

몰드 폼의 물성과 두께에 따른 빈약 유방 여성용 몰드 브래지어의 착용감 비교

Comparison of the Wearing Sensation for Small-breasted Women's Mold Brassieres according to Type of Polyurethane Foam

이현영*

군산대학교 의류학과

Lee, Hyun Young*

Dept. of Clothing and Textiles, Kunsan National Univ.

Abstract

We investigated the subjective comfort of mold brassieres for small-breasted women in terms of mechanical properties and thickness of polyurethane(PU) foams used. Experimental mold brassieres were manufactured using various PU foams with different thicknesses. To analyze the relationship between comfort and the mechanical properties and thickness of the foams, small-breasted women in their twenties performed a subjective evaluation of the experimental brassieres. Our results showed that small-breasted women preferred a mold brassiere with a thickness of 27mm, which is made of the softest foam with the lowest density of those we tested. Tensile strength, tearing strength, and indentation force deflection at 65% compression showed significant negative correlations with wearing comfort in the correlation analysis between subjective sensation and mechanical properties. Therefore, when designing mold brassieres for small-breasted women, we recommended using PU foams those are about 23-27mm thick and have low tensile strength, tearing strength, and indentation force deflection at 65% compression.

Keywords: mold brassiere, small-breasted women, mechanical property, thickness, polyurethane foam, subjective wearing evaluation

I. 서론

현재까지 빈약 유방 여성들을 위한 브래지어 연구들은 다수 이루어졌지만, 대부분의 빈약 유방 여성들의 유방 형태 분석이나 브래지어 착용실태, 그리고 시판 제품에 대한 착용평가 등이 주를 이루었다. Cho와 Shon(2001)는 20대 빈약 유방여성의 유방 형태를 52개의 측정항목을 기

초로 4개의 형태로 분류하여 이에 따른 브래지어 컵이나 패드 제품의 세분화되어야 함을 지적하였다. Cho와 Kim(2008)는 30대와 40대 여성의 상반신 체형을 고려한 브래지어 패드 개발을 위해 상반신 체형과 함께 유방 유형을 분류하였는데, 유방유형을 빈약유방, 하수유방, 반구유방, 돌출유방으로 나누었을 때 빈약유방에 속하는 여성들의 비율은 30대에서 20.1%로 바른 체형, 젓힌 체형, 숙

이 논문은 2011년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2011-0014748).

* Corresponding author: Lee, Hyun Young

Tel: +82-63-469-4662, Fax: +82-63-469-4661

E-mail: hyl@kunsan.ac.kr

© 2016, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

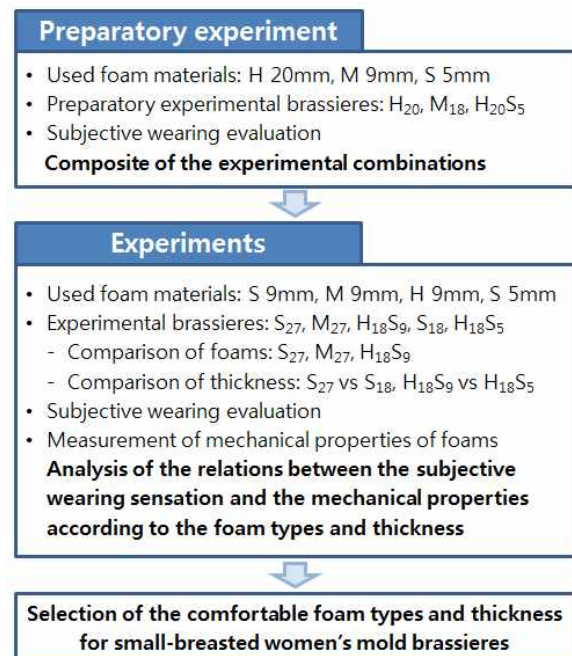
인 체형 중에서 숙인 체형에서 가장 많이 발견되었고, 40대에서는 15.7%로 숙인 체형에서 가장 적은 분포를 보였다. Pan et. al(2009)의 연구에서는 여대생들의 브라지어 착용 및 구매실태, 선호도 등을 분석한 결과 브라지어 구입 시 형태와 사이즈가 매우 중요하게 평가되었으며, 특히 빈약 유방과 가장 유사한 유형으로 분류된 납작형 가슴의 경우 상컵의 들뜸 문제가 심각하여 형태에 적합한 패드나 몰드 브라지어 제공이 요구됨을 지적하였다. 또한 Sohn과 Kweon(2012)의 연구에서도 20대 여성의 유방 유형을 6개로 분류한 결과, 납작형 유방의 비율은 26.4%로 30-40대 보다 더 많은 여성이 이 유형에 속하였으며, 이 연구에서 납작형 여성들이 컵 상변이 들뜬다고 응답한 비율은 77.1%로 대단히 높아 이에 대한 디자인적 해결이 필요하다고 하였다. 이에 Lee(2015)의 연구에서는 선행연구(Lee, 2007; Lee, 2015)에서 빈약 유방 여성들이 가장 선호한 시판 몰드 브라지어의 컵의 상변 길이를 조절함으로써 상컵의 들뜸 문제 개선이 가능성이 있음을 밝혔다. 그리고 동일한 폼 소재를 이용하여 부피는 동일하고 브라지어 컵 안쪽의 볼륨 분포만 다르게 제작한 몰드 브라지어들의 비교를 통해, 컵의 중심부분에 볼륨이 집중된 형태 보다는 상컵은 상대적으로 얇고 하컵에 볼륨이 집중된 형태의 브라지어가 적당한 볼륨감과 자연스럽고 만족스러운 착용외관을 연출하는데 상대적으로 유리함을 확인하였다. 또한 Lee(2007)의 연구에서는 시판 몰드 브라지어의 몰드 폼의 가압 하중 증가에 따른 컵 두께 감소율을 관찰함으로써, 가압에 따른 두께 감소율이 상대적으로 적은 딱딱한 소재보다는 부드럽고 신축성 있는 소재, 그리고 너무 두껍지 않은 소재를 더 선호함을 밝힌 바 있다. 이와 같이 현재까지의 빈약 유방 여성용 브라지어 관련 연구들은 유방 유형의 분류와 관찰, 브라지어 착용실태, 시판 브라지어에 대한 선호도 평가 및 그 특성 분석, 그리고 몰드 컵의 형태 개선 및 선호 형태 분석 등에 대한 것이었다. 그러나 선행연구(Lee, 2007)에서 빈약 유방 여성들이 두껍지 않고 부드러우며 신축 있는 소재의 몰드 브라지어 컵을 선호한다고 보고하였으나, 그 폼들의 물성값과 주관적 착용감과의 관련성을 체계적으로 관찰한 연구는 찾아보기 어렵다. 다만, Yick et al.,(2010)의 연구에서 다양한 종류의 몰드 폼에 열성형 조건을 달리하여 가공하였을 때의 물성 변화를 관찰하였으나 인체가 느끼는 주관적 착용감과의 관련성을 다루지는 않았다.

따라서 본 연구에서는 빈약 유방 여성용 몰드 브라지어 개발의 일환으로 몰드 브라지어에 삽입되는 몰드 컵의 소

재 및 두께에 따른 주관적 착용감 평가를 실시하였다. 폴리우레탄(PU) 폼의 종류와 두께에 따른 밀도, 인장특성, 압축특성, 그리고 반발특성 등을 측정하였고, 이 폼들로 제작한 몰드 브라지어에 대한 주관적 착용 평가를 빈약 유방 여성들을 대상으로 실시하였다. 이를 통해 착용감이 우수한 빈약 유방 여성용 몰드 브라지어 제작에 유리한 PU 폼의 물리적 특성과 두께를 제안하고자 한다.

II. 연구방법

몰드 브라지어용 PU폼의 물성과 주관적 착용감과의 관련성을 밝히기 위해 본 연구는 [Figure 1]과 같은 과정으로 진행되었다. 연구초기에는 일정한 두께의 PU폼들을 구하기 어려워 샘플로 구할 수 있는 폼들을 이용하여 예비실험용 브라지어 3종(H₂₀, M₁₈, H₂₀S₅)을 제작하여 주관적 착용평가를 실시하였다. 예비실험 결과를 토대로 본실험용 브라지어의 소재 및 두께조합을 결정하고, 일정한 두께로 PU폼 소재를 주문제작하여 실험에 활용하였다. 본실험에서는 5종의 브라지어 제작을 통해 소재 및 두께에 따른 브라지어의 주관적 착용감과 각 소재조합에 대한 물성을 측정하여 관련성을 분석하였다. 이를 통해 실루엣과 착용감이 좋은 빈약유방 여성용 몰드 브라지어용 몰드 폼 특성을 규명하고자 하였다.



[Figure 1] Research process

1. 예비실험

1) PU폼의 특성

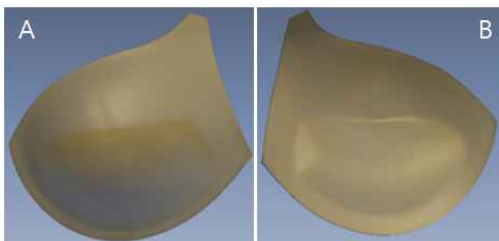
예비실험에서는 몰드 브라지어 컵 제조업체들로부터 몰드 컵 제작에 사용하고 있는 PU 폼 3종(H, M, S)을 얻어 몰드 컵을 제작하였다. PU폼 H는 세 종류의 폼중 가장 단단한 폼으로 가압하지 않은 상태에서 1겹의 두께가 20mm이었으며, M은 메모리 폼으로 알려진 것으로 두께는 9mm이었고 H보다 부드러웠다. 그리고 S는 가장 부드러운 폼으로 두께는 5mm이었고, 세 폼 모두 폴리우레탄 (PU) 100%로 이루어졌다. 이 폼들은 주문 제작한 것이 아니어서 두께가 모두 달랐으므로 <Table 1>과 같이 H는 1겹의 폼으로 몰드 컵(H₂₀)을 제작했고, M은 H₂₀의 두께와 최대한 유사하도록 스프레이식 접착제로 2겹을 본딩하여 18mm 두께로 만든 후 몰드 컵(M₁₈)으로 제작하였다. S는 너무 얇았으므로 우선 1차 실험에서는 H 소재와 조합하여 인체에 닿는 컵 안쪽에는 부드러운 S, 바깥쪽에는 단단한 H가 위치하도록 하여 25mm 두께의 폼으로 몰드 컵(H₂₀S₅)을 제작하였다. 소재 기호에서 알파벳은 PU 폼의 소재 종류, 숫자는 몰드 컵 제작 전에 조합된 평편한 형태의 PU 폼 두께를 기입한 것이다.

2) 예비실험용 브라지어 제작

평면형태의 PU폼들은 [Figure 2]와 같이 3/4컵 몰드 브라지어 컵 금형을 이용하여 브라지어 컵으로 제작되었다. 몰드 브라지어 컵 금형으로는 선행연구(Lee, 2015)에서 빈약 유방 여성들을 위해 제작한 금형이 사용되었는데, 이 금형은 시판 몰드 브라지어 중 70AA와 75AA 사이즈의 빈약 유방 여성들이 가장 선호한 몰드 브라지어의 형태를 기반으로 상변의 들뜸 문제를 개선하여 제작한 것이었다. 몰드 컵의 열성형은 200℃에서 130초간 이루어졌으며, 제작된 몰드 컵의 형태는 [Figure 3]과 같이 하컵 볼륨 집중형이었다. 실험브라지어는 선행연구(Lee, 2015)의 것과 동일한 패턴과 소재를 이용하여 제작하였는데, PU 폼으로 제작한 몰드 컵 안쪽에 얇은 면 100% 저지 니트, 그리고 나머지 부분들은 트리코트(나일론 85.7%, 폴리에스테르 14.3%)를 적용하여 [Figure 4]와 같은 형태의 실험 브라지어를 제작하였다. 적용된 트리코트의 신축률 (ASTM D2594)은 경사 방향으로 9.1%, 위사 방향으로 10.5%이었고, 두께는 0.55mm이었다. 70AA와 75AA 사이즈 여성들이 모두 착용 가능할 수 있도록, 혹&아이는 6단계로 조절할 수 있도록 하였다.

<Table 1> Combinations of PU foams for manufacturing mold brassiere cups

Brassieres	Combination	Thickness of PU foams(mm)
H ₂₀	H(20mm) × 1 layers	20
M ₁₈	M(9mm) × 2 layers	18
H ₂₀ S ₅	H(20mm) × 1 layers + S(5mm) × 1 layers	25



[Figure 3] Shapes of the experimental mold cup. A: front, B: back



[Figure 4] Mold case and thermal forming for manufacturing of the mold brassiere cups



[Figure 5] Shape of a preparatory experimental mold brassiere

3) 주관적 착용평가

1차 시제품에 대한 주관적 착용실험에 참가한 피험자들의 특성은 다음과 같았다. 실험 브라지어 착용이 가능한 20대 여성 7명으로 이들의 평균 가슴둘레는 79.6cm(표준편차 3.8cm), 밑가슴둘레는 71.1cm(표준편차 2.4cm)로 빈약 유방에 속하는 피험자들로 선별하였다. 주관적 착용평가는 3종의 실험브래지어를 라틴스퀘어법을 참고로 디자인한 실험 순서에 따라 착용시키고 평가를 수행하였다. 이때 평가를 위한 설문지는 컵의 밀착성, 접촉느낌, 볼륨 적합성, 실루엣, 편안함 등의 11개 문항으로 구성하였으며 7점 리커트 척도로 질문하였다. 통계분석은 SPSS로 평균 비교 및 Friedman 검정과 Wilcoxon 부호순위 검정, Pearson 상관관계 분석을 실시하였다.

2. 본 실험

1) PU폼의 특성

본실험을 위한 PU폼으로는 <Table 2>와 같이 S, M, H를 모두 9mm 두께의 평면 폼으로 주문 제작하여 실험에

(Table 2) PU foams for this experiment

Brassieres	Combination	Thickness of PU foams(mm)
S ₂₇	S(9mm)×3 layers	27
S ₁₈	S(9mm)×2 layers	18
M ₂₇	M(9mm)×3 layers	27
H ₁₈ S ₉	H(9mm)×2 layers+S(9mm)×1 layers	27
H ₁₈ S ₅	H(9mm)×2 layers+S(5mm)×1layers	23

이용하였으며, 예비실험에서 이용되었던 5mm 두께의 S를 조합에 활용하였다. 실험조합은 소재 종류에 따른 차이와 두께에 따른 차이를 살펴 볼 수 있도록 5개로 구성하였다. 예비실험에서 H보다는 S가 본딩되었을 경우 평가결과가 다소 좋은 경향이 있었으므로 H만의 조합은 제외하고 H와 S가 함께 사용된 소재를 포함시켰다. 즉, 소재에 따른 비교를 위해서는 9mm 두께의 종류별 폼을 3겹씩 본딩하여 조합한 S₂₇, M₂₇, H₁₈S₉를 비교하였다. 그리고 두께에 대한 비교로는 S 9mm를 3겹과 2겹으로 본딩하여 조합한 S₂₇와 S₁₈를 비교하였고, 9mm 두께의 H 2겹과 S 1겹을 본딩한 H₁₈S₉와 9mm 두께의 H 2겹과 5mm 두께의 S 1겹을 본딩한 H₁₈S₅의 차이를 비교하였다. 이러한 두께 조합은 선행연구(Lee, 2015)에서 가장 선호된 빈약 유방 여성들이 가장 선호했던 시판 몰드 브라지어의 몰드 컵을 분해하여 가장 두꺼운 부분의 폼 두께를 측정했을 때 26mm이었던 점을 참고하여, 가지고 있는 폼들로 구성할 수 있는 가장 유사한 범위의 두께들로 조합한 것이었다.

2) 본 실험용 브라지어 제작

위의 폼들을 이용하여 예비실험에서와 동일한 방법으로 5종의 몰드 컵을 제작하였다. 단, 예비 실험에서는 PU 폼들만 열성형기에 넣어 몰드 컵을 제작한 후 브라지어 봉제시 안쪽은 면 니트로, 겉쪽은 PET 트리코트로 감싸 봉제한 반면, 본실험용 몰드 컵 제작시에는 PU폼의 안쪽과 겉쪽 모두에 PET 트리코트 소재를 대고 열성형하여 컵에 완전히 본딩 시킴으로써 몰드 컵에 봉제선이 없는 매끄러운 형태로 제작하였다. 따라서 실험 브라지어의 제작 형태는 몰드 컵의 안팎으로 봉제선이 없다는 것을 제외하면 [Figure 3]의 것과 동일하였다.

3) 주관적 착용평가

주관적 착용평가도 예비실험과 동일한 방법으로 수행되었다. 단, 피험자로는 3명을 늘려 모두 10명이 참여하였고 이들의 평균 가슴둘레는 78.1cm(S.D.=4.0cm), 밑가슴 둘레는 70.4cm(S.D.=3.3cm)로 빈약형 유방에 속하는 20대 여성들이었다. 또한 평가에 사용한 설문지에 컵의 밀착성, 접촉느낌, 볼륨 적합성, 실루엣, 편안함 등의 11개 문항이외에 브라지어에 대한 전반적인 만족도를 묻는 문항을 하나 더 추가하였다.

4) PU 폼의 물성평가

밀도, 인장, 압축 및 반발, 열전달 특성에 대해 <Table 3>의 항목에 대해 실험용 폼들의 물성을 측정 비교하였다.

겉보기 밀도(density, kg/m³)는 JIS K 6401에 준하여 측정하였으며 20cm × 20cm의 크기로 폼을 재단하여 단위면적에 대한 무게를 측정하였다. 인장강도(tensile strength, kgf/cm², JIS K 6301)는 폼을 12cm × 5cm의 아령형 시편으로 재단하여, 단위면적에 대한 절단하중을 측정하였다. 인장강도는 Eq. 1에 의해 계산하였다. 그리고 인장신도(elongation, %, JIS K 6301)는 Eq. 2와 같이 시편이 절단될 때까지 늘어난 길이의 원길이에 대한 백분율을 구한 것이다. 또한 인열강도(tearing strength, kgf/cm, JIS K 6301)는 시편이 찢어질 때 견디는 강도를 의미하며, 시험 속도는 500mm/min로 하였고, Eq. 3에 의해 계산하였다. 인장특성은 각각 3회씩 측정하여 평균값을 이

용하였다.

$$T = \frac{F}{t \cdot w} \dots\dots\dots \text{Eq. 1}$$

T: Tensile strength(kgf/cm²)
F: maximum load by cutting of the specimen(kgf)
t: thickness of specimen(cm)
w: width of specimen(cm)

$$E = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \dots\dots\dots \text{Eq. 2}$$

E: Elongation(%)
*L*₀: original length of the specimen(cm)
*L*₁: extended length of the specimen(cm)

$$T = \frac{P}{t} \dots\dots\dots \text{Eq. 3}$$

T: tearing strength(kgf/cm)
P: maximum load when the specimen is torn(kgf)
t: thickness of specimen(cm)

한편, 압축경도(indentation force deflection, kgf, JIS K 6400-2 B법)는 일정 비율로 시편을 압축시킬 때 드는 힘을 나타낸 것으로, 100±20mm/min 속도의 가압 판으로 시험편 두께를 25%가 되도록 가압하여 압축시킨 30 초 후, 65% 압축시킨 30초 후에 힘을 각각 연속적으로 측정

<Table 3> Measured mechanical properties for the experimental foams

Measured mechanical properties	Applied standards
Density(kg/m ³)	JIS K 6401
Tensile properties	
Tensile strength(kgf/cm ²)	JIS K 6301
Elongation(%)	JIS K 6301
Tearing strength(kgf/cm)	JIS K 6301
Compressive properties	
Indentation force deflection (kgf)	
- 25% compression	
- 65% compression	JIS K 6400-2 B
Coefficient of compressed ridges	
Resilient property	
Resilience by ball bounce(%)	JIS K 6400-3

하였다. 그리고 Eq. 4와 같이 시편을 25% 압축시켰을 때 드는 힘에 대한 65% 압축시켰을 때 드는 힘을 비율로 나타내어 압축굴곡계수(Coefficient of compressed ridges)를 계산하였다. 그리고 반발탄성(Resilience by ball bounce, %, JIS K 6400-3)은 16mm 직경의 쇠구슬을 500mm 위에서 시료 위로 낙하시킨 후 되튀어 오르는 높이를 측정하여 Eq. 5와 같이 계산하였다. 이때 시편의 크기는 100mm × 100mm이었다.

$$S_f = \frac{S_{65}}{S_{25}} \dots\dots\dots \text{Eq. 4}$$

S_f : Coefficient of compressed ridges

S_{65} : Load at 65% compressed(kgf)

S_{25} : Load at 25% compressed(kgf)

$$R = \frac{h}{h_{\max}} \dots\dots\dots \text{Eq. 5}$$

R : Resilience by ball bounce(%)

h : rebound height of the steel ball(mm)

h_{\max} : falling distance of the steel ball(500mm)

III. 연구결과

1. 예비실험 결과

예비실험용 브래지어들에 대한 주관적 착용 평가 결과

는 아래 <Table 4>와 같았다. Friedman 검정 결과 95% 신뢰수준에서 컵의 두께와 접촉느낌에 대한 두 항목에서 브래지어 간 유의한 차이가 인정되었다. 비모수 검정 특성상 브래지어간 사후분석은 어렵지만 20mm 폼으로 제작한 H₂₀과 25mm 폼으로 제작된 H₂₀S₅의 두께에 대한 평균값은 4.7과 4.6으로 매우 유사한데 반해 M₁₈의 두께에 대한 평가는 3.6으로 두 브래지어에 비해 낮았다. 그리고 컵의 접촉느낌은 H₂₀S₅가 다른 두 브래지어보다 높은 평균값을 보였고, H₂₀이 가장 낮은 평균값을 나타내 S소재가 적용되었을 경우 접촉감이 향상됨을 알 수 있었다.

그 밖에 통계적으로 유의한 차이는 인정되지 않았지만 브래지어들 간에 0.9점 이상의 평균 차이를 보인 항목들을 위주로 살펴보면, 브래지어 H₂₀이 다른 브래지어들에 비해 뻣뻣하고 착용실루엣은 더 자연스럽다는 평가를 받았고, H 소재와 S 소재를 조합하여 제작한 H₂₀S₅ 브래지어가 소재의 탄성(4.9)이나 가벼움(3.1), 착용감(5.0) 등의 항목에서 세 브래지어 중 가장 높은 값을 보였다.

예비실험의 경우 소재들의 물성뿐 아니라 두께도 정밀하게 통제하기 어려웠으므로, 본실험에서는 위 결과의 전반적인 경향을 토대로 실험조합을 결정하였다. M₁₈은 두께가 얇은 폼으로 제작되어 착용감 평가가 제대로 이루어지지 못했을 가능성도 있어, 폼을 한 겹 더 추가하여 본실험에 포함시켰다. H₂₀은 실루엣을 형성하는 데는 무난할 것으로 예상되나 소재가 뻣뻣하여 편안한 느낌은 적었던 것으로 판단되어 H 소재만을 조합한 구성은 본실험에서는 제외시키기로 하였다. 이에 비해 H 소재 안쪽에 부드러운 S 소재를 삽입하여 제작한 H₂₀S₅는 다른 브래지어에

<Table 4> Results of the subjective wearing evaluation for the preparatory experiment

(n=7)

Measurements	Brassieres		H ₂₀		M ₁₈		H ₂₀ S ₅		Sig.* (α=.05)
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Thickness of cup	4.7	1.4	3.6	1.5	4.6	1.4	4.6	1.4	.024
Keep position of brassiere cup during movement	4.3	1.8	4.4	1.1	5.1	1.1	5.1	1.1	.119
Hardness and Stiffness of cup	4.7	1.4	3.1	1.3	3.6	1.3	3.6	1.3	.075
Elasticity of cup materials	4.0	0.8	4.3	1.0	4.9	0.9	4.9	0.9	.076
Lightness of cup weight	3.4	1.0	4.1	1.8	3.1	1.1	3.1	1.1	.321
Good contact sensation of cup	3.3	1.3	4.4	1.5	4.7	0.8	4.7	0.8	.013
Scantiness of cup volume	3.7	1.3	4.0	1.7	3.4	1.9	3.4	1.9	.522
Suitability of cup volume	3.9	1.3	3.3	0.8	4.1	0.9	4.1	0.9	.186
Naturalness of wearing silhouette	4.9	1.1	4.0	1.6	4.7	1.3	4.7	1.3	.113
Satisfaction for wearing silhouette	4.0	1.2	4.0	1.6	4.7	1.4	4.7	1.4	.309
Comfortable wearing sensation	4.1	1.3	4.4	1.4	5.0	0.6	5.0	0.6	.186

*: Results of Friedman test

비해 두꺼웠는데 볼륨의 적절함에 대한 평균값도 다소 높게 나타나 모든 폼들의 두께를 전반적으로 높이는 방향으로 접근하기로 하였다. 또한 H₂₀S₅는 접촉느낌이나 실루엣, 착용감에 대한 평가항목들도 모두 H₂₀에 비해 평균적으로 향상되었으므로 다음 실험에도 포함시키기로 하였다. 그리고 H₂₀S₅ 브라지어가 좋은 평가를 받았던 것은 S 소재에 기인한 것이라 판단되므로, S 소재를 본실험에 대폭 활용하기로 하였다. 아울러 적절한 브라지어 두께에 대한 탐색이 필요하다 판단하여, 본실험에서는 소재 종류뿐 아니라 두께 변화도 살펴볼 수 있는 실험 조합을 구성하였다.

2. 본실험 결과

1) 주관적 착용 평가

PU 폼의 소재종류에 따른 주관적 착용평가 결과는 <Table 5>와 같았다. Friedman test 결과(α=.05), 동작에 대한 컵의 밀착성, 컵의 딱딱함과 뻣뻣함, 컵 소재의 탄성, 경량성, 접촉느낌, 편안한 착용감, 브라지어에 대한 전반적 만족도에서 유의한 차이가 인정되었다. 컵의 딱딱함과 뻣뻣함에서는 딱딱한 H 소재가 포함된 브라지어 H₁₈S₉가 가장 단단하고 뻣뻣한 것(5.3)으로 나타났으며, 그 밖에 동작에 대한 컵의 밀착성, 컵 소재의 탄성, 경량성, 접촉느낌, 편안한 착용감, 브라지어에 대한 전반적 만족도 항목 모두에서 S₂₇이 가장 높은 평가를 받았다. 따라서 동일한 두께의 폼을 가공하였을 경우 빈약 유방 여성들은 실험소

재 조합들 중 부드러운 S₂₇폼을 가장 선호한 것으로 나타났다.

동일한 소재에서 두께를 달리한 경우의 비교 결과는 <Table 6>에 요약하였다. S₂₇과 S₁₈을 비교하여 Wilcoxon 부호순위 검정을 실시한 결과, S₂₇이 S₁₈보다 두께감이 있고(4.9), 단단하고 뻣뻣하며(2.8), 더 무겁고(4.9), 컵 볼륨이 더 적절하다(4.7)는 평가를 받았고 통계적으로도 유의했다(α=.05). 실루엣의 자연스러움(5.0)이나 외관 만족도(4.9), 전반적인 브라지어에 대한 만족도(5.3)는 통계적으로 유의하지는 않았지만 S₂₇의 평균값이 다소 높게 나타났다. 따라서 빈약 유방 여성들은 S 소재에 있어서는 18mm 두께의 폼으로 제작한 브라지어 보다는 27mm 두께의 폼으로 제작한 브라지어를 더 선호하는 경향이 있음을 알 수 있었다. 한편 27mm 두께의 H₁₈S₉와 23mm 두께의 H₁₈S₅의 비교에서는 두 항목에서 두 브라지어 간 유의한 차이가 있었는데, 23mm 두께의 H₁₈S₅가 H₁₈S₉ 보다 운동 시 컵의 밀착성(4.7)과 외관 만족도(4.5)가 더 높은 것으로 나타났다. 따라서 단단한 H폼과 부드러운 S폼의 조합에서는 27mm 두께의 H₁₈S₉ 폼보다는 23mm 두께의 H₁₈S₅ 폼으로 가공한 몰드 브라지어를 더 선호한 것으로 나타났다. 따라서 부드러운 S 소재에서는 27mm 폼으로 제작한 브라지어가, 그리고 딱딱한 H와 부드러운 S 소재를 조합한 것 중에서는 23mm의 폼으로 제작한 브라지어가 적절한 것으로 파악되었다. 즉, PU 폼의 소재 특성에 따라 선호되는 두께는 다소 달라질 수 있으며, 본 연구에서는 빈약 유방 여성용 몰드 브라지어의 컵의 두께로 약

<Table 5> Comparisons of the subjective wearing evaluation according to the foam types

(n=10)

Measurements	Brassieres S ₂₇		M ₂₇		H ₁₈ S ₉		Sig. (α=.05)*
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Thickness of mold cup	4.9	0.7	3.8	1.5	4.3	0.8	.237
Keep position of cups during movement	5.3	0.9	5.0	1.1	4.3	0.8	.020
Hardness and stiffness of cup	2.8	1.1	2.1	1.0	5.3	1.3	.000
Elasticity of the cup material	5.0	0.8	4.6	1.3	3.3	0.8	.005
Lightness of cup weight	4.9	1.1	3.7	0.5	3.9	1.0	.050
Good contact sensation of cup	5.5	0.8	4.9	1.0	3.7	1.1	.006
Scantiness of cup volume	3.9	1.7	2.8	1.5	3.5	1.4	.272
Suitability of cup volume	4.7	1.3	3.9	1.4	4.4	1.2	.690
Naturalness of wearing silhouette	5.0	0.9	4.3	1.3	4.5	1.4	.441
Satisfaction for wearing silhouette	4.9	1.5	4.7	1.3	4.1	1.6	.469
Comfortable wearing sensation	5.4	0.8	4.7	1.2	4.0	1.1	.005
Overall satisfaction for brassieres	5.3	1.1	4.4	1.6	3.7	1.1	.023

*: Results of Friedman test

〈Table 6〉 Comparisons of the subjective wearing evaluation according to the foam thickness

(n=10)

Measurements	S ₂₇ (27mm)		S ₁₈ (18mm)		Sig.* (α=.05, two -tailed)	H ₁₈ S ₉ (27mm)		H ₁₈ S ₅ (23mm)		Sig.* (α=.05, two -tailed)
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Thickness of mold cup	4.9	0.7	4.1	1.3	.033	4.3	0.8	4.5	1.1	.414
Keep position of cups during movement	5.3	0.9	4.7	1.3	.084	4.3	0.8	4.7	1.1	.046
Hardness and stiffness of cup	2.8	1.1	1.6	0.7	.016	5.3	1.3	5.2	0.9	.655
Elasticity of the cup material	5.0	0.8	4.5	1.1	.096	3.3	0.8	3.2	1.0	.655
Lightness of cup weight	4.9	1.1	5.4	1.1	.025	3.9	1.0	3.8	1.0	.564
Good contact sensation of cup	5.5	0.8	5.2	1.1	.429	3.7	1.1	3.9	1.3	.317
Scantiness of cup volume	3.9	1.7	4.2	1.4	.180	3.5	1.4	3.4	1.1	.705
Suitability of cup volume	4.7	1.3	4.0	1.5	.008	4.4	1.2	4.6	1.2	.157
Naturalness of wearing silhouette	5.0	0.9	4.9	1.1	.739	4.5	1.4	4.8	1.1	.083
Satisfaction for wearing silhouette	4.9	1.5	4.1	1.4	.054	4.1	1.6	4.5	1.5	.046
Comfortable wearing sensation	5.4	0.8	5.6	1.2	.527	4.0	1.1	4.3	1.3	.083
Overall satisfaction for brassieres	5.3	1.1	4.7	1.1	.084	3.7	1.1	4.1	1.0	.102

*: Results of Wilcoxon's signed rank test

23-27mm 폼을 활용하여 제작하는 것이 가장 적절할 것으로 파악되었다.

이상의 결과들을 살펴보았을 때, 폼 소재들 중에서는 S 소재가 가장 선호되었으며, 폼의 두께로는 S 소재에서는 27mm 폼으로 제작된 브라지어(S₂₇)가, H와 S가 조합된

소재에서는 23mm 폼으로 제작된 브라지어(H₁₈S₅)가 가장 선호되었다. 즉, 폼 소재의 물성 특성에 따라 선호되는 두께는 다소 달랐다.

따라서 S₂₇와 H₁₈S₅에 대한 Wilcoxon 부호순위 검정을 추가로 실시하였다. 그 결과 <Table 7>과 같이 브라지어

〈Table 7〉 Comparisons of the subjective wearing evaluation between S27 vs. H18S5

(n=10)

Measurements	Brassieres		S ₂₇ (27mm)		H ₁₈ S ₅ (23mm)		Sig.* (α=.05, two-tailed)
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Thickness of mold cup	4.9	0.7	4.5	1.1			.260
Keep position of cups during movement	5.3	0.9	4.7	1.1			.107
Hardness and stiffness of cup	2.8	1.1	5.2	0.9			.005
Elasticity of the cup material	5.0	0.8	3.2	1.0			.007
Lightness of cup weight	4.9	1.1	3.8	1.0			.064
Good contact sensation of cup	5.5	0.8	3.9	1.3			.014
Scantiness of cup volume	3.9	1.7	3.4	1.1			.388
Suitability of cup volume	4.7	1.3	4.6	1.2			.792
Naturalness of wearing silhouette	5.0	0.9	4.8	1.1			.480
Satisfaction for wearing silhouette	4.9	1.5	4.5	1.5			.516
Comfortable wearing sensation	5.4	0.8	4.3	1.3			.018
Overall satisfaction for brassieres	5.3	1.1	4.1	1.0			.010

*: Results of Wilcoxon's signed rank test

S₂₇이 H₁₈S₅ 보다 컵 소재도 딱딱하거나 뻣뻣하지 않고, 소재 탄성이나 접촉느낌이 더 좋았으며, 착용감이나 브라지어에 대한 전반적 만족도도 유의하게 높은 것으로 평가되었다. 즉, 본 연구에 사용된 폼들 중에서는 27mm 두께의 S 소재로 제작한 S₂₇ 브라지어가 빈약 유방 여성들에게 가장 적합한 것으로 평가되었다.

2) 물성측정 결과

평면상태의 몰드 폼에 대한 물성 측정 결과는 <Table 8>과 같았다. 겉보기 밀도는 폼 M₂₇이 45.9 kg/m²로 가장 높았고, S₂₇과 S₁₈의 밀도가 각각 28.2kg/m²와 27.2kg/m²로 가장 낮았다. 인장강도 및 인열강도, 그리고 25%와 65% 압축시의 압축탄성 모두 H 소재가 포함된 H₁₈S₉와 H₁₈S₅가 다른 폼들보다 높은 경향이 있었다. 신도는 M₂₇(208.5%)이 가장 높았고 H₁₈S₉(134.0%)가 가장 낮게 나타났다. 반발탄성은 S₂₇(43.0%)이 가장 높게 나타났고, M₂₇(8.0%)이 가장 낮은 값을 보였다. 따라서 S소재는 밀도가 높고 반발탄성이 크며, 인장강도 및 인열강도는 낮은 특성을 보였고, M소재는 밀도가 높고 신도는 높으나 압축특성과 반발탄성이 낮았다. 그리고 HS 소재는 H의 특성으로 인해 인장강도와 인열강도, 그리고 압축탄성이 다른 소재들에 비해 높은 경향이 있었다.

위의 5개 폼들에 대한 물성 측정치의 평균값과 주관적 착용 평가의 평균값을 이용하여 피어슨 상관관계를 분석

한 결과는 Table 9에 제시하였다. 폼의 밀도와 폼의 반발탄성(r=-.965), 컵 볼륨의 빈약함(r=-.941) 간에는 통계적으로 유의한 부적 상관관이 있어, 폼의 밀도가 높을수록 폼의 반발탄성이 낮고, 볼륨이 빈약하지 않다고 느끼는 경향이 있었다. 인장강도가 높을수록 인열강도(r=.923)와 압축탄성(r=.925)이 높았으며, 주관적으로는 폼을 뻣뻣하고 단단하다고 평가했고(r=.887), 접촉 느낌(r=-.938)이나 착용감(-.938)에 대한 평가가 낮았다. 따라서 인장강도가 낮은 소재가 좋은 착용감을 제공하기에 유리함을 알 수 있었다. 인열강도도 압축탄성과 .955와 .923의 높은 정적 상관관계를 나타내었고, 컵 소재의 탄성(r=-.959)이나 접촉느낌(r=-.895)과는 부적 상관관을 나타내어 인열강도가 낮은 소재가 착용감 측면에서는 유리할 것으로 예상된다. 25% 압축시의 압축탄성은 주관적 착용감 항목들과는 통계적으로 유의한 상관관을 나타내지 않았으나, 65% 압축시의 압축탄성은 소재의 뻣뻣함과 단단함(r=.981)과는 정적 상관관계를, 소재의 탄성(r=-.958)과 접촉 느낌(r=-.944)과는 부적 상관관을 나타냈다. 따라서 인장강도나 인열강도와 함께 압축 탄성이 낮은 소재가 몰드 컵의 탄성이나 접촉느낌이 좋음을 알 수 있었다. 그 밖에 압축굴곡계수나 반발탄성은 주관적 착용 평가 항목과 유의한 상관관을 나타내지 않았다. 한편, 주관적 평가에서 브라지어에 대한 전반적인 만족도 항목은 특정 물성치와 유의한 상관관을 보이지 않았지만 인장강도가 (r=-.863)으로 가장 높은 상관관을 나타냈

<Table 8> Mechanical properties for the experimental foams

Measured mechanical properties		S ₂₇	M ₂₇	H ₁₈ S ₉	S ₁₈	H ₁₈ S ₅
Density(kg/m ²)	Mean	28.2	45.9	31.9	27.2	32.5
	S.D.	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3
Tensile properties						
Tensile strength(kgf/cm ²)	Mean	0.9	1.2	1.5	0.9	1.7
	S.D.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Elongation(%)	Mean	197.0	208.5	134.0	185.0	143.0
	S.D.	6.0	6.7	5.2	2.5	4.8
Tearing strength(kgf/cm)	Mean	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6
	S.D.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Compressive properties						
Indentation force deflection (kgf, 25% compression)	Mean	6.3	5.5	9.4	6.0	14.8
	Mean	12.0	11.1	24.8	10.8	25.4
Coefficient of compressed ridges	Mean	1.9	2.0	2.6	1.8	1.7
	S.D.	1.0	0.0	2.0	2.0	1.8
Resilient property						
Resilience by ball bounce(%)	Mean	43.0	8.0	35.0	36.0	34.6
	S.D.	1.0	0.0	2.0	2.0	1.8

으며, 주관적 평가 항목들 중에서는 브래지어가 운동시 걸들지 않는 특성($r=.881$)과, 컵 소재의 탄성($r=.886$), 접촉 느낌($r=.940$), 착용 쾌적감($r=.891$)과 통계적으로 유의한 정적 상관을 보였다. 따라서 착용감이 좋은 빈약 유방 여성용 몰드 브래지어를 제작하기 위해서는 인장강도, 인

열강도, 65% 압축시의 압축탄성이 낮은 소재를 선택하는 것이 바람직함을 알 수 있었다.

이상과 같이 PU 폼의 소재 종류와 두께를 다르게 조합하여 물성을 측정하고, 이 폼들을 이용하여 몰드 브래지어를 제작한 후 주관적 착용평가를 실시한 결과, 빈약 유

<Table 9> Results of Pearson's correlation analysis

	Density	Tensile strength	Elongation	Tearing strength	Indentation force deflection (25%)	Indentation force deflection (65%)	Coefficient of compressed ridges	Resilience by ball bounce	Thickness of mold cup	Keep position of cups during movement
Tensile strength	.239									
Elongation	.394	-.810								
Tearing strength	-.071	.923*	-.878*							
Indentation force deflection(25%)	-.153	.854	-.800	.955*						
Indentation force deflection(65%)	-.128	.925*	-.955*	.923*	.883*					
Coefficient of compressed ridges	.116	.308	-.421	.075	-.097	.380				
Resilience by ball bounce	-.965**	-.108	-.410	.146	.270	.261	-.053			
Thickness of mold cup	-.667	-.053	-.214	.065	.302	.230	-.139	.823		
Keep position of cups during movement	.122	-.632	.814	-.664	-.435	.688	-.574	-.072	.322	
Hardness and stiffness of cup	-.125	.887*	-.910*	.845	.840	.981**	.429	.296	.349	-.579
Elasticity of the cup material	.047	-.988*	.944*	-.959*	-.855	-.958*	-.346	-.117	.021	.818
Lightness of cup weight	-.713	-.812	.363	-.542	-.485	-.586	-.382	.560	.265	.280
Good contact sensation of cup	-.108	-.959*	.901*	-.895*	-.771	-.944*	-.495	.017	.095	.811
Scantiness of cup volume	-.941*	-.508	-.057	-.194	-.137	-.186	-.214	.895	.480	.000
Suitability of cup volume	-.526	.274	-.447	.342	.552	.513	-.016	.726	.944*	.131
Naturalness of wearing silhouette	-.868	-.403	.005	-.084	.108	-.125	-.543	.850	.744	.321
Satisfaction for wearing silhouette	.322	-.254	.581	-.392	-.154	-.366	-.394	-.173	.377	.896*
Comfortable wearing sensation	-.371	-.938*	.729	-.746	-.642	-.663	-.582	.229	.131	.630
Overall satisfaction for brassieres	-.283	-.863	.763	.759	-.554	-.778	-.575	.256	.413	.881*
	Hardness and stiffness of cup	Elasticity of the cup material	Lightness of cup weight	Good contact sensation of cup	Scantiness of cup volume	Suitability of cup volume	Naturalness of wearing silhouette	Satisfaction for wearing silhouette	Comfortable wearing sensation	
Elasticity of the cup material	-.887*									
Lightness of cup weight	-.605	.580								
Good contact sensation of cup	-.895*	.976**	.706							
Scantiness of cup volume	-.208	.215	.904*	.369						
Suitability of cup volume	.624	-.268	-.040	-.214	.256					
Naturalness of wearing silhouette	-.108	.231	.752	.408	.854	.553				
Satisfaction for wearing silhouette	-.217	.534	-.139	.479	-.326	.322	.096			
Comfortable wearing sensation	-.852	.844	.888*	.936*	.627	-.193	.610	.223		
Overall satisfaction for brassieres	-.698	.886*	.697	.940*	.456	.123	.622	.608	.891*	

*: Significant at .01 level, **: Significant at .05 level

방 여성들은 인장강도와 인열강도, 그리고 65% 압축시의 압축탄성이 낮은 부드러운 PU 폼 소재를 선호했으며, 소재에 따라 선호하는 몰드 폼의 두께는 다소 달라졌는데 약 23-27mm의 두께로 제작한 몰드 브라지어들이 가장 선호되었다. 즉, 부드러운 S 소재의 경우 27mm, 단단한 H와 부드러운 S소재가 조합한 경우에는 23mm의 폼으로 제작한 몰드 브라지어가 가장 적절한 것으로 평가되었다. 그러나 본 연구에서 소재와 두께 측면 모두를 고려하였을 때 빈약 유방 여성들에게 가장 적합한 것으로 평가된 브라지어는 27mm 두께의 S소재를 이용하여 제작한 것이었다.

IV. 결론

본 연구에서는 빈약 유방 여성용 몰드 브라지어 컷의 소재로 적합한 PU폼의 종류와 두께 조건을 찾아내고자 PU폼들의 물리적 특성과 이에 따른 주관적 착용감의 변화를 파악하고자 하였다. 즉, 다양한 종류의 PU폼 소재들(S, M, HS, H)을 접합하여 두께(18, 20, 23, 27mm)로 제작한 후 실험브라지어를 제작하였다. 그리고 빈약 유방 여성들을 대상으로 실험브라지어들에 대한 주관적 착용평가를 실시하고, PU폼에 대한 물성 값들과의 상관관계를 분석하였다. 이를 통해 다음의 결론을 도출 할 수 있었다.

첫째, 27mm 두께의 가장 부드러운 S폼과 중간 수준으로 메모리 폼인 M, 단단한 H와 부드러운 S를 함께 접합한 HS의 세 소재들에 대한 주관적 착용평가에서 S에 대한 착용쾌적감과 만족도가 가장 높게 나타났다.

둘째, 소재에 따라 선호되는 브라지어의 몰드 폼 두께는 다소 달랐지만, 본 연구에서는 23-27mm의 폼으로 제작된 브라지어들이 가장 선호되었고, 그 중에서도 27mm 두께의 S 소재로 제작한 브라지어가 가장 좋은 평가를 받았다. 즉, S폼으로 각각 18mm와 27mm 두께로 제작한 브라지어들을 비교했을 때 27mm 폼의 브라지어 볼륨이 더 적절한 것으로 평가되었으며, 외관이나 브라지어 전반에 대한 만족도도 평균적으로 높은 경향이 있었다. 단단한 H 폼과 S폼을 23mm와 27mm로 조합하여 제작한 H₁₈S₉와 H₁₈S₅ 브라지어의 비교에서는 23mm의 폼으로 제작한 H₁₈S₅ 브라지어가 운동 시의 밀착성이나 착용 시의 외관 만족도가 더 높아 두께 면에서 보다 적절한 것으로 나타났다.

셋째, PU 폼들에 대한 물성을 측정하고 그 평균값을 주

관적 평가결과와 상관관계를 분석한 결과, 인장강도와 인열강도, 그리고 65% 압축시의 압축탄성이 낮은 소재들의 주관적 착용감이 우수한 경향이 파악되었다.

이상과 같이 빈약 유방 여성들의 몰드 브라지어 개발에는 밀도가 낮아 부드러우며, 인장강도 및 인열강도, 그리고 압축탄성이 낮은 소재를 선정하여, 소재에 따라 다소 다를 수 있지만 23-27mm 정도의 두께로 재단하여 적용하는 것이 바람직하였다.

한편, 본 연구에서 다룰 수 있는 소재의 종류는 제한적이었으므로, 보다 다양한 소재들을 대상으로 여러 가공 조건들까지 달리하였을 때 폼들의 물성변화를 보다 면밀히 파악하고 동시에 착용감과 변화를 파악하여 광대한 데이터베이스를 구축한다면, PU 폼이 가공되어 적용되는 의류 제품의 착용감과 품질 개선에 매우 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

주제어: 몰드 브라지어, 빈약 유방 여성, 물리적 특성, 두께, 폴리에탄 폼, 주관적 착용 평가

REFERENCE

- Choi, E. J. & Shon, H. S. (2001). A study on the poor breast shapes for 20's women. *The Research Journal of the Costume Culture*, 9(2), 11-18.
- Cho, S. H. & Kim, M. S. (2008). Brassiere pattern development based in 3D measurements of upper Body types for women in Their 40's. *The Research Journal of the Costume Culture*, 16(3), 502-517.
- Cho, S. H. & Kim, M. S. (2008). Brassiere pattern development based in 3D measurements of upper body; Focused on women in their 30's. *The Research Journal of the Costume Culture*, 16(3), 488-501.
- Lee, H. Y. (2007). Evaluation of commercial mould brassieres for women with poor breasts. *Korean Journal of Human Ecology*, 16(6), 1211-1221.
- Lee, H. Y. (2015). Selection of an optimal commercial brassiere for the small-breasted women and the evaluation and 3D analysis of the wearing

- appearance. *Korean Journal of Human Ecology*, 24(6), 847-857.
- Lee, H. Y. (2015). Shape design method of mold brassiere cup for small-breasted women in their twenties; Focused on the upper edges length and the Volume Distribution of Mold Cup. *Fashion & Textile Research Journal*, 17(6), 988-995.
- Pan, H. Y., Choi, J. M., Kweon, S. A. & Sohn, B. H. (2009). A Study on the Wearing and Preferences of Brassiere for Female College Students. *Korean Journal of Human Ecology*, 18(5), 1093-1101.
- Sohn, B. H. & Kweon, S. A. (2012). A Survey on wearing of brassieres according to body and breast type of college women. *The Korean Society of Clothing and Textiles*, 36(8), 791-801.
- Yick, K.-L., Wu, L., Yip, J., Ng, S.-P., & Yu, W.(2010). Study of thermal - mechanical properties of polyurethane foam and the three-dimensional shape of molded bra cups. *Journal of Materials Processing Technology*, 210(1), 116-121.

Received 21 March 2016;
1st Revised 23 May 2016;
Accepted 24 May 2016