

3차원 측정시스템을 이용한 유방부피 및 유저면적의 측정¹⁾

이현영 · 이옥경 · 홍경희

충남대학교 의류학과

Measurement of Breast Volume and the Area of Breast Base Using 3D Measurement System

Hyun Young Lee · Ok Kyung Lee · Kyung Hi Hong²⁾

Department of Clothing and Textiles, Chungnam National University

(2002. 10. 18 접수)

Abstract

Methodology was suggested to analyze breast volume, base area of breast bulk, and surface area of breast using the 3D measurement system. Thirty-seven middle-aged (30s~40s) women wearing 80A brassiere were participated in this study. Image of the upper body was captured by Phase-shifting moiré. The posture of the subject was adjusted to get the full image of the right breast. Rapidform 2001 was used for the analysis of the images. The mean breast volume was 547.0cm³ and mean base area of breast bulk was 235.1cm². It was also found that the volume($r=0.169$) and surface area of breast($r=0.242$) were loosely correlated with the circumference difference between top and under breast. Therefore, it is noted that current selection criterion of cup size based on the difference in the two kinds of breast circumference is inadequate. The result of this study is expected to contribute to the design of ergonomic brassiere as well as surgical operations in the medical field.

Keywords: 3D measurement, breast volume, surface area of breast, base area of breast bulk, contour of breast; 3차원측정, 유방부피, 유방표면적, 유저면적, 유방의 윤곽선

I. 서 론

브래지어의 치수는 밑가슴둘레와 컵 사이즈로 표시되고 있는데, 이중 컵 사이즈는 가슴둘레와 밑가슴둘레의 편차로 결정되고 있다. 이 편차는 유방의 부피를 간접적으로 반영해주는 파라미터로 이용되고 있으며, 브래지어 설계 및 소비자의 컵 사이즈 선정에도 이 값이 쓰이고 있다. 그러나 브래지어 컵의 맞음새에 대해서는 많은 여성들이 불평을 가지고 있어,

이 편차가 유방의 부피를 대신하여 사용되는 데에 따른 한계가 드러나고 있는 실정이다(김정화, 이선영 & 홍경희, 2000; 이경미, 최혜선, 2000). 더욱이, 유방유저의 형상특성에 대해서는 거의 측정되지 않았고, 와이어나 브래지어의 앞판 설계시에도 이 부위의 형태적 특성은 구체적으로 고려되지 않았다. 결과적으로 이것은 브래지어 와이어의 불편함에 대한 호소로 이어지고 있다(김정화, 이선영, & 홍경희, 2000).

그러나, 유방의 부피를 비롯한 유저형상에 대한 측정, 그 중에서도 유저면적은 브래지어의 보다 과학적인 컵 설계에 필수적임에도 불구하고 현재까지 측정상의 번거로움이나 어려움 때문에 실용화되지 않았다. 따라서 브래지어의 치수체계나 설계상에도 유방

¹⁾본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R04-2000-000-00087-0)지원으로 수행된 것의 일부임.

²⁾Corresponding author.

E-mail: khhong@cnu.ac.kr

부피나 유지면적 등 3차원적 유방형태에 대한 정보는 충분히 반영되지 못했다.

유방의 부피측정을 위한 기존의 방법들을 살펴보면, 의류학 분야에서는 석고법을 통해 유방표면의 레플리카를 채취한 후, 레플리카 내부에 담을 수 있는 물의 부피로 유방의 부피를 추정하는 방법이 이용된 바가 있다(이경미, 최혜선, 2000; 이경화, 1997). 의학분야에서는 석고법 이외에도 스테레오카메라 위에 놓인 테이블 위에 피험자를 엎드린 자세로 눕히고 테이블에 뚫린 구멍에 유방을 위치시킨 후 중력으로 처져 구멍사이로 하수된 유방을 생체구적법(biostereometric method)으로 측정하는 방법이 제안되었다(Smith, et al., 1986). 그 밖에도 유방 X선 사진에 의한 계측, 유방반경 등을 이용한 이론적 계산방법 등이 있다(Smith, et al., 1986; Loughry, Sheffer & Price, 1987; Qiao, Zhou & Ling, 1997; Gross-man & Roudner, 1980).

그러나, 위의 방법들로부터 얻은 결과들을 서로 비교해가며 제품의 설계에 직접 반영하기는 어렵다. 왜냐하면, 상당수의 방법들이 정의하기가 모호한 유방의 윤곽을 내연점, 하연점, 외연점, 상연점과 같은 주요 계측점들만을 이용하여 비연속적으로 정의하거나 연속적이라 하더라도 주관적인 시각에 의존하여 결정하는 경우가 있어, 이러한 방법들에 의한 부피는 실측보다는 추정에 가깝기 때문이다. 이러한 유방윤곽의 설정방법은 브래지어의 앞판이나 와이어 설계에 필요한 유지형상이나 면적에 대한 정보를 제공해 주지 못한다. 일부의 방법들은 측정이 매우 번거롭거나 정밀도가 떨어진다. 그리고 무엇보다도, 유방의 3차원적 형태와 제품 설계상 필수적인 치수와 연결하여 정의되지 않아 설계변수가 달라질 경우 유방의 부피자료를 과학적으로 응용하기는 더욱 어려워진다.

그러나, 최근 3차원 계측시스템의 발전으로 이러한 유방계측상의 문제가 해결될 수 있는 방법이 대두되기 시작하였고 브래지어 제품의 입체적 평가도 정량적으로 실시할 수 있게 되었다. 이현영과 홍경희의 연구(2002)에서는 정의하기가 어려웠던 유방윤곽을 유방의 해부학적 형태를 근거로 하여 연속적이고 자연스러운 형태로 찾을 수 있는 방법을 제안했으며, 유방의 길이, 각도, 곡률, 표면적 등의 측정 항목들 대한 3차원 계측방법을 제안하였다. 또한, 3차원 계측방법을 제품에 적용한 예로는 시중 브래지어에 대한 평가(Lee, et al., 2002)와 하컵패턴의 작성방법(이옥경, 2002)에 대한 연구들을 들 수 있다. 이 중, 이옥경

(2002)의 연구에서는 여러 종류의 하컵패턴의 성능을 비교하기 위해서 브래지어를 착용한 상태에서의 유방 내의 부피분포를 측정하여 볼륨업을 비교하였는데, 부피측정시 흉곽에서 분리한 유방의 밑면을 채우는 과정에서 유저의 자연스러운 곡선을 따라서 채우지 않고 평면에 투영시켜(extrude) 유방밑면을 평면으로 채우는 방법을 이용하였다. 이것은 이옥경의 연구(2002)에서처럼 한 피험자 내에서 여러 패턴에 따른 상대적인 유방부피를 비교(볼륨업)하는데는 지장이 없으나 부피의 절대값은 실제보다 크게 나오는 경향이 있다. 따라서 유방부피에 대한 정확한 측정방법과 실측치에 대한 연구가 요구되고 있다. 브래지어의 컵 중에서도 하컵의 부피는 상컵에 비해 기능성이 더욱 요구되므로 유방하부 부피는 정밀한 측정이 필요한 부분이다. 또한 유지면적도 브래지어의 앞판이나 와이어 설계에 필수적이므로 이에 대한 연구도 필요하다.

이에 본 연구의 목적을 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 맞춤새가 우수한 브래지어의 개발을 위해 필요한 유방의 전체 부피 및 하부 부피, 유지면적, 표면적을 3차원 측정 시스템을 이용하여 측정할 수 있는 기본적 방법론을 제안하고자 한다. 둘째, 이 방법을 이용하여 80A 사이즈의 브래지어를 착용하는 중년 여성들(30대~50대)의 유방 전체 및 하부 부피, 유지면적, 표면적을 실측하고자 한다. 이를 통해 유방에 대한 인체측정이나 관련제품에 대한 착용성능 평가시 보다 재현성 있고, 신뢰성 있는 3차원 형상분석이 이루어질 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 피험자

30대에서 50대 사이의 중년 여성들로 80A(구80B) 사이즈의 브래지어를 착용할 수 있는 여성 36명이 실험에 참가하였다. 이들의 평균가슴둘레는 89.8cm (S.D. = 2.6), 평균밑가슴둘레는 79.1cm(S.D. = 2.1)이었다. 그리고 가슴둘레와 밑가슴둘레의 편차의 평균은 10.7cm (S.D. = 1.8)이었다.

2. 측정도구

유방의 3차원 영상을 얻기 위한 스캐너로는 위상천

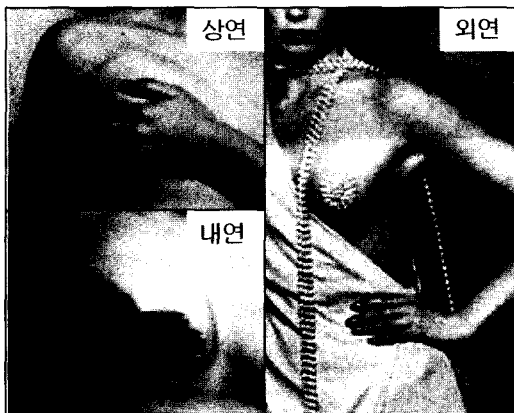
이 모아레(Intek Plus, Co. Ltd., Korea)가 이용되었고, 분석소프트웨어로는 RapidForm2001(INUS technology, Inc., Korea)이 이용되었다. 이 시스템을 이용하여 35.4cm×15.5cm×24.0cm 크기의 상자를 측정한 결과, 부피측정의 오차는 0.4% 이내로 나타나 매우 정밀함이 확인되었다.

3. 측정방법

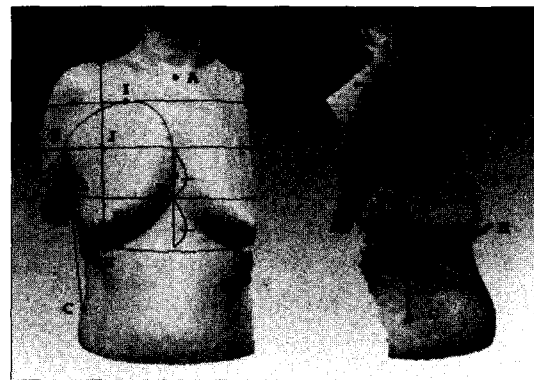
측정은 선행연구(이현영, 홍경희, 2002)에서 제안한 방법과 절차에 따라 수행하였다. 뚜렷한 경계가 없어 정의가 어려운 유방윤곽은 유방의 해부학적 형태특성을 근거로 정의하였다. 상연과 내연은 그림 1과 같이 유방을 밀어 올렸을 때 생기를 주름을, 외연

은 팔을 허리에 올리고 앞겨드랑이 부분에 힘을 주었을 때 단단해지면서 아치형태를 이루는 삼각근의 형상을 참고하여 연속적이면서도 자연스러운 곡선으로 정의하였다(이현영, 홍경희, 2002).

유방윤곽의 표시 후, 3차원 스캐너로 오른쪽 유방을 중심으로 촬영하였는데, 유방은 자연스럽게 늘어뜨린 상태로 촬영하였으며 처진 유방의 경우에는 유방을 테이프로 살짝 들어 올린 후의 모습을 더 촬영하여 두 영상을 합치하여 분석하였다. 얻어진 영상에 대해 삼각면화(triangulation), 셀 바로 세우기, 계측점 찍기, 계측항목 분석의 과정을 순차적으로 진행하였다. 계측점은 그림 2에 제시되었으며 계측항목으로는 유방부피, 표면적, 유저면적, 유두높이가 측정되었다.

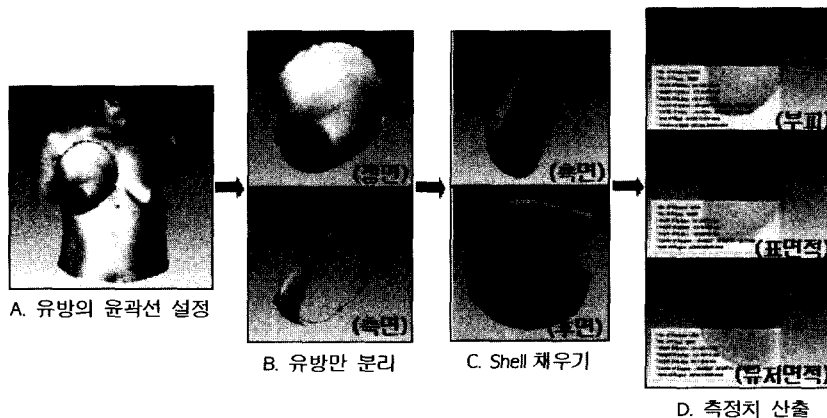


<그림 1> 유방 윤곽선의 결정방법



- A: 목앞점
- B: 앞겨드랑점
- C: 허리두께 이등분점
- D: 어깨선 이등분점
- E: 하연점
- F: 내연점
- G: 외연점
- H: 유두점
- I: 상연점
- J: 앞겨드랑수평선상의 상연점

<그림 2> 주요 계측점들의 위치



<그림 3> 분리된 유방의 형상과 유방부피, 표면적, 유저면적의 측정과정

4. 통계분석

80A 사이즈의 브라지어를 착용하는 여성들의 유방 부피, 표면적, 유저면적, 유두높이의 실측치에 대한 평균, 표준편차, 최소값 및 최대값을 산출하였으며, 컵 사이즈 결정에 사용되고 있는 가슴둘레와 밑가슴둘레의 편차값이 유방부피와 얼마나 밀접한 관련을 가지는지를 확인하기 위해 피어슨 상관계수를 구하였다. 통계패키지로는 SPSS 10.0을 이용하였다.

III. 연구결과

1. 유방부피, 표면적, 유저면적의 측정방법 개발

유방의 부피, 표면적, 유저면적의 측정방법은 그림 3과 같다. 유방의 윤곽(A)을 따라 유방을 분리하면 B와 같은 형상을 볼 수 있다. 특히 측면 그림을 살펴보면 흉곽상에 붙어있는 유방윤곽의 곡선특성까지 잘 나타나고 있음을 알 수 있다. 그 다음 단계에서는 분리된 유방의 뒷면을 C와 같이 유방윤곽의 곡선특성을 유지한 상태로 채우는데, 그 전에 smooth 필터를 이용하여 셀의 가장자리를 매끄럽게 만든 후 메우면 더 자연스러운 형태를 얻을 수 있다. 또한 이렇게 얻어진 셀은 기존의 연구에서는 접하기 어려웠던 유저의 형상도 관찰할 수 있어 브라지어의 앞판이나 와이

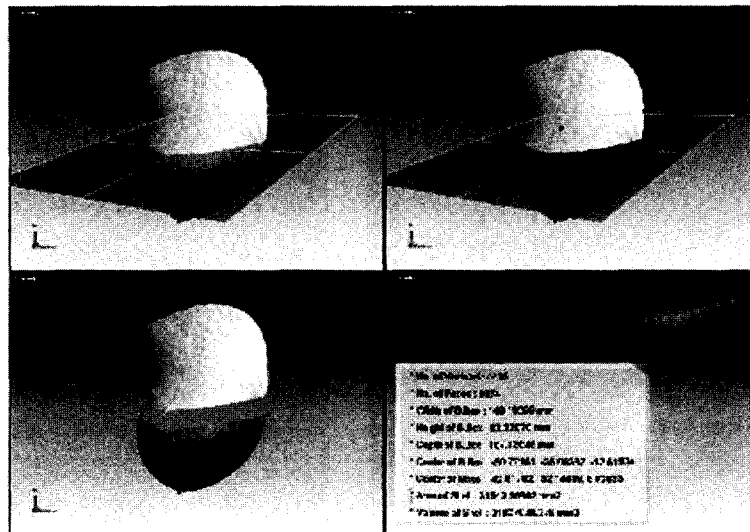
어 설계에도 유용하게 이용될 수 있다. 마지막으로 D와 같이 셀에 대한 정보를 출력함으로써 측정치들을 산출할 수 있는데, 셀의 전체, 정면부분, 뒷면부분을 따로따로 선택하면서 정보를 출력함으로써 유방 부피, 표면적, 유저면적을 구할 수 있다.

일반적으로 두 장으로 구성되는 브라지어의 컵은 그림 4와 같이 내연점, 유두점, 외연점을 잇는 선을 경계로 상컵과 하컵으로 나뉜다. 상컵에 비해 하컵은 유방의 지지해주고 모아주는 등의 기능적 성능이 많이 요구된다. 따라서 유방의 하부 부피 측정은 브라지어의 하컵의 기능적 설계 및 평가에 필요한 항목이다.

유방의 하부 부피는 그림 5와 같이 유방만을 떼어낸 영상을 이용하여 측정할 수 있다.



<그림 4> 브라지어 디자인과 유방의 하부 부피와의 관계



<그림 5> 유방 하부의 부피 측정 과정

<표 1> 중년여성의 유방부피, 표면적, 유저면적, 유두높이의 실측결과

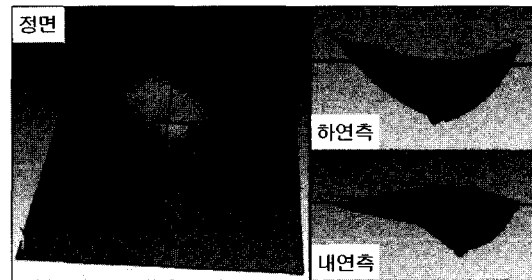
	평균	표준편차	최소	최대
유방부피(cm ³)	547.0	114.4	347.1	796.0
유방표면적(cm ²)	303.9	31.5	243.6	362.1
유저면적(cm ²)	235.1	21.3	196.9	289.5
유두높이(cm)	5.5	0.7	3.7	7.3

유방의 내연점, 유두점, 외연점을 지나는 평면을 만들고(A), 이 평면을 기준(B)으로 유방을 상부와 하부로 분리하면 그림 C와 같은 형상이 된다. 이 중에서 하부 부분을 D와 같이 떼워 부피를 구하면 유방의 하부 부피를 구할 수 있다. 이렇게 세 점을 기준으로 측정된 유방하부의 부피는 처진 가슴이나 이를 올린 가슴이나 같은 결과를 가져온다는 점에서 유용하다.

2. 유방부피, 표면적, 유저면적의 분석

본 연구에 이용된 측정방법은 처진 유방, 납작한 유방, 솟은 유방 등 다양한 형태의 유방에 대해 모두 적용이 가능하였다. 유방의 부피, 표면적, 유저면적, 유두높이에 대한 실측결과는 표 1과 같았다. 80A 사이즈의 브라지어를 착용하는 중년 여성들의 평균 유방 부피는 547.0cm³, 표면적은 303.9cm², 유저면적은 235.1cm², 유두높이는 5.5cm로 나타났다. 이경화의 연구(1997)에서는 70B 사이즈의 여성 7명에 대해 석고법에 의한 유방부피는 평균 212.9ml이었고, 표면적은 164.2cm²였다. Smith 등의 연구(1986)에서는 석고법에 의해 18~31세 여성 55명의 유방부피를 측정할 결과 오른쪽은 275.5cc, 왼쪽은 291.7cc인 것으로 나타났다. Loughry 등(1987)은 28세에서 78세 사이의 여성 248명을 대상으로 유방의 부피를 측정했는데, 유방을 테이블의 구멍으로 하수시켜 흉곽에서 분리시킨 후 스테레오카메라를 이용하여 유방의 부피를 측정하였다. 그 결과 유방의 평균 부피는 435.7ml로 나타났다. 그리고, 이옥경의 연구(2002)에서는 브라지어를 착용한 상태의 유방부피를 3차원 계측을 통해 측정하였는데, 부피측정시 흉곽에서 분리한 유방의 밀면을 채우는 과정에서 유저의 자연스러운 곡선을 따라서 채우지 않고, 평면에 투영시켜(extrude) 유방밀면을 평면으로 채우는 방법을 이용하였다. 그 결과 유방의 부피는 1085~1114cm³로 나타났다.

이상의 결과들을 살펴볼 때 본 연구에서 측정된 유

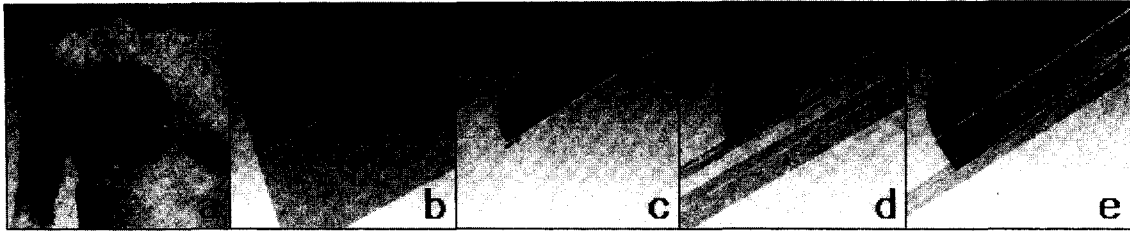


<그림 6> 석고법에 의한 부피측정시의 오차

방의 부피는 이옥경의 연구(2002)를 제외한 대부분의 연구들에서 측정된 값들에 비해 다소 큰 것으로 나타났으며, Loughry 등(1987)에 의해 측정된 부피와 비교적 유사하였다. 본 연구에서 측정된 부피에 비해 석고법에 의해 측정된 부피가 작은 원인과 이옥경의 연구(2002)에서 측정된 부피가 큰 원인을 찾아보면 다음과 같다.

먼저 석고법에 의한 유방의 부피 측정시에는 유방의 윤곽특성이 잘 반영되지 못하고 물이 담길 수 있는 범위까지의 부피만이 측정되므로 유방의 부피값도 더 작게 나올 수 밖에 없다. 즉, 그림 6과 같이 평면을 이용하여 물이 담길 수 있는 영역을 탐색해보면 정면 그림에서는 유방의 밝은 부분만이 해당되며 어두운 부분은 부피 계산에서 무시된다. 또한 하연측과 내연측을 예로 들면 실선 아래의 부분에는 물이 담길 수 있으나 그 위의 부분에는 물이 담길 수 없으므로 부피계산에서 제외되는 부분이다.

한편, 이옥경의 연구(2002)는 유방의 윤곽설정 방법 등은 본 연구에서 사용한 방법과 동일하다. 그러나, 유방밀면의 부피를 채울 때 그림 7과 같이 상연점, 하연점, 내연점, 외연점과 가장 근접한 기준 평면을 만들고 그 평면으로부터 유방 밀면쪽으로 3cm 떨어진 평면(offset plane)을 하나 더 만든 후 그 평면에 유방을 투영(extrude)시켜 유방 밀면을 평면형태로 채웠다. 그러나, 이 방법은 한 피험자 내에서 여러 패턴에 따



<그림 7> 이옥경의 연구(2002)에 사용된 부피측정 방법

<표 2> 유방부피, 표면적, 유저면적과 가슴둘레와 밑가슴둘레 편차의 상관관계수 비교

	유방부피	유방표면적	유저면적
유방표면적	.883**		
유저면적	.749**	.878**	
유두높이	.492**	.610**	.391*
가슴둘레와 밑가슴둘레의 편차	.169	.242	.234

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

<표 3> 유방 하부 부피

	평균	표준편차	최소	최대
유방하부 부피(cm ³)	215.8	56.5	118.2	349.5
유방전체에 대한 백분율(%)	39.3	4.6	31.0	51.0

른 상대적인 유방부피를 비교(불륨업)하는데는 지장이 없으나 부피의 절대값은 실제보다 크게 나오는 경향이 있다.

유방부피, 표면적, 유저면적, 유두높이, 가슴둘레와 밑가슴둘레의 편차를 가지고 상관관계를 분석한 결과 표 2의 결과를 얻을 수 있었다. 유방의 부피는 표면적과 0.883, 유저면적과는 0.749로 매우 높은 상관성이 있는 것으로 나타났다. 그러나 유두높이는 유방부피와 0.492 정도의 비교적 낮은 상관을 가지고 있었다. 한편, 브라지어의 컵 사이즈를 결정할 때 유방의 부피나 표면적 대신 이용되고 있는 가슴둘레와 밑가슴둘레의 편차는 유방부피와는 0.169, 표면적과는 0.242로 매우 낮은 상관이 나타났다. 따라서, 브라지어 제작시 단순히 가슴둘레와 밑가슴둘레와의 차이만을 가지고 컵 사이즈를 산출할 경우 인간공학적 브라지어 제작은 어렵다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 소비자의 컵 사이즈에 대한 불만의 원인

을 밝혀주고 있다.

유방하부의 부피는 하컵 설계시 이용할 수 있으며 유저의 모양은 와이어 설계나 앞판의 제도시 근거를 제공하여 준다. 본 연구에서 유방 하부의 부피를 측정한 결과 표 3과 같았다. 유방하부의 평균부피는 215.8cm³로 유방 전체부피의 39.3%에 해당했다.

IV. 결 론

본 연구에서는 3차원 측정시스템을 이용한 유방의 전체 및 하부부피, 표면적, 유저면적에 대한 측정방법을 제안하였으며, 80A 사이즈의 브라지어를 착용하는 중년여성 37명을 대상으로 실측한 결과를 분석하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 유방의 경계를 몇 개의 측정점을 기준으로 도형학적으로 설정하지 않고 해부학적 형태를 근거로 자연스럽게 연속적인 곡선으로 설정한 유저의 곡면형태를 그대로 유지하면서 부피와 유저면적을 측정할 수 있는 구체적인 방법을 제안하였다.

둘째, 유방의 전체부피 및 하부부피, 인체의 곡면적 특성을 파악하여 브라지어 컵의 맞춤새를 향상시켜 제품을 설계할 수 있는 근거를 마련하였다.

셋째, 브라지어의 컵 사이즈를 결정할 때 사용하고 있는 가슴둘레와 밑가슴둘레의 편차는 유방부피($r=0.17$)나 표면적($r=0.24$)과 매우 낮은 상관을 가지고 있어, 중년 여성용 브라지어의 컵 사이즈 산출방식은 바람직하지 않음을 밝혔다.

넷째, 본 연구에서 제안된 유방부피의 측정방법은 맞춤새가 향상된 브라지어 개발뿐 아니라 유방절제환자의 복원 수술과 같은 의학분야에서의 활용도 기대된다.

앞으로 후속연구에서는 유방의 전체 및 하부부피나 유저면적 및 형태를 고려한 브라지어 설계요소 및

방법이 개발되어야 한다.

참고문헌

- 김정화, 이선영, 홍경희. (2000). 중년 여성의 감성 Brassiere 개발(1보); 소비자 요구분석을 기초로 한 제품 디자인 요소 추출, *한국의류학회지*, 24(5), 714-723.
- 이경미, 최혜선. (2000). 유방용적 측정과 인체계측에 관한 연구: 중년여성을 대상으로, *대한가정학회지*, 38(12), 249-256.
- 이경화. (1997). Replica법을 이용한 성인 여성 유방 형태 분석에 관한 연구, *한국의류학회지*, 21(4), 689-698.
- 이옥경. (2002). 3차원 계측시스템을 이용한 브라지어 패턴 제작의 기본적 방법론 개발, 충남대학교 석사학위논문.
- 이현영, 홍경희. (2002). 중년 여성의 3차원 유방 형상 분석을 위한 방법론 연구, *한국의류학회지*, 26(5), 703-714.
- Grossman, A. J. & Roudner, L. A. (1980). A Simple Means for Accurate Breast Volume Determination, *Plastic and Reconstructive Surgery*, 851-852.
- Lee, H. Y. Hong, K. H. Kim, J. W. & Lee, S. Y. (2001). Development of Design Parameters of Brassiere, *KSCT/ITAA, Proceedings*, 90.
- Loughry, C. W. Sheffer, D. B. & Price, T. E. (1987). Breast Volume Measurement of 248 Women Using Biostereometric Analysis, *Plastic and Reconstructive Surgery*, 80(4), 553-558.
- Qiao, Q. Zhou, G. & Ling, Y. C. (1997). Breast Volume Measurement in Young Chinese Women and Clinical Applications, *Aesthetic Plastic Surgery*, 21, 362-368.
- Smith, D. J. Palin, W. E. Katch, V. L. & Bennett, J. E. (1986). Breast Volume and Anthropomorphic Measurements: Normal Values, *Plastic and Reconstructive Surgery*, 78(3), 331-335.