



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의류학박사 학위논문

유방전절제환자를 위한
개인 맞춤형 인조 유방 개발

2022년 2월

서울대학교 대학원

의류학과

구 다 숨

유방전절제환자를 위한 개인 맞춤형 인조 유방 개발

지도 교수 박 주 연

이 논문을 의류학박사 학위논문으로 제출함
2021년 11월

서울대학교 대학원
의류학과
구 다 슝

구다슝의 의류학박사 학위논문을 인준함
2022년 1월

위 원 장 김 성 민 (인)

부위원장 김 주 연 (인)

위 원 남 윤 자 (인)

위 원 이 정 임 (인)

위 원 박 주 연 (인)

초 록

본 연구의 목표는 한국인 40-50대 여성의 유방 유형을 반영하고, 유방절제환자의 3차원 인체 형상 데이터를 활용하여 개인 맞춤형 인조 유방의 설계방법론을 도출하고, 장시간 착용에 적합한 무게를 선정하는 것이다. 또한 프로토타입 인조 유방을 제작하여 다중적 사용성 평가를 통해 사용적합성을 검증하는 것이다. 연구 목표를 달성하기 위해, 아래 연구 단계를 거쳐 본 연구를 진행하였다.

첫번째 단계로, 인조 유방 설계 방법론의 도출을 위해 5차 사이즈 코리아의 유방부위 3차원 데이터 306개를 활용하여 한국인 40-50대 여성의 유방의 구성 요인을 분석하고, 유형별 특징을 비교하였다. 또한 건강인 연구 참여자를 대상으로 프로토타입 인조유방의 무게의 기준을 찾기 위해 가슴위치의 무게를 다르게 하여 정적, 동적상태에서의 압력 중심점을 비교 분석하였다.

두번째 단계로, 본 연구를 위해 모집된 실제 유방절제환자 3인의 맞춤형 인조 유방을 제작하기 위해 3차원 인체 형상 데이터를 습득하고 유형별 인조 유방 설계 회귀식을 적용하여 인조유방 설계치수를 도출하였다. 이를 기반으로 3차원 소프트웨어 프로그램을 사용하여 인조 유방의 형태와 몰드를 모델링 하고 3D프린터를 이용하여 프로토타입 인조유방을 제작하였다. 또한 실제 유방과 유사한 촉감을 제공하기 위해 경도가 낮은 실리콘을 경도가 비교적 높은 실리콘 안에 적층하는 방식으로 제작하였다.

마지막으로 제작된 프로토타입의 사용적합성 평가를 위해 정적상태와 동적상태의 압력중심점을 비교 분석하여 균형성을 평가하였으며, 주관적 착용성 평가를 위해 시판인조유방과 비교하여

가장 선호하는 프로토타입 인조유방을 각 1주일 착용 후 설문 평가와 비대면 인터뷰를 통해 착용성을 평가하였다.

본 연구를 통해 도출한 결과를 요약해 보면, 첫째, 연구 참여자의 인구통계학적 특성과 신체적 특징, 인조유방에 대한 사용 실태를 파악할 수 있었다.

둘째, 한국인 40-50대 여성의 유방의 구성 요인을 분석하고, 3가지 유방형태로 분류하였다. 따라서 누드 상태에서 보정이 필요한 유방부위 세부항목에 따라 유형별 인조유방 설계 회귀식을 도출하였다. 다음으로 무게에 따라 정적, 동적의 균형성에 통계적 유의미함이 나타나지 않아 남아있는 가슴의 무게보다 가벼운 인조유방을 착용하여도 균형성에 부정적 영향을 미치지 않을 것이라 예상하였다. 따라서 위의 결과에 따라 인조유방 설계를 위한 형태 보정 방법과 무게 선정방법을 도출하였다.

셋째, 유방전절제 연구 참여자 개인에 맞춰 앞선 도출한 보정 회귀식에 따라 맞춤형 인조유방의 설계치수를 도출하고, 모델링 프로그램과 3D 프린터를 사용하여 인조유방을 제작하였다. 제작된 프로토타입 인조유방은 3가지였으며, 연구 참여자의 잔존 유방 형상, 보정 회귀식을 적용한 맞춤형 인조유방, 보정 회귀식을 적용하고 무게가 감소된 맞춤형 인조유방이었다.

마지막으로 프로토타입 인조유방에 대한 사용적합성을 검증하였다. 사용성 평가 결과, 프로토타입 별로 균형성에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 또한 주관적 착용평가의 개별 사례를 살펴보았을 때, 유방1에 속하는 연구참여자 A는 프로토타입 인조유방에 대해 만족하였다. 하지만 평소 본인의 가슴보다 큰사이즈의 인조유방을 선호하는 연구참여자 B와 세 연구 참여자중

유방이 가장 큰 편인 연구 참여자 C의 경우 프로토타입의 무게에 대해서는 만족하였지만, 볼륨에 대해 불만족하는 경향을 보였다. 따라서 유형 1에 속하는 유방의 경우에는 본 연구에서 도출한 인조유방 설계 회귀식을 사용하여 인조유방 제작에 사용할 수 있을 것이라 생각되며, 추후에는 모델링된 인조유방에 대하여 볼륨의 정도와, 무게에 대한 선택지를 추가하거나, 후속 연구로 C컵 이상의 유방에 대한 설계 회귀식을 도출할 필요가 있다고 생각된다.

본 연구는 유방암 환자의 특성으로 인한 연구참여자가 적다는 한계점과 촉감이 시판 인조유방 보다 단단하다는 재료적 한계점이 있다. 하지만 재료 분야, 의학 분야와의 융복합 연구를 통해 재료의 개선을 할 수 있을 것이라고 생각된다. 또한 본 연구는 거의 다루어지지 않는 한국인 유방암 환자를 위한 인조유방의 개발에 관한 연구를 시도하였으며, 개인 맞춤형 인조유방의 설계 방법론을 구축하였다는 것에 의의가 있다. 기존의 시판인조유방과 비교하여 한국인 체형을 반영하고, 가벼운 무게로 장시간 착용에 부담을 줄인 개인 맞춤형 인조 유방으로 실직적인 인조유방의 착용율을 높이는데 도움을 주어 근골격계 질환의 예방뿐 아니라, 심리적으로 긍정적인 효과를 주어 삶의 질이 상승할 수 있을 것이라고 기대한다.

주요어 : 유방암, 유방전절제술환자, 인조유방, 3차원스캔데이터, 균형성
학 번 : 2018-32435

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 필요성	1
제 2 절 연구의 목적	5
제 2 장 이론적 배경	7
제 1 절 유방암과 인조 유방	8
1.1. 유방전절제 환자의 특성	8
1.2. 유방암환자와 인조 유방 관련 선행연구	9
1.3. 유방전절제술을 시행한 환자의 인조 유방 착용의 필요성	15
제 2 절 여성의 유방형태 분석	21
2.1. 여성의 유방 부위 측정과 분류방법에 대한 고찰	21
2.2 유방의 부피 산출 방법	24
제 3 절 사용적합성 평가 방법의 고찰	26
제 4 절 사례분석	30
제 3 장 연구 방법	33
제 1 절 유방전절제 환자를 통한 사례분석	35
1.1. 사례분석을 위한 유방전절제 연구 참여자 선정	35
1.2. 유방전절제 연구 참여자의 3 차원 인체 형상 습득과 유방 부위 세부 항목의 측정	36
제 2 절 인조유방의 설계 방법론 도출	38
2.1. 40-50 대 한국인 여성의 유방형태 분석	38
2.2. 보정 필요 항목과 유형별 인조유방 설계 회귀식 도출	40
2.3. 무게에 따른 균형성 분석을 통한 적절한 인조유방의 무게 도출	41
제 3 절 프로토타입 인조 유방의 설계 및 제작	51
3.1. 프로토타입 인조 유방의 모델링 설계	51

3.2. 프로토타입 인조 유방의 몰드 출력 및 제작.....	53
제 4 절 프로토타입 인조 유방의 평가.....	57
4.1 프로토타입 인조 유방의 사용적합성 평가.....	57
4.2. 프로토타입 인조유방의 주관적 착용성 평가.....	61
제 4장 결과 및 고찰.....	64
제 1 절 연구참여자의 선정 결과.....	64
1.1. 사례분석을 위한 연구참여자의 선정 결과.....	64
1.2. 유방전절제 환자의 3 차원 인체 형상 측정 결과.....	69
제 2절 인조유방 설계방법론 도출 결과.....	70
2.1. 40-50 대 여성의 유방형태 분석 결과.....	70
2.2. 보정 필요 항목 유형별 인조유방 설계 회귀식 도출 결과.....	79
2.3. 무게에 따른 균형성 분석을 통한 적절한 인조유방의 무게 도출 결과.....	82
2.4 개인 맞춤형 인조유방의 설계 프로세스.....	91
제 3 절 개인 맞춤형 프로토타입 인조 유방의 설계 및 제작.....	92
3.1. 프로토타입 인조 유방의 모델링 설계 결과.....	92
3.2. 프로토타입 인조 유방의 몰드 출력 및 프로토타입 인조 유방 제작.....	94
제 4 절 프로토타입 인조 유방의 평가.....	99
4.1 연구 참여자의 인조유방 착용 외관 평가.....	99
4.2. 사용 적합성 평가.....	105
4.3. 주관적 착용성 평가 결과.....	118
제 5장 결론 및 제언.....	124
참고 문헌.....	131
부록.....	141
Abstract.....	146

표 목차

표 1. 시판 인조유방브랜드의 사이즈 선택 가이드	11
표 2. 유방의 측정 기준점	22
표 3. 측정 3차원 데이터의 유방 세부 부위 측정 항목	36
표 4. 측정복을 착용한 좌우 유방의 측정치 비교 분석	39
표 5. 원뿔과 타원의 부피 공식	42
표 6. 유방 부피 계산을 위해 필요한 항목	42
표 7. 3D 프린터 파라미터 설정	54
표 8. 인조유방 내의 실리콘 적층 구상도	56
표 9. 주관적 착용평가 설문 문항	62
표 10. 유방전절체 연구 참여자의 인구통계학적 특징	64
표 11. 유방전절체 연구 참여자의 유방암 브래지어와 인조유방의 착용 실태	65
표 12. 유방전절체 연구 참여자의 3차원 인체형상 측정 데이터	69
표 13. 40-50대 여성의 유방 세부항목 요인분석 결과	72
표 14. 40-50대 유방의 유형별 대표 3차원 형상	74
표 15. 40-50대 여성의 유방부위 세부항목의 군집 분석 결과	75
표 16. 표준화된 정준판별계수	77
표 17. 군집의 판별 확률	78
표 18. 측정복 유무에 따른 유방전절체 연구 참여자 유방의 측정치 비교 분석	79
표 19. 보정 유방의 세부측정 항목 회귀분석	81
표 20. 40-50대 여성의 평균 유방 부피	82
표 21. 건강인 연구 참여자의 인구통계학적 특성	83
표 22. 건강인 연구 참여자의 무게에 따른 어깨 기울기 차이	84
표 23. 건강인 연구 참여자의 보행 전후 정적 압력 중심 비교 분석	85
표 24. 건강인 연구 참여자의 무게에 따른 보행 시 압력 중심의 변화 비교	88
표 25. 건강인 연구 참여자의 무게에 따른 보행 시	

압력 중심의 변화 비교 분석	88
표 26. 인조유방에 사용된 유방전절제 연구 참여자의 유방유형과 인조유방 설계치수	92
표 27. 프로토타입 인조유방 몰드의 모델링	95
표 28. 프로토타입 인조유방 몰드의 출력	96
표 29. 인조유방 제작 결과	96
표 30. 연구참여자별 유방의 부피와 각 프로토타입의 무게	96
표 31. 피험자 A 의 인조유방별 착장 모습	98
표 32. 피험자 A 의 인조유방별 착장 3차원 형상	98
표 33. 피험자 B 의 인조유방별 착장 모습	99
표 34. 피험자 B 의 인조유방별 착장 3차원 형상	100
표 35. 피험자 C 의 인조유방별 착장 모습	100
표 36. 피험자 C 의 인조유방별 착장 3차원 형상	101
표 37. 각 인조유방의 측정치	101
표 38. 사례별 걷기 전후 어깨 기울기의 변화	103
표 39. 프로토타입 인조유방에 따른 어깨 기울기 차이	104
표 40. 각 사례별 프로토타입에 따른 정적 압력중심점 변화	106
표 41. 프로토타입 인조유방에 따른 피험자의 정적 무게중심 비교	107
표 42. 각 사례별 프로토타입 인조유방에 따른 보행 시 압력 중심의 변화 비교	111
표 43. 각 사례별 프로토타입에 따른 보행 시 압력중심점 변화	111
표 44. 프로토타입 인조유방에 따른 보행 시 압력 중심의 변화 분석	112
표 45. 일상 복 착용 후 인조유방의 외관 및 착용성 평가 결 과	118
표 46. 인조유방의 외관 및 착용성 평가 결과	119
표 47. 유형별 인조유방 설계 방법론의 검증 및 개선 사항	127

그림 목차

그림 1. 시판 인조유방(A 브랜드)	11
그림 2. Abidas posture 소프트웨어 프로그램	16
그림 3. 횡방향 어깨 상승이 일어난 유방전절제 환자	18
그림 4. 유방의 부피를 구하기 위한 예시	24
그림 5. 연구흐름도	34
그림 6. 유방의 부피를 구하기 위한 모식도	43
그림 7. 건강인 연구 참여자의 무게에 따른 압력중심 변화 실험의 순서도	48
그림 8. 실험복과 실험복 착장 3차원 스캔 형상	48
그림 9. Design X를 사용한 어깨 각도 측정	49
그림 10. 정적 압력 중심의 95% 압력중심점 영역	49
그림 11. 동적 압력 중심의 변수	40
그림 12. ENDER-5 FDM 3D(Creality, China)	54
그림 13. 실험복으로 사용한 유방암 환자용 브래지어	58
그림 14. 건강인 연구 참여자의 보행 전후 정적 압력 중심 데이터의 비교	85
그림 15. 개인 맞춤형 인조유방의 설계 프로세스	91
그림 16. 연구 참여자 A의 인조유방 외관 및 착용성 평가 설문 결과	116
그림 17. 연구 참여자 A의 인조유방 외관 및 착용성 평가 설문 결과	117
그림 18. 연구 참여자 A의 인조유방 외관 및 착용성 평가 설문 결과	118

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 필요성

유방암은 미국 및 서구의 많은 국가에서 여성에게 발생하는 가장 흔한 암으로 전체 여성 암의 24.2%를 차지하며, 사망률 또한 15%로 가장 높다. 우리나라의 경우에도 유방암이 1위를 기록하고 있으며 주로 40,50대에서 가장 많이 발병하고 있다(Kim et al., 2011; Korean Breast Cancer Society, 2020; Korea Central Cancer Registry, 2016). 유방암의 치료법으로는 유방보존술과 유방전절제술, 약물치료가 있으며 최근 조기진단과 의료기술의 발달로 수술 후 10년간의 생존율이 86.6%로 높아지는 추세이다(Korean Breast Cancer Society, 2020; Lee, 2007; Oh, 2016). 그러나 유방암 환자들은 수술 뿐만 아니라 수술 후 회복 과정에서 신체적인 고통과 유방의 절제로 인한 심리적으로 우울, 불안, 상실감, 재발에 대한 두려움 등을 느끼고 있으며, 치료 후의 생존기간이 길어짐에 따라 유방암환자들의 삶의 질 향상을 위한 노력이 더욱 중요하게 고려되어야 할 것이다(Kim, 2016; Lee, 1995; Park, 2008).

다른 한편, 유방전절제술로 인한 한쪽 유방의 손실은 흉부 척추의 측만증을 발생시키고, 어깨 기울기의 변화나 몸통 자세의 불균형이 생길 수 있다(Celenay, 2020; Peres, 2017; Serel, 2017). 또한 한쪽 방향의 지속적인 무게 부하는 신체의 스트레스를 반복적으로 발생시켜 근육과 신경의 조절이 약해지고 근골격계의 문제가 발생하며, 체간의 비대칭적인 불안정성과 더불어 균형을 유지하는 능력에도 영향을 미치게 된다(Motmans et al, 2006; Whittfield et al,

2001). 그러므로 좌우의 무게를 유사하게 맞춰 주는 인조 유방의 착용이 이러한 근골격계의 질환을 예방할 수 있을 것이다.

따라서 재건 수술을 받지 않은 절제 환자의 경우 인조 유방의 사용이 필요하게 된다(Lopera-Muñeton, 2019). 인조 유방의 착용은 손실된 인체를 보완함으로써 몸의 균형을 맞추어 근골격성 합병증을 예방해주며, 심미성 충족의 목적뿐 아니라 여성 정체 감에도 긍정적인 영향을 미치는 요인이 된다. 하지만 착용하지 않거나 올바르게 착용하지 않으면 가슴 양쪽의 무게의 균형이 달라지므로 인체의 좌우, 앞뒤 균형이 무너져 체형이 변화될 가능성이 있다(Roberts et al., 2003; Rostkowska et al., 2006; Noh, 2009). 더불어, 무겁다고 느껴 인조 유방을 제대로 착용하는 유방암 환자가 많지 않으며, 수면을 제외하고 장기간 사용할 때 더욱 무거움을 느낀다고 하였다(Choi & Lee, 2001; Jun et al., 2012; Koo et al., 2020). 하지만 현재 유방전절제 환자들이 시판 인조 유방을 구매할 때 기존 착용 브라지어의 사이즈를 고려해 인조 유방을 선택하지만, 무게 요인을 별도로 고려해 선택하지는 못하는 실정이다.

또한 시판 인조유방에 대해 유방절제환자들은 인조 유방이 자신의 체형과 잘 맞지 않는다는 문제점을 지적했다(Choi & Lee, 2001; Jun et al, 2012;). 특히, 국내에 판매되고 있는 인조 유방이 미국이나 독일 등의 서구형 체형에 맞춰진 형태이므로 한국인의 체형에 맞지 않는다는 형태에 대한 불만이 있었다(Koo et al., 2020). 따라서 무게 문제를 개선할 뿐만 아니라, 한국인 여성의 체형에 맞춰진 인조 유방의 개발이 필요하다. 이처럼 유방전절제 환자를 위한 인조 유방의 개선의 필요성이 대두되고 있지만 실질적인 인조 유방의 개발에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

현재 피부색을 맞춰주거나, 수술한 가슴 흉벽의 모양에 맞추어진 맞춤형 인조유방을 제작하는 곳이 존재하고 있다. 하지만 국외 한정된 곳에서 가능하며, 스캐너를 사용하므로 환자의 방문이 필수이므로 국내의 유방암환자가 이용하기에 무리가 있다고 판단된다(*ABC custom breast prosthesis*, n.d.; *My reflection formed to you*, n.d.). 국내의 경우에는 맞춤형 인조유방을 제작하는 곳이 거의 전무하며, 석고본을 뜨는 방식을 사용해 누드형태의 유방을 제작하고 있는 실정이다(*making & managery*, n.d.).

하지만 누드 형태의 유방은 브라를 착용한 형태와 다르며, 유방암 환자들은 인조유방의 착용을 위해 브래지어 착용이 필수이다(Nam et al, 2002; Park & Jang, 2014). 또한 연령이 증가함에 따라 보정하는 브라보다는 압박감이 적은 브라를 사용하는 것을 선호(Park & Jang, 2014)한다. 그러므로 누드형태의 유방 형태를 최소한으로 보정된 브라를 착용한 형태로 보정하는 방법에 대한 연구가 필요하다고 생각되었다.

따라서 본 연구에서는 개인의 인체 형상을 반영하고 적절한 무게를 가진 맞춤형 인조 유방의 설계 방법론을 도출하고자 한다. 그러므로 유방의 형태가 변형되는 것을 최소화했으며, 인체에 밀착되어 들뜨는 부분이 없으면서도 인체 실루엣을 왜곡없이 나타낼 수 있도록 제작된 사이즈코리아의 측정복(Kim, 2000; Nam et al, 2004)을 입은 상태의 데이터를 사용하여 누드형태의 유방 형태를 최소한으로 보정된 브라를 착용한 형태로 보정하는 방법에 대해서 연구하고 무게에 따른 균형성을 비교하여 적절한 인조유방의 무게의 도출에 대한 연구를 하고자 한다. 더불어 3D 스캐닝과 3D 프린터를 이용한 실물의 제작은 모델링 수정이 자유로우며 과거 석고 본을 뜨는

방법보다 시간이 절약되어 이점이 있으므로(Choi et al, 2016) 3차원 모델링과 3D 프린터를 활용하여 개인 맞춤형 인조 유방을 제작하고자 한다.

또한 본 연구에서 인조유방의 착용에 따른 인체의 균형성을 비교 분석하여 프로토타입 인조 유방의 사용성을 정량적으로 평가하고자 한다. 더불어 주관적 착의 평가를 통해 착용적합성을 평가하여 다중적으로 사용적합성을 검증하고 사례분석을 통해 결과를 고찰하고자 한다. 이와 같은 연구 과정을 통해 개발된 개인 맞춤형 프로토타입 인조 유방은 환자 개인의 인조 유방 사용률을 높이고 유방암환자의 손실된 인체를 보완해 줌과 동시에 바른 인체의 자세를 잡아주어 긍정적인 신체 이미지를 제공하며 건강한 삶을 영위할 수 있도록 할 수 있을 것이다.

제 2 절 연구의 목적

본 연구는 1) 한국인 40-50대 여성의 유방 유형 분석 결과와 유방절제환자의 브라 착용 상태에서의 3차원 유방 형상 데이터를 반영하여 개인 맞춤형 인조 유방의 설계방법론을 도출하고, 2) 장시간 착용에 적합하도록 조정된 무게의 인조 유방 프로토타입을 제작하여 실제 착용 테스트를 통해 사용적합성을 검증하고자 한다.

구체적인 연구의 목적은 다음과 같다.

연구목표 1(RQ1): 유방 형태와 무게가 적합한 개인 맞춤형 인조 유방을 설계 및 제작하는 방법론을 도출한다.

- 1-1. 유방전절제 연구참여자를 선정하고 3차원 인체형상을 습득하여 유방부위 세부항목을 측정한다.
- 1-2. 5차 사이즈코리아 3차원 데이터를 활용하여 한국인 여성 40-50대의 유방 형태를 분류, 분석한다.
- 1-3. 보정이 필요한 유방부위의 세부항목을 도출하여, 유형별 보정 회귀식을 도출한다.
- 1-4. 인체 균형에 부정적 영향을 미치지 않는 인조유방의 적정 무게를 도출한다.

연구목표 2(RQ2): 사례연구를 통해 실제 유방전절제 환자의 개인 맞춤형 인조유방을 제작하고, 사용적합성을 평가 검증한다.

- 2-1. 개인 맞춤형 인조유방의 설계방법을 바탕으로 실제 유방전절제 환자 3인의 개인 맞춤형 인조 유방을

설계하고 3D 프린팅한다.

- 2-2. 유방전절제 환자의 선호 인조 유방 무게를 기반으로 프로토타입을 제작하고 인조 유방 착용에 따른 인체 균형감에의 영향을 정량적으로 검증한다.
- 2-3. 제작된 프로토타입 인조 유방의 실제 착용 평가를 통해 실제 유방전절제 환자 3인의 주관적 착용성을 정성적으로 평가한다.

제 2 장 이론적 배경

본 장에서는 이론적 배경으로서 유방암 환자에 대한 특징을 살펴 보기 위해 유방암환자의 특성에 대해 정의하였으며, 유방암 환자의 인조유방 사용실태를 조사하기 위해 선행연구들을 정리하였다. 또한 인조유방 착용의 필요성을 고찰하기 위해 유방전절제술을 받은 환자의 신체 자세에 대한 문헌 조사를 실시하였다.

다음으로 인조 유방의 3차원 설계를 위해 여성의 유방의 형태를 분석하기 위한 측정 점의 정의와 분류, 분석 방법, 유방의 부피 계산 방법에 대해 선행연구를 통하여 고찰하였다.

또한 무게 부하의 위치와 방법, 부하량에 따른 정적, 동적 압력 중심의 변화를 분석하여 인체의 균형성을 평가한 선행연구를 고찰하여 사용성 평가방법에 활용하고자 하였다.

마지막으로 사례분석에 대한 고찰과, 사례분석을 통한 결과 해석 방법에 대해 고찰하였다. 이 방법을 활용하여 유방전절제 환자를 통해 맞춤형 인조유방을 제작하고, 평가결과의 해석에 환자 개인의 삶을 참고함으로써 맞춤형 인조유방의 방법론을 검증하고자 한다.

제 1 절 유방암과 인조 유방

1.1. 유방전절제 환자의 특성

유방암은 유방에 발생한 암세포로 이루어진 종괴를 의미하며, 일반적으로 유방의 유관과 유엽에서 발생하는 암을 말한다. 유방암은 유방 구성 조직 어디에서나 발생할 수 있어 다른 암에 비해 종류가 다양하므로 유방암 진행에 따라 크게 0기, 1기, 2기, 3기 4기로 구분된다. 유방암 치료는 발생 연령, 병기, 암의 병리학적 특성, 환자의 심리 상태 등을 고려하여 수술, 방사선치료, 항암화학요법, 내분비치료, 표적 치료 등 적절한 치료법을 적용해야 한다(Korean Breast Cancer Society, 2020).

유방절제술은 유방의 일부 또는 전부를 제거하는 수술이며 유방보존술과 전체유방절제술을 포괄하는 용어이다. 유방절제술은 대개 유방암의 치료목적으로 시행된다. 유방암 수술 방법은 크게 유방을 보존할 수 있는 부분 절제의 유방 보존술, 유두를 포함한 유방 전체를 제거하는 유방 적출 및 유방 아래에 존재하는 근육을 제거하기도 하는 유방전절제술, 그리고 유방을 새로 만들어 주는 유방 복원술로 나눌 수 있다. 유방암 병기에 따라서 항암제나 호르몬제를 사용하여 전신 치료와 방사선을 사용하거나 외과수술을 진행하는 국소치료법을 진행하는데, 유방절제술은 국소 치료법에 해당한다(Noh, 2009; Lee & KBS production team, 2010).

1.2. 유방암환자와 인조 유방 관련 선행연구

Choi & Lee(2001)의 연구에서는 유방암 환자 전용 브래지어와 인조 유방, 구매 장소는 제한되어 있으며 수입 제품을 제공하는 매장에서만 구입이 가능하며 다양한 형태나 브래지어를 비축하지 않는다고 하였다. 또한 그런 제품을 주문 제작하는 가게나 회사는 없으므로 유방암환자들에게 특별히 맞춰야 함에도 불구하고 완전히 정확한 일치를 이루기는 불가능하다고 말했다. 또한 수입 보형물은 대부분 실리콘으로 만들어져 있어 자연스러운 유방의 느낌을 줄 수 있다. 그러나 매우 비싸고 크기 마다 한 가지 유형만 수입되기 때문에, 인조 유방의 무게가 무거우며 공기순환이 되지 않아 땀이 나는 것 같은 문제가 자주 보고된다고 말했다. 따라서 보형물(인조유방)은 착용자에게 적절한 중량 이어야 하며 공기순환이 되어야 하며 부드러워야 한다. 또한, 브래지어 컵은 모든 일상 활동 중에 완벽하게 맞아야 하고 제자리에 있어야 한다고 말했다.

Oh(2016)의 연구에서는 유방전절제술을 받은 뒤 보존술을 받은 대상자와 받지 않은 대상자로 나누어 수술 후 심신의 변화에 따른 의생활의 공통점과 차이점에 대해 조사하였다. 공통점으로는 유방 절제 수술로 변형된 체형을 노출시키고 싶어 하지 않았고, 타인에게 본인이 유방암 환자인 것을 알아채 주어 배려해 주기를 바라지 않는 것으로 확인되었다. 그러므로 유방 절제 범위가 큰 유방전절제술의 대상자는 신체 이미지의 고양을 위하여 절제된 유방의 보완이 가능한 의복 및 보조물(인조 유방)을 선호하였다. 그러나, 유방전절제술을 받은 대상자를 위한 브래지어나 인조 유방은 고가 임은 물론, 낮은 감성 만족도를 나타내었고, 특히 유방암 수술을 받은 대상자들을 위한 전문 의복이 필요하다고 응답하였다. 향후, 유방 절제

수술을 받은 한국 여성 대상자를 위한 치유 복장, 브래지어나 인조 유방등의 개발에 있어, 이와 같은 감성 조사가 효과적인 정보 자료로 사용되어 신체 이미지 증진은 물론 삶의 질 향상에 도움이 될 것이라고 말했다.

Jun et al(2012)은 유방절제술을 시행한 유방암 생존자 중 인조 유방을 착용하는 생존자들을 대상으로 인조 유방 사용 경험을 파악하고 인조 유방을 사용하는 유방암 생존자들의 만족도를 향상하는데 도움이 되는 기초자료를 얻고자 하였다. 연구는 포커스 그룹을 통한 질적 연구를 통해 진행되었으며, 10명 이내 단위의 총 6개 그룹으로 진행되었다. 질문내용으로는 인조 유방 사용에 대한 경험, 좋았던 점과 개선이 필요한 점, 추가하고 싶은 말씀으로 구성되었다. 연구의 참여자들은 인조 유방이 비싸고, 덥고, 무겁고, 착용 시 불편하다고 하였으며, 인조 유방 구입에 대한 부담감을 덜기 위해 의료보험 지원이 필요하다고 말하고 있었다. 또한 인조 유방용 브라도 기능성만 고려할 것이 아니라 미적인 부분까지 고려한 다양한 제품이 개발, 시판될 필요가 있다고 말하고 있었다. 따라서 이러한 것들을 통해 인조 유방, 브라에 대한 비용 부담을 없애고, 착용 시 불편함이 최소화된다면 유방암 생존자들이 인조 유방을 더 규칙적으로 착용할 것이며, 체형변형으로 인한 2차적인 고통을 예방하는데 크게 기여할 것이라고 말했다.

Koo et al(2020)은 유방절제술을 시행한 환자들이 사용하는 인조 유방의 착용 실태와 판매 실태를 조사하고 요구 및 개선사항을 파악하였다. 유방암 환자들은 사용중인 인조 유방에 대하여 착용 시 더위를 느끼며, 사이즈 선택의 어려움과 구입가격의 부담감을 느끼고 있었다. 또한 가장 많이 사용하는 브랜드는 주로 외국 브랜드이

며, 외국 수입 제품에 의존하기 보다는 국내의 기술을 이용해 한국인의 체형에 맞춘 인조 유방을 개발하는 것이 가격의 부담감을 낮추면서 착용만족도를 높일 수 있을 것이라 말했다.

또한 인조 유방은 유방암 환자용 브래지어의 컵에 삽입하거나 피부 위에 부착하여 착용하므로 브래지어의 컵 치수와 같게 구매해야 한다. 따라서 브랜드의 홈페이지에서 사이즈 차트를 검색한 결과, 표1과 같이 평소 착용하는 브래지어 사이즈에서 유추한 사이즈 체계를 사용하고 있었다. 하지만 평소 착용하던 브래지어 사이즈와 같은 인조 유방을 구매하여도 인조 유방이 유방암 환자의 가슴보다 커 작은 사이즈로 교환해야 했으며, 브랜드마다 사이즈 체계가 달라, 다른 브랜드의 인조 유방을 구입하고자 할 때 사이즈 선택에 어려움이 있었다.



그림 1. 시판 인조유방(A 브랜드)

표 1. 시판 인조유방브랜드의 사이즈 선택가이드

(www.amoena.com)

Bands (cm)	AA	A	B	C	D	E	F	G
60		0	1	2	3	4	5	6

65	0	1	2	3	4	5	6	7
70	1	2	3	4	5	6	7	8
75	2	3	4	5	6	7	8	9
80	3	4	5	6	7	8	9	10
85	4	5	6	7	8	9	10	11
90	5	6	7	8	9	10	11	12
95	6	7	8	9	10	11	12	13
100	7	8	9	10	11	12	13	14
105	8	9	10	11	12	13	14	15
110	9	10	11	12	13	14	15	16
115	10	11	12	13	14	15	16	17
120	11	12	13	14	15	16	17	18

Lopera-Muñeton(2019)는 유방절제술은 신체적 변화 외에도 여성의 자기 이미지에 큰 영향을 미치고 여성성의 감퇴를 초래하여 불안과 우울증을 초래할 수 있다고 말하고 있다. 따라서 여성의 대부분은 유방재건이나 외부 유방보형물을 통해 유방 복구와 신체적인 균형을 맞추는 것을 선택한다고 했다. 환자들은 유방보형물을 사용하는 몇 가지 이유를 밝혔는데, 여기에는 불완전성 감각, 타인이 응시하는 시선, 유방의 모양과 대칭 등이 포함된다. 그들은 유방을 잃은 것이 자신의 신체 이미지를 왜곡하고 여성성에 영향을 미친다고 생각했다. 그러므로 보형물은 다른 사람들에게 균형감각, 자세, 모양, 자기표현, 외모에 중요한 역할을 하며, 행복감, 자신감, 여성스러움을 제공한다. 유방절제술을 받는 여성의 약 90%가 영구적으로 또는 유방 재건 전 대기시간 동안 유방 보형물을 사용하는 것으로 추정되었다. 따라서 유방 절제술 후 여성에게는 좋은 품질과 외부 가슴 보형물의 전용이 중요하다고 말하고 있다.

Peres(2017)의 연구에서는 외부 보형물의 사용과 관련하여, 대

부분의 여성들이 자신의 보형물을 정기적으로 사용하고 수면 중에만 제거하여 자세 정렬 유지에 기여한 것으로 나타났다. 또한 즉각적인 유방 재건을 받은 여성은 유방 절제술만 받은 여성보다 더 어렸다. 젊은 여성은 일반적으로 섹슈얼리티와 신체 이미지에 더 관심이 있기 때문에 즉각적인 유방 재건을 선택했다. 노년층 여성은 섹슈얼리티와 신체 이미지 이상의 다른 측면을 고려하는 경향이 있으며, 더 중요한 것은 태도가 상충되는 정도는 아니지만 유방 재건보다 질병 치료를 더 고려한다는 것을 알 수 있었다.

Groszek(2016)의 연구에서 유방암은 폴란드 여성들 사이에서 흔한 악성 종양 중 하나이며 생존율이 증가하고 있지만 유방암은 여전히 종종 불치병으로 간주되고 있다고 말했다. 또한 여성에게 있어 젖가슴은 여성성과 산모의 상징이 된다. 그들의 절단 수술은 심각한 스트레스, 수치심, 장기간의 낮은 기분 또는 우울증의 원인이 된다. 유방암은 여성의 성향에 큰 영향을 미치고 평생에 흔적을 남기는 변화를 일으킬 수 있다. 유방절제술은 감정 상태에 상당한 영향을 미친다. 분위기를 낮추는 것, 낙담하는 것, 슬픔이 응답자 절반 이상에서 관찰됐다. 따라서 유방절제술은 여성의 심리적 행복에 부정적인 영향을 미친다. 또한 여성의 일상적 기능 및 신체 적성은 수술한 사지의 이동성 저하와 함께 통증, 림프 부종 등에 의해 손상된다. 유방암 수술 후 대다수의 환자들의 의견에 따르면, 이 병은 연령, 거주지, 교육수준에 관계없이 더 나쁜 쪽으로 삶을 바꾼다. 수술 후 경과된 시간은 여성의 부정적인 감정과 삶의 질 저하 경험과는 큰 관계가 없다는 것을 알 수 있었다.

유방암 환자들의 인조 유방 사용에 대한 실태를 조사한 선행연구들을 참고하였을 때, 유방암 환자들은 유방을 절제함에 따라 신체의

손실에 대한 상실감을 겪음과 동시에 여성성을 상실했다는 충격과 우울을 경험한다고 하였다. 또한 손실된 인체를 복원하고, 좌우의 달라진 무게의 균형을 맞추기 위해 인조 유방의 착용을 권고 받지만 비용에 대한 부담과 외국인 체형에 맞춰 제작된 외국 브랜드의 인조 유방으로 인한 사이즈 선택의 어려움, 착용감이 좋지 못함 등의 불만으로 인해 착용하는 것을 꺼려 하는 것으로 나타났다. 따라서 한국인 유방암 환자의 체형에 맞는, 착용감을 높인 인조 유방의 개발이 필요하다 사료되었다. 그러므로 국외 수입률에 의존하지 않고, 국내 생산이 가능한 인조유방의 개발은 가격의 부담을 낮출 수 있을 것이다. 또한 시판 인조유방의 사이즈 선택의 어려움과 구매의 어려움을 해소하고, 착용자의 체형에 맞지 않아 크고 무거워 착용감이 좋지 않음에 대한 불만족을 개선할 수 있을 것이라 생각된다.

1.3. 유방전절제술을 시행한 환자의 인조 유방 착용의 필요성

유방전절제술을 받을 경우, 복원술을 받거나 보형물인 인조 유방을 착용하게 되는데, 착용하지 않을 경우, 오른쪽과 왼쪽의 무게의 차이로 인해 인체의 불균형이 올 수 있다고 하였다(Roberts et al., 2003; Rostkowska et al., 2006; Noh, 2009). 따라서 유방전절제술을 시행한 유방암환자의 신체 자세에 대해 분석하여 인조 유방 착용의 필요성을 고찰하고자 하였다.

Lopera-Muñeton(2019)의 연구에서는 Abidas posture 소프트웨어 프로그램을 사용해 유방절제술을 받은 여성의 자세와 생체역학적인 변화를 확인했다(그림 2). 유방 절제술 후 여성의 주요 문제는 상지 기능장애 외에 트렁크 부위의 장애, 특히 흉부 척추 후만증 등으로 척추 중앙부 기능장애 형성에 영향을 미친다. 유방암 생존자들의 수명이 길어짐에 따라 치료의 부작용을 이해하고 치료 중과 치료 후 완화를 위한 조치를 취하는 데 더 큰 초점이 맞춰져 왔다. 특히 유방 절제술 쪽의 척추 뼈가 비 절제술 쪽의 척추 뼈보다 더 크게 위쪽으로 회전하여 척추 편식이 발생하였다. 수술로 인한 어깨 위치의 비대칭은 척추 운동 장애를 초래한다. 유방의 상실에서 발생하는 연 조직 운동성과 흉벽에 걸친 질량 분포의 비대칭성은 잠재적으로 상지의 움직임에 영향을 미치고 트렁크나 팔 증상의 원인이 될 수 있다. 유방 절제술 후 여성의 주요 문제는 트렁크 부위의 장애, 특히 흉부 척추 측만증과 어깨 비대칭으로 척추 중앙부 기능장애 형성에 영향을 미친다.

또 일방적인 유방 절제술 후 제거된 조직은 체중 분포를 깨뜨린다. 따라서 몸통은 수술한 쪽을 향해 횡 방향으로 구부러지는 경향이 있었다. 유방 절제술 후, 적절한 가슴 보형물의 제공은 신체 이

미지와 삶의 질을 향상시키고 관련된 정신적 고통을 줄이는 데 도움을 줄 수 있다. 외부 유방 보형물의 사용은 미용 목적뿐만 아니라 균형 잡힌 신체 자세, 자신감 증가, 삶의 질 향상에도 중요한 것으로 검토되었다.

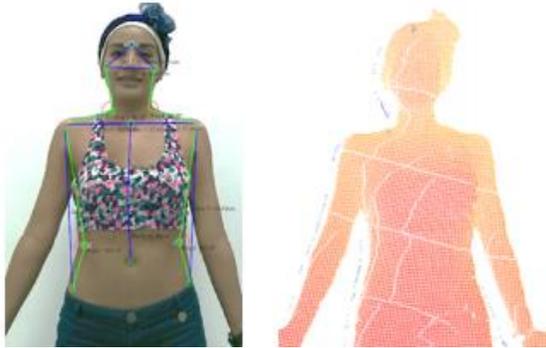


그림 2. Abidas posture 소프트웨어 프로그램 (Lopera-Muñeton, 2019)

Peres(2017)의 연구에서는 유방전절제 환자의 신체 자세를 평가하기 위해 사진 촬영을 위한 특정 해부학적 지점을 배치하고 전방, 후방 및 우측 및 좌측 뷰에 표시하였다. 자세 분석에는 몇 가지 정성적, 정량적 방법이 있지만 전방, 후방 및 시상면 사진에서 신체 각도와 거리를 측정하는 것이 가장 빠르고 포괄적인 평가 방법이라고 말하고 있었다. 이 연구에 사용된 자세 분석 소프트웨어인 pas/sapo는 다양한 관점에서 다양한 각도를 분석할 수 있으며 평가자 간 신뢰도 검증은 거친 사용하기 쉬운 도구이다. 본 연구에서는 자세 평가를 위해 특별히 개발된 소프트웨어로 해석된 특정 시점에서 뼈 구조 사이의 측정을 기준 각도로 하여 신체 자세를 분석했다. 또한 유방암 치료 후 여성의 신체 자세를 척추 만곡 정도(매우 좋음, 좋음, 결함 및 나쁨)에 따라 평가했다. 유방전절제술을 시행한 그룹에서는 26 명의 여성(68%)이 외부 보형물을 사용한다고 대답

했다. 이 중 17 명(65.3%)은 잘 때를 제외하고 모든 시간 착용하고, 9 명(34.7%)은 외출 할 때만 사용했다. 저자들은 유방암 수술을 받은 여성의 82.3 %가 건강한 여성의 35.1 %에 비해 잘못된 신체 자세를 가지고 있다고 판단했다.

Serel(2017)의 연구에서 유방암은 여성에게 가장 흔한 암이고 유방절제술은 일차적인 치료방법이라고 했다. 몸의 자세는 안정된 균형을 유지하고 중요한 동적 업무를 수행할 수 있도록 중요하며 유방의 무게는 여성의 무게중심에 영향을 미쳐 자세의 변화를 일으킨다. 절제된 유방의 무게를 보상하기 위해 일방적인 유방절제술을 받은 여성에서 횡 방향 어깨 상승이 나타났다(그림 3). Serel은 이러한 후천적인 자세는 장기적으로 척추 정렬에 영향을 줄 수 있다고 보았다. 자세 변화는 척추에 심각한 기형을 일으켜 척추 측만증을 유발할 수 있기 때문이다. 관찰 결과를 바탕으로 본 연구에서는 방사선 검사에 의해 일방적인 유방절제술이 척추 기형에 미치는 물리적 영향을 평가하는 것을 목표로 삼았다. 유방 절제술 전과 12개월 후에 취한 서 있는 자세의 흉부 전방 사진 촬영기를 척추 몸 정렬의 관상면에서 중간 선에서 기울어진 유무에 대한 2명의 독립 방사선사가 환자의 일상적인 Cobb 각도를 평가하기 위해 사용했다. 결과적으로 절제 후 Cobb 각도의 감소나 증가는 유방절제술측($P < .001$)과는 무관하다는 것을 발견했다. 일방적인 유방절제술은 장기적으로 척추 변형에 큰 영향을 미쳐 없어진 유방의 무게 균형을 잡는다고 결론 내릴 수 있다. 방사선 검사를 통해 일방적인 유방절제술을 받은 환자의 척추 변형을 발견했으며, 일방적 유방절제술을 받은 여성에게서 장기간 척추 변형, 특히 척추 측만증을 보였다. 또한 일방적인 유방 절제술 후에 신중하게 고려해야 할 척추 기형으

로서 척추 측만증을 지적하고 의사들이 자세 장애와 자세불균형에 유의하여 조기적이고 개인화된 재활 프로그램을 고려할 것을 제안했다.



그림 3. 횡방향 어깨 상승이 일어난 유방전절제 환자(Serel, 2017)

Groszek(2016)의 연구에서는 유방 제거는 대칭적인 부분의 균형 부족으로 야기되는 몸통 정형의 부정적인 상태를 말하고 있었다. 따라서 유방 절제술은 굽힘, 어깨기울기의 변화, 척추 측만증과 같은 신체 자세 이상을 유발할 수 있다. 수술한 쪽의 이동성 제한은 특히 어깨 관절에서 매우 자주 관찰된다. 그러한 제한의 원인은 수술 후 사지 통증과 방사선 치료 후 자주 관찰되는 흉터가 발생하기 때문이다. 또한 외부 보형물을 착용함으로써 유방의 손실을 메우는 것은 자신감을 회복하는 데 도움이 된다. 인조 유방은 심리적, 육체적 재활의 핵심 요소이며, 유방의 결핍을 미적으로 덮을 수 있고, 다른 한편으로는 절대적으로 중요한 건강상 중요성이 있다. 상처가 치유되고 드레싱을 벗은 직후 적절하게 조정되거나 시행되는 보형물은 어깨뼈가 구부러지거나 돌출되거나 수술된 쪽의 어깨의 기울기가 증가하거나 감소되는 원인이 되는 척추 측만증을 예방한다고 말했다.

Celenay(2020)은 유방 절제술 후 여성의 유방조직 제거는 신체

이미지와 자세에도 지장을 줄 수 있으며 유방절제술을 받은 여성은 흉부 척추후만증이 더욱 두드러지는 경향을 보인다고 말했다. 따라서 유방 절제술 후 일방적인 림프절과 없어진 유방이 모두 척추 정렬과 이동에 장애를 일으킬 수 있다. 본 연구는 유방암 발병 후 유방전절제술 및 일방적 림프절제술의 유무와 이에 따른 여성의 척추 정렬과 이동성을 비교하는 것을 목표로 삼았다. 유방암 발병 후 유방전절제술과 일방적 림프절제술을 받은 여성과 그렇지 않은 여성 사이에 척추 정렬과 이동성에 차이가 있을 것 생각하고 척추 측만 검사기(Spinal Mouse)를 사용하여 유방 절제술 후 여성의 척추 측만을 검사하였다. 유방 절제술 후 여성들은 시상 면과 앞면에서 몸통을 앞으로 기울이면서 척추 후만 자세가 증가하였다. 일방 림프절제술 및 유방전절제술은 몸의 자세를 변화시킬 수 있다. 그러나, 척추의 다른 면과 이동성 장애의 변화는 보고되지 않았다.

이처럼 유방전절제술을 시행한 환자의 자세와 척추 측만에 관해 분석한 선행연구에서는 유방전절제술로 인해 흉부의 척추의 측만이 발생하고, 어깨가 기울는 등의 자세의 변화가 나타난다고 말했다. 또한 척추 측만이나 자세의 변화에는 유방의 상실뿐 만 아니라 복합적인 원인이 존재하며, 더 많은 유방암 환자의 추적 연구가 필요하다고 말하고 있다. 따라서 이러한 근골격계 질환의 예방을 위해 인조 유방의 착용이 필요하다고 말하고 있었다. 하지만 유방전절제술을 시행한 유방암 환자들 중 과반수 이상은 무겁다고 느껴 인조 유방을 제대로 착용하지 않으며, 수면을 제외하고 장기간 사용할 때 더욱 무거움을 느낀다고 하였으며(Choi & Lee, 2001; Jun et al., 2012; Koo et al., 2020), 착용자에게 적절한 중량의 인조유방의 개발의 필요성에 대해 언급했다(Choi & Lee, 2001).

따라서 유방암 치료 후 유방암 환자의 삶의 질을 높이기 위해서는 인조 유방의 착용이 필요하며, 장기간 착용시에도 무거움을 느끼지 않아 착용에 부담을 느끼지 않으며, 인체 좌우 균형에 부정적인 영향을 미치지 않는 적절한 인조 유방의 무게에 대한 연구가 필요하다고 생각 되었다.

제 2 절 여성의 유방형태 분석

2.1. 여성의 유방 부위 측정과 분류방법에 대한 고찰

20대, 30대의 유방 형태와 비교하여 임신, 출산, 수유의 경험으로 유방 형태의 변화가 나타나, 유방의 비만화와 벌어짐, 처짐의 현상이 시작되는 40대, 50대의 유방형태에는 차이가 있다(Kim & Shon, 2001; Park & Shon, 1995). 따라서 40대 50대의 유방을 측정하고 분류하여 개인 맞춤형 프로토타입 인조 유방 설계에 활용하고자 한다.

유방 부위의 측정 기준점을 선정하기 위해 목앞점, 상연점, 내연점, 외연점, 하연점, 젖꼭지점을 기준으로 각 연구에 따라 측정 점들이 추가되었다(표 2). 상연점을 정의하는 방법은 연구자마다 상이하였는데, Lee et al(2003)의 연구에서는 인체 상의 접힘 선을 이용하여 그려진 윤곽선의 상연부분에서 Y축 방향으로 가장 높은 지점을 상연점이라 정의하였으며, 어깨선 이등분점과 젖꼭지점을 잇는 직선과 앞겨드랑점에서의 교차점을 앞겨드랑 수평선상의 상연점이라 정의하였다. Sohn & Yi(2020)의 연구에서는 어깨 이등분점과 젖꼭지점의 연결선에서 오른쪽과 왼쪽의 겨드랑점을 잇는 연결선과 만나는 점이라고 정의하였다. 또한 Eder et al(2012)의 경우, 목앞점에서 쇄골뼈를 따라 5cm 안쪽으로 들어간 점이라 정의하였다. 본 연구에서는 유방 부위의 측정기준점으로 앞목점, 옆목점, 어깨 이등분점, 상연점, 내연점, 외연점, 하연점, 젖꼭지점을 선정하였으며, 상연점의 경우 브라안에 넣어 착용하는 인조 유방의 특성을 고려하여 앞겨드랑수평선상의 상연점을 사용하였다.

표 2. 유방의 측정 기준점

유방의 측정기준점	Eder et al (2012)	Lee et al (2003)	Sohn & Yi (2020)
목앞점	목밑돌레선에서 앞 정중선과 만나는 곳		
목옆점	-	목옆점 - 목밑돌레선에서 등세모근의 위가 앞쪽 가장자리와 만나는 곳	
앞겨드랑점	-	겨드랑 수준을 팔의 앞쪽에 표시한 것	
어깨가쪽점	-	위팔 폭을 이등분하는 수직선과 겨드랑돌레선이 만나는 곳	
어깨가운데 점	-	목옆점과 어깨점 사이를 잇는 직선의 가운데	
허리두께 이등분점	-	측면에서 허리두께의 이등분 점	
젖꼭지점		젖꼭지 위치	
상연점	목앞점에서 쇄골 뼈를 따라 5cm 안쪽으로 들어간 점	인체상의 접힘선을 이용하여 그려진 윤곽선 상연부분에서 Y축 방향으로 가장 높은 지점	-
앞겨드랑수평선상의 상연점	-	어깨선 이등분점과 젖꼭지점을 잇는 직선과 앞겨드랑점에서의 교차점	양쪽 앞겨드랑점을 수평으로 긋고, 수평선과 어깨 이등분점에서 젖꼭지점에 이르는 선을 그었을 때 교차된 점
앞목점과 겹상돌기점의 가운데점		-	-
내연점	유방 안쪽의 접힘 시작 위치	하연점과 앞겨드랑점의 1/2지점에서 유방 윤곽선과 만나는 점	유방위점과 유방아래점의 수평선을 각각 그어 이들 간격을 이등분하여 유방 안쪽점
외연점	유방 바깥 쪽의 접힘 시작 위치	허리두께 이등분 점과 겨드랑점을 이은 선상에서 하연점과 앞겨드랑점의 1/2지점에서 유방 윤곽선과 만나는점	방위점과 유방아래점의 수평선을 각각 그어 이들 간격을 이등분하여 유방 바깥쪽 점
하연점	유방 아래의 접힘 위치	유저의 최하단에 위치하는 점	젖꼭지점에서 수직으로 내린

또한 유방 부위 세부항목을 측정하기 위해 선행연구에서는 공통적으로 젓꼭지점을 기준으로 하여, 유방의 상, 하, 좌, 우의 기준점인 상연점, 하연점, 내연점, 외연점을 잇는 직선 길이와 체표길이를 측정하고 있었으며, 유방의 돌출 정도와 하수 정도를 파악하기 위해 유방의 두께와 유방의 높이, 젓꼭지점을 기준으로한 각도를 측정하고 있었다(Jo & Kim,2008; Park & Son, 1996; Kim & Son, 2001). Jo & Kim(2008)의 경우에는 브래지어 패턴의 설계에 사용하기 위해 다른 선행연구와는 다르게 목옆-젓꼭지점, 목앞-젓가슴아래점, 젓꼭지 사이 수평길이, 유방 내측길이와 외측길이를 측정하였다. 본 연구에서는 유방의 유형을 분석하고, 프로토타입 인조 유방의 설계 치수에 활용하기 위해 선행연구를 참고하여 유방의 세부항목을 측정 항목을 선정하였다. 따라서 젓꼭지점을 기준으로 유방의 기준점들에 대한 직선길이와 체표길이, 유방의 두께와 높이, 젓꼭지점을 기준으로한 상연점의 각도, 하연점의 각도와 함께, 목옆-젓꼭지점, 목앞-젓가슴아래점을 추가로 측정하였다.

최종적으로 본 연구에서 측정한 유방부위 세부항목 측정치를 사용하여 유방을 구성하는 요인을 도출하고, 유방의 유형을 분석하여 프로토타입 인조 유방을 설계하는 개인 맞춤형 설계 치수를 구하는 것에 활용하고자 한다.

2.2 유방의 부피 산출 방법

유방은 고가의 전문 장비를 이용하여 측정하기 때문에 유방의 부피를 간단하면서도 경제적으로 측정하는 방법들이 연구되어 왔다 (Hong & Lee, 2006). 기존의 유방의 부피 도출 방법으로, Park(2004)은 측정 데이터에서 회귀식을 만들었고, Fung(2010)은 타원형 뿔을 구하는 수학적 공식과 원뿔 형태로 구하는 수학적 공식을 적용하여 가슴 부피를 계산하였다. 또한, Lee et al(2006)은 노화로 하수 된 유방에는 젖꼭지를 중심으로 유방을 위, 아래로 나누어 부피를 구하는 것이 더 좋다고 말했다.

따라서 본 연구에서는 그림 4와 같이 젖꼭지점을 기준으로 위, 아래로 나누어 위쪽 유방은 원뿔 부피 공식을 사용하였으며, 아래쪽 유방은 타원형 부피 공식을 사용하고자 한다(식 1). 유방의 부피를 측정하기 위해 5차 사이즈 코리아에서 획득한 인체 치수는 유방의 가로 넓이, 유방의 세로 넓이, 유방 두께, 유방높이이다.

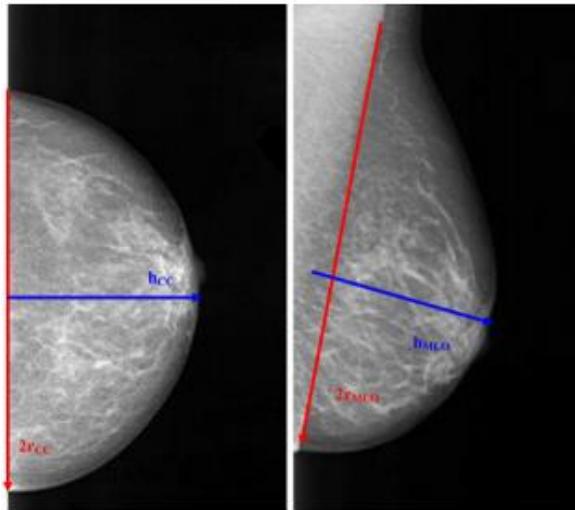


그림 4. 유방의 부피를 구하기 위한 예시

이러한 방식으로 도출된 유방의 평균무게 도출을 위한 회기방정식은 아래와 같다.

타원 부피/2 + 원뿔 부피 /4 => 유방 부피 추정

$$\text{식1) } (3/4 \times \pi \times a \times b \times c) / 2 + (1/3 \times \pi \times r \times r \times a) / 4 = \text{유방 부피}$$

제 3절 사용적합성 평가 방법의 고찰

유방의 무게는 여성의 무게중심에 영향을 미쳐 자세의 변화를 일으킨다(Serel et al., 2016). 인조 유방의 미 착용 시 인체의 좌우, 앞뒤 균형이 무너져 체형 변형이 올 수 있음을 시사한다(Roberts et al., 2003). 하지만 장기간 착용 시에 무거움을 느껴 인조 유방을 착용하지 않는 경우가 있다(Jun et al., 2012; Choi et al., 2001; Gallagher et al., 2009).

또한 몸의 한 방향으로 무게 부하를 주었을 때, 좌우 체간의 비대칭적인 근 활성도가 나타나며 체간 비대칭적인 불안정성뿐만 아니라 균형을 유지하는 능력에도 영향을 미치게 되며, 중력 중심선이 바뀌어 인체는 균형을 유지하는데 많은 에너지를 사용하게 된다(Jo, 2001; Motmans et al., 2006). 따라서 선행연구에서는 인체가 무게나 부하 위치에 따라 어떠한 결과를 나타내는지 정적 균형과 동적 균형을 비교하기 위해 서 있는 자세와, 보행 시의 압력 중심의 이동을 비교 분석하였다.

Kim et al(2016)의 연구에서는 몸통의 특정 부분에 무게를 점차 더할 수 있도록 벨크로가 달려있는 중량 조끼를 사용하여, 특정 위치에 전략적으로 무게를 가함으로써 연구대상자의 보행 시의 균형과 자세의 조절 능력에 영향을 줄 수 있는지 뇌졸중 환자 1명을 대상으로 분석하였다. 적절하게 무게가 가해진 중량 조끼를 착용하여 보행 하였을 때 착용 전에 비해 보다 대칭적인 양상을 보였으며, 연구대상자는 자각적으로 보행 시에 더 안정감을 느꼈다고 말했다.

Shin et al(2001)의 연구에서는 부하 자극을 이용한 정적, 동적 균형 운동성 향상 훈련이 뇌졸중 환자에게 미치는 효과에 대해 연구하였으며, 무게 도구를 삽입할 수 있는 주머니가 있는 재킷에 체중의 7%의 부하를 적용하였으며, 정적균형보다 동적균형을 향상 시키는데 효과적이었다고 말했다.

가방의 위치에 따라 성인 여성에게 미치는 정적 균형 상태를 분석한 Kim et al(2011)의 연구에서는 가방을 휴대한 위치에 따른 정적 균형을 전체동요지수, 전후방동요지수, 내외측 동요 지수 값으로 정량적으로 분석하였으며, 5 분 보행 후 정적 균형을 측정 하였다. 가방의 무게는 부하 량에 따라 보행 속도가 감소하고, 두발 서기 시간이 증가되면 골반 움직임의 차이가 발생하는 체중의 10%를 사용하였으며, 일측성 부하가 있을 때 전 후 및 좌우로 균형 능력이 유의하게 감소하였다고 말했다.

Kim et al(2015)의 연구에서는 가방의 무게를 달리하여 보행하는 동안 신체의 압력중심점의 변위와 보행률의 변화를 분석하고자 하였다. 실험의 첫 번째 조건으로 한쪽 어깨에 가방을 메고 보행하였고, 두 번째 조건은 한쪽으로 가로질러 가방을 메고 걸었으며, 세 번째 조건은 양쪽 어깨에 가방을 메고 걸었다. 보행의 운동 형상학적 변수와 보행 시 압력중심점의 변위를 측정하기 위하여 3차원 동작분석기와 지면 반력기를 사용하였다. 3kg, 5kg, 7kg의 무게를 지닌 가방을 휴대하여 6m를 걸었다. 실험에서 측정된 조건 별 3회의 보행 동작 시 두 개의 지면 반력기에서 측정된 각각의압력중심점(Center of Pressure) 변위(displacement)의 전후(antero-posterior), 좌우(medio-lateral) 방향의 평균값을 분석하였다. 같은 무게에서 각 조건에 따른 압력중심점의 변위 및 운동 형상학적

(kinematic) 보행 변수인 보행률(cadence)의 차이를 비교하였으며, 가방의 무게에 따라 전후 및 내외측 방향의 압력중심점과 보행률 변수에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다고 말했다.

Hill et al(2018)의 연구에서는 상대적으로 가벼운 무게인 몸무게의 5%에 해당하는 무게를 사용하여 미착용, 우세손과 비 우세손착용을 연령에 따라 정적 상태에서 전후, 좌우의 자세변동을 비교하였으며, 연령에 따라, 무게의 위치에 따라 자세의 변동이 없다는 결과를 도출하였다. Bampouras & Dewhurst (2016)의 연구에서도 1.5kg과 3.0kg을 손에 쥐는 것은 젊거나 노년 여성의 자세에 변화를 일으키지 않는다고 말했다. 또한 Serel et al(2016)의 연구에서는 어깨의 기울기로 척추 측만을 판단할 수 있다고 하였다.

위의 연구들은 상지에 무게 부하를 주기 위해 가방의 휴대 방법이나, 휴대 위치와 무게에 따라 정적, 동적인 압력 중심의 이동을 비교하여 무게 부하 시의 균형성에 대해 분석하였다. 그러므로 위의 선행연구들의 연구방법을 참고하여 본 연구에서는 무게 부하량으로 사용하기 위해 40-50대 한국인 여성 유방의 평균 무게를 도출하고, 가슴의 양쪽의 무게를 다르게 하였을 때 보행 전 후로 정적인 서있는 자세의 어깨 기울기와 압력중심점의 변화를 비교하고, 동적인 보행 시에 압력중심점의 변화를 분석하여 무게가 가벼워 질수록 균형성에 영향을 미치는지 평가하고자 한다.

또한 유방전절제 환자에게 어떤 무게의 인조유방을 사용하는 것이 적절한지 선정하기 앞서 건강인 대상 실험을 통해 프로토타입 인조유방 제작 시 무게 감량의 기준을 찾고, 제작된 개인 맞춤형 프로토타입 인조유방이 유방전절제연구 참여자의 균형성에 부정적

영향을 미치는지 분석하여 개인 맞춤형 프로토타입 인조유방의 사용성을 평가하려 한다.

제 4절 사례분석

Rowley (2002)와 Yin(1994)의 연구에서는 사례연구(Case study)연구방법에 대해서 다음과 같이 말하고 있다. 사례 연구는 종종 '더 구조화된' 개발의 기초로서 연구 프로젝트의 예비적이고 탐구적인 단계를 위한 유용한 도구로 여겨져 왔으며, 질문 방법과 이유에 대해 답변하는 데 일반적으로 필요한 유형에 대한 보다 심층적이고 자세한 조사를 지원하는 하나의 접근법이다. 따라서 관련 행동을 조작할 수 없는 현대 사건에도 좋다. 설문조사와는 대조적으로, 사례연구에서 단위 연구의 수는 설문조사에서 보다 훨씬 적지만, 사례 연구의 중요한 강점은 그 맥락에서 어떤 현상에 대한 조사를 수행할 수 있는 능력이라는 것을 강조한다. 따라서 사례 연구는 우리 주변의 세상을 바라보는 가치 있는 방법이라고 말했다.

Lee(2009)는 사례연구와 반대되는 개념인 과학적 방법은 자연 현상의 설명과 예측을 목적으로 한다고 말했다. 현상을 설명하기 위해 가설을 세우고, 가설을 다양한 조건하에서 그리고 반복적으로 검증함으로써 이론 혹은 법칙을 정립한다는 것이다. 같은 맥락으로 사회과학적 현상은 자연현상에 비해서 복잡성이 크지만, 사회현상의 설명에도 과학적 방법은 적용된다고 한다. 하지만 단일 사례연구는 많은 경우에 적용되는 일반적인 명제를 만들어 내는데 기여하지 못하지만, 가설의 검증이나 예외적인 현상을 밝히는데 기여하여 지식의 창출에 간접적인 기여를 할 수 있을 뿐이라 설명한 Lijphart(1971)과는 반대로 사례연구를 지식의 탐구의 방법으로 생각하지 말고, 사회문제의 개선이라는 사회적 실천을 위한 하나의 지

적인 준비과정으로 볼 것을 권장한다고 말했다.

Lee(2011)의 연구에서는 빈곤층의 대표적 집단이며, 사회보장 제도의 수혜당사자인 공공부조수급 여성가구주의 개인적 삶의 과정을 사회적 맥락에서 심층적으로 이해하고 규명하기 위해 생애사연구 방법을 사용하였다. 또한 사례분석을 위해 연구목적에 부합하는 연구참여자를 선정하였으며, 한 참여자마다 비구조적 심층면접을 통해 자료를 수집하였다. 또한 각 연구참여자의 자료수집 결과를 기술하였으며, 생애사 자료분석방법의 5가지 생애 영역의 주제에 따라 자료를 분석하여 결과를 해석하였다.

Kim et al.(2013)의 연구에서는 기존의 장하지보조기와 연구에서 개발한 장하지보조기의 착용상태를 비교하기 위해 연구참여자를 의도적으로 선정하여 편측 소아마비 환자를 연구대상자로 모집하였다. 연구참여자의 평지와 계단에서의 운동형상학적 및 운동역학적 보행변수와 6분 보행검사, 생리학적 부담지수를 측정하였으며, 측정치 들은 통계처리 과정을 거치지 않고 차이를 보인 주요 변수에 대해서 설명하는 방식으로 연구참여자들의 경향을 비교하였다. 연구에서는 소아마비환자라는 특성으로 인한 연구대상자의 수가 적은 것을 연구의 한계점으로 언급하였지만, 실질적인 착용으로 임상적으로 비교하여 각 보조기의 성능을 비교할 수 있었다.

Chun et al.(1998)의 연구에서는 CAD를 사용한 원형축소율 자동제도방식이 신축성 직물용 원형 보정 방법으로 적합한지 알아보 고자 하였다. 따라서 무릎길이 타이트 팬츠를 신축성이 있는 편성률 직물 3가지에 따라 제작하고 2명의 연구참여자에게 착용하여 두가지 사례에 대한 전문가 관능검사를 실시하였다.

따라서 본 연구는 위의 연구들을 참고하여 본 연구에서 도출한

맞춤형 인조유방의 설계방법론을 사용하여 개인 맞춤형 인조유방을 제작하고 평가하기 위해 유방전절제 연구참여자를 모집할 것이다. 또한 본 연구에서 개발한 맞춤형 인조유방의 평가결과를 유방암을 경험하고, 유방전절제술을 시행한 유방암환자의 삶의 경험과 인조유방의 사용 경험을 참고하여 분석하고자 한다. 따라서 본 연구의 연구 참여자를 하나의 사례로 보아 심층적으로 연구함으로써 연구 참여자의 경험과, 인조 유방 착용 평가로 나타나는 현상에 대해 새롭게 보는 통찰력을 얻을 가능성을 제공받을 수 있을 것이며, 유방암환자의 삶에 대해 이해할 수 있을 것이다.

제 3 장 연구 방법

본 장에서는 맞춤형 인조 유방 설계를 위한 방법론을 도출하기 위한 연구방법 및 절차와 그 활용 방안을 설명하고자 한다. 본 연구의 흐름도는 그림 5와 같다.

먼저 유방전절제술을 시행한 연구 참여자를 모집하였다. 연구 참여자의 인구통계학적 특성과 신체적 특징 조사하고, 맞춤형 인조 유방을 제작하기 위해 3차원 인체 형상 데이터를 습득하였다.

둘째로 인조유방의 설계 방법론의 도출을 위해 40-50대의 사이즈 코리아 측정복을 입은 상태의 유방 3차원 형상을 사용하여 유방 형태를 분석하고 유형화 하여 연구 참여자 유방의 누드 상태의 인조 유방과 사이즈코리아 측정복 형태와 비교하였으며, 보정이 필요한 유방부위 세부항목을 도출하였다. 또한 유형별로 누드 상태의 유방을 보정된 형태의 유방으로 변형하기 위한 회귀식을 도출하였다. 다음으로, 맞춤형 프로토타입 인조 유방의 무게에 대한 기준을 정하기 위해 가슴 위치의 무게 변화에 따라 균형성의 변화를 비교하고자 하였다. 따라서 인조유방 설계 회귀식과, 적절한 무게를 도출하여 맞춤형 인조유방의 설계 방법론을 도출하였다.

세번째로 연구 참여자 별 맞춤형 인조 유방을 제작하기 위해 연구 참여자 별로 유방의 형태를 판별하였다. 판별된 유방 형태에 맞추어 유방 세부 항목의 측정치와 회귀식에 대입한 설계 치수를 사용하여 누드 상태의 3차원 유방형상 데이터를 모델링하였다.

마지막으로 제작된 인조 유방의 사용적합성을 평가하기 위해 각 프로토타입을 착용하고 어깨 기울기, 정적 압력중심변화, 보행 시 압력 중심 변화를 분석하여 프로토타입별 인체의 균형성에 영향을

미치는 정도를 비교 분석하였다. 다음으로 주관적 착용평가를 위해 시판인조유방과 프로토타입 인조 유방을 각각 1주일씩 착용하였으며, 착용의 마지막 날 설문지로 평가하였다. 또한 실험 종료 후 반구조화된 질문을 사용하여 연구 참여자 별로 비대면 인터뷰를 실시하였다.

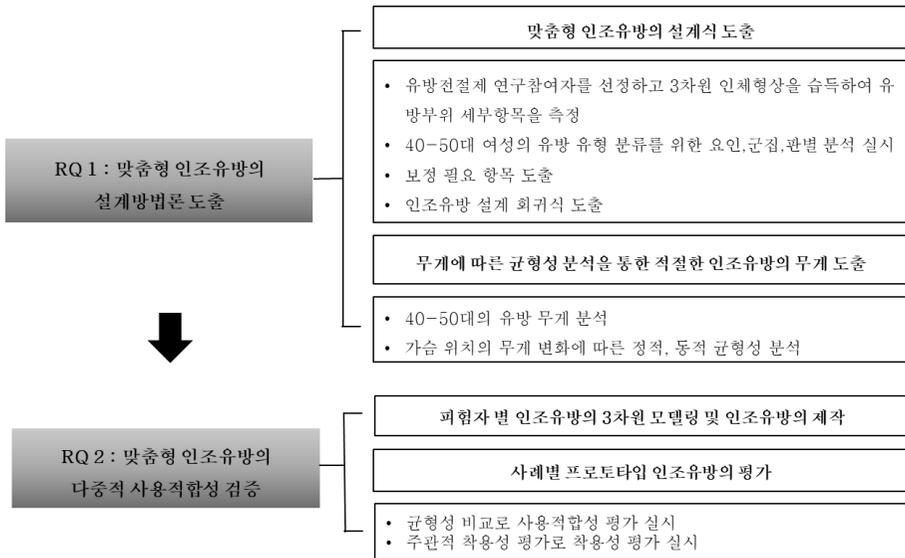


그림 5. 연구흐름도

제 1 절 유방전절제 환자를 통한 사례분석

1.1. 사례분석을 위한 유방전절제 연구 참여자 선정

유방전절제 환자의 체형을 반영한 프로토타입 인조 유방을 제작하기 위해 유방암이 가장 많이 발병하며, 치료 후 회복단계를 거치고 있는 40, 50대를 기준으로 하고, 유방암으로 인해 한쪽 유방전절제술을 시행했지만 유방재건술은 실시하지 않은 연구 참여자를 모집하였다(Korean Breast Cancer Society, 2020). 또한 인조 유방을 사용한 경험이 있고 자발 보행이 가능하며, 실험을 위해 서울대학교 생활과학대학 방문이 가능해야 했다. 따라서 S대학병원에서 해당 기관장의 승인을 받고 외래간호사의 협조를 얻어, 유방암 치료 과정 중인 622명의 환자를 확인했다. 그 중에서 한쪽 유방을 전 절제하고 나이가 40, 50대인 환자 21명을 확인하여 연구 목적 및 취지에 대해 충분히 설명하고, 연구 참여자가 원한다면 실험과 인터뷰를 중지할 수 있다는 점을 명시하였으며 최종적으로 연구 참여 의사를 밝힌 유방전절제 환자 3명을 모집하였다. 연구 참여자의 데이터를 맞춤형 프로토타입 인조 유방 설계에 사용하였으며, 익명성을 위해 알파벳 대문자 A, B, C로 표기하였다. 추가적으로, 실험시에나, 인터뷰 시 참여자들과 친밀하고 신뢰도가 높은 관계를 형성하기 위해 주기적으로 연락하였으며, 참여자들이 자연스럽게 개방적으로 자신들의 이야기를 할 수 있도록 인터뷰 시 편안한 분위기를 느낄 수 있도록 하였다.

1.2. 유방전절제 연구 참여자의 3차원 인체 형상 습득과 유방 부위 세부 항목의 측정

연구 참여자의 유방 형태를 판별하기 위해 사이즈코리아의 측정복을 입은 상태에서 정자세로 핸드스캐너 (Artec Eva Hand-held 3D Scanner, Artec Group, Luxembourg)를 사용하여 3차원 형상 데이터를 습득하고자 하였다(IRB No. 1808/003-001).

또한 획득한 3차원 데이터에서 유방 부위 세부 항목을 측정하였으며, 측정 항목은 표 3과 같다. 필요 치수를 측정하기 위해 Geomagic Design X 프로그램을 사용하였으며, 측정된 유방 부위 세부항목은 본 연구에서 분석한 유방 유형에 따라 연구 참여자의 유방 유형을 판별하였다. 그리고 연구 참여자의 유방 부위 세부항목 측정치에 따라 맞춤형 프로토타입 인조 유방의 설계치수로 사용하였다.

표 3. 측정 3차원 데이터의 유방 세부 부위 측정 항목

계측 항목	계측 내용
어깨1/2점-BP 사이 직선길이	목옆점과 어깨점의 1/2 수준에서 젖꼭지점까지의 사선길이
목옆-BP 사이직선길이	목옆점에서 젖꼭지점까지의 사선길이
목앞-BP 사이직선길이	목앞점에서 젖꼭지점까지의 사선길이
상연점 직선길이	유방상연점에서 젖꼭지점까지의 직선거리
하연점 직선길이	젖꼭지점에서 유방하연점까지의 직선거리
내연점 직선길이	젖꼭지점에서 유방내연점까지의 직선거리
외연점 직선길이	젖꼭지점에서 유방외연점까지의 직선거리
상연점 체표길이	유방상연점에서 젖꼭지점 까지의 체표길이

하연점 체표길이	젓꼭지점에서 유방하연점까지의 체표길이
내연점 체표길이	젓꼭지점에서 유방내연점 까지의 체표길이
외연점 체표길이	젓꼭지점에서 유방외연점 까지의 체표길이
젓가슴 가로직선길이	유방내연점에서 유방외연점까지의 직선거리
젓가슴 세로직선길이	유방상연점에서 유방하연점까지의 직선거리
젓가슴상부 경사각도	젓꼭지점 수준의 수직면과 젓꼭지점에서 유방상연점을 잇는 직선과의 각도
젓가슴 하부 경사각도	젓꼭지점 수준의 수직면과 젓꼭지점에서 유방하연점을 잇는 직선과의 각도
유방 두께	젓꼭지점 수준의 수평면에서 유방상연점, 유방하연점을 잇는 직선과의 수직거리
유방높이	유방하연점에서 젓꼭지점 수준의 수직면까지의 직선거리

제 2 절 인조유방의 설계 방법론 도출

2.1. 40-50대 한국인 여성의 유방형태 분석

본 연구에서는 40, 50대를 기준으로 하여 유방형태를 분석하고자 한다(IRB No. E2008/003-006). 또한 20, 30대 여성과 비교하여 40, 50대의 여성은 압박하는 브래지어를 선호하지 않으며, 여성의 유방은 브래지어의 착용 여부에 따라 유방 부위의 치수와 형태가 달라진다(Nam et al, 2002; Park & Jang, 2014). 그러므로 유방의 형태가 변형되는 것을 최소화 했으며, 인체에 밀착되어 들뜨는 부분이 없으면서도 인체 실루엣을 왜곡없이 나타낼 수 있도록 제작된 사이즈코리아의 측정복을 입은 상태의 유방을 최소한의 보정이 된 유방 형태라고 판단하여 본 연구의 분석에 사용하였다(Kim, 2000; Nam et al, 2004).

본 연구는 Lee(2003), Jo & Kim (2008)의 연구를 참고하여 40, 50대에서 가장 많이 분포하는 브래지어 사이즈 선택 시 사용하는 젓가슴 아래둘레 80으로 KS K9404 기준으로 젓가슴 아래둘레가 77.6cm~82.5cm에 해당하는 데이터를 기준으로 하여 153명의 3차원 데이터를 분석 대상으로 선정하였다. 또한 본 연구에 선정된 153명의 3차원 형상 데이터의 오른쪽과 왼쪽의 유방의 측정치를 비교하기 위해 T 검정을 실시한 결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나(표 4), 좌우의 유방을 별개로 생각하여(Machida & Nakadat, 2015) 306개의 가슴 데이터를 획득하였다. 또한 Eder et al(2012), Lee et al(2003), Sohn & Yi(2020)의 연구를 참고하여 유방의 측정 기준점을 선정하였다. 또한 Jo & Kim(2008), Park & Son(1996), Kim & Son(2001)의 연구를 참고하여 유방 부위 세부

측정 항목을 선정하고, 제5차 인체 측정 데이터의 3차원 형상을 사용하여 측정하였다. 3차원 형상은 Geomagic Design X 프로그램을 사용하여 측정하며, 측정한 치수는 목옆-BP사이직선길이, 어깨1/2점-BP사이 직선길이, 목앞-BP사이직선길이, 상연점 직선길이, 하연점 직선길이, 내연점 직선길이, 외연점 직선길이, 상연점 체표길이, 하연점 체표길이, 내연점 체표길이, 외연점 체표길이, 젖가슴 가로직선길이, 젖가슴 세로 직선길이, 젖가슴상부 경사각도, 젖가슴 하부 경사각도, 유방 두께, 유방 높이로 총 17항목이었다(표 3).

수집된 자료는 유방 유형을 분류하기 위해 IBM SPSS v. 25 통계 프로그램을 사용하여 유형을 분류하기 위해 요인분석, 군집분석을 실시했다. 또한 각 유형의 판별을 위해 판별 분석을 실시하였다.

표 4. 측정복을 착용한 좌우 유방의 측정치 비교 분석

유방부위세부항목	평균	표준화 편차	t
목옆-BP 사이길이	-0.17	11.15	-0.189
어깨 1/2 점-BP	1.21	13.57	1.099
목앞점-BP	1.84	10.70	2.129*
상연점직선길이	-3.02	10.37	-3.600***
하연점직선길이	4.38	6.06	8.942 ***
내연점직선길이	4.93	10.99	5.551 ***
외연점직선길이	-1.34	11.84	-1.399
상연점체표길이	-2.96	9.27	-3.952 ***
하연점체표길이	4.21	10.13	5.139***
내연점체표길이	7.13	11.26	7.830***
외연점체표길이	-2.96	12.63	-2.899**
젖가슴 가로직선길이	2.91	10.06	3.574***
젖가슴 세로직선길이	1.11	11.47	1.201
젖가슴상부경사각도	-1.48	3.68	-4.986***
젖가슴하부경사각도	1.86	6.07	3.798***
유방두께	1.73	4.66	4.597***
유방높이	3.82	7.30	6.479***

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

2.2. 보정 필요 항목과 유형별 인조유방 설계 회귀식 도출

유방 전절제 환자의 누드 상태의 유방을 사이즈코리아 측정복을 입은 상태로 보정하기 위해 보정이 필요한 유방부위 세부항목을 도출하였다. 따라서 측정복의 착용 여부에 따라 유방의 형태가 변화하는지 확인하기 위해 수술하지 않은 가슴을 기준으로 누드 상태와 사이즈 코리아의 측정복을 입은 상태의 유방세부항목의 측정치를 비교분석 하였다. 또한 3D 모델링과 3D 프린팅 출력 관련 실무 중에 계신 전문가 2인의 자문을 구하여 인조 유방의 설계에 사용할 필요 항목을 선정하였다. 필요 항목은 유방의 세로 길이를 나타내는 젖가슴 세로 직선 길이, 유방의 가로 길이를 나타내는 젖가슴 가로 직선 길이, 유방에서 젖꼭지의 위치를 알 수 있는 유방 높이와 유방 두께였다.

이러한 치수들을 바탕으로 프로토타입 인조 유방의 설계를 위한 유형별 회귀식을 성립하였다(IRB No. E2103/001-006). 수집된 자료는 IBM SPSS v. 26 통계프로그램을 사용하였으며, T 검정과 각 군집별로 인조 유방을 설계하기 위한 회귀식을 설정하기 위해 상관 분석을 실시한 수 상관계수 r 이 0.4 이상인 항목에 대하여 회귀분석을 실시하였다.

2.3. 무게에 따른 균형성 분석을 통한 적절한 인조유방의 무게 도출

2.3.1. 40-50대 한국인 여성의 유방 무게 계산

본 연구에서는 맞춤형 인조유방의 적정 무게를 도출하기 위해 먼저 유방의 평균 부피를 구하고자 한다. 유방은 보통 전문장비를 사용하여 CC단위로 부피를 측정하게 된다. 하지만 고가의 장비이므로 간단하고 경제적으로 측정할 수 있는 방법으로 유방부위의 세부 항목을 사용하여 수식으로 부피를 구하는 방법들이 연구되어왔다 (Fung, 2010; Hong & Lee, 2006; Lee et al, 2006). 따라서 유방의 부피를 구한 후, 부피에 따른 무게를 환산하여 무게에 따른 균형성 실험에 사용하고자 한다. 이렇게 계산된 무게를 인조유방의 무게로 사용하여 실험과 인조유방 제작에 활용하였다.

따라서 본 연구에서는 젖꼭지 점을 기준으로 위 아래로 나누어 위쪽 유방은 원뿔 부피 공식을 사용하였으며, 아래쪽 유방은 타원형 부피 공식을 사용하고자 한다(그림 6). 원뿔과 타원의 부피를 구하는 공식은 표 5와 같다. 원뿔의 부피에는 원주율에 원의 반지름과 높이가 필요하고, 타원에는 반지름 1과 반지름 2 그리고 축의 높이가 필요하다. 이것을 유방의 형상과 비교해 보면, 유방의 부피를 측정 하기 위해 필요한 유방 세부 항목이 젖가슴 가로 직선 길이, 젖가슴 세로 직선 길이, 유방 두께, 유방 높이 인 것을 알 수 있다. 따라서 유방 부피 계산을 위해 필요한 항목은 유방 높이(a), 젖가슴 가로 직선 길이/2(b), 유방 두께(c)와 젖가슴 세로 직선 길이 - 유방 높이(d)이며 표 6과 같다. 또한 젖꼭지를 중심으로 가슴의 윗

부분은 원뿔 부피의 1/2이 해당되며, 아랫부분은 타원 부피의 1/4가 해당된다.

표 5. 원뿔과 타원의 부피 공식

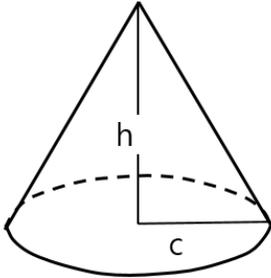
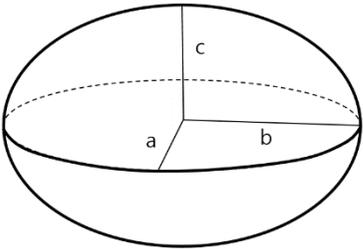
원뿔	타원
	
부피 공식	부피 공식
$1/3 \pi \times r \times h$	$3/4 \times \pi \times a \times b \times c$

표 6. 유방 부피 계산을 위해 필요한 항목

	항목
a	유방 높이
b	젖가슴 가로 직선길이 /2
c	유방 두께
h	젖가슴 세로 직선길이 - 유방 높이

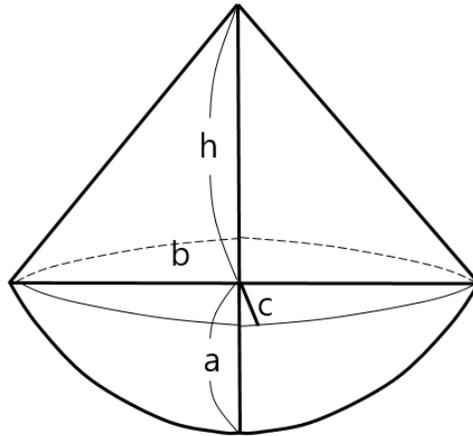


그림 6. 유방의 부피를 구하기 위한 모식도

유방의 부피를 추정하기 위해, 원뿔과 타원의 부피 공식을 대입하였다. 이러한 방식으로 도출된 유방의 부피 도출을 위한 방정식은 아래의 식2와 같다.

$$\text{식 2) } (1/3 \times \pi \times c^2 \times h)/2 + (4/3 \times \pi \times a \times b \times c)/4$$

$$= \text{유방 부피 추정}$$

추가적으로 부피단위인 cm^3 , ml는 단위를 변환할 수 있으므로 유방 부피를 ml로 보아 본 연구에서 무게에 따른 균형성 실험에서 무게 부하량에 사용할 쌀의 100ml당 무게를 3회 반복 측정하여 100ml일 때 100g 인 것을 확인하였다.

2.3.2. 무게에 따른 어깨기울기, 정적압력중심점, 동적압력중심점 비교 분석

무게에 따라 인체의 균형성에 어떤 결과를 나타내는지 분석하기 위해 서있는 자세를 유지할 때의 어깨 기울기의 변화와 정적 균형과 보행 시의 동적 균형을 압력중심점의 변화를 통하여 분석하고자 한다. 유방전절제 환자를 대상으로 신체 자세를 연구 했을 때, 건강인에 비해 유방전절제를 시행한 환자는 흉부 척추의 측만증이 발생하거나, 어깨 기울기가 변화되어 몸통 자세의 불균형이 생긴 경향이 있다고 말했다(Celenay, 2020; Peres, 2017; Serel, 2017). 따라서 한쪽 유방의 전절제수술을 시행한 환자는 이미 한쪽 유방의 제거로 몸의 균형이 틀어진 상태라고 판단되어, 연구 참여자는 여성으로 유방암진단을 받은 적이 없으며, 걷기 활동에 무리가 없는 건강인을 모집하였다(IRB No. 2101/002-004). 또한 연구 참여자의 나이는 40-50대를 기준으로 하였으며, 브라지어 사이즈 80A를 착용하는 성인을 기준으로 하였다.

본 연구에서 개발하는 프로토타입 인조 유방 무게의 기준이 될 무게를 선정하고, 가슴의 위치에 좌우 무게를 달리 하여 신체의 변화와 정적, 동적 균형의 차이가 발생하는지 분석하기 위해 본 연구에서 분석한 40,50대 한국인 여성의 유방 부피의 평균값을 사용하였다. 사용된 무게는 각각 40,50대 여성의 유방 부피의 평균무게(370g)과 평균 무게의 90%(333g), 80%(296g), 70%(259g)로 4가지였으며 양쪽에 다른 무게를 주기 위해 브라지어의 오른쪽과 왼쪽에 삽입 되었다. 실험 순서에 따라 왼쪽에는 평균 무게를 사용하고 오른쪽만 무게를 교체하였다. 무게를 자유롭게 변경하고, 실험복인 브라지어에 넣어 사용하기 편하다고 판단되는 쌀을 사용하여 무

계추를 만들어 실험에 사용하였다. 따라서 좌우가 같은 무게일 때와 비교하여 각 무게의 감소에 따른 균형성의 변화를 비교하여 가벼운 무게의 인조유방의 착용이 균형성에 부정적 영향을 미치는지 판단할 수 있을 것이다.

실험에 사용된 시판 유방암 환자용 브래지어는 유방암 환자들이 가장 많이 사용하는 브래지어 유형인 와이어가 없는 스포츠 브래지어형(Kim et al, 2019)이며, 유방암환자들이 구입하는 브래지어 브랜드 중 높은 응답률을 나타낸 비비안(Kim et al, 2019)의 제품으로 런닝 형의 80 A 사이즈의 브래지어를 구입하여 사용하였다. 또한 기본 브라 끈 같은 경우 무게 추가시 어깨부위에 압박이 많이 생겨 통증이 있었으므로 끈이 넓고 통증이 적게 느껴지는 런닝형을 선택하였다.

무게에 따라 압력 중심의 변화가 있는지 실험하기 위한 순서는 그림 7과 같다. 먼저, 자세 측정을 먼저 어깨 끝점, 허리옆점, 목앞점, 배꼽점을 잇는 몸 중심선을 표시하고 실험복을 착용하고 걷기 전후의 선자세를 3차원 스캔한다(그림 8). 그 후 획득한 3차원 데이터에서 어깨의 기울기를 측정한다. 어깨 기울기의 측정을 위해 스캔데이터를 하나의 메쉬로 병합한 뒤, 메쉬 형상에 나타나는 측정점을 기준으로 하여 각각 어깨가쪽점과 목옆점을 생성한다. 오른쪽 어깨의 각도를 측정하기 위해 오른쪽 목옆점에서 지면에 평행한 벡터를 생성하고 벡터와 오른쪽 어깨가쪽점 사이의 각도를 측정한다. 왼쪽도 오른쪽 어깨 각도를 측정하는 방법과 같은 방법으로 측정한다(그림 9).

다음으로, 무게가 다른 실험복을 각각 착용하고 트레드밀을 5분 걷기 전후의 정적 균형과 동적 균형을 비교하였다. 보행 전 정적 압

력 측정을 60초 측정하였으며, 보행 속도를 설정하고 트레드밀에서 5분 보행하였다. 보행 종료 후 정적 압력 측정을 60초 실시하였다. 정적 압력 측정을 할 때에는 눈을 뜨고, 정면 벽의 눈 높이에 기준 마커를 붙여 응시하도록 하였으며, 보행 시의 보행 속도는 평소 걷는 보행 속도를 사용하기 위해 선호 보행 속도로 실험 전 트레드밀 보행을 실시하여 선호 속도를 먼저 측정하고 실험에 사용하였다. 추가로 건강인 연구 참여자들은 측정 전 자연스러운 보행과 트레드밀 보행의 적응을 위해 5분 연습을 진행하였으며, 보행 시 속도는 평소 걷는 속도의 편안한 속도를 요청하였다. 또한 신발의 형태와 재질 등으로 인한 연구결과의 데이터 오류를 통제하기 위해 맨발에 양말을 착용하여 실시하였다.

무게에 따른 걷기 전 후의 정적 균형을 분석하기 위해 95% 압력 중심점 영역(95% confidence ellipse area), 압력 중심점 경로 길이(center of pressure path length) 압력 중심점 평균 이동 속도(center of pressure average velocity)와 좌우 전족부 압력(average force forefoot), 좌우 후족부 압력(average force backfoot), 좌우 족저압력(average force foot)을 측정하였다. 95% 압력 중심점 영역은 압력중심위치의 궤적들의 95%를 포함하고 장축과 단축의 반지름을 가지는 타원으로 이루어진 압력 중심의 이동 면적을 나타낸다(그림 10). 압력 중심점 경로 길이는 한쪽발에서의 압력중심위치의 궤적의 길이를 의미한다. 압력 중심점 평균 이동 속도는 압력 중심의 이동 속도이며, 세가지 변수 모두 작은 값일수록 좋은 자세 제어 능력을 의미한다. 족저 압력은 왼쪽과 오른쪽 앞발 또는 뒤꿈치의 평균 하중 분포와 왼쪽과 오른쪽 발의 접촉 표면의 하중 분포를 백분율로 나타낸 것이다.

무게에 따른 보행 시의 동적 균형을 분석하기 위한 변수를 나타내는 구간은 그림 11과 같다. 먼저, (a), 좌우의 중심 압력 이동 길이(length of gait line); (b), 입각 중기 중심 압력 이동 길이(single limb support line); (c), 수직 중심 압력 교차 위치(anterior-posterior position); (d), 수평 중심 압력 교차 위치(lateral symmetry)이며, 좌우의 중심 압력 이동 길이는 한쪽 발이 접지했을 때의 압력 중심의 위치를 나타내고 입각 중기 중심 압력 이동 길이는 한쪽 발의 입각 중기의 압력 중심의 위치를 나타낸다. 수직 중심 압력 교차 위치는 발뒤꿈치가 지면에 닿는 가장 뒤쪽 위치를 영점으로 하여 압력 중심 교차점의 전방 또는 후방 이동의 위치를 나타낸다. 수평 중심 압력 교차 위치는 모든 시간에서 압력 중심 교차점의 좌우 이동의 위치를 나타내며, 음수 값은 왼쪽으로의 이동, 양수 값은 오른쪽으로의 이동을 나타낸다.

무게에 따른 자세를 분석하기 위해 3차원 바디 스캐너(Vitronic 3D body scanner, Human Solutions, USA)를 사용하였으며, 서 있을 때와 보행 시의 균형을 측정하기 위해 트레드밀(FDM-TS30-3i, Zebris Medical GmbH, Germany)을 사용하였다. 3차원 형상의 분석을 위해 사용된 프로그램은 Geomagic Design X(INUS Technology, Inc., USA)이며, 데이터 분석을 위해 사용된 프로그램은 Excel(Microsoft Corp), Zebris FDM for gait analysis, IBM SPSS Statistic for Windows Version 25.0(IBM Corp, USA)를 사용하였다.

측정된 정적 균형 데이터는 60초동안 측정되는데, 초기 20초간의 자료는 분석대상에서 제외하는 것이 일반적이며, 측정 시작을 외치고 측정을 시작할 때 심리적으로 균형이 흔들리는 경향이 있어

(Gong et al., 2010; Winter, 1995) 데이터가 안정되는 30초부터 60초까지의 데이터를 사용하였으며, 연구 참여자가 걷는 5분 중 앞 뒤 1분을 제외하고 3분의 데이터를 동적 균형 분석에 사용하였다. 무게에 따른 인체 균형의 변화를 비교하기 위해 기술통계 및 T-검정을 시행하였다.



그림 7. 건강인 연구 참여자의 무게에 따른 압력중심 변화 실험의 순서도

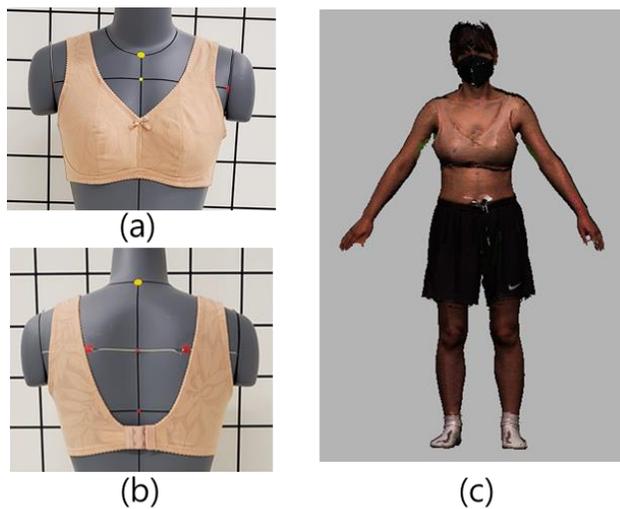


그림 8. 실험복과 실험복 착용 3차원 스캔 형상
(a) 실험복 앞; (b) 실험복 뒤; (c) 실험복 착용 3차원 스캔 형상

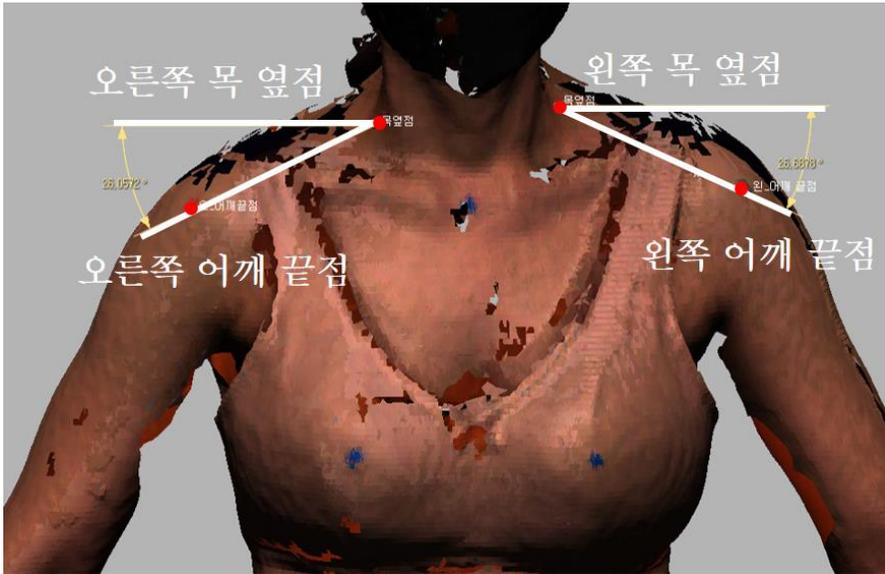


그림 9. Design X 를 사용한 어깨 각도 측정

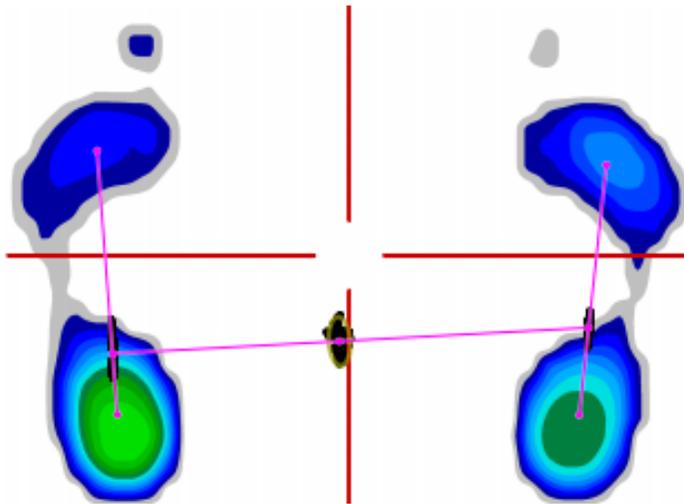


그림 10. 정적 압력 중심의 95% 압력중심점 영역

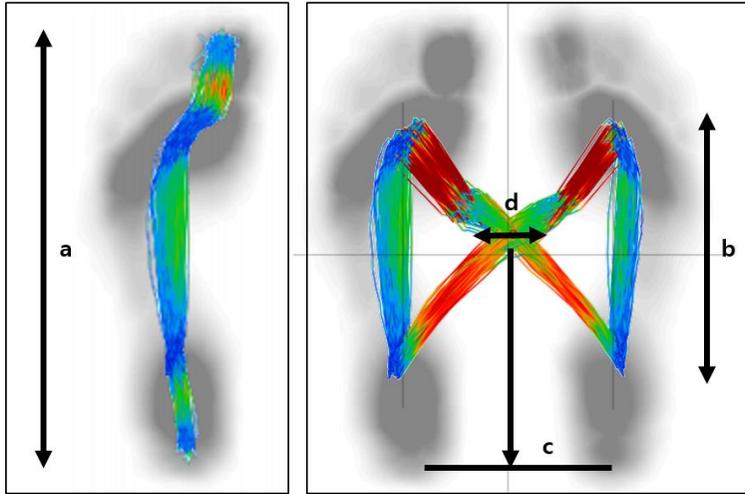


그림 11. 동적 압력 중심의 변수 (a)중심 압력 이동길이. (b)입각 증기 중심 압력 이동길이. (c) 수직 중심 압력 교차 위치. (d) 수평 중심 압력 교차 위치

제 3 절 프로토타입 인조 유방의 설계 및 제작

3.1. 프로토타입 인조 유방의 모델링 설계

다음으로 프로토타입 인조 유방의 설계를 위하여 Geomagic Design X 와 Fusion 360(Autodesk, Inc., USA) 소프트웨어 프로그램을 사용하였으며, 모델링 방법은 다음과 같다. 먼저 본 연구에서 앞서 분석한 한국인 40~50대 여성의 유방 형태에 따라 연구 참여자의 유방이 해당하는 유형을 판별하고, 해당하는 유형의 인조 유방 설계 회귀식에 따라 설계 치수를 계산하였다. 인조 유방의 외곽 형태는 유방암 환자들이 가장 많이 구입해서 사용하는 삼각형 형태를 사용하였다(Koo et al, 2020). 다음으로 Geomagic Design X를 사용해 기초 바탕으로 사용할 유방전절제를 시행한 환자의 잔존 유방의 3차원 형상을 만들기 위해 연구 참여자의 3차원형상을 메쉬 형태로 불러온 뒤, 유방 부위의 상연점, 내연점, 외연점 하연점을 부드럽게 있는 등고선을 따라 유방을 몸통과 분리한다. 다음으로 Fusion 360에서 잔존 유방의 기초 형상을 반전해준 뒤, 서페이스(surface)상태의 누드상태 모델링을 완성한다. 마지막으로 맞춤형 프로토타입 인조 유방의 모델링을 위해 스케치(sketch) 기능을 사용해 설계치수대로 도면을 그려준 뒤, 서페이스(surface)의 곡면을 다듬어 맞춤형 프로토타입의 인조 유방 모델링을 완성한다.

표 6과 같이 연구 참여자의 유방 형태를 반영한 인조 유방 모델링 데이터가 주어지면, 모델링 프로그램인 Fusion 360과 Meshmixer의 스케치, 차집합과 합집합 기능을 사용하여 음각 몰드와 양각 몰드를 생성하였다. 음각 몰드는 유방의 형태이며, 양각 몰

드는 프로토타입 인조 유방이 수술부위에 직접 닿는 것을 방지하기 위해 오목한 형태로 모델링 되었다. 또한 인조유방의 무게를 줄이기 위한 방법으로 실리콘의 사용량을 줄여 사이즈나 형태의 변화는 없으면서 무게를 줄이는 방법을 사용하였다(Choi et al, 2021). 따라서 기둥이 있는 양각 몰드는 음각 몰드 안에 실리콘이 적게 들어가 무게를 줄이기 위한 것으로 양각 몰드에 1.5mm의 기둥을 추가하였다. 각각 기둥의 길이는 약 20mm 두개, 10mm 두개, 5mm 두개로 6개로 구성되었다.

또한 본 연구에서는 누드 상태와 보정된 유방의 상태의 선호를 비교하고, 본 가슴의 무게보다 가벼운 무게를 비교하기 위해 3가지로 프로토타입 인조 유방을 제작하였다. 프로토타입 인조 유방1은 누드 상태의 인조 유방이며, 프로토타입 인조 유방 2는 맞춤형 회귀식을 적용한 인조유방으로 프로토타입 1과 프로토타입 2를 비교하여 누드 상태의 유방과 보정된 상태의 유방 형태를 연구 참여자가 착용하여 비교할 수 있도록 하였다. 프로토타입 인조 유방 3은 프로토타입 2와 형태를 같지만, 무게는 감량된 인조유방으로 연구 참여자에게 어떤 무게의 인조 유방을 선호하는 지 비교할 수 있도록 함이었다.

표 6. 유방의 모델링 단계

모델링 단계 1	모델링 단계 2	모델링 단계 3
		
누드 상태의 3차원 메쉬(mesh)	누드 상태의 서페이스(surface) 모델링	맞춤형 프로토타입 인조 유방의 서페이스(surface) 모델링

3.2. 프로토타입 인조 유방의 몰드 출력 및 제작

모델링된 프로토타입 인조 유방 3차원 형상을 사용하여 몰드를 모델링 하고, 3D 프린팅 하여 프로토타입 인조 유방 제작을 위한 몰드를 제작하였다. 실리콘은 생체 적합성과 탄력성으로 인해 이것으로 제작된 3D 출력물은 수많은 생물의학 응용 분야에 필수 적이며, 3D 프린터로 제작한 몰드 안에 실리콘을 주입하여 프로토타입을 제작한 연구를 바탕으로 인조 유방의 틀과 인조 유방을 제작하였다 (Choi et al., 2016; Choi et al., 2018).

모델링된 프로토타입 인조 유방 3차원 형상을 기준으로 3D 모델링 소프트웨어 프로그램인 Fusion 360과 Meshmixer (Autodesk, Inc., USA) 의 스케치, 차집합, 합집합 기능을 사용하여 인조 유방을 제작할 음각 몰드와 양각 몰드를 생성 할 수 있다. 먼저, 모델링된 유방의 형태의 내부를 채워

솔리드(soild)로 변환 후, 모델링 된 유방의 형태보다 큰 솔리드를 새로 만들어 유방의 형태대로 차집합과 합집합을 사용함으로써 음각 몰드를 생성할 수 있다. 양각 몰드는 유방전절제술을 시행한 연구 참여자의 3차원 형상에서 표면 형태를 참고하여, 밖으로 오목한 형태의 솔리드를 생성하고, 합집합을 사용하여 모델링 한다. 기둥이 있는 양각 몰드는 스케치 기능을 사용하여 기둥의 길이와 두께를 정해준 뒤 솔리드형태의 기둥을 생성하고 양각 몰드와 합집합 한다.

다음으로 FDM방식의 프린터를 사용하여 인조 유방의 음각의 몰드를 출력하였다. 출력을 위해 사용한 3D 프린터는 그림 12와 같이 FDM 방식의 프린터 (ENDER-5 FDM 3D, Creality, China)를 노즐 지름은 1.75mm이었다. 출력 재료로는 ABS 필라멘트를 사용하였는데, PLA필라멘트는 몰드로 사용하여 실리콘 작업 시, 탈형이 안되므로 사용이 불가 하였다. 필라멘트를 사용하여 3D 프린터로 출력할 때, 필라멘트의 재료적 특성에 따라 녹는 점과, 출력 속도를 달리해 주어야 완성도 있는 출력물을 완성할 수 있기 때문에 본 연구에 사용한 ABS 필라멘트에 적합한 프린터 파라미터 설정을 출력 소프트웨어에서 설정하였다(표 7).



그림 12. ENDER-5 FDM 3D(Creality, China)

(출처 <https://www.creality.com/ko/goods-detail/ender-5-3d-printer>)

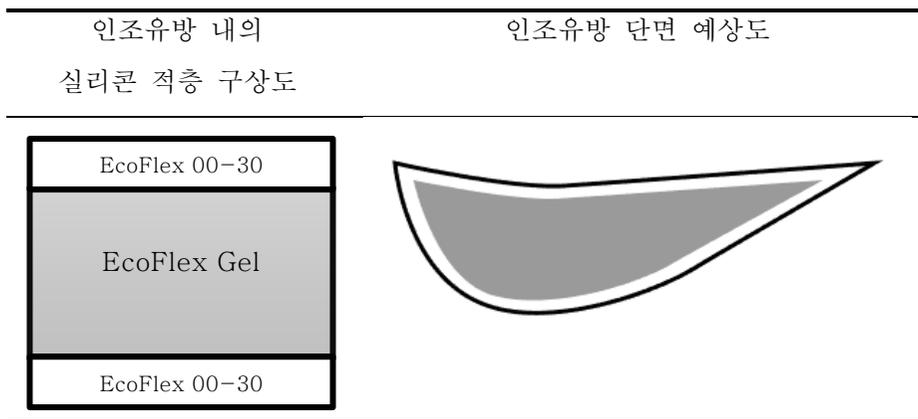
표 7. 3D 프린터 파라미터 설정

항목	해당 값
레이어 높이 (mm)	0.2
셸 두께 (mm)	0.8
하단/상단 두께(mm)	1.2
밀도 (%)	30
출력 속도(mm/s)	50
인쇄 온도(C)	200
배드 온도(C)	60
지지대 타입	None
플랫폼 접착 타입	None
노즐 지름(mm)	1.75
노즐 흐름(%)	100
노즐 사이즈	0.4

몰드의 출력 후 실리콘을 사용하여 프로토타입 인조 유방을 제작하였다. 유방과 같은 촉감으로 제작하기 위해 경도가 다른 두 가지의 실리콘을 사용하였다(표 8). 사용된 실리콘은 피부 접촉 안전 인증을 받았으며(OECD-TG 439), 특수 분장용 마스크, 의수족, 의료용 등 인체보형물에 사용되는 경도 Shore 00-30A, 점도 3,000cps, 인 EcoFlex 00-30과 경도 Shore000-35A, 점도 9,300cps, 인 EcoFlex Gel을 사용했다. 먼저 음각 몰드에 EcoFlex 00-30를 3mm두께로 퍼 바른 뒤, 1시간 건조한다. 다음으로 EcoFlex Gel로 속을 채우고 1시간 경과 후 양각 몰드에 EcoFlex 00-30를 3mm두께로 도포하고 음각 몰드와 양각 몰드를 결합시켜 경화를 진행하였다. 프로토타입 인조 유방의 몰드별로 6시간에서 8시간이 소요되었다. 또한 유방의 부피를 무게로 환산하기 위해, 본 연구에서 사용한 EcoFlex 00-30, EcoFlex Gel의 100ml당 무게를 3회 반복 측정하여 인조 유방의 무게를 결정하였으며, 100ml당 100g 인 것을 확인하였다.

추가로, 몰드를 사용하지 않고, 모델링된 인조 유방을 FDM 3D 프린터로 출력하였을 때, 인조유방으로 착용하기에는 시판인조유방과 비교했을 때 매우 단단 하였으며, 예비실험으로 착용 시 통증이 심해 사용하기에는 부적절하다고 판단되었다.

표 8. 인조유방 내의 실리콘 적층 구상도



제 4 절 프로토타입 인조 유방의 평가

본 연구에서 제작한 프로토타입 인조 유방 3가지를 유방전절제 연구 참여자를 대상으로 사용 적합성 평가를 실시하였다. 사용 적합성 평가 후, 선호하는 프로토타입 인조 유방을 선정하였다. 또한 선정된 프로토타입 인조 유방을 시판 인조 유방과 비교하기 위해 주관적 착용성 평가에 사용하여 맞춤형 프로토타입 인조 유방의 사용 적합성을 평가하고자 하였다.

4.1 프로토타입 인조 유방의 사용적합성 평가

프로토타입 인조 유방의 사용적합성 평가를 위해 프로토타입별로 어깨기울기와 정적 압력 중심의 변화, 걷기에 따른 동적 압력 중심점 변화를 분석하였다(IRB No. 2106/001-011). 실험복은 인조 유방을 착용하지 않고 유방암 전용 브래지어만 착용한 상태, 유방암 전용 브래지어와 프로토타입 인조 유방 1을 착용한 상태, 유방암 전용 브래지어와 프로토타입 인조 유방 2를 착용한 상태, 유방암 전용 브래지어와 프로토타입 인조 유방 3을 착용한 상태로 4가지의 실험복으로 실험을 진행한다. 평가를 위한 기준점으로 인체 측정 기준점을 사용하여 어깨 끝점, 허리 옆점, 배꼽점, 목앞점 연구 참여자의 몸에 스티커로 표시한다. 인체 측정 자세는 발 뒤꿈치를 붙인 채로 발 끝을 30도 벌리고, 겨드랑이가 붙지 않게 팔을 살짝 벌린 자세를 취했다.

프로토타입 인조유방의 평가를 위해 실험복으로 사용한 유방암 환자용 브래지어는 본 연구의 선행 연구로서, 수입 브래지어에 의존하고 있어 맞음새가 좋지 못한 브래지어를 착용하는 국내 유방전절

제 환자들의 요구성능을 파악하여 의료목적으로 사용되는 유방전절제 환자의 MRI데이터를 이용하여 제작되었다(그림 13). 또한 유방암 환자의 MRI 데이터를 이용하여 브라지어의 제작 치수를 도출하여 브라지어를 설계하였다. 비교군으로 인체측정학적 3차원 측정 데이터의 측정치를 사용하여 기존의 브라지어 설계 방식으로 비교 브라지어를 설계하여 두가지 브라지어의 기능성과 맞춤새를 평가하였다. 평가 결과 MRI데이터를 사용하여 설계된 브라지어의 맞춤새의 적합함을 검증하였다. 더불어, 선행연구의 연구참여자와 본 연구의 연구참여자와 동일하며 MRI 데이터를 사용하여 새롭게 맞춤제작되었다(Kim, 2020).



그림 13. 실험복으로 사용한 유방암 환자용 브라지어 (MRI를 사용한 제작) (a) 실험복 앞; (b) 실험복 뒤

어깨 기울기를 분석하기 위해 각 실험복을 입고 3차원 바디 스캐너로 스캔을 실시하여 3차원 형상데이터를 얻은 뒤 Geomagic Design X를 사용해 어깨의 기울기를 측정한다. 어깨 기울기의 측정을 위해 스캔데이터를 하나의 메쉬로 병합한 뒤, 메쉬 형상에 나타

나는 측정점을 기준으로 하여 각각 어깨가쪽점과 목옆점을 생성한다. 오른쪽 어깨의 각도를 측정하기 위해 오른쪽 목옆점에서 지면에 평행한 벡터를 생성하고 벡터와 오른쪽 어깨가쪽점 사이의 각도를 측정한다. 왼쪽도 오른쪽 어깨 각도를 측정하는 방법과 같은 방법으로 측정한다.

다음으로, 실험복을 각각 착용하고 트레드밀을 5분 걷기 전후의 정적 균형과 동적 균형을 비교하였다. 보행 전 정적 압력 측정을 60초 측정하였으며, 보행 속도를 설정하고 트레드밀에서 5분 보행하였다. 보행 종료 후 정적 압력 측정을 60초 실시 하였다. 이때 보행 속도는 선호 보행 속도로 실험 전 트레드밀 보행을 실시하여 선호 속도를 먼저 측정하고 실험에 사용하였다.

무게에 따른 걷기 전 후의 정적 균형을 분석 하기 위해 95% 압력 중심점 영역(95% confidence ellipse area), 압력 중심 경로길이(center of pressure path length) 압력 중심 평균 이동 속도(center of pressure average velocity)와 좌우 전족부 압력(average force forefoot), 좌우 후족부 압력(average force backfoot), 좌우 족저 압력(average force foot)을 측정 하였다.

동적 균형을 분석하기 위해 걸음 속도(candence), 좌우의 중심 압력 이동 길이(length of gait line), 좌우 입각 중기 중심 압력 이동 길이(single limb support line), 수직 중심 압력 교차 위치(ant/post position), 수평 중심 압력 교차 위치(lateral symmetry)를 측정 하였다.

무게에 따른 자세를 분석하기 위해 3차원 스캐너를 사용하였으며, 서 있을 때와 보행 시의 균형을 측정하기 위해 트레드밀(FDM-TS30-3i, zebris Medical GmbH, Germany)을 사용하였다. 3차원

형상의 분석을 위해 사용된 프로그램은 Geomagic DesignX이며, 데이터 분석을 위해 사용된 프로그램은 Excel, Zebris FDM for gait analysis, IBM SPSS Statistic for Windows Version 25.0를 사용하였다. 측정된 정적 균형 데이터는 60초동안 측정 되는데, 초기 20초간의 자료는 분석대상에서 제외하는 것이 일반적 이며 측정을 시작을 외치고 측정을 시작할 때, 심리적으로 균형이 흔들리는 경향이 있어(Gong et al., 2010; Winter, 1995) 데이터가 안정되는 30초부터 60초까지의 데이터를 사용하였으며, 연구 참여자가 걷는 5분 중 앞 뒤 1분을 제외하고 3분의 데이터를 동적 균형 분석에 사용하였다. 무게에 따른 인체 균형의 변화를 비교하기 위해 기술 통계 및 T-검정을 시행하였다.

4.2. 프로토타입 인조유방의 주관적 착용성 평가

본 연구에서 선정된 연구 참여자인 유방전절제환자를 대상으로 세가지 인조 유방에 대한 착의 평가를 실시했다. 인조 유방은 각각 유방암환자용 브래지어와 함께 착용하였다. 주관적 착용성 평가에 사용한 인조 유방은 사용성 평가 실험 후 연구 참여자들이 선호한다고 답한 인조 유방과 시판 인조 유방을 사용하였다(IRB No. 2106/001-011). 각각 1주간 매일 6시간 이상 유방암 환자 전용 브래지어와 인조 유방을 착용하고 일상생활에서의 착용감을 평가한다. 주관적 착용 평가의 기간 동안 유방암 환자 전용 브래지어는 한가지의 종류를 착용하도록 하였다. 착용 평가에 사용된 시판 인조 유방은 유방절제술을 시행한 유방암환자의 인조 유방 착용실태연구에서 가장 많이 사용하고 있다고 응답한 A 브랜드의 인조 유방을 구매하여 사용하였다(Koo et al., 2020). 인조 유방의 사이즈는 홈페이지에 권고 되어있는 사이즈체계를 사용하여 선택하였다. 주관적 착용성 평가에 사용한 유방암 환자용 브래지어는 사용성 평가에 사용한 브래지어와 같다.

주관적 착용 평가는 2021년 6월14일부터 3주동안 시행되었다. 착용감 평가는 각 실험복을 착용한 지 7일째 되는 날 인조 유방의 밀착감, 활동 시 주관적 착용감, 심리적인 인지 등에 관한 설문평가지를 리커트 척도 5점 척도를 사용하여 작성한다. 설문지의 구성은 선행연구(Park, 2000; Mitsuno, 1990)를 참고하여 작성하였다. 평가는 리커트 5점 척도를 이용하여 1점이 매우 불만이며, 3점이 보통, 5점이 매우 만족으로 평가되었다. 설문지의 구성은 유방암브래지어와 인조 유방의 착용 실태 9문항, 인조 유방의 외관 및 착용성 평가 항목 16항목으로 25항목으로 구성하였다(표 9). 마지막으로 실험

종료 후, 반 구조화된 질문을 사용하여 연구 참여자들에게 각각 비대면으로 착용한 인조 유방에 대하여 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰에 사용된 질문은 ‘착용했던 인조 유방 중 선호하는 것과 그 이유는 무엇입니까?’, ‘시판 제품과 비교하여 프로토타입에 대한 느낀 점은 무엇인가요?’, ‘착용하면서 느낀 점을 말씀해 주십시오’였다.

주관적 착용 평가 데이터를 분석하기 위해 Excel(Microsoft Corp)과 IBM SPSS Statistic for Windows Version 25.0(IBM Corp, USA)를 사용하여 기술 통계와 비모수적검증을 진행하였다.

표 9. 주관적 착용평가 설문 문항

유방암브래지어와 인조유방의 착용실태	
문항	
1	평소 착용하시는 브래지어의 사이즈는 무엇입니까?
2	평소 유방암환자용 브래지어의 착용 경험이 있으십니까?
3	어느 브래지어를 더 선호 하십니까 ① 유방암환자용 브래지어 ② 일반 브래지어
4	3번문항에서 선택하신 브래지어를 더 선호하는 이유는 무엇입니까?
5	평소 착용하시는 인조유방 사이즈는 무엇입니까?
6	평소 유방암환자용 인조유방의 착용 경험이 있으십니까? ① 네 ② 아니오
7	착용하시는 인조유방의 브랜드는 무엇 입니까?
8	평소 착용하시는 인조유방의 브랜드를 선호하는 이유는 무엇입니까?
9	유방암 치료 관련 수술을 어느 정도 받으셨습니까?
인조유방의 외관 및 착용성 평가	
문항	
1	인조유방 착용 시 좌우의 무게 균형이 맞는다.
2	브래지어와 함께 인조유방 착용 시 좌우의 가슴의 모양이 비슷하다
3	브래지어와 함께 인조유방 착용 시 젖꼭지의 위치가 비슷하다.
4	인조유방의 무게가 적절하였다.

- 5 견거나, 움직일 때 인조유방이 흔들려서 거슬린다.
 - 6 인조유방의 촉감에 만족한다.
 - 7 인조유방의 크기가 적절하다.
 - 8 인조유방 착용 시 더웠다.
 - 9 일과시간 중에 착용하는데 무리가 없다고 느낀다.
 - 10 인조유방 세로 길이가 적당했다.
 - 11 인조유방의 가로 길이가 적당했다.
 - 12 인조유방의 두께가 적당했다.
 - 13 인조유방의 형태가 브래지어를 착용 후의 나의 가슴과 비슷해 만족한다.
 - 14 인조유방의 형태가 브래지어 착용 전 나의 가슴과 비슷해 만족한다.
 - 15 인조유방만 봤을 때, 모양이 적절하다.
-

제 4장 결과 및 고찰

제 1 절 연구참여자의 선정 결과

유방전절제 환자를 통한 사례분석으로 인구통계학적 특성과 유방암환자전용 브래지어와 인조 유방의 착용 실태를 분석하고, 유방전절제 환자의 3차원 데이터를 획득하여 유방 부위 세부 항목을 측정하였다.

1.1. 사례분석을 위한 연구참여자의 선정 결과

앞서 분석한 40-50대 한국인 여성의 유방 유형과, 인조 유방의 무게 기준을 고려하여 현재 유방암으로 인해 한쪽 유방을 전 절제술한 환자를 대상으로 개인 맞춤형 프로토타입 인조 유방을 제작하기 위해 연구 참여자를 모집하였다. 최종적으로 연구 참여 의사를 밝힌 연구 참여자 3명이 모집되었다. 본 연구에서는 익명을 보장하기 위해 연구참여자를 A, B, C 로 명명하였다. 각 연구 참여자의 인구통계학적 특성은 표 10과 같으며, 유방암 브래지어와 인조 유방의 착용 실태에 대한 응답은 표 11과 같다.

표 10. 유방전절제 연구 참여자의 인구통계학적 특성

	연구 참여자 A	연구 참여자 B	연구 참여자 C	평균	표준편차
나이(세)	53	47	50	50	2.45
키(cm)	150	157	163	156.67	5.31
몸무게(kg)	59.6	54.7	82.9	65.73	12.3

유방전절제 방향	오른쪽	오른쪽	왼쪽		
브래지어 사이즈	85B	90B	95B	-	-
착용인조유방 사이즈 (A브랜드)	6	7	8		

표 11. 유방전절제 연구 참여자의 유방암 브래지어와 인조유방의 착용 실태

문항	연구 참여자 A	연구 참여자 B	연구 참여자 C
평소 착용하는 브래지어 사이즈	85 B	66	90A
유방암 브래지어 착용 경험	있다	있다	있다
선호하는 브래지어	유방암 브래지어	유방암 브래지어	유방암 브래지어
선호하는 이유	일반 브래지어 보다 기능성, 편안함이 좋아서	넓고 착용감이 편함	착용감이 더 편함
평소 착용하는 인조유방 사이즈	4	66이나6B	80/5
착용하는 인조유방 브랜드	누디브라업체	Silima	Silima
선호하는 이유	-	가벼움	무게감과 착용감이 내 가슴과 큰 차이가 없이 편하기 때문
유방암 수술 받은 년도	2016	2012	2014

1.1.1. 연구 참여자 A

연구 참여자 A는 53세로 S대학 병원 환우회인 ‘비너스’에 가입되어 있으며, 2016년 오른쪽 유방의 절제술을 시행 받았다. 항암을 위한 외래 진료는 아직 진행중이었다. 최근 전염병 사태로 인해 환우회의 활동이 제한되어 사회적 활동이 감소되어 답답함을 느끼고 있었다. 한편, 유방절제술을 시행 받고 나면, 체중에 증감이 되지 않도록 주의를 요한다. 따라서 꾸준한 운동을 하여 체중이 증가하지 않도록 해야 한다. 하지만 2021년 초 발목을 접질러 운동을 하지 못하게 되면서 5kg가 증가해, 병원으로부터 체중 감량 권고를 받았으며, 무릎이 나빠져 걷기 활동에 무리가 있어 선호 무게를 선정하기 위한 예비 실험에 참가하지 못하였다. 하지만 비대면으로 사용하는 인조 유방의 무게를 파악할 수 있었다.

식당을 운영하고 있었으며, 식당에서 일과를 위한 운동 말고는 따로 운동을 하고 있지 않다고 답했다. 또한 집에 있을 때에도 항상 인조 유방을 착용하며, 배우자에게도 인조 유방을 착용하지 않은 모습을 보이는 것을 꺼린다고 답했다.

사용하는 인조 유방의 경우, 외국브랜드가 아닌 한국에서 자체 제작하는 업체의 인조 유방을 사용하고 있다고 말했지만, 업체의 인조 유방 또한 외국브랜드의 인조 유방을 수입해 판매하고 있는 것을 알게 되어 실망했다고 말했다. 더불어, 주로 인터넷으로 인조 유방을 구입하고 있었지만 사이즈 선택에 어려움이 있고 품질이 좋지 않아 반쯤은 경험이 있다고 말했다. 또한 인조 유방의 사이즈가 남아있는 유방에 비해 작다고 생각이 들면, 인조 유방과 볼륨 패드를 함께 사용하거나, 남들이 본인의 가슴을 보는 것 같아 심리적인 위축이 생긴다고 말했다. 또한 사용하는 인조 유방의 형태가 본인의

남아있는 가슴은 점점 처지는 것에 비해 젊은 사람의 가슴이라고 느껴 나이에 맞는 유방의 형상이면 좋겠다는 요구사항이 있었다.

1.1.2. 연구 참여자 B

연구 참여자 B는 47세로 2012년에 유방전절제술을 시행 받았으며, 현재까지 꾸준히 항암치료를 받고 있는 상태이다. 사용하는 브래지어는 컵이 있는 브라 보다 스포츠브라의 형태를 선호하며, 본인의 가슴사이즈보다 큰 사이즈의 인조 유방을 착용하는 것을 선호하였다.

종교를 가지고 있으며, 매주 종교 활동에 참여하고 있다고 말했다. 직장은 없으며, 외출은 병원을 갈 때는 제외하고는 잘 하지 않는 편이라 말했다. 또한 평소 언어 습관이 매우 부정적, 비판적이었으며, 가정불화로 인한 심적인 부담이 있음을 말했다.

사용하는 인조 유방을 독일의 인조 유방 브랜드 제품이었으며, 동일한 형태에 무게가 감소되었음을 강조하는 제품을 착용하고 있었다. 더불어 인조 유방이 40~50만원으로 가격의 부담이 되지만, 하나의 인조 유방만 사용한다면 터지는 등의 결함이 발생해 테이프를 붙여 쓴다고 말했으며, 외국브랜드의 제품이라 A/S가 어려운 것 같다고 답했다. 또한 유방암의 발병 전에는 가슴이 파이고 노출이 있는 옷을 즐겨 입었지만, 유방암 수술 후에는 가슴이 파인 옷을 입으면, 인조 유방의 윗부분과 유방암환자용 브래지어가 보여 원하는 옷을 입지 못해 불만이 있다고 말했다.

1.1.3. 연구 참여자 C

연구 참여자 C는 50세로 2014년 유방 절제술을 시행 받았다. 활발한 환우회 활동을 하고 있었다. 3차원 스캔을 하기 위해 처음 대면했을 때에는 림프 부종이 함께 발병하여, 팔에 림프 순환용 압박복을 착용하고 있었다. 하지만 프로토타입 인조 유방의 평가를 위해 다시 대면했을 때에는 림프 부종이 감소해 압박복을 착용하지 않고 있었다.

직업은 없으며, 가족 구성원으로는 남편과 아들 두 명이 있으며, 한달에 한번 S대학 병원으로 외래 진료를 가야 하는 날이면 직장인 아들이 연차를 써 어머니를 모시는 생활을 하고 있어 가족이 함께 암환자를 도와주는 가정인 것을 알 수 있었다. 처음 연락한 날과 비교하여, 실험을 위해 실험실을 방문했을 때, 비대면 인터뷰를 진행하면서 대화를 나눌 때 긍정적인 어휘를 주로 사용하는 편이었다. 직장은 없으며 하루 한번 1시간 정도의 꾸준한 걷기 운동을 하고 있었고 보행 실험 시에도 활동적인 참여 모습을 보여주었다. 사용하는 인조 유방은 독일의 인조 유방 브랜드 제품이었다. 또한 가슴이 커 브래지어 안에 인조 유방이 들어가지 않아 불편할 때가 있다고 말했다.

세명의 연구 참여자 모두 현재까지 항암치료를 위해 주기적으로 병원에 내원하고 있었다. 또한 사용하고 있는 인조 유방에 대해 본인의 남아있는 가슴과 비교하였을 때 형태가 다름, 무거운 무게, 구입의 어려움에 대한 불만이 있었다. 특히 연령에 맞는 유방의 형태와 부피를 가지고 있으며, 무겁지 않은 인조 유방에 대한 요구사항

을 강조했다.

1.2. 유방전절제 환자의 3차원 인체 형상 측정 결과

유방전절제를 시행한 유방암 환자의 맞춤형 인조 유방을 설계하기 위해 연구 참여자의 수술하지 않은 유방을 기준으로 유방 세부 항목을 측정하였다. 연구 참여자의 3차원 인체 형상 데이터의 유방 세부항목 측정치는 표 12와 같으며, 연구 참여자 별 측정치를 사용하여 유방 형태를 판별하고, 모델링 설계 치수를 산출하여 개인 맞춤형 인조 유방 모델링에 활용하였다.

표 12. 유방전절제 연구 참여자의 3차원 인체형상 측정 데이터

측정 항목 (단위 :mm)	연구 참여자 A	연구 참여자 B	연구 참여자 C
목옆-BP 직선길이	274.0	291.3	319.1
어깨1/2점-BP 직선길이	244.9	268.0	290.6
목앞점-BP 직선길이	220.6	233.4	238.5
상연점직선길이	100.8	131.6	145.9
하연점직선길이	45.2	53.2	52.6
내연점직선길이	116.6	121.4	138.3
외연점직선길이	120.1	133.4	148.4
상연점체표길이	101.91	132.6	146.7
하연점체표길이	49.6	57.0	59.1
내연점체표길이	118.2	122.2	143.2
외연점체표길이	125.3	139.4	154.1
젖가슴 가로직선길이	178.3	167.3	210.2
젖가슴 세로직선길이	109.3	136.9	153.7
젖가슴상부경사각도	65.6	67.3	68.7
젖가슴하부경사각도	22.9	17.0	20.1

유방두께	41.6	50.8	50.5
유방높이	17.6	15.5	18.6

제 2절 인조유방 설계방법론 도출 결과

프로토타입 인조 유방의 모델링 설계의 기준을 찾기 위해, 첫째, 한국인 40-50대 여성의 유방 형태를 구성하는 요인을 도출하고, 유방을 유형화하였다. 둘째, 한국인 40-50대 여성의 유방 유형을 기준으로 판별 분석을 실시하여 사례연구 참여자의 유방이 어떤 유형에 해당하는지 분석하였다. 다음으로, 연구참여자의 누드와 보정된 상태의 유방을 비교 분석하여 보정이 필요한 유방 부위 세부항목을 도출하여 유형별로 인조유방의 설계회귀식을 도출하였다. 마지막으로 가슴 위치의 무게에 따른 균형성을 분석하여 인조유방의 무게의 기준을 선정하였다.

2.1. 40-50대 여성의 유방형태 분석 결과

2.1.1. 요인분석 결과

한국인 유방암 환자의 체형에 맞춘 인조 유방을 설계하기에 앞서, 기초 연구로서 한국인 40~50대 여성의 유방 형태를 분석하기 위해 사이즈 코리아 5차의 3차원데이터를 사용하여 유방세부항목을 측정하였다. 한국인 40-50대여성의 유방 형태를 구성하는 요인을 분석하고자 측정된 17항목에서, 젖가슴 가로직선길이가와 젖가슴 세로직선길이를 사용하여 계산된 유방의 평편률 항목을 추가해 총 18항목을 요인 분석에 사용하였다. 유방 형태의 구성 요인의 추출을 위해

Varimax 직교회전법을 사용하여 표 13과 같은 결과를 구하였다. 먼저, KMO의 표본 적합도는 0.767로 나타났으며, Bartlett의 구성형 검증 결과도 유의수준 0.001에서 유의하므로 요인 분석이 가능한 것으로 사료되었다. 유방 형태 구성 요인은 총 4개가 추출되었으며, 79.66%을 설명력을 보였으며 각 요인의 특성은 다음과 같다.

요인1은 내연점 관련 항목과 목앞점과 젖꼭지 점 사이 길이, 목옆점과 젖꼭지점 사이 길이, 어깨 1/2점과 젖꼭지점 사이길이, 유방두께, 젖가슴하부경사각도를 나타내는 항목에 높게 부하 하여 ‘유방의 위치와 돌출 정도를 나타내는 요인’이라 할 수 있다. 젖가슴하부경사각도에서 음의 값을 가지며, 하부경사각도가 클수록 유방의 돌출이 크다는 것을 알 수 있다. 4개의 요인 중 값이 가장 큰 요인으로 고유치는 7.27로 전체 변량의 40.39%의 설명력을 나타낸다.

요인 2는 편평률, 젖가슴 세로직선길이, 상연점 관련 항목에서 높은 값을 나타내며 ‘유방의 상부 형태 관련 요인’이라 할 수 있다. 고유치는 3.35이며 전체 변량에서 18.62%의 설명력을 나타낸다.

요인 3은 ‘유방의 하부 형태 관련 요인’으로 하연점 관련 항목과, 유방높이, 젖가슴상부경사각도를 나타내는 항목에서 높은 값을 갖는 것으로 나타났다. 젖가슴 상부경사각도 에서는 음의 값을 가지며, 상부경사각도가 클수록 가슴의 하부길이 요인이 짧고, 유방의 처짐이 있다는 것을 알 수 있다. 고유치는 2.24, 12.26%의 설명력을 나타낸다.

요인 4는 외연점 관련 항목과 젖가슴 가로직선길이에서 높이 부하 하여 ‘유방의 외측 형태 관련 요인’이라 할 수 있다. 고유치는 1.47, 8.19%의 설명력을 나타낸다.

한국인 여성의 유방의 형태를 구성하는 요인을 분석한 선행연구

에서 40대의 유방 형태의 요인을 분석한 Park & Sohn(1996)의 연구에서는 69.94%의 누적기여율과 5개의 요인 도출되었으며, 각 요인은 가슴부위의 비만정도와 젖꼭지위치요인, 유방 높이 및 용적 요인, 유저의 상하면적의 비 요인, 유저의 좌우면적의 비 및 벌어짐 요인, 유방의 하부 용적 및 처짐 요인 이었다. 또한 전체 성인 연령을 대상으로 연령별 유방 형태의 구성 요인을 분석한 Kim & Shon (2001)의 연구에서는 73.3%의 누적기여율과 6개의 요인이 도출되었다. 각 요인은 가슴부위의 비만 정도, 유방 상부의 형태 및 처짐, 유방 하부의 형태 및 처짐, 유방의 위치 및 수직 크기, 유방의 내측 형태 및 벌어짐, 유방의 외측 형태 및 벌어짐을 나타내는 요인으로 유방의 비만 정도와 상부, 하부, 외측, 내측을 구성하는 유방 세부항목들이 요인으로 묶인 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구의 요인분석 결과 또한 유방의 위치와 유방의 비만을 나타내는 돌출 정도, 유방의 상부, 하부, 외측 관련 항목들로 요인들이 구성되어 있음을 알 수 있어 선행연구와 비슷한 경향을 보이는 것을 알 수 있었다.

표 13. 40-50대 여성의 유방 세부항목 요인분석 결과

요인명	세부항목	공통성	성분			
			1	2	3	4
요인 1	내연점체표길이	0.83	0.90			
	내연점직선길이	0.80	0.88			
	유방의 위치와 돌출관련	목앞점-BP(직선)	0.70	0.71		
	목옆- BP 사이길이(직선)	0.69	0.68			
	어깨1/2점- BP(직선)	0.71	0.63			

		유방두께	0.78	0.58			
		젓가슴하부경사각도	0.58	-0.55			
	젓가슴	편평률	0.92		0.90		
요인	세로	젓가슴	0.91		0.87		
2	길이	세로직선길이					
	관련	상연점직선길이	0.88		0.76		
		상연점체표길이	0.87		0.74		
	유방의	하연점직선길이	0.91		0.91		
요인	하부	유방높이	0.84		0.85		
3	모양	하연점체표길이	0.82		0.85		
	관련	젓가슴상부경사각도	0.71		-0.70		
	유방의	외연점체표길이	0.89			0.93	
요인	가로	외연점직선길이	0.87			0.92	
4	길이	젓가슴					
	관련	가로직선길이	0.62			0.68	
		고유값		7.271	3.351	2.243	1.474
		누적분산비율		40.393	59.01	71.471	79.658
		KMO의 표본적합도					0.767
		Barrlett의 단위행렬 검증					6997.765*** (0.000)

2.1.2. 군집분석 결과

한국인 40-50대 여성의 유방을 형태별로 분류하기 위해 요인 분석한 결과 산출된 요인 점수를 이용해 군집분석을 하였다. 군집의 수는 2개부터 순차적으로 증가시켜 통계처리를 한 후, 각 군집별로 요인 점수에 대한 유의 확률이 0.05이하로 나타나는 최소 군집수로 결정하였으며 각 유형별 인원 분포는 유형 1이 121명(39.5%), 유형 2가 128명(41.8%), 유형 3이 57명(18.6%)이었다. 이 과정에서 3가지의 유방 형태로 분류되었으며, 표 14와 같다. 요인 분석에

사용된 18개 항목에 대하여 분산 분석하여 유형 간의 차이를 검증하였다(표 15). 젖가슴 상부 경사 각도를 제외한 모든 항목에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

유형 1은 가슴의 가로 너비가 작고, 돌출이 적은 유형으로 총 306개의 유방에서 121개의 유방이 포함되었으며, 세 유형중 유방 세부항목의 측정치가 가장 작은 것으로 나타났다. 하지만 다른 유형들 보다 젖가슴 하부 경사각도와 유방높이가 가장 큰 것으로 나타나 가슴이 작고 젖꼭지점의 위치가 가장 높은 유형인 것을 알 수 있었다. 또한 편평률이 0.85(0.11)로 세 유형 중에 가장 작아 유방이 세로로 긴 형태를 띠는 것을 알 수 있었다.

유형 2는 128개의 유방이 포함된 유형이다. 전체 유방의 평균에 가장 가까운 값을 가져, 세 유형 중에 40-50대 한국인 여성 유방 평균에 속하는 유형이라는 것을 알 수 있었다. 세 유형중 가장 많은 수의 유방이 포함된 유형이다.

유형 3은 유방이 세 유형 중 가장 크고 처져 있는 형태이며 57개의 유방이 포함되었다. 세 군집 중 유방세부항목의 측정치가 가장 크며, 특히 유방 두께가 세 군집 중 가장 크고, 젖가슴 가로 직선길 이와 세로직선길이가 모두 커 유방의 면적도 가장 넓은 것을 알 수 있었다. 편평률이 0.95로 가장 1에 가까워 세 유형 중에 가장 원형의 유방형태라는 것을 알 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 군집 분석으로 분류된 유형과 함께 판별분석을 실시하여 본 연구에 참여하는 유방전절제 환자의 유방유형을 분류하였으며, 유형별로 개인 맞춤형 인조유방의 설계치수를 구하는 회귀식에 사용되었다.

표 14. 40-50대 유방의 유형별 대표 3차원 형상

유형	유형 1		유형 2		유형 3	
	정면	측면	정면	측면	정면	측면
각 유형 에 가장 가까운 3 차원 형상						
인원	121 (39.5)		128 (41.8)		57 (18.6)	

표 15. 40-50대 여성의 유방부위 세부항목의 군집 분석 결과

항목	전체 (n=306)		유형1 (n=121)		유형2 (n=128)		유형3 (n=57)		f
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
목옆- BP 직선길 이	258. 80	17.5 4	245. 58	8.92	260. 53	10.2 7	282. 98	16.9 3	213.016 ***
어깨1/2점- BP 직선길 이	238. 27	18.6 1	223. 55	11.5 3	241. 47	9.10	262. 34	18.2 3	203.504 ***
목앞점- BP 직선길 이	199. 61	18.4 5	186. 66	10.1 0	200. 15	9.52	225. 85	19.1 2	204.149 ***
상연점직선 길이	109. 86	16.9 5	96.8 0	11.0 9	112. 72	10.4 5	131. 17	14.2 6	180.160 ***
하연점직선 길이	58.0 9	7.57	55.7 3	7.48	59.1 5	6.85	60.7 2	8.03	11.261* **
내연점직선 길이	85.7 1	15.0 1	78.2 1	10.9 1	83.8 1	11.4 5	105. 90	11.4 0	121.030 ***

외연점 직선길이	118. 15	12.4 8	112. 38	11.2 1	119. 48	11.2 7	127. 42	11.3 3	36.148*
			a		b		c		**
상연점 체표길이	109. 85	17.0 6	97.2 1	10.5 4	112. 15	10.7 8	131. 49	15.7 8	168.244
			a		b		c		***
하연점 체표길이	62.3 7	10.2 1	58.7 6	9.49	64.0 3	9.85	66.2 8	10.2 3	14.639*
			a		b		b		**
내연점 체표길이	87.9 9	17.1 7	78.9 1	11.3 4	85.4 9	12.0 7	112. 86	13.3 3	158.976
			a		b		c		***
외연점 체표길이	124. 72	13.8 8	117. 76	11.4 6	126. 49	12.0 0	135. 51	14.5 2	42.640*
			a		b		c		**
젓가슴 가로직선길 이	162. 12	10.1 2	157. 51	7.72	163. 24	9.12	169. 41	11.7 8	34.301*
			a		b		c		**
젓가슴 세로 직선길이	144. 28	16.1 5	133. 59	14.9 1	147. 56	10.3 3	159. 58	13.9 0	84.727*
			a		b		c		**
젓가슴상부 경사각도	68.8 1	3.78	69.1 1	3.60	68.7 4	3.97	68.3 6	3.72	0.793
젓가슴 하부 경사각도	46.5 4	7.81	50.6 3	6.74	46.0 0	5.51	39.0 5	8.47	59.844*
			c		b		a		**
유방 두께	39.4 3	7.18	34.3 1	5.31	40.7 3	5.20	47.3 6	5.87	120.720
			a		b		c		***
유방높이	41.8 8	8.51	42.9 3	7.99	42.4 7	7.05	38.3 1	11.3 3	6.459***
			b		b		a		
평편률	0.89	0.11	0.85	0.11	0.91	0.09	0.95	0.11	20.391*
			a		b		c		**

*<0.1 **<0.05***<0.01

a<b<c

2.1.3 판별분석 결과

군집분석을 통해 분류된 40-50대 한국인 여성의 유방 유형을 분류하는데 있어 중요도가 높은 항목을 찾기 위해 단계적으로 판별분석을 하였으며 변수를 선택하는 방법으로는 요인 분석에 이용되었던 18개 항목을 이용하여 단계적으로 처리방법을 사용하였으며, 추출된 대표 항목의 유형 구별에 대한 상대적인 중요도를 알아보기 위해 판별 분석을 실시하였다.

판별 변수들의 판별력을 비교하여 각 변수들의 상대적 중요성을 파악할 수 있도록 표준화된 정준판별계수를 표 16에 나타냈다. 개인의 체형을 판별하기 위해 측정치를 판별 함수에 대입하여 판별할 수 있다. 요인 분석에 사용된 18개의 항목을 독립변수로, 세개의 유형을 종속변수로 사용하여 판별 분석을 통해 각 유형의 판별 확률을 구하였으며, 판별 함수의 명중률은 94.1%로 나타났다(표 17). 유형별 사전 확률을 감안하여 유형 1은 121명중 107명이 올바르게 판별되었으며 예측 유형을 올바르게 판별하는 확률이 88.40%이고 유형 2는 122명으로 95.39%, 유형 3은 55명으로 96.59%의 높은 정확성을 보이고 있었다. 예측 소속 집단과 비교해 볼 때 실제 유형에서 잘못 분류된 케이스는 22개임을 알 수 있다. 또한 판별분석은 판별함수를 사용하여 유방전절제를 시행한 유방전절제 환자의 유방 형태를 판별하였다.

표 16. 표준화된 정준판별계수

판별변수	판별함수계수 1	판별함수계수 2
오_목옆-BP 사이길이 (직선)	0.23	-0.07
오_어깨1/2점-BP (직선)	0.19	-0.44
오_목앞점-BP (직선)	0.27	0.29
오_상연점직선길이	0.40	-0.17
오_내연점체표길이	0.43	0.82
오_외연점체표길이	0.27	0.10
오_유방두께	0.16	-0.49

표 17. 40-50대 유방의 유형별 판별 확률

빈도(명) 명증률(%)		예측소속집단			합계
		유형1	유형2	유형3	
	유형1	107	14	0	121
		88.40	11.60	0.00	100.00
실제 유형	유형2	6	122	0	128
		4.70	95.30	0.00	100.00
	유형3	0	2	55	57
		0.00	3.50	96.50	100.00

굵은 글씨로 표시된 부분이 처음 분류된 케이스임

2.2. 보정 필요 항목 유형별 인조유방 설계 회귀식 도출 결과

누드 상태의 유방과 보정된 상태의 유방의 비교를 통해 보정이 필요한 항목을 도출하기 위해 연구 참여자의 남아있는 유방에 대하여 누드 상태와 측정복 착용 상태의 유방 형태를 T-검증을 사용하여 비교 분석하였다(표 18). 외연점 직선길이, 외연점체표표길이와 젖가슴 세로직선길이 항목, 젖가슴 상부경사각도를 제외한 나머지 항목에서 통계적으로 유의한 결과가 나타났다. 상연점 직선길이와 상연점 체표길이, 내연점 직선길이와 내연점 체표길이와 목옆에서 젖꼭지점 사이 길이, 목앞점에서 젖꼭지점 사이길이, 어깨1/2점에서 젖꼭지점 사이 길이, 유방두께항목은 측정복을 착용하였을 때 줄어들었으며, 젖가슴 하부 경사 각도와 유방높이 항목은 늘어났다. 따라서 누드 상태에서 측정복을 착용하였을 때, 유방의 하부가 위로 올라붙었으며, 젖꼭지점의 위치가 상향된 것을 알 수 있다. 즉, 처져 있던 유방의 하부 부분이 측정복의 착용으로 위로 보정된 것으로 생각된다. 그러므로 누드 상태의 3차원 스캔 데이터를 사용하여 인조 유방을 모델링 하기 위해서는 유방 높이, 유방 두께, 유방의 하부 부분 관련 항목에 대한 보정이 필요 하다고 판단되었다.

표 18. 측정복 유무에 따른 유방전절제 연구 참여자 유방의 측정치 비교 분석

	누드		측정복 착용		t
	M	SD	M	SD	
목옆- BP 사이길이(직선)	301.50	22.89	256.04	17.94	12.929***
어깨1/2점- BP(직선)	274.13	22.48	239.31	20.10	8.882***

목앞점-BP(직선)	237.22	14.82	193.13	3.48	5.634**
상연점직선길이	129.30	19.88	94.24	17.07	6.734***
하연점직선길이	52.23	5.28	72.04	11.87	-3.841**
내연점직선길이	127.85	10.52	90.77	8.31	9.786***
외연점직선길이	131.91	12.24	144.04	15.93	-1.900
상연점체표길이	130.08	19.63	94.92	17.86	6.880***
하연점체표길이	57.40	5.97	77.14	13.64	-3.556**
내연점체표길이	123.00	11.79	92.23	8.05	8.848***
외연점체표길이	138.17	12.10	129.82	63.06	0.266
젓가슴 가로직선길이	182.03	19.34	190.36	17.59	-5.202**
젓가슴 세로직선길이	137.20	19.87	142.92	17.72	-2.215
젓가슴상부경사각도	66.95	1.35	63.30	5.41	1.464
젓가슴하부경사각도	20.49	2.60	54.43	3.80	-30.017***
유방두께	49.29	5.36	41.435	7.51	3.329**
유방높이	18.33	2.57	58.67	10.58	-9.407**

*<0.1 **<0.05***<0.01

가슴의 부피를 수학적으로 계산할 때, 젓꼭지 점 상의 평면의 위쪽은 삼각뿔의 부피를, 아래쪽은 원의 부피를 사용하기 때문에 맞춤형 인조 유방의 모델링을 위해 젓가슴세로직선길이, 젓가슴가로직선길이, 하연점의 체표길이, 젓가슴 상부 경사각도, 유방 높이, 유방 두께가 필요하다고 판단되었다. 그 중, 하연점 체표길이, 유방높이와 유방두께는 치수의 보정이 필요 하므로 회귀식을 도출이 필요하다고 판단되었다. 유형별로 유방의 형태가 다르기 때문에, 맞춤형 인조 유방을 설계하기 위해 회귀식을 도출하였다. 따라서 측정된 5차

사이즈코리아의 306개의 유방의 세부항목을 바탕으로 하연점 체표 길이, 유방 높이, 유방 두께에 대한 상관관계를 분석한 수, 상관관계수 R이 0.4 이상인 항목에 대하여 회귀식을 도출하였다(표 19). 회귀 분석결과를 바탕으로 프로토타입 맞춤형 인조 유방 설계를 위한 설계치수 도출 계산식을 다음과 같이 설정하였다(식 3).

따라서 유방 유형 판별에 필요한 유방부위 세부항목과, 인조유방 설계에 필요한 항목을 직접 측정거나, 3차원 형상을 통해 측정하여 인조유방의 설계 치수를 도출할 수 있을 것이라 생각된다.

또한 유방전절제 연구참여자에게 누드상태와 보정된 유방상태의 인조유방 중 선호하는 인조유방을 조사하여 본 연구에서 도출한 보정회귀식에 대한 보정성의 검증을 진행하고자 하였다.

표 19. 보정 유방의 세부측정 항목 회귀분석

유형	대표치수	계산치수	상수	비표준화계수	F
유형 1	하연점 직선길이	하연점	-1.497	1.095	226.180***
		체표길이	-4.916	0.847	262.866***
		유방높이	9.64	0.443	75.522***
유형 2	하연점 직선길이	유방 두께	-3.474	1.344	242.896***
		하연점	-6.961	0.817	143.318***
		체표길이	10.31	0.514	107.260***
유형 3	하연점 직선길이	유방 높이	-7.235	1.2	323.515***
		체표길이	-13.97	0.909	36.819***
		유방 두께	15.394	0.526	59.348***

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

$$\text{계산치수} = \text{상수} + \text{비표준화계수} \times \text{대표치수}$$

식 3. 누드상태 유방의 보정 치수 도출계산식

2.3. 무게에 따른 균형성 분석을 통한 적절한 인조유방의 무게 도출 결과

맞춤형 프로토타입 인조 유방의 무게의 기준을 선정하기 위해 한국인 40-50대 여성의 평균 유방 부피를 구하였으며, 부피를 무게로 환산하여 평균 무게를 건강인 연구 참여자 대상 실험에 활용하였다. 따라서 유방 위치의 무게 변화에 따른 정적, 동적 압력중심점의 변화와 어깨 기울기 변화를 비교 분석하여 균형성에 영향을 미치는지 확인하였다.

2.3.1. 40-50대의 유방 무게 분석 결과

프로토타입 인조 유방의 무게 설정의 기준을 찾기 위해 본 연구의 대상 연령인 40-50대 여성의 유방 무게를 구하고자 하였다. 40-50대 여성의 유방세부항목을 측정 한 후, 회기 방적식에 따라 젖가슴 가로 직선 길이, 젖가슴 세로 직선 길이, 유방 두께, 유방 높이를 사용하여 유방의 부피를 산출하였으며 370.66(114.52) cm³ 이었다(표 20).

표 20. 40-50대 여성의 평균 유방 부피

	평균	표준편차
유방의 무게 (cm ³)	370.66	114.52

2.3.2. 무게에 따른 어깨기울기

한국인 유방암 환자의 맞춤형 인조 유방을 설계하기에 앞서, 무게의 기준을 선정하는 기초 연구로서 건강인을 대상으로 가슴 위치의 무게에 따른 자세의 변화에 대해 예비실험을 통하여 분석하였다. 먼저 착용 후 걷기 전후의 어깨 기울기의 변화를 알아보기 위해 걷기 전 후로 스캔을 실시하였으며, 정적, 동적 균형 차이 비교를 위해 트레드밀을 사용하여 균형을 측정하였다. 본 예비 실험에 참여한 건강인 연구 참여자 10명의 인구통계학적 특성을 파악하기 위해 나이, 키, 몸무게를 측정하였다(표 21).

표 21. 건강인 연구 참여자의 인구통계학적 특성

	평균	표준편차
나이(세)	46.73	7.43
키(cm)	161.17	5.91
몸무게(kg)	53.31	10.86

각 실험복의 무게에 따라 걷기 전후의 어깨 기울기를 비교 분석하였다(표 22). 실험복의 무게 차이가 없을 때 오른쪽의 어깨 기울기 차이는 $-1.13(2.97)$, 왼쪽은 $-1.27(2.53)$ 이었다. 오른쪽의 무게 감소에 따라 오른쪽, 왼쪽의 어깨 기울기 차이가 있었지만 걷기 전후의 무게 간 사후 검정 비교에서는 모든 무게에 대해서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 무게가 다른 실험복을 착용하고 5분 걷기 전후의 어깨 기울기를 측정하여 비교하였을 때,

통계적으로 유의미하지 않은 것을 알 수 있었다.

표 22. 건강인 연구 참여자의 무게에 따른 어깨 기울기 차이

	무게차이	M	SD	f
R	평균 무게	-1.13	2.97	1.380
	10% 감량	1	2.37	
	20% 감량	-0.51	1.28	
	30% 감량	-0.77	1.61	
L	평균 무게	-1.27	2.53	1.558
	10% 감량	0.22	2.88	
	20% 감량	-0.55	2.08	
	30% 감량	-0.88	1.57	

*<0.1 **<0.05***<0.01

무게가 다른 실험복을 각각 착용하고, 트레드밀을 5분 보행 전후의 정적 압력중심점을 측정하여 비교한 결과는 다음과 같다(표 23).

95% 압력중심점 영역은 그림 14에서 보이는 것과 같이 보행 전과 비교하여 보행 후 영역의 크기가 줄어든 것으로 보이지만, 보행 전후와 무게에 따른 유의한 통계적 차이는 찾을 수 없었다. 또한 보행 전후를 비교 했을 때, 보행 전 일 때 가벼운 무게를 착용할수록 압력중심경로길이와 압력중심 평균 이동속도가 늘어나 선 자세를 유지하는데 균형성이 떨어지는 경향이 보였지만 통계적으로 보행 전후의 차이는 나타나지 않았다.

좌우의 족저압력관련 항목에서는 전족부의 압력보다 후족부의 압력이 크게 나타나 대체적으로 발 뒤꿈치 쪽으로 무게중심을 두어 선자세를 유지하는 모습을 보였으며, 보행 전후와 무게에 따른 통계

적으로 유의한 차이를 나타내지 못하고 있는 것으로 나타났다. 또한 족저 압력의 오른쪽과 왼쪽을 비교 했을 때에도 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 따라서 무게에 따라 보행 전후의 정적 균형에는 차이가 없어 가벼운 무게의 인조유방을 착용하여도 선 자세를 유지하는 균형성에는 무리가 없을 것이라 생각 되었다.

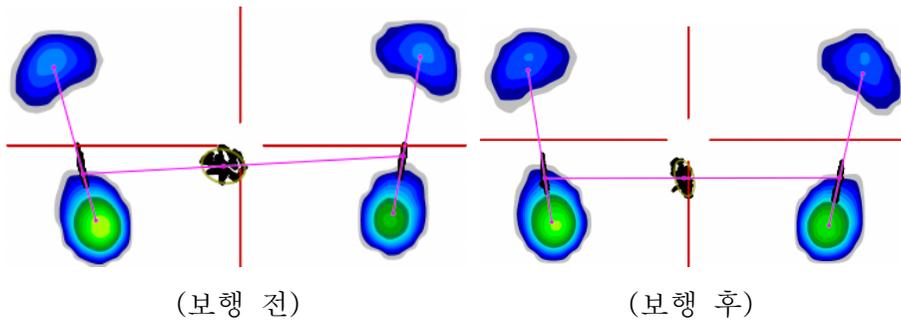


그림 14. 건강인 연구 참여자의 보행 전후 정적 압력 중심 데이터의 비교

표 23. 건강인 연구 참여자의 보행 전후 정적 압력 중심 비교 분석

항목	무게	전		후		f	전 f	후 f
		M	SD	M	SD			
95% 압력중심점 영역	평균 무게	229.80	313.55	224.80	239.00	0.346		
	10% 감량	94.10	65.19	276.70	366.17	9.038	0.597	0.281
	20% 감량	260.10	492.70	296.90	511.31	0.012		
	30% 감량	185.40	205.69	228.00	330.43	0.555		
	평균 무게	396.20	264.28	477.30	403.02	0.000		
압력중심 경로길이	10% 감량	370.00	249.96	338.20	202.94	0.851	0.285	0.262
	20% 감량	363.30	219.14	421.40	265.51	1.097		
	30% 감량	448.50	310.10	395.40	368.38	0.018		
	평균 무게	396.20	264.28	477.30	403.02	0.000		

	평균	13.20	8.92	15.90	13.36	0.007		
	무게							
압력중심 평균 이동속도	10% 감량	12.20	8.20	11.30	6.78	0.767	0.287	0.255
	20% 감량	12.30	7.18	14.00	9.10	1.591		
	30% 감량	14.90	10.37	13.20	12.41	0.005		
	평균 무게	38.70	15.60	36.30	14.75	2.924		
전측부 압력 (좌)	10% 감량	38.20	15.42	39.60	16.45	0.099	0.078	0.226
	20% 감량	38.60	15.20	40.10	16.19	0.094		
	30% 감량	40.60	15.79	40.70	16.67	0.156		
	평균 무게	36.50	9.69	43.20	21.99	4.134		
전측부 압력 (우)	10% 감량	34.50	10.34	37.40	13.28	0.193	0.563	0.354
	20% 감량	36.80	11.22	37.90	14.15	0.131		
	30% 감량	37.20	10.64	39.00	11.94	0.168		
	평균 무게	61.30	15.60	63.70	14.75	2.924		
후측부 압력 (좌)	10% 감량	61.80	15.42	60.40	16.45	0.099	0.078	0.226
	20% 감량	61.40	15.20	59.90	16.19	0.094		
	30% 감량	59.40	15.79	59.30	16.67	0.156		
	평균 무게	63.50	9.69	56.80	21.99	4.134		
후측부 압력 (우)	10% 감량	65.50	10.34	62.60	13.28	0.193	0.563	0.354
	20% 감량	63.20	11.22	62.10	14.15	0.131		
	30% 감량	62.80	10.64	61.00	11.94	0.168		
	평균 무게	50.10	1.66	55.60	14.37	0.346		
측저압력 (좌)	10% 감량	50.10	3.11	50.30	3.77	0.393	0.090	1.422
	20% 감량	50.80	3.08	50.30	3.62	0.038		
	평균 무게							

족저압력 (우)	30% 감량	50.20	3.68	51.20	4.10	0.626	0.090	1.422
	평균	49.90	1.66	44.40	14.37	0.346		
	10% 감량	49.90	3.11	49.70	3.77	0.393		
	20% 감량	49.20	3.08	49.70	3.62	0.038		
	30% 감량	49.80	3.68	48.80	4.10	0.626		

*<0.1 **<0.05***<0.01

무게가 다른 실험복을 각각 착용하고 트레드밀을 5분간 걸었을 때의 결과는 다음과 같다(표 25). 표 24의 그래프로 파악할 수 있듯이 보행 시의 중심압력의 이동 경로는 무게에 따라 비슷한 경향을 나타내는 것을 알 수 있었다. 또한 분당 걸음 수, 중심 압력 이동길이, 입각 중기 중심 압력 이동 길이는 무게에 따른 차이는 없는 것을 알 수 있었다. 수직 중심 압력 교차 위치에서는 대체적으로 양의 값으로 오른쪽으로 치우쳐서 보행 하는 것으로 나타났지만, 통계적인 차이는 나타나지 않았다. 수평 중심 압력 교차 위치에서도 양의 값으로 대체적으로 보행시 압력의 중심이 앞을 향하는 경향을 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러므로 가슴 위치 양쪽에 무게를 다르게 하여 보행을 하여도 무게에 따른 보행 시 중심압력의 차이는 없는 것을 알 수 있었다.

표 24. 건강인 연구 참여자의 무게에 따른 보행 시 압력 중심의 변화 비교

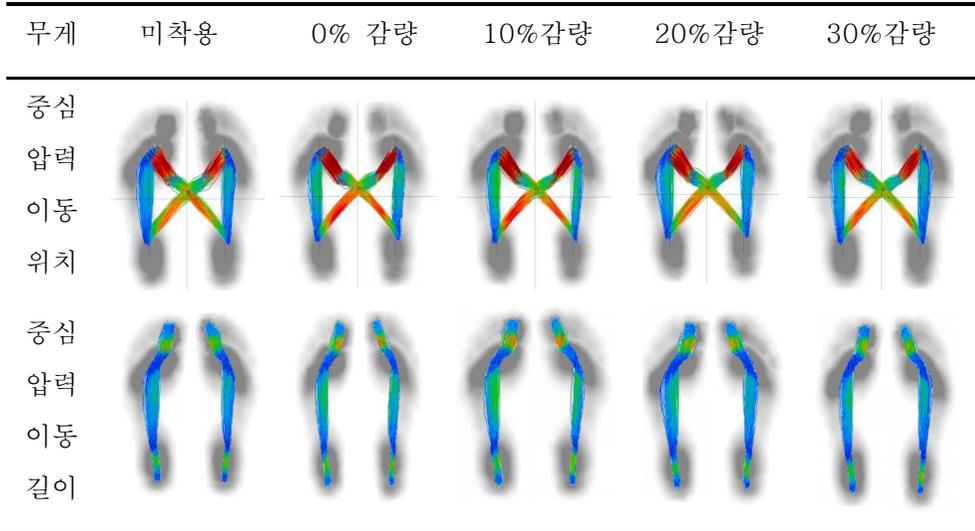


표 25. 건강인 연구 참여자의 무게에 따른 보행 시 압력 중심의 변화 비교 분석

		평균	표준화 편차	f	p
걸음 수	미착용	110.90	7.99	0.129	0.971
	0% 감량	109.10	7.72		
	10%감량	108.70	8.90		
	20%감량	109.80	8.36		
	30%감량	108.70	8.01		
중심 압력 이동 길이 (좌)	미착용	209.22	50.45	0.050	0.995
	0%감량	203.28	28.49		
	10%감량	205.95	29.33		
	20%감량	203.68	26.46		
	30%감량	205.55	24.80		
중심 압력 이동 길이 (우)	미착용	181.71	67.11	0.844	0.505
	0%감량	202.14	27.61		
	10%감량	198.88	32.72		

		20%감량	230.01	103.93		
		30%감량	202.67	25.53		
입각 중심 이동 (좌)	중기 압력 길이	미착용	110.09	27.47		
		0%감량	112.11	25.97	0.027	0.999
		10%감량	112.43	24.98		
		20%감량	111.88	26.04		
		30%감량	109.15	33.34		
입각 중심 이동 (우)	중기 압력 길이	미착용	110.27	29.23		
		0%감량	111.12	28.01	0.029	0.998
		10%감량	111.54	25.87		
		20%감량	110.38	27.43		
		30%감량	107.46	35.49		
수직 압력 위치	중심 교차	미착용	8.48	9.79		
		0%감량	6.67	7.08	0.087	0.986
		10%감량	7.29	7.36		
		20%감량	7.11	7.21		
		30%감량	6.84	6.27		
수평 압력 위치	중심 교차	미착용	1.11	4.47		
		0%감량	1.47	3.48	0.072	0.990
		10%감량	1.50	3.51		
		20%감량	1.98	3.79		
		30%감량	1.65	3.13		

왼쪽과 오른쪽의 무게를 달리하여 양쪽의 무게 차이를 두고 정적, 동적으로 균형의 차이와 보행 시 무게 중심을 변화를 비교했을 때, 어깨 기울기와 정적 균형, 동적 균형의 변화에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러므로 가슴 위치에서 무게의 감량에 따라 정적, 보행 시의 균형성에는 부정적인 영향을 미치지 않는다고 생각할 수 있다.

이러한 결과는 무게 부하의 차이와 위치에 따라 정적 균형 능력

이 유의하게 감소하였다고 말한 Kim et al(2011)과 Kim et al(2015)의 결과와는 차이가 있다. 하지만 상대적으로 가벼운 무게인 몸무게의 5%나 1.5kg, 3.0kg을 사용한 Hill et al(2018)과 Bampouras & Dewhurst (2016)의 연구에서는 일측성 부하에 따라 균형성의 차이가 없다고 말하였으며, 유방의 평균 무게인 370g와 370g 보다 감량된 무게를 사용한 본 연구의 결과와 유사했다.

따라서 한쪽 유방을 전 절제한 유방암 환자를 위한 인조 유방을 제작할 때, 수술하지 않은 가슴의 무게 보다 가벼운 무게로 제작하여도 자세의 변형에 무리가 가지 않는다고 적용할 수 있다고 생각되었다. 그러므로 본인의 가슴과 유사한 무게의 인조 유방을 착용했을 때와, 더 가벼운 무게의 인조 유방을 착용했을 때 인체 균형성에 부정적인 영향을 미치지 않을 것이라 예상되었다. 따라서 유방전 절제 환자 연구참여자를 대상으로 무게가 감량되지 않은 인조유방과 무게가 감량된 인조유방에 대한 균형성을 비교하여 인조유방의 사용성을 검증하고자 하였다.

2.4 개인 맞춤형 인조유방의 설계 프로세스

본 연구에서 도출된 개인 맞춤형 인조유방의 설계 방법론에 따라 그림 15와 같은 과정을 통해 개인 맞춤형 인조유방을 설계할 수 있을 것이다.

먼저 유방전절제 환자의 유방 유형 판별과 인조유방 설계에 필요한 치수를 측정한다. 다음으로, 유방 유형을 판별하여 유형에 따른 인조유방 설계식에 따라 설계치수를 도출하고 유방의 부피를 계산하여 개인에게 적절한 무게를 도출한다. 마지막으로 설계치수를 사용하여 보정된 형태로의 3차원 모델링을 진행하고 몰드를 출력 후 인조유방을 제작한다. 제작된 개인 맞춤형 인조유방의 1차 착장을 진행하고 유방전절제 환자와 인터뷰를 통해 수정을 진행한다.

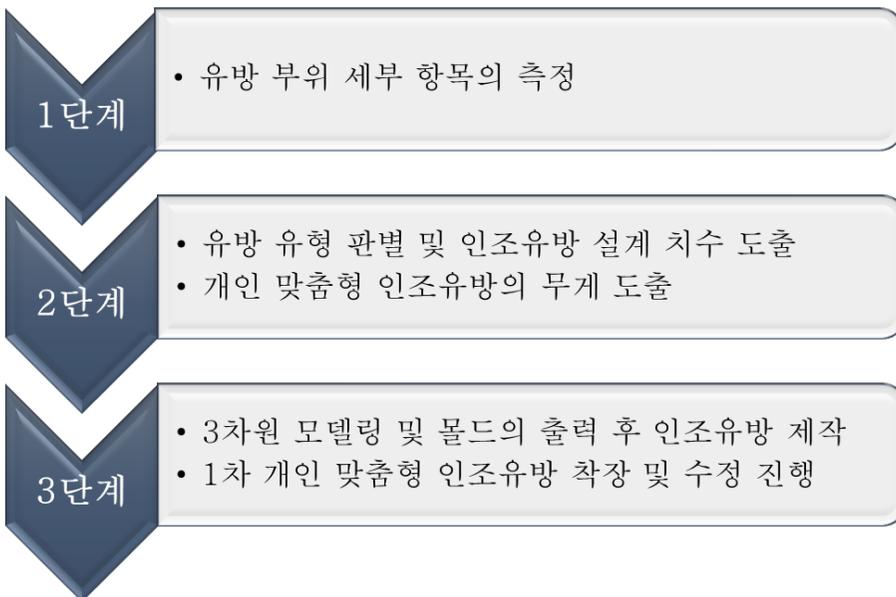


그림 15. 개인 맞춤형 인조유방의 설계 프로세스

제 3 절 개인 맞춤형 프로토타입 인조 유방의 설계 및 제작

유방전절제 연구 참여자의 유방 형태를 판별하고 회귀식에 따라 설계 치수를 도출하여 개인 맞춤형 프로토타입 인조 유방의 형태와 물드를 설계하였으며, 3D 프린터로 출력 후 제작하였다.

3.1. 프로토타입 인조 유방의 모델링 설계 결과

다음으로, 연구 참여자의 누드형태 유방이 해당하는 유형을 판별하였으며, 유방의 유형에 따라 각 연구 참여자에 대해 도출된 설계 치수는 표 26과 같다. 마지막으로, 유방전절제를 시행한 환자의 잔존 유방의 3차원 형상에서 유방의 상연점, 외연점, 하연점, 내연점을 지정하고, 모델링 프로그램 상에서 젓꼭지점의 평면에서 평행하도록 고등선을 표시한 뒤, 각 상연점, 외연점, 하연점, 내연점을 자연스럽게 지나는 선을 찾아 유방만 분리해 주었다. 다음으로 설계치수를 사용해 분리된 유방에 스케치하여 표면을 수정하여 프로토타입 인조 유방 모델링을 진행하였다.

표 26. 인조유방에 사용된 유방전절제 연구 참여자의 유방유형과 인조유방 설계치수

항목	단위 : mm		
	연구 참여자 A	연구 참여자 B	연구 참여자 C
판별유형	유형 1	유형 2	유형 3
젖가슴 가로직선길이	157.51	163.24	169.41
젖가슴 세로직선길이	133.59	147.56	159.58
하연점 체표길이	74.31	72.61	89.85
젖가슴 상부 경사각도	69.11	68.74	68.36
유방높이	53.72	39.29	53.57
유방두께	40.31	39.41	57.95

3.2. 프로토타입 인조 유방의 몰드 출력 및 프로토타입 인조 유방 제작

본 연구는 인조 유방의 형태와 무게에 따라 비교하기 위해 총 세 가지의 프로토타입 인조 유방을 설계하였다.

먼저, 프로토타입 인조 유방을 제작하기 위해, 연구 참여자와 인터뷰를 진행하였다. 연구 참여자에게 본인의 유방의 무게, 유방 무게의 90%, 80%, 70%를 기존에 사용하는 인조 유방 대신 착용해보도록 요청한 뒤, 가장 선호하는 무게를 선정하였다. 3명의 연구 참여자 모두 본인의 유방 무게에서 30% 감량된 무게가 좋다고 응답하였으며, 더 가벼운 무게도 좋다고 대답한 연구 참여자도 있었다. 피험자 별로 제작된 개인 맞춤형 프로토타입 인조유방 몰드는 표 27과 같다. 완성된 몰드를 FDM 3D 프린터를 사용하여, ABS 필라멘트로 출력한 뒤 후 가공을 마친 몰드 출력물은 표 28과 같다. 3D 프린팅 된 음각 몰드, 양각 몰드와 실리콘을 이용하여 인조 유방을 제작한 결과는 29과 같다. 1차로 제작된 인조 유방은 각 연구 참여자에게 예비 착용 평가되었으며, 수정 요청 사항을 받아 최종적으로 제작되었다. 또한 각 프로토타입의 무게는 연구참여자의 계산된 유방의 부피를 기준으로 하였으며, 프로토타입 3의 경우 30% 감량된 무게에 근접할 수 있도록 제작하였다(표 30).

표 27. 개인 맞춤형 프로토타입 인조유방 몰드의 모델링

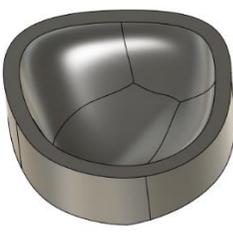
	음각 몰드	양각몰드	양각몰드(기둥)
연구 참여자 A			
연구 참여자 B			
연구 참여자 C			

표 28. 프로토타입 인조유방 몰드의 출력

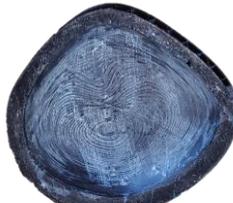
	음각 몰드	양각몰드	양각몰드(기둥)
연구 참여 자 A			
연구 참여 자 B			
연구 참여 자 C			

표 29. 인조유방 제작 결과

프로토타입	프로토타입 1	프로토타입 2	프로토타입 3
설명	누드 형태 인조유방	맞춤형 인조유방	무게가 감량된 인조유방
연구 참여자 A			
연구 참여자 B			
연구 참여자 C			

표 30. 연구참여자별 유방의 부피와 각 프로토타입의 무게

연구참여자	유방부피계산	시판인조유방	프로토타입 1	프로토타입 2	프로토타입 3
A	219.9 cm ³	259.6g	205.4g	203.1g	160g
B	302.6 cm ³	308.9g	295.7g	290.3g	207.3g
C	387.2 cm ³	362.8g	372.2g	360g	265.6g

제 4 절 프로토타입 인조 유방의 평가

개인 맞춤형 프로토타입 인조유방의 평가를 위해 시각적 평가과 사용성, 주관적 착용성 평가를 실시하였다.

먼저, 개인 맞춤형 인조유방의 착장상태의 외관을 시각적으로 평가하여 남아있는 가슴과 인조유방을 착용한 가슴을 비교하였다.

다음으로, 개인 맞춤형으로 제작된 프로토타입 인조 유방 세가지의 사용성 평가를 위해 서있는 자세에서의 어깨 기울기 변화, 정적 압력 중심점 변화, 보행 시의 동적 압력중심점의 변화를 사례별로 비교 분석하여 균형성을 평가하였다.

마지막으로 주관적 착용성 평가를 위해 사용성 평가 시 착장 한 개인 맞춤형 인조 유방 중 가장 선호도가 높은 프로토타입 3과 시판 인조 유방을 각각 일주일 착장 후 설문평가와 비대면 인터뷰 결과를 사례별로 비교하여 검증하였다.

4.1 연구 참여자의 인조유방 착장 외관 평가

연구 참여자에 따라 인조 유방의 착장 모습(표 31, 표33, 표35)과 3차원 형상(표 32, 표 34, 표 36)을 시각적으로 평가하여 남아있는 가슴과 인조유방을 착용한 모습을 비교하였다. 또한 각 인조유방의 착장 상태를 3차원 Design X를 사용하여 유방부위 세부항목을 측정하여 측정치를 비교하였다.

연구참여자의 인조유방 착장 상태 별로 측정치를 살펴보면 측정항목에 따라 인조유방 별로 다른 측정치를 나타내는 것을 알 수 있

었다(표 37). 시판 인조유방의 경우에는 하연길이와 BP높이가 가장 커 유방의 하부 볼륨이 가장 크고 젖꼭지의 위치가 세 인조유방 중 가장 높은 것을 알 수 있다. 또한 착장 모습과 3차원 형상에서도 반대편의 가슴보다 커 보이는 것을 알 수 있었다. 프로토타입 1의 경우에는 상연길이가 가장 길고 BP높이가 작아 보정되지 않은 누드 상태의 유방 형상을 본떠 하수된 유방의 모습이 그대로 인조유방에 나타났다. 프로토타입 2,3의 경우에는 시판인조유방과 프로토타입 인조유방 1에 비교하여 착장 모습과 3차원 형상에서 반대편의 가슴과 가장 유사한 형태인 것을 알 수 있었다.

표 31. 연구 참여자 A 의 인조유방별 착장 모습

	정면	수술한쪽	후면	수술안한쪽
인조 유방 미착용				
시판 인조 유방 착용				
프로토타입 1 착용				
프로토타입 2 착용				

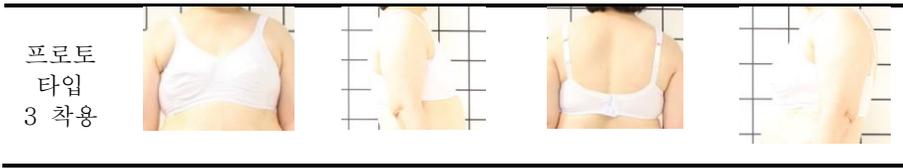


표 32. 연구 참여자 A 의 인조유방별 착용 3차원 형상

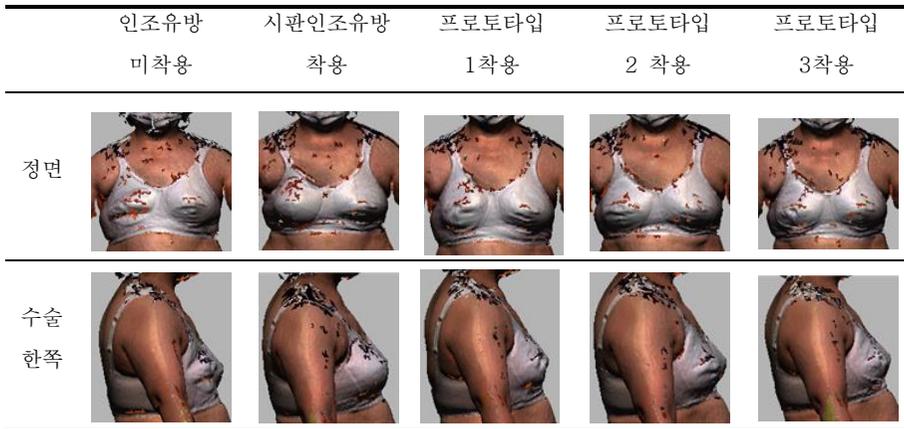
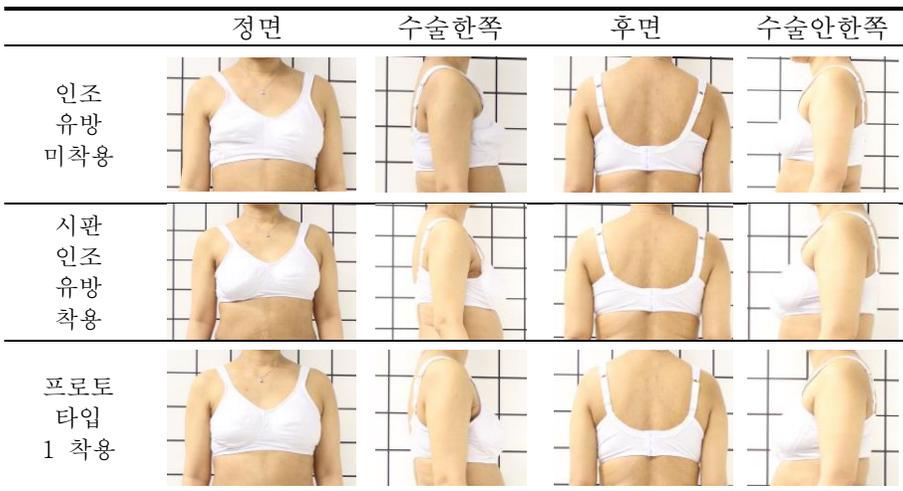


표 33. 연구 참여자 B 의 인조유방별 착용 모습



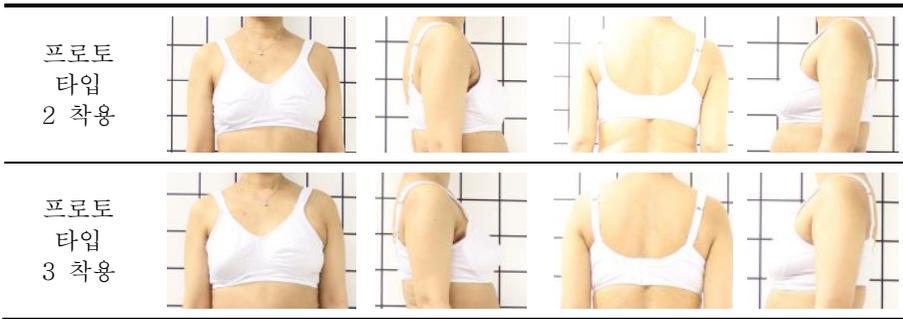


표 34. 연구 참여자 B 의 인조유방별 착용 3차원 형상

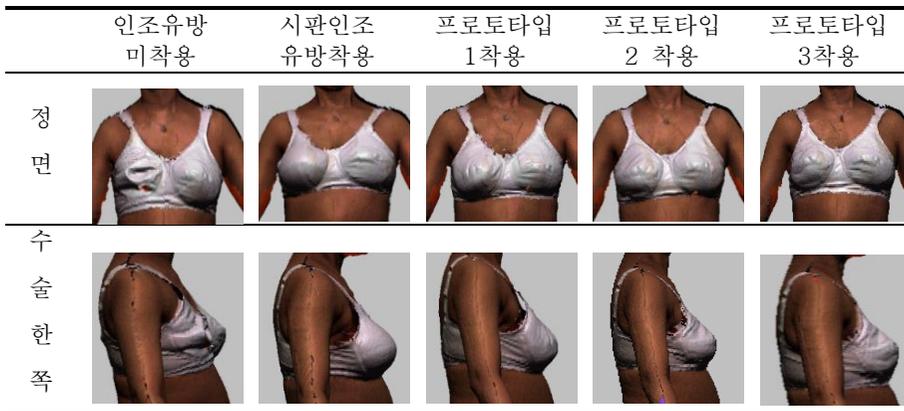


표 35. 연구 참여자 C 의 인조유방별 착용 모습



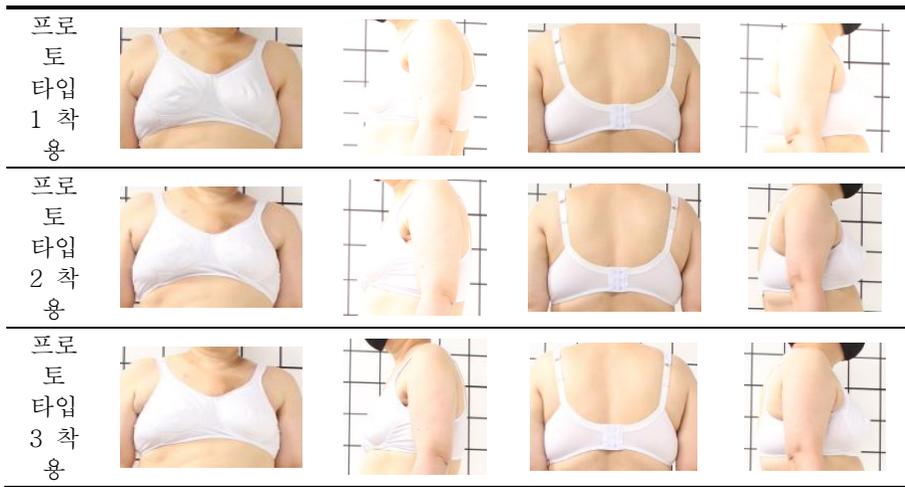


표 36. 연구 참여자 C 의 인조유방별 착용 3차원 형상

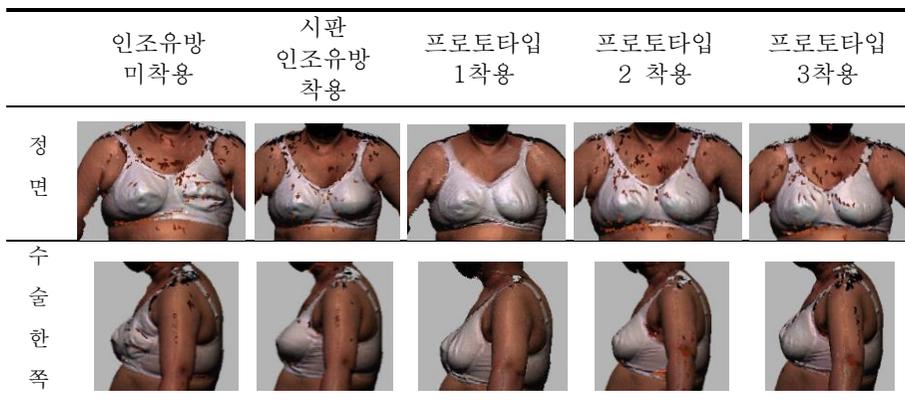


표 37. 각 인조유방의 측정치

	연구 참여자 A			연구 참여자 B			연구 참여자 C		
	시판	프 1	프 2&3	시판	프 1	프 2&3	시판	프 1	프 2&3
가로 너비	141.2	153.7	169.7	134.1	138.7	164.3	145.0	182.0	197.8
세로 너비	142.6	146.8	147.7	133.5	163.1	132.8	152.1	183.0	180.4
상연 길이	89.7	141.0	109.9	92.7	142.1	105.8	105.6	168.1	152.2
하연 길이	84.8	51.4	64.0	75.7	74.3	68.6	73.0	59.8	66.2

내연 길이	92.5	109.1	89.9	91.2	95.6	91.6	103. ₈	115.5	106.7
외연 길이	105	104.2	105.2	88.8	100.9	106.9	112. ₄	135.8	137.1
BP 높이	64.1	16.0	46.8	54.6	35.9	38.8	51.2	25.3	36.6
BP 두께	45.1	47.9	41.0	46.3	61.0	46.8	45.6	51.5	47.3

시판 : 시판 인조유방

프 1 : 프로토타입 인조유방 1 (누드 형태)

프 2&3 : 프로토타입 인조유방 2와 3 (보정된 형태)

4.2. 사용 적합성 평가

각 프로토타입 인조 유방과 유방암 환자용 브래지어를 착용하고 사용 적합성 평가를 진행하였다. 어깨 기울기변화와 정적 압력중심점의 변화, 보행 시 동적 압력중심점의 변화에 대해 분석하였다.

4.2.1. 프로토타입에 따른 걷기 전 후의 정적자세에서 어깨기울기 변화 비교 분석 결과

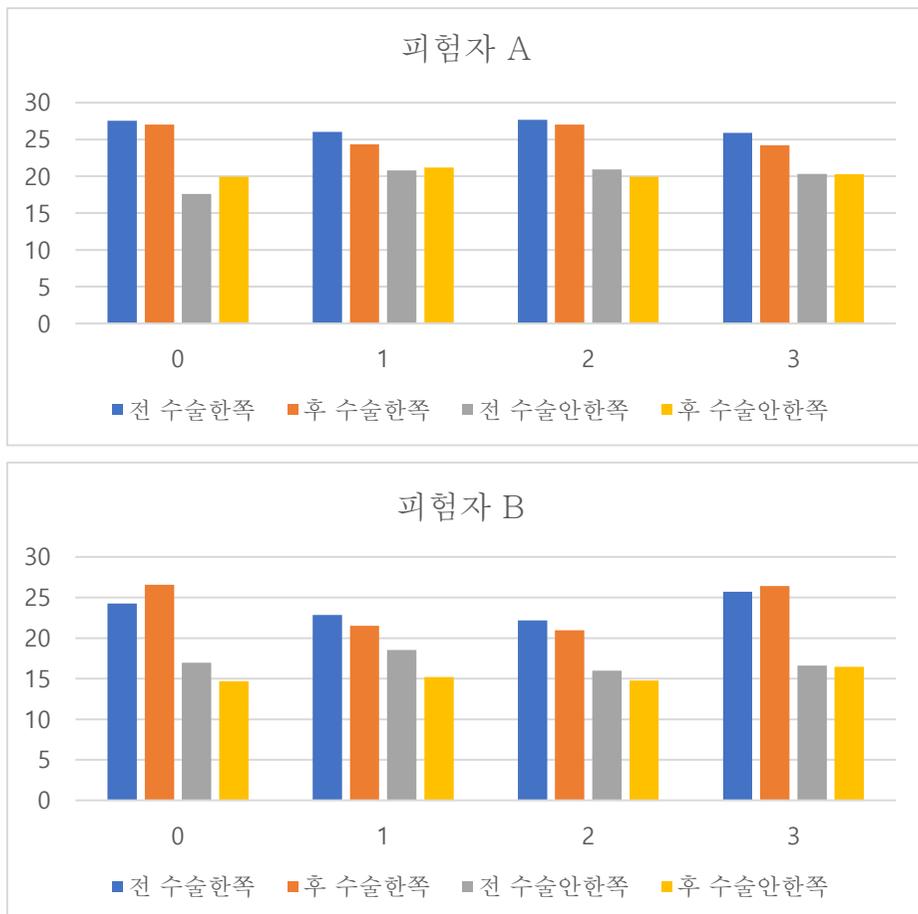
연구 참여자 A의 인조 유방을 착용하지 않았을 때 어깨기울기를 살펴보면, 수술한 쪽의 어깨기울기가 수술하지 않은 어깨기울기보다 커 수술 한쪽으로 어깨가 기울었다는 것을 알 수 있었다(표 38). 보행 전의 인조 유방을 착용하지 않았을 때와 인조 유방을 착용하였을 때를 비교하였을 때, 인조 유방을 착용 했을 때, 수술하지 않은 쪽의 어깨 기울기가 증가하고, 수술한 쪽의 어깨 기울기는 감소하여 착용하지 않았을 때와 비교하여 수술하지 않은 쪽으로 몸통이 좀더 기울었다는 것을 알 수 있었다.

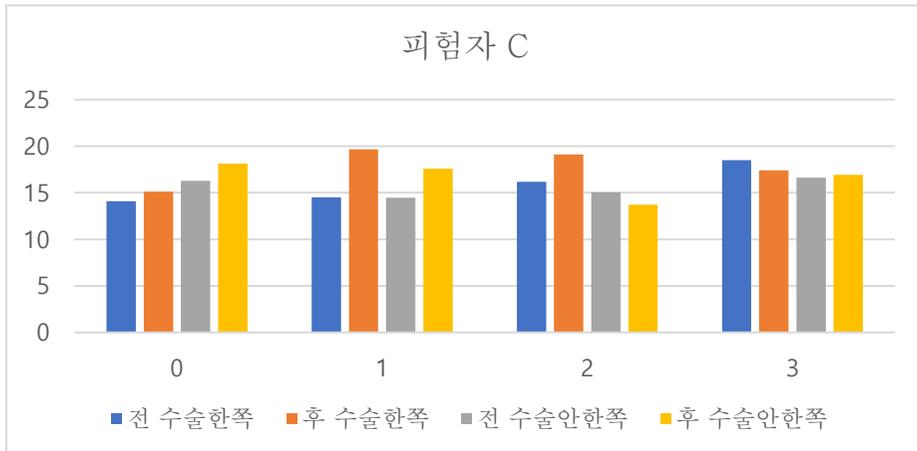
연구 참여자 B의 경우에도 인조 유방을 착용하지 않았을 때 어깨 기울기는 수술 한쪽이 수술하지 않은 쪽보다 커 수술한방향으로 어깨가 기울어져 있는 것을 알 수 있었다(표 38). 또한 프로토타입 1과 2의 경우 보행 전과 비교하여 보행 후의 어깨기울기가 수술한 쪽과 수술하지 않은 쪽 모두 감소하였다. 프로토타입 3의 경우에는 수술한 쪽의 어깨 기울기는 증가하고, 수술하지 않은 쪽의 어깨는 거의 변화가 보이지 않았다.

연구 참여자 C의 경우, 인조 유방을 착용하지 않았을 때 어깨기

울기는 다른 두 연구 참여자와는 다르게 수술한 쪽이 수술하지 않은 쪽보다 작아 수술하지 않은 쪽으로 어깨가 기울어 있다는 것을 알 수 있었다(표 38). 프로토타입 1의 착용에서 걷기 전후의 어깨 기울기 차이가 많이 발생하였으며, 프로토타입 3에서는 어깨 기울기가 감소하는 것을 알 수 있었다.

표 38. 사례별 걷기 전후 어깨 기울기의 변화





프로토타입에 따른 어깨 기울기 변화의 경향을 파악하기 위해, 통계 분석을 실시한 결과는 표 39와 같다. 프로토타입에 따라 수술한쪽의 어깨와 수술하지 않은 쪽의 어깨 기울기의 차이가 있었지만 견기 전후의 무게 간 사후 검정 비교에서는 모든 프로토타입에 대해서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 각 실험복착장의 상태에 사용한 프로토타입 인조 유방은 어깨기울기의 변화에 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

표 39. 프로토타입 인조유방에 따른 어깨 기울기 차이

	프로토타입	M	SD	f
수술한쪽	1	-0.72	3.58	0.269
	2	-0.35	2.25	
	3	0.69	1.24	
수술안한쪽	1	1.18	1.18	0.143
	2	-0.03	0.17	
	3	0.11	0.24	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

4.2.2. 프로토타입에 따른 정적 압력중심점 변화 분석 결과

각 프로토타입 세가지를 착용함에 따른 정적 균형성의 비교는 표 40과 같다.

연구 참여자 A의 경우, 95% 압력중심점 영역에서 보행 전에서는 무게가 가장 작은 프로토타입 3이 영역이 커, 흔들림이 많은 것으로 나타났지만, 보행 후에는 줄어들어, 보행 후 정적 자세를 유지할 때 흔들림이 줄어드는 것으로 생각된다. 압력중심점경로길이의 경우에도 보행 전 후를 비교했을 때, 프로토타입 인조 유방 1과 프로토타입 인조 유방3을 착용했을 때 보행 후 줄어드는 경향이 나타나 정적 자세를 유지할 때 흔들림이 줄어들었다고 생각된다. 전족부, 후족부의 압력을 살펴볼 때 수술한 쪽과 수술하지 않은 쪽에서 프로토타입의 착용에 따른 경향은 나타나지 않았지만, 수술 한쪽의 발이 수술하지 않은 쪽의 발보다 족저압력이 커 수술 한쪽으로 더 무게를 두어 선 자세를 유지하는 것을 알 수 있었다.

연구 참여자 B는 95% 압력 중심점 영역과 압력 중심 점 경로 길이, 압력 중심 평균이동속도에서 세 연구 참여자 중 가장 높은 값을 나타내고 있어, 가장 균형성이 좋지 않은 것을 알 수 있었다. 또한 전족부와 후족부의 압력을 살펴볼 때, 전족부의 압력이 후족부의 압력보다 작아 주로 발 뒤에 무게중심을 두어 선 자세를 유지하는 것을 알 수 있었으며, 걷기 전후의 압력의 차가 세 연구 참여자 중 가장 크게 나타나 걷기 후 정적 자세를 유지하는 것이 어려움이 있었을 것이라 생각된다. 수술 한쪽의 발과 수술하지 않은 쪽의 발을 비교할 때에는 수술하지 않은 쪽의 발에 더 무게를 두어 선 자세를 유지하는 것을 알 수 있었다.

연구 참여자 C의 경우 프로토타입 2를 착용 하였을 때, 보행 전과

비교하여 보행 후에 95% 압력중심점 영역과 압력 중심 경로 길이가 증가하였다. 또한 연구 참여자 B와 마찬가지로 전족부 보다 후족부에 더 큰 압력이 수술 한쪽과 수술하지 않은 쪽의 족저압력을 비교 했을 때에는 세 연구 참여자 중 가장 무게중심을 양발에 고르게 두어 전자세를 유지 하는 것을 알 수 있었다.

표 40. 각 사례별 프로토타입에 따른 정적 압력중심점 변화

항목	실험복	연구 참여자 A		연구 참여자 B		연구 참여자 C	
		보행 전	보행 후	보행 전	보행 후	보행 전	보행 후
95% 압력중심점 영역	프로토타입1	47	46	680	282	427	190
	프로토타입2	46	54	140	205	326	552
	프로토타입3	60	29	175	238	387	119
압력중심 경로길이	프로토타입1	106	98	260	176	147	169
	프로토타입2	93	100	216	177	139	170
	프로토타입3	85	79	300	225	142	128
압력중심 평균 이동 속도	프로토타입1	4	3	9	6	5	6
	프로토타입2	3	3	7	6	5	6
	프로토타입3	3	3	10	8	5	4
전족부 압력 (수술 함)	프로토타입1	53	52	34	26	42	42
	프로토타입2	55	56	40	44	46	42
	프로토타입3	57	51	50	26	46	46
전족부 압력 (수술 안함)	프로토타입1	60	47	30	20	43	46
	프로토타입2	58	65	28	26	51	42
	프로토타입3	63	53	33	18	44	44
후족부 압력 (수술 함)	프로토타입1	47	48	66	74	58	58

	프로토타입 2	45	44	60	56	54	58
	프로토타입3	43	49	50	74	54	54
	프로토타입1	40	53	70	80	57	54
후족부 압력 (수술 안함)	프로토타입 2	42	35	72	74	49	58
	프로토타입3	37	47	67	82	56	56
	프로토타입1	53	56	30	43	52	49
족저압력 (수술 함)	프로토타입 2	54	55	44	38	51	51
	프로토타입3	55	53	35	43	53	51
	프로토타입1	47	44	70	59	48	51
족저압력 (수술 안함)	프로토타입 2	46	45	56	62	49	49
	프로토타입3	45	47	65	57	47	49

다음으로 각 프로토타입 인조 유방에 따른 정적 압력 중심 관련 데이터의 데이터 차이가 있는지 비교 분석한 결과는 표 41과 같다. 압력 중심점 영역, COP경로 길이, COP평균이동속도는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 못하는 것으로 나타나, 각 프로토타입을 착용하고 걸을 때 압력 중심의 변화에는 차이가 없는 것을 알 수 있었다. 좌우의 족저압력관련 항목에서도 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 못하고 있는 것으로 나타나, 보행 시 프로토타입의 착용에 따라 발의 압력의 변화에는 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

표 41. 프로토타입 인조유방에 따른 연구 참여자의 정적 무게중심 비교

항목	실험복	전		후		Z	전 X ²	후 X ²
		M	SD	M	SD			
	프로토타입 1	172.6 7	118.9 5	384.6 7	318.6 2	- 1.09 1	0.80 0	1.42 2

95% 압력중심 점 영역	프로토타입 2	270.3 3	255.3 5	170.6 7	142.5	- 0.66 5		
	프로토타입 3	128.6 7	104.8 3	207.3 3	165.8 8	- 0.65 5		
	프로토타입 1	147.6 7	43.15	171	79.76	0.21 8		
압력중심 경로길이	프로토타입 2	149	42.58	149.3 3	62.15	- 0.21 8	0.26 7	0.35 6
	프로토타입 3	144	74.3	175.6 7	111.3 8	- 0.65 5		
압력중심 평균 이동 속도	프로토타입 1	5	1.77	6	2.65	0.22 1		
	프로토타입 2	5	1.73	5	2	0.00 0	0.00 0	0.16 2
	프로토타입 3	5	2.65	6	3.61	- 0.43 3		
전족부 압력 (수술함)	프로토타입 1	40	13.11	43	9.54	- 0.44 3		
	프로토타입 2	47.33	7.57	47	7.55	- 0.21 8	0.47 5	1.63 6
	프로토타입 3	41	13.23	51	5.57	- 0.88 6		
전족부 압력 (수술안함)	프로토타입 1	37.67	15.31	44.33	15.04	- 0.21 8		
	프로토타입 2	45.33	19.6	45.67	15.7	- 0.21 8	0.89	0.26 7
	프로토타입 3	38.33	18.18	46.67	15.18	- 0.44 3		
후족부 압력 (수술함)	프로토타입 1	60	13.11	57	9.54	- 0.44 3		
	프로토타입 2	52.67	7.57	53	7.55	- 0.21 8	0.47 5	1.63 6
	프로토타입 3	59	13.23	49	5.57	- 0.88 6		

후족부 압력 (수술안함)	프로토타입 1	62.33	15.31	55.67	15.04	0.218		
	프로토타입 2	55.67	19.6	54.33	15.7	0.218	0.089	0.267
	프로토타입 3	61.67	18.18	53.33	15.18	0.443		
족저압력 (수술함)	프로토타입 1	49.33	6.51	45	13	0.218		
	프로토타입 2	48	8.89	49.67	5.13	0.000	0.023	0.560
	프로토타입 3	49	5.29	47.67	11.02	0.443		
족저압력 (수술안함)	프로토타입 1	51.33	7.51	55	13	0.218		
	프로토타입 2	52	8.89	50.33	5.13	0.000	0.022	0.560
	프로토타입 3	51	5.29	52.33	11.02	0.443		

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

4.2.3. 프로토타입에 따른 동적 압력 중심점 변화 분석 결과

각 프로토타입 세가지를 착용함에 따른 보행 시 동적 균형성의 비교는 표 43과 같다.

연구 참여자 A는 프로토타입에 따라 보행 시의 압력 중심의 변화가 거의 나타나지 않은 것을 알 수 있었다. 다만, 수평 중심 압력 교차위치에서 프로토타입1, 프로토타입2, 프로토타입 3의 순서로 증가하는 것으로 나타났지만, 0에 가까운 값으로 보행 시 무게의 중심이 앞뒤로 치우치지 않는 것을 알 수 있었다.

연구 참여자 B의 경우 중심 압력 이동 길이는 프로토타입 3에서 증가하고, 입각중기중심압력 이동 길이는 감소하는 경향이 있었다. 또한 수직 중심 압력 교차 위치도 프로토타입 1과 비교할 때 프로

토타입 2와 3은 왼쪽으로 압력 중심이 치우쳐진 것을 알 수 있었다. 또한 수평 중심 압력 교차 위치가 다른 연구 참여자들에 비해 양의 값으로 가장 커 무게중심을 앞으로 두고 보행한 것을 알 수 있었다. 연구 참여자 C의 경우에는 프로토타입에 따라 보행 시의 변화하는 경향을 알 수 없었지만, 수평 중심 압력교차 위치가 세가지 프로토타입 모두에서 음의 값을 나타내 무게중심을 뒤로 두고 보행하는 것을 알 수 있었다.

이러한 결과는 정적 균형의 결과 와도 유사하며, 선호 보행속도가 2.7km/h, 2.4km/h였던 다른 연구 참여자와 비교하여 연구 참여자 B는 선호 보행속도가 1.3km/h로 아주 천천히 걷는 것을 선호하였으며, 보행 시에도 균형 잡는 것에 어려움을 호소해 넘어지지 않기 위해 트레드밀의 손잡이를 잡아야 할 만큼 균형성이 좋지 않은 것으로 설명할 수 있겠다. 또한 표 42에서처럼 중심 압력의 이동 위치를 그래프로 나타냈을 때 연구 참여자 A의 경우에는 건강인 대상 실험의 중심 압력 이동 위치 그래프와 비슷한 결과를 보이는 것을 알 수 있었다. 연구 참여자 C도 실험 시간 중간에 압력 중심의 큰 이동이 있었지만 대체적으로 일정한 움직임을 보이고 있는 것과 반해 연구 참여자 B는 그래프의 중심 압력이 일정한 패턴이 없이 흔들림이 많이 보여 보행 시의 균형성에도 어려움이 있는 것을 알 수 있었다.

표 42. 각 사례별 프로토타입 인조유방에 따른 보행 시 압력 중심의 변화 비교

무게	연구 참여자	프로토타입 1	프로토타입 2	프로토타입 3
----	--------	---------	---------	---------

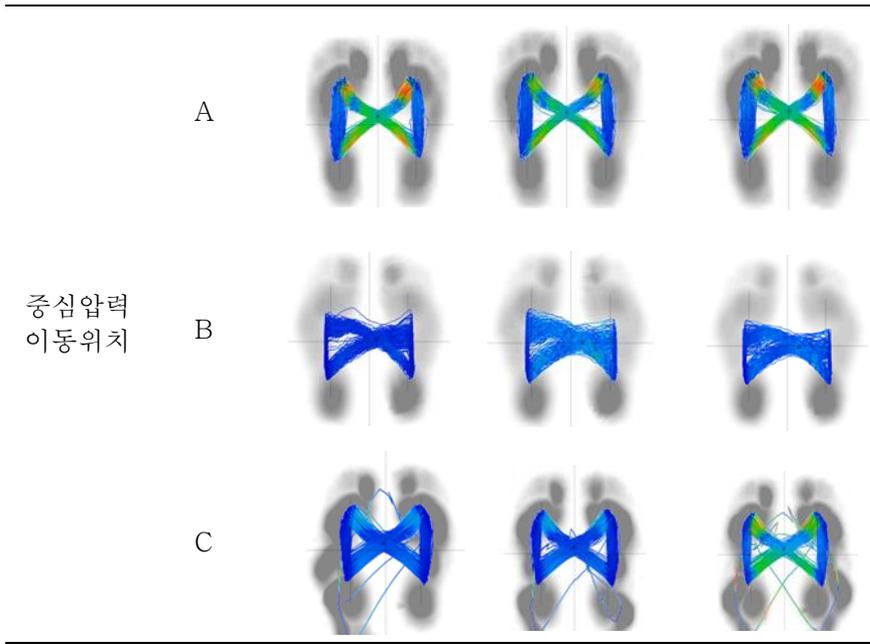


표 43. 각 사례별 프로토타입에 따른 보행시 압력중심점 변화

항목	실험복	연구 참여자 A		연구 참여자 B		연구 참여자 C	
		M	S.D	M	S.D	M	S.D
걸음수	프로토타입1	89	3.0	84	2.0	106	2.0
	프로토타입2	89	2.0	85	2.0	102	3.0
	프로토타입3	88	2.0	82	2.0	101	2.0
중심압력 이동길이 (수술함)	프로토타입1	201.4	4.7	165.4	12.1	224.4	23.1
	프로토타입2	202.1	4.3	165.6	10.3	232.4	18.9
	프로토타입3	204.4	4.4	169	8.4	233.7	16.5
중심압력 이동길이 (수술안함)	프로토타입1	202.2	5.3	182	4.1	221.6	12.4
	프로토타입2	203.7	4.5	182.1	7.7	233.2	14.4
	프로토타입3	205.5	4.7	184.7	3.1	235.2	15.7
입각중기 중심압력 이동길이 (수술함)	프로토타입1	90.6	7.3	48.4	10.0	99.5	10.9
	프로토타입2	90.7	6.9	41	9.3	102.9	11.8
	프로토타입3	89.5	7.5	38.3	8.7	105.4	12.0

입각중기	프로토타입1	92.1	8.0	57.6	8.8	107.3	11.5
중심압력	프로토타입2	93.3	7.0	55.6	9.8	108.4	11.3
이동길이	프로토타입3	95	6.3	48.4	10.0	113.7	10.2
(수술압함)							
수직중심	프로토타입1	11.8	2.7	3.6	5.0	12	5.0
압력	프로토타입2	11.8	2.6	0.3	7.9	11	4.9
교차위치	프로토타입3	11.1	2.6	-1.8	7.6	10.2	3.8
수평중심	프로토타입1	-0.1	3.8	9.7	6.6	-3.4	8.6
압력	프로토타입2	0.5	3.6	15.3	9.9	-2.2	7.0
교차위치	프로토타입3	0.7	3.7	15.8	10.8	-2.4	7.3

마지막으로, 프로토타입 인조 유방에 따라 보행 시의 압력 중심의 변화를 분석하기 위해 통계적 분석을 실시하였다(표 44). 보행 시 분당 보폭 수, 중심 압력 이동 길이, 입각 중심 압력 이동 길이, 수직 중심 압력 교차 위치, 수평 중심 압력 교차 위치의 모든 항목에서 보행 시 무게에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러므로 프로토타입의 변화에 따라 보행을 하여도 무게에 따른 보행 시 중심 압력의 차이는 없는 것을 알 수 있었다.

표 44. 프로토타입 인조유방에 따른 보행 시 압력 중심의 변화 분석

항목	실험복	평균	표준편차	X ²
걸음수	프로토타입1	93	11.53	0.605
	프로토타입2	92	8.89	
	프로토타입3	90.33	9.71	
중심압력 이동길이 (수술함)	프로토타입1	197.07	29.74	0.800
	프로토타입2	200.03	33.45	
	프로토타입3	202.37	32.4	
	프로토타입1	201.93	19.8	0.800
	프로토타입2	206.33	25.65	

중심압력 이동길이 (수술안함)	프로토타입3	208.47	25.38	
입각중기 중심압력 이동길이 (수술함)	프로토타입1	79.5	27.3	
	프로토타입2	78.2	32.79	0.089
	프로토타입3	77.73	35.06	
입각중기 중심압력 이동길이 (수술안함)	프로토타입1	85.67	25.47	
	프로토타입2	85.77	27.19	0.089
	프로토타입3	85.7	33.63	
수직중심 압력 이동길이	프로토타입1	9.13	4.79	
	프로토타입2	7.7	6.42	1.636
	프로토타입3	6.5	7.2	
수평중심 압력 이동길이	프로토타입1	2.07	6.81	
	프로토타입2	4.53	9.42	0.622
	프로토타입3	4.7	9.74	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

프로토타입 1과 프로토타입 2는 누드 상태의 유방과 보정 회귀식을 적용한 보정 상태의 유방을 비교한 것이며, 프로토타입 2와 프로토타입 3은 같은 형태이지만 프로토타입 3이 더 가벼워 무게에 따른 영향을 비교하기 위함이었다. 결과를 요약해 보면 아래와 같다.

유방전절제 환자에게 각 프로토타입을 착용한 후 거울을 보고 외관의 선호도를 조사하였을 때, 프로토타입 1은 유방이 처져보인다 답했으며 프로토타입 2와 3은 1에 비해 보정된 형태라 더 선호한다고 답하였다. 따라서 본 연구의 결과로 도출된 보정회귀식의 보정성을 검증할 수 있었다.

또한 프로토타입 3은 가장 가벼워 선호한다고 응답하였다. 통계적으로 살펴 볼때, 유방전절제 연구 참여자에 대하여 프로토타입별로 서있는 자세에서 보행 전후의 어깨 기울기 변화와 정적 압력중심점을

의 변화, 보행 시의 동적 압력중심점의 변화는 다르지 않은 것을 알 수 있었다. 그러므로 통계적으로 모든 개인 맞춤형 프로토타입 인조유방은 형태나 무게에 있어 균형성에 부정적 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다. 따라서 보정된 유방 형태이며 무게가 감량된 프로토타입 3이 프로토타입 중 가장 적합한 맞춤형 인조유방의 형태라고 판단되었으며, 주관적 착용성 평가에 사용하였다.

본 연구는 프로토타입 착용 후 5분 보행으로 어깨 기울기 변화와 압력중심점의 변화를 비교하였으므로 연구의 결과를 일반화 하기엔 위험이 있다고 사료된다. 따라서 추후 연구에서 수술 전과 수술 직후, 수술 후 6개월 경과, 인조유방 사용 후 6개월 경과 등의 추적 연구를 통해 유방전절제와 인조유방 사용에 대한 자세변화 연구를 진행한다면 유방암환자의 자세변형을 이해하는데 도움이 될 것이라 생각된다.

4.3. 주관적 착용성 평가 결과

사용적합성 평가에 착용한 3 가지 프로토타입 인조 유방 중, 선호도가 높은 프로토타입 인조 유방 3을 주관적 착용성 평가에 사용하였으며, 시판 인조 유방을 비교로 하여 주관적 착용평가를 실시한 결과는 다음과 같다.

연구 참여자 A는 전체적으로 프로토타입 3에 대한 만족도가 다른 인조유방을 착용했을 때 보다 높았다. 특히 좌우의 무게 균형과 무게에 대한 항목에서 세 인조 유방 중 프로토타입 3에 가장 높은 점수를 주었으며, 프로토타입 인조 유방 3이 가벼워 좋다고 응답했다. 연구 참여자가 착용한 시판 인조 유방이 평소 입는 브래지어 사이즈를 고려하여 선택한 것이지만, 전체적인 크기와 길이, 두께와 무게에 대해서 불만족하는 모습을 보였으며, 프로토타입 3과 비교해 너무 크고 무거워 불편했다는 반응이었다. 하지만 촉감적인 부분에서는 시판 인조 유방이 높다고 응답했다. 또한 프로토타입 3의 형태적인 부분에서는 윗가슴의 볼륨이 작다고 느껴 패드를 같이 착용하고 다녔다고 답했다. 하지만 전체적으로 시판인조유방보다 프로토타입 3에 대해 더 만족하는 것으로 나타났다(그림 16).

설문 평가 완료 후, 비대면 인터뷰를 진행 하였을 때 예는 시판인조유방에 대하여 “시판인조유방이 내 가슴보다 크고 무겁다고 느껴졌어.” 라고 답해 시판 인조 유방의 크기에 대한 불만족이 컸으며 무거워 일상생활을 할 때 불편했다고 말했다. 또한 프로토타입 3에 대해서는 “*실험 할 때는 몰랐는데, 겹옷을 입고 생활을 해보니 패드로 높이를 맞추고 다녔어.*”, “*프로토타입은 시간이 지날수록 단단해져*”등 의 응답으로 속옷만 착용 했을 때와, 의복을 착용 했을 때

의 외관이 달라보임을 언급하며 프로토타입 인조 유방 3의 볼륨의 부족과 재료적 한계에 대한 의견을 표현했다. 기타 의견으로 “인터넷으로 사는건 모양이 안맞아, 실리콘이 넘어져 있거나 해서 못써...”라고 응답하며 본 연구에서 제작한 개인 맞춤형 인조 유방의 후속 연구가 진행되어 개선된다면 구입해서 사용하고 싶다는 의견을 내비쳤다.



그림 16. 연구 참여자 A의 인조유방의 외관 및 착용성 평가 설문 결과

연구 참여자 B는 비대면 인터뷰에서 프로토타입 3을 제일 선호한다고 응답했다. 하지만 설문 평가 결과에서는 전체적으로 시판 인조유방에 대한 점수를 높게 평가해 두가지의 응답이 반대인 것을 알 수 있었다(그림 17). 또한 프로토타입 인조유방 3은 시판인조유방과 비교하여 볼륨이 전체적으로 작아 아쉽다고 말했으며, 시판인조유방과 비교할 때 수술한 가슴피부쪽으로 붙는 경향이 있어 더위를 많이 느끼게 된다고 답했다. 또한 설문 평가 완료 후 비대면 인터뷰에 대한 응답으로는 “시판 인조 유방은 기존의 가슴보다 커서 브래지어 밖으로 나와서 쓸수가 없었어”, “시판 인조 유방이 더 무겁고 커서 옷 입기 불편 했어” 등의 응답으로 시판 인조 유방의 크기가 본인의 가슴에 비해 크고, 무거워 일상생활 중 사용하기에 부

적합하다고 말했다. 프로토타입 3에 대해서는 “내 가슴이랑 비슷하면 좋을 것 같았는데, 오히려 납작해 보여서 가슴이 작아 보이는 것 같아, 더 볼록하게 생겼으면 좋겠어.”, “브래지어를 안한 것처럼 보여” 라고 응답해 프로토타입 3에 대한 볼륨의 부족함을 언급했으나, “가벼운 프로토타입 3번이 좋아”, “프로토타입 3은 가벼워서 좋아” 라는 의견으로 무게가 가벼운 프로토타입 3에 대해서 큰 만족감을 나타냈다.

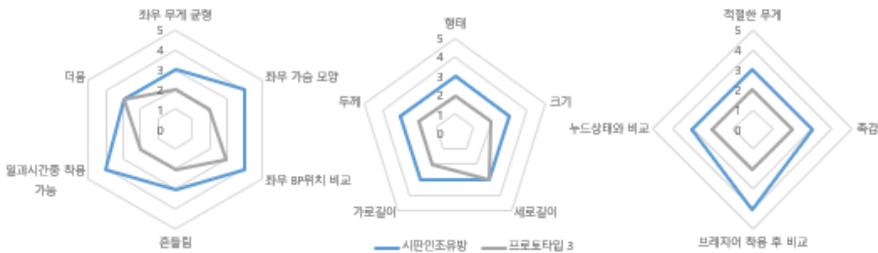


그림 17. 연구 참여자 B의 인조유방의 외관 및 착용성 평가 설문 결과

연구 참여자 C는 전체적으로 시판 인조 유방에 대해 높은 점수로 평가했으며, 시판 인조 유방과 프로토타입 3을 비교할 때 일과시간 중 착용가능성에 대해 묻는 항목에는 프로토타입 3을 선호한다고 답했다(그림 18). 이러한 결과는 프로토타입 3이 무게가 더 가벼워 일상생활 중 사용할때에 더 선호하는 것이라 생각된다. 또한 시판 인조 유방에 대하여 “일상 활동시에는 큰 불편은 없는데, 누워서 쉴 때는 인조 유방이 내 가슴보다 커서 쏠리는 현상이 많이 있어” 라고 답해, 인조 유방이 본인의 가슴보다 크고 무거워 불편했다고 언급하였다. 프로토타입 3에 대해서는 “프로토타입은 시간이 지날수록 딱딱해 지는 것 같아” 라는 응답으로 촉감에 대한 불만족을 표

현 했다.

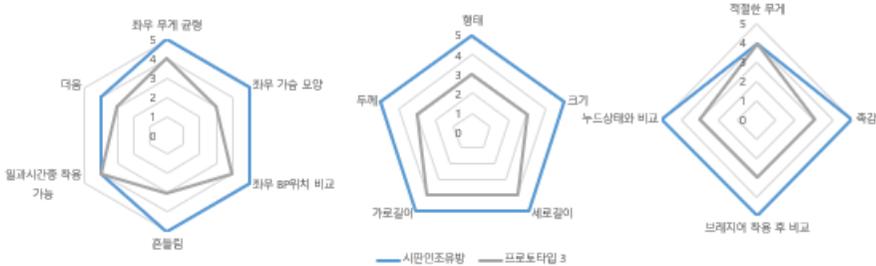


그림 18. 연구 참여자 C의 인조유방의 외관 및 착용성 평가 설문 결과

연구 참여자 3명의 인조 유방 외관 및 착용성 평가 설문 결과는 표 45와 같으며, 통계적으로는 시판인조유방과 프로토타입3의 차이가 나타나지 않아 문항 별 점수의 차이로 결과를 해석하였다. 유방암 환자용 브래지어와 각 인조 유방을 착용한 후 일상복을 입은 상태에서 좌우의 가슴을 비교한 결과, 무게의 균형에 대한 만족도에서는 프로토타입 3이 3.33(1.16)으로 높았다. 모양의 균형에 대한 만족도에서는 시판 인조 유방이 3.33(2.08)로 높았다. 젖꼭지의 위치에 대한 좌우 비교로는 시판인조유방 (3.33(2.08))과 프로토타입 3(3.33(0.58))이 같은 값을 나타내는 것으로 나타났다. 브래지어안에서 인조 유방이 흔들리는지에 대한 답변으로는 시판인조유방이 3.33(1.00)으로 높은 값을 나타냈으며, 프로토타입 3이 2.67(1.53)으로 낮아 시판인조유방이 본인의 가슴보다 크고 무거워 쏠리는 현상이 생겼기 때문이라 생각된다.

표 45. 인조유방의 외관 및 착용성 평가 결과

항목	시판인조유방	프로토타입3	Z
----	--------	--------	---

	M	SD	M	SD	
좌우 무게 균형	3.00	2.00	3.33	1.16	-0.221
좌우 가슴의 모양	3.33	2.08	2.67	0.58	-0.664
좌우 젖꼭지의 위치 비교	3.33	2.08	3.33	0.58	-0.449
인조유방의 흔들림	3.67	1.56	2.67	0.58	-1.294
일과시간중 착용 가능	3.00	1.73	3.00	1.00	-0.232
더움	3.33	0.58	3.00	0.00	-1.000

프로토타입 3 : 무게를 줄인 맞춤형 인조유방

인조 유방을 단독 평가했을 때에도 시판 인조유방과 프로토타입3 사이에 통계적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, 각 문항의 점수의 차이를 비교하였다. 형태와 두께에 대한 만족도가 각각 3.33(2.08), 3.00(2.00)으로 시판 인조 유방이 높았으며, 촉감 또한 4.33(1.16)으로 높은 것으로 나타났다. 세로 길이, 가로 길이 같은 크기에 관한 항목에서는 두가지의 인조 유방이 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 본인의 누드 상태의 가슴과 비교했을 때에는 시판인조유방, 프로토타입 3의 순으로 만족하는 것으로 나타났다(표 46).

표 46. 인조유방의 외관 및 착용성 평가 결과

항목	시판인조유방		프로토타입3		z
	M	SD	M	SD	
형태 만족도	3.33	2.08	2.67	0.58	-0.943
크기	3.00	2.00	2.67	0.58	-0.232
세로길이	3.00	2.00	3.00	1.00	0.000
가로길이	3.00	2.00	3.00	1.00	0.000
두께	3.00	2.00	2.33	0.58	-0.449
무게가 적절	2.67	1.53	3.33	1.16	-.696

촉감	4.33	1.16	2.67z	0.58	-1.650
모양이 적절	3.33	1.53	2.67	0.58	-0.664
누드와 비교	3.00	2.00	2.67	0.58	-0.232

프로토타입 3 : 무게를 줄인 맞춤형 인조유방

세가지 인조 유방에 대해 주관적 착용 후 설문 평가와 비대면 인터뷰의 결과를 정리하였다. 설문결과 시판 인조유방과 프로토타입 3 사이에 통계적인 차이가 없는 것으로 나타나, 비대면 인터뷰 결과를 중심으로 고찰하였다. 무게에 대해서는 프로토타입 인조 유방 3 선호하여 일상생활 중 사용하기 무리가 없다고 응답하였으나, 시판 인조 유방이 윗가슴의 볼륨이 더 많고, 촉감이 좋았다고 답하며 향후 개선한다면 프로토타입 인조 유방 3번을 사용할 의향이 있다고 말했다.

추가적으로, 연구 참여자들은 기력이 없고, 체력적으로 힘들어하며, 연구자에게 경계를 느끼던 연구 참여 초반과 비교하여 연구 참여 후반에는 긍정적인 변화를 보였다. 본 연구 참여에 대하여 실험이 기대된다고 말하며 본인이 유방암환자를 위하는 일에 참여할 수 있어 사회적 의무감을 느낀다고 응답한 연구 참여자가 있었다. 또한 모든 연구 참여자는 전염병 바이러스로 인한 오랜 재택의 지겨움에서 오랜만의 바깥활동으로 삶의 즐거움을 느낀다고 말했다. 따라서 본 연구의 결과물로 제작된 인조 유방의 신체적, 심미적 효과 뿐만 아니라, 개인 맞춤형 인조 유방 설계 및 제작, 사용성 평가 검증 과정 자체의 적용 만으로도 해당 환자들의 일상 생활의 질에 긍정적인 효과를 줄 수 있음을 시사하고 있다.

제 5장 결론 및 제언

본 연구에서는 한국인 유방전절제환자의 개인 맞춤형 인조유방의 설계 방법론의 도출을 위해 한국인 40-50대 여성의 유방 형태를 분석하고 균형성에 부정적 영향을 미치지 않는 적절한 무게의 도출에 대한 연구를 진행하였다. 따라서 본 연구에서 도출된 개인 맞춤형 인조유방의 설계방법론에 따라 실제 유방전절제 환자 3인을 대상으로 인조유방을 제작하였다. 제작된 프로토타입 인조유방을 착용하고 시각적 평가, 사용성평가, 주관적 착용성 평가를 통해 인조유방의 사용성을 다중적으로 평가하였으며, 본연구에서 도출한 개인 맞춤형 인조유방 설계방법론을 검증하였다.

개인 맞춤형 프로토타입 인조 유방의 평가 결과를 사례별, 유형별로 분석하였을 때는 표 47과 같다.

- 연구 참여자 A의 유방 형태는 본 연구에서 분류한 유방 유형 중 작은 편에 속하는 유방 유형 1에 해당되었다. 또한 세 연구 참여자 중 유방의 크기가 가장 작았다. 연구 참여자 A는 평소 시판 인조 유방에 대해 크기가 크고 무겁다는 불만족이 있었으며, 자신에게 맞는 사이즈의 인조 유방의 구입을 하는 것에 어려움을 호소하였다. 따라서 시판인조유방과 프로토타입 인조 유방 3을 비교했을 때, 시판인조유방은 본인의 가슴보다 크고 무거워 선호하지 않았다고 생각된다. 반면, 본인의 유방 형태를 고려하고, 무게가 가볍게 제작된 개인 맞춤형 프로토타입 인조 유방으로 평소 시판인조유방에 대해 불만족 한 항목에서 개선, 보완되는 것을

느껴 프로토타입 인조 유방 3을 더 선호한 것으로 사료된다.

- 연구 참여자 B의 경우에는 유방 유형의 중간 사이즈인 유형 2에 해당하였다. 하지만 유방세부항목 측정치로 환산한 인조 유방의 사이즈보다 큰 사이즈를 착용하는 것을 선호하며, 평소 몸의 라인이 드러나고 노출이 있는 의상을 즐겨 입었다고 응답해, 본인의 가슴보다 크게 보정된 형태의 유방에서 만족감을 느꼈을 것이라 생각된다. 하지만 본인의 유방 형태에 맞춘 인조유방으로, 평소 착용하던 인조유방보다 볼륨이 부족하다고 생각되어 선호하지 않았을 것이라 생각된다. 따라서 평소 본인의 가슴 사이즈 보다 크게 착용하는 것을 선호하거나, 유방암 발병 전 볼륨이 크게 보정된 유방을 선호하는 유방전절제 환자의 경우, 본인의 가슴 형태를 고려하지만 사이즈를 다소 크게 제작하는 방식을 선택해야 할 것이다.
- 연구 참여자 C의 경우 가슴이 세 연구 참여자 중 가장 큰 편이었으며, 가슴이 크고 처진 편인 유형 3에 속하였다. 연구 참여자 C는 시판인조유방이 크고 무거워 쏠리는 현상이 생겨 일상생활 중 사용하기 불편했다고 답했지만, 프로토타입 인조 유방 3은 볼륨이 부족하여 낮은 점수를 주었다. 하지만 무게에 대해서는 만족하였다. 따라서 유방이 평균에 비해 큰 사람의 경우, 본 연구에서 회귀식으로 도출된 설계 치수에 만족하지 못할 수 있으므로, 한 사이즈 크게 제작하거나, C컵 이상의 유방에 대한 설계 치수를 따로 분석하여 사용하는 것이 만족도를 높일 수 있을 것이라 생각된다. 또한 착용 후의 인조유방의 형태나 무게에 대한 불만이 있을 수 있으므로, 사후관리에 대한 시스템을 갖추어야 할 것이라고 생각된다.

유방암 환자의 인조 유방 착용 동기는 수술 부위의 보호나 몸의 변형 방지 보다 외관적인 만족도가 우선이다(Koo et al, 2020; Lopera-Muñeton, 2019). 그 이유는 손실된 유방으로 인한 자존감 저하와 심리적인 위축으로 남의 시선을 의식하여 의복 착용의 제한이나 사회생활 범위가 축소되는 등의 행동으로 나타나기 때문이다(Groszek, 2016; Oh, 2016). 따라서 본 연구에서는 20대와 30대에 비해 40대와 50대의 유방이 수평으로 비만화되고 처진다는 연구 결과(Kim & Sohn, 2001)를 참고하여 유방암이 가장 많이 발병하고 발병 후 생존률이 높은 40-50대의 유방을 기준으로 인조 유방 설계의 기초 연구를 진행하였으며, 유방전절제환자의 남아있는 가슴과 유사한 인조유방을 제작하였다. 하지만 유형에 따라 만족하는 연구 참여자가 있었으며, 만족하지 못하는 연구 참여자 또한 존재했다. 이것은 평소 사용하던 형태의 인조 유방이 남아있는 본인의 가슴과 비교하여 연령에 대한 고려가 없어 불만족스럽다는 연구 참여자의 요구사항과 비교할 때, 사용하던 인조 유방에 비해 납작하다는 느낌이 들어 변화에 적응할 시간이 부족했기 때문이라고 생각된다. “*내 가슴이랑 비슷하면 좋을 것 같았는데, 오히려 납작해 보여서 가슴이 작아 보이는 것 같아*” (연구참여자 B). 또한 여성 개인이 본인의 가슴을 인지하는 유형은 사람마다 다르며, 대부분의 여성은 본인의 가슴에 불만족하는 경향이 있고 연령이 어릴 수록 더 크거나, 처져 있지 않은 유방의 형태를 원하며, 개인별로 가슴의 형태에 대한 선호도가 다르므로(Frederick et al., 2008), 유방전절제 환자와 충분한 상의를 통해 개인의 의견을 반영하는 것 또한 동일한 연령대의 체형을 반영하는 것과 동시에 고려해야 할 요소라고 사료된다.

다른 한편, 재료의 한계가 존재하였다. 인체에 무해하고, 사람의

피부와 유사한 경도인 실리콘을 사용하였지만, 시간에 지남에 따라 처음보다 단단하게 경화되는 경향을 보여, 연구 참여자들이 촉감에 대해 불만족했다고 판단된다. 따라서 그러므로 향후 후속 연구에서는 프로토타입 인조 유방의 볼륨의 추가와, 재료적 개선을 반영하여 프로토타입 인조 유방이 제작되어야 할 것이다. 또한 일상생활 중 착용하는 인조 유방의 재료의 89.1%가 실리콘이었으며 그 외의 재료는 솜이나 플라스틱으로 수술 직후 혹은 운동 중의 특수한 상황이라는 Koo et al.(2020)의 결과처럼 거의 대부분의 인조 유방에 실리콘이 사용되므로, 국외의 인조 유방 전문 회사들은 재료만을 위한 연구를 진행하고 있는 것을 국외 브랜드의 홈페이지를 통해서 알 수 있었다. 하지만 국내의 경우, 인조 유방만을 위한 실리콘 재료의 개발은 아직 부족한 것으로 나타나 추후의 재료에 대한 추가 연구가 필요하다고 사료된다. 따라서 후속 연구에서는 형태 유지와 동시에 무게를 감량할 수 있도록 물리적인 실리콘의 감소 대신 같은 부피와 비교하여 가벼운 실리콘에 대한 연구 혹은 공기 같은 부피 대비 무게가 작은 보충제를 사용한 실리콘 사용량의 감소, 인체와 흡사한 촉감의 실리콘 등에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

추가적으로, 연구 참여자 B는 평소 외출이나 운동을 하지 않는 편이라 답했으며, 사용성 평가를 위해 5분 걷기를 시행했을 때에도 균형을 잡아 보행하는 것에 어려움을 나타냈다. 또한 실험복 환복 중간 오랜 시간의 휴식시간을 필요로 했다. 그에 반해 꾸준한 걷기 운동을 하고 있는 연구 참여자 C와 평소 식당을 운영하는 연구 참여자 A는 사용성 평가 시 무리 없이 실험 과정을 수행하는 모습을 보였다. 따라서 본 연구에서 프로토타입 별로 균형성에 부정적 영향

을 미치지지는 않았지만, 연구 참여자 B의 균형성이 낮은 편이라 판단되어 평소 운동의 여부도 가슴 양쪽의 무게 균형과 더불어 균형성에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 유방암 환자는 건강인과 달리 암투병생활과 수술에 따른 체력적 한계가 존재한다. 따라서 유방전절제 환자를 대상으로한 운동능력과 무게부하에 따른 균형성의 연구 또한 추후 진행될 필요가 있다고 사료된다.

표 47. 유형별 인조유방 설계 방법론의 검증 및 개선 사항

연구참여자 (유방유형)	유형별 착용 평가 결과	유형별 개선사항	개선필요사항
	<ul style="list-style-type: none"> 평소 시판 인조유방에 대해 크기가 크고 무겁다는 불만족이 있었음 		
연구참여자 A (유방 유형 1)	<ul style="list-style-type: none"> 자신에게 맞는 사이즈의 인조유방을 구입하는 것을 어려워함 본 연구에서 도출된 보정 회귀식을 사용해 제작한 세미 맞춤형 프로토타입에 만족 	유형 1에 속하는 연구참여자의 추가 검증이 필요	<ul style="list-style-type: none"> 재료에 대한 연구 필요 운동능력과 균형성, 무게 부하량과의 관계 연구 필요
연구참여자 B (유방 유형 2)	<ul style="list-style-type: none"> 큰 사이즈의 인조 유방 착용을 선호 본인의 가슴 형태를 반영한 프로토타입 인조 유방의 윗가슴의 볼륨이 시판 인조유방에 비하여 작아 불만족하는 점이 있었지만, 무게에서는 매우 만족하는 모습을 보임 	유방의 모델링의 3차원 형상에 대하여 선택할 수 있도록 함	<ul style="list-style-type: none"> 사후 관리에 대한 시스템 구축 필요

연구참여자 C (유방 유형 3)	<ul style="list-style-type: none"> • 세 연구 참여자 중 유방이 가장 큰 편 • 프로토타입의 전체적인 크기가 본인 가슴보다 작아 아쉬움을 표현했지만 여기서는 만족하는 모습을 보임 	C컵 이상의 큰 가슴을 분류하여 추가적인 유형을 분석할 필요 있음
----------------------------	---	--------------------------------------

본 연구는 한쪽 유방을 전 절제하였으며, 유방 재건 술을 진행하지 않은 유방암 환자라는 연구 참여자 모집의 조건과, 손실된 인체로 인한 자존감 하락과 심리적인 위축, 남에게 자기 몸을 보이고 싶어 하지 않으려는 환자의 특성으로 인한 연구 참여자 수 모집의 어려움이 있었기 때문에 연구참여자가 적다는 한계점을 찾을 수 있다. 또한 환자 대상 연구였기 때문에 연구 참여자의 체력적 한계로 최소한의 실험을 진행했다는 점에서 한계점을 찾을 수 있겠다. 또한 유방이 크거나, 크게 보정된 가슴을 원하는 연구 참여자는 만족하지 않는 경향을 보였다. 따라서 후속 연구에서는 다른 형태의 브래지어를 입었을 때 유방의 보정 정도를 분석하거나, C컵 이상의 큰 유방을 분류하여 유형을 분석하여, 유방 윗부분의 볼륨이 부족함에서 보정된 형태의 유방 모델링을 할 수 있을 것이라 생각된다. 마지막으로 인조 유방 제작에 사용 한 재료의 한계가 있었다. 하지만 이러한 재료적 한계는 추후의 재료 분야, 의학 분야와의 융복합 연구를 통해 개선할 수 있을 것이라고 생각된다.

하지만 본 연구는 거의 다루어지지 않는 한국인 유방암 환자를 위한 인조유방의 개발에 관한 연구를 시행하였다는 것에 의의가 있으며, 유방암 환자를 위한 인조 유방 설계의 기초를 연구하여 개인

맞춤형 인조 유방의 방법론을 구축하였다는 것에 의의가 있다. 또한 본 연구에서 도출한 인조유방의 설계식에 사용하는 유방 유형 판별을 위한 유방 부위 세부 항목과 인조유방 설계에 필요한 항목을 직접 측정하여 회귀식에 사용할 수 있으므로, 스캐너의 사용이 불가능한 상황이나 스캐너 사용을 거부하는 유방암 환자에게 적용하여 맞춤형 인조유방의 제작에 활용할 수 있을 것이라 사료된다.

국외 브랜드가 대부분이어서 외국과 한국의 체형의 차이에서 오는 불만족, 업체마다 사이즈 표기율이 달라 사이즈 선택의 어려움이 있어 인조 유방의 구매가 어려운 유방암 환자를 위한 맞춤형 인조 유방으로 본인의 체형과, 주관적 만족도를 모두 높여 실질적인 인조 유방의 착용율을 높이는데 도움을 줄 것이라고 기대한다. 또한 유방암 환자의 주관적 만족도를 주는 인조 유방은 심리적으로 긍정적인 도움을 주어, 의복 착용에 대한 한계를 극복하고 사회생활로의 복귀를 응원하는 도구로 사용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- ABC custom breast prosthesis. (n.d.) *American Breast Care*.
<https://americanbreastcare.com/custom/>
- Baek, M. J. (2017). The life of breast cancer survivors in long term survival period. *Journal of the Korean Society for Wellness, 12*(3), 447–458.
- Bampouras, T. M., & Dewhurst, S. (2016). Carrying shopping bags does not alter static postural stability and gait parameters in healthy older females. *Gait & Posture, 46*, 81–85.
- Baron, R. H. (2007). Surgical management of breast cancer. *Seminars in Oncology Nursing, 23*(1), 10–19.
- Celenay, S. T., Ucurum, S. G., & Kaya, D. O. (2020). Comparison of spinal alignment and mobility in women with and without post modified radical mastectomy unilateral lymphoedema. *Clinical Breast Cancer, 20*(3), e295–e300.
https://doi.org/10.1016/j.clbc.2019.10.003_
- Cheon, J. S., Seok, E. Y., & Park, S. J. (1998). A case study on methodology applying fabric stretch property for pants pattern drafting. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 22*(2), 185–192.
- Choi, H. S., & Lee K. M. (2001). A study on the development of mastectomy bras and breast prostheses(1): Focused on the size specification. *Journal of the Korean Society of Costume,*

51(3), 5–18.

- Choi, H. S., & Lee K. M. (2002). A study on wearing tests of mastectomy brassieres with prostheses. *Journal of the Korean Home Economics Association*, 40(8), 13–21.
- Choi, W. S., Jang W. H., Hwangbo, S. W., & Heo, M. (2018). A plot study on developmant and usefulness of finger splint using 3D printing technology: For the patients with Rheumatoid Arthritis. *Korea Science & Art Forum*, 36(12), 379–389. DOI : 10.17548/ksaf.2018.12.30.379.
- Choi, W., Jang, W., Han, A., Kweon, O. S., & Kim, J. (2021). The development and satisfaction of cock-up. *Archives of Design Research*, 34(4).
- Choi, Y. J., Shin, I. K., Choi, K. & Choi, S. M. (2016). Fabrication of face molds and silicone masks using 3D printing. *Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 43(5), 516–523. <http://dx.doi.org/10.5626/JOK.2016.43.5.516>.
- Choi, Y. L., & Kim, H. E. (2004). A comparison of women' s basic pattern using 3D scanner-between the bunka and the secoli patterns. *Fashion & Textile Research Journal*, 6(6), 749–755.
- Coppard, B. M., & Lohman, H. (2008). *Introduction to splinting*. Elsevier Health Sciences.
- Frederick, D. A., Peplau, A., & Lever, J. (2008). The barbie mystique: satisfaction with breast size and shape across the

- lifespan. *International Journal of Sexual Health*, 20(3), 200–211.
- Gerring, J. (2004). What is a case study and what is it good for?. *American political science review*, 98(2), 341–354.
- Groszek, P., Samoliński, B., & Krzych-Fałta, E. (2016). Health concerns of women after mastectomy. *Pielęgniarstwo XXI wieku/Nursing in the 21st Century*, 16(1), 5–14.
- Haake, S., & Scurr, J. (2010). A dynamic model of the breast during exercise. *Sports Engineering*, 12(4), 189–197.
- Hill, M. W., Duncan, M. J., Oxford, S. W., Kay, A. D., & Price, M. J. (2018). Effects of external loads on postural sway during quiet stance in adults aged 20–80 years. *Applied ergonomics*, 66, 64–69.
- Hong, K. H., & Lee, H. Y. (2006). Accuracy improvement of breast volume estimation. *The Research Journal of the Costume Culture*, 14(5), 840–849.
- Jeong, Y. J., Cohn, D. H., & Seo, A. (2018). Development of segmentation/modeling algorithm using medical imaging (MRI) and 3D scanning data for 3D printing artificial implants for breast reconstruction in breast defects. *Proceedings of the Korean Information Science Society Conference*, 1267–1269.
- Jo, S. C. (2001). Effects of backpack weight on elementary school boys walking. *The Korean Journal of Sports Medicine*, 19(2), 303–310.
- Jun, E. Y., Choi, S. R., & Kang, H. S. (2012). Experiences of the

use of external breast prosthesis among breast cancer survivors in korea. *Korean Journal of Women Health Nursing*, 18(1), 49–61. doi:10.4069/kjwhn.2012.18.1.49.

Jung, S., Kim, M. G., & Lee, J. I. (2017). Lumbar scoliosis in patients with breast cancer: Prevalence and relationship with breast cancer treatment, Age, Bone Mineral Density, and Body Mass Index. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 41(5), 868.

Kim, C. H., Hong, H. J., & Lee, S. K. (2016). Case study of the immediate gait improvement in a post-stroke gait disturbance patient equipped with a weighted vest. *The Journal of Internal Korean Medicine*, 37(5), 763–769.

Kim, C. S., & Jung, M. S. (1984). A study on the adjustment of daily life and body image of the mastectomy patients. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 14(2), 75–83. doi:10.4040/jnas.1984.14.2.75.

Kim, C. Y., Jeong, H. W., & Kim, H. D. (2015). Changes of center of pressure and cadence analysis according to the carrying type and weight of a bag in college students. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16(3), 2012–2019. <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.3>.

Kim, J. H. (2004). *Experience on life of women with mastectomy [Unpublished Doctoral dissertation]*. Hanyang University, Seoul, South Korea.

Kim, J. H., Kwon, O. Y., Yi, C. H., Cho, S. H., Cynn, H. S., & Choi,

- H. S. (2013). Case study of 4-bar linkage KAFO in person with poliomyelitis. *Korean Research Society of Physical Therapy*, 20(1), 18–27.
- Kim, S. Y. (2000). Development of bodice and slacks pattern of stretch fabric and application as garment for measurement [Unpublished Doctoral dissertation]. Seoul National University, Seoul, South Korea.
- Kim, Y. J. (2020). development of functional bra for mastectomy patients using MRI imaging [Unpublished Doctoral dissertation]. Seoul National University, Seoul, South Korea.
- Kim, Y. S., & Sohn, H. S. (2001). A study on the breast shapes of adult women according to the age. *Journal of the Korean Home Economics Association*, 39(2), 25–40.
- Koo, D. S., Kim, Y. J., Nam, Y. J., Seo, K. S., & Lee, E. S. (2020). A study on the wearing and manufacturing condition of artificial breast in breast cancer patients with a mastectomy. *Fashion & Textile Research Journal*, 22(1), 76–86.
- Korea agency for technology and standards. (2004). Standardization of Anthropometric Terms.
- Korea Central Cancer Registry. (2016). *Annual report of cancer statistics in Korea in 2016*. file:///C:/Users/%EC%82%AC%EC%9A%A9%EC%9E%90/D/downloads/Annual_report_of_cancer_statistics_in_Korea_in_2016.pdf.
- Korean Breast Cancer Society. (2020). *Breast cancer facts &*

figures 2019. <https://www.kbcs.or.kr/journal/file/200416.pdf>.

- Kovacs, L., Yassouridis, A., Zimmermann, A., Brockmann, G., Wöhl, A., Blaschke, M., Eder, M., Schwenzer-Zimmerer, K., Rosenberg, R., Papadopoulos, N., & Biemer, E. (2006). Optimization of 3-dimensional imaging of the breast region with 3-dimensional laser scanners. *Annals of plastic surgery*, *56*(3), 229–236.
- Lee, H. Y., Lee, O. K., & Hong, K. H. (2003). Measurement of breast volume and the area of breast base using 3D measurement system. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*. *27*(2), 270–276.
- Lee, H. Y. (2011). A study on the life history of female household heads receiving public assistance. *The Journal of Asian Women* *50*(1), 131–167.
- Lee, K. M., & KBS production team (2010). *Breast Cancer*. Kyoung Hyang Media.
- Lee, M. H. (1995). An effect of rhythmic movement therapy for adaptation state in mastectomy patients. *Journal of the Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, *2*(1), 67–85.
- Lee, M. H. (2004). A change in the gap of the shape of gathered skirts made by different gatherings. *Korean Journal of Human Ecology*, *13*(6), 959–966.
<http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE023489>
30.
- Lee, Y. C. (2009). For the better case study: logic and an

illustration. *Journal of Governmental Studies*, 15(1), 189–213.

- Lee, Y. S. (2007). Psychosocial experience in post–mastectomy women. *Korean Journal of Social Welfare*, 59(3), 99–124.
- Lijphart, A. (1971). Comparative politics and the comparative method. *American political science review*, 65(3), 682–693.
- Lopera–Muñeton, C., Valencia–Legarda, F., Bedoya–Bedoya, O. M., Correa–Castaño, D., & Páramo–Velásquez, C. A. (2019). Body posture and biomechanics in women after mastectomy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1418(1). <http://doi:10.1088/1742-6596/1418/1/012009>.
- Machida, Y., & Nakadate, M. (2015). Breast shape change associated with aging: a study using prone breast magnetic resonance imaging. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, 3(6).
- making & managery. (n.d.). *ikayama breast*. <http://www.ikabreast.co.kr/made.php>.
- McGhee, D. E., Steele, J. R., Zealey, W. J., & Takacs, G. J. (2013). Bra–breast forces generated in women with large breasts while standing and during treadmill running: Implications for sports bra design. *Applied ergonomics*, 44(1), 112–118.
- McGhee, D. E., Steele, J. R., Zealey, W. J., & Takacs, G. J. (2013). Bra–breast forces generated in women with large breasts while standing and during treadmill running: Implications for sports bra design. *Applied ergonomics*, 44(1), 112–118.

- Motmans, R. R., Tomlow, S., & Vissers, D. (2006). Trunk muscle activity in different modes of carrying schoolbags. *Ergonomics*, *49*(2), 127–38.
- My reflection formed to you. (n.d.) My reflection formed to you. <https://www.myreflection.co.nz/>.
- Nam, Y. J., Choi, K. M., Jung, E. S., Yun, M. H., & Lee, J. O. (2002). A study on bust profile changes due to brassiere wearing. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, *21*(4), 117–130.
- Nam, Y. J., Choi, K. M., Jung, E. S., & Yun, M. H. (2004). Standardization of 3D body measurement for the Size Korea. *Fashion Information and Technology*, *1*, 6–19.
- Oh, H. K. (2016). Survey of clothing behavior for breast cancer women after surgery: Comparison between a breast-conserving surgery group and a mastectomy group. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, *19*(1), 49–60. doi:10.14695/KJSOS.2016.19.1.49.
- Park, E. M., & Shon, H. S. (1995). A study in the breast type and sizing system for 20' s and 40' s wpmen' s brassire. *Proceedings of the Ergonomics Society of Korea Conference*, 249–267.
- Park, G. J., & Choi, J. S. (2008). Body image and quality of life in women with mastectomy. *Asian Oncology Nursing*, *8*(2), 86–92.
- Park, J. Y., & Jang, J. A. (2014). The actual wearing conditions and preferences for new silver women' s brassiere. *Fashion*

& *Textile Research Journal*, 16(4), 635–644.

- Peres, A. C. A. M., Latorre, M. D. R. D de O., Maesaka, J. Y., Filassi, J. R., Baracat, E. C., & Ferreira, E. A. G. (2017). Body posture after mastectomy: comparison between immediate breast reconstruction versus mastectomy alone. *Physiotherapy Research International*, 22(1), e1642. <https://doi.org/10.1002/pri.1642>.
- Roberts, S., Livingston, P., White, V., & Gibbs, A. (2003). External breast prosthesis use: Experiences and views of women with breast cancer, breast care nurses, and prosthesis fitters. *Cancer Nursing*, 26(3), 179–186.
- Reaby, L. L. (1998). Reasons why women who have mastectomy decide to have or not to have breast reconstruction. *Plastic and reconstructive surgery*, 101(7), 1810–1818.
- Rostkowska, E., Bak, M., & Samborski, W. (2006). Body posture in women after mastectomy and its changes as a result of rehabilitation. *Advances in Medical Sciences*, 51(2), 287–297.
- Rowley, J. (2002). Using case studies in research. *Management Research News.*, 25(1).
- Serel, S., Tuzlali, Z. Y., Akkaya, Z., Uzun, Ç., Kaya, B., & Bayar, S. (2017). Physical effects of unilateral mastectomy on spine deformity. *Clinical Breast Cancer*, 17(1), 29–33.
- Shin S. H., Lee K. J., & Song C. H. (2011). The effect of weight based gait training using weighted vest on static balance and

dynamic balance with stroke. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 50(3), 413–431.

Sohn, B., & Yi, K. E. (2020). Comparison of 3D measurements using algorithms for breast-related measurements and direct measurement. *Korean Journal of Human Ecology*, 29(3), 385–395.

Whittfield, J. K., Legg, S. J., & Hedderley, D. I. (2001). The weight and use of schoolbags in new zealand secondary schools. *Ergonomics*, 44(9), 819–24.

You, E. S., & Choi, Y. H. (2012). The effects of laughter therapy on pain and anxiety among patients with postmastectomy. *Journal of East–West Nursing Research*, 18(1), 47–52.

부록

[부록 1] IRB 심의 결과 통보서

[부록 1-1] IRB 심의 결과 통보서

심의결과 통보서

수신

연구책임자	이름: 남윤자	소속: 생활과학대학 의류학과	직위: 교수
지원기관	기타(한국유방건강재단)		

과제정보

승인번호	IRB No. E2008/003-006		
연구과제명	한국인 40-50대 여성의 유방유형 분석 연구		
연구종류	공개된 정보 이용 연구		
면제일자	2020-08-24		
심의결과	면제승인		
검토의견	면제 검토의견	1. 본 연구는 공개된 자료인 국가기술표준원의 '제5차 한국인인체치수조사사업(2003년-2004년)' 자료를 이용하는 연구로 「생명윤리 및 안전에 관한 법률 시행규칙」 제13조 제1항에 근거하여 심의를 면제합니다. 2. 데이터는 암호 설정, 시건 장치 등 보안 장치가 된 곳에 보관하여 주시기 바랍니다.	

상기 연구과제에 대하여 본 위원회에서는 심의면제대상임을 확인합니다.

2020년 08월 24일

서울대학교 생명윤리위원회 위원장



본 위원회가 승인한 연구를 수행하는 연구자들은 다음의 사항을 준수해야 합니다.

1. 모든 연구자들은 아래의 사항을 준수하여야 합니다.
2. 연구자에게서는 제출하신 계획서에 따라 연구를 수행하여야 하며, 이와 다르게 연구를 진행하실 경우 다시 심의를 진행하셔야 함을 유의하시기 바랍니다.
3. 위원회의 요구가 있을 때에는 연구의 진행과 관련된 보고를 위원회에 제출하여야 합니다.
4. 연구윤리를 위하여 관련부처가 필요시 조사 및 감독 차원에서 현장점검을 실시할 수 있습니다.
5. 연구와 관련된 기록은 연구가 종료된 시점을 기준으로 최소 3년간 보관하여야 합니다.

[부록 1-2] IRB 심의 결과 통보서

심의결과 통보서

수신

연구책임자	이름: 구다솜	소속: 생활과학대학 의류학과	직위: 박사과정
지원기관	해당없음		

과제정보

승인번호	IRB No. E2103/001-006		
연구과제명	유방 전철제 환자를 위한 인조유방 설계		
연구종류	기수집 자료 분석 연구		
면제일자	2021-03-05		
심의결과	면제승인		
검토의견	면제 검토의견	본 연구는 구다솜 연구책임자가 연구담당자로 참여한 서울대학교 생명윤리위원회에서 승인받은 연구(IRB No. 1808/003-001, IRB No. E2008/003-006) 자료를 연구책임자의 학위논문 연구목적에 맞게 분석하는 연구로 「생명윤리 및 안전에 관한 법률 시행규칙」 제13조 제1항 제3항에 근거하여 심의를 면제합니다.	

상기 연구과제에 대하여 본 위원회에서는 심의면제대상임을 확인합니다.

2021년 03월 05일

서울대학교 생명윤리위원회 위원장



본 위원회가 승인한 연구를 수행하는 연구자들은 다음의 사항을 준수해야 합니다.

1. 모든 연구자들은 아래의 사항을 준수하여야 합니다.
2. 연구자께서는 제출하신 계획서에 따라 연구를 수행하여야 하며, 이와 다르게 연구를 진행하실 경우 다시 심의를 진행하셔야 함을 유의하시기 바랍니다.
3. 위원회의 요구가 있을 때에는 연구의 진행과 관련된 보고를 위원회에 제출하여야 합니다.
4. 연구윤리를 위하여 관련부처가 필요시 조사 및 감독 차원에서 현장점검을 실시할 수 있습니다.
5. 연구와 관련된 기록은 연구가 종료된 시점을 기준으로 최소 3년간 보관하여야 합니다.

[부록 1-3] IRB 심의 결과 통보서

심의결과 통보서

수신

연구책임자	이름: 박주연	소속: 생활과학대학 의류학과	직위: 교수
지원기관	기타(한국유방건강재단)		

과제정보

승인번호	IRB No. 2101/002-004		
연구과제명	인체 균형에 영향을 미치지 않는 기준점과 유발의 무게 도출		
연구종류	학술연구, 관찰연구, 행동실험연구		
심의종류	재심의		
심의일자	2021-01-11		
심의대상	설명문 및 동의서 또는 서면동의 면제사유서, 재심의 답변서		
심의결과	승인		
승인일자	2021-01-11	승인유효기간	2022-01-10
정기보고주기	12개월		
심의의견	1. 심의결과 제출하신 연구계획에 대해 승인합니다. 2. 연구자께서는 승인된 문서를 사용하여 연구를 진행하시기 바라며, 만일 연구진행 과정에서 계획상에 변경사항(연구자 변경, 연구내용 변경 등)이 발생할 경우 본 위원회에 변경신청을 하여 승인 받은 후 연구를 진행하여 주십시오. 3. 유효기간 내 연구가 끝났을 경우 종료 보고서를 제출하여야 하며, 승인유효기간 이후에도 연구를 계속하고자 할 경우, 2021-12-10까지 지속심의를 받도록 하여 주십시오.		
검토의견	계획서 검토의견		
	동의서 검토의견		
	기타 검토의견		

2021년 01월 11일

서울대학교 생명윤리위원회 위원장



본 위원회가 승인한 연구를 수행하는 연구자들은 다음의 사항을 준수해야 합니다.

1. 반드시 계획서에 따라 연구를 수행해야 합니다.
2. 위원회의 승인을 받은 연구참여자 동의서를 사용해야 합니다.
3. 모국어가 한국어가 아닌 연구참여자에게는 승인된 동의서를 연구참여자의 모국어로 번역하여 사용해야 하며 번역본은 인증 및 위원회의 승인을 거쳐야 합니다.
4. 연구참여자 보호를 위해 불가피한 경우를 제외하고는 연구 진행중의 변경에 대해서는 위원회의 사전 승인을 받아야 합니다. 연구참여자의 보호를 위해 취해진 응급상황에서의 변경에 대해서는 즉각 위원회에 보고해야 합니다.
5. 위원회에서 승인 받은 계획서에 따라 등록된 연구참여자의 사망, 입원, 심각한 질병에 대하여는 위원회에 서면으로 보고해야 합니다.
6. 임상시험 또는 연구참여자의 안전에 대해 유해한 영향을 미칠 수 있는 새로운 정보는 즉각 위원회에 보고해야 합니다.
7. 위원회의 요구가 있을 때에는 연구의 진행과 관련된 사항에 관하여 위원회에 보고해야 합니다.
8. 연구참여자가 모집광고는 사용 전에 위원회로부터 승인을 받아야 합니다.
9. 강제 혹은 부당한 영향력이 없는 상태에서 충분한 설명에 근거하여 연구참여자로부터 동의를 받아야 하며, 잠재적인 연구참여자에 대해서 연구 참여 여부를 숙려할 수 있도록 충분한 기회를 제공해야 합니다.

[부록 1-4] IRB 심의 결과 통보서

심의결과 통보서

수신

연구책임자	이름: 박주연	소속: 생명과학대학 의류학과	직위: 교수
지원기관	기타(한국유방건강재단)		

과제정보

승인번호	IRB No. 2106/001-011		
연구과제명	유방전질체환자의 인조유방 착의평가 연구		
연구종류	학술연구, 학위 논문 연구, 관찰연구, 참여관찰, 행동실험연구		
심의종류	재심의		
심의일자	2021-06-09		
심의대상	연구결과정리양식, 재심의 답변서, 설명문 및 동의서 또는 서면동의 면제사유서, 모집문건, 연구비 수수료 연구 계획서		
심의결과	승인		
승인일자	2021-06-09	승인유효기간	2022-06-08
정기보고주기	12개월		
심의의견	1. 심의결과 제출하신 연구계획에 대해 승인합니다. 2. 연구자께서는 승인된 문서를 사용하여 연구를 진행하시기 바라며, 만일 연구진행 과정에서 계획상에 변경사항 (연구자 변경, 연구내용 변경 등)이 발생할 경우 본 위원회에 변경신청을 하여 승인 받은 후 연구를 진행하여 주십시오. 3. 유효기간 내 연구가 끝났을 경우 종료 보고서를 제출하여야 하며, 승인유효기간 이후에도 연구를 계속하고자 할 경우, 2022-05-08까지 지속심의를 받도록 하여 주십시오.		
검토의견	계획서 검토의견		
	동의서 검토의견		
	기타 검토의견		

2021년 06월 09일

서울대학교 생명윤리위원회 위원장



본 위원회가 승인한 연구를 수행하는 연구자들은 다음의 사항을 준수해야 합니다.

1. 반드시 계획서에 따라 연구를 수행해야 합니다.
2. 위원회의 승인을 받은 연구참여자 동의서를 사용해야 합니다.
3. 모국어가 한국어가 아닌 연구참여자에게는 승인된 동의서를 연구참여자의 모국어로 번역하여 사용해야 하며 번역본은 인증 및 위원회의 승인을 거쳐야 합니다.
4. 연구참여자 보호를 위해 불가피한 경우를 제외하고는 연구 진행중의 변경에 대해서는 위원회의 사전 승인을 받아야 합니다. 연구참여자의 보호를 위해 취해진 응급상황에서의 변경에 대해서는 즉각 위원회에 보고해야 합니다.
5. 위원회에서 승인 받은 계획서에 따라 등록된 연구참여자의 사망, 입원, 심각한 질병에 대하여는 위원회에 서면으로 보고해야 합니다.
6. 임상시험 또는 연구참여자의 안전에 대해 유해한 영향을 미칠 수 있는 새로운 정보는 즉각 위원회에 보고해야 합니다.
7. 위원회의 요구가 있을 때에는 연구의 진행과 관련된 사항에 관하여 위원회에 보고해야 합니다.
8. 연구참여자 모집광고는 사용 전에 위원회로부터 승인을 받아야 합니다.
9. 강제 혹은 부당한 영향력이 없는 상태에서 충분한 설명에 근거하여 연구참여자로부터 동의를 받아야 하며, 잠재적인 연구참여자에 대해서 연구 참여 여부를 숙려할 수 있도록 충분한 기회를 제공해야 합니다.

Abstract

Personalized artificial breast development for patients with mastectomy

Da Som Koo

Department of Textiles, Merchandising and
Fashion Design
The Graduate School
Seoul National University

The goal of this study is to identify the breast type of Korean women in their 40s and 50s, derive a personalized artificial breast design methodology using 3D human shape data of mastectomy patients, and select weights suitable for long-term wear. In addition, prototype artificial breasts are manufactured to verify usability through multiple usability evaluations. In order to achieve the research goal, this study was conducted through the research stages below.

As a first step, to derive the artificial breast design methodology, 306 3D data on the breast area of the 5th size Korea were used to analyze the components of the breast of women in their 40s and 50s and compare the characteristics of

each type. In addition, in order to find the standard of weight of prototype artificial breasts for healthy participants, the weight of the chest position was changed to compare and analyze the center of pressure in static and walking.

As a second step, in order to produce personalized artificial breasts for three mastectomy patients recruited for the study, 3D human shape data were acquired, and artificial breast design regression equations were applied to derive artificial breast design dimensions. Based on this, the shape and mold of the artificial breast were modeled using a 3D software program, and the prototype artificial breast was manufactured using a 3D printer. In addition, in order to provide a texture similar to that of the actual breast, silicon with low hardness and silicon with relatively high hardness were used together.

Finally, in order to evaluate the usability of the manufactured prototype, the balance was evaluated by comparing and analyzing the center of pressure of the static and dynamic states. For subjective wearable evaluation, the most preferred prototype artificial breast was worn for one week compared to the commercially available breast, and the wearability was evaluated through questionnaire evaluation and non-face-to-face interviews.

Summarizing the results derived through this study, first, it was possible to grasp the demographic characteristics, physical characteristics, and use of artificial breasts of mastectomy

participants.

Second, the constituent factors of breasts of Korean women in their 40s and 50s were analyzed and classified into three breast types. Therefore, the artificial breast design regression equation for each type was derived according to the detailed items of the breast area that need to be corrected in the nude state. Next, there was no statistical significance in the static and dynamic balance depending on the weight, so it was expected that wearing an artificial breast lighter than the remaining chest weight would not negatively affect the balance. Therefore, according to the above results, a shape correction method and weight selection method for artificial breast design were derived.

Third, according to the correction regression equation derived earlier according to the individual participants in the breast resection study, the design dimension of the customized artificial breast was derived, and the artificial breast was produced using a modeling program and a 3D printer. There were three types of prototype artificial breasts manufactured, and the remaining breast shapes of the study participants, customized artificial breasts with correction regression equations, and customized artificial breasts with reduced weight after applying correction regression equations.

Finally, the usability of prototype artificial breasts was verified. As a result of usability evaluation, there was no statistically significant difference in balance for each prototype. In addition,

when looking at individual cases of subjective wearing evaluation, study participant A belonging to breast 1 was satisfied with the prototype artificial breast. However, study participant B, who usually prefers artificial breasts larger than his chest, and study participant C, who has the largest breast among the three study participants, were satisfied with the weight of the prototype, but tended to be dissatisfied with the volume. Therefore, in the case of breast belonging to Type 1, it is thought that it can be used to produce artificial breast using the artificial breast design regression equation derived in this study, and in the future, it is necessary to add a choice for volume and weight for the modeled artificial breast.

This study has limitations in that there are fewer study participants due to the characteristics of breast cancer patients and material limitations in that the touch is stronger than that of commercially available artificial breasts. However, it is thought that materials can be improved through convergence research with the field of materials and medicine. In addition, this study attempted a study on the development of artificial breasts for Korean breast cancer patients, which is rarely covered, and is meaningful in that it established a design methodology for personalized artificial breasts. It is expected that the quality of life can be improved by preventing musculoskeletal diseases as well as psychologically positively by reflecting the Korean body shape and helping to increase the burden of wearing it for a long

time with light weight.

**Keywords : breast cancer, mastectomy patient, artificial breast,
3D scan data, center of pressure**

Student Number : 2018-32435