 측정된 스캔 데이터의 조합 및 분석은 Geomagic Design X program(3D Systems, Inc., Korea)을 사용하였다. 3차원 형상측정은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 우선 연구대상자들은 실험복(누드, 바디쉐이퍼 A, 바디쉐이퍼 B)으로 착의하였으며, 여섯 방향에서 3차원 스캔을 진행하였다. 의복 착용 시에는 순서 효과를 배제하기 위해 라틴스퀘어방법에 의해 실험복을 착용시켰다. 3차원 스캔 시 연구대상자들은 세팅된 측정 원판 위에 정자세로 선 후 양쪽 손을 일정하게 손지지대 위에 올려두었으며, 방향이 바뀔 때마다 동일한 위치에 발과 손을 고정시켜 측정 시마다 동일한 자세를 취할 수 있도록 하였다(Fig. 2). 이때 선정된 여섯 방향(정면, 앞쪽 우측 측면, 앞쪽 좌측 측면, 후면, 뒤쪽 우측 측면, 뒤쪽 좌측 측면)은 예비실험을 통해 빈곳 없이 전신이 측정될 수 있는 방향을 선정하였다. 또한 3차원 스캔 시 호흡은 들숨에서 5초간 정지 상태를 유지하도록 하여 호흡이 측정 결과에 영향을 미치지 않도록 하였다. 스캔된 점 데이터는 3차원 프로그램을 사용하여 mesh화하여 surface를 생성한 후, 인체와 의복 위에 부착된 랜드마크를 기준으로 각각 하나의 바디모델로 조합하였다(인체형상 3종: 누드, 바디쉐이퍼 A, 바디쉐이퍼 B). 랜드마크는 정확한 조합을 위해 앞과 뒷목둘레 주변에 6점 이상, 겨드랑둘레 부분에 4점 이상, 무릎둘레 부분에 6점 이상을 부착하였다. 또한 바디쉐이퍼를 착용한 후에 데이터가 겹쳐지는 앞뒤 좌우 부분에 각각 10점 이상의 랜드마크를 부착하였다.

여섯 개의 3차원 데이터를 하나의 모델로 조합할 경우 형상의 오차를 최소화하기 위해 10점 이상의 랜드마크를 사용하였다. Fig. 3은 앞면에 해당하는 3방향의 데이터를 조합하는 과정이다. 우측과 정면, 정면과 좌측을 조합할 때 형상 간 편차 분포를 color bar로 확인하였다. 우측과 정면 편차분포는 왼쪽 정규분포 그래프와 같이 나타나며, 정면과 좌측 편차분포는 오른쪽 그래프와 같이 나타난다. 그때의 편차 평균, 10%ile일 때의 편차, 90%ile일 때의 편차를 각각 측정하였으며, 또한 10%ile부터 90%ile 사이 즉, 전체 편차에서 80%에 해당하는 편차 중 최대편차를 측정하여 형상의 최대 오차를 확인하였다.

2.3. 바디쉐이퍼 보정기능성 평가 방법

착용한 바디쉐이퍼의 보정기능성을 객관적으로 평가하기 위해 3차원 프로그램의 Mesh deviation tool을 사용하여 누드 &

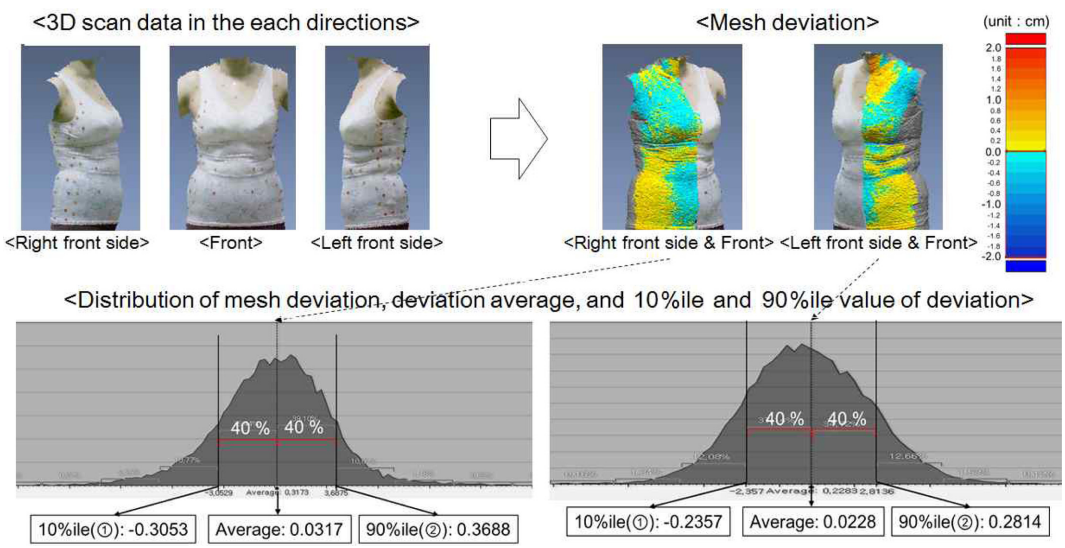


Fig. 3. Method of measuring the error between meshes and meshes when combining models.

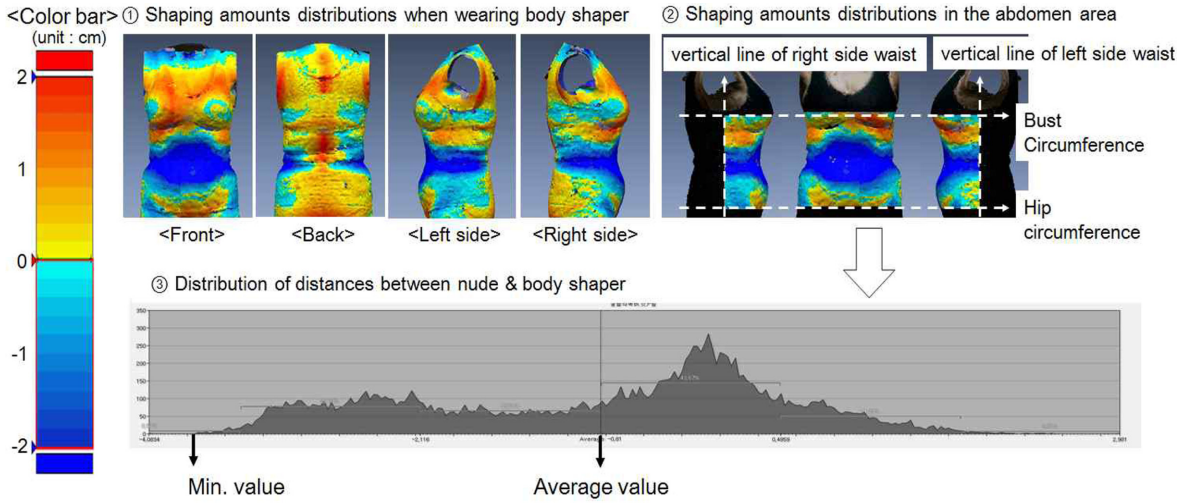


Fig. 4. Analysis method of shaping amounts distribution when wearing body shaper using mesh deviation tool.

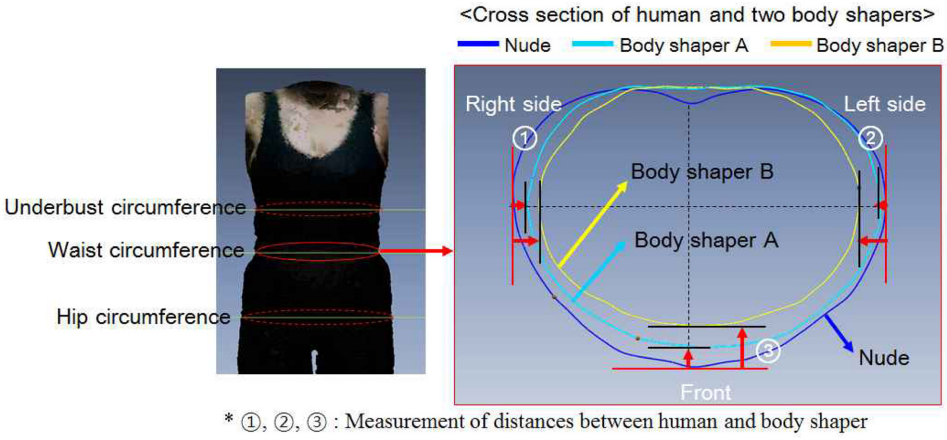


Fig. 5. Horizontal cross-sectional shape compared with nude body and two types of corrected body wearing body-shaper in the under bust, waist and hip circumference.

바디쉐이퍼 A, 누드 & 바디쉐이퍼 B를 각각 중첩하여 데이터를 분석하였다(Fig. 4). Fig. 4①에서 보는 바와 같이 바디쉐이퍼 착용 시 보정된 전체적인 경향성을 color bar를 이용하여 관찰하였으며, 그 다음으로 가장 많이 보정된 복부 부분에서 줄어든 평균거리(average value)와 가장 많이 줄어든 거리(min. value)를 살펴보기 위하여 Fig. 4②에서 보는 바와 같이 가슴둘레, 엉덩이둘레, 옆선에 해당하는 영역만 따로 Mesh deviations을 하여 관찰하고 Fig. 4③에서 보는 바와 같이 복부 부분의 보정된 평균값과 최소값을 측정하였다.

또한 젖가슴아래둘레선, 허리둘레선, 엉덩이둘레선의 단면중합도를 통해 nude상태보다 바디쉐이퍼 A나 바디쉐이퍼 B를 착용했을 때 단면형상이 어떻게 변화하였는지를 관찰하였으며, Fig. 5에서 보는 바와 같이 단면형상의 오른쪽, 왼쪽, 앞쪽에서 보정된 거리와 전체둘레를 측정하여 비교하였다. 또한 젖가슴아래둘레선부터 엉덩이둘레선까지 몸통에 해당하는 부분과 허리둘레선 위로 3.5cm, 아래로 3cm에 해당하는 허리 부분의 부피를 누드 상태, 바디쉐이퍼 A, 바디쉐이퍼 B를 착용했을 때 각각 측정하여 비교하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 3차원 형상 조합

여섯 방향(정면, 앞쪽 우측 측면, 앞쪽 좌측 측면, 후면, 뒤쪽 우측 측면, 뒤쪽 좌측 측면)에서 측정된 3차원 데이터들을 하나의 모델로 조합할 때 발생된 형상 간 간격분포를 확인하고(Fig. 3), 형상 간 간격의 평균을 측정한 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 조합 시 겹쳐지는 3차원 데이터들 간 간격의 평균은 0.027(±0.018)~0.039(±0.036)cm이었다. 또한 전체 80%에 해당하는 최대

Table 1. Average deviation, 10%ile and 90%ile deviation value, and maximum deviation value when combining models (Unit: cm)

		Average of distance between scan data	10%ile value of distance between scan data (①)	90%ile value of distance between scan data (②)	Maximum value of distance between scan data (80%)
Human body (nude)	*M (SD)*	0.036 (±0.022)	-0.188 (±0.035)	0.236 (±0.071)	0.321
Body shaper A	*M (SD)*	0.027 (±0.018)	-0.183 (±0.044)	0.215 (±0.046)	0.279
Body shaper B	*M (SD)*	0.039 (±0.036)	-0.190 (±0.047)	0.267 (±0.030)	0.329

간격을 알아보기 위해 Table 1 아래 그림에서와 같이 10%ile(①)과 90%ile(②)일 때의 데이터 간 간격을 측정한 결과 10%ile(①)일 때의 평균은 –0.190(±0.047)~–0.183(±0.044)cm이었으며, 90%ile(①)일 때의 평균은 0.215(±0.046)~0.267(±0.030)cm이었다. 그리고 전체 80%에 해당하는 조합된 3차원 데이터들 간 간격의 최댓값을 살펴본 결과 기본 누드형상의 경우에는 0.321cm로 간격이 가장 컸으며, 바디쉐이퍼 A를 착용한 스캔데이터의 경우 0.279 cm, 바디쉐이퍼 B를 착용한 데이터의 경우 0.329cm가 가장 큰 간격을 보였다. 즉, 조합된 3차원 데이터들 간 간격의 80% 이상이 0.329cm보다는 작게 나타남을 알 수 있었으며, 이를 통해 하나의 모델로 조합한 3차원 바디 형상의 오차가 작음을 알 수 있었다.

이러한 방법으로 각 피험자의 기본 누드 형상, 바디쉐이퍼 2종(A&B) 착용 시의 3차원 형상을 조합하였으며, 그 중 대표 피험자 한 명의 3차원 형상 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다.

3.2. 바디쉐이퍼 보정기능성 평가

3.2.1. 보정된 전체적 형상 및 평균

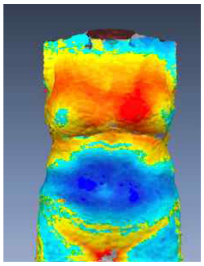
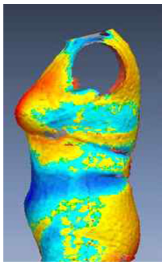
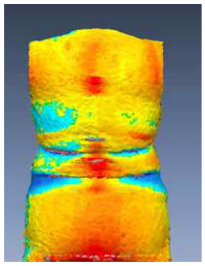
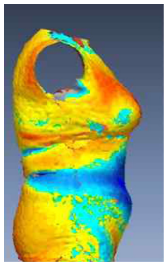
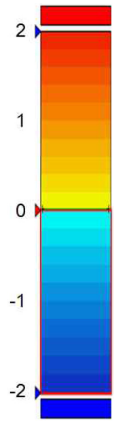
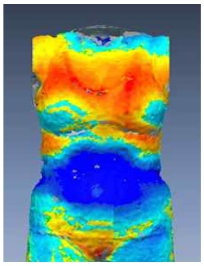
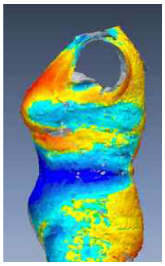
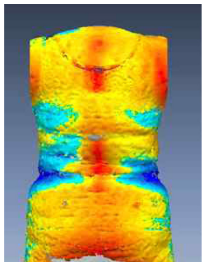
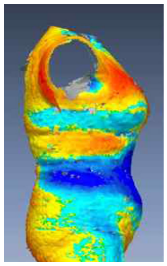
바디쉐이퍼를 착용하였을 때 보정되는 전체적 형상을 살펴보기 위해 브래지어와 팬티만 착용한 누드상태와 바디쉐이퍼 A, 누드상태와 바디쉐이퍼 B 착용 시의 형상들을 겹쳐 Mesh deviation으로 비교한 결과는 Table 3~5에서 보는 바와 같았다.

Table 3은 피험자 1의 형상으로 보정된 전체적 경향을 살펴보면 허리와 복부 부분이 짙은 푸른색으로 가장 부피가 작아졌다. 또한 가슴 부분은 옆이 줄어들면서 가슴이 위로 올라가는 효과를 볼 수 있었다. 바디쉐이퍼 A와 바디쉐이퍼 B의 착용 형상을 비교해보면 바디쉐이퍼 A보다 바디쉐이퍼 B를 착용했을 경우

Table 2. 3D shapes combined into single whole body (ex. nude, body shaper A and body shaper B of subject 1)

	Front	Left side	Back	Right side
Nude				
Body shaper A				
Body shaper B				

Table 3. Overall shaping distribution of subject 1 when wearing body shaper

	Front	Left side	Back	Right side	Scale (Unit: cm)
Body shaper A					
Body shaper B					

허리와 복부의 보정효과가 더 큰 것을 알 수 있었으며, 측면과 정면에서의 보정효과는 더 크게 나타났다.

바디쉐이퍼 종류에 따라 보정된 피험자 2의 형상을 살펴보면 (Table 4), 바디쉐이퍼 A를 착용했을 경우 복부 부분의 보정효과는 없었으며, 측면이 약간 들어간 효과가 있었다. 반면 바디쉐이퍼 B를 착용했을 때에는 바디쉐이퍼 A를 착용했을 때보다 복부와 허리 부분, 특히 측면이 더 많이 보정된 것을 살펴볼 수 있었다.

Table 5는 바디쉐이퍼 착용 시 피험자 3의 보정된 형상으로 전체적 경향을 살펴보면 복부와 옆허리 부분이 가장 많이 보정되었으며, 특히 바디쉐이퍼 A보다는 바디쉐이퍼 B 착용 시 복부와 허리 부분의 보정효과가 더 큰 것을 알 수 있었다.

보정이 주로 이루어진 가슴둘레와 엉덩이둘레 사이의 앞부분에서 얼마나 사이즈가 줄어들었는지를 살펴보기 위해 3차원 형상을 가슴둘레선, 엉덩이둘레선, 옆선으로 나눈 후 앞판에 해당하는 부분만 따로 Mesh deviations하여 이때의 평균값과 최소값을 측정하였다.

그 결과 Table 6에서 보는 바와 같이 바디쉐이퍼 A를 착용하였을 경우 평균 공극량은 –0.02(±0.32)cm이었으며 가장 많이 보정된 최소값의 평균은 –1.90(±0.61)cm이었다. 반면 바디쉐이퍼 B를 착용하였을 경우에는 평균 공극량 –0.65(±0.35)cm, 최소값 평균 –3.17(±0.61)cm로 바디쉐이퍼 A를 착용하였을 경우 보다 더 많이 보정되었음을 알 수 있었다.

Table 4. Overall shaping distribution of subject 2 when wearing body shaper

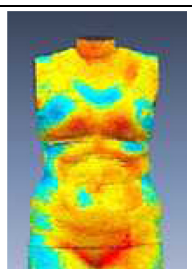
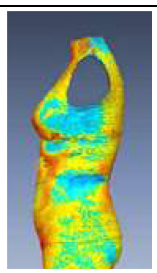
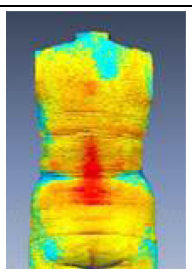
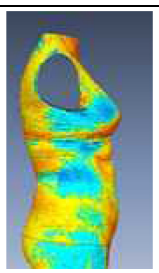
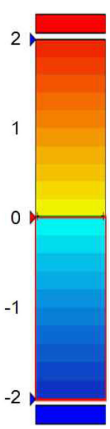
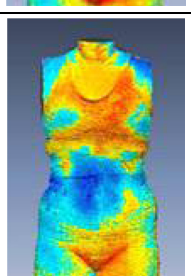
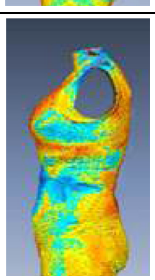
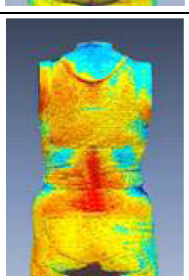
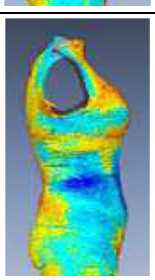
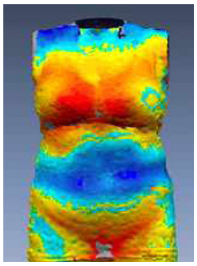
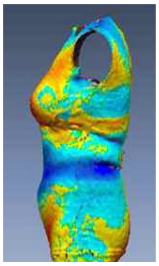
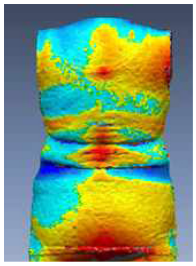
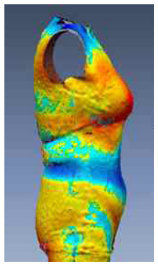
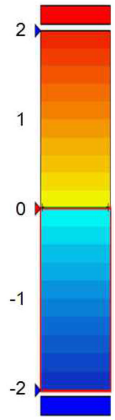
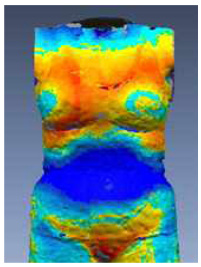
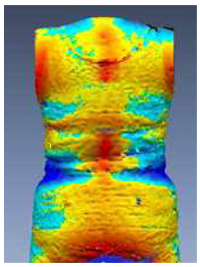
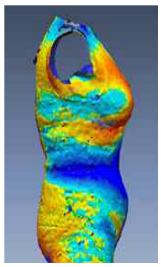
	Front	Left side	Back	Right side	Scale (Unit: cm)
Body shaper A					
Body shaper B					

Table 5. Overall shaping distribution of subject 3 when wearing body shaper

	Front	Left side	Back	Right side	Scale (Unit: cm)
Body shaper A					
Body shaper B					

3.2.2. 부위별 보정된 간격 및 둘레

부위별 보정 효과를 좀 더 면밀히 살펴보기 위하여 젖가슴아래둘레와 허리둘레, 엉덩이둘레의 단면형상을 관찰하고 인체와 바디쉐이퍼의 거리를 측정하였다.

그 결과 젖가슴아래둘레와 허리둘레, 엉덩이둘레의 단면형상은 Table 7에서 보는 바와 같았으며, 바디쉐이퍼 착용 시 줄어든 양옆과 앞부분의 너비와 둘레 차는 Table 8에 피험자별 몸통부분과 허리 부분의 부피는 Table 9에서 보는 바와 같았다.

젖가슴아래둘레와 엉덩이둘레의 단면형상을 살펴보면 바디쉐이퍼 착용 시 사이즈에는 큰 변화가 없었으나 인체의 울퉁불퉁한 굴곡을 완만하게 보정을 해주는 것을 관찰할 수 있었다. 허리둘레의 단면형상에서는 눈에 띄게 보정이 되는 것을 살펴볼 수 있었으며, 바디쉐이퍼 A보다는 바디쉐이퍼 B를 착용했을 경우 더 많이 사이즈가 줄어들고 타원형의 허리단면이 동그란 형태로 보정되는 것을 관찰할 수 있었다.

보정된 정도를 정확하게 알아보기 위해 Table 8에서 보는 바와 같이 각 단면형상(젖가슴아래둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레)에서 바디쉐이퍼 착용 시 줄어든 너비(오른쪽, 왼쪽, 앞쪽)와 둘레를 측정하였다. 그 결과 전반적으로 젖가슴아래둘레와 엉덩이둘레에서는 너비나 둘레에 큰 차이를 보이지 않았다. 반면 허리둘레의 경우 바디쉐이퍼 A를 착용했을 경우 오른쪽 너비 –1.33 (±0.51)cm, 왼쪽 너비 –1.33(±0.67)cm, 복부 앞너비

Table 6. Shaping distribution of the major front area in the abdomen when wearing body shaper (Unit: cm)

	Body shaper A		Body shaper B	
	Average value	Min. value	Average value	Min. value
M (SD)	–0.02 (±0.32)	–1.90 (±0.61)	–0.65 (±0.35)	–3.17 (±0.61)

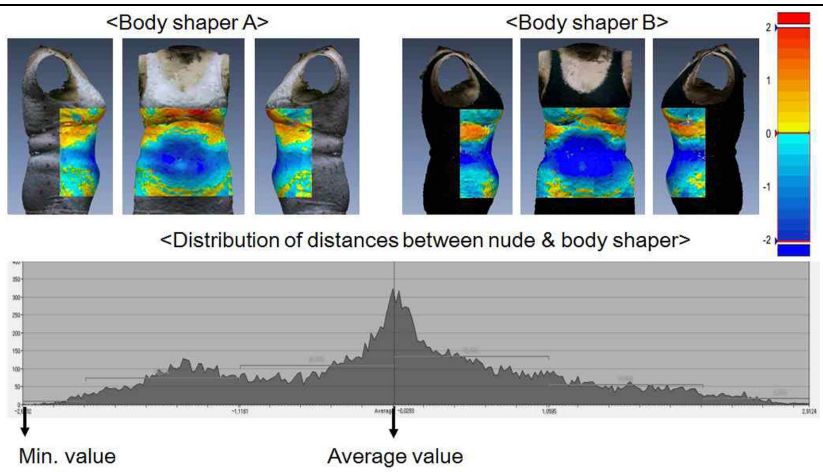
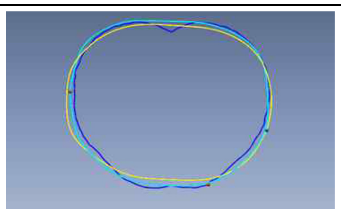
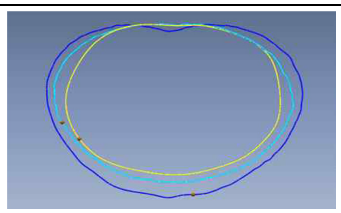
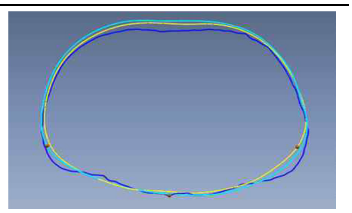
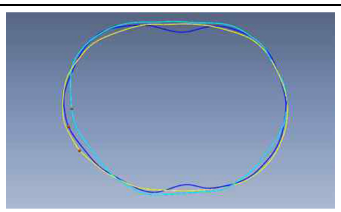
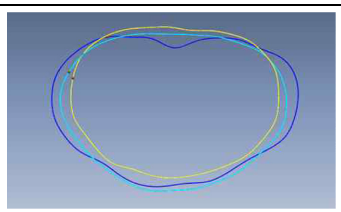
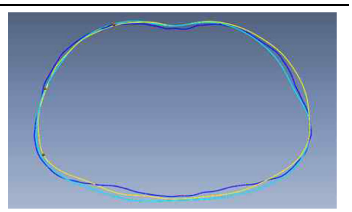
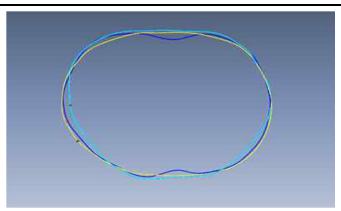
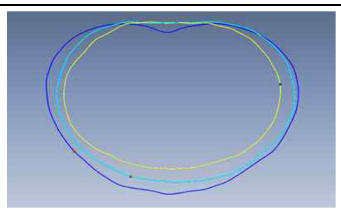
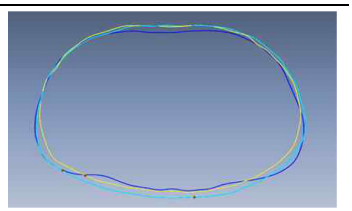
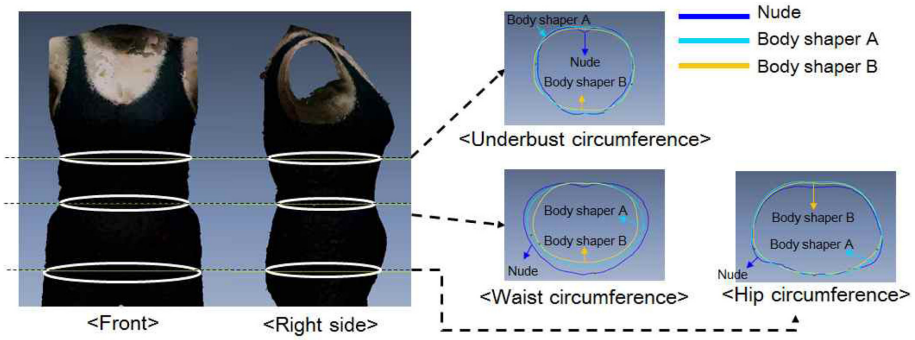


Table 7. The horizontal cross-sectional observation results of nude, body shaper A and body shaper B in under bust circumference, waist circumference, and hip circumference

	Under bust circumference	Waist circumference	Hip circumference
Sub. 1			
Sub. 2			
Sub. 3			



–1.15 (±1.66)cm 줄어들었으며, 총 길이는 –6.10(±1.63)cm 줄어들었다. 바디쉐이퍼 B를 착용했을 경우에도 허리둘레에서는 많이 줄어들었는데 오른쪽 너비는 –2.53(±0.04)cm, 왼쪽 너비 –2.69 (±0.30)cm, 복부 앞 너비 –2.92(±1.07)cm 줄어들었으며, 총 길이는 –12.25 (±2.97)cm 줄어들었다.

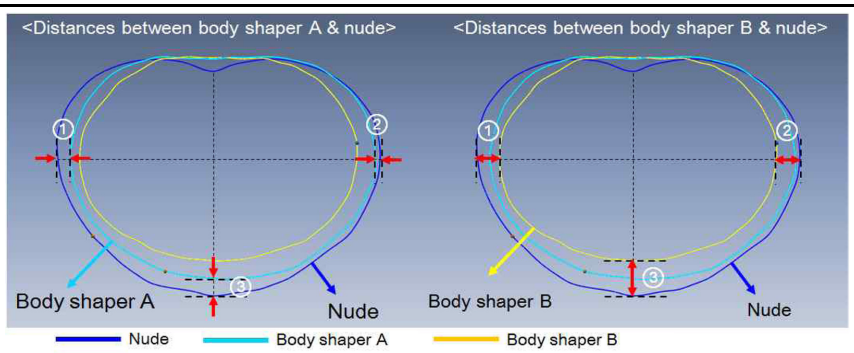
또한 속옷만 착용한 누드상태일 때와 2종 바디쉐이퍼를 착용하였을 때의 몸통 부분과 허리 부분의 부피와 부피 감소율은 Table 9에서 보는 바와 같았다. BMI가 25 이상으로 과체중에 해당하며 허리둘레가 큰 피험자1과 3의 경우 몸통(Table 9의 ①)과 허리 부분(Table 9의 ②)의 부피가 감소되는 것을 관찰할 수 있었으며, 피험자2의 경우에도 허리 부분에서는 부피가 많이 감소되었다. 그러나 피험자2 몸통 부분의 부피를 살펴보면 바디쉐이퍼 A를 착용했을 경우 1.9% 증가하였고 바디쉐이퍼 B를 착용했을 경우에는 3.3% 감소하였다. 이는 nude 상태의 부피를 측정할 경우 척추 부분이 오목하게 들어간 상태로 측정된 반면 바디쉐이퍼 착용 시에는 오목하게 들어갔던 척추 부분이 평평하게 메꿔지면서 변화된 부피가 미미하기는 하지만 부피가 증가한 것으로 생각되어진다. 몸통 부분의 평균값 감소율 살펴보면 바디쉐이퍼 A(-2.0%)보다는 바디쉐이퍼 B(-8.9%)를 착용했을 경우 부피가 더 많이 감소하였으며, 특히 허리 부분에서는 바디쉐이퍼 A를 착용 시 부피가 8.6% 감소한 반면 바디쉐이퍼 B 착용 시에는 20.4% 감소하는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 바디쉐이퍼 착용 시에는 인체의 몸통 부분이 전체적으로 감소되는 것을 살펴볼 수 있었으며, 지방이 많은 허리 부분의 보정이 가장 많이 이루어짐을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 보정기능성이 우수하여 인체의 형태와 치수가 변경되는 바디쉐이퍼(Body shaper)를 착용하였을 때 부위별 보

Table 8. Reduced distances of right width, left width, front width and total circumference when wearing body shaper (Unit: cm)

			Right side (①)	Left side (②)	Front (③)	Difference in total circumference (④)
Underbust circumference	Body shaper A	*M*	–0.21	–0.32	0.38	–0.11
		(SD)	(0.81)	(0.29)	(0.80)	(0.73)
	Body shaper B	*M*	0.57	0.38	0.28	–1.08
		(SD)	(0.47)	(0.44)	(1.12)	(0.90)
Waist circumference	Body shaper A	*M*	–1.33	–1.33	–1.15	–6.10
		(SD)	(0.51)	(0.67)	(1.66)	(1.63)
	Body shaper B	*M*	–2.53	–2.69	–2.92	–12.25
		(SD)	(0.04)	(0.30)	(1.07)	(2.97)
Hip circumference	Body shaper A	*M*	–0.03	–0.07	0.50	0.29
		(SD)	(0.56)	(0.64)	(0.68)	(0.78)
	Body shaper B	*M*	–0.65	–0.01	0.04	–1.73
		(SD)	(0.26)	(0.78)	(0.47)	(0.44)



* Difference in total circumference (④)
= body shaper total circumference – nude total circumference
* + : the width and circumference are increased
\- : the width and circumference are reduced

정된 정도를 효과적으로 그리고 객관적으로 평가하는 방법을 찾기 위해 비접촉식 3차원 촬영과 촬영된 3차원 데이터를 활용하여 연구를 수행하고자 하였다. 이를 위해 누드상태, 2종 바디쉐이퍼를 착용한 상태에서 스캔한 후 스캔된 3차원 데이터를 중첩하여 보정된 부위와 정도를 측정하였으며, 연구 결과는 다음과 같았다.

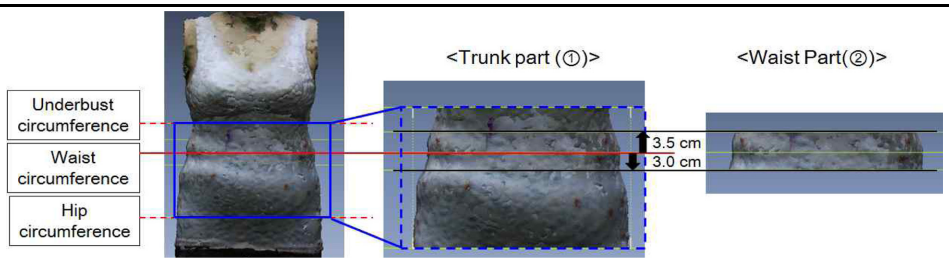
첫 번째로 여섯 방향(정면, 앞쪽 우측 측면, 앞쪽 좌측 측면, 후면, 뒤쪽 우측 측면, 뒤쪽 좌측 측면)에서 측정된 3차원 데이터들을 하나의 모델로 조합할 때 발생되는 형상 간 간격(오차간격)의 평균은 0.027~0.039cm이었으며, 전체 오차간격의 80% 이상이 0.329cm보다는 작게 나타났다. 이를 통해 하나의 모델로 조합된 3차원 바디 형상들의 오차는 작았으며, 본 연구에서 측정된 3차원 데이터는 신뢰할 수 있는 데이터임을 알 수 있었다.

두 번째로 바디쉐이퍼를 착용하였을 때 보정되는 전체적 형상을 살펴본 결과 전반적으로 복부와 옆허리 부분에서 보정이 이루어졌음을 살펴볼 수 있었으며, 사이즈가 큰 바디쉐이퍼 A보다는 사이즈가 작은 바디쉐이퍼 B를 착용했을 경우 복부와 허리 부분의 보정이 더 많이 이루어졌음을 살펴볼 수 있었다. 또한 가슴둘레와 엉덩이둘레, 옆선을 기준으로 복부 부분의 보정된 정도를 따로 측정한 결과 바디쉐이퍼 A를 착용하였을 경우 평균 –0.02cm 감소하였으며, 가장 많이 보정된 부위는 –1.90cm 만큼 감소하였다. 반면 바디쉐이퍼 B를 착용하였을 경우에는 평균 –0.65cm 감소하였으며, 가장 많이 보정된 부위는 –1.90cm이었다. 따라서 보정된 정도나 경향을 살펴볼 때 3차원 형상을 이용할 경우 좀 더 정확하게 보정된 부위를 살펴볼 수 있었으며, 보정된 부분이 어느 정도 줄어들었는지를 정확하게 확인할 수 있었다.

세 번째로 젖가슴아래둘레와 허리둘레, 엉덩이둘레에서의 단면형상과 너비, 부피 등을 살펴본 결과 젖가슴아래둘레와 엉덩이둘레에서는 사이즈에 큰 변화는 없었으나 인체의 울퉁불퉁한 굴곡을 완만하게 보정해 주었다. 허리둘레의 경우에는 눈에 띄게 보정이 많이 이루어졌으며 바디쉐이퍼 A를 착용했을 경우 오른쪽과 왼쪽 –1.33cm, 복부 –1.15cm 줄어들었으며, 총 둘레는 –6.10cm 줄어들었다. 반면 바디쉐이퍼 B를 착용했을 경우에는 오른쪽 –2.53cm, 왼쪽 –2.69cm, 복부 –2.92cm 줄어들었으며, 총 둘레는 –12.25cm로 많이 줄어들었다. 또한 몸통 부분과 허

Table 9. The volumes of trunk and waist part during nude state and when wearing two types of body shapers

	BMI	Waist circumference (cm)	Volume (cm^3)					
			Trunk part (①)			Waist part (②)		
			Nude	Body shaper A	Body shaper B	Nude	Body shaper A	Body shaper B
Sub.1	27.2	91.0	16554.2	15764.3 (−4.8%)*	14575.0 (−12.0%)	4391.2	3802.4 (−13.4%)	3358.6 (−23.5%)
Sub.2	24.9	79.0	18201.5	18544.1 (1.9%)	17600.7 (−3.3%)	3704.3	3580.1 (−3.4%)	3276.7 (−11.5%)
Sub.3	26.2	85.5	16723.7	16144.8 (−3.5%)	14725.1 (−12.0%)	4314.9	3957.3 (−8.3%)	3242.0 (−24.9%)
M±SD	26.1±1.1	85.2±6.0	17159.8 ±906.1	16817.7±1507.1 (−2.0%)	15633.6±1705.2 (−8.9%)	4136.8 ±376.5	3779.9±189.6 (−8.6%)	3292.4±59.9 (−20.4%)



*() is the reduction rate of the volume $= \frac{(Bodyshaper\ Volume - Nude\ Volume)}{Nude\ Volume} \times 100$

리 부분의 부피 감소율을 살펴본 결과에서도 바디쉐이퍼 착용 시 몸통 부분의 부피가 특히 허리 부분의 부피가 매우 많이 감소하였으며, 바디쉐이퍼 A보다는 바디쉐이퍼 B를 착용했을 경우 허리 부분에서는 누드대비 20.4% 감소되는 것을 확인하였다.

결론적으로 본 연구에 사용된 바디쉐이퍼는 다른 부분보다는 지방이 많은 허리둘레 부분의 보정이 가장 많이 이루어졌으며 특히 바디쉐이퍼 B는 바디쉐이퍼 A보다 더 많은 보정을 해주었음을 알 수 있었다. 반면 젖가슴아래둘레 경우에는 형태적인 보정은 해주었으나 치수를 줄여주는 효과는 없었던 것으로 나타났다. 이는 허리둘레 부분은 지방이 많아 치수보정이 잘 되는 반면 젖가슴아래둘레나 엉덩이둘레 부분에는 갈비뼈나 골반뼈에 의해 치수보정이 적게 되는 것으로 생각된다. 또한 젖가슴아래둘레 부분의 경우에는 치수 보정을 많이 할 경우 호흡에 방해를 주기 때문에 바디쉐이퍼 설계 시 보정이 적게 되도록 설계한 것으로 생각되어진다. 본 연구를 통해 바디쉐이퍼와 같이 인체를 보정하여 실제치수보다 작게 해주는 의복을 착용할 경우 3차원 스캔 데이터를 중첩하여 비교, 측정하는 방법이 보정된 부위와 정도를 전체적으로 파악할 수 있고 부위별 부피, 너비 등의 변화를 객관적으로 평가하는 효과적인 방법임을 알 수 있었다. 또한 인체는 허리 부분과 같이 일부분을 강하게 압박하여도 다른 부분이 대신 늘어나지 않고 압박한 부분이 줄어드는 컴프레서블한 성질을 가진 것을 파악할 수 있었다. 그러나 본 연구는 인체를 축소시키는 보정속옷의 3차원 착의평가방법에 목적을 두었기 때문에 적은 수의 피험자를 대상으로 연구가 진행되었다. 또한 피하지방이나 근육 양 등을 고려하지 않고 둘레치수를 기준으로 피험자를 선정하였다. 따라서 추후에는 체형별, 치수별, 피하지방량 등 더 많은 피험자를 대상으로 연구가 진행된다면 이러한 데이터 축적을 통해 인체를 축소시키는 보정속옷 가상착의를 위한 기초자료에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 (주)좋은 사람들로부터 실험의복을 지원받아 수행되었음.

References

Bae, Y. (2016, June 01). 럭키슈에뜨, 가상 피팅 서비스 'Try Clothes Online' 시범 운영 Lucky chouette conducting test operation of virtual fitting service 'try clothes online']. *Moneytoday*. Retrieved September 11, 2018, from http://stylem.mt.co.kr/styleamView.php?no=2016060109540030184&type=1&ref=http%3A%2F%2Fsearch.naver.com

Chan, A. P., & Fan, J. (2002). Effect of clothing pressure on the tightness sensation of girdles. *International Journal of Clothing Science and Technology, 14*(2), 100-110. doi:10.1108/09556220210424215

Cho, S. (2010, October 19). 신원 온라인 쇼핑몰, 가상 피팅 서비스 제공 [Shinwon online shopping mall provides virtual fitting service]. *Fashion journal*. Retrieved September 14, 2018, from http://okfashion.co.kr/detail. php?number=13813&thread=81r15

Daanen, H., & Hong, S. A. (2008). Made-to-measure pattern development based on 3D whole body scans. *International Journal of Clothing Science and Technology, 20*(1), 15-25. doi:10.1108/0955

6220810843502

Hang, M. (2017, August 28). 섬유산업도 4차 산업혁명 시대. 1시간 만에 옷 '뚝딱' [Fiber industry is also in the age of 4th industrial revolution. Clothing made with in an hour]. *Tvchosun*. Retrieved September 02, 2018, from http://news.tvchosun.com/site/data/html_dir/2017/08/28/2017082890167.html

Hong, E. H., & Suh, M. A. (2012). A comparative study on men's bodice slopers-using a 3D virtual garment system. *The Research Journal of the Costume Culture, 20*(3), 403-415. doi:10.7741/rjcc.2012.20.3.403

Hong, L., Dongsheng, C., Qufu, W., & Ruru, P. (2011). A study of the relationship between clothing pressure and garment bust strain, and Young's modulus of fabric, based on a finite element model. *Textile Research Journal, 81*(13), 1307-1319. doi:10.1177/0040517510399961

Jeong, Y. H. (2006). 2D pattern development of tight-fitting bodysuit from 3D body scan data for comfortable pressure sensation. *Korean Journal of Human Ecology, 15*(3), 481-490.

Kim, H. A., Ryu, H. S., Lee, J. H., & Nam, Y. J. (2011). A study on the comparing visual images between the real garment and the 3D garment simulation of flare skirts. *Korean Journal of the Science of Emotion and Sensibility, 14*(3), 385-394.

Lee, H. R. (2016). Methods to determine the size of pant patterns with curved design lines and their three dimensional construction using 3D virtual fitting. *Fashion Business, 20*(4), 153-171. doi:10.12940/jfb.2016.20.4.153

Lee, H. R., & Hong, K. H. (2017). Comparison between actual and 3D virtual skirts of different front and back silhouette with regard to the evaluation of subjective appearance and shape characteristics. *Fashion Business, 21*(5), 91-108. doi:10.12940/jfb.2017.21.5.91

Lee, H. R., Hong, K. H., & Lee, Y. J. (2017). Development of 3D patterns for functional outdoor pants based on skin length deformation during movement. *International Journal of Clothing Science and Technology, 29*(2), 148-165. doi:10.1108/IJCST-08-2016-0090

Lee, H. R., Hong, K. H., Kim, Y. W., & Park, S. J. (2013). Clothing pressure evaluation of girdle and waist nipper and related wearing conditions. *Korean Journal of the Science of Emotion and Sensibility, 16*(1), 1-10.

Lee, H. R., Lee, Y. J., & Hong, K. H. (2016). Evaluation of armhole lines of blouses using 3D virtual fitting and human subjects. *Korean Journal of Human Ecology, 25*(6), 761-773. doi:10.5934/kjhe.2016.25.6.761

Lee, J. S., & Lee, J. R. (2013). Comparison on the pants fitting for obese women between 3D virtual garment and real garment. *Fashion Business, 17*(2), 33-45. doi:10.12940/jfb.2013.17.2.33

Lee, S. Y., & Kang, I. A. (2009). A comparative study of the shapes of 3D virtual skirts and actually made skirts. *Journal of the Korean Society of Costume, 59*(8), 26-36.

Lee, Y. J., & Hong, K. H. (2013). Development of indirect method for clothing pressure measurement using three-dimensional imaging. *Textile Research Journal, 83*(15), 1594-1605. doi:10.1177/0040517512470193

Lim, H. S., & Chun, J. S. (2015). Analysis of cross sections and silhouette in body shape according to girdle worn using 3D body scanner. *The Research Journal of the Costume Culture, 23*(2), 242-253. doi:10.7741/rjcc.2015.23.2.242

Min, S. N., Kim, M. S., Kim, J. Y., & Cho, Y. J. (2013). The effects of wearing Spandex underwear on muscle activity and heart rate. *Journal of the Ergonomics Society of Korea, 32*(3), 229-236. doi:10.5143/JESK.2013.32.3.229

Miyatsuji, A., Matsumoto, T., Mitarai, S., Kotabe, T., Takeshima, T., & Watanuki, S. (2002). Effects of clothing pressure caused by different types of brassieres on autonomic nervous system activity evaluated by heart rate variability power spectral analysis. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science, 21*(1), 67-74. doi:10.2114/jpa.21.67

Na, M. H., Kim, M. S., & Jung, B. H. (2002). The wearing effect of sport underwear: Focusing on the change of fat in each body. *The Research Journal of the Costume Culture, 10*(6), 735-747.

Park, G. A. (2013). The computerized 3-D clothing simulation for the evaluation of mens working pants. *Journal of the Korean Society of Costume, 63*(8), 27-42. doi:10.7233/jksc.2013.63.8.027

Park, G. A., & Lee, W. K. (2012). Men's work clothes jumper patternmaking and its appearance evaluation through 3-D clothing simulation. *Fashion Business, 16*(1), 103-120. doi:10.12940/jfb.2012.16.1.103

Park, J. H., & Chun, J. S. (2012). The change of garment pressure and body measurement by material of women's girdle. *Journal of the Ergonomics Society of Korea, 31*(3), 455-461. doi:10.5143/JESK.2012.31.3.455

Seo, H. W., Kim, S. J., Cordier, F., & Hong, K. H. (2007). Validating a cloth simulator for measuring tight-fit clothing pressure. *Proceedings of the 2007 ACM symposium on Solid and physical modeling* (pp. 431-437). Beijing, China: ACM New York, NY, USA. doi:10.1145/1236246.1236308

Sohn, H. J., & Na, M. H. (2012). A study on the corset type long-line brassieres pattern development for adult women: Focusing on women in their 20s. *Fashion & Textile Research Journal, 14*(6), 960-967. doi:10.5805/KSCI.2012.14.6.960

Wong, A. S., Li, Y., & Zhang, X. (2004). Influence of fabric mechanical property on clothing dynamic pressure distribution and pressure comfort on tight-fit sportswear. *Sen'i Gakkaishi, 60*(10), 293-299. doi:10.2115/fiber.60.293

Woo, Y. (2017, April 28). 아마존, 전신 사진과 동영상 촬영 가능한 '에코 룩' 출시 [Amazon released the 'Echo Look', that can take whole body pictures and videos]. *Betanews*. Retrieved September 01, 2018, from http://betanews.heraldcorp.com/article/690261

Yamada, T., & Matsuo, M. (2009). Clothing pressure of knitted fabrics estimated in relation to tensile load under extension and recovery processes by simultaneous measurements. *Textile Research Journal, 79*(11), 1021-1033. doi:10.1177/0040517508099387

Zhang, M., Dong, H., Fan, X., & Dan, R. (2015). Finite element simulation on clothing pressure and body deformation of the top part of men's socks using curve fitting equations. *International Journal of Clothing Science and Technology, 27*(2), 207-220. doi:10.1108/IJCST-12-2013-0139

Zhang, X., Yeung, K. W., & Li, Y. (2002). Numerical simulation of 3D dynamic garment pressure. *Textile Research Journal, 72*(3), 245-252. doi:10.1177/004051750207200311

(Received 16 November, 2018; 1st Revised 4 December, 2018; 2nd Revised 2 January, 2019; Accepted 11 January, 2019)