

중년 여성의 3차원 유방 형상 분석을 위한 방법론 연구 Fundamental Morphological Consideration for the 3-D Shape Analysis of the Middle-aged Women's Breast

충남대학교 생활과학대학 의류학과
이 현 영 · 홍 경 희

Dept. of Clothing and Textiles, Chungnam National University
Hyun Young Lee · Kyung Hi Hong
(2001. 12. 14 접수)

Abstract

This paper proposed the basic consideration for the reliable 3-D measurement and analysis of middle-aged women's breast using 3-D phase-shifting moire topography. The surface borderline of the breast based on the anatomical structure on the skin was suggested. Various breast dimensions that can be measured using 3-D measurement system and their measuring methods were discussed. Tips for the measurement of sagged breast were also proposed. It is expected that these basic considerations contribute to draw attention to the reliable measurement of women's breast and provide a kind of tools for the standardization of 3-D shape measurement of breast.

Key words: women's breast, 3-D measurement, anthropometry of breast, phase-shifting moire topography; 여성의 유방, 3차원 측정, 유방 계측, 위상천이 모아레

I. 서 론

국내 언더웨어 시장은 국내 의류시장 점유율의 7~8%에 해당하며 최근의 경기침체 속에서도 전년대비 5.6% 성장한 1조 400억원 규모가 될 것으로 전망되고 있다. 최근에는 체형유지는 물론 건강까지 생각하는 수준으로 언더웨어의 개념이 발전되면서 기능성 소재에 대한 소비자들의 관심이 날로 높아지고 있으며 소비자들의 다양한 요구에 대응하는 패션시장이 확대되고 있는 형편이다¹⁾.

그럼에도 불구하고 언더웨어 중 브라지어에 대한 소비자들의 만족도는 그리 높지 못하다. 특히, 20대를 중심으로 그보다 나이가 적거나 많을 때는 불만족도가 더욱 커진다. 여중생들을 대상으로 브라지어에 대

한 사용성과 불만족 요인들을 조사한 Kim들의 연구²⁾에서는 착용감, 재질, 색상, 디자인 등에 대해서는 만족하고 있었으나 브라지어 사이즈를 비롯한 컵 사이즈, 어깨 끈, 컵 모양, 컵의 위치, 혹, 날개 등에 대해서는 불만을 가지고 있는 것으로 나타났다. 또한 시판되고 있는 브라지어 제품은 연령증가에 따라 체형이 변화함에도 불구하고 체형변화가 적고 성장과정이 완성되어 신체조건이 절정에 있는 20대 여성의 표준 유방유형을 기준으로 제작생산이 진행되고 있어 타 연령대의 성인 여성의 경우 치수 및 형태 부적합으로 인해 브라지어 착용감에 대한 불만이 높다고 지적하고 있다³⁻⁷⁾. 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 가슴둘레나 유방의 사이즈뿐 아니라 유방형상에 대한 보다 분석적인 연구가 이루어져야 하며 더 나아가서는 이러한 연구 결과들을 바탕으로 체형에 따른 브라지어의 개발이 이

루어져야 한다⁸⁾.

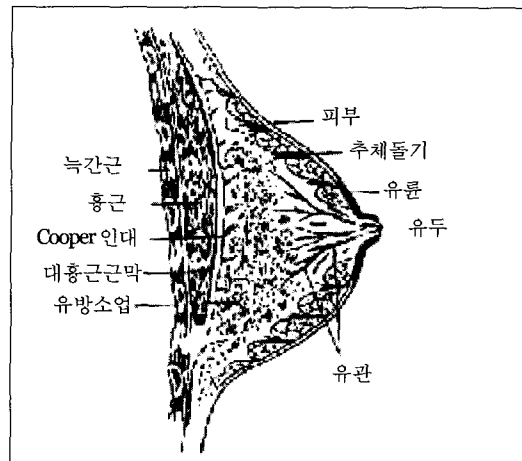
그러나 현재 유방이나 브래지어에 대한 연구는 브래지어에 대한 사용실태 및 만족도 조사^{3-5, 9, 10)}, 1~2차원적인 측정에 기초한 유방체형의 비교 분석⁶⁻⁸⁾, 유방체표면적 및 부피연구^{4, 11)} 및 이에 따른 브래지어 기본패턴의 설계^{5, 12)} 등이 추가 되고 있어 브래지어에 대한 다각적이고 심층적인 연구들이 필요한 상황이다.

최근에는 3차원 측정에 대한 연구가 세계적으로 군복, 헬멧 등 의류 관련 제품뿐 아니라 의뢰기, 자동차, 애니메이션 등 아주 다양한 분야에 응용되어가고 있다¹³⁾. 3차원 측정은 기존에 측정 불가능했던 여러 파라미터에 대한 정보 제공뿐 아니라 DB 구축, 자료의 반복 사용, 자료 이용의 융통성 등 많은 장점들을 가지고 있어 의류산업분야에 있어 3차원 측정은 성공적인 *mass customization*¹⁴⁾이나 전자상거래를 위한 필수적인 요소라 할 수 있다. 그러나 인체를 대상으로 하는 3차원 계측시스템은 아직까지 인체 측정방법이 정립되어 있지 못하며 이에 따라 3차원 계측치가 의류 제품에까지 효율적으로 응용되지는 못하고 있어 이에 대한 연구가 앞으로 많이 이루어질 필요가 있다. 특히 유방의 경우 윤곽선이 뚜렷하지 않고, 구성 요소들이 기본적으로 피하지방과 유선조직이기 때문에 변형이 쉬워 정확한 형태 파악이 어렵고, 정서적으로도 여성들이 유방 노출을 꺼리기 때문에 피험자를 쉽게 구할 수 없다는 점도 유방의 세부적 3차원 형태연구에 장애요인으로 작용하여 왔다.

따라서 본 연구에서는 인체 유방의 3차원 영상 분석을 위한 토대를 마련하고자 유방의 변형이 일어난 중년 여성을 대상으로 3차원 영상 측정시 필요한 기본적인 분석 방법을 제안하였다. 구체적으로는, 첫째, 유방의 해부학적 구조를 바탕으로 인체 유방의 윤곽선을 실제로 찾는 방법과 이에 따른 주요 계측점들의 위치를 결정하는 방법에 대해 제안하며, 둘째, 이렇게 탐지된 계측점들을 이용하여 인체 측정 항목들의 측정·계산하는 방법을 제안하고자 한다. 궁극적으로는 이러한 분석 방법들의 제안을 통해 유방에 대한 인체 측정이나 관련 제품에 대한 착용성능 평가시 보다 재현성이 있고 신뢰성 있는 3차원 영상 분석이 이루어질 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 유방의 해부학적 고찰

유방은 보통 서양인의 경우 직경이 10~12cm, 중앙의 두께는 5~7cm로 보고되어 있다. 무게는 약 200g 정도로 유방의 크기는 대개 지방조직의 양 차이에 기인하는 것으로 알려져 있다¹⁵⁾. 유방은 유선을 포함하고 있고 유방체와 유두로 구분되는데 이 중 유방체는 피부의 일부가 국소적으로 두터워진 곳으로 피하지방이 많이 축적되어 있다. 유방조직은 흉근 위의 Cooper 인대에 의해 피부에 고정되어 있는데 그 지지력은 제한적이다(그림 1). 따라서 외부 지지구조로써 브래지어가 이용되고 있는데, 브래지어는 하중에 의한 유방의 처짐을 방지해주고 격렬한 신체활동 중에 발생할 수 있는 내부출혈 등으로부터 유방을 보호해 주는 역할을 한다¹⁷⁾. 유방은 피부 근막 양조직 내의 흉곽위에 위치하고 있는데, 구체적으로는 [그림 2]와 같이 제 2~3늑골(유방의 상연)에서 제 6~8늑골(유방의 하연)까지¹⁸⁾, 흉골 외측연(유방의 내연)에서 전액와선(유방의 외연)까지의 범위 내에 위치해 있다¹⁹⁾. 유방은 대흉근의 외측 부분을 따라 겨드랑이에까지 뻗쳐있기 때문에¹⁶⁾ 전체적으로 볼 때 유방 하연은 비교적 알아보기 쉽지만 상연과 외연은 어디부터인지 결정하기가 어렵다²⁰⁾. 이에 따라 본 연구에서는 유방의 계측점을 잡는 방법부터 논의하고자 한다.



[그림 1] 유방의 종단면¹⁸⁾



[그림 2] 유방의 위치¹⁸⁾

III. 연구방법

1. 실험 및 분석 도구

유방의 3차원 영상을 얻기 위해 3차원 스캐너로 위상천이 모아레(Intek Plus, Co. Ltd., Korea)를 이용하였다. 이 장비는 이제까지의 일반적 모아레 측정기기 보다 측정 분해능이 높으며 프린지의 중심을 찾을 필요가 없어 프린지 모양과 무관하게 높이 정보를 정량화 할 수 있다²⁰. 또한 이것은 다중 위상천이격자를 사용하였으며 N-plane 3-D calibration 방법을 이용하여 인체 측정시 정밀도가 높고(표 1), 대상 물체 표면의 명암을 감지할 수 있는 texture mapping 기능이 있다는 장점을 가지고 있다. Texture mapping 기능은 촬영대상의 표면에 명암이나 색상의 차이가 있으면 그 차이가 인식되는 것을 말하는데 일반 모아레 측정 기기가 높이 정보만을 인식하는데 반해 본 기기는 진일보하여 명암 정보

<표 1> 3-D phase-shifting moiré의 성능

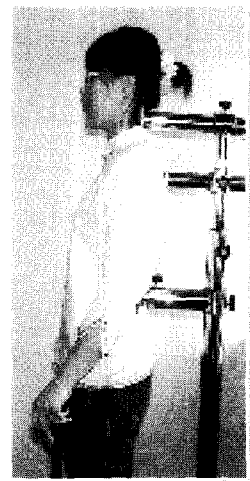
Range of Measurement	460mm × 580mm × 270mm (width × length × depth)
Accuracy	0.12mm(single image)
Reproducibility	0.09mm(general object)
Light source	Halogen lamp, 300W
Camera	640 × 480 CCD camera
Calivration	N-plane 3-D calibration

까지 함께 저장이 가능하다. 촬영한 영상은 Rapid Form 2001 (INUS technology, Inc., Korea)을 이용하여 분석하였다. 이 소프트웨어는 원래 범용성 Reverse-modeler로 개발되어 일반 용품의 3차원 분석에 광범위하게 쓰여질 수 있는 것인데, 인체 측정용으로 Auto-measuring 등의 기능이 첨가되어 3차원 인체 영상에서의 측정이나 계산을 각종 도구(tool)들과 함께 응용함으로써 정밀하게 측정할 수 있다.

2. 3차원 영상 촬영

실험에는 26명의 30~50대 중년 여성들이 참가하였다. 3차원 영상 촬영에 앞서 보다 정밀한 계측을 위해 뼈의 위치를 먼저 보아야 찾아낼 수 있거나 근육의 팽창(膨降)에 의해 찾을 수 있는 점들은 인체상에 직접 랜드마크(landmark)를 붙여두었다. 랜드마크를 붙인 부위는 목앞점, 목옆점, 어깨 끝점, 목옆점과 어깨끝점을 이은 연결선의 이등분점인 어깨선 이등분점, 앞겨드랑점, 그리고 허리두께 이등분점이었다. 그 밖에 유방의 윤곽선을 지나는 점들에도 표시를 하였다. 실험에 사용된 랜드마크로는 5mm × 5mm 면적의 사각형 스티커와 두 변의 길이가 각각 5mm인 직각이등변삼각형의 밑변을 가진 높이 5mm의 삼각뿔이 이용되었다. 전체적으로는 texture mapping 정보를 얻기 위해 진한 색의 스티커형 랜드마크가 대부분의 기준점에 이용되었으나 어깨 위의 세 점과 허리 옆 점에는 위치가 고정된 한대의 모아레 장비로 인해 데이터가 손실되는 것을 막기 위해 입체 랜드마크가 이용되었다.

촬영 중 인체의 흔들림을 방지하기 위해 [그림 3]과 같이 피험자가 지지대 위에서 기댈 수 있도록 하였는데 지지되는 부위는 머리, 등, 허리, 그리고 손이었다. 지지대 위에 피험자를 세울 때는 몸이 뒤로



[그림 3] 인체 지지대

벗혀지거나 숙여지는 것을 막기 위해 일정 위치에 바로 서게 한 후 지지대의 봉들을 피험자의 머리, 등, 허리에 맞추어 그 위치와 길이를 조절했다.

본 연구에서는 한쪽 방향에서의 측정만을 수행하였기 때문에, 인체를 정면에서 측정하기 보다는 카메라에서 피험자의 오른쪽 유방의 측면까지 완전히 잘 보이는 각도, 즉 인체의 정면과 측면 사이의 대각선 방향에서 촬영을 실시하였다. 실제로 인체의 좌우 유방은 서로 완전한 대칭은 아니지만 여기서는 인체의 정중선을 기준으로 좌우 유방이 대칭임을 가정하였고 가슴둘레나 밑가슴둘레와 같은 정보는 실측을 통해 얻었다. 또한 유방이 처져 하연 부분이 유방에 가려지는 하수형 유방의 경우에는 하연이 보일 정도로 테이프를 유방을 살짝 들어올린 후 한번 더 촬영하였는데, 여기에는 잘 늘어나거나 반짝이지 않는 18mm 너비의 3M 반투명 테이프가 이용되었다. 테이프를 15cm 내외로 2개 잘라 유방 하부에서 시작하여 유두와 내연, 유두와 외연 사이를 각각 지나 유방 상부를 향하도록 들어 올리면서 부쳤는데, 이때 유방의 내연점이나 외연점 이상의 부분에 대해서는 되도록 변형이 가지 않도록 주의하였다. 촬영시 호흡은 들며 마시기와 내쉬기를 일정한 박자에 맞추어 천천히 몇 번 반복하였다. 마지막 호흡에서는 숨을 내쉬었다가 다시 들며 마시려는 직전의 자세에서 숨을 멈춘 후 촬영을 실시하였다.

3. 실험절차

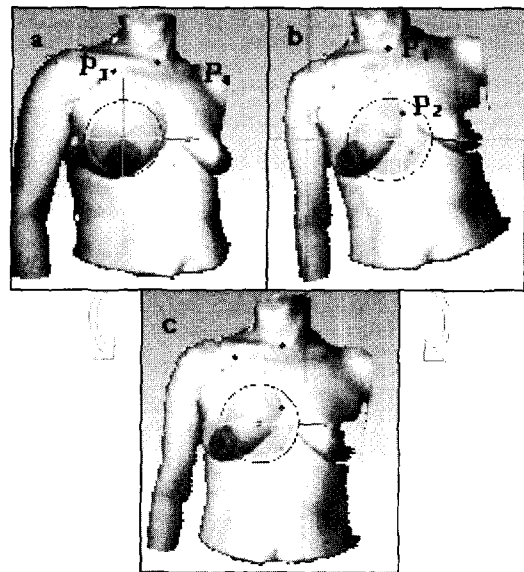
3차원 스캐너에 의해 얻어지는 초기 영상은 3차원 공간상에 떠있는 점들의 군락(cloud)으로 이루어져 있다. 물체의 형상을 재현하고 표면거리(surface distance), 면적, 부피 등의 계산을 수행하기 위해서는 이러한 점들이 최소한의 면, 즉 삼각형을 이루도록 연결시키는데 이 과정을 triangulation이라 한다²⁰⁾. 이때 삼각형 큰 변의 길이를 본 실험에서는 4mm이내가 되도록 조정하였다.

이 과정이 끝나면 대각선 방향을 바라보고 있는 인체 영상이 정면을 보도록 [그림 4]의 a와 같이 trackball을 이용하여 Y축을 중심으로 회전변환을 시켜준다. 그 다음, 약간이라도 좌측이나 우측으로 기울었을 수 있는 인체 shell을 바로 세워야 한다. 이를 위해 목앞점(P_1)

을 찾고 좌우 유방의 골에서 Z축에 대한 최소값을 찾음으로써 정중선을 지나는 점 하나(P_2 , 앞중심점)를 찾는다. 이 두 점의 X좌표 값이 같아지도록 [그림 4]의 b와 같이 trackball을 조절하여 Z축을 중심으로 회전 변환을 실시한다. 그리고 나서, 목앞점보다 약 4cm 아래의 수평선상에서 목앞점의 X좌표보다 좌우로 각각 약 80 pixel 떨어진 두 점들(P_3 , P_4)의 Z좌표 값이 같아지도록 다시 한번 더 Y축을 중심으로 회전 변환을 실시한다(그림 4의 a). 미세한 조정은 이러한 과정을 한두 차례 더 반복하면 된다.

본 연구에서 ZX 평면상으로 회전 변환할 때 두 수평점 P_3 , P_4 의 위치를 위와 같이 선정한 이유는 비교적 평평한 부위이며 다른 부위에 비해 체위변화에 따른 영향을 덜 받으며 정중선에서 비교적 멀리 위치하여 인체 전체를 회전하는데 적합하다고 생각하였기 때문이다.

이러한 과정이 끝나면 3차원 계측점을 찍고 측정 항목들의 분석에 들어간다. 본 연구에서 사용한 소프트웨어에는 Auto-measuring 기능이 개발되어 있어 계측점들의 이름과 위치만 일단 지정해두면, 이후 기본적



[그림 4] Shell의 회전 변환.

- a: Y축을 중심으로 회전변환 전 영상,
- b: Z축을 중심으로 회전변환 전 영상,
- c: 회전변환이 완료된 영상

인 길이나 각도 등은 수십 개의 측정 항목을 단시간 내에 자동연산으로 수행시킬 수 있다. 그리고 곡률, 표면적, 부피 등과 같은 계측항목에 대해서는 유방의 기하학적 특성을 관찰하여 소프트웨어에 포함된 기본 도구 등을 선정하여 응용하면 비교적 쉽게 계산해 낼 수 있다. 전체 실험 및 분석 절차를 요약하면 <표 2>와 같다.

IV. 결과 및 고찰

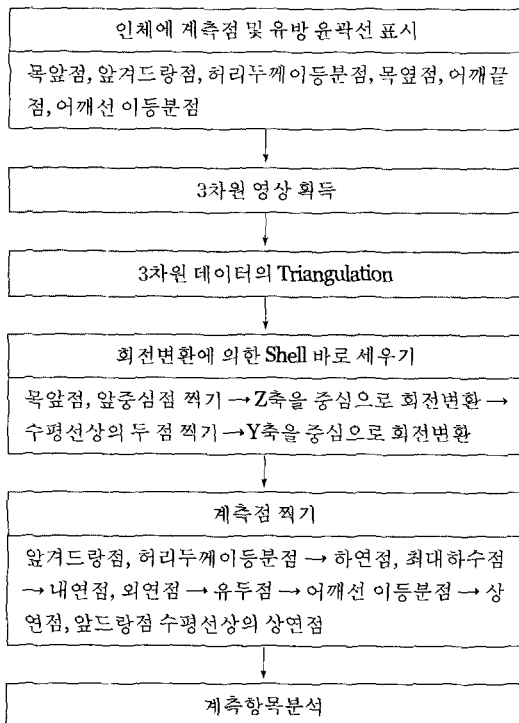
1. 유방 윤곽선 선정

유방 하연과 내연의 경우에는 그 경계선이 뚜렷하여 알아보기 쉬우나, 상연의 경우 어깨 선에서 유방까지 뚜렷한 경계 없이 평편한 경사면으로 이루어져 그 윤곽선을 찾기 어렵다. 또한 [그림 5]와 같이 유방의 외연도 수평방향으로 퍼져지방이 퍼져 있는 형상도 흔히 볼 수 있다. 이 경우 앞겨드랑점에서 유방 하연까지 유방의 외연 경계가 매우 모호하다.

그러나, 정확한 유방 윤곽을 정의하는 것은 필수적이다. 왜냐하면, 나체상에서의 측정점의 정의와 유방 형태는 기본적으로 알고 있어야 브래지어로 인한 변형의 정도를 정량적으로 측정할 수 있고 이것은 쾌적감과 직결되기 때문이다. 즉, 일관된 유방의 윤곽선에 따라 브래지어 와이어의 적합성이나 패턴의 적합성이 판단되어야 하며, 각종 브래지어의 착용이 나체상태의 유방을 어느 방향으로 얼마나 이동시키는데에 대한 기본적인 자료는 브래지어의 설계 변수 연구에 필수적이기 때문이다. 이 밖에도 유방의 나체형상과 유방의 표면적이나 부피의 측정은 정형 외과적 측면에서도 필요하고 이를 위해서는 우선 윤곽이 정의되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 외관상의 피부면에서는 모호한 유방의 윤곽을 해부학적 근거를 바탕으로 분석하였다. 상연부분의 유방 윤곽은 [그림 6]의 a와 같이 유방을 밀어올렸을 때 생기는 주름을 이용하여 정의하였다. 이와 같은 유방의 변형에 의한 윤곽선의 정의는 유방은 해부학적으로 대흉근의 근막과는 느슨하게 결합되어 있어 쉽게 움직여지지만, 유방의 표면을 덮는 피부와 유선 사이는 특수한 섬유 즉 유선지대(retinaculum mammae)에 의해 강한 결합이 되어 있어 쉽게 움직여지지 않는다²⁰⁾는 언급에 근거를 두었다. 즉, 유방을 어느 정도 세게 밀어올리면 대흉근과의 경계면에서는 비끌림이 발생하여 뚜렷한 형태의 주름이 생기는데 어느 한계 이상으로는 비끌림도 없게 되어 주름의 위치와 형태가 고정이 된다. 이때 생기는 주름 선을 표시해 두고 밀어올렸던 손을 떼어내면 피부가 원상으로 돌아간 위치에서 재현성 있고 자연스러운 상연의 윤곽선이 얻어짐을 확인하였다. 이 윤곽선 중 가장 위에 위치하는 지점은 제 2늑골 위에 위치함도 확인되었다. 내연의 경우는 [그림 6]의 b와 같이 인체 내측으로 강하게 밀면 내연 상부의 주름선이 뚜렷이 나타난다. 이러한 방법은 10대~50대까지의 연령층의 유방상연뿐 아니라 빈약형의 내연 윤곽선을 찾을 때도 응용될 수 있다. 외연의 경우에는 내연 쪽의 피부가 흉골에 단단히 결합되어 있어 비끌림이 없기 때문에 유방을 밀어서도 주름이 거의 생기지 않는다. 따라서 새로운 방법을 시도할 필요가 있다. [그림 7]에서는 유방 주변 근육들

<표 2> 전체 실험 및 분석 절차





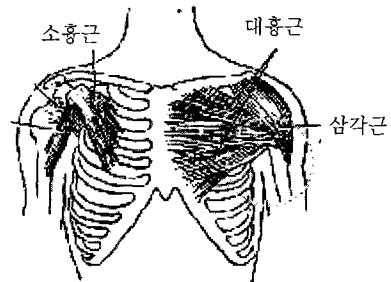
[그림 5] 유방의 외연 윤곽이 불분명한 유방의 예



[그림 6] 유방 윤곽선 잡는 모습(a: 상연, b: 내연)

의 모습을 보여주고 있다. 그림에서처럼 대흉근과 삼각근은 서로 인접해 있어 만약[그림 8]과 같이 팔을 들게 되면 두 근육들이 서로 이어지면서 유방 외곽부분의 윤곽이 뚜렷하게 나타나 유방 외연의 윤곽선을 얻을 수 있다. 특히[그림 8]의 우측 그림처럼 팔을 허리 위에 얹고 힘을 주면 대흉근의 외곽과 유방 상연의 상부 윤곽이 대부분의 경우 잘 보인다.

실제로[그림 8]속에서처럼 body-builder들이나 모델들과 같이 몸매가 가꾸어진 경우는 이러한 선이 뚜렷이 보인다. 그러나 일반 중년 여성들의 경우 외연부근에 지방이 축적되어 있는 경우가 많아, 외연 윤곽선이 일부의 경계가 모호한 피험자들이 있다. 이렇게 부분적으로 윤곽선이 뚜렷하지 않을 경우에 겨드랑이를 들고 팔에 힘을 준 상태에서 겨드랑이 부근의 대흉근 외곽선을 따라가며 외연 상측 부위의 윤곽이 뚜렷한



[그림 7] 유방 주변 근육의 모습²⁰⁾

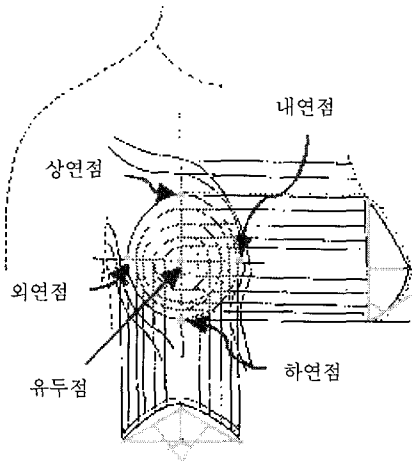
부위까지 표시를 한 뒤, 이하의 부분은 앞겨드랑점과 허리두께이등분점을 연결한 직선을 가이드라인으로 하여 유방 하연 방향의 접힌 선까지 연결하면 외연의 윤곽선을 정의하는데 무리가 없다(그림 10 참조).

2. 3차원 영상에서의 계측점 탐색

3차원 계측은 외관상 정량적으로 차이가 없어 보이



[그림 8] 피부면에서 관찰할 수 있는 유방 윤곽²⁰⁾



[그림 9] 기존에 사용되고 있는 유방의 주요 계측점과 그 위치(조, 20)

는 자유 곡면체를 분석할 수 있는 장점이 있다. <표 3>에는 본 장비를 이용한 3차원 계측으로 분석 가능한 유방의 특성치를 요약하였다.

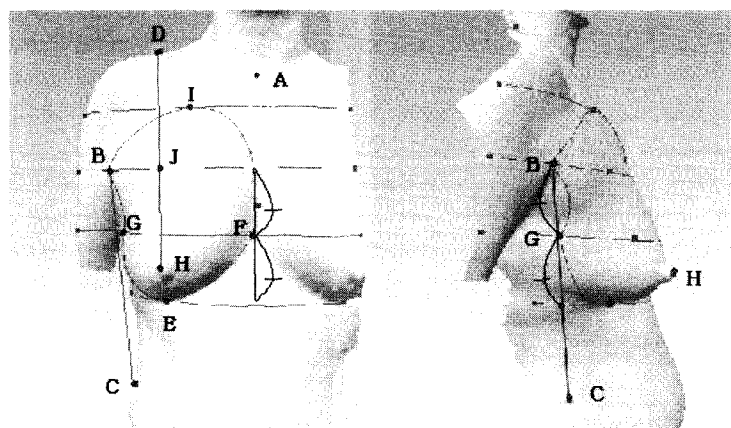
이와 같은 계측항목을 측정하기 위한 주요 계측점으로는 상연점, 하연점, 내연점, 외연점, 유두점, 유방 최대하수점이 있다. 이제까지 많은 1,2차원적 인체 계측 방법에서는 [그림 9]와 같이 유방의 상·하부와 내·외측 부위의 계측을 위해 유두점을 중심으로 하여 수직, 수평방향으로 직선을 그었을 때 유저의 윤곽선

<표 3> 3차원 계측으로 분석 가능한 유방의 계측점 및 계측 항목들

계측점	점	하연점, 최대하수점, 내연점, 외연점, 유두점, 상연점, 앞겨드랑점 수평선상의 상연점 등
계측치	길이	직선거리, 표면거리, X, Y, Z 변위, 유두높이
	각도	세 점이 이루는 각도, XY, YZ, ZX 평면과 평행한 각도
	곡률	전체 곡률, 내연곡률, 외연곡률 등
	표면적	유방 표면적
	부피	유방 부피

이 이 두 직선과 만나는 교차점들을 각각 상연점, 하연점, 내연점, 외연점으로 하여 사용하고 있다(조, 20).

그러나 유방의 계측점들에 대한 이러한 정의들은 이상적인 형태의 유방에는 적용할 수 있으나 처져있는 하수형 유방 등에 적용할 때는 유두의 수평 연장선이 정상보다 상당히 내려가 있어 외연점과 내연점을 정의 할 수 없다. 이에 따라 패드가 없는 투명한 브라지어를 착용 시키기도 하나 본 연구에서는 나체상태를 가능한 한 유지하고 브라지어를 착용하지 않은 상태에서 유방의 하연, 내연에 대한 자료를 얻기 위해 테이프를 이용하여 유방 밑 하연이 잘 보이면서 유방의 다른



[그림 10] 유방의 주요 계측점들과 찾는 방법. A: 목앞점, B: 앞겨드랑점, C: 허리두께이등분점, D: 어깨선 이등분점, E: 하연점, F: 내연점, G: 외연점, H: 유두점, I: 상연점, J: 앞겨드랑수평선상의 상연점. 이 영상은 texture mapping정보를 제거한 것임.

윤곽선 부분에 영향이 가지 않도록 살짝 들어 올렸다.

1) 유방의 하연점과 최대하수점

위에서와 같이 일단 유방의 윤곽선을 정리한 뒤 측정점들을 다음과 같이 찾았다. 유방의 하연점(E)은 아래[그림 10]과 같이 X-profile을 점차적으로 움직여가면서 유지의 최하단에 위치하는 점을 찾아낸다. 유방이 처진 경우에는 테이프를 유방을 살짝 들어올린 후 촬영한 영상에서 찾아낸다.

이에 비해 유방의 최대하수점은 유방의 처짐과 관계 없이 테이프를 사용하지 않고 찍은 영상에서 찾아낸다. 이때 X-profile을 이용하여 가장 처진 부분을 찾아내고 Y-profile을 이용하여 측면에서 확인한다(그림 11).

2) 유방의 상연점

해부학상의 상연점(I)은 인체상의 접힘선을 이용하여 그려진 윤곽선 상연부분에서 Y축 방향으로 가장 높은 지점을 [그림 10]과 같이 X-profile을 이용하여 찾을 수 있다. 앞겨드랑수평선상의 상연점(J)은 일부 업체에서 상연점으로 이용하기도 하는데, 어깨선 이등분점(D)과 유두(H)를 잇는 직선과 앞겨드랑점(B)에서의 X-profile이 교차하는 지점을 찾으면 된다.

3) 유방의 내연점과 외연점

유방이 처진 경우나 수평방향으로 피하지방이 퍼진 경우는 물론이며 유방 윤곽선의 형태가 이론처럼 원형이나 타원에 가까운 형태만이 있는 것이 아니기 때문에 [그림 9]에서와 같이 내연점과 외연점을 유지 윤



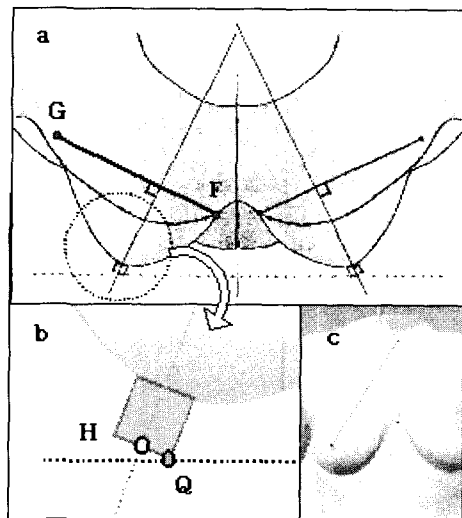
[그림 11] 유방의 최대하수점을 찾는 방법

곽에서 좌우로 가장 돌출된 지점을 찾는다는 것은 나체 상태의 유방에서는 부적절하였다.

따라서 본 연구에서는 [그림 10]의 F, G와 같이 하연점(E)과 앞겨드랑점(B)의 Y높이의 1/2지점에서 X-profile을 그어 유방 윤곽선과 만나는 점들을 각각 외연점(G)과 내연점(F)으로 잡았다. 실제로 본 실험에서 26명의 피험자가 시중 브래지어들을 착용하였을 때 브래지어의 와이어가 내연점 부근 $\pm 5\text{mm}$ 이내에서 끝나는 경우는 약 70% 이상이 되는 것을 볼 수 있었다.

4) 유방의 방향성과 유두점

유두와 유방자체가 방향성을 가지고 있어 유두점은 주의를 기울여 선정해야 한다. 만약 전체 좌표축(whole coordinate, C_2 [그림 13])의 Z축에 대해 가장 큰 값을 가지는, 즉 가장 앞으로 튀어나온 점을 유두점이라 정한다면 [그림 12]의 b와 같이 유두의 중앙(H)이 아닌 다른 부분(Q)이 선택될 수밖에 없다. 따라서 유두가 큰 경우에는 이와 같은 방향성에 따른 오차가 커지므로 이러한 오차를 조금이라도 줄이기 위해 본 연구에서는 [그림 13]과 같이 유방의 하연점, 내연점(F), 외연점(G)을 지나는 평면을 만들고 그 평면에 대해 local coordinate



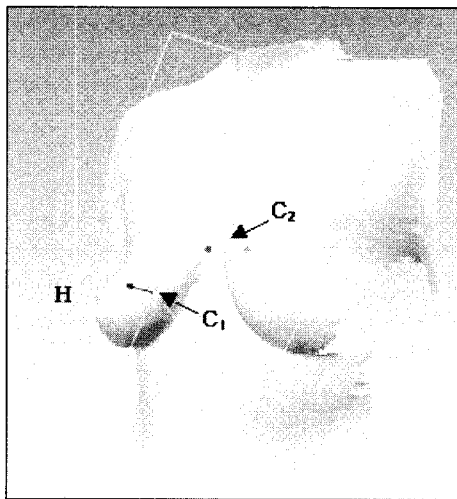
[그림 12] 유방의 방향성. F: 내연점, G: 외연점, Q: Whole coordinate에 대해 최대 Z 값을 가지는 점, H: local coordinate에 대해 최대 Z 값을 가지는 점

(C1)를 정의한 후, 이 좌표의 Z축에 대해 가장 큰 값을 가지는 점(H)을 유두점으로 정의하였다.

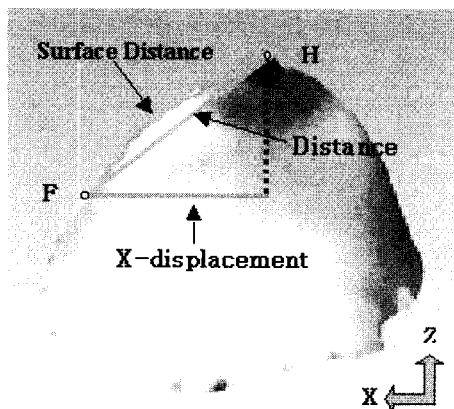
3. 유방의 3차원 계측 파라미터들의 계산 방법

1) 길이 관련 파라미터

길이 관련 파라미터들로는 직선거리(distance), 표면 거리(surface distance), X, Y, Z 변위(X, Y, Z-displacement)가 있다.[그림 14]에 나타나있는 것처럼 직선거리는 두 점(F, H)간의 최단 거리를 의미하며, 표면거리는 물체



[그림 13] 유두점 찾기. C₁: local coordinate, C₂: Whole coordinate, H:유두점



[그림 14] Distance, surface distance, displacement의 비교

의 외곽선을 따라가는 거리이다. 그리고 X, Y, Z 변위는 두 점의 X, Y, Z 좌표 값들간의 편차라 볼 수 있다. 이러한 X, Y, Z 변위는 일반적인 거리와 함께 조합하여 사용할 경우 더 유용한 정보도 얻어낼 수 있다.

[그림 14]를 예로 들면 내연점(F)으로부터 유두점(H)이 얼마나 멀리 있는지를 보기 위한 특성치로 가장 간단한 것은 두 점간의 직선 거리이다. 그러나 내연점부터 유두점까지의 직선거리에는 유두점이 내연점으로부터 외연쪽으로 얼마나 멀리 있는가, 유두점의 높이가 내연점보다 얼마나 높은가, 또는 유두점이 내연점보다 얼마나 처져있는가에 대한 정보가 종합되어있다. 따라서 각각의 독립적인 정보를 얻기 위해서는 세로축 방향에 대한 변위가 유용하다. 유두점이 내연점으로부터 외연쪽으로 얼마나 멀리 있는가에 대해서는 X-변위를, 유두점의 높이가 내연점보다 얼마나 높은가에 대해서는 Z-변위를, 그리고 유두점이 내연점보다 얼마나 처져있는가에 대해서는 Y-변위를 알아 보면 된다. 또한 표면거리는 직선거리와 함께 사용할 경우 유용하게 쓰일 수 있는다. 예를 들면, 유두점과 하연점의 표면거리/직선거리의 비율을 구할 경우, 이 값이 1에 가까울수록 두 특성치들간의 차이가 적은 것이므로 유두점과 하연점을 잇는 표면곡선이 직선에 가까워 빈약하거나 처지지 않은 가슴일 확률이 높고, 반대로 이 값이 크다는 것은 유방 하연 부분의 곡선 모양이 늘어져 있을 확률이 높다.

2) 높이관련 파라미터

높이는 기준 평면으로부터 얼마나 떨어져 있는가를 측정한다. 따라서 기준평면을 잡아야 하는데 이때 기준점의 선정은 매우 중요하다. 예를 들면, 유두높이는 세 점(내연점, 하연점, 외연점)을 지나는 평면을 만들고 그 평면에서 유두까지의 거리를 산출하여 구할 수 있다.

3) 각도 관련 파라미터

가장 일반적으로 사용되는 것은 [그림 15]의 a와 같이 세 점이 이루는 각도이다. 그러나 이러한 일반적인 각도는 한 개 이상의 의미를 담고 있으므로 해석에 있어 주의를 요한다. 일정한 방향에서의 정보를 추출하기 위해서는 [그림 15]의 b와 같이 ZX 평면상에서 각도

((외연점-유두점-내연점)를 구할 수 있다. 그 밖에 XY, YZ 평면과 평행한 각도들도 이용할 수 있다.

4) 곡률

인체의 외형은 복잡한 곡면으로 이루어져 있으므로 곡률과 곡률반경은 이러한 특성을 정량화 된 값으로 나타내는데 좋은 척도가 될 수 있다. 이 등의 연구²⁰⁾에서는 브래지어 와이어의 2차원 상에서의 형태적 특성을 정량화 시키기 위한 척도로써 곡률과 곡률반경을 구하여 와이어의 착용감과의 관련성을 살펴본 바가 있다. 그러나 이 때 구해진 곡률과 곡률반경은 와이어 전체의 평균값이라기보다는 몇 개의 특정 지점들에 대한 값들을 평균한 것이어서 거시적인 와이어 설계에 직접 적용하는 데는 무리가 있다. 또한, 인체가 착용하면 와이어가 좌우로 벌려질 뿐 아니라 인체 뒤쪽으로 비틀림이 일어나는 3차원적 변형을 하게 되므로 2차원 상의 와이어 특성만으로는 착용감과 직접적인 관련성을 찾기가 어렵다.

따라서 본 연구에서는 인체상에서의 3차원 곡률반경이 필수적인 부분을 선택하여 거시적 의미에서의 곡률반경을 구하는 간단한 방법을 제시하고자 한다. 이 때 중요한 것은 어느 지점부터 얼마나 떨어진 거리로 곡선의 길이(arc length)를 잡을 것이며, 어떤 기준점을 선정하여 곡률반경을 구하는가 하는 점이다. 예를 들면, 유방의 하부에 대한 곡률은 세가지를 찾아 볼 수 있다. 즉, 전체곡률, 내연곡률, 외연곡률이 그것인데, 전체에 대한 곡률은 내연점(A), 외연점(C), 하연점(B)을 이

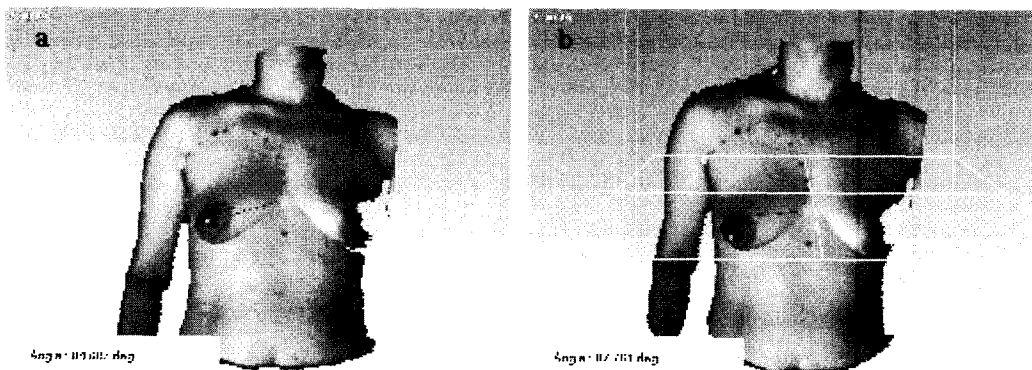
용하여 구할 수 있으며, 내연곡률반경은 내연점(A)과 하연점(B), 그리고 내연 윤곽선상에서 내연점과 하연점을 잇는 직선과 가장 멀리 있는 지점(D)을 찾아 구할 수 있다. 외연곡률반경은 내연곡률반경 구하는 방법과 동일하게 점B, C, E를 이용하여 계산하면 된다.[그림 16]은 곡률 반경 계산에 이용되는 점들의 위치와 곡선의 길이에 따라 세가지 곡률반경(C_w , C_i , C_o)이 다를 뿐 아니라 3차원 좌표축 상에서의 방향성이 매우 다름을 보여주고 있다. 따라서 유방 내연쪽과 외연쪽은 브래지어 하연이나 와이어의 설계가 달라야 함을 알 수 있다.

5) 표면적

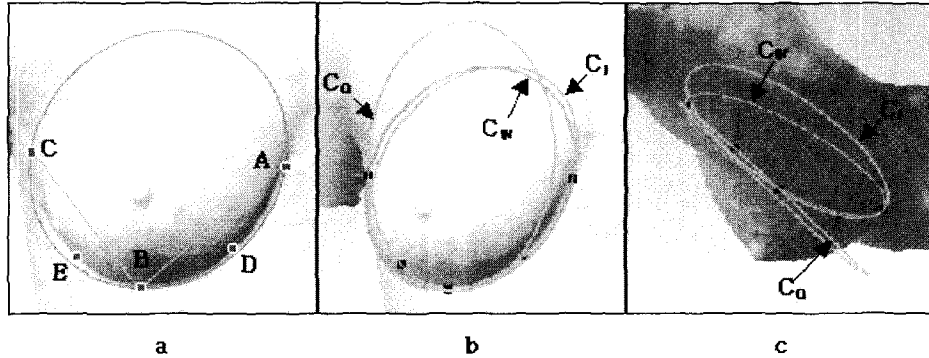
표면적 계산을 위해서는 [그림 17]의 a와 같이 먼저 인체 영상에서 유방에 해당하는 부분만을 선택한 후 'trim' 기능을 이용하여 b와 같은 유방만을 분리해 낼 수 있다. 분리시킨 유방의 표면(shell)에 대한 정보를 출력시킴으로써 표면적을 간단히 알아낼 수 있다. 이와 같은 표면적은 탄성소재를 이용한 패턴과 연결시킬 때 패턴에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

4. 처진 유방에 대한 측정 방법

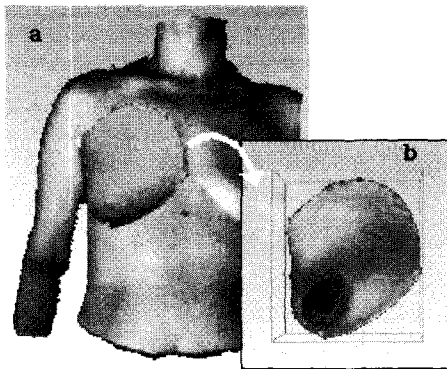
처진 유방의 경우는 유방의 표면상에서의 유방의 무게를 들어올리듯이 테이프로 접촉 시키면 유방의 처진 부분의 표면도 촬영할 수 있다. 이때 아래 그림 18과 같이 유방을 자연스럽게 늘어뜨리고 찍은 영상(a)과 테이프로 들어 올린 후 찍은 두 영상(b)을 한 화면에 같이 불러 들인 후 c와 같이 합치(registration)을 시킬



[그림 15] 세 점이 이루는 각도(a)와 ZX 평면과 평행한 각도(b)의 비교



[그림 16] 3차원 영상에서의 평균 곡률의 산출. a: 곡률산정을 위한 기준점(A: 내연점, B: 하연점, C: 외연점, D: 내연에서 내연점과 하연점을 잇는 직선과 가장 멀리 떨어져 있는 유방윤곽 선상의 점, E: 외연에서 외연점과 하연점을 잇는 직선에서 가장 멀리 떨어져 있는 유방윤곽선상의 점), b: 세 곡률들을 정면 모습(C_w : 유방 전체 곡률, C_i : 내연곡률, C_o : 외연곡률), c: 세 가지 곡률(C_w, C_i, C_o)의 방향성

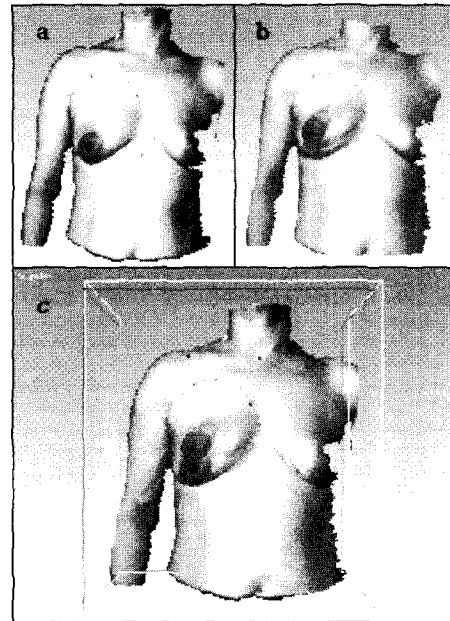


[그림 17] 유방 표면적 구하기. a: 윤곽선 내의 유방 선택, b: 따로 분리된 유방

수 있다. 합치는 일반적으로는 떨어져 있는 두 영상을 원하는 부위에 합할 때 쓰는 기법이다. 여기에서는 두 영상에서 자세에 따라 위치변화가 적은 세 점(예: 목앞점, 흉골상점, 쇄골끝점)을 중심으로 서로 같은 위치에 위치하도록 합치시켰다. 이렇게 하면 유방 밀선에 대한 정보는 테이프를 사용한 영상에서 얻을 수 있으므로 필요한 영상은 화면에 출력시키고 다른 영상은 감추어두면서 분석을 수행할 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 유방의 분석을 위하여 기본적으로



[그림 18] 합성과정과 결과. a: 처진 유방을 자연스럽게 늘어뜨린 상태, b: 테이프로 들어올린 상태, c: 두 영상의 합성 결과

고려해야 할 방법들을 고찰하였다. 즉, 유방의 윤곽은 해부학적 형태를 바탕으로 힘을 상측 방향과 내측 방향으로 가했을 때 생기는 접힘 선을 이용하면 나체상태에서도 신뢰성 있게 피부 위에서 탐지가 가능했다.

또한 3차원 계측에 있어서 중년여성의 실제 계측을 바탕으로 실현 가능한 유방의 계측점들을 찾아내는 방법과 유방과 관련된 계측치들에 대한 산출방법을 제안했으며 치진 유방에 대한 분석 방법도 제안했다. 이러한 기초적 방법들이 유방 및 관련 제품의 평가에 대한 3차원 분석기법 확립에 관한 후속 연구들에서 통하여 지속적으로 검증되어 표준화가 조속히 이루어져야 할 것으로 보인다.

후 기

“이 논문은 2000년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구(KRF-2000-042-D00129)된 내용의 일부임”

참 고 문 헌

1. 내수의류시장 2000년 현황 및 2001년 전망, http://www.kaia.or.kr/Home/trend/trend_view.asp?TREND_BOARD_no=1, July 2001.
2. Kim, K. H., Kim, M. S., A Study on the Usage of and Dissatisfaction Factors with Brassiere for Middle School Girls, *The International Journal of Costume*, 1(1), 26-37, 1998.
3. 김정화 · 이선영 · 홍경희, 중년 여성의 감성 Brassiere 개발(1보); 소비자 요구분석을 기초로 한 제품 디자인 요소 추출, *한국의류학회지*, 24(5), 714-723, 2000.
4. 김정은, 시판 화운데이션 제품에 대한 불만족요인 연구: 브라지어와 거들을 중심으로, 숙명여자대학교 산업대학원 석사학위논문, 1991.
5. 강여선, 기능적 Brassiere 개발에 관한 연구, 이화여자대학교 석사학위논문, 1991.
6. 이경화 · 최혜선, 노년 여성용 브라지어 개발을 위한 흉부형태 분석에 관한 연구, *한국의류학회지*, 19(6), 995-1007, 1995.
7. 김영숙 · 손희순, 성인여성의 연령집단별 유방형태 분석에 관한 연구, *대한가정학회지*, 39(2), 25-40, 2001.
8. 박은미 · 손희순, 20대와 40대 여성의 유방형태 분석, *대한가정학회지*, 34(2), 85-97, 1996.
9. 최혜선 · 손부현, 기능적 Sports-brassiere 개발에 관한 연구, *한국의류학회지*, 20(3), 452-466, 1996.
10. Lee, H. Y., Hong, K. H., Kim, J. W., and Lee, S. Y., Development of Design Parameters of Brassiere: PT1. Three Dimensional Shape of the Breast and Under-Wire of the Brassiere, *KSCIT/ITAA, Proceedings*, p. 90, June 2001.
11. 이경화, Replica법을 이용한 성인 여성 유방 형태 분석에 관한 연구, *한국의류학회지*, 21(4), 689-698, 1997.
12. 이경민 · 최혜선, 유방용적 측정과 인체계측에 관한 연구: 중년 여성을 대상으로, *대한가정학회지*, 38(12), 249-256, 2000.
13. 박은미, 성인여성용 브라지어 치수규격과 원형개발 연구, 숙명여자대학교 박사학위논문, 2001.
14. Jones, P. R. M., Roux, M., Three-dimensional Surface Anthropometry: Applications to the Human Body, *Optics and Lasers in Engineering*, 28, 89-117, 1997.
15. Xu, B., Sreenivasan, S. V., A 3-D Body Imaging and Measurement System for Apparel Customization, *Journal of Textiles and Institute*, 90, part 2, No. 2, 104-120, 1999.
16. Read, C., A womens breast. Melbourne (VIC): Ashwood Medical House, 1993.
17. Page K. A., Steele, J., Breast Motion and Sports Brassiere Design: Implications for Future Research, *Sports Med*, 27(4), 205-211, 1999.
18. 강진성 · 최신 성형 외과학, 계명대학교 출판부, 1918-1924, 1995.
19. 심부자, 피부인간공학, 교문사, 1996.
20. 백상호, 기초인체해부학, 대한간호협회, p. 100, 185-186, 1977.
21. 김승우 · 정문식, 최이배(Yi Bae Choi), 오정택, 위상천이 격자를 이용한 영사식모아래, *대한기계학회지*, 22(5), 850-857, 1998.
22. INUS technology, RapidForm2001 Tutorial, 2001, INUS technology.
23. 조선일보, 2001년 6월 30일, p. 22, 미스터코리아 선발대회 여자부 경기사진.
24. 조선일보, 2001년 4월 6일, p. 10, 헝가리 패션쇼 사진.
25. 土井サテヨ, 身體との關係による パターンメーキング, *纖維製品消費科學*, 21(5), 1980.
26. 田中佐子, 小池枝子, 衣服設計のための體幹部角度計測法, *廣島女子大學部紀要*, 17(3), 1982, 54-63.
27. 이선영 · 홍경희 · 김정화, Brassiere의 착용감과 Wire의 형태 분석, *한국의류산업학회 추계학술발표회 초록집*, 1999, 15.