



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](#)

김 경 희 교수지도
박사학위 청구논문

3D 체표면 분석 및
동적 평가를 활용한 요가슬렉스
프로토콜 연구

2015

성신여자대학교 대학원
의류학과
한 순 영

3D 체표면 분석 및
동적 평가를 활용한 요가슬렉스
프로토콜 연구

김 경 희 교수 지도

이 논문을 박사학위논문으로 제출함

2014년 10월

성신여자대학교 대학원
의류학과
한 순 영

인 준 서

한순영의 박사학위 논문으로 인준함

2014년 10월

심사위원장 _____ (인)

심사위원 _____ (인)

심사위원 _____ (인)

심사위원 _____ (인)

심사위원 _____ (인)

성신여자대학교 대학원

논문개요

최근 기능성 스포츠웨어 시장의 확대는 국내외적으로 빠르게 진행되고 있다. 의류회사들은 제품에 소비자의 신체특성과 감성적 요구를 반영하여 개발하는데 주력하고 있다. 특히 기능성 스포츠 웨어는 물리적 특성이 중요시되는데, 이것은 인체치수, 근력, 골격, 근육, 동작범위 등 3D 형상데이터와 동적치수 측정에 관련된 정보 반영이 중요함을 의미한다. 요가 웨어 역시 이러한 시장 상황에 따라 신체 특성과 감성적 특성을 함께 반영한 제품생산이 시급하다. 따라서 본 연구는 요가 웨어 제품의 운동적합성 및 외형적 심미성을 토대로 제품을 보완 및 수정하여 패턴에 따른 동작기능성을 향상시킨 디자인 프로토콜(protocol)을 개발하고자 한다.

본 연구의 프로토콜 연구는 동작에 방해가 되지 않고 체표면 변화량이 적게 발생하는 부분을 찾아 패턴변형이 가능하도록 하는 것이다. 따라서 연구의 목적은 슬렉스 생산 시 활동적이고 기능적 측면을 고려한 패턴설계가 가능하도록 프로토콜을 제시하는 것이다. 연구의 의의는 중년 여성에게 적합한 기능성 요가슬렉스 제작의 자료를 제시하여 관련의류업체가 제품의 품질을 향상시킬 수 있도록 하는데 있다.

연구 대상은 45~54세에 해당하는 중년여성으로 제 6차 한국인 표준체형치수에 적합하며, 요가수련 경험이 있어 요가동작수행에 어려움이 없는 피험자 5명을 선발하여 실시하였다. 먼저 피험자 중에서 표준체형치수에 가장 근접한 1명을 선정하여 3D 스캐너를 이용한 요가동작별 3D 체표면 면적을 측정하였다.

체표면 측정방법은 피험자가 피부표면에 부위별 기준점을 부착한 상태로 요가동작을 수행하면 3D스캐너가 피험자를 중심으로 회전하며 체표면 데이터를 산출하는 방식이다. 실험은 측정의 기준이 되는 정자세와 요가 동작자세 4가지로 총 5가지 동작을 수행하여 체표면 면적값의 데이터를 수집한다,

프로그램에 입력된 체표면 데이터는 기준점을 토대로 수평수직의 분할선을 입력한 후 분할선을 절개하여 체표면을 부위별로 평면화시켜 분리한다. 프로그램을 통하여 부위별 체표면 면적량을 산출하고, 동작자세의 면적량에서 정자세의 면적량을 차감하여 부위별 면적변화량을 산출한다. 체표면 면적 변화량의 증감을 +, -로 표시하여 동작에 따른 면적의 증감폭을 수치화하여 분석한 후 면적 변화량이 적은 부위를 패턴 프로토콜 영역으로 지정한다.

비교복으로 선정된 기능성 요가 슬렉스 4종은 7부 길이의 소재 물성이 거의 흡사한 제품으로 하였다. 비교복은 패턴을 제외한 나머지 변인을 통제하고자, 동일소재로 비교복 4종을 다시 제작하였다. 비교복의 착의평가는 실험복 제작을 위해 사용할 패턴기본원형을 선택하기 위해 실시하였으며, 실험복과 비교복의 동적평가는 패턴 프로토콜을 적용한 패턴의 만족도를 비교 및 분석하기 위해 실시하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 기준자세에 의한 요가동작별 3D 체표면 면적변화를 비교분석하면 다음과 같다. 뒤 늘리기 동작의 체표면 면적 변화량 분석에 의하면, 앞면의 허리 중심과 측면부위에서 크게 증가하고, 뒷면은 골반 측면부위에서 동작에 따른 근육에 힘이 가해져 오히려 면적이 감소하였다. 체표면 면적 변화량이 작은 부위는 앞면의 배 중심, 살 중심, 허벅지 안쪽과 측면부위로 나타났다. 의자자세 동작의 체표면 면적 변화량이 크게 나타난 부위는 앞면의 골반 측면, 허벅지 안쪽과 측면부위이며, 뒷면은 허리중심, 골반중심, 허벅지 측면부위로 나타났다. 반면 체표면 면적 변화량이 상대적으로 작은 부위는 앞면의 종아리 상단 측면, 종아리 하단 안쪽 부위이며, 뒷면은 엉덩이 중심, 종아리 상단의 안쪽과 측면, 종아리 하단의 측면 부위로 나타났다. 옆 늘리기 동작에서 인체 우

측의 3D 체표면 면적 변화량은 앞면의 골반 측면에서 가장 크며, 나머지 영역에서는 변화량이 작았다. 체표면 변화량이 가장 작은 부위는 앞면의 살 중심과 측면, 허벅지 안쪽부위이며, 뒷면은 엉덩이 중심부위로 나타났다. 옆 늘이기 동작은 인체 좌측의 체표면 변화율이 크고, 우측의 체표면 변화율은 미비하였다. 삼각자세 동작에서 인체 우측의 3D 체표면 면적 변화량은 좌측에 비해 상대적으로 크게 나타났다. 체표면 면적 변화량이 큰 부위는 앞면의 살 중심과 측면, 허벅지 안쪽과 측면, 종아리 상단의 안쪽부위이며, 뒷면은 허리측면, 골반 중심과 측면, 살 중심과 측면, 허벅지 중심과 측면부위로 나타났다. 체표면 면적 변화량이 작은 부위는 앞면의 허리 중심과 측면, 골반의 중심, 종아리 하단의 측면부위이며, 뒷면은 종아리 상단부분의 중심과 측면부위로 패턴 프로토콜 영역으로 나타났다. 삼각자세 동작은 인체 우측이 좌측보다 변화량이 크게 나타나는 부위도 많고, 변화폭도 크게 나타났다. 삼각자세 동작에서 인체 좌측 3D 체표면 변화량이 큰 부위는 앞면의 허리측면이며, 뒷면은 허리측면, 골반측면, 살 측면, 허벅지 안쪽과 측면부위로 나타났다. 반면 3D 체표면 변화량이 작은 부위는 앞면의 살 측면, 허벅지 측면, 종아리 상단의 측면, 종아리 하단의 안쪽부위이며, 뒷면은 골반 중심, 살 중심, 종아리 상단의 안쪽과 측면부위로 나타났다.

패턴 프로토콜 영역은 동작에 따른 체표면 변화가 상대적으로 작게 나타나는 부위를 뜻한다. 밀착의복의 특성상 동작 수행 시 체표면의 변화가 크게 발생하면, 패턴절개선이 동작에 방해가 되어 착용자의 만족감이 떨어지기 때문에, 패턴 제작 시 체표면 변화가 적게 발생하는 영역으로 패턴절개선을 이동할 필요가 있다. 각 동작별 체표면 변화율이 작은 부위를 종합하여 분석한 결과에 의해 패턴 프로토콜 가능 영역을 제시하면, 앞면 중심부분에서 골반과 종아리 하단 부위이며, 앞면 측면부분에서는 골반, 허벅지, 종아리 상·하단부위이고, 뒷면 중심부분은 허리, 골반, 종아리 상단부분이 해당되고, 뒷면 측면부분은

살, 허벅지, 종아리상단과 하반부위가 해당되는 것으로 나타났다. 패턴 프로토클 영역은 각각의 영역 안에서 자유로운 패턴선의 변형이 가능한 구역이며, 2차 실험복 제작을 위한 수정 및 보완 작업의 자료로 활용되었다.

둘째, 각 동작별 프로토클 영역을 종합해보면 앞면 중심부분의 프로토클 영역은 골반, 종아리 하단부위이며, 앞면 측면부분의 프로토클 영역은 골반, 살, 허벅지, 종아리 상·하단부위가 해당된다. 뒷면 중심부분의 프로토클 영역은 허리, 골반, 종아리 상·하단부위이며, 뒷면 측면부분의 프로토클 영역은 골반, 살, 종아리 상·하단부위가 해당된다. 그러므로 선정된 프로토클 영역은 동작에 따른 체표면 변화가 일어나지 않아 패턴을 변형시켜도 착용자의 만족도에는 영향을 주지 않는다.

셋째, 동작별 비교복과 실험복의 동적 평가결과는 다음과 같다.

요가동작별 동적평가로 분석한 결과에 의하면, 2차 실험복은 평균이상의 패턴만족도를 보였으며, 이는 3D체표면 분석결과에 따른 패턴 프로토클 영역을 참고하여 슬랙스 패턴을 제작하는 것이 적절하며 착용자의 만족도를 높인다고 할 수 있다. 본 동적평가 결과에 의하면 만족도가 가장 우수한 비교복은 허리선이 높고 패턴의 형태가 양호하여 중년여성의 허리와 배 부위를 충분히 밀착시켜 만족감을 높이는 것으로 판단된다. 옆선은 슬랙스 기본원형을 없애 앞뒷면 옆선을 연결하고 사선의 절개선을 사용하였다.

넷째, 패턴 프로토클을 검증하기 위해 2차에 걸쳐 실험복을 제작하였다. 실험복은 요가동작별 3D 체표면 분석결과와 동적평가를 토대로 패턴의 수정 및 보완 작업을 실시하였다. 1차 실험복은 착의 평가 결과에서 가장 우수한 평가를 받은 비교복 B의 패턴을 사용하여 슬랙스 원형에 가깝도록 수정하여 패턴

의 기본 원형을 제작하였다. 2차 실험복은 동작에 따른 3D 체표면 분석결과에 따라, 상대적으로 체표면 면적 변화율이 작은 부위인 프로토콜 영역을 따라 패턴을 변형하였다. 2차 실험복은 프로토콜 영역을 이용하여 제작할 수 있는 다양한 패턴 중 하나이며, 프로토콜 영역 안에서 임의로 패턴을 설정하였다. 2차 실험복은 앞면은 중심에서 바깥 측면으로 내려가는 수평방향의 사선절개선을 추가하고, 허벅지 측면에서 종아리 하단부분의 안쪽부위를 향하는 수직방향의 사선절개선을 추가하였다. 뒷면은 중심에서 살 측면으로 향하는 수평방향의 사선절개선을 추가하고, 허벅지 측면에서 종아리 상단부분의 안쪽부위를 향하는 수직방향의 사선절개선을 추가하여 패턴을 수정하였다. 완성복 패턴은 비교복과 2차 실험복의 동적평가결과를 토대로 수정 및 보완하였다. 동적평가의 결과에 의하면, 비교복 A의 만족도가 전반적으로 높게 나타났으며, 특히 허리와 골반 부위의 만족도가 높은 것으로 나타났다. 완성복 패턴은 비교복 A와 같은 허리 높이로 수정하여 밑위둘레를 증가시키고, 허리밴드의 너비를 넓혀 골반부위까지 내려가도록 하였다. 허리밴드의 앞면은 2개로 분리되고, 밴드의 옆 절개선은 앞쪽으로 이동하였다. 골반옆선과 앞뒤 종아리부근 옆선은 서로 합하여 다리 옆선을 생략하여, 다리 앞뒤부분의 기본 옆선을 자연스럽게 연결하여 패턴을 수정 및 보완하였다.

이상의 결과를 종합하면 기능성 요가슬렉스는 요가동작에 따라 부위별 면적 변화량이 다르게 나타나는 것을 알 수 있었으며, 굴곡(屈曲, flexion)과 신전(伸展, extension) 및 자세의 회전방향(回轉, rotation)에 따라 부위별 증가하고 감소하는 양의 차이가 발생하였다. 특히 동작의 운동관절각이 커지면 면적 변화량이 커지는 것을 볼 수 있으며, 반대로 동작에 의한 면적 변화가 거의 발생하지 않는 부위를 확인할 수 있었다. 본 연구를 통한 패턴 프로토콜영역은 인체 측면부분의 허벅지와 종아리 부위로 나타났으며, 인체 중심부분은 허

리콜반부위로 나타나, 패턴은 사선방향으로 설계하는 것이 바람직하였다.

제시된 프로토크올 영역을 이용한 실험복 제작을 통하여 기능성 향상을 확인하였다. 동적평가결과를 통해 비교복과 프로토크올이 적용된 실험복을 비교분석하고, 이를 통해 실험복 패턴을 수정한 후 생산이 가능한 완성복 패턴을 제시하였다. 기능성을 향상시킨 패턴. 기능성 요가슬렉스는 사선절개선이 바람직하며 옆선을 없애고 사선절개선을 통해 앞뒤패턴을 하나로 통합하는 방식이 우수하다고 평가되었다. 허리선을 높게 하고 허리밴드를 넓게 제작하여 허리와 배둘레부분의 밀착감을 향상시키며, 동작변화가 클 경우에도 허리부분의 밀착감을 안정적으로 유지할 수 있도록 하는 패턴이 우수하다고 평가되었다.

본 연구는 기능성 요가슬렉스 패턴의 기능성을 평가하기 위한 구체적인 자료를 제공하며, 동적평가를 통한 기능성 요가슬렉스의 패턴을 검증하는 자료를 마련하였다. 또한 중년여성 소비자들에게 객관적인 3D 체표면 면적 변화량을 측정하여 운동동작시 부위별 체표면 면적의 증감을 인지하게 하며, 의류업계에 기능성 요가슬렉스의 시장 확대에 도움이 되는 정보를 제공할 것으로 사료된다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구 목적 및 필요성	1
2. 연구 내용	6
II. 이론적 배경	9
1. 3D 인체 측정	9
2. 기능성 스포츠 웨어	21
3. 요가(Yoga)	26
III. 연구 방법 및 절차	41
1. 연구대상 및 비교복 선정	41
2. 동작분석을 위한 요가동작 선정	45
3. 3D 인체 스캔데이터 측정	52
4. 3D 체표면 분석방법	56
5. 비교복 분석 및 동적평가방법	60

6. 3D 데이터 분석을 통한 실험복 제작	66
IV. 연구 결과	67
1. 동작에 따른 3D 체표면 변화분석	67
2. 비교복의 패턴분석	108
3. 패턴 프로토콜과 동적 평가를 통한 실험복 제작	116
V. 결론 및 제언	135

참고문헌

ABSTRACT

부 록

표 목 차

<표 1> 아사나(Asana)의 기본 동작	32
<표 2> 수리야 나마스카라 (태양예배, Surya Namaskara)의 동작	33
<표 3> 수리야 나마스카라 (달 예배, Surya Namaskara)의 동작	34
<표 4> 요가 관련 의류업체 브랜드 현황 및 특성	38
<표 5> 중년여성 피험자 치수와 표준체형	44
<표 6> 3D 스캔을 위한 기준점 설정 항목	47
<표 7> 착의 및 운동적합성을 위한 요가동작 선정	50
<표 8> 3D 인체형상 출력에 활용한 스캐너 사양	53
<표 9> 3D 스캐닝을 통한 요가동작 체표면 데이터 출력	55
<표 10> 비교복 및 실험복 소재의 물성 분석	61
<표 11> 비교복 치수 분석	62
<표 12> 비교복 특성 분석	63
<표 13> 체표면 면적량 전개과정의 오차율 분석	69
<표 14> 뒤 늘리기 자세와 의자자세의 체표면 면적량 분석비교표	75
<표 15> 옆 늘리기 자세의 체표면 면적량 분석비교표	84
<표 16> 삼각 자세 동작의 체표면 면적량 분석비교표	89
<표 17> 1차 실험복을 위한 비교복의 착의 평가	120
<표 18> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 FP-1의 동적평가	123
<표 19> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 FP-2의 동적평가	125
<표 20> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-1(R)의 동적평가	126
<표 21> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-1(L)의 동적평가	127
<표 22> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-2(R)의 동적평가	129
<표 23> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-2(L)의 동적평가	131

그림 목 차

<그림 1> 연구모형	8
<그림 2> TC ² 의 KX-16를 통한 3D 스캐닝 데이터 출력	12
<그림 3> Intellfit의 3D 스캔 상용화 및 인체 측정 출력 데이터	12
<그림 4> Cyberware사의 Whole Body Color 3D Scanner 및 출력 데이터	13
<그림 5> Alvanon의 3D 스캐닝을 이용한 고객별 마네킹 제작프로세스 ...	13
<그림 6> Chinese University 의 평면화(flatting)	19
<그림 7> 충남대학교 2C-AN Program 분석법	19
<그림 8> 피부 체표면의 퍼포먼스 커팅라인	22
<그림 9> 데상트(Descente)의 ‘Power Compo[Genome]’	23
<그림 10> 인체 움직임을 삼면분할법에 적용한 6가지 동작제시	29
<그림 11> 산업체별 인체치수 측정 항목; 하반신 길이 및 둘레	42
<그림 12> 측정기준점의 표시 및 추가 분할 안내점 설정	48
<그림 13> 3D 스캐닝 작업 후 프로그램 데이터화	52
<그림 14> 하반신의 3D 인체 스캐닝을 통한 체표면분석과정	57
<그림 15> 체표면 분할면 설정	68
<그림 16> 기준자세의 3D 체표면 분할	71
<그림 17> 뒤 늘리기 (Back Bending) 동작의 3D 체표면 분할	72
<그림 18> 의자자세 (Ukatasana) 동작의 3D 체표면 분할	73
<그림 19> STDP와 FP-1의 3D 체표면 변화량 분석그래프	78
<그림 20> STDP와 FP-2의 3D 체표면 변화량 분석그래프	79
<그림 21> 옆 늘리기(Ukatasana) 동작의 3D 체표면 분할	81
<그림 22> STDP와 SP-1(R)의 3D 체표면 변화량 분석그래프	84

<그림 23> STDP와 SP-1(L)의 3D 체표면 변화량 분석그래프	85
<그림 24> 삼각자세(Triangle Pose) 동작의 3D 체표면 분할	87
<그림 25> STDP와 SP-2(R)의 3D 체표면 변화량 분석그래프	92
<그림 26> STDP와 SP-2(L)의 3D 체표면 변화율 분석그래프	94
<그림 27> STDP의 체표면 전개도	98
<그림 28> FP-1과 STDP의 체표면 변화량에 의한 평면 중합도	99
<그림 29> FP-2와 STDP의 체표면 변화량에 의한 평면 중합도	100
<그림 30> SP-1(R)과 STDP의 체표면 변화량에 의한 평면 중합도	101
<그림 31> SP-1(L)과 STDP의 체표면 변화량에 의한 평면 중합도	103
<그림 32> SP-2(R)와 STDP의 체표면 변화량에 의한 평면 중합도	105
<그림 33> SP-2(L)와 STDP의 체표면 변화량에 의한 평면 중합도	106
<그림 34> 3D 체표면 평면 전개도에 의한 패턴 프로토콜 영역산출 ...	107
<그림 35> 비교복 A의 패턴전개도	109
<그림 36> 비교복 B의 패턴전개도	111
<그림 37> 비교복 C의 패턴전개도	112
<그림 38> 비교복 D의 패턴전개도	113
<그림 39> 1차 실험복의 패턴전개도	119
<그림 40> 2차 실험복의 패턴전개도	122
<그림 41> 완성복의 패턴 전개도	134

I. 서론

1. 연구 목적 및 필요성

인터넷 네트워크를 기반으로 하는 정보의 공유 및 생활편의 시스템들은 현대인들에게 새로운 정보와 기술에 대한 빠른 습득을 요구한다. 이러한 정보화시대는 개인의 생활 편익을 주는 대신 오히려 과도한 업무에 노출시켜 정신적 육체적 스트레스를 증대시킨다. 또한 다양한 생활 편의 시스템은 신체 움직임이나 노동을 최소화시켜 처리할 수 있도록 하나 오히려 신체 움직임을 크게 저해하여 건강을 위협하기도 한다.

한 방송 매체 프로그램에서 세브란스 체크업 신체리모델링 센터장 설준희 박사가 성인 남녀 30명을 대상으로 신체 불균형 정도를 조사한 결과에 의하면, 참여자 전체 중에서 정상적으로 균형을 갖춘 체형이 한 명도 발견되지 않았다. 전문가에 따르면 우리나라 성인남녀의 90%이상에 해당되는 인구가 척추측만 및 어깨와 골반의 기울기 이상이 있어 정상적인 신체 균형을 갖추지 못한 것으로 나타났다. 2014년 6월에 방영된 MBC다큐스페셜에서는 ‘번아웃(burn-out)’증후군에 노출되어 일중독증세(workaholic)를 보이는 현대인의 스트레스 지수는 위험수위에 있어 수면장애, 우울증, 심리적 회피, 인지능력 저하 등을 유발하므로 심리적 공백과 휴식을 권장하였다. 전문가는 정신적 스트레스를 치유하는 방법으로 뇌의 휴식과 충전을 위한 간단한 운동동작과 호흡명상법을 제시하였는데, 이는 요가의 동작과 유사하다. 이러한 현대인의 육체와 정신 건강에 대한 적신호는 신체적 건강증진을 위한 올바른 운동습관을 절실히 요구하고 있다. 따라서 기원을 철학, 사상, 명상에 기반을 두고 있는 요가는 단순히 신체운동 뿐 아니라 명상을 통한 정신적 건강을 동시에 충족시킬

수 있으므로 현대인에게 권장될 만하다. 이와 같이 건강관리에 대한 필요성이 사회적 이슈로 부각되면서 요가와 같은 생활 스포츠 운동에 착용하는 기능성 스포츠웨어에 대한 관심도 증가하고 있다. 기능성 스포츠 웨어란, 운동 동작향을 위한 패턴을 개발하고 외부환경 및 인체 변화에 반응하는 소재 개발을 통해 착용감과 만족감을 향상시킨 의복을 뜻한다.

기능성 스포츠웨어 시장의 폭발적 증가로 인해 많은 의류회사들은 기능성 스포츠웨어를 경쟁적으로 출시하는 추세이다. 스포츠웨어 매출액은 2009년 2조 5,269억 원에서 2010년 3조 3,249억 원으로 급격히 성장하고 있으며, 특히 국내 스포츠 의류의 내수비중은 2009년 49.6%, 2011년 57.8%로 높아져 스포츠 의류시장의 확대와 수요가 의류업계 내수시장 활성화에 기여하고 있음을 알 수 있다¹⁾. 2011년 복식문화학회는 “기능성 스포츠웨어 시장 전망과 상품특성”을 주제로 세미나를 개최하여 앞으로 기능성 스포츠웨어에 대한 성장가능성에 주목하였으며²⁾, 2014년 10월 중국 국무성은 2025년까지 스포츠산업을 한화 860조원 규모로 육성한다는 계획을 발표하여 초기단계인 중국스포츠의류시장이 크게 성장할 것이며, 이에 국내 의류업체의 수출시장도 크게 확대될 것으로 예상된다³⁾. 이처럼 기능성 스포츠웨어의 대중적 관심은 국내뿐 아니라 해외에서도 계속 증가추세이다.

국내 요가복 시장은 2008년부터 활성화되어 해마다 그 수요가 증가하고 있으며, 스포츠 블루오션으로 급부상하고 있다⁴⁾. 현재 꾸준히 운동을 하는 여성 인구의 비율은 53%이며, 이 중 여성이 선호하는 운동은 걷기 다음으로 요가로 알려져 요가의 선호도가 높다⁵⁾. 특히 중년 여성은 성인에서 노년으로 진행

1) 문화체육관광부(2011), 2011년 스포츠산업 경영정보조사: 2010년 기준조사(최종보고서), <http://archives.go.kr> [검색일 2014. 3. 7.]

2) 섬유신문 2650호 2011년 12월 6일, www.ktnews.com/newsPrint2.html?countnum=70316 [검색일 2014. 3. 12.]

3) 뉴스핌 2014년 10월 22일, <http://www.newspim.com/view.jsp?newsId=20141022000375> [검색일 2014. 11. 19.]

4) ITN 국제섬유신문 2011년 7월 18일,

5) 한국패션협회(2012), 2012 하반기 패션시장 전망 조사. 서울: 한국패션협회, www.koreanfash

되는 중간단계로서, 폐경기와 함께 노화현상이 급격히 진행되고 정신적 스트레스와 우울감을 경험하게 되어⁶⁾, 신체적 변화와 함께 불안정한 마음을 극복하고자 정신과 육체의 균형을 이룰 수 있는 요가를 선호한다⁷⁾. 특히 폐경초기에는 온몸에 열이 나타나는 열성홍조와 땀, 우울·짜증·불안, 불면증이 나타나는데 요가·명상 같은 정적인 운동이 효과적이라고 한다⁸⁾. 따라서 요가는 중년 여성에게 가장 적합한 운동이라 판단된다.

중년기 구분에 대한 선행연구에 의하면 이영아(2011)⁹⁾는 중년의 범위를 40~59세로, 정인향(1994)¹⁰⁾, 심정희(2000)¹¹⁾는 40~55세로 보았으며, 송부경(2000)¹²⁾은 45~59세로, 박소영(2004)¹³⁾, 이정진(2011)¹⁴⁾은 40~59세로 하였다. 김경희(2007)¹⁵⁾와 이진경(1995)¹⁶⁾은 중년의 연령범위가 35~54세, 35~59세로 30대 중반까지 포함하였다. 따라서 본 연구의 중년여성의 연령범위는 질병관리본부 국립보건연구원에서 폐경기관련 조사대상으로 선정한 44~56세의 중년여성¹⁷⁾범위와 선행연구의 연령범위 중 가장 많이 포함된 연령대를 고려하여,

ion.org. [검색일 2014. 3. 7.]

- 6) Levinson, D. J.(1998), 김애순 역(2004), The Seasons of a Woman's Life, 여자가 겪는 인생의 사계절, 서울 : 세종연구원, pp. 82-85.
- 7) Papalia, D. E., Camp, C. J. & Feldman, R. D.(1996), Adult Development and Aging, New York : McGraw-Hill Co., p. 35.
- 8) 헬스 조선, 2014년 4월 30일 http://health.chosun.com/site/data/html_dir/2014/04/29/2014042903883.html [검색일 2014. 12. 2.]
- 9) 이영아(2011), 중년여성의 체형에 관한 연구 ; 실제 체형과 이상 체형을 중심으로, 한복문화학회지, 14(2), pp. 37-45.
- 10) 정인향(1994), 중년여성의 하반신 체형분류에 따른 슬랙스 원형 제작, 계명대학교 대학원 석사학위논문, pp. 3-4.
- 11) 심정희(2000), 중년여성의 체형분류와 자기평가, 계명대학교 대학원 박사학위 논문, pp. 2-4.
- 12) 송부경(2000), 슬랙스 구성요인에 따른 원형제작에 관한 연구; 45-59세 중년여성을 대상으로, 부산대학교 대학원 석사학위논문, pp. 2-3.
- 13) 박소영(2004), 신축소재를 이용한 중년여성의 슬랙스 패턴 설계 연구, 건국대학교 대학원 석사학위논문, pp. 3-4.
- 14) 이정진(2011), 중년 여성의 하반신 체형에 따른 니트 슬랙스 패턴 연구, 한양대학교 대학원 박사학위논문, p. 40.
- 15) 김경희(2007), 중년 여성의 체형에 관한 연구 ; 직접계측을 중심으로, 복식문화연구, 15(4), pp. 677-687.
- 16) 이진경(1995), 중년기 여성의 하반신 체형에 따른 하의 치수규격과 슬랙스 원형 연구, 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, p. 3.
- 17) 국립보건연구원(2012), 폐경기 증상에 대한 행동 양식과 여성건강관련 실태 조사, pp.

45~54세의 여성으로 조작적 정의하였다.

의류관련 선행 연구 자료를 살펴보면, 최근 기능성 스포츠웨어의 분야별 연구가 활발히 진행되고 있다. 사이클 웨어 분야는 사이클 주행 시 동작과 관절 각 데이터를 분석한 상의연구가 있으며(차유미, 2013)¹⁸⁾, 인체의 곡률분포와 동작을 중심으로 하의 패턴연구(정연희, 2006)¹⁹⁾, 남성소비자의 만족도를 조사한 연구(이유진·서미아, 2008)²⁰⁾ 및 기능성과 감성을 통한 제품 연구(엄지은, 2013)²¹⁾가 진행되었다. 스노보드 웨어 분야는 제품개발에 관한 연구(류신아, 2005)²²⁾ 및 디자인 선호도에 관한 연구(전유애·김차연, 2013)²³⁾가 진행되었다. 골프 웨어 분야는 기능성 바람막이 제품연구(류현숙, 2009)²⁴⁾를 비롯하여 노년여성의 슬렉스 패턴연구(류신아 외, 2012)²⁵⁾등 패턴개발 및 디자인 선호도에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 반면 요가 웨어는 요가의 대중적인 수요에 비하여 창의적 디자인제품 개발에 관련한 연구나 운동적합성과 심미성에 관련된 패턴연구, 제품 개발, 제품 선호도와 관련한 연구가 미흡하므로 앞으로 연구개발이 더욱 필요하다.

본 연구의 목적은 동작별 체표면 변화량이 적게 발생하는 부분을 찾아 패턴 설정영역을 제시함으로써 기능성을 향상시킨 패턴을 제작하는데 있다. 이는

42-43.

- 18) 차유미(2013), 3D동작분석시스템을 이용한 사이클 복의 입체적 설계 연구 : 남성용 상의를 중심으로, 건국대학교 대학원 박사학위논문, p. 4.
- 19) 정연희(2006), 인체의 3차원 곡률분포와 동작을 고려한 사이클복 하의 패턴 개발, 충남대학교 대학원 박사학위논문, pp. 1-4.
- 20) 이유진 · 서미아 (2008), 사이클 웨어의 착용감 연구: 사이클 웨어 20-35세 남성착용자를 대상으로, 한국생활과학연구, 28(1), pp. 11-16.
- 21) 엄지은(2013), 기능성 및 감성을 고려한 여성 커뮤팅 바이크웨어(Commuting Bike Wear)에 관한 연구, 영남대학교 대학원 박사학위논문, p. 3.
- 22) 류신아(2005), 동작기능성 향상을 위한 스노보드복의 여유량 및 패턴 설계, 충남대학교 대학원 박사학위논문, p. 3.
- 23) 전유애 · 김차연(2013), 스노우보드 관여집단별 스노우보드웨어 디자인 선호 연구, 한국디자인문화학회지, 19(4), pp. 585-600.
- 24) 류현숙(2009), 기능성 골프 바람막이 개발에 관한 연구, 이화여자대학교 대학원 박사학위논문, p. 3.
- 25) 류신아 외(2012), 3차원 바디 스캐너를 이용한 인체 치수 측정에 따른 노년 여성의 골프웨어 슬렉스 패턴 설계, 한국의류학회지, 36(4), pp. 456-468.

패턴선의 영역을 지정함으로써, 의복제품을 생산할 때 활동성과 기능성을 고려한 패턴설계가 가능하도록 프로토콜(protocol)²⁶⁾을 제시하는 것이다. 의복구성 분야의 프로토콜은 기능성 밀착의복의 경우에 적용할 수 있는데, 동적평가의 만족도를 높이기 위해 체표면 변화를 분석하여 패턴설정이 적합한 부위를 미리 지정함으로써 의복의 디자인설계과정에서부터 패턴이 동작에 방해가 되지 않도록 하는 효율적인 패턴 규약이라 할 수 있다.

본 연구의 패턴설계는 직접측정법을 활용한 평면패턴을 사용하지 않고 3D 측정법을 활용한 인체계측법을 실시하였다. 기능성 스포츠 웨어는 물리적 특성인 인체치수, 근력, 골격, 근육, 동작범위 등의 3D 형상데이터와 동적치수 측정과 관련된 정보가 중요한데²⁷⁾, 평면패턴에 비해 측정치와 변화량을 정확하게 계측이 가능하다. 요가 웨어 역시 물리적 특성을 반영한 제품개발이 중요하므로, 운동성 향상을 위한 3D 데이터 연구가 요구된다. 특히 요가슬렉스는 밀착하의의 형태이기 때문에 본 연구는 3D 인체측정데이터를 적용한 제품개발이 필요한 요가슬렉스를 연구하기로 하였다.

요가슬렉스의 기능성을 향상시킨 제품개발은 기능성 스포츠웨어 분야에서 요가 웨어 시장을 전문화하고, 의류학 분야에서 동작과 관련하여 요가 웨어에 관한 학문적 토대를 마련할 것이다. 본 연구는 요가 웨어 제품의 운동적합성을 토대로 패턴에 따른 동작기능성을 향상시킨 프로토콜을 개발하는데 목적이 있으며, 요가를 즐기는 여성들의 운동효과를 향상시키고 요가 웨어 제품개발을 위한 자료를 제시하여 국내 요가 웨어 시장의 성장을 돕는데 의의가 있다.

26) 일종의 ‘약속’ 또는 ‘규칙’을 의미한다. 컴퓨터 관련분야에서는 컴퓨터와 컴퓨터 사이, 또는 한 장치와 다른 장치 사이에서 데이터를 원활히 주고받기 위하여 약속한 여러 가지 규약(規約)을 뜻하며, 분석 철학에서는 직접 경험할 수 있는 관찰·지각의 결과를 나타낸 명제를 뜻한다. 논리적 측면에서는 어떤 문제에 대한 하나의 논리적 판단 내용과 주장을 언어 또는 기호로 표시한 것이다. (출처 : 진선태(2013), 사용자의 디자인행위에 관한 탐색적 프로토콜 분석 사례연구, 디자인학연구, 26(3), pp. 141-158.)

27) 윤미경 남윤자 최경미(2007), 3차원 인체형상을 이용한 20대 여성의 하반신 전개패턴에 관한 연구, 한국의류학회지, 31(5), pp. 692-704.

2. 연구 내용

본 연구는 3D 인체스캐닝을 통하여 요가동작에 따른 체표면 변화를 측정하여, 피부표면의 부위별 신장 및 축소율을 분석함으로써 운동동작에 방해가 되지 않는 새로운 패턴영역을 제시하고자 한다. 이는 요가의 수련동작에 따른 디자인개발에 과학적 근거 자료를 제시하고, 스포츠분야에서 요가 웨어에 대한 학문적 관심을 갖도록 하는데 그 의의가 있다.

Efrat(1982)²⁸⁾는 의복이 좋은 맞음새를 갖기 힘든 이유가 인체를 측정하는 방식에 있어 직접측정치의 부정확성에서 기인한다고 보며, 인체의 3차원적 특성을 정확히 반영한 평면패턴의 분석은 의복산업을 발전시킨다고 하였다. 즉, 직접측정의 방법을 대체할 수 있는 정확한 인체 측정 방법의 개발인 3D 인체 측정법으로 평면패턴을 정확히 분석하여 활용하는 방법이 절실히 요구된다고 하겠다.

본 연구의 구체적인 내용은 다음과 같다.

첫째, 요가의 운동동작에 따른 체표면의 축소율과 신장률을 분석한다. 45~54세의 중년여성 중 제6차 한국인 표준체형치수에 가장 근접한 여성을 모델로 선정하여 3D 스캔작업을 실시한다. 우선 요가의 동작을 선별하여 동작에 따라 3D 인체 형상을 스캔하여 3D원형 데이터를 산출한 후 미리 구획된 체표면 면적에 따라 각각의 부위별 면적량을 측정한다. 본 체표면 면적량은 동작별 3D 체표면 데이터를 2차원으로 평면화하는 작업을 통해 평면패턴에 가장 가깝도록 전개한 후 분석하였다. 3차원 인체표면은 패턴과 관련된 기준점을 중심으

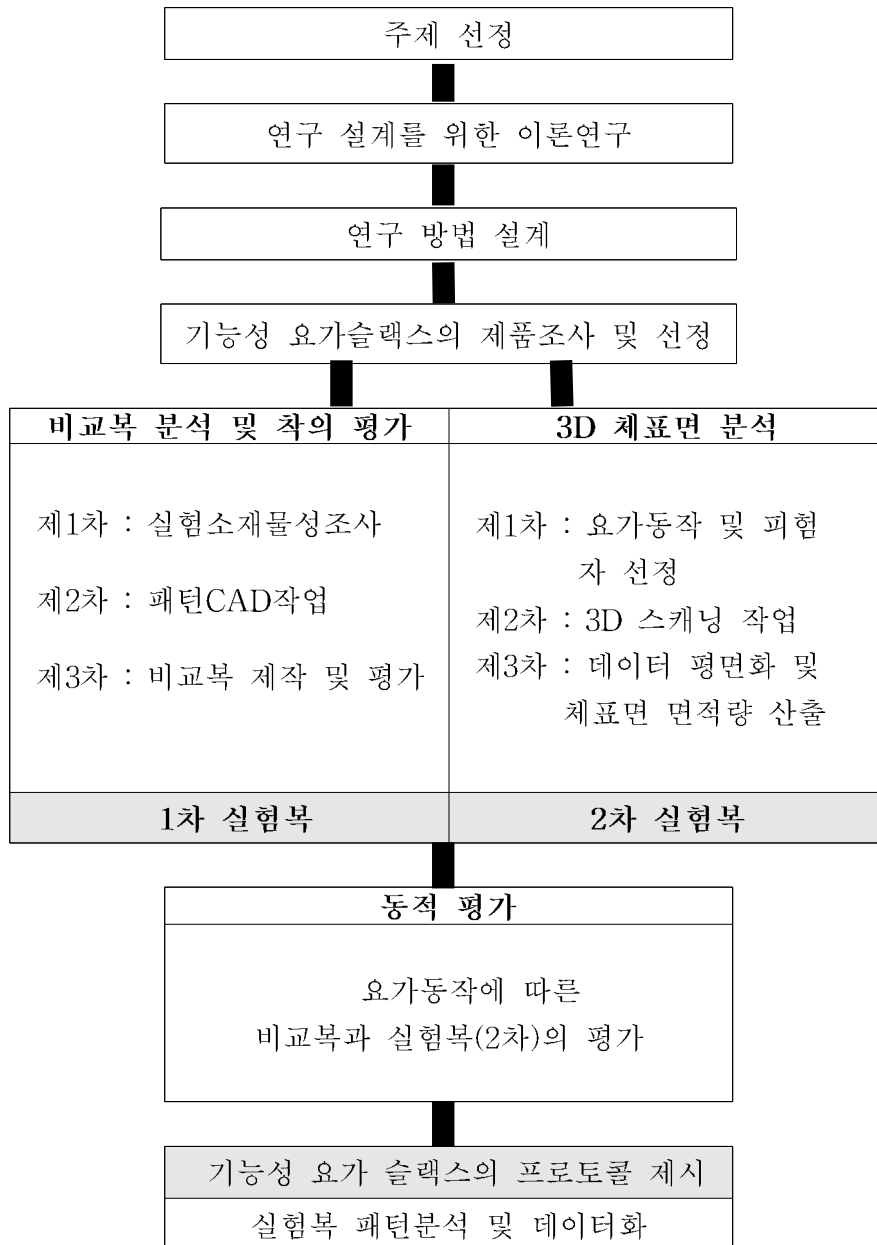
28) Efrat, S.(1982), The development of a method fro generating patterns for garments that comform to the shape of the human body, Doctorial dissertation, Leicester Polytechnic, U. K., pp. 75-82.

로 구획한 후, 삼각 메쉬 단순화(Triangle Simplification)로 표면곡률을 분절하여, 좌표를 면적의 변화 없이 2차원 평면으로 자유낙하한다.

둘째, 동작별 3D 체표면 데이터를 평면 데이터로 전환한 후, 동작별 체표면 면적변화율을 기준점을 중심으로 구획한 후, 데이터를 분석하도록 한다. 동작에 따른 변화율이 큰 부위와 변화율이 작은 부위를 측정하여 산출한다. 이를 통해 동작에 따른 면적변화율에 따라 패턴라인전개가 가능한 부위를 분석하여 디자인 프로토콜 영역을 지정하도록 한다.

셋째, 실험복을 제작하여 비교복과의 평가를 실시한다. 45~54세의 여성 중 제6차 한국인 표준체형 신체치수에 해당하는 피험자 5명을 선정하여, 이들이 각각 비교복 4종과 2차 실험복을 착용한 상태에서 네 가지 요가동작을 취하도록 한다. 1차 실험복은 비교복의 착의평가를 통해 가장 우수한 패턴을 선정한 후, 수정하여 기본원형을 제작한다. 2차 실험복은 요가동작별 체표면 변화율의 분석 결과에 의한 프로토콜영역에서 패턴을 임의 수정한다. 각각의 요가동작별 동적평가 실험을 바탕으로 2차 실험복을 보완하여 완성복 패턴을 완성한다.

본 연구와 관련된 연구 모형은 <그림 1>과 같이 제시할 수 있다.



<그림 1> 연구 모형

II. 이론적 배경

1. 3D 인체 측정

1) 3D 스캔 인체측정법

3차원 인체측정은 인체의 이미지를 인체와 직접 접촉 없이 특정 빛을 통하여 측정부의 거리를 계산하여 인체의 3차원 정보를 산출하는 방식을 뜻한다. 이는 기존의 직접 계측에 비해 빠른 인체치수 측정이 가능하며, 측정 자료를 반영구적으로 보존하고, 필요시 언제든지 다시 사용할 수 있다²⁹⁾. 즉, 3차원 인체 측정은 전통적인 직접계측방법으로 불가능하였던 인체치수를 과학적으로 측정하여 입체적인 형상을 파악할 수 있으며, 직접측정이 어려운 곡선의 형태와 부피, 너비와 두께의 치수 등의 결과를 3차원 형상으로 즉각적으로 산출할 수 있는 장점이 있다³⁰⁾. 따라서 오늘날 의류산업에서는 소비자의 제품 만족도를 향상시키기 위해 3D 스캔 측정법을 이용하여 체형정보를 분석하고, 의류제품생산에 반영하는 기술이 요구된다. 학문적으로 의류학 분야에서는 3차원 인체측정을 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

3차원 측정법은 인체치수를 다각도로 연구하여 체형을 분석하는 연구 분야와 의복설계에 응용하여 패턴을 개발하는 분야에 활용된다. 3D 인체측정법은 인체 스캔데이터를 통한 체형별 원형개발연구에 활용되고 있을 뿐 만 아니라, 기술표준원에서 제공하는 표준치수 및 인체데이터자료에서 측정치를 추출하여 의복개발에 활용하는 경우가 대다수이다³¹⁾.

3D 인체 스캐너는 측정방법에서 측정복 착용여부에 따라 구분할 수 있다.

29) 남윤자 외(2013), IT Fashion, 파주 : 교문사, pp. 12-13.

30) 한현숙 · 남윤자(2009), 3차원 스캔측정치와 직접 치수 간 차이의 성별비교: 제 5차 사이즈 코리아 성인데이터를 대상으로, 한국의류학회지, 33(8), pp. 1190-1202.

31) 김희선(2013), op. cit., p. 25.

3D 인체스캐너 중 미국의 [TC]²(Textile Clothing and Technology Corporation), 사이버웨어(Cyberware), 일본의 하마마츠(Hamamatsu), NEC(Nippon Electric Company), 스페이스비전(Spacevision), 독일의 테크마츠(Tecmath), 프랑스의 텔마(Telmat), 한국의 가우스(Gauss) 등은 측정복을 착용해야하는 방식이다.

3D 인체 스캐너는 전 세계적으로 개발되어 인체측정을 필요로 하는 분야에 널리 사용되고 있다. <그림 2>의 [TC]²의 KX-16스캐너는 단 몇 초안에 전신을 스캔한 후, 내장되어있는 인체측정데이터를 자동인식 소프트웨어 프로그램에 의해 400개 이상의 인체측정치를 개인별 요구에 따라 산출할 수 있다³²). <그림 3>은 고주파 마이크로웨이브(microwave)를 이용하는 스캐너방식인 미국의 인텔리피트(Intellifit) 3D스캐너로 인체의 수분을 감지하는 원리를 사용하여 정밀도는 낮으나, 피험자가 착용한 일반의복소재를 관통하여 인체의 체표면 실루엣 데이터를 도출하므로 일상적 의복을 착용한 상태에서 체표면 형상 데이터 측정이 가능하다³³). 이 기술은 인체를 10초 안에 20만 포인트까지 측정하여 소비자 체형을 분석한다³⁴). <그림 4>는 사이버웨어 사의 Whole Body Color 3D Scanner로 17초 안에 인체스캔데이터 측정이 가능하다. 4개의 스캐너헤드가 초고속으로 인체를 2mm 간격으로 측정하여 데이터를 산출하는 방식이다. 스캔된 데이터는 점으로 나타나며 각각의 점들은 굴곡량에 따라 X, Y, Z의 좌표값의 형태가 부여되며, 사용자에게 의해 선택 가능한 24-bit RGB 색상으로 나타낼 수 있다³⁵).

3차원 인체측정 소프트웨어는 사이버웨어 사의 Digi Size Softwear, 테크마츠 사의 Scanworx와 Polyworx, [TC]²사의 3D Body Measurement Soft System등의 제품들이 있다³⁶). 현재 상용화된 3차원 인체 측정기가 제공하는

32) <http://www.tc2.com/support/> [검색일 2014. 6. 20.]

33) 남윤자 외(2013), op. cit., pp. 13-14.

34) 김성민 외(2008), I-Fashion 구현을 위한 기반기술개요, 패션정보와 기술, 5, pp. 64-72.

35) <http://cyberware.com/products/scanners/wbx.html> [검색일 2014. 2. 14.]

데이터는 기종에 따라 차이가 있으나 포인트 클라우드 데이터(point cloud data), 메시 데이터(mesh data), 메시컬러 데이터(mesh color data), 곡면변환 데이터, 인체 치수데이터(body dimension) 등이 있다³⁷⁾.

알바논(Alvanon)의 경우 <그림 5>와 같이 의류업체와 협력을 통하여 고객의 인체 스캔데이터를 자료화하고 이를 활용하여 고객 맞춤형 바디를 개발하는 고객별 마네킹 제작 프로세스를 진행하고 있다. 알바스캔(AlvaScan)을 통해 몇 초안에 정확한 진신데이터를 스캔하여 출력한 후 가상의 마네킹을 3D데이터 프로그램으로 완성하여 제작하는 작업을 수행한다. 이 방식은 대량생산을 위해 고객의 체형을 사이즈별로 분류하는 기존의 방식이 아니라, 고객의 개인별 체형을 스캔하여 고객별 마네킹을 제작함으로써 사이즈 뿐 만 아니라 개인별 맞춤세의 정확도를 높일 수 있다고 한다³⁸⁾.

의류학 분야의 체형과 관련한 원형설계 연구를 살펴보면, 홍은희(2013)³⁹⁾는 3차원 인체형상의 평면전개를 통해 남성의 체형별 원형 설계틀, 윤지원(2013)⁴⁰⁾은 성인여성의 체형별 토르소 원형설계를 실시하였다. 신주영(2014)⁴¹⁾은 30대 여성의 신체유형별 패턴 및 그레이딩 연구, Cui(2007)⁴²⁾는 3차원 인체형상자료를 활용한 남성 어깨유형을 통한 패턴전개를 하였다. 의복패턴 연구 분야에서 류신아 외(2012)⁴³⁾는 3차원 인체스캔 데이터를 이용하여 노년여성의 체형별

36) Park & Lee(2008), Upper Body Measurement of Men Using 3D Body Scanner - Compared to Anchrpometry, Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 32(1), pp. 24-34.

37) 남윤자 외(2013), op. cit., pp. 13-14.

38) <http://fashiontech.wordpress.com/2012/07/07/intelifit-bodyscan-technology-for-public-sizing-and-fit-services/> [검색일 2014. 5. 4.]

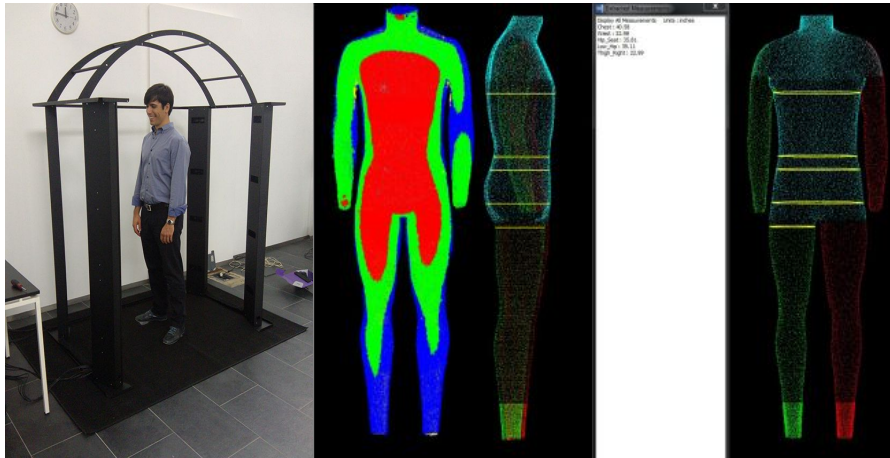
39) 홍은희(2013), 3차원 인체형상의 평면전개에 의한 성인남성의 체형유형별 타이트 핏 토르소 원형 설계 : 가상착의 시스템을 활용하여, 한양대학교 대학원 박사학위논문, p. 3.

40) 윤지원(2013), 3차원 인체형상데이터를 이용한 성인여성의 체형유형별 타이트 핏 토르소원형 개발 : 가상착의 시스템을 이용하여, 한양대학교 대학원 박사학위논문, pp. 2-3.

41) 신주영(2014), 30대 여성의 3차원 인체형상자료를 활용한 마스터패턴과 그레이딩방법 개발, 서울대학교 대학원 박사학위논문, pp. 1-4.

42) Cui, Ming Hai(2007), 3차원 인체 형상자료를 활용한 남성 어깨 유형 분류와 2차원 전개패턴에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문, pp. 1-4.

43) 류신아 외(2012), op. cit., pp. 456-468.



<그림 2> [TC]²의 KX-16를 통한 3D 스캐닝 데이터 출력
 (출처 : Elaine Polvinen(2012), [TC]², Textile Clothing Technology Corporation: 3D Body Scanning Technologies, Virtual Fashion Technology [검색일 2014. 4. 12.])

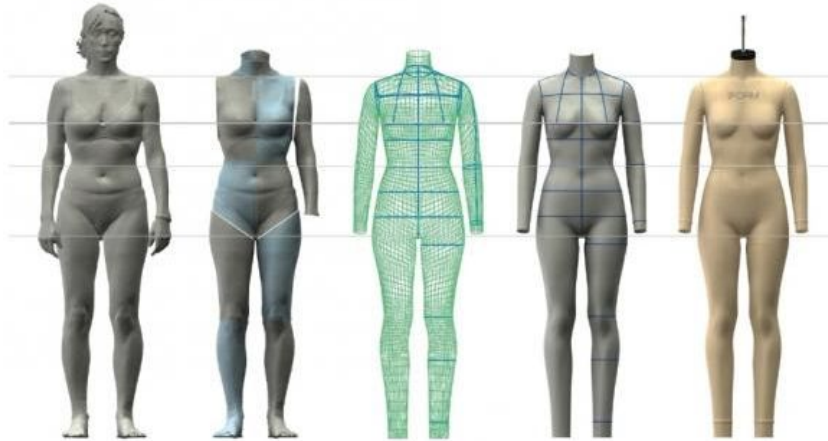


<그림 3> Intellifit의 3D 스캔 상용화 및 인체 측정 출력 데이터
 (출처 : <https://fashiontech.wordpress.com/category/fashion-technology> [검색일 2014. 5. 4.])



<그림 4> Cyberware사의 Whole Body Color 3D Scanner (모델명: Wbx) 및 출력 데이터

(출처: <http://59.12.204.157:8080/wipcohomeci/index.php/menu/cyberware> [검색일 2014. 4. 12.]



<그림 5> Alvanon의 3D스캐닝을 이용한 고객별 마네킹 제작프로세스

(출처: <http://fashiontech.wordpress.com/2012/07/07/intel-lifit-bodyscan-technology-for-public-sizing-and-fit-services/> [검색일 2014. 5. 4.]

측정을 통해 골프웨어 슬랙스 패턴을 연구하였으며, 윤미경(2008)⁴⁴⁾은 3차원 인체형상을 활용한 여성팬츠 스타일에 따른 개별맞춤 패턴을 연구하였다. 위와 같이 선행연구를 살펴본 결과, 3차원 인체측정법은 신체유형별 체형분석 데이터를 통해 원형개발연구에 활용되거나, 동적치수를 측정하여 착용감을 향상시킨 패턴개발에 관련한 연구에 활용되고 있다.

2) 3D 동작 측정

현재 인체의 운동에 따른 형태 변화 및 체표면 길이 변화에 대한 분석을 바탕으로 이를 의류설계에 적용하고, 패턴을 제작하여 착용감을 향상시키고 착용자에게 필요한 기능성과 심미성을 고취하는 연구가 진행되어 왔다. 이와 같은 연구는 인체를 구성하는 골격과 근육의 형태, 운동에 따른 변화에 대한 해부학적 특징 및 동작에 따른 체표면 변화를 분석하여 착용자의 자세와 동작에 따른 의복의 저항을 최소화하여 착용감을 향상시키는데 목적이 있다⁴⁵⁾. 운동에 따른 인체 변화는 주로 골격의 관절과 근육의 움직임으로 일어난다. 이때 인체에서 피부 표면의 변화가 일어나 피부의 수축과 신장의 변화율은 다르지만 관절과 근육의 움직임에 따라 피부 표면의 변화가 동시에 일어나게 된다. 상지운동의 경우 특징적으로 상반신 대부분의 피부에서 일어나고, 하지운동의 경우 운동 강도 및 변화에 따라 무릎과 골반, 허리의 움직임에 따라 근육의 수축과 이완이 발생하게 된다.

동작변화에 따른 패턴개발연구는 3D 인체측정법 이외에 운동동작에 따른 체표면 변화를 적용시켜야 정확한 결과디자인을 도출할 수 있다. 정지동작의 체표면 변화 데이터를 얻는 방법은 실루엣터(silhouetter), 무아레 사진촬영법, 3D스캐너 등이 있으며, 동적 동작의 데이터는 모션카메라, 비디오카메라, 디지털카메

44) 윤미경(2008), 3차원 인체형상을 활용한 여성 팬츠 스타일에 따른 대량 개별맞춤 패턴 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문, pp. 1-2.

45) 남윤자 외(2013), op. cit., pp. 48-49.

라 등으로 영상화하여 분석할 수 있으며, 최근에는 3D 동작분석시스템의 근·골격계 해석을 통한 데이터 추출법이 있다⁴⁶⁾.

움직이는 동작데이터는 신체 전체의 움직임, 방향, 동작범위분석이 필요한 스포츠웨어, 레저복 등 특수복 설계 시 사전연구로 반드시 실행되어야 한다. 최근 신체 각 부위의 체표면 변화는 레플리카(replica)법⁴⁷⁾을 이용한 체표면 변화를 관찰하는 방법이 주로 사용된다. 이는 소요시간이 짧아 인체의 동적자세의 정확한 측정이 가능하므로 3D로 체형을 채취할 수 있는 레플리카법과 3D 인체스캐닝 시스템⁴⁸⁾을 직접 활용한 방식이 활용된다⁴⁹⁾.

3D 동작분석을 통해 산출할 수 있는 데이터는 신체 중심위치, 속도, 관절각, 가속도, 운동량, 근육토크, 근육 길이 등이 있으며, 이 밖에 지면반력과 근전도 등과 연동하여 전, 후, 좌, 우, 상, 하 방향으로 작용하는 힘, 모멘트 크기, 압력 중심 위치와 각 근육의 활동시기, 인체가 발휘하는 힘 등을 동시에 측정 가능하며 의복에서 주로 측정하는 부분은 동작범위(Range of Motion, ROM)이다⁵⁰⁾. 동작범위란, 주어진 시간 안에 두 동작으로 이루어진 각도, 또는 한 동작과 수평·수직으로 얻어지는 각도로 최대범위는 정상상태에서 뼈와 근육의 압축으로 가능한 두 개의 최대 동작에 의해 나온 각도를 뜻한다⁵¹⁾. 이처럼 동작분석은 인체의 움직임을 해부학적 요인으로 접근하여 의학 및 스포츠관련분

46) 차유미(2013), op. cit., p. 35.

47) 레플리카법이란, 인체의 형상을 그대로 복원체로 만들어 그 내면을 관찰하여 체표면화 데이터를 추출하는 방법으로 인체의 자유로운 동작에 대한 다양한 체표면화를 정확하게 구할 수 있는 장점이 있다. 그 동안 석고재료를 활용하였으나 피험자에게 육체적 부담감과 시간이 많이 소요되는 단점이 있어 최근에는 3차원 인체 스캐너가 많이 활용된다. (출처: 김혜경 외(2001), 피복인간공학 실험설계방법론, 서울: 교문사, pp. 46-48.)

48) 최근 새로운 인체측정법으로 여러 산업분야에 활용되는데, 공간에 대상물의 형상을 구현하여 디지털데이터에 저장하고 이를 이용하여 각종 데이터를 도출하는데 목적이 있다. 활용도는 실물의 3차원 복제를 통한 역설계, 실제데이터와 실물의 비교를 통한 제품의 설계, 오류 및 검사, 3차원 복제를 통한 형상 변경, 형상복원 등 다양하다. (출처:www.3dscanning.co.kr [검색일 2014. 4. 13.])

49) 김혜경 외(2001), 피복인간공학 실험설계방법론, 서울: 교문사, pp. 46-48.

50) 차유미(2013), op. cit., p. 29.

51) 윤희용 외(2002), 한국 중장년층의 동작범위에 관한 연구, 대한인간공학회지, 21(2), pp. 35-46.

야와 연계된 심층적 연구가 진행되고 있다.

하반신 동적자세 분석 및 체표면 변화 연구에 관한 선행 연구는 다음과 같다. 김소영(2008)⁵²⁾은 동적자세와 이에 따른 체표면 변화를 통해 밀착의복을 개발하였고, 정연희(2005)⁵³⁾는 3D 스캔의 동작 체표면변화와 2D 패턴을 비교·연구하였으며, 최지영(2011)⁵⁴⁾은 피부변화에 따른 체표면 변화를 분석하여 밀착의복을 연구하였다. 김정숙(2001)⁵⁵⁾은 사이클 동작에 따른 하반신 체표면변화를 연구하였으며, 류신아 외(2000)⁵⁶⁾는 3D 동작분석장치를 활용하여 관절에 따른 성인남성의 하체동작범위를 연구하였다. 김연행(2002)⁵⁷⁾은 사이클 동작에 따른 체표면 변화를 연구하였고, 정연희(2012)⁵⁸⁾는 3D스캔을 통해 사이클 동작 전후의 체표면 변화비교 및 2D 패턴을 비교분석하였다. 이와 같이 밀착의복에 해당하는 기능성 의복에 대한 연구는 동작변화에 따른 기능성향상을 위한 체표면 면적의 변화량, 근육의 위치변화와 의복압, 패턴축소율 등을 고려한 연구가 활발히 진행되고 있다.

3) 3D 체표면 분석을 통한 패턴전개

3차원 인체정보를 이용하여 과학적인 의복설계를 실행하려면 3차원 인체형상 데이터에 대한 체표면 데이터를 수학적 이해를 통해 분석하여 간략화하는 작업이 선행되어야 한다.

기능성 스포츠의복의 경우 밀착의복으로 분류되어 3D 데이터로부터 평면 패

52) 김소영(2008), op. cit., p. 5.

53) 정연희(2005), op. cit., p. 4.

54) 최지영(2011), op. cit., p. 3.

55) 김정숙(2001), 3차원 동작분석장치를 이용한 하지동작 연구, 한국의류학회지, 25(9), pp. 1603-1613.

56) 류신아 · 박길순(2000), 한국 성인남자의 하체 동작범위 연구: 3D동작분석 장치를 이용하여, 복식문화연구, 8(5), pp. 741-753.

57) 김연행(2002), 싸이클웨어의 패턴개발을 위한 체표면 변화에 관한 연구, 창원대학교 대학원 석사학위논문, pp. 1-3.

58) 정연희(2012), 3D 스캔을 이용한 사이클 동작 전후 체표면 변화 고찰 및 2D전개 패턴의 비교, 한국생활과학회지, 21(5), pp. 975-988.

턴전개법이 필수적이다. 국내외 많은 선행연구들은 복곡면을 가진 인체의 특성을 왜곡 없이 전개하는 방법에 관심을 두고 있다. 김성민(2002)⁵⁹은 3차원 인체 데이터로 직접 평면패턴을 제작하여 직물 성질을 이용한 인체에 잘 맞는 패턴을 제작하여 수작업패턴에서 야기될 수 있는 문제점을 보완하고자 하였다. Yoon et al.(2007)⁶⁰은 3차원 인체 형상을 이용한 20대 여성의 하반신 전개패턴을 연구하는 과정에서 2차원 평면전개패턴이 3차원 인체형상보다 평균 4%의 면적증가를 보여 평면전개패턴은 목적에 따른 스타일 가공이 적용되어야 한다고 하였다. 정연희 외(2005)⁶¹는 3D 스캔기술로 인체형태의 정확한 데이터 산출과 정량적인 측정 및 분석을 통해 의복의 형태를 결정하는 인체의 곡률, 면적정도에 관한 평면패턴구성의 연구를 진행하였다. 특히 의류학 분야에서 3D 스캔분석법의 도입은 성별, 체형, 연령, 동작 등에 따른 신체적 변화를 고려한 최적화된 봉제선이나 라인을 결정함으로써 일반적 평면패턴에 비해 정밀한 제작이 가능하게 되었다.

Watanabe et al.(2000)⁶²은 3D 데이터를 사용하여 상반신의 입체형상 단면 윤곽선을 설정한 후 삼각메쉬형법에 따라 평면전개를 실시하였으며, Daanen & Hong(2008)⁶³은 3D 인체 형상 데이터를 통해 밀착형 스커트를 전개하는 방법을 연구하였고, Bruner(2004)⁶⁴, Robinette & Dannen(2006)⁶⁵,

59) 김성민(2002), 통합적 3차원 의복 캐드 시스템의 개발, 서울대학교 대학원 박사학위논문, pp. 174-176.

60) Yoon, M. K. et al.(2007), 2D Lower-body flat pattern of the women in their using 3D scan data, Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 31(5), pp. 692-704.

61) 정연희 외(2005), Triangle Simplification에 의한 3D인체형상분할과 삼각조합방법에 의한 2D패턴구성, 한국의류학회지, 29(9/10), pp. 1359-1368.

62) K. Watanabe et al.(2000), Three-dimensional analysis of upper torso of elderly Japanese Womens for Clothing Design, Journal of Japan Society of Home Economics, 51(1), pp. 1045-1055.

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

64) D. Bruner(2004), Applications of 3D White Light Body Scanning, Fashion Informationand Technology, 1, pp. 20-27.

65) K. M. Robinetre & H. A. M. Dannen(2006), Precision of CAESAR scan-extracted

Mickinney(2007)⁶⁶)는 동작에 따른 체표면 변화를 측정하여 2차원 패턴설계에 적용하였다. 위와 같이 여러 연구들은 인체특성상 나타나는 복곡면을 정확하게 전개하는 것이 쉽지 않으므로 여러 방법을 개발하여 맞음새, 정확도 등에 관한 연구가 진행됨을 뜻한다. 독일의 아반텍스(Avantex) 전시회는 3D 밀착형 스포츠웨어의 패턴을 소개하였는데, 밀착형 의복의 특성상 소재의 신장특성을 패턴에 반영하여 패턴축소율을 적용한 연구를 발표하였다. 박혜준(2010)⁶⁷)은 3D패턴설계에 관한 다양한 연구들을 통해 밀착형 의복 제작을 위한 정확한 패턴 설계방법과 시스템을 다양하게 제시한다고 하였다. 해외에서는 Wang et al(2010)⁶⁸)에 의해 <그림 6>과 같이 홍콩 중문대학 (Chinese University)에서는 평면화(flattening) 기술로 옵티텍스(Optitex)라는 패턴카드 및 가상착의 프로그램에서 평면화 기능이 추가되어 3D 형상데이터를 2차원 평면으로 전개하는 기술을 개발하였으며, 국내에서는 충남대학교 의복인간공학실 연구팀에 의해 밀착의복의 평면 전개 프로그램인 2C-AN이 개발되었다. <그림 7>은 사이클복 하의 원형패턴을 인체공학적으로 개발한 연구로 2C-AN Program 분석법을 이용하여 3D인체형상 데이터를 Rapid Form과 Yuka Program을 연동하여 기존의 평면 원형 패턴의 제작방식을 이용하지 않고 2D 패턴을 설계하도록 하였다⁶⁹). Jeong & Hong(2006)⁷⁰)의 연구에 의하면 2C-AN program을 이용한 남성바디의 체표면 전개를 실시한 결과, 표면의

measurements, Applied Ergonomics, 37(3), pp. 259-265.

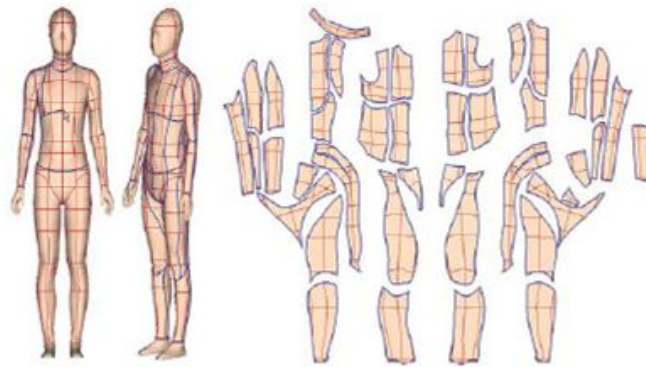
66) E. C. Mickinney(2007), Towards a Three-dimensional Theory of Pattern Drafting: Relationship of Body Measurements and Shapes to Pattern Measurements and Shapes, Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota. pp. 3-5.

67) 박혜준(2010), 3차원 테크놀로지를 활용한 헬스케어의류 설계, 2010 서울대학교 생활과학연구소 패션기술센터 추계세미나, pp. 25-41.

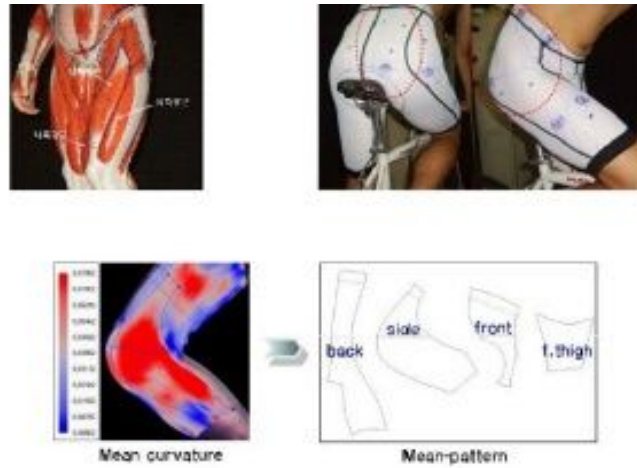
68) C. C. L. Wang, et al.(2010), From Designing Products to Fabricating Them from Planar Materials, IEEE Computer Graphics and Applications, 30(6), pp. 74-85.

69) 정연희 · 홍경희(2010), 동작 시 3D 정보를 이용한 2D 패턴 전개 및 신축성 원단의 신장률을 고려한 사이클 팬츠 개발, 한국생활과학회지, 19(3), pp. 555-563.

70) Jeong Y. H. & Hong, K. H.(2006), Development of 2D tight-fitting pattern from 3D scan data, Journal of Korean Society of Clothe and Textile, 30(1), pp. 157-166.



<그림 6> Chinese University 의 평면화(flatting)
 (출처 : Wang et al.(2010), pp. 78)



<그림 7> 충남대학교 2C-AN Program 분석법
 (출처: 정연희 · 홍경희(2007), pp. 562)

길이, 둘레 항목에서 0.1~0.2cm의 길이 차이가 있으며, 3차원 면적은 $\pm 0.5\%$ 내외의 차이가 있다고 하였다.

이처럼 다양한 3D패턴설계에 관련한 선행연구들은 앞으로 기능성 의복분야의 연구개발에 중요한 자료가 될 것이며, 3D 체표면에 관한 다각도의 연구개발을 진행하여 보다 정밀한 제품연구가 가능할 것이다.

2. 기능성 스포츠 웨어

1) 기능성 스포츠 웨어의 특징

기능성 스포츠 웨어의 특성은 운동 동작에 따른 의복 적응력, 근육 조절 및 균형유지능력, 사고 방지를 위한 안정성이 있어야 한다. 최근 이와 관련하여 기능성 스포츠웨어의 특성을 향상시키기 위한 다양한 패턴연구가 학문적으로 산업적으로 활발하게 진행되고 있다.

정현미 외(2005)는 제품의 디자인적 부문에 있어서는 패턴의 기능적 측면을 향상시키는 테크니컬 컷(technical cut)에 대한 연구를 하였다. 테크니컬 컷은 기술적 측면을 향상시킨 봉제기술로 운동 동작에 따라 인체가 이용하는 근육과 운동 반경을 고려하여 인체공학적으로 패턴을 설계하는 방법이다⁷¹⁾. 상반신의 경우 움직임이 많은 소매부위와 겨드랑이 부위, 기본옆선 부위에 스트레치 소재를 이용하고 활동성과 통기성을 증대시킬 목적으로 메쉬(mesh) 소재를 부분적으로 사용하기 위해 임의로 절개선을 추가하거나, 하반신의 경우 무릎과 허벅지 및 엉덩이와 허리선에 부분절개를 도입하거나 디자인 컷을 하는 방법 등을 이용한다. 즉 인체의 움직임에 방해가 되지 않도록 봉제선을 이동시켜 운동성을 최대한 향상시킬 수 있는 봉제방법을 사용하고 있다.

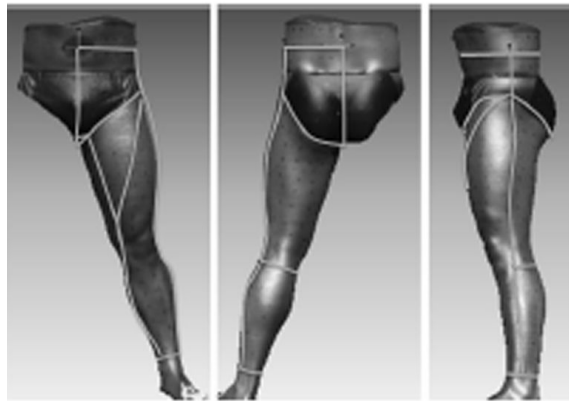
김소영(2008)의 연구에서는 의복 제작을 위해 설정되는 봉제선은 원단과 재봉사의 겹침 현상이 일어나 솔기에 따라 신장률이 저하된다고 하여, 밀착의복의 경우에는 봉제선에 동작을 적용시킨다면 체표면 변화량이 큰 부분에 절개선이 설정되는 경우로 보았다. 이는 봉제선에 의해 동작 수행 시 방해를 받기 쉬워 착용 시 쾌적감이 낮아진다고 보고, 동작이 적용되지 않는 부위를 찾는 무변형선을 도출하고자 하였다⁷²⁾. 따라서 동작 시 체표의 변화량이 상대적으

71) 정현미·김지현(2005), 기능성 스포츠웨어의 테크니컬 컷 디자인 연구, 니트디자인학회 춘계 학술대회, 2005(5), pp. 29-32.

72) 김소영(2008), 동작자세와 피부분절(dermatomes)을 이용한 기능성 밀착의복 제작 프로세스

로 적은 피부분절 위치를 찾아 절개선으로 활용하면 동작에 방해를 받지 않으면서 의복의 신장과 수축이 자유롭다고 본다.

최지영(2011)⁷³은 <그림 8>과 같이 퍼포먼스 커팅 라인(performance cutting line)을 실험을 통해 산출하여 의복설계를 실시하였는데, 3D 스캐닝 작업을 통해 동작에 의한 체표의 변화량이 적은 구간을 따라 봉제라인을 설정한 퍼포먼스 커팅라인의 예이다. 김소영(2008)⁷⁴의 연구를 바탕으로 무변형선과 의복 구성학적 면의 절개선을 바탕으로 설계하였다. 먼저 다수의 무변형성 중에서 다리 안쪽의 선과 바깥쪽의 선을 연장하여 바지를 구성하는 안선과 옆선으로 설정하고 후면은 오금 아래에 절개선을 넣어 들뜨는 부분이 발생하는 것을 방지하였다. 살 부위와 엉덩이 아래의 팬티라인에 해당하는 부분은 인체의 곡면이 심한 부위로 밀착의복의 맞음새를 높이고자 절개선을 부여하였다.



<그림 8> 피부 체표면의 퍼포먼스 커팅라인

(출처: 최지영(2011), p. 62)

개발, 충남대학교 대학원 박사학위논문, pp. 4-5.

73) 최지영(2011), op. cit., pp. 62-63.

74) 김소영(2008), op. cit., pp. 4-5.

의류업체에서도 기능적 측면을 고려한 스포츠웨어의 패턴연구가 활발하게 진행되고 있다. 아식스(Asics)는 ‘Derma-Cut’⁷⁵⁾이라는 의복 설계법을 고안하였는데, 이것은 해부학적으로 피부를 분석하여 개발한 의복으로, 동작의 움직임이나 자세에 따라 친을 재단함으로써 입체재단보다 한 차원 높은 4차원 재단의 의복 설계라 할 수 있다. 그리고 언더아머(Under Armor)는 ‘Flatlock’이라는 봉제선을 이용하여 체표면과 의복과의 마찰을 최소화하여 각 패턴의 조각들이 유기적으로 봉제되어 동작을 향상시키도록 하였다. <그림 9>는 데상트(Descente)의 ‘Power Compo [Genome]’의 슬랙스로 종아리에서부터 허벅지에 이르는 나선형의 테이프를 부착하여 외측에서 내측으로 적정 의복압을 부여하였고, 상의는 전면외측근육과과 척추를 중심으로 한 근육에 의복압을 부여하



<그림 9> 데상트(Descente)의 ‘Power Compo [Genome]’
(출처: <http://m.descente.co.kr> 검색일 [2014. 10. 5.]

75) <http://www.rakuten.co.jp/tf-tsubaki/530478/1825427/> [검색일 2014. 8. 5.]

여 운동 시 균형을 맞추었다. 즉, 안쪽 내전근을 자극하여 대퇴 사두근과의 전반적인 균형을 맞추어 동작이 원활하도록 하였다. 결과적으로 본 의복은 피로로 인해서 운동력 저하되는 원인이 발생하지 않도록 하기 위해 몸의 중심이 흔들리지 않으며, 하반신 및 추진력을 유지할 수 있는 의복개발을 목표로 한다고 하였다⁷⁶⁾.

이와 같이 기능성 스포츠웨어는 특정 스포츠 운동을 수행 시 주기적으로 변화하는 근육량과 근육의 위치변화를 감안하고, 체표면의 변화 및 동작각도 등을 고려하여 근육을 안전하게 보호하고 지지하며 운동동작 수행능력을 향상시키도록 과학적 실험과 검증을 통한 패턴설계가 이루어진다고 할 수 있다.

2) 기능성 슬랙스의 종류 및 선행연구

기능성 슬랙스는 관절 및 근육의 활동성을 제한하지 않도록 패턴을 제작하고, 스트레치 소재를 사용하여 제품의 성능을 향상시키도록 제작된다. 최근 스포츠 종목별 특수적 요인을 분석하여 전문화된 제품을 생산해나가는 추세이다. 기능성 슬랙스를 스포츠 분야별 세분화하면 골프, 사이클, 스노보드, 축구, 조깅, 클라이밍, 댄스 스포츠 등으로 나눌 수 있다.

선행연구에 의하면 기능성 슬랙스는 골프 웨어, 사이클 웨어, 스노보드 웨어를 중심으로 연구가 진행되고 있다. 골프 웨어용 슬랙스의 선행연구에서 이효정(2007)⁷⁷⁾, 이효정 외(2011)⁷⁸⁾는 스윙동작을 3D인체형상을 통해 분석하여 외관과 동작 기능성 향상을 위한 패턴을 연구하였으며, 이 외에 조윤진(2010)⁷⁹⁾

76) 데상트 코리아, http://m.descente.co.kr/category/view.asp?bbs_no=23&page=1&category=T_RAINING [검색일 2014. 5. 11.]

77) 이효정(2007), 외관과 동작 기능성 향상을 위한 골프용 슬랙스 패턴 설계, 충남대학교 대학원 석사학위논문, pp. 1-3.

78) 이효정 외(2011), 40대 여성 골퍼를 위한 슬랙스 패턴 설계에 관한 연구, 한국의류산업학회지, 13(1), pp. 116-129.

79) 조윤진(2010), 남자 골프 슬랙스 패턴 설계에 관한 연구, 성신여자대학교 대학원 석사학위논문, pp. 1-18.

의 남자 골프 슬랙스의 패턴을 제작한 연구와 3차원 바디 스캐너를 이용하여 노년 여성의 인체 치수를 측정하여 패턴을 연구한 류신아 외(2012)⁸⁰⁾의 연구가 있다. 사이클 웨어의 슬랙스 관련 선행연구는 인체의 3차원 곡률분포와 동작을 고려한 패턴연구를 한 정연희(2006)⁸¹⁾와 투피스형 사이클복의 패턴을 개발한 최미성(2004)⁸²⁾의 연구가 있다. 스노보드 웨어의 경우는 운동동작에 따른 스노보드복 패턴개발을 실시한 류신아(2005)⁸³⁾의 연구가 있다.

최근 기능성 스포츠웨어 시장이 폭발적인 성장을 이루어 이와 관련한 연구가 진행되고 있으나, 구매행동과 선호도 등 기존 시장에 대한 평가 및 제품평가와 연구자에 의한 디자인 작품연구에만 치중되어 있는 실정이며, 패턴개발에 관한 연구는 사이즈코리아의 3D 인체측정자세(4종: 바로 선 자세, 기본선 자세, 응용 선 자세, 응용 앉은 자세) 및 일상적 활동자세(구부러 앉는 자세, 허리 굽힌 자세 등)등 제한적 동작을 중심으로 한 동작적합성 평가를 실시한 연구가 대부분이며, 스포츠 종목별 동작연구를 분석한 전문화된 패턴개발은 시작단계에 있다고 볼 수 있다.

80) 류신아 · 최종명 · 박길순(2012), 3차원 바디 스캐너를 이용한 인체 치수 측정에 따른 노년 여성의 골프웨어 슬랙스 패턴 설계, 한국의류학회지, 36(4), pp. 456-468.

81) 정연희(2006), 인체의 3차원 곡률분포와 동작을 고려한 사이클복 하의 패턴개발, 충남대학교 대학원 박사학위논문, pp. 1-4.

82) 최미성(2004), 사이클 선수들을 위한 투피스형 사이클복의 패턴개발에 관한 연구, 한국의류학회지, 28(5), pp. 637-647.

83) 류신아(2005), op. cit., pp. 1-3.

3. 요가(Yoga)

1) 요가의 개념

요가는 몸과 마음과 정신에 대한 매우 미묘한 과학을 근간으로 한 고대 문화이다⁸⁴⁾. 즉, 요가는 단순한 근육단련의 스포츠 개념에서 시작된 것이 아니며, 정신적 · 육체적 수련이 동시에 진행된 문화이다.

요가의 명상법은 불교로부터 영향을 받았으며, 가장 오래된 역사적 유물로는 기원전 5000년 전에 제작된 것으로 추정되는 시바(Siva)신상이다. 인도 원주민(드라비다족)이 신봉하였던 시바신 좌상의 결가부좌는 요가의 대표적 좌법과 일치한다⁸⁵⁾.

일반적으로 요가는 호흡조절, 명상, 체위를 통해 이루어지는 수행법으로 몸과 마음을 동시에 치유하는 것을 목적으로 한다. 요가는 다양한 신체 동작을 통해 유연성과 신체의 기능적 측면을 향상시켜 몸을 다스리도록 하며, 감정의 기복과 불안감을 해소시켜 긍정적인 마음을 갖도록 한다⁸⁶⁾. 즉, 요가는 육체와 마음을 다스리고 수행을 통해 영혼을 얻고자 하는 것으로 이러한 모든 힘을 신과 결합시키고자 하는 것이며, 요가의 기본이 되는 지성, 마음, 의지를 단련시켜 깨달음을 통해 삶에서 일어나는 행위와 고통을 평등하게 바라볼 수 있는 정신적으로 안정된 상태를 의미한다⁸⁷⁾.

‘요가’의 단어는 관계, 수단, 합일, 지식, 물질, 논리 등 다양한 뜻을 내포하며, 요가는 마음으로 모든 인체의 감각기관이 조화를 이루어 참나⁸⁸⁾를 향하도록

84) B. K. S. Iyengar(2001), Yoga ; The Path to Holistic Health, London : Darling Kindersley, p. 14.

85) 최경아(2009), 요가 참여자의 몰입경험이 여가 정체성 현출성 및 생활만족에 미치는 영향, 이화여자대학교 석사학위논문, pp. 16-17.

86) 박장근 · 임란희(2004), 12주 하타요가 수련이 여성의 신체기능에 미치는 영향, 한국체육과학회지, 43(6), pp. 959-966.

87) B. K. S. Iyengar, 현천 역(1998), Yoga Dipika: 육체의 한계를 넘어, 서울 : 범보신문사, p. 15.

88) 참나는 ‘아트만(Artman)’을 번역한 용어로 우리의 본질인 순수 의식, 진리, 지복이라는 더

록 인도하는 수단이라고 한다⁸⁹⁾.

이처럼 요가는 참된 본성을 찾기 위한 방법으로 신체적 수련을 채택하였으며, 이를 통해 자신의 참된 자아를 찾는 신체와 정신의 합일상태를 이루어 최고의 경지로 도달하는 것을 목적으로 한다.

2) 현대 요가의 특성과 동작 연구

현대사회는 경쟁에서 살아남아야한다는 심리적 부담과 과중한 업무로 신체적 움직임을 제한시키는 사회이다. 최첨단 과학과 IT산업의 눈부신 성장은 편리함이라는 편이성을 내세워 신체의 움직임이 필요하지 않은 정지된 상태 특히 앉은 자세에서 모든 일을 수행 가능하도록 하고 있다. 그러나 현대인들의 잘못된 신체의 불균형적 자세들은 허리통증, 척추 및 골반변형, 말초신경 순환장애, 거북목 등을 초래하고 있다.

현대 생활에서 요가는 잘못된 행동 자세 및 직업 환경에 의해 야기되는 신체적 피로 및 잘못된 동작 등 신체의 불균형에서 오는 신체적·심리적 병리현상을 바로 잡아 균형적인 신체회복을 유도하며, 자연치유력을 강화시키는 운동 처방의 개념으로 받아들여지고 있다. 요가의 효과로는 아사나(Asana, 호흡관련 체위법)가 있다. 아사나란, 요가의 가장 근본이 되는 개념으로, 신체적 단계에서 정신적인 단계에 이르기까지 전체를 아우르는 것이다. 이것은 내부의 자아와 외부의 자신 사이의 교감을 이루어 몸과 마음을 혼연 일체시키는 여러 요가자세로 수행된다⁹⁰⁾. 행동능력의 균형이 회복됨에 따라 건강, 무병, 수족의 쾌적함을 주고, 음양의 생리적 균형으로 몸의 균살이 없어지고 혈색이 좋아진다. 미국 국제 정신건강연구소의 모건(Morgan)과 골스톤(Goldston)은 운동이

높고 영원한 본성을 가리킨다.

89) 스리K. 파타비 조이스, 김소연 역(2013), 요가 말라(Yoga Mala), 고양 : 침묵의 향기, pp. 35-37.

90) Ranjana Sengupta(2001), op. cit., p. 24.

정신건강과 심리적 안정에 긍정적 효과를 주어 불안과 우울증을 감소시키고 스트레스를 저하시키는데 효과적이라고 하였다⁹¹⁾.

요가 운동은 정신과 신체를 하나로 보고 접근한 운동법으로 현대인이 추구하는 삶의 균형을 모색하기 위한 몸과 마음의 통합적 건강운동으로 대중적 스포츠 활동이다⁹²⁾.

이와 같은 요가에 대한 관심은 현대의 웰빙 문화를 추구하는 현상으로, 건강에 대한 높은 관심과 요구로 야기되었으며 몸과 마음의 유기적 결합을 통해 보다 풍요롭고 가치 있는 인생을 영위하는 라이프 스타일을 생성하였다고 본다. 다시 말해 현대인은 심신의 조화로 여유로운 삶을 영위하기 위해 정신수양과 관련된 요가에 관심이 높아지고 있으며, 그동안 물질적 추구에 편중되어 심신에 대한 성찰을 등한시한 것에 대한 자기성찰이라고도 볼 수 있다.

일반적인 다른 운동과 구분된 요가 동작은 빈야사(Vinyasa)라고 하며, 이는 끊임없이 이어지는 호흡을 계속 주시하여 동작과 함께 조화를 이루도록 움직임에 흐름을 주는 것을 말한다. 빈야사는 동작을 실행할 때 상호보완적이고 중요한 두 가지 요소가 강조되는데, 하나는 우자이(Ujjayi-흉식횡경막호흡)호흡이고 다른 하나는 반다(Bandha)이다⁹³⁾.

빈야사 수련법으로 널리 알려져 있는 태양 예배자세(Sun Salutation)인 수리야 나마스카라(Surya Namaskara)가 우디아나 반다(Uddiyana Bandha)를 터득하는 대표적 자세이다. 반다는 ‘잠금’이란 뜻으로 신체적 특정기관을 조여 수축하는 것을 뜻하며 이를 통해 신경을 자극하고 차크라(Chakra)⁹⁴⁾를 일깨운

91) 김한(2004), 혼자서 쉽게 내 몸을 고치는 요가 139가지, 서울 : 시공사, pp. 18-19.

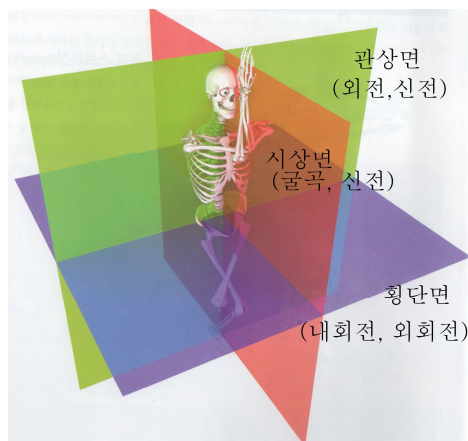
92) 진지형(2006), 요가센터의 서비스 품질이 고객만족도와 서비스 충성도에 미치는 영향, 한국체육학회지, 45(2), pp. 371-381.

93) 유선식 외(2012), 생체역학적 분석을 통해서 본 빈야사 요가 수련이 우디아나반다 체득에 미치는 효과 검증, 운동학 학술지 14(3), pp. 13-24.

94) 차크라(Chakra)란, 요가에서 말하는 신경중추 시스템으로 우리의 정신건강은 차크라의 영향을 받는다. 요가에서는 척추에 7개의 차크라가 있으며, 우주의 에너지는 차크라 안에 있고, 우리 스스로 차크라를 자각하여 일깨워야한다고 한다. (출처 : Ray Long, 강준한 외 역 (2011), The Key Muscles of Yoga, 한솔의학서적, p. 220)

다⁹⁵⁾. 수리야 나마스카라를 정확히 체득하면 육체적 및 정신적 건강을 얻을 수 있으며, 삶의 다방면으로 영적 깨달음의 경지에 이르게 하는 준비를 할 수 있다. 또한 수리야 나마스카라는 요가를 수련하기 위한 시작이며, 본질적으로 몸과 마음 그리고 영혼의 합일을 통해 우리를 궁극적인 자각의 상태로 이르게 한다⁹⁶⁾.

Ray Long(2011)은 요가 동작의 움직임 분석할 때 기준이 되는 분할면을 관상면(coronal plane), 시상면(sagittal plane), 횡단면(transverse plane)으로



<그림 10> 인체 움직임을 삼면 분할법에 적용한 6가지 동작제시
(출처: Ray Long, 강준한 외 역 (2011), The Key Muscles of Yoga, 한솔의학서적, p. 44.)

나누어 <그림 10>과 같이 제시하였다. 관상면은 인체를 측면에서 수직으로

95) Ray Long, 강준한 외 역(2011), Your Guide to Functional Anatomy in Yoga: The Key Muscles of Yoga, 서울 : 한솔의학서적, p. 220.

96) John Scott(2000), Ashtanga Yoga : The Definitive Step-by-Step Guide to Dynamic Yoga, New York : Three Rivers Press, pp. 24-25.

절단하여 앞뒤로 나눈 면으로 내전(adduction, 內轉)과 외전(abduction, 外轉)으로 구분되는데, 내전은 몸의 중심부나 정중선(midline)쪽을 향해 움직이는 동작이며, 외전은 몸의 정중선에서 멀어지는 움직임을 말한다. 시상면은 인체를 수직으로 좌우로 나눈 면으로 굴곡(flexion)과 신전(extension)으로 구분되는데, 굴곡은 주로 사지가 전방으로 움직이는 것을 말하며, 무릎과 같이 뒤로 움직이는 것은 예외이다. 신전은 사지가 후방으로 움직이는 것이다. 횡단면은 인체를 수평으로 절단하여 상하로 나뉘는 면으로 내회전(internal rotation)과 외회전(external rotation)의 움직임이 있으며, 회전은 몸의 장축이나 정중선 쪽으로 회전하는 내회전과 정중선으로부터 멀어지는 외회전으로 나뉜다. 이와 같은 분할면에서 일어나는 내전과 외전, 굴곡과 신전, 내회전과 외회전의 동작들의 상호작용에 의해 인체의 움직임이 일어난다⁹⁷⁾.

요가에 관련한 선행연구에 의하면 생체 역학적 관점에서 많은 요가 자세들은 발목관절 순모멘트(net moment: 운동동작을 지칭하는 정도를 나타내는 물리량)가 일반적인 걷기의 발목관절 순모멘트와 유사하고 큰 회전 모멘트가 요구되는 요가 자세의 무릎과 엉덩이 순모멘트는 뛰기의 순모멘트와 유사하며, 요가자세를 유지할 때 신체에 전달되는 에너지와 충격은 걷기운동이나 뛰기에 비해 적어 바람직한 운동이라고 보고되었다⁹⁸⁾. 그리고 규칙적인 태양예배자세를 통한 수련은 체중을 조절하고 심호흡계 건강을 증진시키고⁹⁹⁾, 우디아나 반다는 노인의 코어 안정성에 매우 효과적이며¹⁰⁰⁾, 요가 수련그룹이 대조군에 비해 균형제어 능력이 향상되는 것으로 보고된 바 있다¹⁰¹⁾. 이처럼 요가는 일상생활에서 반복적으로 행하는 동작 자세와 흡사하여 무리 없는 동작 효과를

97) Ray Long(2011), op. cit., p. 44.

98) Westwell, M. et al.(2006), Evolution of lower extremity joint moments experienced during several yoga postures, Gait and Posture, 24(2), pp. 213-215.

99) Mody, B. S.(2010), Acute effects of Surya Namaskar on the cardiovascular & metabolic system, Journal of Bodywork & Movement Therapies, 20, pp. 1-5.

100) Omkar, S. N., & Vishwas, B. T. (2009), Yoga techniques as a means of core stability training, Journal of Bodywork and Movement Therapies, 13, pp. 98-103.

101) John Scott(2009), op. cit., p. 18.

볼 수 있을 뿐 아니라, 운동에 의한 에너지와 충격은 오히려 적어 관절에 이상이 있거나 노년기에 권장할 만한 대중적 스포츠로 판단된다.

요가 수련에서 태양예배자세는 신체에 매우 효과적인 운동법으로 많은 요가 수련자들이 중요한 수련과정으로 여기며 반복 수련하고 있다¹⁰²⁾.

요가의 기본이 되는 동작을 제시하면 다음과 같다. <표 1>은 현대 요가 중에서 가장 대표적인 아사나를 중심으로 한 기본요가동작이다. 주로 늘리기, 서기, 앉기, 엎드리기 등의 기본 동작을 수행한다. <표 2>와 <표 3>은 빈야사 수련법으로, 수리야 나마스카라를 태양 예배자세(Sun Salutation)¹⁰³⁾와 달 예배자세(Moon Salutation)를 중심으로 요가수련을 위한 기초 동작을 제시한다. 태양과 달을 신격화하여 섬겼던 고대 인도인들이 절을 수행하는 모습을 요가 동작을 연결하여 수행한다¹⁰⁴⁾¹⁰⁵⁾.

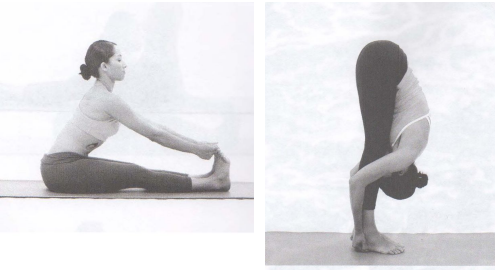
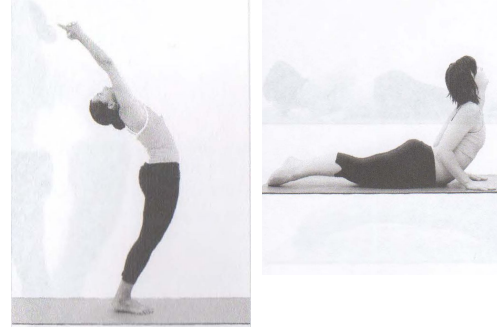
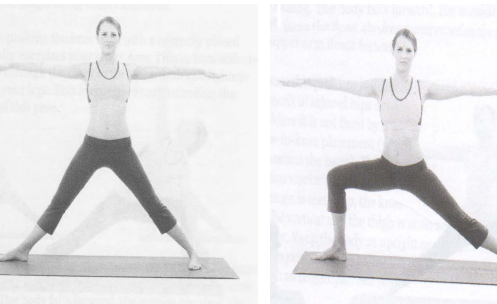
102) 유선식 외(2012), op. cit., pp. 13-24.

103) 나디아(이승아)(2014), 더 이상 실패 없는 리스타트 요가, 서울 : 미호, pp. 118-119.


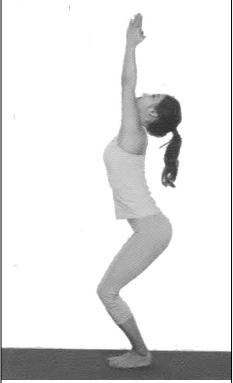
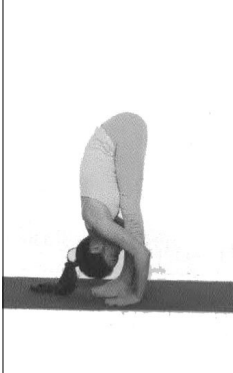
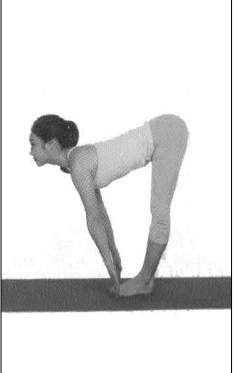
104) Nancy Gerstein(2008), Guiding Yoga's Lights: lessons for Yoga's teachers, M. A. ; Human Kinetiscs, pp. 33-65.

105) Gabrielle Raiz(2012), Hot Yoga Master Class: Discover a Beautiful Hot Yoga Practice-Precision Techniques for Beginners to Advanced, Buderim : Colete Pty Ltd., pp. 72-99.

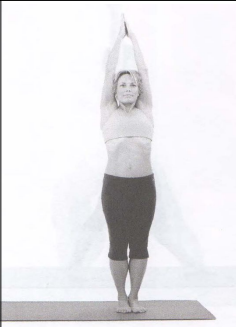
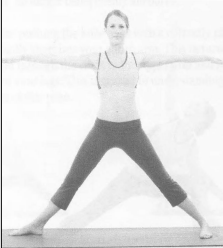
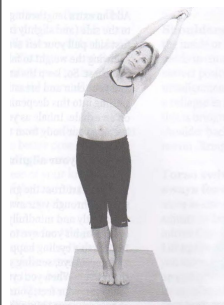
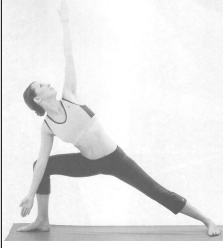

<표 1> 아사나(Asana)의 기본 동작

구분 명칭	동작	동작부위
우타나사나 (Uttanasana)		관상면 내전 및 시상면 굴곡
부장가사나 (Bhujangasana)		관상면 외전
트리코타사나 (Trikotasana)		횡단면 외전 및 시상면 신전

<표 2> 수리야 나마스카라(Surya Namaskara)의 태양예배동작

구분 명칭	동작	동작부위	구분 동작	동작	동작부위
타다사나 A (Tadasana A)		시상면 신전	타다사나 C (Tadasana C)		시상면 신전
타다사나 B (Tadasana B)		관상면 내전 및 시상면 굴곡	타다사나 D (Tadasana D)		관상면 내전

<표 3> 수리야 나마스카라(Surya Namaskara)의 달 예배동작

구분 명칭	동작	동작부위	구분 명칭	동작	동작부위
타다사나 (Tadasa -na)		시상면 신전	화이브 포인트 스타 (Five Point star)		횡단면 외회전 및 시상면 신전
사이드 문 (Side moo -n)		시상면 신전	트리코나 사나 (Trikona -sana)		횡단면 외회전 및 시상면 신전
파시보타 나사나 (Parshvott -anasana)		관상면 내전 및 시상면 굴곡	/		

본 연구에서는 요가의 기본동작 중에서 동작수행이 어렵지 않으며 3D 스캐닝 작업 시 체표면 측정이 가능한 동작을 선별하여 실험동작으로 선정하였다. 실험동작은 선 자세에서 진행된 동작을 중심으로 선별하였으며, 아사나 기본 동작에서는 부장가사나, 수리야 나마스카라의 태양예배에서는 타다사나 A와 타다사나C가 선정되었으며, 달 예배에서는 사이드 문과 트리코타사나가 선정되었다. 트리코타사나의 경우 아사나와 달 예배에 모두 포함되는 동작으로 다양하게 응용된 동작이 제시되는데, 피험자가 수행하기 쉽고, 3D 스캐닝에 제한이 없도록 동작을 수정하여 제시하였다.

3) 요가웨어 시장 현황

국내 요가 시장은 2008년부터 활성화 되어 요가의 인구는 여성 뿐 만 아니라 남성, 임산부, 영유아에 이르기까지 대중적 국민스포츠의 개념으로 확대되어 가고 있다. 반면 국내 요가 웨어 업체는 해외 수입브랜드들에 잠식되어¹⁰⁶⁾, 초기단계의 성장에 있다.

해외시장의 경우, 요가열풍을 이끌어낸 캐나다 요가 브랜드 룰루레몬(Lululemon)은 2012년 기준, 약 10억 달러의 순 매출을 올리며 전년대비 40%대의 성장률을 기록한 가운데 대형 의류브랜드의 진입이 예상되었다. 2008년 갭(Gap)사는 여성복 스포츠웨어 브랜드인 애슬레타(Athleta)를 인수하였으며, 대기업 VF그룹은 2007년 피트니스-요가웨어 브랜드인 루시(Lucy)를 인수하였다. 2012년 대형할인점 타겟(Target)은 피트니스-요가복의 후발주자로 나서 신개념 피트니스 요가복브랜드 씨나인(C9)을 선보이며 자사 브랜드를 대상으로 단독매장을 오픈하였다¹⁰⁷⁾.

106) ITN 국제섬유신문, <기자의 눈> 요가복 '스포츠 블루오션' 급부상, 게재일 2011. 7. 18. <http://www.itnk.co.kr/news/articleView.html?idxno=33708> [검색일 2014. 3. 10.]

107) 패션비즈(2012), 요가, 피트니스 브랜드 잘 나가네 「룰루레몬」에서 「C9」까지, 게재일 2012. 8. 13 <http://www.fashionbiz.co.kr/WW/?cate=2&idx=128260> [검색일 2014. 3. 11.]

국내에 잘 알려진 기능성 요가 웨어의 해외브랜드로 이지요가(Easy Yoga), 플라웨어(Mulawear)를 비롯하여 언더아머(Under Armor), 룰루레몬(Lululemon), 락웨어(Rockwear) 등이 있으며, 국내 요가전문브랜드로는 효성의 엔비라인(Envyline)을 비롯하여 메디테이션(Meditation), 세븐다이얼(Sevendials) 등이 있다. 국내 브랜드의 경우 아직 성장단계에 있는 경우가 대부분이기 때문에 해외브랜드에 비해 제품력과 브랜드 인지도가 낮은 편이다.

스포츠 의류브랜드 헤드(Head), 르코끄 스포티브(Le Coq Sportif), 아디다스(Addidas)는 운동특성에 맞춘 기능성 의류제품생산을 세분화함에 따라 요가수련을 위한 특성화된 의복을 생산하고 있다. 스포츠 의류브랜드 헤드(Head)는 2013년 요가복 브랜드 에고(Ego)를 런칭하여 팝업스토어 오픈 및 스포츠분야 유명 여성 인사를 모델로 한 화보집을 출간하여 홍보를 강화하고 있다¹⁰⁸⁾¹⁰⁹⁾. 르코끄는 운동을 즐기는 여성을 위한 ‘우먼스 트레이닝 라인’을 출시하였으며, 여러 스포츠의류제품 중 요가복을 포함한 인도어 스포츠웨어(indoor sportswear)를 중심으로 전개하고 있다.¹¹⁰⁾

아디다스(Adidas)는 프리미엄 디자이너 라인인 스텔라 메카트니(Stella McCartney)를 여성 기능성 스포츠웨어 라인으로 강화하여, 여성소비자가 선호하는 운동별 아이템 카테고리를 수영, 조깅, 사이클, 스튜디오, 요가, 윈터스포츠 등으로 세분화하여 각 운동에 적합한 고감도의 기능성 의류와 신발 등을 출시하고 있다¹¹¹⁾.

또한 2013년부터는 이너웨어 브랜드들도 스포츠분야의 확장을 시도하고 있다. 남영비비안은 스포츠용 속옷부터 기능성 운동복까지 전개하는 종합 스포

108) 스포츠한국, 헤드 ‘에고 라인’ 여심 읽은 스포츠 웨어 선보여, 게재일. 2013. 9. 23. <http://sports.hankooki.com/lpage/life/201309/sp20130923131946109530.htm> [검색일 2013. 3. 10.]

109) 어패럴 뉴스, ‘헤드’ 여성스포츠시장 공략, 2013. 9. 11. 게재 <http://www.apparelnews.co.kr/naver/view.php?iid=47844> [검색일 2014. 3. 10.]

110) 르코끄 스포티브, <http://m.lecoqsportif.co.kr/product/issueitem.asp?seq=83> [검색일 2014. 3. 14.]

111) <http://www.philstar.com/fashion-and-beauty> [검색일 2014. 3. 15.]

츠 웨어 3S(Stylish, Spirit, Sport)를 선보여 기능성과 스타일을 고려한 제품을 출시하였다. 속옷 생산을 통해 축적된 기술 노하우를 활용하여 활동량이 많은 스포츠용 브라와 팬티 뿐 만 아니라 티셔츠, 바람막이 점퍼를 전개하고 있다. (주)좋은사람들은 블랙야크(Black Yak)와 합작한 보디가드X블랙야크(Body Guard X Black Yak)를 선보여, 인체공학적 설계가 특징인 스포츠 브랜드 지엑스 핏(GX FIT)을 전개하였다. 이 브랜드는 남성층을 주요 소비자로 하며, 흡습 속건 및 통풍과 같은 기본적인 기능에 등산, 워킹, 러닝, 사이클링 등 스포츠 활동 시 면역력을 증강시키고, 운동력 향상 및 부상을 방지 위한 3D 인체공학 디자인을 부각시키고 있다¹¹²⁾. 속옷 브랜드의 기능성 스포츠웨어 시장의 진입은 신축성 소재를 사용한 밀착된 의복 중심으로 전개가 이루어져 향후 요가 관련 아이템 전개가 빠르게 진행될 것으로 예상된다. 또한 2014년 7월 코엑스에서 개최된 ‘코리아 스타일 위크 2014’에서 소미인터내셔널(www.d-fitwear.com)의 여성용 전문 기능성 스포츠웨어 디 핏(D-Fit)이 소개되었다. 이 브랜드는 소재개발 뿐 아니라 인체공학적인 패턴디자인과 이음새를 최소화한 무봉제 라인으로 몸의 실루엣을 보정하여 최적의 핏을 구현한다. 지난 2010년 스포츠브라 개발을 시작으로 현재 요가, 필라테스, 피트니스용 등 기능성 스포츠웨어 약 40여 종을 출시하였다¹¹³⁾. 이 밖에 패션회사 출신의 디자이너들이 만든 요가복 쇼핑볼 브랜드인 러닝업(Running Up), 엠 엔 케이(Mnk), 에스라티(Eslati)들도 있다¹¹⁴⁾. 앞에서 언급한 요가 의류업체 브랜드 현황을 정리하면 <표 4>와 같다.

이와 같이 최근 기능성 스포츠웨어 시장의 확대는 스포츠 전문브랜드를 양산시킬 뿐 아니라, 기존의 캐주얼 스포츠웨어 브랜드들이 기능성 디자인을 보강

112) 패션채널(2014), 이너웨어, 스포츠 라인으로 매출 보완, 한국패션협회, 게재일 2014. 7. 1. <http://koreafashion.org> [검색일 2014. 7. 1.]

113) Aving Global Network(2014), 무더운 여름 기능성 소재로 산뜻하게, 게재일 2014. 7. 17. <http://kr.aving.net/news/view.php?articleId=1026517> [검색일 2014. 7. 21.]

114) 패션비즈(2012), op. cit. [검색일 2014. 3. 11.]

한 스포츠별 특화상품을 생산하고, 이너웨어 브랜드들은 속옷 생산에 축적된 기술력을 적용시켜 기능성 요가 스포츠웨어의 시장 진입을 적극적으로 시도하고 있다.

이처럼 해외시장에서 요가 웨어 소비시장의 확대는 국내 시장에도 적용되어 앞으로 국내 의류업체의 요가웨어 시장도 빠르게 발전할 것으로 예견된다. 따라서 본 연구와 같은 요가 웨어의 제품력을 향상시키기 위한 프로토크 연구가 절실히 요구된다.

<표 4> 요가관련 의류업체 브랜드 현황 및 특성

카테고리		브랜드명	특징
요 가 전 문	해외 브랜드	룰루레몬, 애슬레타, 루시, C9 이지요가, 언더아머, 볼라웨어, 언더웨어, 락웨어	요가의류브랜드의 대형화
	국내 브랜드	엔비라인, 메디테이션, 세븐다이얼	제품력과 인지도가 부족한 초기 단계
	국내 요가 쇼핑몰 브랜드	러닝업, 엠엔케이, 에스라티	패션회사출신 디자이너 브랜드
기 타	스포츠웨어 브랜드의 세분화 진입	헤드 - 에고 르코르 스포티브 - 우먼스 트레이닝 라인 아디다스 - 스텔라 메카트니	인도어 스포츠웨어 시장 진입
	이너웨어 브랜드의 시장 확대 진입	남영비비안 - 3S (주)좋은사람들 - 보디가드×블랙야크 소미인터내셔널 - D-Fit	속옷생산 기술력을 접목한 시장개척

4) 요가와 중년여성

뉴욕 컬럼비아 의과대학 교수인 로렌 피시먼(Loren Fishman) 박사는 중년여

성의 신체적 건강을 향상시키기 위한 방법으로 요가를 추천한다. 사람은 나이에 의해 노화가 만성적으로 누적되는데 특히 중년여성은 허리디스크, 좌골신경통 등의 허리 및 골반부의 문제가 발생하기 쉬우므로, 체형의 균형을 위해서는 유연성, 조정, 균형을 이루는 요가가 효과적이라 말한다.¹¹⁵⁾

중년기 여성은 시기적으로 생물학적 변화 양상에 의해서 이전 연령보다 급속한 체형변화를 경험하게 된다. 이러한 체형변화는 하반신 체형에서 뚜렷하게 나타난다.

선행연구에 의하면 박순지·김혜경(1997)¹¹⁶⁾는 중년여성의 신체변화를 고려한 패턴을 적용하기 위해 배들출 부위를 감안하여 엉덩이 둘레에 더 많은 여유량을 설정한다고 하였으며, 권숙희(1998)¹¹⁷⁾는 중년여성의 경우 너비항목과 둘레항목이 증가하는데 특히 허리와 배부위의 증가율이 커지며, 46~49세의 기간에 증가폭이 커서 비만해지는 시기라고 하였다. 또한, 최유경(1997)¹¹⁸⁾은 30대 후반과 40대에서 상·하반신 모두 신장에 대한 너비의 비율이 가장 크며, 특히 허리너비의 비율이 가장 커서 어깨에서 엉덩이에 이르는 옆선 실루엣이 밋밋한 H형 체형이 가장 많다고 하였다. 정명숙(1994)¹¹⁹⁾은 40대는 높이 및 길이는 비교적 작으나 비만하여 어깨가 좁고 솟은 체형이며 하반신의 길이가 짧고 허리에서 대퇴부위까지가 가장 굵고 무릎과 종아리 부위는 가장 가늘어진다고 하였다. 박종희·류숙희(2004)¹²⁰⁾는 중년여성은 자신의 체형에 대해 만족을 느

115) The New York Times, Advice on Practicing Yoga in Middle Age-Part 1, 게시일 2013. 5. 8. <http://www.nytimes.com/2013/05/08/booming/advice-on-practicing-yoga-in-middle-age-part-1.html?pagewanted=all&r=0> [검색일 2014. 11. 20]

116) 박순지 · 김혜경(1997), 중년기 여성을 위한 슬랙스원형 설계에 관한 연구, 대한가정학회지, 35(4), pp. 79-94.

117) 권숙희(1998), 18~54세 여성의 연령 집단별 체형 차이 연구, 대한가정학회지, 36(5), pp. 17-27.

118) 최유경(1997), 여성체형의 형태적 분류 및 연령 증가에 따른 변화, 서울대학교 대학원 박사학위논문, pp. 120-141.

119) 정명숙(1994), 성인 여성 체형의 분류 및 연령층별 특징연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문, pp. 85-95.

120) 박종희 · 류숙희(2004), op. cit., pp. 121-135.

끼지 못하고 신장은 더 커 보이고 허리는 가늘어 보이기를 원하는 경향을 보인다고 하였다. 김경애(2003)¹²¹⁾는 중년여성의 하반신체형을 분석한 결과, 연령이 증가할수록 신장과 같은 길이항목은 감소하고, 둘레, 너비, 체중 등의 수평항목은 증가한다고 하였다. 특히 허리둘레와 엉덩이 둘레는 개인별 변화폭이 크며, 배 둘레와 배 두께, 엉덩이둘레와 엉덩이두께는 치수가 증가하는 것으로 나타났다. 이정진(2011)¹²²⁾은 40~59세까지의 중년 여성의 체형분류에 따른 신체부위별 요인분석결과에 의하면 엉덩이 및 다리부위의 치수변화가 크며, 길이항목에서는 신장 이외의 항목에서는 치수변화의 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이와 같이 중년여성의 허리, 복부, 엉덩이를 중심으로 한 신체변화폭의 증가는 신체균형을 저해하는 요인으로 판단할 수 있으므로, 본 연구는 요가 동작을 활용하여 중년 여성의 하반신체형에 적합한 요가 슬렉스 패턴을 연구하고자 한다.

121) 김경애(2003), 중년여성의 하반신 체형 특성에 따른 슬렉스 원형개발에 관한 연구, 성균관대학교 대학원 석사학위논문, pp. 4-5.

122) 이정진(2011), 중년 여성의 하반신 체형에 따른 니트 슬렉스 패턴 연구, 한양대학교 대학원 박사학위논문, pp. 84-85.

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

1. 연구대상 및 비교복 선정

연구 대상은 서울에 거주하는 45~54세의 중년여성으로 질의응답을 통해 6개월 이상 요가를 수련한 경험이 있는 사람 중 표준체형에 근접한 5명을 선정하였다. 중년 여성의 표준체형 치수는 기술표준원의 전신측정 데이터검색을 활용하였다. 즉, 제6차 한국인의 평균체형치수¹²³⁾ 결과 내에 연령범위를 직접 조작하여, 45~54세 범위로 연령을 제한시킨 후 해당하는 여성의 인체치수를 산출하였다. 피험자 선정은 각 신체부위별 치수가 제6차 한국인의 평균체형치수의 표준오차범위 내에 해당되는지를 직접계측과 직접문답을 통해 확인한 후 이에 적합한 5명을 선정하였다.

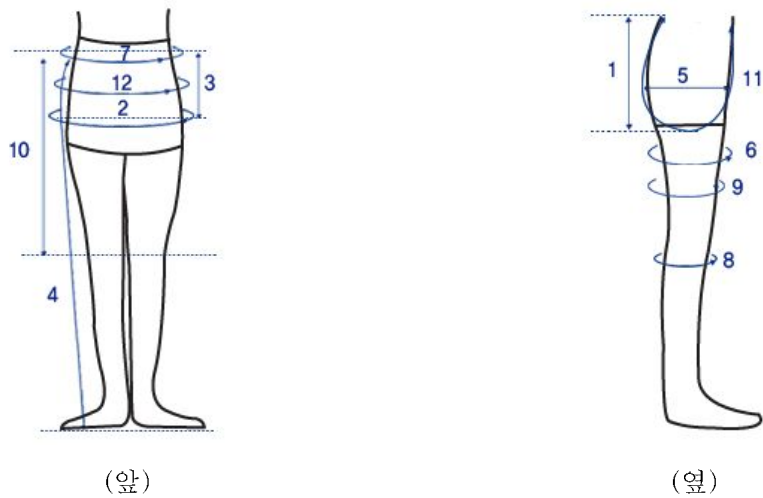
피험자의 인체치수측정은 직접측정법을 사용하였다. 이 방법은 피험자의 각 신체부위를 줄자로 측정하는 것으로, 각 부위항목의 측정치의 정확도를 높이기 위하여 각각 3번씩 반복 계측하도록 하였다.

즉, 제6차 국민표준체위조사(2010)의 자료 중에서 45~54세 성인여성 340명을 대상으로 한 표준체형을 분류하여 추출된 치수자료를 사용하여 중년여성의 대표 체형치수를 연구대상의 기준으로 사용하였으며, 네 명의 피험자 중 표준편차 내에 있으며 오차가 가장 적고, 표준체형에 가장 근접한 피험자 한 명을 선정하여 3D 형상데이터 작업을 실시 후 3D 인체 형상 자료로 활용하였다.

<표 5>는 본 연구에 선정된 5명의 피험자와 제6차 한국인의 표준체형치수 중 45~54세에 해당하는 중년여성의 표준치수 및 표준편차를 제시하였다. 모

123) 기술표준원(2010). 제6차 한국인 인체치수 직접측정 조사결과 보고서. <http://sizekorea.kr/> [검색일 2014. 7. 13.]

든 피험자의 인체측정치수는 표준오차 범위 안에 해당되었다. <표 5>에서 제시한 부위 항목 중 밑위길이 항목은 제6차 한국인 표준체형치수 항목에 포함되지 않아 산업체별 인체치수데이터 중 의류산업결과자료¹²⁴)에서 제시한 40대와 50대의 밑위길이의 평균치수로 대체하여 제시하였으며, 표준오차범위는 전 연령대의 평균치수의 오차범위를 참고하였다. <그림 11>은 여성의 하반신체형의 부위별 길이와 둘레 항목을 도식화하여 직접 계측 시 활용하였으며, <표 5>의 항목을 숫자로 기입하여 표기하였다.



<그림 11> 산업체별 인체치수 측정 항목; 하반신 길이 및 둘레
(출처 : 기술표준원 - <http://sizekorea.kr> [검색일 2014. 3. 23.]

비교복 선정 작업은 요가수련자 46명에게 직접면담을 실시하여 시중에 판매되는 요가복 브랜드 전체를 열거한 후 각 브랜드의 인지여부 및 선호도를 조

¹²⁴) 산업별 인체치수데이터; 의류산업, 출처 <http://sizekorea.kr>(사이즈코리아 홈페이지) [검색일 2014. 5. 10.]

사하여 높은 평가를 받은 요가 브랜드 4종을 선정하였다.

본 연구는 체표면 데이터분석을 통해 요가슬렉스의 패턴개발에 중점을 두고 있으므로, 브랜드별 제품 선정 시 패턴을 제외한 색상, 길이, 소재, 실루엣 등의 외부변인은 통제하도록 하였다. 색상은 모든 브랜드 제품의 다수를 차지하는 짙은 회색이나 검정으로 명도가 낮은 무채색으로 선정하였으며, 길이는 동작평가의 변인을 없애기 위하여 직접면담 결과 선호도가 가장 높은 7부 길이로 선정하였다. 소재는 스판덱스(spandex) 14~17%, 나일론(nylon) 및 폴리에스테르(polyester) 83~86%의 제품을 선정하여 패턴축소율에 대한 변인을 최소화하도록 하였다. 의복 실루엣은 소재의 특성을 고려하여 체표면과 의복 사이점 설정 시 좌우를 동일하게 지정하도록 고려하였으나, 좌우 기준점의 여유량이 존재하지 않는 기능성 밀착 하의를 기본으로 하였다.

비교복 선정은 직접면담 결과로 선정된 네 개 브랜드의 슬렉스제품을 선정하되, 각 브랜드의 슬렉스 종류를 조사하여, 제품이 패턴을 제외한 항목이외의 외부변인이 통제항목에 적합한지 여부를 판단한 후 결정하도록 하였다.

<표 5> 중년여성 피험자 치수와 표준체형

(단위 : mm)

측정대상 부위항목(No.)		S1	S2	S3	S4	S5	제6차 한국인 치수	표준 편차
신장		1530	1542	1586	1560	1573	1557.90	48.89
몸무게		535	593	627	605	512	58.37	7.66
둘레 측 정 항 목	허리둘레(7)	730	793	815	843	730	805.20	77.14
	배꼽수준 허리둘레	745	830	833	876	762	834.42	75.05
	영덩이둘레(2)	910	970	968	930	902	935.63	50.17
	밑위둘레(11) (=살 앞뒤길이)	670	730	734	732	720	703.33	36.85
	허벅지둘레(6) =넙다리 둘레 (볼기고랑점을 지나는 수평둘레)	530	563	568	565	532	554.77	37.12
	무릎둘레(8)	330	362	365	345	355	345.95	20.29
	종아리둘레	348	350	358	360	350	345.38	22.60
길이 측 정 항 목	다리길이(4)	953	950	980	952	968	948.04	37.60
	영덩이길이 (3)(=영덩이 옆길이)	198	202	195	188	178	183.42	22.13
	밑위길이 (=영덩이 수직길이: 영덩이선에서 살점까지 수직거리)	247	250	263	255	248	248.00	23.00

2. 동작분석을 위한 요가 동작 선정

각각의 실험동작은 준비운동을 10분간 실시한 후 본 동작 자세를 3번씩 반복하여 취하게 하였으며, 동작 자세는 각각 5분의 간격을 두도록 하여 동작의 정확성을 높이도록 하였다.

3D 체표면 측정을 위한 요가동작은 스캐닝 작업과정에서 결과 도출이 원활하도록 하고, 임의로 형태보정작업을 해야 하는 과정을 최소화시키기 위해 객관적 데이터 도출에 주력하였다. 3D 스캐닝 작업 시 피험자의 관절 동작 및 자세에 따라 피부표면이 서로 접촉되는 현상이 발생할 수 있는데, 이러한 경우에는 스캐너의 빛이 직접 피부표면에 닿을 수 없게 되어 객관적 3D 데이터 산출이 불가능하므로, 연구자가 임의로 수정 및 보완하는 경우가 많다¹²⁵⁾. 이는 객관적 결과를 도출하는데 방해가 되는 요소로, 동작 선정 시 3D 스캐닝 작업과정을 이해하여 객관적 도출이 가능한 자세를 선별하는 작업이 필요한 이유이다.

본 연구를 위한 요가동작의 기준이 되는 정자세는 하반신 측정 시 레이저 빔이 고르게 통과될 수 있도록 골반너비로 발을 좌우로 벌려 바깥 복사뼈가 어깨 끝에 오도록 11자 발 형태로 서 있는 자세로 선택하였다. 즉, 요가의 선 자세는 발을 서로 붙인 상태로 스캔 측정 시 레이저 빔이 통과되지 못해 측정이 불가능한 손실 부위가 발생할 수 있으므로, 예상 근접 치로 산출되는 경우를 줄이고자 발과 발 사이의 공간을 부여하였다.

서 있는 자세 이외에 요가동작 선정기준도 3D 인체형상 스캔 시 치수측정이 원활하고, 임의 수정작업의 오차 없이 데이터의 객관성을 유지할 수 있도록 선 자세를 기초로 하반신 체표면 변화를 주는 요가동작으로 선정하였다.

125) 한현숙(2007), 의복제작을 위한 3차원 인체 측정점 및 치수측정경로 자동설정에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문, pp. 94-100.

1) 측정항목에 따른 기준점 설정

본 연구를 위한 기준점 설정은 <표 6>과 같이 한국기술표준원에서 제시한 측정 기준점 항목¹²⁶⁾을 사용하였으며, 한현숙(2007)¹²⁷⁾과 윤미경 외(2007)¹²⁸⁾의 측정기준점을 추가하였다. 체표면 분할법은 정연희·이예진(2012)¹²⁹⁾의 측정 기준점을 참고하였다.

각 측정기준점은 피험자의 체표면에 1×1cm²의 사이즈의 2T(mm) 두께의 접착지를 부착하여 표시하며, 3D 스캐닝 시 색상이 아닌 형상을 통해 기준점을 인식하도록 한다. 기준점은 체표면 분할과정을 위하여 표시한 지점으로, 하반신의 곡률면을 고려하여 수직 또는 수평 이등분한 지점이다.

<표 6>의 기준점 설정항목은 <그림 12>의 표시지점으로 설정되었으며, 설정항목 이외의 지점은 체표분할을 위해 추가로 지정한 안내점으로 인체의 굴곡형상을 고려하여 지정하였다. 인체는 좌우 대칭으로 유지되기 어려워 기준점 설정 시 좌우를 동일하게 지정하도록 고려하였으나, 좌우 기준점의 차이가 클 경우 좌우 기준점 설정의 평균값을 산출하여 체표면 데이터에 입력하는 것으로 가정하였다.

126) 한국기술표준원(2010), 제 6차 한국인 인체치수 3차원 형상측정 조사사업; 최종보고서, 자료검색, www.sizekorea.com [검색일 2014. 3. 29.]

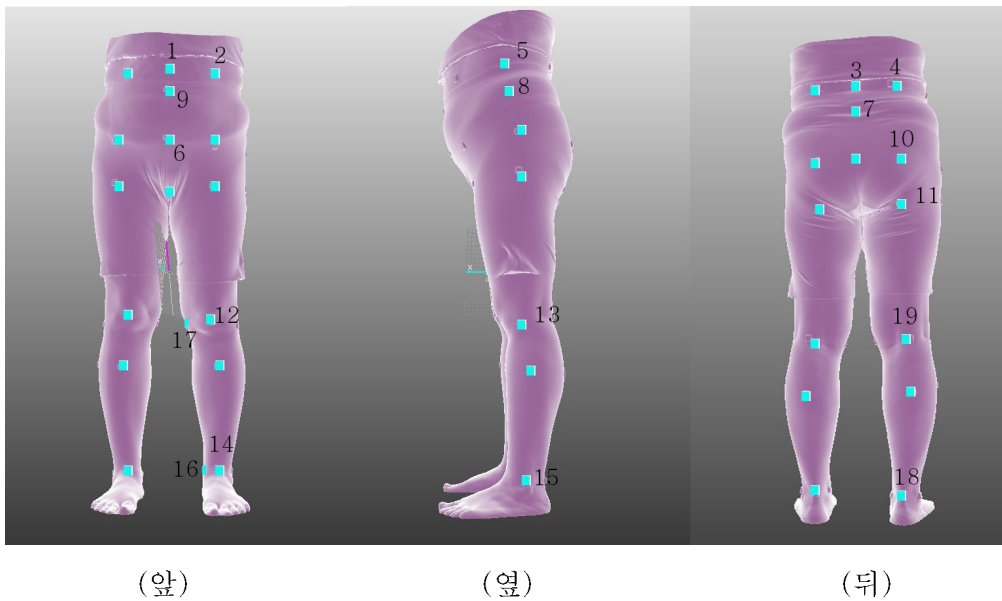
127) 한현숙(2007), op. cit., pp. 40-41.

128) 윤미경 외(2007), 3차원 인체 형상을 이용한 20대 여성의 하반신 전개패턴에 관한 연구, 한국의류학회지, 31(5), pp. 692-704.

129) 정연희 · 이예진(2012), 3D 스캔을 이용한 사이클 동작 전후 체표 변화 고찰 및 2D 전개패턴의 비교, 한국생활과학회지, 21(5), pp. 975-988.

<표 6> 3D 스캔을 위한 기준점 설정 항목

구분 번호	기준점	정의	기술 표준 원	선 행 연 구
1	허리 앞점	허리 옆점 높이를 앞 정중선에 표시한 지점	○	
2	허리 앞이등분점	허리선상에서 앞중심과 옆점을 이등분한 지점		○
3	허리 뒷점	허리 옆점 높이를 뒤 정중선에 표시한 지점	○	
4	허리 뒤이등분점	허리선상에서 뒷중심과 옆점을 이등분한 지점		○
5	허리옆점	피측정자가 앞에서 볼 때 몸통의 오른쪽 옆 윤곽선에서 가장 들어간 지점	○	
6	배돌출점	배 부위에서 가장 앞쪽으로 돌출된 지점	○	
7	배꼽수준 허리뒤점	배꼽점 높이에서 뒤 정중선에 표시한 지점	○	
8	배꼽수준 허리옆점	배꼽점 높이에서 허리의 오른쪽과 왼쪽의 옆선에 표시한 지점	○	
9	배꼽점	배꼽의 가운데 지점	○	
10	엉덩이 돌출점	옆면에서 엉덩이가 가장 돌출된 지점	○	
11	불기고랑점	불기와 넓다리의 연결부분에서 아래 주름의 가장 아래쪽 중앙점	○	
12	무릎뼈 가운데점	무릎뼈 위쪽과 아래쪽 사이의 가운데 지점	○	
13	무릎선 바깥옆선점	무릎뼈 가운데 선상의 바깥옆선점		○
14	발목 뒤중앙점	발목뒷부분을 가로이등분한 중앙점		○
15	가쪽복사점	복사 바깥쪽에서 가장 돌출한 곳	○	
16	안쪽복사점	복사 안쪽에서 가장 돌출한 곳	○	
17	발목 앞중앙점	발목 앞부분을 가로이등분한 점		○
18	무릎선 안쪽옆선점	발목 뒷부분을 가로이등분한 점 무릎뼈 가운데 선상의 안쪽 옆선점		○
19	무릎 뒤중앙점	무릎뼈 가운데점 선상에서 뒤중앙점		○



<그림 12> 측정기준점의 표시 및 추가 분할 안내점 설정

2) 동작분석을 위한 요가동작 수행

인체 스캐닝 작업은 다른 물체와 달리 호흡에 의한 체표면적과 부피의 변화가 일어나기 쉬우므로 미세한 움직임이 일어나지 않도록 최대한 오래 정지동작을 유지할 수 있으며 안정성 있는 대칭동작과 대칭에 가까운 동작들을 선별하여 요가동작으로 제시하였다. 또한 스캐닝 작업 시 빛에 노출될 수 있는 피부면적을 최대한 유지하기 위해 선 자세의 동작을 기본으로 하였으며, 동작과 동작사이의 연결되는 동작으로 많이 사용되는 기본자세를 선정하였다.







스캐닝 작업 시 미세한 진동에 대한 오차를 최소화할 수 있도록 연구에 사용되지 않는 상체동작은 피험자가 자유롭게 지지대를 이용할 수 있도록 하여 하반신 요가동작에 안정성을 부여하였고, 호흡은 15초 이상 정지하도록 피험자에게 요청하였다.





일반적인 산업용 3D 스캐닝 방법은 3D스캐너를 고정 한 후 턴테이블(Turn Table) 위에 사물을 올려놓고 스캐닝하는 방식이다. 그러나 본 연구에서는 사물이 아닌 인체를 측정하게 되므로, 턴 테이블 위에서 피험자를 회전시켜 측정하는 방식은 인체의 떨림 현상이 발생할 우려가 있다. 따라서 인체의 미세한 움직임까지 최소화할 수 있는 다른 방식이 필요한데, 본 연구에서 사용한 3D 스캐닝 실험방법은 스캐닝 대상물인 인체를 고정한 상태에서 인체를 중심으로 3D 스캐너를 움직여 동작하는 방식이 사용되었다. 형상데이터 측정을 위한 모델 환경은 지표면에서부터 68cm 높이의 고정테이블 위에서 미끄럼방지 고무매트를 준비하고, 상반신의 안정적인 정지자세를 위한 보조물인 수직지지대를 설치한다. 모든 동작은 동작 스캔의 정확성을 높이기 위해 동작별 3회씩 반복하였다.

요가동작의 기준이 되는 정자세(Standing Pose; STDP)는 발사이의 간격을 어깨너비를 기준으로 벌리게 하여 안정적 자세를 취하도록 하여 발 너비를 측정한 결과 발 외측부를 기준으로 한 너비를 34cm로 지정하였다. 요가동작 측정에서도 동작 FP(Front Pose)-1, 동작 FP-2, 동작 SP(Side Pose)-1의 경우에도 정자세와 동일한 발 너비간격을 적용하였다. 동작 SP-2의 경우는 동작특성에 따라 발사이의 간격은 어깨너비의 두 배로 유지하되 왼발은 5° 안쪽으로, 오른발은 90° 바깥으로 하여 왼발 뒤꿈치와 오른발 끝의 간격을 94cm로 고정된 후 자세를 취하도록 하였다.

본 연구를 위해 선정된 요가동작은 요가전문 지도자에게 직접 수행하도록 하여 <표 7>과 같은 정확한 동작 자세의 정보를 피험자에게 제시한다. 피험자는 정확한 동작 자세를 그림을 통해 숙지하고, 동작 설명을 통해 팔의 각도, 발의 너비 및 수행 자세에 대한 자세한 정보를 충분히 습득한다. 실험자는 피험자가 동작 수행 시, 동작을 올바르게 수행하는지 자세, 굴곡 및 신전각도의 정확성 여부를 확인한다.

<표 7> 척의 및 운동적합성을 위한 요가동작 선정

구분 자세	동작항목	정면	측면	동작 설명
기본 자세	선 자세 (Standing Savasana Pose)			어깨너비(복사뼈가 골반 너비와 같은 선상에 오도록)로 발을 벌린 후 꼬리뼈를 말아 척추를 곧게 세우도록 한다.
요가동 작	1 뒤 늘리기 (Back Bending)			어깨너비로 발을 벌린 후 골반을 앞으로 밀어 가슴을 위로 끌어올리듯 양팔을 어깨너머로 뻗어 올린다.
	2 의자자세 (Ukatasa -na)			무릎이 발바닥안에 오도록 굽힌(허벅지는 30° 각도유지)후 양팔은 45°방향으로 앞으로 뻗어 올린다. (허벅지 각도 45°)

요가 동작	3	옆 늘이기 (Half Moon)			어깨너비로 다리를 벌린 자세에서 왼쪽 옆선을 늘려 골반의 방향을 정면으로 유지한 채 오른쪽방향으로 상체를 구부린다. (팔꿈치를 정중양선상에 위치)
	4	삼각자세 (Triangle Pose)			발은 어깨너비에서 30cm 더 벌려 왼발 5° 안쪽, 오른발 90° 바깥으로 회전한다. 골반은 정면을 향하도록 하고 상체를 오른쪽으로 기울여, 오른손은 무릎을 잡고 왼손은 수직으로 뻗어 올린다.

3. 3D 인체 스캔데이터 측정

본 연구는 피험자의 하반신 3D 스캐닝 작업을 위해 Artec Eva 3D Scanner를 사용하였다. 이 스캐너는 살아있는 인체의 움직임을 정확하게 포착할 수 있도록 프레임 당 20,000points의 고속 스캐닝이 가능하다. 실험을 위해 피험자는 동작을 설정한 정지 상태를 유지하며 2개의 카메라가 피험자를 중심축으로 주변을 360° 돌아가며 인식하는 방식으로 모든 각도에서 스캔한다. 본 연구에 사용된 Artec Eva 3D Scanner의 사양은 <표 8>과 같다.

3D 스캐닝 작업을 통하여 도출된 인체형상 데이터는 <그림 13>과 같으며, 스캔과 동시에 실시간으로 합성되어 즉각적으로 모니터에서 데이터의 완성도를 확인하는 작업이 가능하다.



<그림 13> 3D 스캐닝 작업 후 프로그램 데이터화

<표 8> 3D 인체형상 출력에 활용한 스캐너 사양


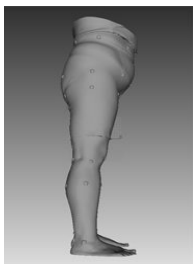
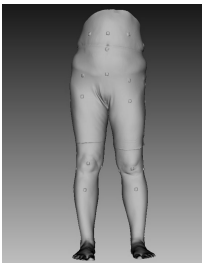
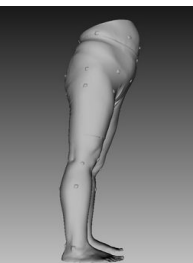
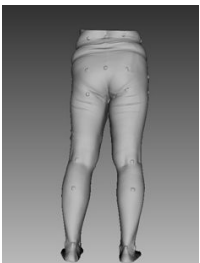




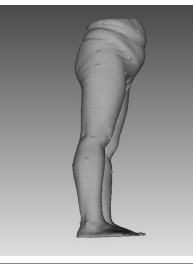




사양 / 모델명	Artec Eva Lite
색상 캡처능력	none
3D 해상도	0.5 mm
3D 포인트 정확도	0.1 mm
거리에 따른 3D 정확도	0.03% over 100 cm
질감 해상도	none
색상	24 bpp
광원	플래시 전구(레이저 아님)
작동 거리	0.4-1m
실시야(가장 가까운 범위)	214 x 148 mm
실시야(가장 먼 범위)	536 x 371 mm
보이는 각도	30 x 21°
비디오 프레임 속도	16 fps
노출 시간	0.0002 s
데이터 수집 속도	2,000,000 points/s
멀티 코어 프로세싱	yes
크기(치수)	261.5 x 158.2 x 63.7 mm
무게	0.85 kg
소비전력	12V, 48W
인터페이스	1 x USB2.0
출력형식	OBJ, PLY, WRL, STL, AOP, ASCII, PTX, E57, XYZRGB

3D 인체형상 스캔이 완료됨과 동시에 CAD Artec Studio 9 Program에서 형상을 확인하는 작업을 거쳐, 스캐닝 작업 시 빛에 노출되지 못한 부위가 없는지 검사한다.

진행방법은 체표면 변화의 기준이 되는 정자세를 포함하여 동작실험으로 선정된 요가의 네 가지 동작을 차례로 수행하였다. 요가 동작을 수행한 후 2-3분간 정지 자세를 유지하도록 하였다. 스캐너의 빛이 신체를 중심축으로 회전

하며 체표면을 반사하는 동안 움직이지 않도록 하여 정확한 스캐닝 데이터가 산출되도록 하였다. 동작 적용 시 상반신의 경우에는 스캔영역에 포함되지 않으므로 지지대를 이용하여 신체의 움직임을 통제할 수 있는 동작이 가능하도록 허용하였다. 3D 스캐닝을 통한 요가동작의 체표면 데이터 출력은 <표 9>와 같다.

<표 9> 3D 스캐닝을 통한 요가동작 체표면 데이터 출력

방향 동작		정면(front)	측면(side)	후면(back)
		기준 자세 STDP		
정면 자세	동작 FP-1			
	동작 FP-2			
측면 자세	동작 SP-1			
	동작 SP-2			

4. 3D 체표면 분석방법

체표면 분석방법은 정연희 외(2005)¹³⁰, 윤미경 외(2007)¹³¹, 정연희·이예진(2012)¹³²의 선행연구를 참고하였다. 피험자들은 정자세 및 선정된 요가동작들을 수행하여 3D데이터를 산출한다. 체표면 분석방법은 인체상의 기준점을 설정하여 면적을 구획하고, 데이터 역설계작업을 통해 체표면을 수정하여 면적량 측정이 가능할 수 있도록 한 후 각각의 면을 평면으로 전환하여 분리하는 방법이다. 면적량은 3D 인체표면상 측정치와 평면전개상 측정값을 비교하여 오차율 범위를 확인한 후 그 차이가 없을 경우 평면전개상 측정값을 체표면 면적량으로 선정하도록 한다.

1) 체표면 면적분석과정

<그림 14>는 스캐닝한 하반신 데이터의 체표면 분석 과정으로 3D 체표면에 설정한 기준점을 중심으로 수평, 수직선을 생성하도록 설정한 후 평면전개 시 변환오차율이 가장 낮은 알루미늄재질로 프로그래밍하고, 기준선을 따라 체표면을 평면화 분리시키는 작업을 보여준다.

하반신 요가동작별 체표면 분석방법은 다음과 같다.

제 1단계, 체표면 분할과정 프로세스는 3D 스캐너로 측정된 총 5가지 동작의 인체원형데이터를 각각의 동작별로 우측과 좌측의 평균을 분석하여 인체균형을 고려한 체표면의 좌우대칭의 구조를 산출한다.

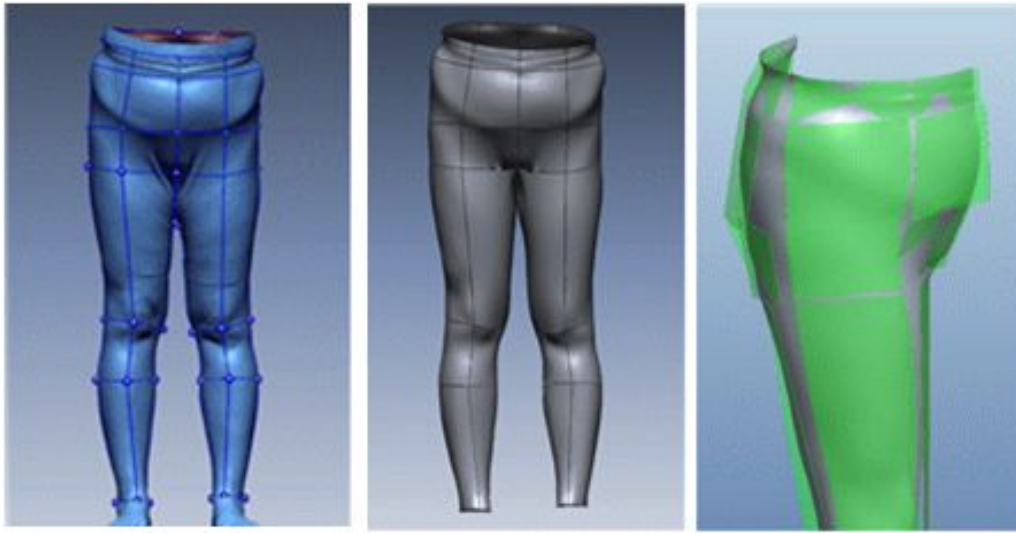
제 2단계, 원형 데이터의 역설계작업을 통하여 3D데이터를 분할하기 전 단계 작업인 데이터의 표면수정작업을 완료하여 데이터를 완성한다.

제 3단계, 메쉬 데이터(mesh data)를 정리한 후 동작스캐닝 작업과정에서

130) 정연희 · 홍경희 · 김시조 (2005), op. cit., pp. 1359-1368.

131) 윤미경 · 남윤자 · 최경미(2007), op. cit., pp. 692-704.

132) 정연희 · 이예진(2012), op. cit., pp. 975-988.



원형데이터 → 역설계데이터 → 평면화 과정

<그림 14> 하반신의 3D인체 스캐닝을 통한 체표면 분석 과정

지정한 마커를 기준점으로 가로축(x), 세로축(y), 높이축(z)의 좌표값으로 지정하여 분할하고, 래피드폼 프로그램(Rapidform Program)을 이용하여 체표면을 메쉬 데이터화하여 체표면 분할한 다음 surface면으로 변환시킨다.

제 4단계, 로고프레스3 프로그램(Logopress3 Program)을 이용한 Surface면의 삼각 메쉬 과정이다. 인체의 복곡면을 분할하는 과정에서 일반적으로 적용되는 $3 \times 3\text{cm}^2$ 사이즈의 삼각메쉬 분할법(Triangle Simplification)을 적용하여 3차원 인체를 2차원의 패턴으로 형성하는데 있어 삼각형 조각의 수를 최소화하면서 전체적인 형태를 그대로 유지할 수 있는 방법이다¹³³⁾¹³⁴⁾. 삼각 메쉬법의 전개 후 FEM기법으로 평면화하여 전개시킨다. FEM 기법은 삼각 메쉬 단위를 통해 전체 데이터의 인체의 곡면을 평면화하는 작업에서 발생하는 오차를

133) Michael Garland(1999), Quadric-Based Polygonal Surface Simplification, Carnegie Mellon University Doctoral Dissertation, pp. 165-169.

134) Jeong, Y., Hong, K. & Kim, S.(2006), 3D pattern construction and its application to tight-fitting garments for comfortable pressure, Fibers and polymers, 7(2), pp. 195-202.

최소화하도록 연신율을 최소화시킬 수 있는 알루미늄 재질로 표면을 전환하는 3D 레플리카법이다. 이는 석고를 활용하여 인체에 직접 형상을 제작하는 레플리카법이 아닌 3D 데이터의 재질을 알루미늄으로 변환하여 인식하게 함으로써 체표면을 평면 변형하는 작업에서 발생할 수 있는 오차를 1.00~0.10% 범위로 고정한다.

제 5단계, 프로 엔지니어 5.0(Pro Engineer 5.0)과 오토 캐드 2007(Autocad 2007)을 이용하여 메쉬 분할된 데이터조각들의 z축 데이터를 제거하여 2D 평면에 자유낙하 시킨 후 제 3단계의 마커를 기준으로 가로축과 세로축을 분할을 허용하여 평면화한다.

2) 동작에 따른 3D 체표면 평면화

3D 요가동작 데이터는 체표면 분석방법을 통해 면적값을 산출할 뿐만 아니라, 평면전개가 가능한 분할면을 산출할 수 있다. 즉, 정자세를 비롯한 4가지 요가동작의 평면 분할면은 일반 평면전개패턴을 참고하여 나열한다.

정자세는 평면 분할면을 비교하는 측정값의 기준이 되며, 4가지 요가동작의 평면 분할면은 정자세 평면 분할면과 중첩시켜 그 변화량을 비교분석하도록 한다. 분할면의 변화량이 많이 일어나는 면은 동작에 따른 근육 및 골격의 변화량이 발생하는 부분으로 디자인 라인이 이 분할면을 통과할 경우 동작 시 불편함을 느끼기 쉽다. 따라서 분할면의 변화량이 거의 일어나지 않는 부분을 무변형면으로 선정하여 디자인 라인이 통과가능한 면을 산출한다.

이는 선행연구 윤미경 외(2007)¹³⁵를 참고하였으며, 근육 및 골격의 움직임과 각도에 따라 무변형 부위를 찾아내어 패턴상의 디자인 라인이 인체의 움직임을 방해하지 않도록 하는 범위를 찾아내는 방식이다. 선행연구의 경우 여러 개의 선을 제시하여 측정값을 통해 한정된 선을 제시하는 방법을 사용하였으

135)윤미경 · 남윤자 · 최경미(2007), op. cit., pp. 692-704.

나, 본 연구는 측정값을 면적으로 산출하고 디자인라인의 변화 폭을 자유롭게 사용하여 디자인이 가능한 영역을 결과로 제시한다.

5. 비교복 분석 및 동적평가방법

1) 비교복 분석

비교복으로 선정된 요가슬랙스는 국내 시판 중인 요가전문 브랜드 제품으로 각 브랜드별 비교복의 평면패턴을 수집한다. 비교복의 평면패턴은 캐드시스템에서 복사하는 과정을 거쳐, 패턴의 정확성을 확인 및 수정하는 작업을 통해 패턴을 캐드화하여 완성한다. 비교복 4종은 소재변인을 통제하기 위해 비교복의 소재물성 및 혼용율에 가장 근접한 소재를 선정하여 제작한다.

<표 10>과 같이 비교복과 실험복 제작을 위해 선정한 소재는 한국의류시험연구원(KATRI)의 시험분석 의뢰를 통하여 물성 분석을 실시하였다. 소재성분의 분석결과는 폴리에스테르 43.9%, 나일론 44.2%와 폴리우레탄 11.9%이며, 질량은 297.2g/m^2 , 두께는 0.81mm로 나타났다.

<표 11>은 비교복 4종의 부위별 치수항목을 측정하고, 비교복의 항목별 치수의 평균치수를 제시하여 사이즈의 유사성을 확인하였다.

<표 12>는 비교복의 특성을 분석한 것으로, 허리선, 무, 옆선, 안쪽다리옆선, 소재의 특성을 분석하고, 각각의 비교복의 패턴에 대한 특징을 도식화로 제시하였다. 모든 비교복에서 허리선은 밴드의 형태를 사용하였으며, 밴드의 너비는 앞면이 상대적으로 넓은 특징을 보였으며 허리밴드가 2개로 분리되기도 하였다. 비교복 C와 D는 허리선에 밴드 이외에 요크선을 추가하였다. 밑착의복의 특성상 모든 비교복에서 살 부위에 무(gusset)를 추가한 패턴형태가 나타났다. 비교복 A를 제외하고 모두 삼각형태의 패턴을 사용하였다. 비교복 A의 무의 형태는 밴드 형태로 다리안쪽 옆선을 따라 연장된 긴 장방형으로 나타났다. 옆선은 모든 비교복에서 나타나지 않아 패턴변형이 일어난 것으로 보이며, 앞면과 뒷면 기본패턴에서 옆선을 연결하여 패턴절개선을 중심방향으로 이동하여 전개한 것으로 보인다.

<표 10> 비교복 및 실험복 소재의 물성 분석

결과 및 방법 측정항목(단위)	측정치	측정방법
색상(color)	charcoal	육안감별
혼용률(%)	nylon 44.2 polyester 43.9 polyurethane 11.9	KS K 0210 : 2007
질량(g/m ²)	297.2	KS K 0514 : 2011
신장 회복률(%)	wale(장) 94.0 course(폭) 96.0	KS K 0815 , 6.19:2008 A법
두께(mm)	0.81	KS K ISO 5084 : 2011
마찰견뢰도	건조 4-5 습윤 4-5	KS K 0650 : 2011 크로미터법
밀도(개/inch)	wale 92.4 course 134.4	KS K 0512 : 2012
인장강도(N)	wale(장) 530 course(폭) 370	KS K 0851 : 2008 그래브법(CRE Type)

(한국의류시험연구원(katri) 시험분석의뢰결과)

<표 11> 비교복 치수 분석 (technical spec.)

(단위: cm)

측정항목		비교복 A	비교복 B	비교복 C	비교복 D	M(평균값)
치수항목						
1	허리둘레	68.0	70.0	72.0	70.0	70.0
2	엉덩이둘레	76.0	80.0	78.0	80.0	78.5
3	무릎둘레	33.0	30.0	30.0	32.0	31.3
4	허벅지둘레	45.0	43.0	45.0	49.0	45.5
5	종아리둘레	29.0	32.0	28.0	27.0	29.0
6	엉덩이길이	16.0	17.0	14.5	17.0	16.1
7	다리길이	71.0	69.0	68.0	71.0	69.8
8	밑위둘레 (F)	25.5	23.5	22.0	23.5	23.6
9	밑위둘레 (B)	29.0	27.5	25.5	26.5	27.1

비교복 D는 옆선을 앞쪽으로 1.5cm이동하여 인체의 옆선위치에서 앞쪽으로 크게 이동한 형태를 사용하였다. 반면 안쪽 다리옆선은 기본원형패턴과 유사한 형태를 유지하여 큰 변화를 주지 않았다. 도식화를 통한 각 비교복 패턴의 특징을 살펴보면, 비교복 A는 앞면과 뒷면 모두 사선방향의 절개선을 사용하였다. 앞면의 경우 허벅지 안쪽방향으로 향하는 두 개의 사선이 있으며, 뒷면은 종아리 바깥방향의 한 개의 절개가 있다. 비교복 B에서 앞면은 S자형의 수직절개선을 사용하였고, 뒷면은 엉덩이 윗부분을 따라 아치형의 절개선이 사용되었다. 비교복 C에서 앞면은 다리중앙에 수직절개선이 있고, 골반 바깥방향으로 두 개의 사선절개선을 사용하였으며, 뒷면은 두 개의 수직절개선이 밴드 형태로 사용되었고, 허리와 종아리 부위에 사선의 절개선을 추가하였다. 비교복 D에서 앞면은 이동된 옆선이외에 별다른 절개선이 사용되지 않았으며, 뒷면은 허벅지 위쪽 부분에 수평의 절개선을 추가하였다.

<표 12> 비교복 특성 분석

(단위: cm)

비교복 특징	A	B	C	D
허리선 (waist line)	front band : 7 back band : 4	front band : 7 back band : 6.5	front band: 5 back band : 5 yoke(f,b) : 2.5	front band : 6 back band : 3 back yoke : 6
무 (gusset)	52(w) × 10(h)	2.5(w)× 4.5(h)	2.5(w) × 5.5(h)	2.5(w) × 4.5(h)
열선 (out-seam)	없음	없음	없음	앞으로 1.5 이동
안쪽 다리열선 (in-seam)	앞으로 4 이동	기본선	기본선	기본선
소재 (fabric)	nylon 84% spandex 16%	nylon 86% spandex 14%	nylon 85% spandex 15%	nylon 83% spandex 17%
특징 (feature)	- front : 허벅지 안쪽방향으로 사 선절개라인 - back : 중심에서 바깥으로 사선방향 절개	- front : 다리 중 심에서 바깥으로 햄 라인까지길이방 향사선 - back : 힙 라인 을 따라 곡선절개 라인연장	- front : 다리 중 양선 1개, 골반사 선라인절개2개 - back : 다리중앙 선 2개, 무릎부위 사선 1개	- front : 없음 - back : 뒤 허벅 지 수평절개, 뒷 허벅지에 수직 으로 원단 열부착
평면화 (flat)	 <front>  <back>	 <front>  <back>	 <front>  <back>	 <front>  <back>

2) 비교복과 실험복의 동적평가

비교복과 실험복의 평가는 실험복 제작을 위한 실제 비교복의 착의평가와 동일소재로 제작된 비교복 및 실험복을 착용한 상태에서 요가동작을 수행하여 평가하는 동적평가로 나누어 실시된다.

비교복의 착의평가는 실제 구입된 요가브랜드 4종의 슬렉스를 네 명의 피험자가 착용한 후 주관적인 선호도와 착용감을 설문지 항목에 따라 평가하도록 한다. 착의평가는 브랜드 상표에 대한 피험자의 판단을 통제하고자, 상표명을 가린 상태에서 각각 A, B, C, D로 표기한 후 진행하며, 한 명의 피험자 평가가 완료된 후 다음 피험자를 진행시키는 방식으로 개별진행을 실시한다. 평가에 대한 이해도가 낮은 피험자의 경우 질의응답방식으로 진행한다. 비교복의 착의평가는 피험자가 비교복을 착용한 상태에서 주관적으로 느끼는 착용감과 시각적 선호성향을 알아보고자 실시하였다. 비교복의 착의평가항목은 의복 착용 시의 편안함여부와 봉제선에 대한 선호도, 맞음새, 전체적 착용감을 평가하고, 맞음새는 피부의 밀착되는 정도를 신체부위별 세부항목으로 나누어 평가한다. 맞음새 항목은 체표면과 소재 사이의 밀착되는 감각의 선호도를 조사하기 위해 실시하며, 신체부위별 세부항목은 허리, 배, 엉덩이, 살, 허벅지, 무릎, 종아리로 나누어 평가한다. 비교복의 착의평가방법은 5점 척도를 사용한다.

요가동작별 비교복과 실험복의 동적평가는 패턴 이외의 변인은 통제한다. 밀착의복의 경우 소재변인은 결과에 미치는 영향이 크므로, 비교복과 실험복의 소재물성을 통일하고자 동일한 소재를 사용하여 제작한다. 비교복과 실험복은 분석한 패턴자료를 바탕으로 길이는 비교복 4종의 평균값인 70cm로 한다. 실험복 제작에서 1차 실험복은 착의평가에 의해 가장 선호도가 높은 비교복 슬렉스를 선정하고, 선정된 비교복의 패턴은 슬렉스 기본원형을 제작하는 기초자료로 사용한다. 2차 실험복은 3D 체표면 분석결과에 의한 프로토콜 영역에서 패턴라인을 설정하여 제작한다. 따라서 정자세 및 요가동작에 대한 동적평

가는 소재를 통일한 비교복 4종과 2차 실험복으로 실시하며, 동적평가의 결과에 의해 2차 실험복을 수정 및 보완하여 3차 실험복을 완성한다.

비교복과 실험복의 동적평가는 동일소재로 제작한 비교복과 2차 실험복을 A, B, C, D, E로 표기하고, 각 비교복을 착용한 후 정자세 및 선정된 요가동작 4가지를 각각 수행하며 설문평가를 한다.

비교복과 실험복의 동적평가는 요가동작에 따른 착용감에 대한 만족도를 5점 척도로 분석한다. 결과적으로 본 동적평가는 동작별 밀착감 선호도를 분석하는 것으로 부위별 평가항목은 허리, 배, 골반, 엉덩이, 허벅지, 살, 무릎, 종아리로 구분하여 면적부위 및 동작관절로 세분화하였다. 특히 면적이 큰 부위와 동작관절이 위치한 곳은 전면, 후면으로 구분하였다.

본 연구를 위한 착의평가와 동적평가 결과에 대한 자료 분석은 SPSS 18.0을 이용하여, 비교복 및 실험복에 대한 항목별 평균과 표준오차를 산출하고, Duncan의 다중범위검증을 실시한다. 비교복의 착의 평가 결과는 1차 실험복인 기본원형 제작을 위한 비교복 선정에 사용되며, 비교복과 2차 실험복의 동적평가의 분석결과는 3차 실험복을 위한 자료로 사용된다.

6. 3D 데이터 분석을 통한 실험복 제작

3D 데이터 분석을 통한 실험복 제작은 기능성 요가슬렉스의 프로토클에 따른 이상적인 패턴을 제시하고자 실시하였다. 실험복 제작에 사용할 기본 패턴은 비교복 4종의 착의평가를 통해 가장 우수하다고 판단한 요가슬렉스의 패턴을 이용하여 기본 원형을 제작하며, 이를 1차 실험복으로 명명한다.

소재 변인을 통제하기 위하여 비교복 4종과 실험복 소재는 동일 소재로 제작한 후 평가를 실시한다. 실험을 위한 소재의 선택은 비교복 4종의 소재물성조사를 토대로 결정하였다.

2차 실험복은 요가동작에 따른 3D 체표면 분석결과를 토대로 동작에 따른 체표면의 면적 변화량이 가장 적은 부위를 한정시켜 기본 봉제선을 이동하거나 추가하여 패턴을 수정 및 보완하도록 한다. 2차 실험복은 동일한 소재로 제작된 비교복 4종과 동적평가를 실시하도록 한다. 동적평가는 피험자가 5벌의 슬렉스를 정자세를 포함한 요가동작 4가지를 수행하면서 설문항목을 평가한다.

동적평가 항목의 결과를 토대로 2차 실험복을 보완하여 완성복의 패턴을 제시한다. 2차에 걸쳐 완성된 실험복은 슬렉스 패턴의 프로토클을 이용하여 제작 가능한 패턴의 예로 제시될 수 있으며, 디자인에 따라 프로토클 범위 안에서 봉제선의 이동은 가능하므로 다양한 디자인이 가능하다.

IV. 연구 결과

1. 동작에 따른 3D 체표면 변화분석

기능성 요가슬렉스의 디자인 패턴 전개 프로토콜을 도출하기 위하여 일차적으로 하반신 체표면의 면적량이 요가동작에 따라 감소하거나 증가하는 양을 산출하였다. 따라서 체표면에 부여한 측정 기준점을 따라 신체 부위를 구획한 후, 요가동작에 따라 3D 체표면 스캐닝 작업을 실시하여 구획별 면적변화량을 산출하고, 변화량이 가장 많은 부분과 가장 적은 부분을 분석하여 패턴디자인을 위한 봉제라인이 가능한 부분과 가능하지 않을 부분을 구분하였다.

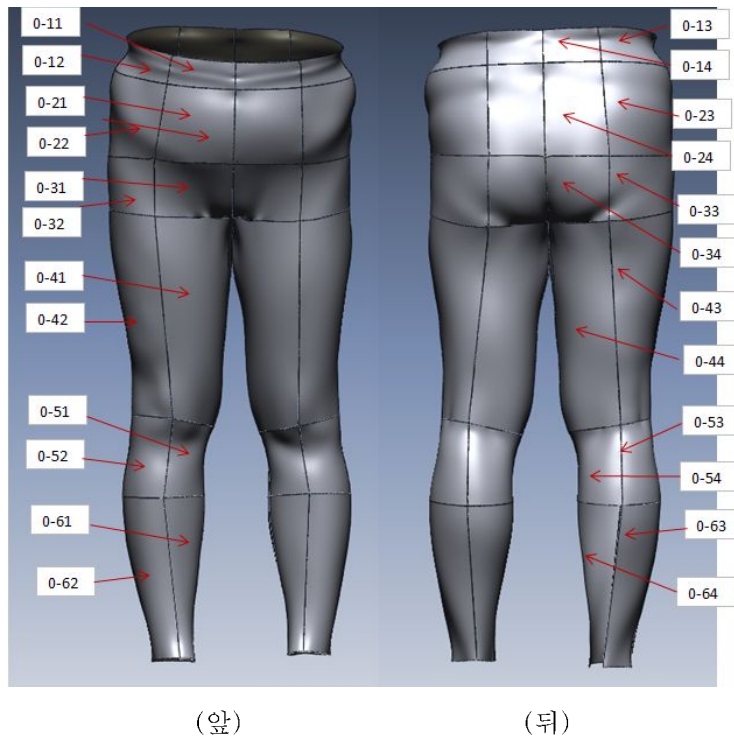
1) 3D 체표면 데이터 정확도 검사

체표면 스캔작업에서 3D데이터를 평면으로 분석 및 처리하는 작업과정은 표면데이터의 처리과정에서 오차가 발생할 가능성이 있다. 체표면 면적산출 시 발생하는 오차는 연신율을 최소화할 수 있는 방식을 찾아 가정하였다. 이를 위해 체표면 데이터를 알루미늄 재질로 변환하는 프로그램을 선택하여, 실제로 체표면 면적데이터 산출방식에 적용 가능한지 예비실험을 실시하여 확인하였다.

3D 스캔 예비실험은 작업의 기본자세로 선정된 정자세를 적용하였다. 피험자에게 정자세를 수행하도록 하여 어깨너비로 다리를 벌린 상태에서 무릎을 펴고 차렷 자세를 유지한 상태에서 3D 스캐너가 하반신을 측정하였다. 산출된 체표면 데이터는 기준점을 참고하여 면분할하고, 3D 상태의 체표면 면적량을 구하여 평면 전개한 후 체표면 면적량을 구하는 과정을 통하여 3D 입체상태

의 면적량과 평면진개상의 체표면 면적량을 비교하여 오차범위를 분석한다.

<그림 15>에서와 같이 3D 체표면 분할은 기준점을 통과하는 수평 · 수직의 둘레선과 길이방향의 선으로 설정하며, 추가로 설정한 기준점들은 이등분점으로 하여 측정 시 안내선으로 설정한다. 체표면 분할범위는 허리선에서부터 발목선까지이며, 각 분할면은 데이터 산출의 편이를 위해 번호를 부여하였다. 면적량 측정은 실험자 신체의 우측을 기준으로 하였다. 번호의 부여방법을 설명하면, 앞쪽은 상단부터 0-11, 0-12, 0-21, 0-22, ... 등으로 11의 앞쪽 1은 수평 분할면을 기준으로 한 허리부분을 뜻하며, 뒤쪽 1은 수직 분할면을 기준으로 한 중심부분을 뜻한다. 신체앞면을 기준으로 할 때 마지막 숫자를 1 또는 2로 설정하였는데, 1은 중심선과 인접한 신체안쪽의 중심부분을 뜻하고, 2는 옆선



<그림 15> 체표면 분할면 설정

<표 13> 체표면 면적량 전개과정의 오차율 분석

(단위: mm²)

구분 no.	원본	전개	오차(%)	구분 no.	원본	전개	오차(%)
0-11	4132.31	4119.60	0.31	0-41	39172.00	39054.70	0.30
0-12	6639.45	6629.62	0.15	0-42	34085.50	34003.60	0.24
0-13	7019.39	7003.05	0.23	0-43	28041.40	27887.50	0.55
0-14	4135.14	4122.99	0.29	0-44	37330.00	37206.20	0.33
0-21	12462.00	12437.00	0.20	0-51	8903.77	8855.94	0.54
0-22	17257.30	17188.80	0.40	0-52	10135.40	10064.30	0.70
0-23	19338.00	19251.50	0.45	0-53	9424.95	9378.00	0.50
0-24	11665.70	11655.50	0.09	0-54	10294.50	10253.00	0.40
0-31	10609.30	10598.60	0.10	0-61	13970.10	13877.30	0.66
0-32	10309.00	10288.90	0.19	0-62	18295.50	18129.10	0.91
0-33	11875.20	11836.20	0.33	0-63	17175.20	17090.60	0.49
0-34	9453.80	9439.21	0.15	0-64	17926.60	17788.40	0.77

과 인접한 측면부분을 뜻한다. 뒤쪽은 0-13, 0-14, 0-23, 0-24, ... 등으로 마지막 숫자를 3 또는 4로 설정하였는데, 3은 옆선과 인접한 측면부분을 4는 중심선과 인접한 중심부분을 뜻한다. 즉, 부여된 번호의 앞자리는 수직방향인 허리선에서부터 발목으로 내려갈수록 숫자가 커지며, 부여된 번호의 뒷자리는 수평방향으로 설정하여 앞 중심선에서 뒤 중심선 방향으로 갈수록 번호가 증가하여 면적부위별 위치를 번호로 명명하였다.

<표 13>은 <그림 15>와 같이 3D 스캔을 통한 정자세의 체표면 데이터를 채택하여 체표면 면적량의 전개과정에서 발생하는 오차율을 분석한 결과이다. 각각의 구획된 부위별 3D 체표면 면적량과 체표면 전개 후 평면전개 상의 면적량을 계산한 후, 두 면적량 산출방법에 따른 면적의 차이를 백분율(%)로 산출하여 체표면 전개과정상의 오차를 분석하였다. 원본 면적량과 전개상 면적량을 비교한 결과, 하반신 앞면의 경우 오차율의 범위는 0.10~0.91%범위로, 0-31로 지정한 살 부분의 중심 부위의 오차율이 0.10%로 가장 낮았으며, 0-62로 지정한 종아리 하단부분의 측면부위는 0.91%로 가장 높았다. 뒷면의 경우

에는 오차율의 범위가 0.09~0.77%로 앞면의 오차율보다 범위가 좁게 나타났는데, 0-24로 지정 한 골반 중심부분은 0.09%로 오차율이 가장 낮았고, 0-64로 지정한 종아리 안쪽 아랫부분이 0.77%로 오차율이 가장 높았다.

결과적으로 체표면 전개과정의 오차율은 0.91%이하이며, 총 24개의 구획된 하반신 신체 부위 중 17개의 부위는 0.05%미만의 오차율이었다. 평균오차율을 분석하면 앞면이 약 0.39%, 뒷면이 약 0.38%로 나타나 평균오차율은 0.40%미만으로 분석되었다. 따라서 체표면 전개과정에서 발생하는 면적량의 변화는 체표면 면적량 산출 시, 영향을 미치지 않는 것으로 확인되어 체표면 데이터를 알루미늄 재질로 변환하여 평면 전개하는 과정이 본 연구에 적합한 실험방법이라 할 수 있다.

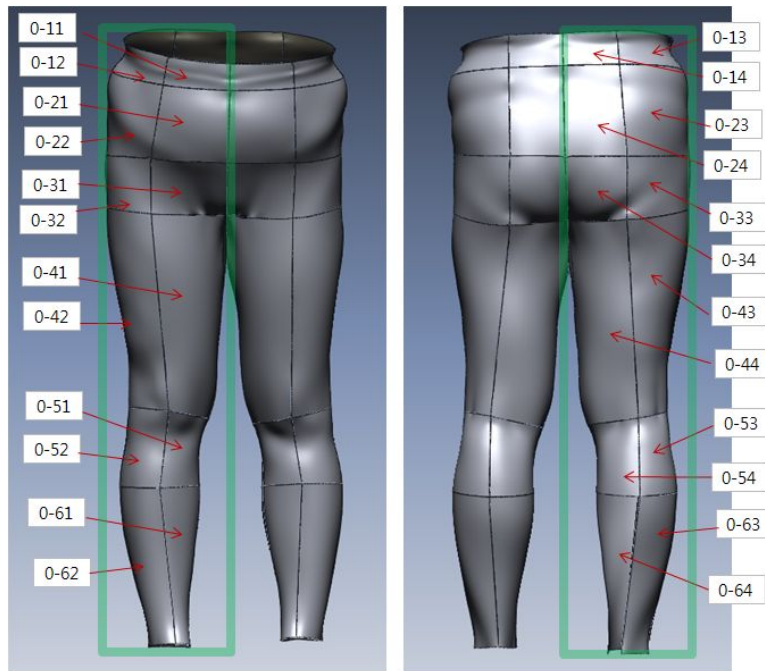
2) 동작별 3D 체표면 분석

요가 동작별 3D 체표면 스캐닝 실험은 제6차 한국인 표준체형치수의 표준편차 내에 있는 5명의 피험자 중 표준편차가 가장 적게 측정된 피험자 1명을 표준체형치수모델로 선정하여 실시하였다. 요가동작별 인체의 동작스캐닝 데이터는 원본파일(Raw File)형태로 저장한 후, 역설계 과정을 거쳐 3D 체표면의 재처리 작업을 실시한다. 역설계 데이터는 스캔데이터 측정 시 설정된 기준점을 참고로 수평과 수직의 분할선을 지정하고, 생성된 분할면의 체표면 면적량을 계산하여 동작별 변화량을 산출하도록 한다. 3D 체표면 데이터는 정확성 검사결과에 따라 알루미늄 재질로 변환하는 방식을 선택하여 진행하였으며, 3D 체표면 면적량과 평면 전개 면적량 중에서 일반패턴과 유사한 평면전개를 통해 산출된 면적량을 기준으로 면적변화량을 분석하였다.

기준자세를 이용한 3D 체표면 분석은 <그림 16>과 같다. 기준 자세의 체표면 면적량은 요가 동작 시 체표면 면적 변화량을 측정하는 데 기준이 되는 데이터로 다리를 골반너비로 벌려 골반과 복사뼈가 일직선상으로 유지되게 한

후 3D 스캐닝 작업을 실시하여, 다리 사이의 3D 스캐닝 작업 시 데이터 측정이 원활하도록 설정하였다. 이 자세는 굴곡과 신전의 변화 없이 지표면에서 수직으로 신체를 세운 자세를 말한다. 인체는 완벽한 좌우 대칭의 측정이 불가능하므로 의복 구성학에서 인체우측을 기준으로 패턴을 제작하는 방식에 따라, 본 연구에서도 인체의 우측을 기준으로 하여 체표면 면적량을 산출하였다. 요가동작을 통한 체표면 면적 변화량의 산출방법은 요가동작의 부위별 면적량에서 STDP의 부위별 면적량을 차감하여 +, -의 변화량(V) 측정을 통해 면적변화의 증감을 나타내는 것이다. 동작별 면적 변화량의 산출방법을 공식으로 표기하면 다음과 같다.

$$V(\text{변화량}) = \text{동작별 부위 면적량} - \text{STDP동작의 부위면적량}$$

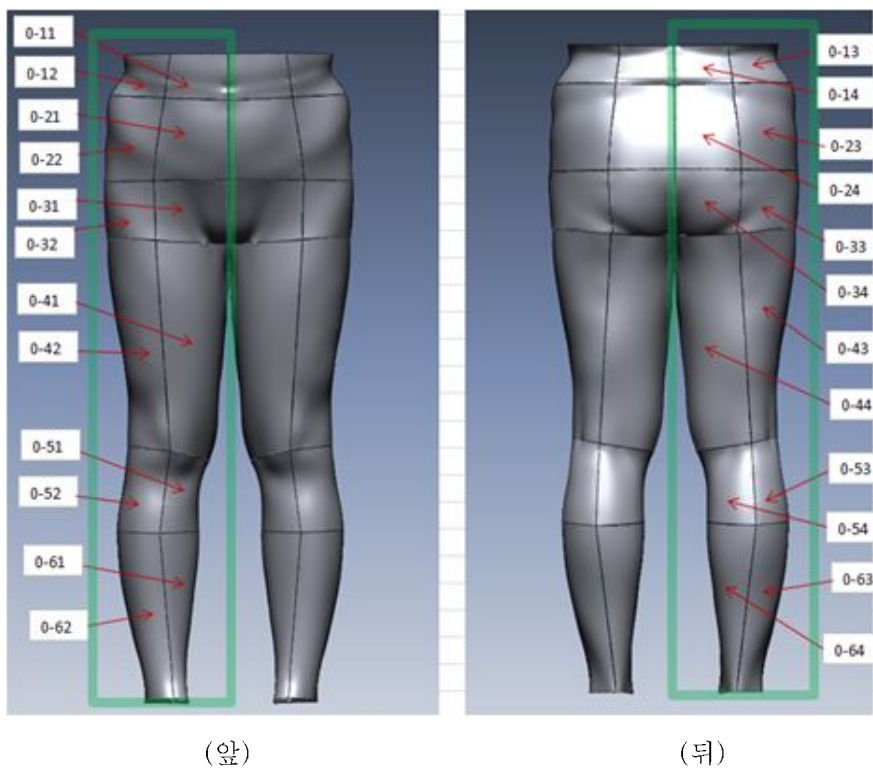


(앞)

(뒤)

<그림 16> 기준자세의 3D 체표면 분할

동작별 3D 체표면 면적 변화량은 분석그래프로 나타낼 수 있다. 요가동작별 체표면 면적 변화량은 기준자세(STDP)의 면적량을 측정값 0으로 지정하여, 해당부위의 기준자세의 면적량에서 요가동작의 부위별 면적량을 뺀 값을 데이터 값에 입력하여 변화량 분석그래프로 나타내었다. 따라서 변화량 수치가 크면 체표면 변화폭이 크며, 변화량이 0이하이면 체표면이 수축하고, 0이상일 경우에는 체표면이 신장하는 것을 의미한다.

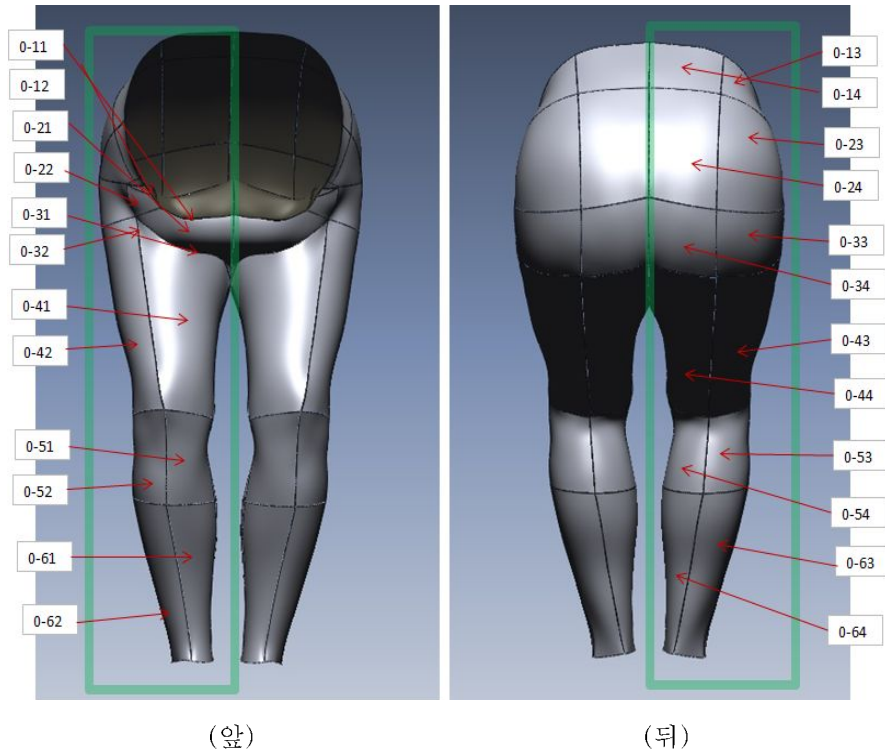


<그림 17> 뒤 늘리기 (Back Bending) 동작의 3D 체표면 분할

첫 번째로 측정된 요가동작은 뒤로 늘리기 자세(Back Bending)이며, FP-1(Front Pose-1)로 지정한다. 본 동작은 좌우대칭 동작이나 신체특성상 좌우대

칭의 데이터 산출이 불가능함으로 오른쪽을 기준으로 하여 데이터를 산출하도록 하였다. <그림 17>은 FP-1자세를 3D 스캐닝한 데이터이며, 구획된 모든 부위별 데이터가 측정되었다.

두 번째로 측정된 요가동작은 의자자세(Ukatasana)이며, FP-2(Front Pose-2)로 지정한다. 본 동작은 좌우대칭동작으로 오른쪽을 기준으로 하여 데이터를 산출하도록 하였다. <그림 18>은 FP-2자세를 3D 스캐닝한 데이터이다. FP-2의 3D 스캐닝 결과, 체표면 측정이 불가능한 부위가 발생하였는데, 이는 중년



<그림 18> 의자자세 (Ukatasana) 동작의 3D 체표면 분할

여성의 경우에는 배와 골반부위의 둘레가 늘어나게 되는 신체적 특성에 의해 동작 시 피부표면이 서로 맞닿는 부위가 발생하게 되고, 이로 인해 3D 스캐너의 빛이 닿지 못하는 부위가 발생하기 때문이다. 결과적으로 측정기준점에 의해 구획된 면적부위가 배부위에서 서로 겹쳐 보이지 않게 되어 면적량을 산출하는 것이 불가능한 것이다.

<표 14>는 FP-1과 FP-2 동작에 따른 체표면 면적 변화량을 비교분석한 표이다. FP-1과 FP-2동작의 면적량은 STDP의 면적량과 함께 제시하고, 각 동작별 면적값에서 STDP의 면적값을 차감하는 방식으로 변화량(V)를 측정한다. 따라서 V값은 기준자세에서 요가동작을 수행할 때 체표면이 증가하고 감소하는 부위의 면적량의 변화율을 수치화한 것이다.

FP-1 동작은 체표면 면적 변화량이 1000mm^2 이상으로 크게 측정된 부위는 0-11, 0-12, 0-23으로, 앞면은 허리 중심부위와 측면부위의 V값이 1841.69, 1464.15로 상대적으로 크게 증가되었으며, 뒷면은 골반 측면부위의 V값이 -2579.10으로 상대적으로 크게 축소되었다. 그 다음으로 체표면 면적 변화량이 큰 부위는 0-13, 0-14, 0-22, 0-24, 0-33, 0-34 로 앞면은 골반 측면부위인데, 중년여성의 체형 특성상 배 측면부위와 유사하며, 뒷면은 허리 중심부위와 측면부위, 골반 중심부위, 엉덩이 중심부위와 측면부위의 변화량이 나타났다. 앞면의 골반 측면 부위는 -492.20으로 면적이 다소 축소하였다. 뒷면은 허리 중심부위는 424.36, 허리 측면부위는 335.71로 면적이 다소 증가하였고, 골반 중심부위는 -896.70으로 면적이 축소되었으며, 엉덩이 부분은 중심부위가 501.30으로 증가된 반면, 측면부위는 -557.50으로 축소되었다.

결과적으로 FP-1의 체표면의 변화량은 허리부위를 중심으로 상대적으로 크게 증가하는 경향을 보이며 동작에 따른 무게중심을 잡기 위해 골반과 엉덩이 부위의 근육에 힘이 가해져 오히려 앞면과 뒷면의 골반 측면 부위, 엉덩이 측면 부위는 오히려 면적이 상대적으로 감소하는 경향을 보였다.

<표 14> 뒤 늘리기 자세와 의자자세의 체표면 면적량 분석비교표

분할면 (no.)	체표면 변화(mm ²)				
	STP	FP-1	변화량(V)	FP-2	변화량(V)
0-11	4132.31	5974.00	1841.69	—	—
0-12	6639.45	8103.60	1464.15	4519.00	-2122.45
0-13	7019.39	7355.10	335.71	9407.90	2388.51
0-14	4135.14	4559.50	424.36	9326.80	5191.66
0-21	12462.00	12433.60	-28.40	—	—
0-22	17257.30	16765.10	-492.20	4682.10	-12575.20
0-23	19338.00	16758.90	-2579.10	22135.70	2797.70
0-24	11665.7	10769.00	-896.70	16704.60	5038.90
0-31	10609.3	10548.00	-61.30	—	—
0-32	10309.00	10470.10	161.10	6426.30	-3882.70
0-33	11875.20	11317.70	-557.50	13283.00	1407.80
0-34	9453.80	9955.10	501.30	9326.30	-127.50
0-41	39172.00	39054.70	-117.30	34815.10	-4356.90
0-42	34085.50	34003.60	-81.90	27338.30	-6747.20
0-43	28041.40	27887.50	-153.90	36993.20	8951.80
0-44	37330.00	37206.20	-123.80	40653.70	3323.70
0-51	8903.77	8855.90	-47.87	11093.90	2190.13
0-52	10135.40	10064.30	-71.10	10351.20	215.80
0-53	9424.95	9378.00	-46.95	9103.60	-321.35
0-54	10294.50	10253.00	-41.50	9658.60	-635.90
0-61	13970.10	13877.30	-92.80	14496.90	526.80
0-62	18295.50	18129.10	-166.40	17232.30	-1063.20
0-63	17175.20	17090.60	-84.60	16333.50	-841.70
0-64	17926.60	17788.40	-138.20	15560.10	-2366.50

반면 FP-1의 면적 변화량이 120mm^2 이하로 작은 부위는 0-21, 0-31, 0-41, 0-42, 0-51, 0-52, 0-53, 0-54, 0-61, 0-63으로 나타났다. 동작의 특성상 무릎 부위 이하의 부위는 면적변화량이 일어나지 않아 제외시키며, 0-21, 0-31, 0-41, 0-42에서 면적 변화가 가장 작게 나타났다. 이 부분은 모두 앞면의 배 중심부위, 살 중심부위, 허벅지 안쪽과 측면부위로 V값은 각각 -28.4, -61.3, -117.3, -81.9로 면적이 상대적으로 미비하게 축소하는 경향을 보였다. 앞면의 배 중심부위와 살의 중심부위는 무게중심을 잡기 위한 중심축에 해당되는 부위로 동작 수행 시 신체를 지탱하려는 힘이 작용하기 때문에 체표면 면적량 변화가 작은 것으로 판단된다. 앞면의 허벅지 안쪽과 측면부위의 체표면 면적 변화량이 작은 이유는 허벅지 근육에 힘이 가해 균형 잡힌 선 자세를 유지하려 하기 때문이며, 동작의 특성상 자세에 따른 체표면 면적 변화가 미치는 부위는 허리에서 살 부위까지로 분석할 수 있다. 결과적으로 FP-1의 자세에서 체표면 면적 변화량이 가장 작은 부위는 앞면의 배 중심부위, 살 중심부위, 허벅지 안과 측면 부위로 나타나 패턴 제작을 위한 프로토콜을 제시할 수 있는 영역으로 판단된다.

FP-2 동작의 체표면 변화량 측정 결과에 의하면, 0-11, 0-21, 0-31의 체표면 면적량을 측정하는 것이 불가능하였다. 이는 중년 여성의 신체 특성상 허리와 골반부위의 둘레가 상대적으로 크게 증가한다는 선행연구¹³⁶⁾를 뒷받침하는데, 일반적으로 동작 수행 시 피부표면이 서로 맞닿는 부위가 발생하면 3D 스캐너의 빛이 통과하지 못하여 데이터 산출이 불가능하기 때문이다.

그러나 이 부위는 FP-2 동작수행 시 내전굴곡이 심하게 발생하여 측정이 불가능한 것으로, 단순히 피부표면이 서로 맞닿아 측정이 불가능한 현상과는 구별된다. 즉, 실험자는 수행동작의 원리를 이해하여 측정 불가능한 부위의 면적량이 크게 감소하면서 야기되는 문제로 판단할 수 있다. FP-2의 면적 변화량

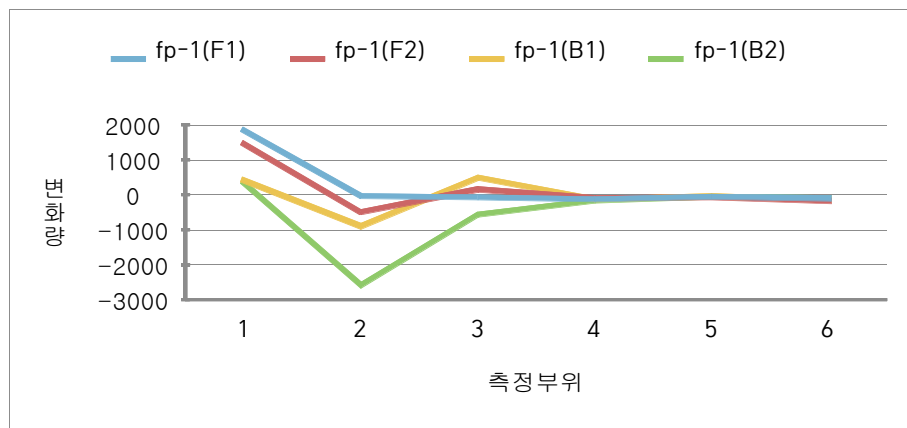
136) 권숙희(1998), op. cit., pp. 17-27.

은 FP-1에 비해 상대적으로 크게 나타나는데, 이는 수행동작의 동작관절각 변화가 크기 때문이다. FP-2 동작의 체표면 면적 변화량의 분석비교표에 의하면 변화량이 4000mm²이상인 부위는 0-14, 0-22, 0-24, 0-41, 0-42, 0-43으로 앞면은 골반측면부위 V값이 -12575.20, 허벅지 안쪽부위는 -4356.90, 허벅지 측면부위는 -6747.20으로 체표면 면적량이 크게 감소하였다. 반면 뒷면은 허리 중심부위의 V값이 5191.66, 골반 중심부위에서는 5038.90, 허벅지 측면부위는 8951.80으로 체표면 면적량이 크게 증가하였다. 그러므로 SP-2동작에 의해 앞면은 허리와 골반의 축소율이 가장 크며, 뒷면은 신체 앞면과 정반대 현상이 일어나, 체표면 면적량이 허리와 골반 중심부위, 허벅지 측면부위를 중심으로 크게 증가하였다.

FP-2의 동작에 따른 체표면 면적 변화량이 작은 부위를 분석한 결과는 다음과 같다. 체표면 면적 변화량이 1000mm² 미만인 부위는 0-34, 0-52, 0-53, 0-54, 0-61, 0-63으로, 앞면은 종아리 상단 측면부위, 종아리 하단의 안쪽 부위가 각각 215.80, 526.80으로 면적이 가장 작게 증가하였으며, 뒷면은 엉덩이 중심부위의 V값이 -127.50, 종아리 상단의 안쪽부위는 -635.90, 측면부위는 -321.35, 종아리 하단의 측면부위는 -841.70으로 면적 변화량이 작게 감소하였다. 따라서 FP-2의 동작의 경우에는 체표면의 변화량의 폭이 크게 발생하며, 상대적으로 체표면 면적변화가 거의 일어나지 않는 부위는 앞면은 종아리 상단부분의 측면부위, 종아리 하단부분의 안쪽부위이며, 뒷면은 엉덩이 중심부위, 종아리 상단부분의 안쪽과 측면부위, 종아리 하단의 측면부위이라고 할 수 있다.

<그림 19>는 STDP와 FP-1자세의 3D 체표면 변화량을 측정부위별로 나눈 변화량 분석그래프이다. 동작의 3D 체표면 분할 데이터에서 지정한 분할면의 번호를 참고하였다. x축의 측정부위는 인체의 수평분할면을 기준으로 1은 허리, 2는 골반, 3은 살, 4는 허벅지, 5는 종아리 상단, 6은 종아리 하단으로 하

여 체표면 분할시 설정된 번호체계를 적용하였다. y축의 변화량 0은 STDP의 면적량을 기준으로 하였으며, 변화량 폭은 데이터 입력 시 최저치와 최대치를 기준으로 단위가 산정되었다. 그래프 상에 표시된 선은 인체를 수직 분할하여 중심선은 1, 측면은 2로 명명한다. 즉, 앞면의 중심은 F1, 앞면의 측면은 F2로 지정하였고, 뒷면의 중심은 B1, 뒷면의 측면은 B2로 지정하였다.

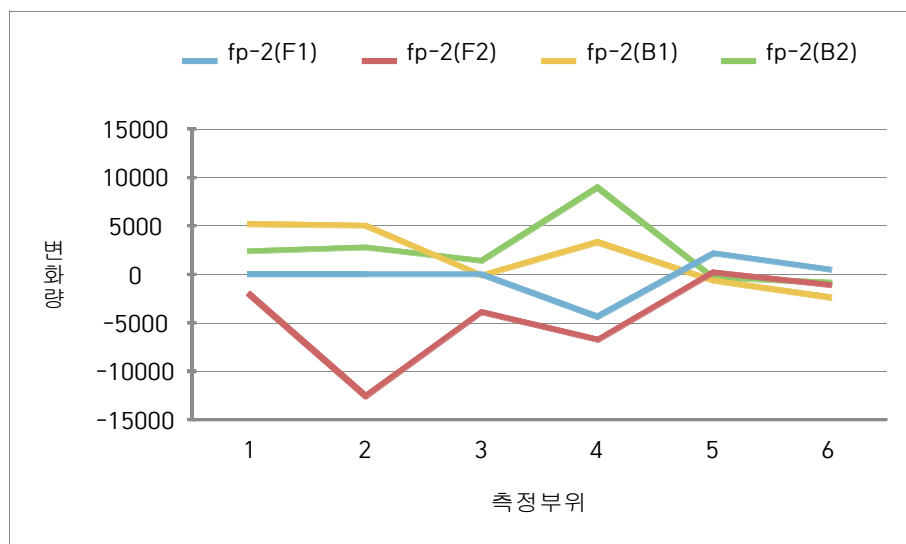


<그림 19> STDP와 FP-1의 3D 체표면 변화량 분석그래프

STDP와 FP-1 동작의 3D 체표면 변화량 분석그래프에 의하면 변화량의 단위는 1000mm^2 로 나타났다. 인체의 수직 분할면을 기준으로 살펴보면, 뒷면의 측면부분은 면적량 변화폭이 가장 크게 나타났으며, 뒷면 중심부분은 변화폭이 가장 작게 나타났다. 앞면의 중심부위와 측면부위의 면적변화량은 수평 분할면에 따라 비슷한 양상을 보여, FP-1의 동작수행 시 앞면의 면적량 변화부위는 수직 분할면에 영향을 받지 않으며, 수평 분할면에 의해서만 영향을 받는 것으로 나타났다. 또한 그래프의 변화량은 측정부위 4까지만 일어나므로 FP-1의 동작수행 시 무릎선을 기준으로 상단 부분의 면적변화만 일어날 것이

라는 예상과 일치하며, 면적변화율의 수치는 허리부위에서 허벅지부위까지가 타당하다고 할 수 있다.

<그림 20>은 STDP와 FP-2의 체표면 변화량을 분석한 그래프로 변화량의 단위는 5000mm²로 나타났다. 앞면은 중심부위에서 허벅지 안쪽부위의 면적량이 축소하고, 종아리 상단부분의 안쪽부위가 다소 증가한 것을 제외하고는 변화량을 산출할 수가 없으므로 허리부분에서 살 부분까지의 중심부위의 변화량을 0으로 임의 가정하였다. 그러나 FP-2의 동작 특성상 앞면과 뒷면의 면적 변화량이 반대로 산출될 것을 예상할 수 있다. 이는 뒷면의 수직분할면의 변화량 산출 데이터를 통해 확인할 수 있다. 뒷면은 중심부위의 허리와 골반 부위의 면적이 측면부분에 비해 상대적으로 크게 증가하였다. 따라서 앞면은 측면부분의 면적이 감소하는 양보다 중심부위의 면적이 더 크게 감소할 것을 추정할 수 있다.

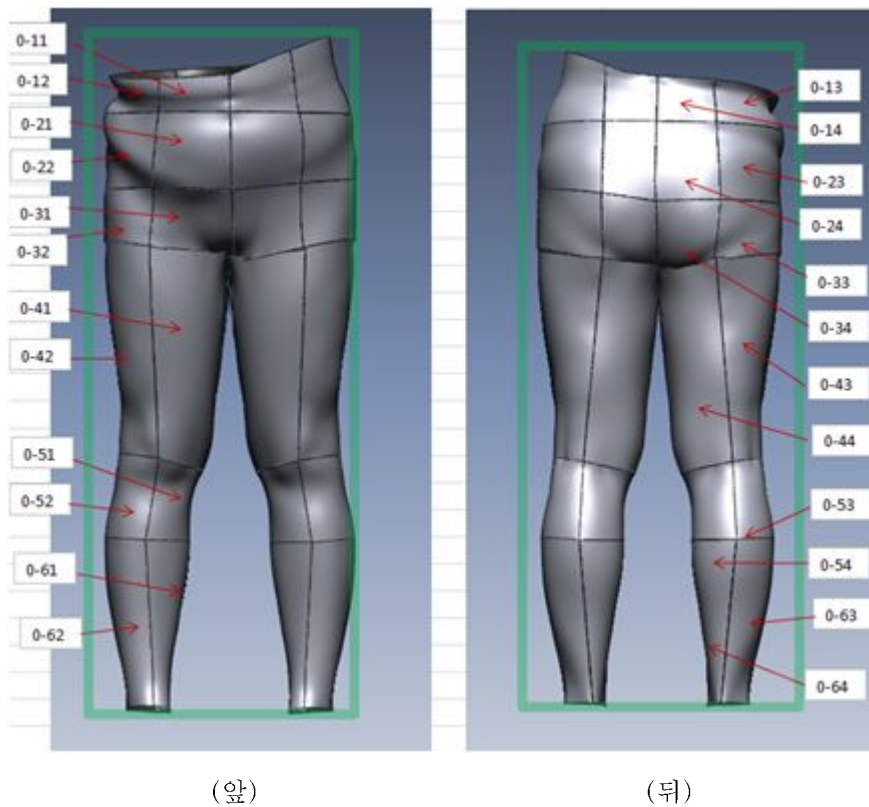


<그림 20> STDP와 FP-2의 3D 체표면 변화량 분석그래프
 (* FP-2(F1)의 측정부위 1, 2, 3은 측정이 불가하여 0으로 대체함)

뒷면은 중심부에서 허리부위와 골반부위의 면적 변화량이 측면부분에 비해 상대적으로 크게 나타났으며, 살과 허벅지 부위는 측면부분의 면적 변화량이 중심부분의 면적량에 비해 상대적으로 크게 나타났다. 따라서 내전굴곡이 일어나는 FP-2 동작의 특성을 감안한다면, 앞면은 중심 부분의 골반과 허벅지 부위의 면적이 크게 감소하며, 그 다음으로 살 부위의 면적이 감소하는 결과가 나타났다. 뒷면은 허벅지 측면부위의 면적이 안쪽부분에 비해 상대적으로 크게 증가하였고, 허리와 골반부위는 중심부분의 면적이 측면부분에 비해 상대적으로 크게 증가하였다.

FP-2의 경우 수직 분할면에 따른 변화가 허리에서부터 허벅지에 이르기까지 일어난다. 특히 앞면은 골반과 허벅지 부위의 체표면 면적의 축소가 가장 크게 일어나며, 그 다음으로는 살 부위의 축소가 크게 나타났다. 뒷면은 허리와 골반의 중심부위의 변화량이 크며, 살 중심부위는 면적변화가 거의 발생하지 않으며, 허벅지 측면부위는 면적이 가장 크게 증가하였다. 이는 FP-2의 동작 특성상 인위적으로 골반을 뒤로 이동시키기 때문에 자연스럽게 뒷면 허벅지의 체표면이 크게 늘어나며, 특히 허벅지 측면부위의 면적이 허벅지 안쪽부위에 비해 크게 증가하는 것으로 판단된다. 반면 뒷면의 종아리 상단부분의 경우에는 약간의 면적량 축소가 발생하는데 이러한 결과는 신체 균형을 잡기 위해 종아리 근육에 힘이 가해지고 무릎이 굴절되어 변화량이 크게 감소하는 것으로 추정된다. 앞면은 종아리 상단의 안쪽부위에서 면적이 다소 증가하였다. SP-2의 동작은 허리의 굴절과 무릎의 굴절이 동시에 일어나, 모든 부위에서 체표면 면적 변화가 발생하며, 이 중에서 변화량이 가장 적은 부분은 뒷면의 경우에는 살 중심부위와 종아리 상단부분의 안쪽부위, 앞면의 경우에는 종아리 상단부분의 측면부위와 종아리 하단부분의 안쪽부위가 해당된다.

세 번째로 측정된 요가동작은 옆 늘리기 자세(Ukatasana)이며, SP-1 (Side Pose-1)로 지정한다. <그림 21>은 옆 늘리기 동작의 3D 체표면 분할데이



<그림 21> 옆 늘리기(Ukatasana) 동작의 3D 체표면 분할

터이다. 이 동작은 동작의 특성상 좌우 비대칭 동작이 수행되는 측면의 굴곡과 신전 동작이다. 따라서 인체의 우측과 좌측의 체표면 면적량이 각각 다른 결과가 나타나므로, 신체의 우측과 좌측을 모두 측정하여 분석하였다. 동작의 특성상 앞면과 뒷면의 면적변화율의 차이는 크게 발생하지 않을 것으로 예상되었다. 비대칭 동작 수행 시에는 관상면의 운동방향을 동일하게 적용하기 위해, 수행동작 시 상반신의 굴절은 피험자의 우측방향으로 진행하였다. 즉 피험자는 SP-1동작 수행 시 좌측허리 부위의 신전과 우측허리 부위의 굴곡이 발생하도록 하였다.

<표 15>는 옆 늘리기 동작인 SP-1을 수행 시, 인체의 우측과 좌측의 변화량을 각각 분석한 체표면 면적 변화량 분석비교표이다. SP-1의 인체 우측 데이터의 변화량이 900mm²이상으로 측정된 부위 중에서 0-11, 0-12, 0-13, 0-14의 V값은 각각 941.59, 1353.25, 1522.71, 1334.56으로 나타나 수평 분할면을 기준으로 한 허리전체부위의 면적이 증가하였으며, 0-22, -23, 0-24, 0-31에 해당하는 부위의 V값은 -1259.30, -3516.30, -1347.60, -1307.60으로 앞면의 골반 측면부위와 살 중심부위, 뒷면의 골반 중심과 측면부위의 면적은 감소하였다. 특히 뒷면의 골반 측면부위는 면적의 감소가 가장 크게 나타났다. 이 부위를 제외한 나머지 부위는 SP-1동작에 의한 체표면 면적의 변화가 미비하므로, SP-1동작에 의한 인체 우측 부분의 전체적인 변화량은 작게 나타났다.

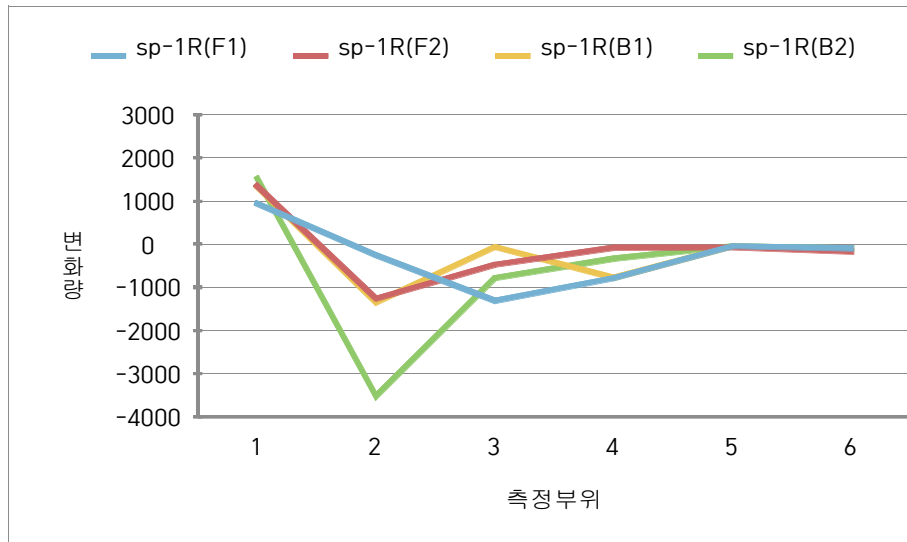
SP-1 동작의 인체 좌측을 기준으로 한 변화량은 인체 우측과 달리 체표면 면적 변화량이 상대적으로 크게 나타났다. SP-1의 인체 좌측 데이터는 변화량이 2500mm²이상으로 나타난 부위는 0-11, 0-12, 0-13, 0-22, 0-23, 0-24로 나타났다. 0-11, 0-12, 0-13은 앞면의 허리 중심과 측면부위, 뒷면의 허리 측면부위로 V값은 각각 2870.45, 5113.25, 6905.01이며, 체표 면적이 상대적으로 크게 증가하였다. 반면 0-22, 0-23, 0-24는 앞면의 골반 측면부위, 뒷면의 골반 중심과 측면부위로 V값은 -4679.10, -4045.30, -3191.80으로 나타나 체표면적이 상대적으로 크게 감소하였다. 그 다음으로 체표면 면적 변화량이 큰 부위는 0-14, 0-21, 0-33, 0-42, 0-43, 0-44로 앞면의 허벅지 측면부위, 뒷면의 허리 중심 부위와 살 측면부위 및 허벅지 측면부위의 V값이 각각 1369.66, 1780.80, 1927.70, 1656.01로 체표 면적이 증가하였으며, 앞면의 골반 중심부위와 뒷면의 허벅지 중심부위의 V값은 -1217.70, -1716.30으로 체표면적이 감소하였다.

무릎선상 위쪽의 부위에서 체표면 변화량이 작게 나타난 부위는 0-31, 0-32, 0-34, 0-41로 앞면의 살 중심과 측면부위, 뒷면의 엉덩이 중심부위이며, V값

<표 15> 옆 늘리기 자세의 체표면 면적량 분석비교표

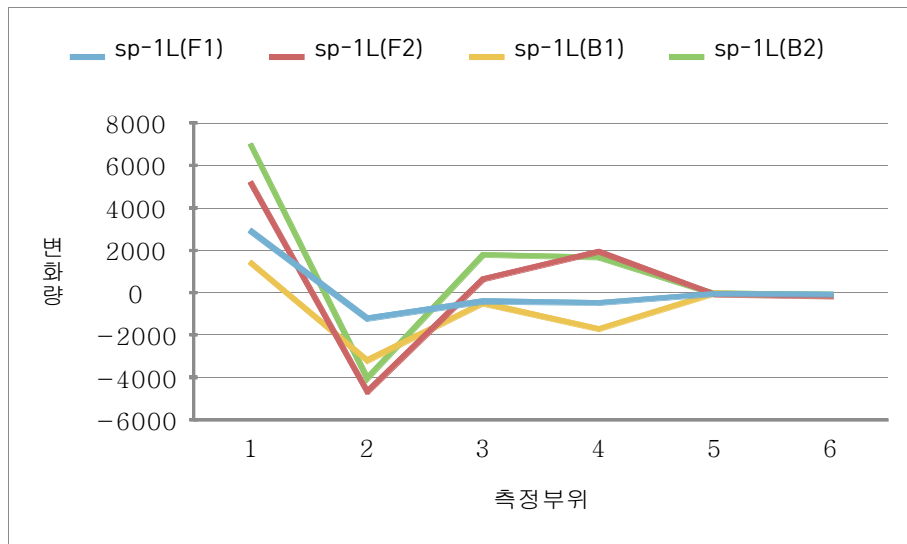
분할면 (no.)	체표면 변화(mm ²)				
	STP	SP-1 (R)	변화량(V)	SP-1 (L)	변화량(V)
0-11	4132.31	5073.90	941.59	7002.76	2870.45
0-12	6639.45	7992.70	1353.25	11752.70	5113.25
0-13	7019.39	8542.10	1522.71	13924.40	6905.01
0-14	4135.14	5469.70	1334.56	5504.80	1369.66
0-21	12462.00	12216.10	-245.90	11244.30	-1217.70
0-22	17257.30	15998.00	-1259.30	12578.20	-4679.10
0-23	19338.00	15821.70	-3516.30	15292.70	-4045.30
0-24	11665.70	10318.10	-1347.60	8473.90	-3191.80
0-31	10609.30	11916.90	-1307.60	10199.90	-409.40
0-32	10309.00	9836.00	-473.00	10956.70	647.70
0-33	11875.20	11090.70	-784.50	13656.00	1780.80
0-34	9453.80	9390.40	-63.40	8959.40	-494.40
0-41	39172.00	38392.70	-779.20	38694.90	-477.10
0-42	34085.50	33753.60	-81.90	36013.20	1927.70
0-43	28041.40	27890.20	-331.90	29697.50	1656.10
0-44	37330.00	36552.80	-777.20	35613.70	-1716.30
0-51	8903.77	8872.10	-31.67	8879.90	-23.870
0-52	10135.40	10084.20	-51.20	10109.00	-26.40
0-53	9424.95	9382.00	-42.95	9398.00	-26.95
0-54	10294.50	10248.00	-46.50	10251.00	-43.50
0-61	13970.10	13902.10	-68.00	13907.30	-62.80
0-62	18295.50	18209.00	-86.50	18197.10	-98.40
0-63	17175.20	17098.20	-77.00	17096.00	-79.20
0-64	17926.60	17791.40	-135.20	17872.40	-54.20

은 - 409.40, 647.70, -494.40, -477.10으로 변화량이 700mm²이하로 나타나 패턴 프로토콜 영역으로 나타났다.



<그림 22> STDP와 SP-1(R)의 3D 체표면 변화량 분석그래프

결과적으로 SP-1 동작은 허리에서 허벅지 부위까지의 면적 변화에 영향을 주며, 수평 분할면을 기준으로 하였을 경우 허벅지 아래 부위에는 거의 영향을 끼치지 않았다. 즉, SP-1의 동작수행 시 체표면 변화량을 분석한 결과는 허리와 골반 부위의 체표면 면적 변화량이 가장 크며, 인체 좌측 데이터의 면적 변화폭이 우측에 비해 상대적으로 크게 나타나 동작에 따른 체표면 변화율의 결과를 이용한 패턴의 프로토콜 제시에는 인체 좌측 데이터의 결과를 사용하는 것이 타당하다고 본다.



<그림 23> STDP와 SP-1(L)의 3D 체표면 변화량 분석그래프

<그림 22>는 STDP와 SP-1의 신체우측 데이터의 3D 체표면 변화량을 분석한 그래프이며, 면적 변화량의 단위는 1000mm^2 으로 지정되었다. 본 그래프는 측정 부위 5인 무릎선 아래부위에서는 체표면 변화가 거의 나타나지 않으므로, 요가동작 SP-1R에 의해 인체우측의 체표면 변화량이 일어나는 부위는 수평분할을 기준으로 허벅지 부위까지라고 할 수 있다. 허리부분은 앞뒤면 전체 부위에서 면적이 증가하였는데 뒷면의 측면부위의 증가가 가장 크게 나타났다. 또한 변화량이 일어나는 부위 중 허리부분을 제외한 골반 부위, 살 부위, 허벅지 부위에서는 체표면적이 감소하는 결과를 나타냈다. 특히 골반 부위는 앞중심 부분을 제외한 나머지 부분에서 면적이 크게 감소하였으며, 수직 분할면을 기준으로 뒷면의 골반 측면부위의 면적이 가장 크게 감소되었다. 결과적으로 SP-1 동작에서 인체우측의 체표면 변화는 상대적으로 인체 앞면보다는 뒷면의 측면부위에서 면적이 크게 축소하였다. 살 부분은 뒷면의 중심 부위를 제외하고는 전체적으로 면적이 다소 감소하였는데, 감소폭은 앞면의 중심부위,

뒷면의 측면부위, 앞면의 측면부위 순으로 나타났다. 허벅지 부위는 살 부위보다도 면적 변화량이 적게 나타났는데, 살의 앞뒤면 중심부위의 면적이 앞뒤면 측면부위에 다소 크게 감소하였다.

<그림 23>은 STDP와 SP-1의 동작을 수행한 인체 좌측의 체표면 변화량을 분석한 그래프로 변화량 단위는 2000mm^2 이다. SP-1 동작의 인체 좌측은 체표면 신전이 발생하는 부분으로 체표면 변화가 발생하는 부위는 수평 분할면을 기준으로 허리부위에서 허벅지부위까지로 나타났으며, 수직 분할면을 기준으로 앞뒤면의 측면부분의 면적 변화폭이 크게 나타나며, 앞 중심부분의 면적 변화폭이 가장 작게 나타났다.

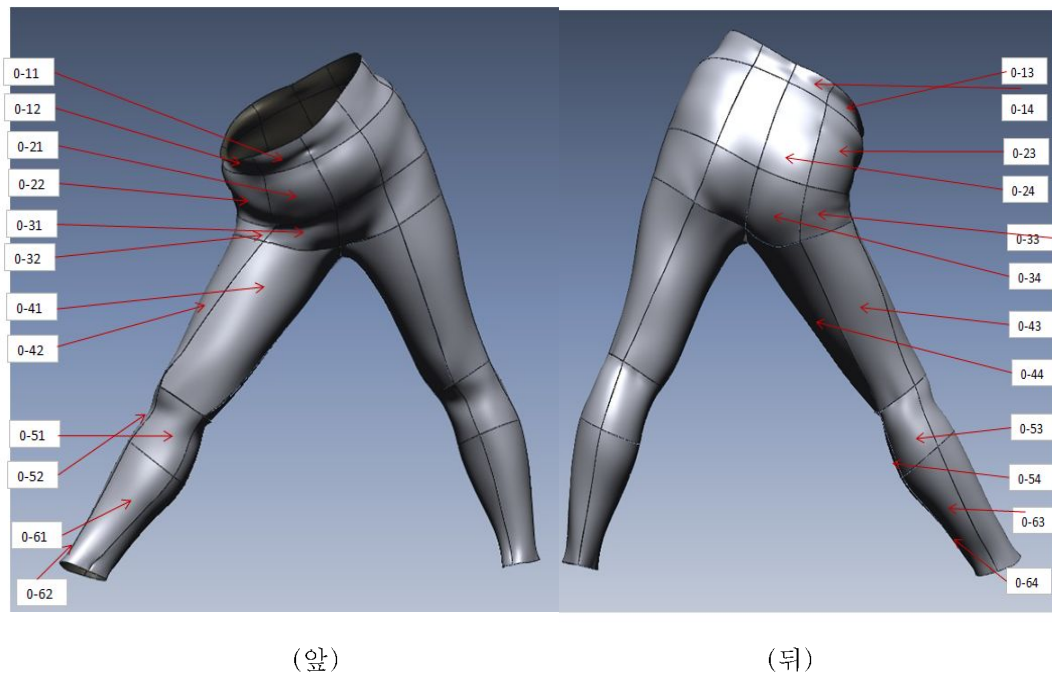
수평 분할면을 기준으로 면적 변화량이 크게 발생하는 부위는 허리와 골반 부분으로, 앞뒷면의 허리 측면부위에서 면적이 가장 크게 증가하였으며, 그 다음으로는 앞면의 허리 측면부위가 크게 증가하였고, 그 다음으로는 앞면의 허리 중심부위, 뒷면의 허리 중심부위 순으로 증가하였다. 골반 부분은 앞면의 골반 중심부위를 제외한 나머지 모든 부분에서 면적이 크게 감소하였다. 특히 앞뒤면의 골반측면부위가 면적이 가장 크게 감소하였는데, 이러한 현상은 허리부위의 면적량이 크게 증가한 만큼 골반부위의 체표면이 밀려 상대적으로 축소되는 것으로 판단된다. 살 부위에서는 앞뒷면의 측면부위의 면적이 다소 증가하였는데, 뒷면의 살 측면부위가 가장 크게 증가하였다, 살의 앞뒷면 중심부위는 면적변화가 거의 일어나지 않았다. 뒷면의 허벅지 안쪽부위는 면적이 감소하며, 앞뒤면 허벅지 측면부위는 면적이 증가하였고, 앞면의 안쪽부위의 면적 변화가 거의 일어나지 않았다. 뒷면의 허벅지 안쪽부위는 SP-1 동작수행시 근육을 긴장시켜 중심을 잡는 부위에 해당되므로 피부의 수축이 일어나 체표면적이 허벅지의 다른 부위와 달리 감소하는 것으로 판단된다.

결과적으로 SP-1 동작의 인체 좌측은 앞면의 중심부분에서 면적 변화폭이 가장 적어, 동작에 영향을 덜 받는 것으로 나타나며, 수평 분할면을 기준으로

앞뒤면의 살 중심부위와 앞면의 허벅지 안쪽부위는 면적 변화량이 거의 발생되지 않아 동작에 의한 체표면 변화가 일어나지 않는다.

네 번째로 측정된 요가동작은 삼각자세(Triangle Pose)이며, SP-2 (Side ont Pose-2)로 지정한다. SP-2는 SP-1처럼 비대칭 동작으로, 측면방향의 굴곡과 신전이 일어나 인체의 좌측과 우측의 면적량 변화가 다르게 나타난다. 따라서 체표면 변화량은 인체의 좌측과 우측을 각각 측정하였다.

<그림 24>는 SP-2동작의 3D 체표면 원형데이터로, 우측방향으로 상체를 기울여 동작을 수행하도록 하였다. 동작수행 시 발끝의 방향 각도를 지정하므로,



<그림 24> 삼각자세(Triangle Pose)동작의 3D 체표면 분할

무릎관절의 방향이 인위적으로 변하여, 발 끝 방향의 설정이 전체적인 체표면 면적변화에 영향을 미칠 것으로 간주되었다. 또한, SP-2동작은 4가지 실험 동작 중에서 허리굴절각이 가장 큰 동작이므로, SP-1에 비해 SP-2동작의 체표면 변화량이 크게 나타날 것으로 예상되었다.

<표 16>은 SP-2동작의 체표면 변화량을 분석한 표이다. SP-2에서 인체우측의 체표면 변화량을 분석하면 다음과 같다. 체표면 변화량이 2000mm²이상인 부위는 0-13, 0-23, 0-24, 0-31, 0-32, 0-33, 0-34, 0-41, 0-42, 0-43, 0-44, 0-51, 0-61, 0-64로 앞면은 살 중심과 측면부위, 허벅지 안쪽과 측면부위, 종아리 상단의 안쪽부위, 종아리 하단의 안쪽부위이며, 뒷면은 허리측면부위, 골반 중심과 측면부위, 살 중심과 측면부위, 허벅지 측면과 중심부위, 종아리 하단의 측면부위로 면적 변화가 크게 나타났다. 허리부분에서 뒷면은 측면부위는 V값이 -2095.49, 중심부위는 -1253.14로 상대적으로 측면부위의 면적이 크게 감소하였다. 이는 SP-2 동작수행 시 허리중심이 뒤쪽으로 기울어져 중심하중이 뒷면으로 향하기 때문에 앞면의 중심과 측면 부위의 면적 변화량은 작고, 뒷면의 중심과 측면부위는 전체적으로 크게 감소하는 것으로 나타났다. 골반부분에서 앞면은 중심과 측면부위의 면적 변화량이 작게 나타났으며, 뒷면은 중심부위의 V값은 2119.70, 측면부위는 -2929.80으로 뒷면은 골반 중심부위의 면적이 증가하고 골반 측면부위의 면적은 감소하였다. 살 부분에서는 앞면은 중심부위의 V값은 -2561.90이며, 측면부위는 -6389.20으로 측면부위의 면적감소폭이 크게 나타났다. 살 부분의 뒷면은 중심부위는 V값이 2142.70, 측면부위는 -3066.90으로 뒷면의 살 중심부위의 면적은 증가하였으나 측면의 면적은 감소한 것으로 나타났다. 이와 같이 중심부분과 측면부분의 면적변화가 다르게 발생하는 이유는 측면 동작은 중심부위는 체표면이 증가하고, 반대로 측면부위는 굴곡에 영향을 받아 면적이 축소되는 것으로 사료되며, 면적변화량은 중심부분보다 측면부분에서 크게 발생하는 것으로 나타났다. 다시

<표 16> 삼각 자세 동작의 체표면 면적량 분석비교표

분할면 (no.)	체표면 변화(mm ²)				
	STP	SP-2 (R)	변화량(V)	SP-2 (L)	변화량(V)
0-11	4132.31	4678.80	546.46	5782.20	1649.89
0-12	6639.45	5882.60	756.85	9506.80	2867.35
0-13	7019.39	4923.90	-2095.49	9261.50	2242.11
0-14	4135.14	2882.00	-1253.14	2688.10	-1467.04
0-21	12462.00	11892.80	-569.20	11243.20	-1218.80
0-22	17257.30	14536.30	-2721.00	15606.20	-1651.10
0-23	19338.00	16408.20	-2929.80	22109.10	2771.10
0-24	11665.70	13785.40	2119.70	12244.90	579.20
0-31	10609.30	8047.40	-2561.90	9506.60	-1102.70
0-32	10309.00	3919.80	-6389.20	10699.80	390.80
0-33	11875.20	8808.30	-3066.90	14117.50	2242.30
0-34	9453.80	11596.50	2142.70	10194.50	740.70
0-41	39172.00	48180.40	9008.40	37615.05	-1556.95
0-42	34085.50	30417.30	-3668.20	33893.50	-192.00
0-43	28041.40	32574.10	4532.70	30810.16	2768.76
0-44	37330.00	42758.10	5428.10	34374.95	-2955.05
0-51	8903.77	11137.00	2233.23	7596.59	-1307.18
0-52	10135.40	8715.30	-1420.10	9870.45	-264.95
0-53	9424.95	9935.60	510.65	9346.81	-78.14
0-54	10294.50	9398.80	-895.70	10768.00	473.50
0-61	13970.10	18658.60	4688.70	14097.00	126.90
0-62	18295.50	19045.00	749.50	19867.90	1572.40
0-63	17175.20	15571.80	-1603.40	15896.59	-1278.61
0-64	17926.60	13394.80	-4531.80	16859.31	-1067.29

말해 골반부위와 살 부위는 허리중심점을 기준으로 상체가 측면으로 회전하므로, 중심부위의 체표면은 증가하는 반면, 측면부위의 체표면은 상대적으로 감소하며 변화량은 측면이 상대적으로 크게 나타났다.

허벅지부분에서 앞면은 안쪽부위의 V값이 9008.40으로 면적이 매우 크게 증가하였고, 측면부위는 V값이 -3668.20으로 나타나 면적이 크게 감소하는 것으로 나타났다. 허벅지의 경우는 발의 방향이 바깥으로 설정되어 무릎의 방향이 바깥으로 회전되므로 앞면의 안쪽부위는 신장되고, 측면부위는 수축되는 현상이 발생한 것으로 여겨진다. 허벅지 뒷면은 측면부위의 V값이 4532.70, 안쪽 부위의 V값은 5428.10으로 모두 큰 폭으로 증가하였다. 종아리 상단부분의 앞면은 안쪽부위의 V값이 2233.23으로 증가하는 반면, 바깥부위의 경우에는 -1420.10으로 약간 축소하였으며, 뒷면은 전체부위에서 1000mm^2 이하의 V값이 측정되어 동작에 따른 체표면 변화가 거의 일어나지 않는 것으로 판단된다. 종아리 하단부분의 앞면은 안쪽부위의 V값이 4688.70으로 면적이 크게 증가하였으며, 측면부위는 V값이 749.50으로 변화가 미비하였다. 종아리 하단부분의 뒷면은 전체적으로 크게 감소하는 것으로 나타나, 측면부위는 -1604.30, 안쪽부위의 경우에는 -4531.80으로 종아리 하단부분은 뒷면 안쪽부위에서 면적이 크게 감소하였다.

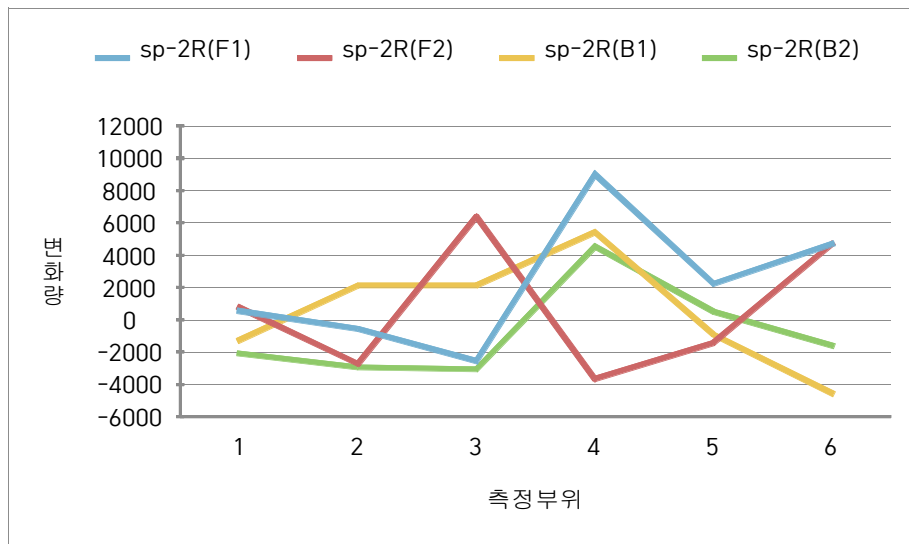
결과적으로 SP-2 동작수행 시 신체우측의 체표면 변화량은 전체적으로 크게 나타나며, 상대적으로 면적변화가 적게 발생하는 부위는 허리 앞면, 골반 앞면, 종아리 상단부분의 뒷면, 종아리 하단부분의 앞 측면부분이라고 할 수 있다.

SP-2의 인체좌측의 체표면 변화량을 분석하면 <표 15>와 같다. 체표면 면적 변화량이 크게 나타난 부위는 1500mm^2 이상률 기준으로 0-11, 0-12, 0-13, 0-14, 0-22, 0-23, 0-33, 0-41, 0-43, 0-44, 0-62로, 앞면은 허리 중심과 측면부위, 골반의 측면부위, 허벅지 안쪽부위, 종아리하단의 측면부위이며, 뒷면은 허

리 중심과 측면부위, 골반의 측면부위, 살의 측면부위, 허벅지 안쪽과 측면부위로 나타났다. 허리부분에서 앞면은 중심부위의 V값이 1649.89, 측면부위는 2867.35로 나타나 전체적으로 면적이 증가하였으며, 뒷면은 중심부위의 V값은 -1467.04로 면적이 감소하였고, 측면부위는 2242.11로 면적이 증가한 것으로 나타났다. 허리부분에서 뒷면 중심부위에서만 면적이 감소한 이유는 동작수행에 의해 상반신이 정측면으로 굴절되지 않고 뒷면으로 기울어져, 앞중심부위까지 신전된 것으로 판단된다. 골반부분에서 앞면은 중심부위의 V값이 -1218.80, 측면부위는 -1651.10으로 골반의 앞면부위는 전체적으로 면적이 감소하는 것으로 나타났으며, 뒷면은 측면부위의 V값은 2771.10으로 면적이 크게 증가하나, 중심 부위의 경우에는 V값이 579.20으로 동작에 따른 면적 변화가 거의 나타나지 않았다. 살 부분에서 앞면은 중심부위의 V값이 -1102.70으로 면적이 감소하지만, 측면부위에서는 V값이 390.80으로 면적 변화량이 미비한 것으로 나타났으며, 뒷면은 측면부위의 V값이 2242.30으로 변화량이 크게 증가하는 반면 중심부위는 740.70으로 변화량이 거의 발생하지 않았다. 즉 살 부위의 경우에는 앞 중심 부위에서 면적이 감소하고, 뒷면 측면부위에서 면적이 증가하며, 앞 측면부위와 뒤 중심부위는 동작에 영향을 받지 않았다. 허벅지부분에서 앞면은 안쪽부위의 V값이 -1556.95로 면적이 감소하였으나, 측면부위의 V값은 -192.00로 변화량이 미비하였다. 허벅지 뒷면은 측면부위의 V값이 2768.76으로 면적이 증가하는 반면, 안쪽부위는 V값이 -2955.05로 면적이 감소하였다. 이러한 결과는 왼쪽 발의 각도가 안쪽으로 향하면서 수직분할면을 기준으로 한 중심부분과 측면부분의 면적변화량의 증감 폭이 반대로 크게 발생한 것으로 판단된다. 종아리 상단부분에서 앞면은 안쪽부위의 V값이 -1307.18로 면적이 감소하였으며, 측면부위의 V값은 -264.95로 면적변화가 거의 발생하지 않았다. 반면 뒷면은 안쪽부위의 V값이 473.5, 측면부위는 -78.14로 면적 변화량이 거의 나타나지 않았다. 종아리 하단부분은 종아리 상단

부분과 달리 면적변화량이 크게 나타났다. 앞면은 측면부위의 V값이 1572.40으로 면적이 증가하는 것을 알 수 있으며, 안쪽부위는 V값이 126.90으로 변화량이 미비하였다. 뒷면은 안쪽부위가 V값이 -1067.29, 측면부위가 -1278.61로 종아리 하단부위 뒷면의 면적은 전체적으로 감소하였다.

따라서 SP-2동작의 신체 우측 체표면 면적을 분석에 의하면 <그림 25>와 같으며, 면적 변화량이 적은 부위는 앞면의 살 측면부위, 허벅지 측면부위, 종아리 상단부위의 측면부위, 종아리 하단의 안쪽부위와 뒷면의 골반중심부위와 살 중심부위, 종아리 상단부위의 안쪽과 측면부위로 나타나 패턴 프로토콜 영역으로 판단된다. SP-2동작은 네 가지의 요가동작 중 관절각이 가장 큰 동작으로 면적변화가 가장 크게 발생하여, 종아리부분까지 면적 변화량이 크게 나타났다.

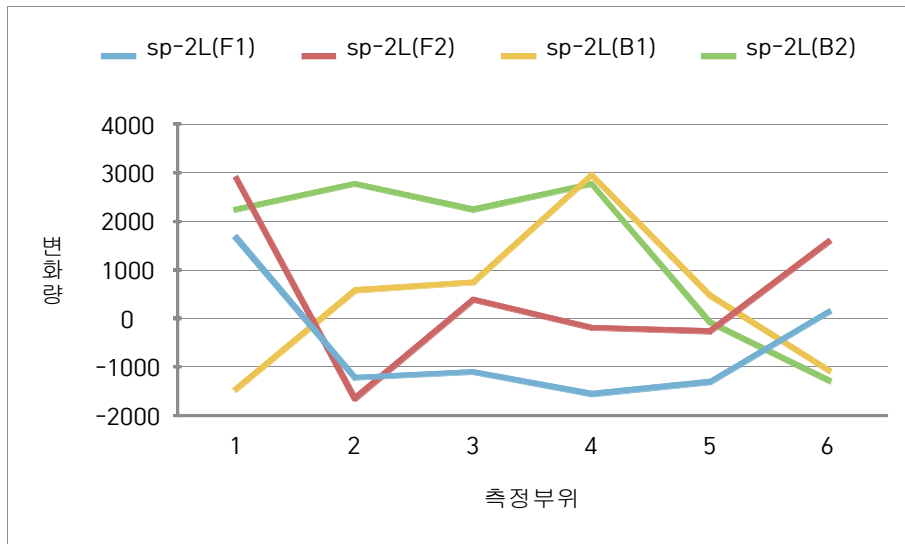


<그림 25> STDP와 SP-2(R)의 3D 체표면 변화량 분석그래프

<그림 25>는 STDP와 SP-2의 동작을 수행한 신체우측의 3D 체표면 변화량을 분석한 그래프이다. 변화량의 단위는 2000mm^2 이며 수직 분할면을 기준으로 변화폭이 8000mm^2 이상으로 매우 크게 나타났다. 허리부분에서 체표면 변화폭은 모든 부위에서 상대적으로 작게 나타났으며, 허리 뒷면의 중심과 측면은 면적이 감소한 것으로 나타났다. 골반부분에서 앞면은 중심부위에서 면적 변화가 거의 일어나지 않았으나, 측면부위는 면적이 크게 감소하였고, 뒷면은 중심부위의 면적은 증가한 반면 측면부위의 면적은 감소하였다. 수평 분할면에서 변화폭이 크게 나타난 부위는 살 부위와 허벅지 부위, 종아리 하단부분이다. 살 부분은 앞면의 측면부위와 뒷면의 중심부위는 면적이 크게 증가하였으나, 앞면의 중심부위와 뒷면의 측면부위는 크게 감소하였는데, 이는 동작시 허리가 우측으로 회전하며 굴절하기 때문으로 여겨진다. 허벅지 부분에서 앞면의 측면부위는 면적이 크게 감소한 반면, 앞면의 안쪽부위와 뒷면의 안쪽 및 측면부위는 면적이 크게 증가한 것으로 나타났다. 종아리 상단부분은 상대적으로 면적 변화량이 작게 나타났으며, 종아리 앞면 안쪽부위의 면적이 증가한 것으로 나타나며, 종아리 앞면 측면부위 및 뒷면 안쪽 부위는 면적이 감소하였고, 종아리 뒷면 측면부위는 변화량이 거의 나타나지 않았다. 종아리 하단 부분에서는 앞면은 전체적으로 면적이 크게 증가하고, 뒷면은 안쪽부위만 면적이 큰 폭으로 감소하였다.

결과적으로 SP-2의 신체우측의 3D 체표면 변화는 골반아랫부분 전체에서 크게 발생하여, 허벅지 부위의 면적 변화량이 가장 크게 나타났으며, 그 다음으로 살 부위와 종아리 하단부위의 변화량이 크게 나타났다. 체표면 변화가 가장 작은 부위는 허리부분으로 나타났으며, 그 다음으로는 골반과 종아리 상단부분이 체표면 면적 변화량이 작았다. 수직 분할면을 기준으로 한 면적 변화폭은 앞면의 중심부위가 가장 크게 나타났으며 뒷면의 중심부위는 가장 적게 나타났다.

<그림 26>은 STDP와 SP-2동작의 인체좌측의 3D 체표면 변화율을 분석한 그래프로 변화량의 단위는 1000mm²이며 모든 부위에서 감소와 증가의 변화가 발생하였다. 면적 변화폭은 수평 분할면을 기준으로 5000mm²으로 나타났으며, 허리부분은 뒤 중심부위에서 체표 면적이 감소한 반면 나머지 뒷면의 측면부위, 앞면의 중심과 측면부위는 체표 면적이 증가하였다. 골반부분에서 앞면의 중심과 측면부위는 면적이 감소하였고, 뒷면의 중심부위에서는 면적변화가 거의 일어나지 않았으며, 측면부위에서는 면적이 증가하였다. 살 부분에서 앞면은 중심부위에서 면적이 감소한 반면 측면부위는 면적변화가 거의 발생하지 않았으며, 뒷면은 측면부위의 면적이 증가한 반면 중심부위의 면적은 거의 변화하지 않았다. 이와 같은 면적 변화량의 결과는 SP-2 동작에 따라 상



<그림 26> STDP와 SP-2(L)의 3D 체표면 변화율 분석그래프

반신이 앞으로 기울어지기 때문으로 여겨진다. 허벅지에서 앞면은 안쪽부위

에서 면적이 감소하였으나 측면부위는 면적변화가 거의 발생하지 않았고, 뒷면은 안쪽과 측면 모두에서 면적이 크게 증가하였는데, 이는 발의 방향을 안쪽으로 향하게 함으로써 상대적으로 허벅지 뒷면의 면적 증가를 증대시켰다고 여겨진다. 종아리 상단부분에서 앞면은 종아리 안쪽부위에서 면적이 감소하는 반면, 그 이외의 앞쪽측면과 뒷면의 안쪽 및 측면 부위에서는 변화량이 거의 없었다. 종아리 하단부분에서 앞면은 측면부위에서 면적이 증가하였으며, 앞면 안쪽은 변화가 없었고, 뒷면은 안쪽과 측면 부위 모두에서 면적량이 거의 유사하게 감소하였다. 즉, SP-2동작은 인체 좌측에서 발 너비를 넓게 벌리고 발의 방향각도를 안쪽으로 향하도록 요구함으로써 종아리 하단 부분에 압력이 발생하여 종아리 상단부분보다 면적변화가 크게 나타난 것으로 여겨진다.

이처럼 요가동작별 체표면 면적 변화량을 부위별로 분석하고, 면적의 증감 정도를 비교함으로써 면적변화량이 크게 나타난 부위와 면적변화량이 상대적으로 적게 나타난 부위를 구별하였다. 면적변화량이 크게 나타난 부위는 패턴 변형을 피해야하는 부위이며, 면적 변화량이 거의 발생하지 않은 부위는 패턴 변형이 가능한 부위로, 패턴 프로토콜영역은 면적 변화량이 거의 일어나지 않는 부분을 선택하여 지정한다고 볼 수 있다.

3) 동작별 3D 체표면 평면 면적 분석

동작별 체표면 평면 면적분석은 3D 체표면 변화분석 데이터를 2차원 평면으로 이동시켜 평면패턴과 가장 유사한 형태로 각각의 면적부위를 배치시킨 평면 전개도라고 할 수 있다. 즉 각각의 면적부위를 분리하여 y축을 제거하여 자유 낙하시킴으로써 평면에 다시 배치하는 작업을 통해 평면전개도를 얻도록 한다.

기준자세(STDP)의 체표면 평면 전개과정은 3D 체표면 데이터를 평면 데이터로 전환하는 과정을 거친다. 체표면의 수평 분할선은 허리, 골반, 살 또는

영덩이 밀선, 무릎, 종아리의 가장 굵은 부분, 발목을 기준으로 분할하여 구획하였고, 수직 분할선은 앞 중심선, 앞 허리 이등분선, 옆선, 뒤 중심선, 뒤 중심 이등분선을 기준으로 분할하여 구획하였다. 수평수직 분할선으로 분리된 각각의 부위들은 슬렉스 기본원형과 유사하도록 평면상에 배치한다.

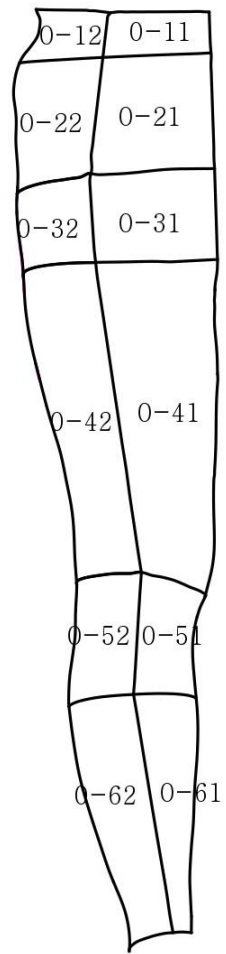
<그림 27>은 STDP의 체표면 전개도이며 앞면과 뒷면의 하반신 면적을 분할선을 기준으로 분리하여 붉은 선으로 전개도면을 완성하였다. 요가동작별 체표면 전개도는 STDP동작의 체표면 전개도를 기준으로 각각의 요가동작을 수행한 체표면 전개도를 중합하여 부위별 면적의 변화정도를 시각적으로 나타내었다.

<그림 28>은 STDP과 FP-1의 체표면 변화량 평면 중합도이다. FP-1동작의 체표면 면적을 평면전개한 후 STDP의 평면전개도를 중첩시킨다. 이 과정을 통해 봉제선이 위치할 수 있는 영역을 육안으로 확인하고 면적이 같더라도 방향변화가 나타나 변형이 일어나는 면적부위를 제외시키고자 한다. 따라서 각각의 동작에서 면적의 변화량이 상대적으로 적게 발생하며, 각각의 부위의 형태가 디자인이 가능한 프로토클 영역을 완성하도록 한다. FP-1의 평면전개도를 STDP의 평면전개도와 중첩시킨 결과를 통해 프로토클영역을 선정하면, 앞면의 중심부분은 허리, 살, 허벅지를 제외한 영역이 해당되어 골반부위와 종아리 상·하면 부위에서 패턴을 설정하는 것이 가능하다. 앞면의 측면부분은 골반, 살, 허벅지, 종아리 상·하면으로 나타났다. 뒷면의 중심부분은 허벅지를 제외한 모든 영역이 선정되었으며, 뒷면의 측면부분은 모든 영역에서 패턴을 설정하는 것이 가능하다고 나타났다. 이러한 결과는 FP-1의 동작 시 앞면의 허리부위에서 체표면 변화가 관찰되며, 인체중심부위에서는 특히 허벅지 안쪽에서 변화 및 이동이 발생하는 것으로 판단된다.

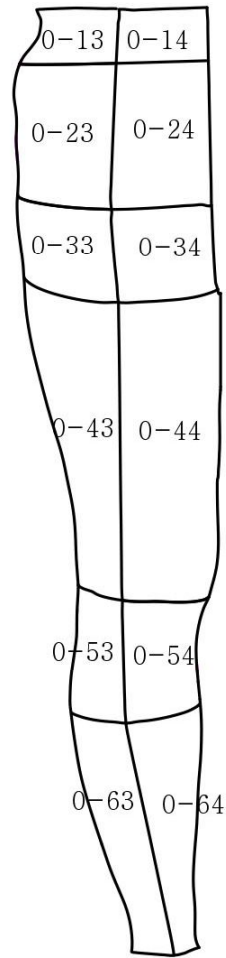
FP-2와 STDP의 체표면 변화량 평면 중합도의 결과를 살펴보면, <그림 29>와 같다. FP-2의 경우 앞면의 중심부분에서 허리부위, 골반부위, 살 부위에

서 체표면이 측정되지 않았으나, 이 부분은 체표면 축소가 크게 일어나는 부분으로 패턴변형이 가능할 것으로 사료된다. 즉 앞면의 경우, 중심부에서는 허벅지와 종아리 상단부위를 제외한 허리, 밑위, 살, 종아리 하단부위에서 패턴변형이 가능한 것으로 나타났다. 앞면 측면부에서는 무릎 선을 기준으로 위쪽부분은 체표면의 변형과 신장이 일어나 패턴을 설정하기 어려워 종아리 상하단 부위에서만 패턴변화가 가능하다.

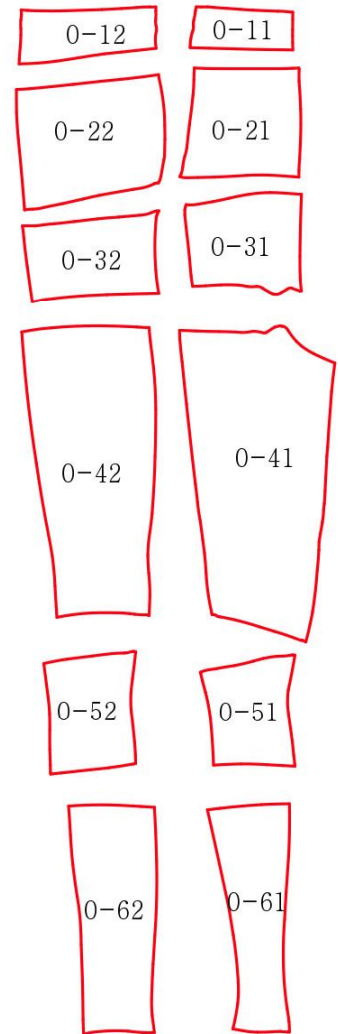
뒷면은 중심부에서 허리, 골반부위의 체표면 축소현상이 일어나 패턴변형이 가능하다고 보며, 그 이외에 종아리 상·하단 부분이 가능하다고 본다. 뒷면의 측면부분은 무릎 선을 중심으로 위쪽부분의 체표면 변화가 모든 부위에서 발생하여, 패턴변형이 불가능하며, 종아리 상·하단 부위만 패턴변형이 가능한 것으로 나타났다. 결과적으 FP-2의 동작에 따른 체표면 변화는 살과 허벅지 부분에서 가장 크게 발생하였으며, 측면부에서는 허리, 살, 허벅지의 부위에서 변화량이 크게 나타났다. 따라서 패턴변형이 가능한 프로토콜 영역은 앞·뒷면 허리와 골반의 중심부분과 종아리 상·하단부분으로 치중되어있는 것을 알 수 있었다.



(아)



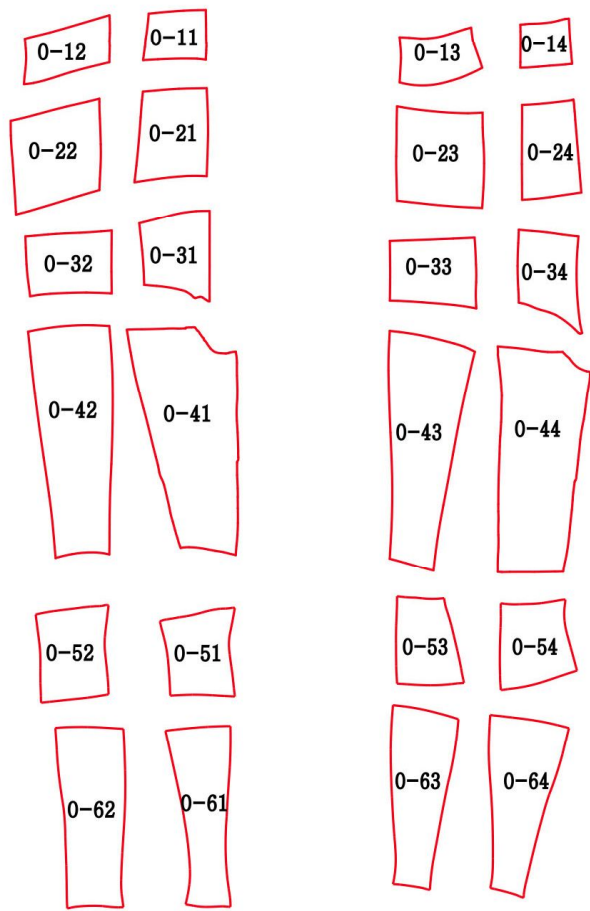
(뒤)



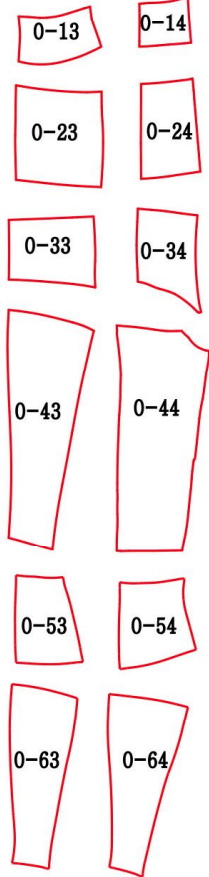
(아)



(뒤)

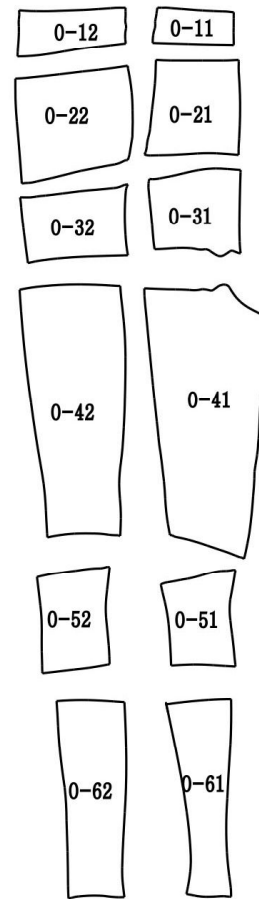


(앞)

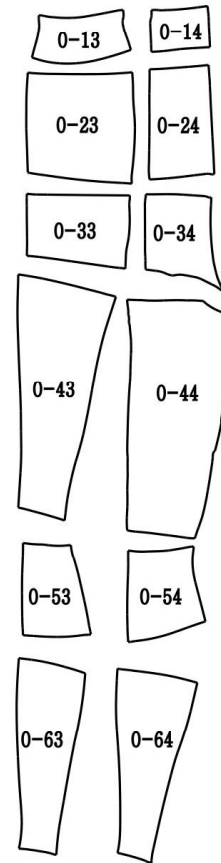


(뒤)

FP-1

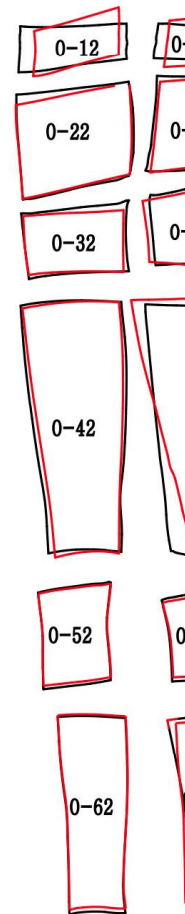


(앞)

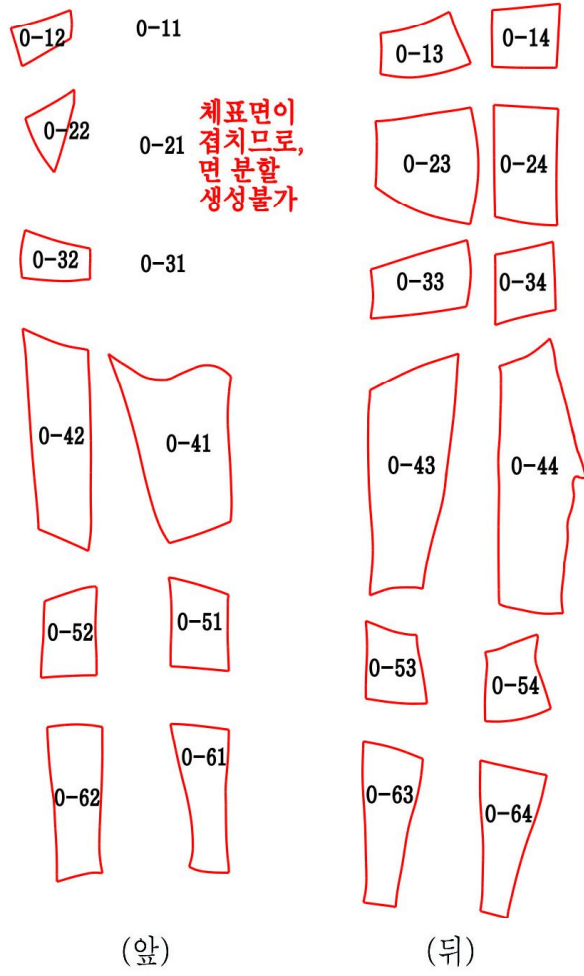


(뒤)

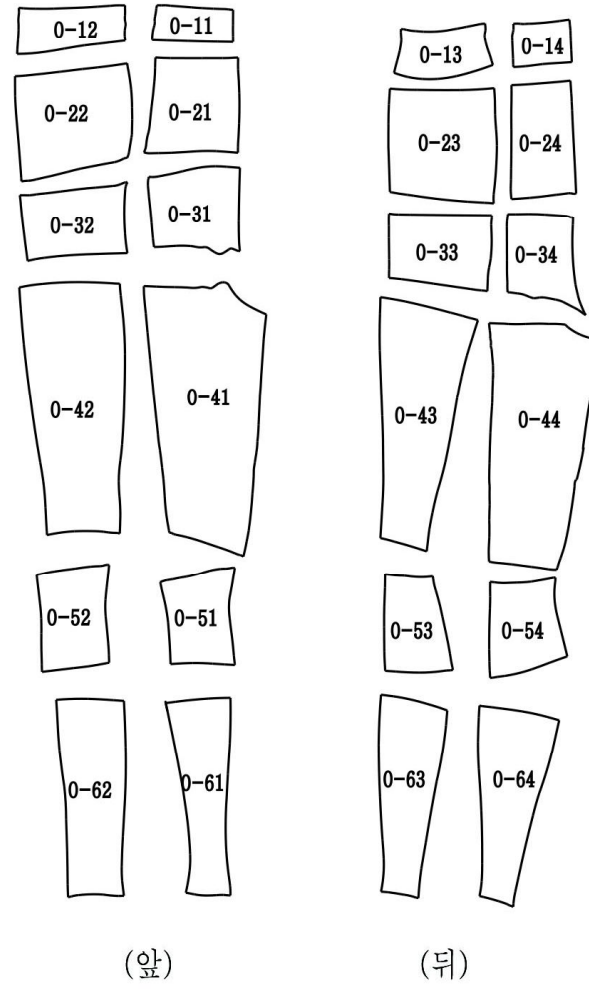
STDP



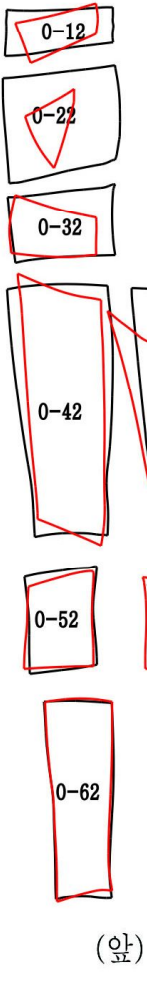
(앞)

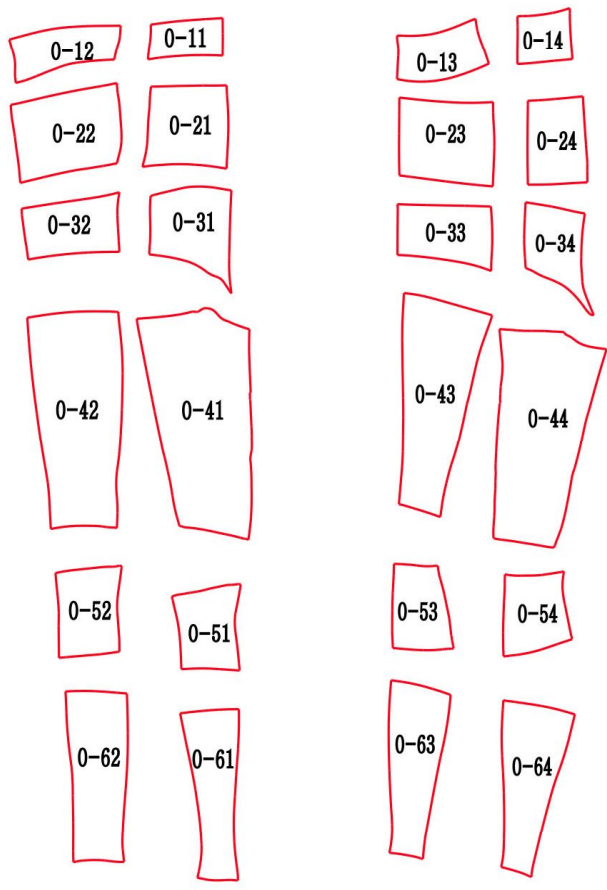


FP-2



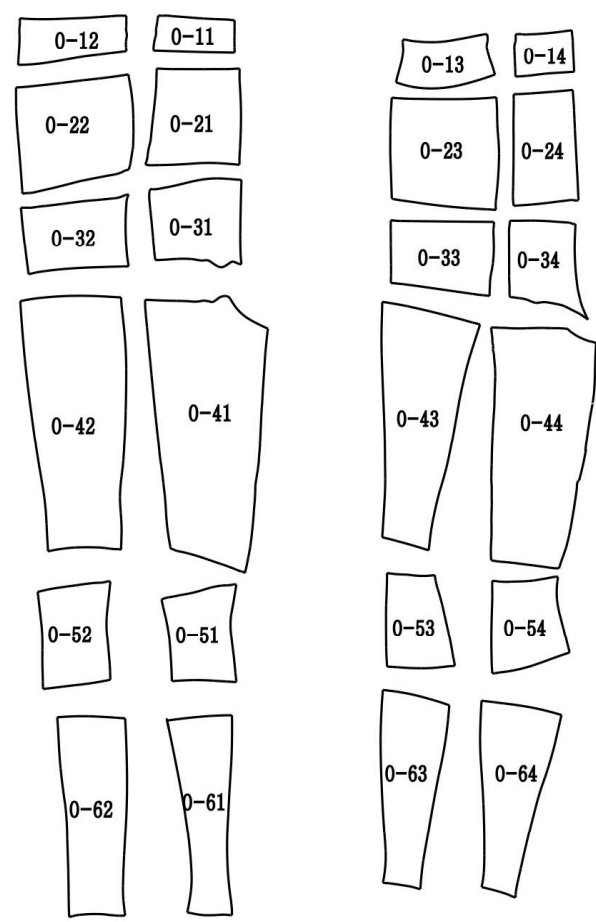
STDP





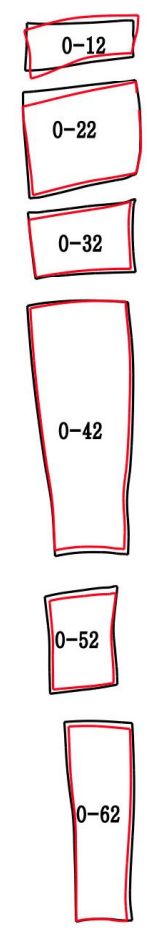
(앞) (뒤)

SP-1(R)



(앞) (뒤)

STDP



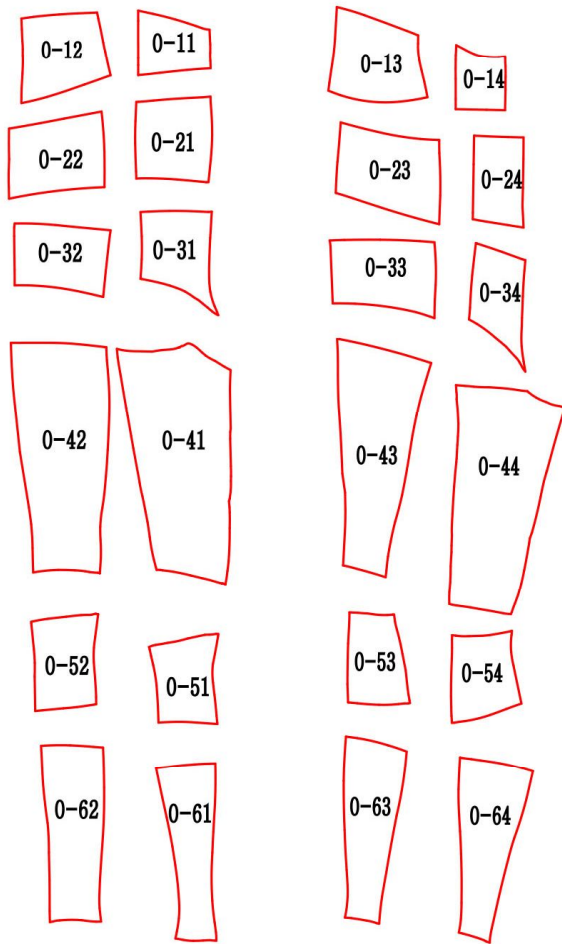
(S)

SP-1의 인체우측면과 STDP의 체표면 변화량 평면 중합도를 살펴보면, <그림 30>과 같다. 앞면은 중심부에서 살 부위의 변화가 가장 큰 것으로 나타났으며, 측면의 경우에는 허리부위와 골반부위의 변화가 가장 큰 것으로 나타났다. 뒷면의 경우에는 중심부에서 허리, 살, 허벅지부위의 체표면 변화가 나타났으며, 측면의 경우에는 허리부위의 변화가 나타났다. SP-1 동작 시 인체우측은 굴절현상이 발생하는 영역으로 허리부분의 변화가 크게 발생하며, 살의 경우 앞뒤중심부분에서의 변화가 발생하고, 허벅지의 경우 뒷면 안쪽부위에서 변화가 발생하였다. 즉, 패턴 변형이 가능한 부위는 앞면의 중심부분은 살 부위를 제외한 모든 영역이 해당되며, 측면부분은 허리부위를 제외한 모든 영역이 해당된다. 뒷면의 중심부분은 골반부위와 종아리 상·하단부위에서 패턴 변형이 가능하며, 측면부분은 허리와 골반부위를 제외한 모든 영역이 가능하다.

SP-1의 인체좌측면과 STDP의 체표면 변화량 평면 중합도는 <그림 31>과 같다. 앞면의 중심부분은 허리, 골반, 살 부위에서 체표면 변화가 크게 나타났고, 측면부분은 허리, 골반 부위에서 크게 나타났다. 뒷면의 중심부분에서 허리, 골반, 살 부위에서 변화가 크게 나타났고, 측면부분은 허리, 골반부위에서 변화가 크게 나타났다. 다시 말해 패턴 변형이 가능한 프로토콜 영역은 살 측면부위, 허벅지 전체부위, 종아리 상·하단 전체부위로 나타났다.

즉 SP-1의 인체 좌측면의 프로토콜을 분석하면 패턴 변형이 가능한 부위는 앞면과 뒷면부분이 동일하게 일치하였다.

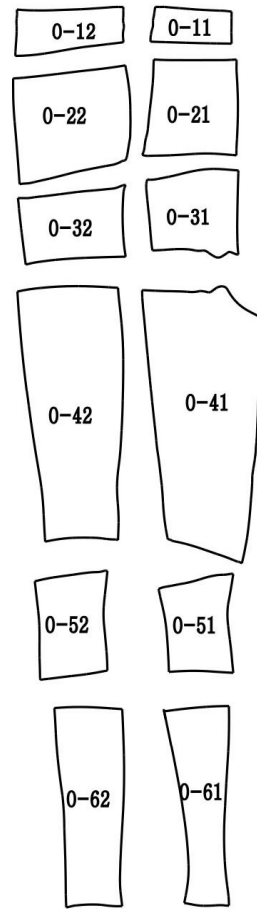
SP-2의 인체 우측면과 STDP의 체표면 변화량 평면 중합도를 살펴보면 <그림 32>와 같다. 앞면은 중심부에서 살, 허벅지, 종아리 상·하단부위에서 체표면 변화가 나타났고, 측면부분은 허리, 살 부분에서 변화가 크게 나타났다. 뒷면은 중심부에서 살, 허벅지, 종아리 하단부위에서 변화가 크게 나타났으며, 측면부분에서는 골반, 살, 허벅지부위에서 크게 나타났다.



(앞)

(뒤)

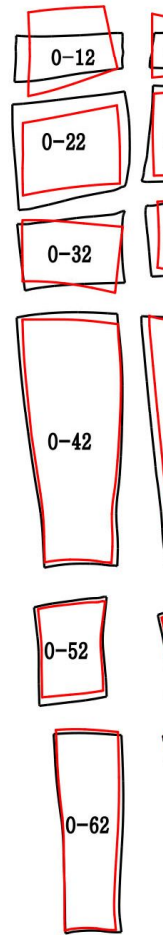
SP-1(L)



(앞)

(뒤)

STDP



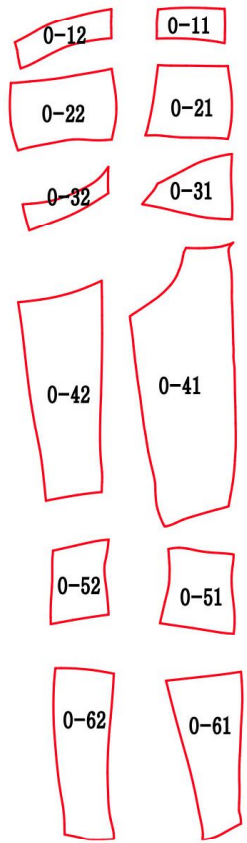
(앞)

결과적으로 패턴 변형이 가능한 프로토콜영역에서 앞면의 중심부분은 허리, 골반부위이며, 측면부분은 골반, 허벅지, 종아리 상·하단부위로 나타났다. 뒷면의 중심부분은 허리, 골반, 종아리 상단부위가, 측면부분은 허리, 종아리 상·하단 부위가 패턴프로토콜 영역으로 나타났다. 즉 SP-2의 인체우측면은 살과 허벅지부위를 중심으로 체표면 변형이 크게 나타났으며, 앞면의 측면부분이 체표면 변화가 가장 적었다.

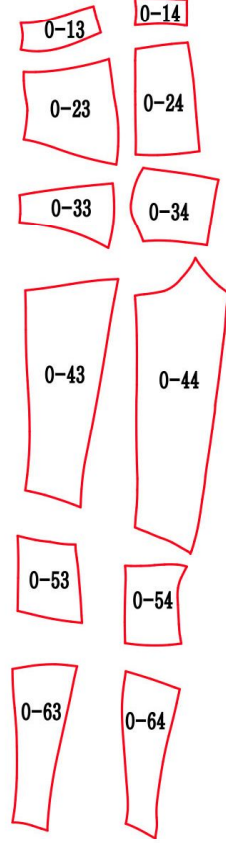
SP-2의 인체 좌측면과 STDP의 체표면 변화량 평면 중합도를 살펴보면 <그림 33>과 같다. 앞면의 중심부분은 살, 허벅지, 종아리 상단부분에서 체표면 변화가 크게 나타났으며, 측면부분은 허리, 종아리 상·하단부위에서 체표면 변화가 크게 나타났다. 뒷면의 중심부분은 골반, 살, 종아리 상·하단부위에서 체표면 변화가 컸으며, 측면부분은 허리, 종아리 하단부위에서 변화가 크게 나타났다. 즉, 패턴 변형이 가능한 프로토콜 영역은 앞면의 중심부분은 허리, 골반, 종아리 하단부위이며, 측면 부분은 골반, 살, 허벅지 부위로 나타났다. 뒷면의 중심부분은 허리, 허벅지부위이며, 측면부분은 골반, 살, 허벅지, 종아리 상단부위의 패턴변형이 가능한 것으로 나타났다.

결과적으로 SP-2동작의 인체 우측은 앞뒤 측면부분에서 체표면 면적 변화가 가장 작았으며, 면적 변화가 종아리 하단부위까지 나타나 SP-2동작에 따른 신체 우측면의 체표면 변화영역은 가장 크게 나타났다.

동작별 체표면 변화량에 의한 평면 중합도의 결과를 종합하면 각각의 체표면 부위별 패턴 설정가능영역인 프로토콜 가능영역을 <그림 34>와 같이 그래프화로 나타낼 수 있다. <그림 34>의 x축은 수평 분할면을 기준으로 각 부위를 숫자로 표기하였고, 각각의 색상은 수직 분할면을 기준으로 F1은 앞면중심부분, F2는 앞면 측면부분, B1은 뒷면 중심부분, B2는 뒷면 측면부분으로 설정하였다. 따라서 각 부위가 요가동작에 따라 몇 번 선택되었는지를 산출하여 데이터화하였다. SP-1과 SP-2 동작은 인체 좌우측면을 모두 측정하였으므로,

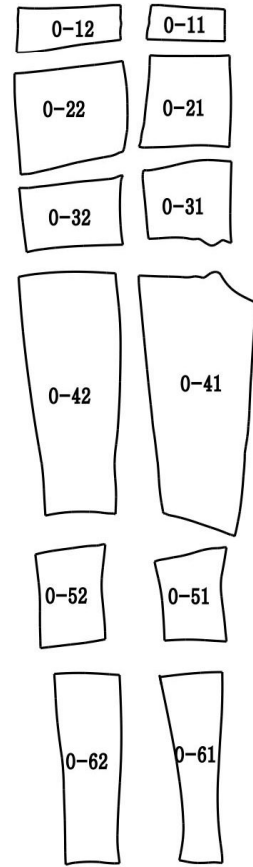


(앞)

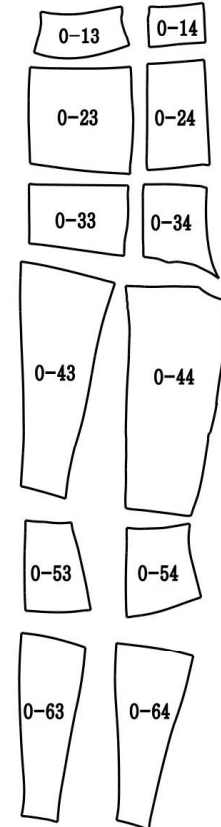


(뒤)

SP-2(R)

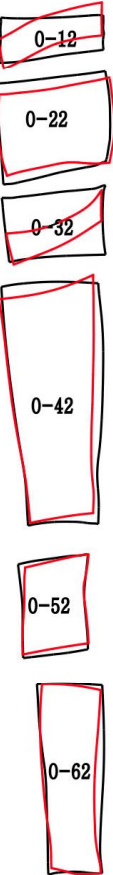


(앞)

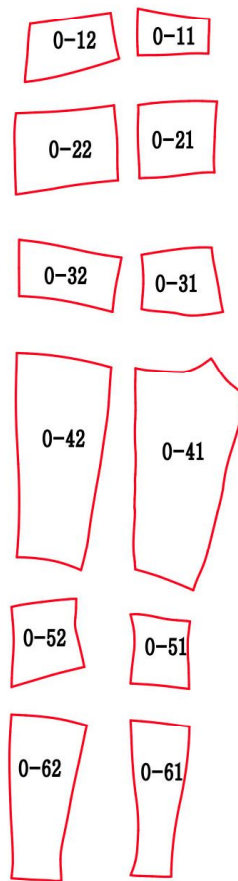


(뒤)

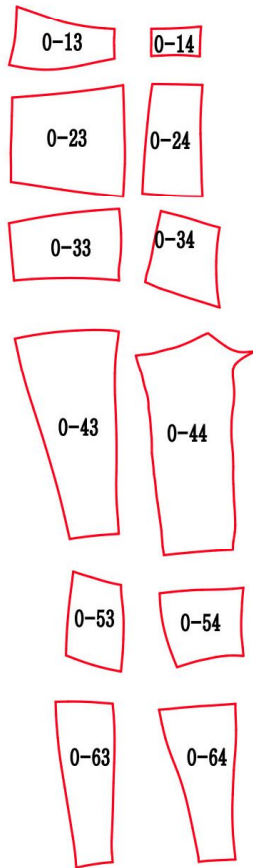
STDP



(앞)

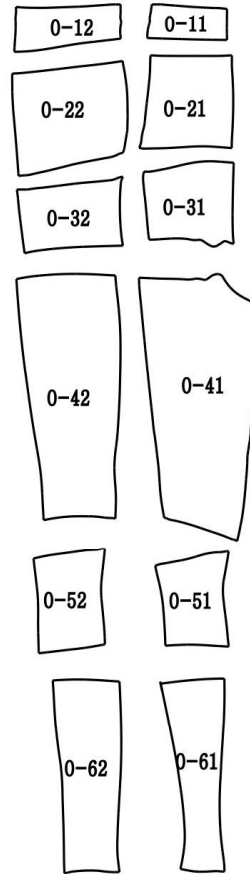


(앞)



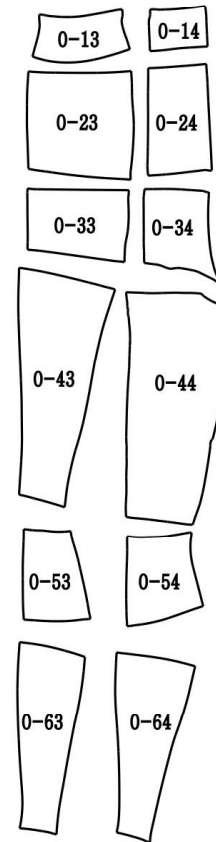
(뒤)

SP-2(L)

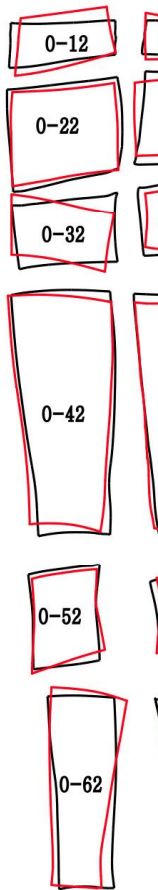


(앞)

STDP

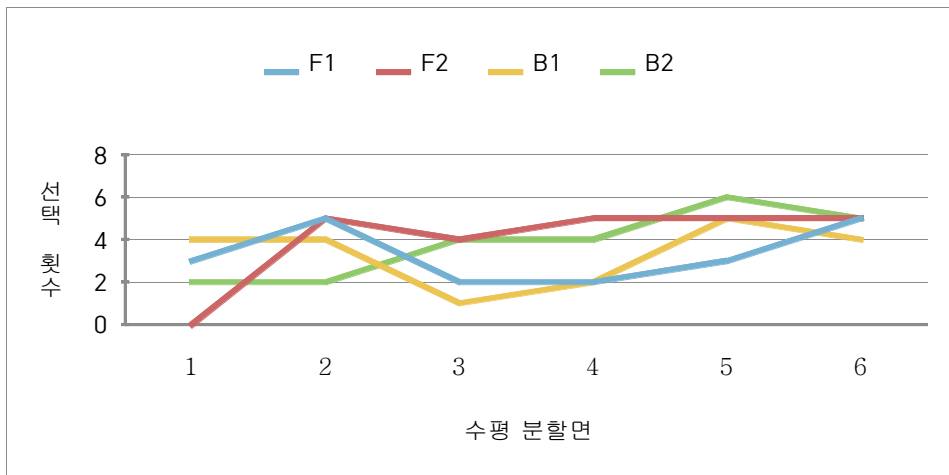


(뒤)



(앞)

그래프에서 y축 데이터 값의 최대치는 6이 된다.



<그림 34> 3D 체표면 평면 전개도에 의한 패턴 프로토콜 영역 산출

y축 값은 총 6번의 선택 횟수 중 4회 이상을 기준으로 프로토콜 영역을 선택한다. 동작에 따라 체표면 변화가 적게 발생하는 부위를 선택하여 합산하는데 선택횟수가 백분율 66.6%이상으로 나타나면 패턴변형이 가능한 영역이다. F1의 프로토콜 영역은 수평 분할면을 기준으로 2, 6으로, 앞 중심부분은 골반, 종아리 하단부위가 해당되며, F2의 프로토콜 영역은 2, 3, 4, 5, 6으로 앞 측면 부분에서 골반, 살, 허벅지, 종아리 상·하단부위가 해당된다. B1의 프로토콜 영역은 수평 분할면을 기준으로 1, 2, 5, 6으로 뒤 중심부분에서 허리, 골반, 종아리 상·하단부위가 해당되며, B2의 프로토콜 영역은 2, 3, 5, 6으로 뒤 측면 영역에서 골반, 살, 종아리 상·하단부위가 해당된다. 그러므로 선정된 프로토콜 영역은 동작에 따른 체표면 변화가 일어나지 않아 패턴의 변형을 해도 착용자의 만족도에 크게 영향을 미치지 않는다.

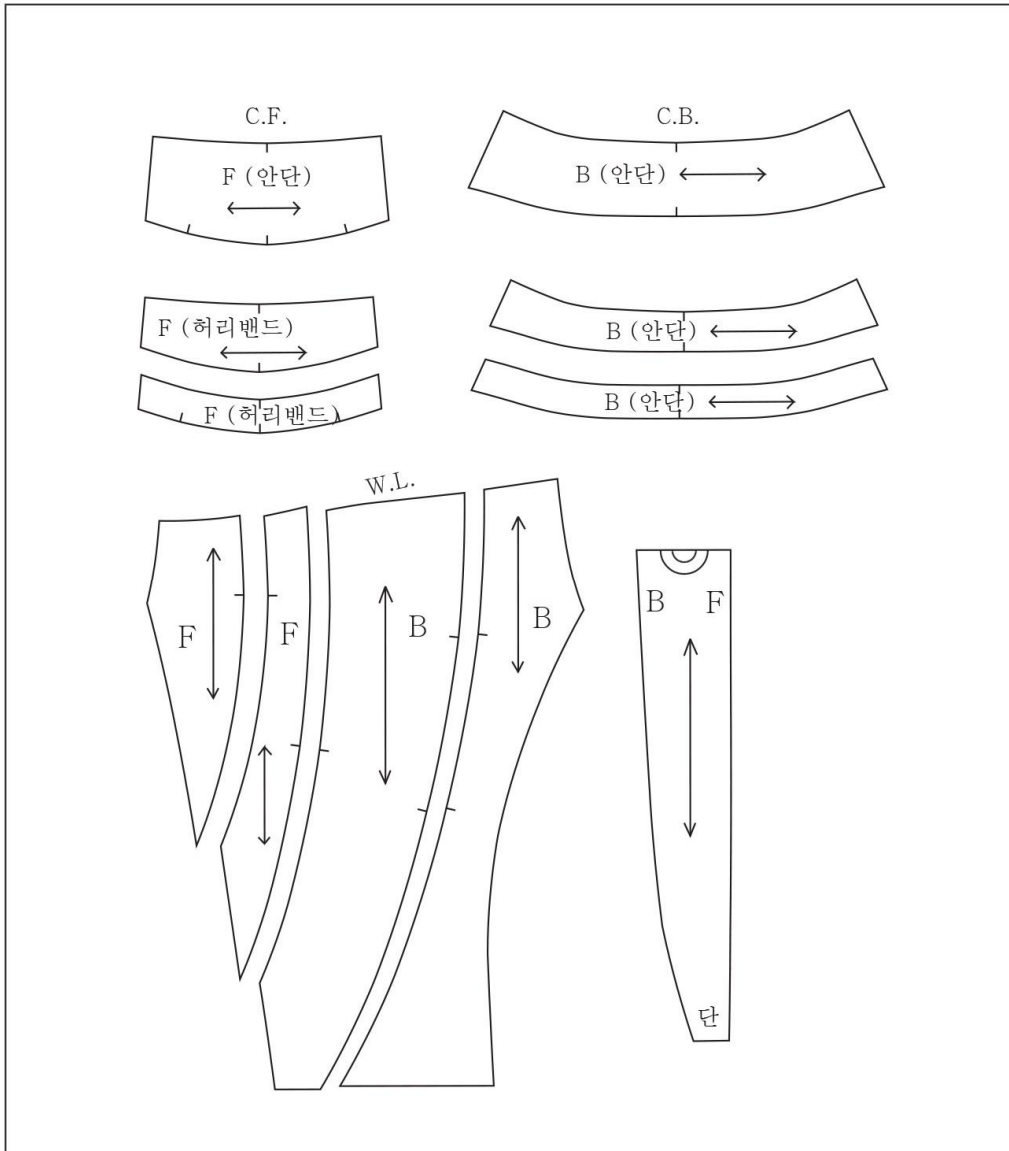
2. 비교복의 패턴 분석

요가슬랙스의 동적평가를 위해 선정된 4종류의 제품은 각 브랜드별 제품생산용 패턴을 수집한 후, 동일 소재를 이용하여 비교복과 실험복을 제작하는 과정을 진행하였다. 수거한 패턴은 캐드프로그램으로 복사하여 패턴의 맞춤새와 치수를 재확인하고 실험복 전개를 위하여 CAD Program으로 저장하였다.

<그림 35>는 비교복 A의 패턴전개도이다. 비교복 A는 오스트레일리아 제품으로 기능적 스포츠 디자인 핏 개발에 중점을 두어 생산되는 브랜드 제품이다.

비교복 A의 허리부분은 각각 7.5cm와 4cm 너비의 밴드를 제작하여 총 11.5cm 너비로 제작되었으며, 3cm 너비의 고무 밴드를 삽입하여 허리를 조여 주었다. 안단은 11.5cm 너비의 밴드로 형태로 제작되었다. 밴드 옆선은 인체옆선을 사용하지 않고, 다리 앞면 패턴의 바깥 사선 연장선을 따라 제작되어 허리밴드의 길이는 앞면 밴드에 비해 뒷면 밴드가 상대적으로 길게 제작되었다. 따라서 비교복 A의 허리 부분 패턴은 허리에서 골반까지 너비가 넓은 특징이 있다.

요가슬랙스는 다리의 동작범위가 크기 때문에 살 부분에 무(gusset)가 들어간 패턴을 제작하는 것이 일반적이지만 비교복 A 패턴의 살 부분은 안쪽방향 옆선을 따라 일정 너비를 유리한 긴 장방형의 패턴을 삽입하였다. 즉, 비교복 A 패턴은 살 부분에 삼각 형태의 무를 사용하지 않고, 한 쪽 헴 라인(hem line)에서 반대편 헴 라인까지 하나로 연결된 밴드형 패턴을 추가한 특징이 있다. 비교복 A의 밑위는 앞 밑위길이는 28cm, 뒤 밑위길이는 30.5cm로 나타나 앞뒤 밑위차가 2.5cm이며, 전체 밑위둘레길이는 58.5cm로 나타났다. 비교복 A의 다리부분 패턴은 옆선이 없이 앞면과 뒷면이 통합되어 제작된 형태이다. 비교복 A는 옆선을 생략한 대신 사선의 곡선으로 패턴을 절개하였으며, 사선



<그림 35> 비교복 A의 패턴전개도 (1/8축도)

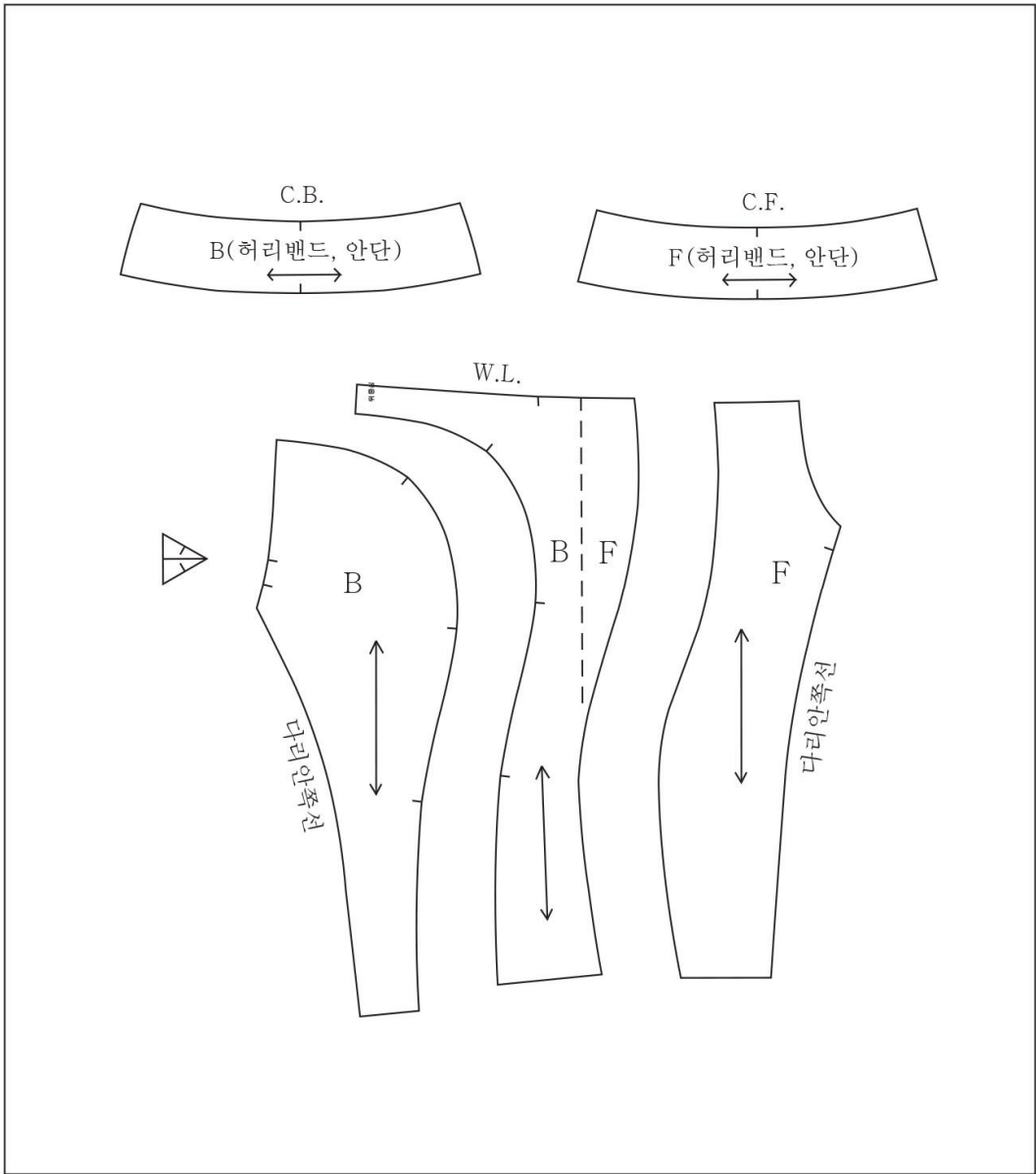
의 패턴라인은 허리에서 시작되어 약 30도 각도의 경사를 가진 곡선으로 햄 라인까지 이어졌다. 앞면의 경우의 두 개의 사선이 형성되고 뒷면의 경우 한 개의 사선이 형성되어 슬랙스의 패턴은 총 4개로 분할된다.

<그림 36>은 비교복 B의 패턴전개도이다. 비교복 B는 캐나다 요가복 브랜드의 제품으로 제품의 내구성을 강화에 주목하여 생산한 브랜드 제품이다.

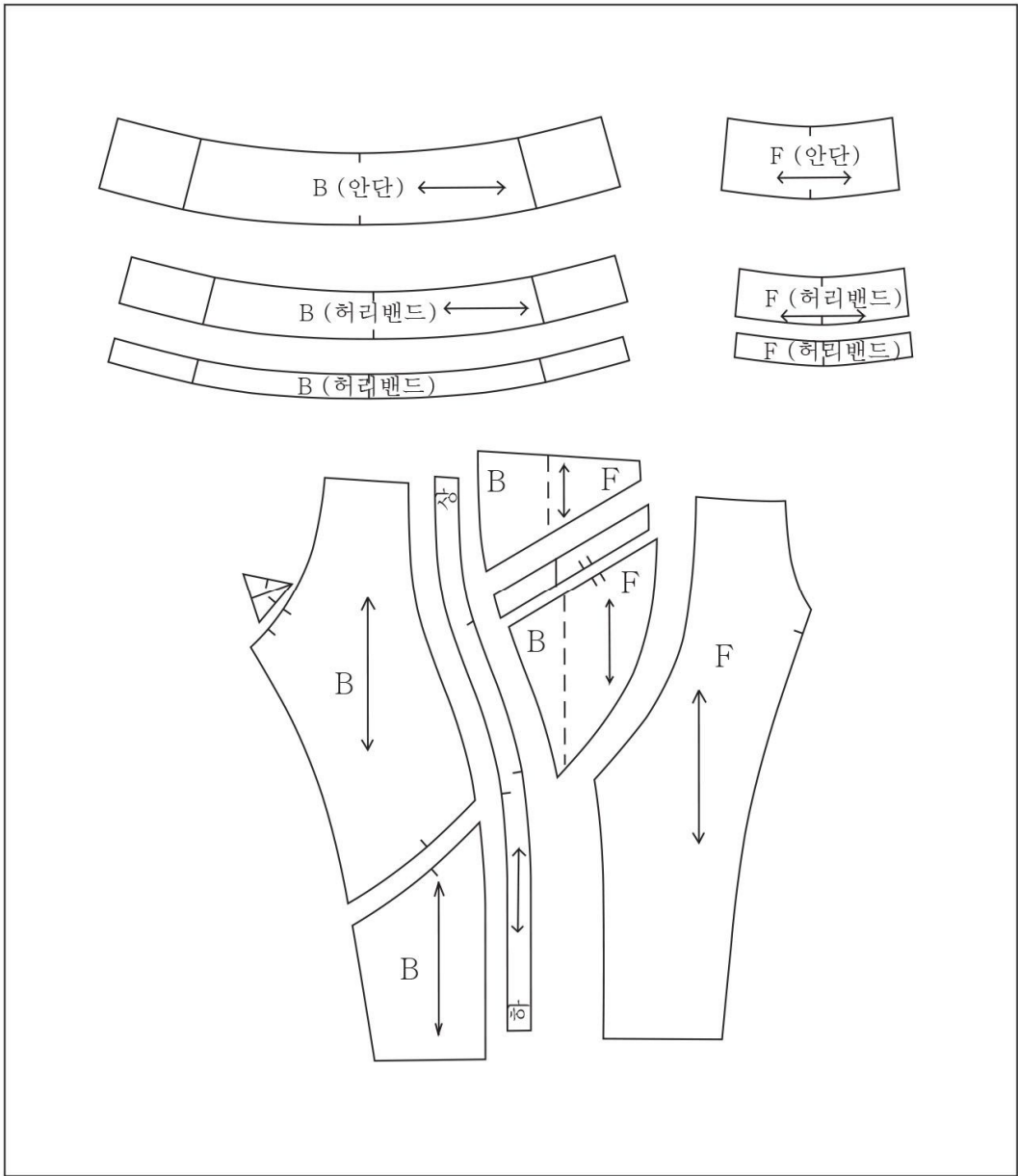
비교복 B의 허리부분은 7cm 너비의 밴드 형태로 제작되었으며, 밴드 옆선은 허리옆선을 사용하였다. 고무 밴드는 1cm 너비를 사용하여 허리결감과 안단이 봉제되는 부분에 위치한다. 살 부분은 삼각 형태의 무를 제작하였는데, 폭 5cm, 높이 4.5cm의 삼각패턴을 살 부분에 추가하였다. 일반적인 슬랙스의 형태를 적용하면 다리 뒷면 패턴에서 뒤 중심과 다리안쪽선이 만나는 부분을 절개하여 무를 삽입하는 형태이다. 밑위길이는 앞 22cm, 뒤 30cm로 앞뒤 길이차는 8cm이며, 전체 밑위둘레는 52cm이다. 비교복 B의 다리부분은 옆선이 S자 형으로 곡선 변형되어 위쪽은 옆선보다 앞쪽으로 이동되어 절개되었고, 옆선의 중간부분은 뒤쪽으로 굴곡이 형성되어 자연스럽게 S자형 곡선이 형성되었다. 다리 앞면은 일반 슬랙스의 형태로 큰 특징이 없으나, 다리 뒷면은 힙부분의 아치(arch)형 곡선절개가 특징이다. 뒤 중심부분에서 아치형 패턴절개는 뒤중심에서 허리밴드와 1cm너비의 간격을 두고 시작되어 둔부의 상단부분을 따라 아치형 곡선을 만들며 햄 라인까지 사선으로 이어져 다리뒷면의 패턴을 이등분한다. 따라서 다리부분의 패턴은 세 부분으로 제작되며, 기본 옆선을 변형한 곡선형 옆선과 뒷면의 아치형 곡선에 의해 패턴이 제작된다.

<그림 37>은 비교복 C의 패턴전개도이다. 비교복 C는 국내 요가브랜드로 요가 동작에 대한 안정된 착용감 연구를 통해 생산된 제품이다.

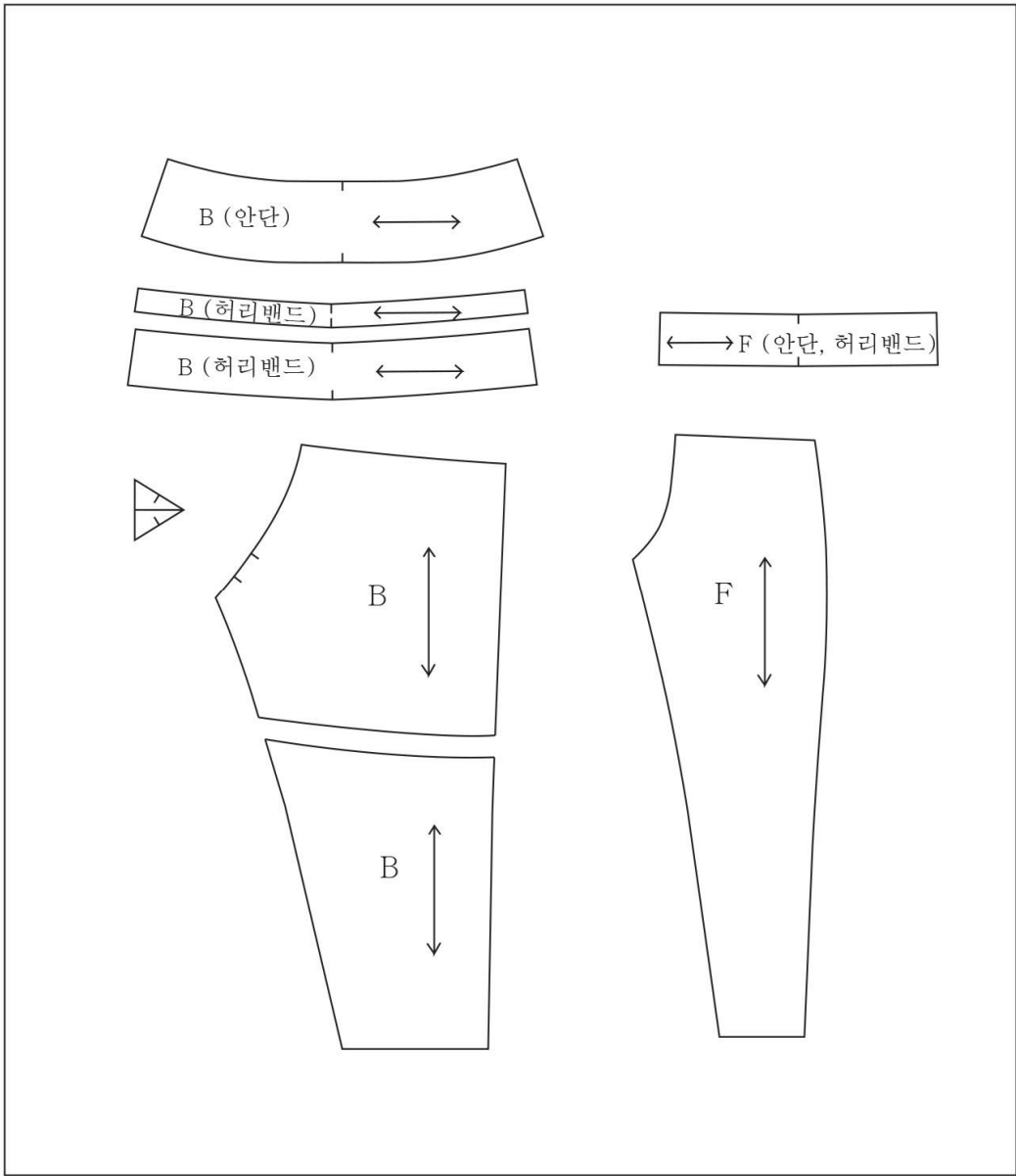
비교복 C의 허리부분 패턴은 각각 5cm와 2.5cm 너비의 허리밴드로 구성되어 있으며, 밴드 옆선은 다리 앞면의 이등분점에서 절개한 형태이다. 따라서 밴드 앞면은 밴드 뒷면에 비해 길이가 상대적으로 짧게 나타났다. 비교복 C의



<그림 36> 비교복 B의 패턴전개도 (1/8축도)



<그림 37> 비교복 C의 패턴전개도 (1/8축도)



<그림 38> 비교복 D의 패턴전개도 (1/8축도)

밑위부분의 무는 5cm 너비에 5.5cm 높이를 가진 삼각 형태로 다리 뒷면 패턴 쪽에 추가되었다. 밑위길이는 앞은 19.5cm, 뒤는 28.5cm로, 앞 밑위길이는 20cm 미만이며, 앞 뒤 길이의 차는 9cm이고 전체 밑위둘레는 48cm로 나타났다. 비교복 C는 다리부분에 패턴절개선이 많이 사용되었다. 다리 앞면은 기본 슬렉스 패턴의 형태로 보이며, 다리측면은 사이드 패널(side panel)의 형태가 삽입되었다. 사이드 패널은 골반에서 다리 중심까지의 길이이며, 패널 중앙에 3cm 너비의 밴드형태의 절개가 사선으로 경사를 이루며 뒤쪽으로 내려간 형태이다. 사이드 패널은 앞 허리 중심선에서 10cm 간격으로 두고 시작하며, 뒤 중심선에서는 11cm 떨어진 지점에서 시작되어 옆면에서 V자 형태의 곡선으로 완성된다. 다리 뒷면은 폭 2.5cm의 밴드형태의 패턴이 수직방향으로 삽입되어 있다. 이 패턴은 뒤 중심에서 8.5cm 떨어진 부분에서 시작하여 옆선을 향해 경사를 가지면서 수직방향으로 제작되었다. 다리 뒷면의 패턴은 무릎선 아래쪽의 사선의 수평절개선이 있는데, 이 선은 다리 앞면의 사선방향 사이드 패널의 곡선을 연장한 것이다. 비교복 C의 패턴은 사이드 패널을 삽입하며, 뒷면에 수평수직방향의 다양한 절개선을 삽입하여 다양한 패턴변형을 완성했다.

<그림 38>은 비교복 D의 패턴전개도이다. 비교복 D는 스포츠전문 의류브랜드에서 여성이 선호하는 요가와 피트니스의 운동에 적합하도록 제작한 제품이다. 비교복 D의 허리부분의 경우, 앞면은 각각 2.5cm, 6.5cm너비의 밴드로 두 장으로 분리 제작되었으며, 뒷면은 7cm너비의 한 장 밴드 형태로 되었다. 비교복 D의 허리부분의 고무 밴드는 2.5cm 너비가 사용되었다. 살 부분에 추가된 무의 형태는 너비 6.5cm, 높이 5cm의 삼각 형태로, 다리 뒷면 패턴의 일부로 추가되었다. 밑위는 앞 밑위길이가 21.5cm, 뒤 밑위길이가 28cm로, 앞 뒤 길이 차는 6.5cm이며 전체 밑위둘레는 49.5cm이다.

비교복 D의 다리 패턴을 살펴보면, 다리 앞면의 패턴은 일반 슬렉스 원형과

흡사한 형태이지만, 옆선이 1.5cm 앞 중심 쪽으로 평행 이동하여, 뒷면다리패턴에 비해 앞면 다리패턴의 폭이 좁게 나타났다. 다리 뒷면은 다리옆선에서 30cm 내려온 허벅지 부근에 수평절개선이 위치한다. 비교복 D의 패턴 형태는 앞면 허리부분은 밴드를 두 장으로 분리하고, 다리 뒷면패턴은 허벅지 부근에 수평절개선이 있으며, 다리 옆선은 앞쪽으로 평행 이동한 특징이 있다.

3. 패턴 프로토콜과 동적 평가를 통한 실험복 제작

1) 착의 평가를 통한 1차 실험복 제작

비교복과 실험복의 평가는 실험복 제작을 위하여 동일소재로 제작된 비교복의 착의평가와 비교복 및 실험복을 착용한 상태에서 요가동작을 수행하는 동적평가로 나누어 실시되었다.

비교복 4종의 착의 평가는 결과 분석을 통해 가장 우수한 비교복을 선정된 후 실험복 제작을 위한 기본원형 제작에 사용하였다. 피험자들은 동일 소재로 제작된 비교복 4종을 순서대로 착용한 상태에서 각 항목에 대하여 평가하였으며, 평가 결과는 <표 17>과 같다.

평가항목은 입고 벗는 방식이 수월한가, 봉제선의 심미성이 우수한가, 맞음새가 좋은가, 전체적인 착용감이 우수한가에 대한 평가를 실시하였고, 신체부위를 세분화하여 허리, 배, 엉덩이, 살, 허벅지, 무릎, 종아리에 대한 피부의 밀착감에 대한 만족도를 평가하였다. 평가항목 중에서 입고 벗는 방식, 봉제선 심미성, 맞음새, 전체적인 착용감에서 유의한 차이가 나타났으며, 밀착감의 경우에는 허리, 배, 살, 허벅지에서 유의한 차이가 나타났다.

평가항목별 결과를 분석하면 다음과 같다. 입고 벗는 방식은 $p < 0.01$ 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 비교복 D(4.60) > 비교복 B(4.20) > 비교복 A(2.80) > 비교복 C(2.20)의 순으로 만족도가 높았다. 즉, 비교복 D와 B가 의복을 입거나 벗을 때 수월함을 느꼈으며, 비교복 C의 경우는 의복을 입거나 벗을 때 불편함을 느낀 것을 알 수 있다. 이는 밀착의복의 특성상 적절한 축소율을 적용하여 패턴이 제작되었는가에 따라 달라진다고 볼 수 있으며, 의복을 입거나 벗을 때 불편함을 느낀다는 것은 인체 사이즈에 대한 패턴의 적정치수보다 작게 제작되었음을 의미한다. 봉제선에 대한 심미성은 $p < 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 비교복 A(3.30) > 비교복 B, D(3.20) > 비교복 C(2.80)

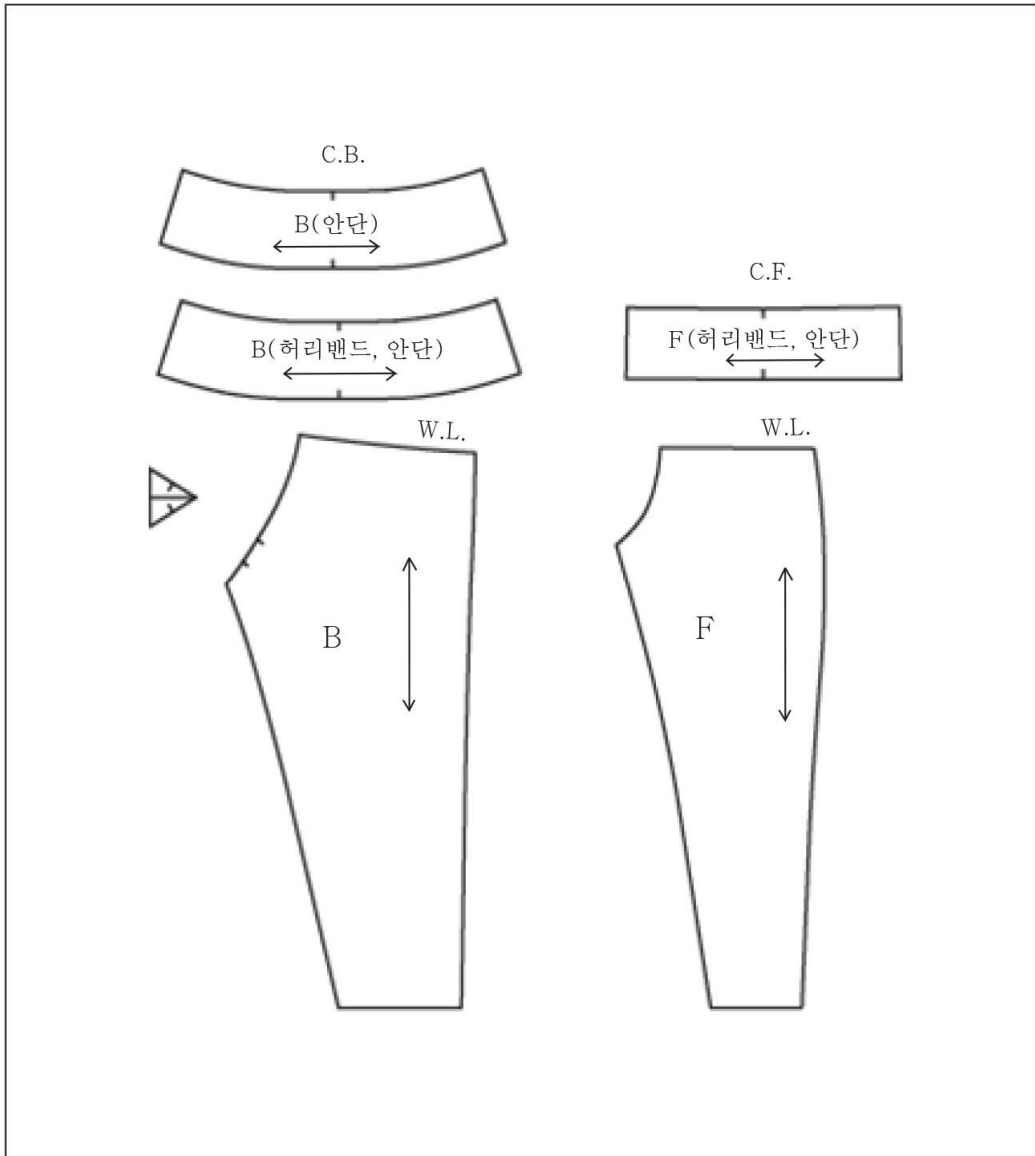
의 순으로 만족도가 높았다. 비교복 A의 외관상 봉제선의 심미성이 가장 높았으며, 비교복 C의 경우 외관상 봉제선의 심미성이 가장 낮은 것으로 평가되었다. 즉 봉제선의 위치에 따라 실루엣에 영향을 끼치게 되는데 중년여성의 신체 특성상 슬림해 보이는 수직의 라인과 수직방향의 곡선을 선호하는 것으로 나타났다. 맞음새의 경우에는 $p < 0.01$ 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 비교복 A(4.20) > 비교복 B(4.00) > 비교복 D(2.20) > 비교복 C(2.00)의 순으로 나타났다. 즉 비교복 A와 B는 맞음새가 우수한 것으로 평가된 반면, 비교복 C와 D는 맞음새가 좋지 않아 중년 여성의 신체유형에 적합한 패턴이 사용되지 않은 것을 알 수 있다. 전체적인 착용감은 $p < 0.05$ 수준에서 유의한 차이를 보였으며, 비교복 B(4.00) > 비교복 A(3.80) > 비교복 D(3.60) > 비교복 C(1.80)의 순으로 나타났다. 비교복 B의 전체적인 착용감에 대한 만족도가 가장 우수한 것으로 나타났으며, 비교복 C의 경우 전체적인 착용감에 대한 만족도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 비교복 B는 피부에 가장 적절한 긴장감을 주어 착용감을 높인다고 판단된다.

부위별 밀착감을 평가한 항목의 결과는 허리, 배, 살, 허벅지에서 유의한 차이가 나타났는데 이를 살펴보면 다음과 같다. 허리 부위는 $p < 0.001$ 에서 유의한 차이를 보였으며, 결과는 비교복 A(4.60) > 비교복 B(4.00) > 비교복 D(1.60) > 비교복 C(1.40)의 순으로 나타났다. 허리 부위의 밀착감에 대한 만족도는 비교복 A가 가장 높았으며, 비교복 C는 만족도가 가장 낮게 평가되었다. 배 부위는 $p < 0.001$ 에서 유의한 차이를 보였으며, 비교복 A(4.20) > 비교복 B(3.80) > 비교복 D(2.00) > 비교복 C(1.20)의 순으로 나타났다. 배 부위의 밀착감에 대한 만족도는 비교복 A가 가장 높았고, 비교복 C는 가장 낮게 평가되었다. 허리와 배의 밀착감은 밀위둘레와 허리높이에 영향을 받게 되는데, 비교복의 패턴을 분석한 결과에 의하면 비교복 A는 허리선의 위치가 가장 높고 밀위둘레가 가장 길었으며, 비교복 C는 허리선의 위치가 골반보다 낮으며 밀위둘레가 가장 짧

은 것으로 나타나 패턴형태에 영향을 받은 것으로 판단된다. 엉덩이 부위의 밀착감은 비교복에 따른 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 살 부위는 $p < 0.001$ 에서 유의한 차이를 보였으며, 비교복 B(4.40) > 비교복 A(3.40) > 비교복 D(2.80) > 비교복 C(1.20)의 순으로 나타났다. 비교복 B의 살 부위의 밀착감이 가장 우수한 것으로 나타났으며, 비교복 C는 패턴상의 문제로 인해 살과 의복 사이에 공간이 발생하여 만족도가 낮은 것으로 판단된다. 허벅지 부위는 $p < 0.05$ 에서 유의한 차이를 보였으며, 비교복 B(3.40) > 비교복 A(3.00) > 비교복 D(2.40) > 비교복 C(2.00)의 순으로 나타나, 비교복 B의 허벅지 부위의 만족도가 가장 높았으며, 비교복 C의 경우 만족도가 가장 낮게 나타났다. 무릎부위와 종아리 부위의 경우에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

비교복의 요가 동작 수행 전 착의 평가를 분석한 결과에 의하면 비교복 B가 모든 항목에서 우수한 평가를 받아 중년여성의 표준체형에 가장 적합한 패턴을 사용하는 것으로 판단된다. 따라서 실험복을 위한 기본원형 패턴제작에 비교복 B의 패턴을 사용하며, 비교복 B를 슬랙스 기본원형 형태로 수정하여 1차 실험복을 제작하였다.

실험복 제작은 3D 체표면 분석결과를 바탕으로 한 패턴의 프로토콜 연구를 검증하고자 실시하였다. 본 연구의 실험복은 2차에 걸쳐 진행되었으며, 요가동작에 따른 3D 체표면 분석결과와 동적평가를 토대로 패턴의 수정 및 보완 작업을 진행하였다. <그림 39>는 1차 실험복 패턴의 전개도이다. 1차 실험복은 요가동작에 따른 동적평가를 위해 선정된 비교복 4종의 착의 평가 결과에서 가장 우수한 비교복 B의 패턴을 사용하여 슬랙스 원형에 가깝도록 수정하였다. 즉 1차 실험복은 비교복 B의 패턴에서 추가되거나 변형된 절개선은 제외시키고, 옆선과 밑위선, 허리선 등의 기본선은 그대로 유지하면서 최대한 기본원형과 유사하게 제작하였다. 1차 실험복은 실험복 제작을 진행하기 위한 패턴의 기본 원형을 제시하는 것이다.



<그림 39> 1차 실험복의 패턴 전개도(1/8축도)

<표 17> 1차 실험복을 위한 비교복의 착의 평가 ()=S.D.

구분	평가항목	Mean(S.D.)				F-value	
		비교복 A	비교복 B	비교복 C	비교복 D		
1	입고 벗는 방식	2.80(0.45) B	4.20(0.45) A	2.20(0.45) C	4.60(0.55) A	8.85**	
2	봉제선 심미성	3.30(1.14) A	3.20(0.45) A	2.80(1.14) B	3.20(0.45) A	5.83*	
3	맞음새	4.20(0.84) A	4.00(0.71) B	2.00(0.45) C	2.20(0.45) C	7.86**	
4	전체적인 착용감	3.80(0.84) B	4.00(0.71) A	1.80(0.45) C	3.60(0.55) AB	3.90*	
5	밀착감	허리	4.60(0.55) A	4.00(0.71) B	1.40(0.55) C	1.60(0.89) C	15.53***
6		배	4.20(0.55) A	3.80(0.45) AB	1.20(0.89) C	2.00(0.45) BC	10.43***
7		영덩이	3.20(0.45)	3.80(0.45)	3.40(0.55)	3.40(1.14)	1.02
8		살	3.40(1.14) AB	4.40(0.55) A	1.20(0.89) C	2.80(0.45) B	14.32***
9		허벅지	3.00(0.65) A	3.40(0.45) AB	2.00(0.45) A	2.40(0.55) B	4.60*
10		무릎	3.60(0.45)	3.40(1.14)	3.60(0.55)	3.40(1.14)	2.06
11	종아리	3.60(0.55)	3.40(1.14)	3.60(0.55)	3.00(1.00)	1.35	

*p<0.05, ** p<0.01,*** p<0.001, A>B>C : Duncan의 다중범위검증

2) 프로토콜 영역에 의한 2차 실험복 제작 및 동적 평가

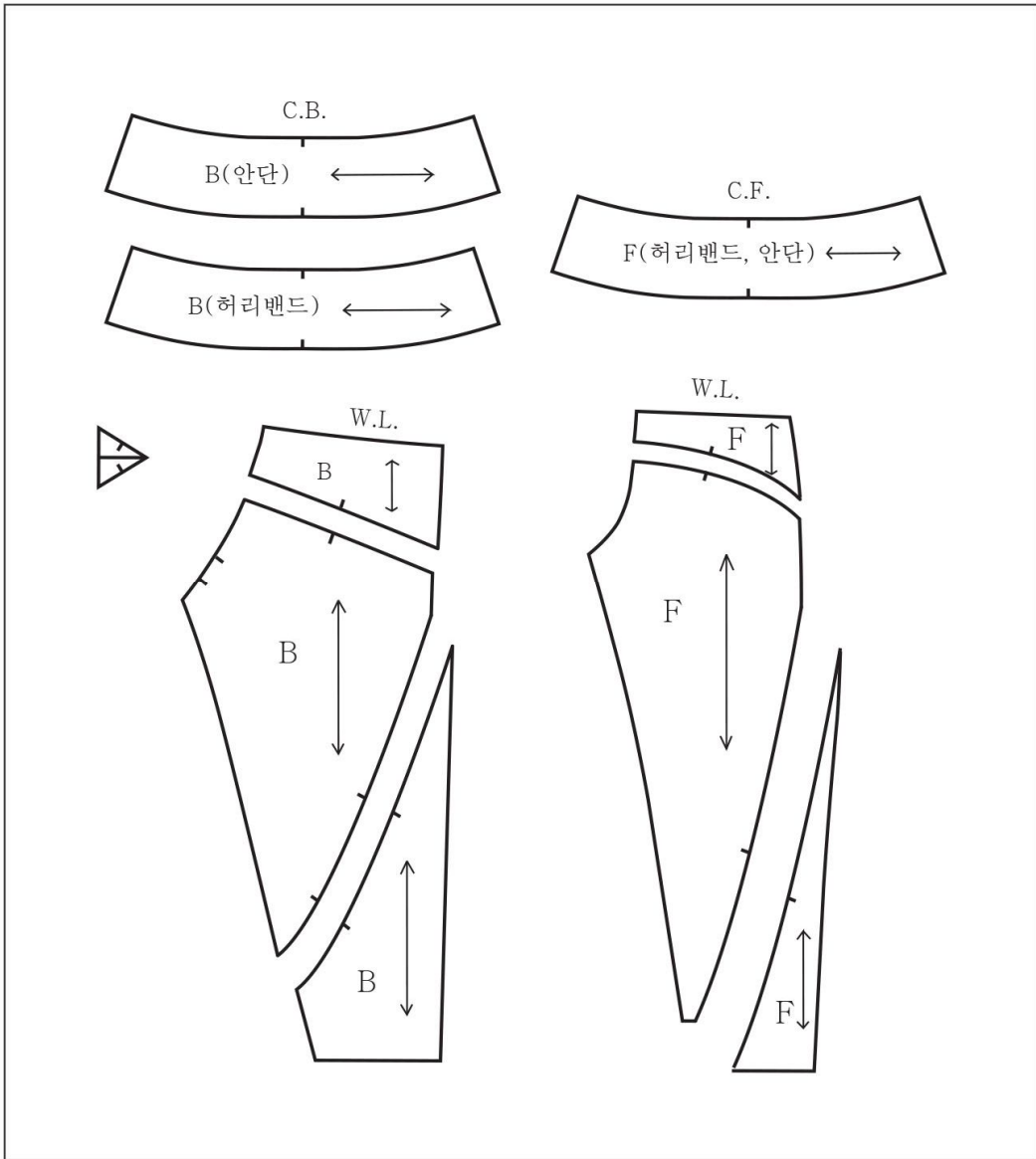
비교복과 실험복에 대한 요가동작의 동적평가는 동일 소재로 제작한 비교복

4종과 1차 실험복 원형을 사용하여 요가동작별 3D 체표면 분석결과를 참고하여 제작한 2차 실험복으로 실시하였다. 피험자는 비교복 4종과 2차 실험복을 착용한 후, 3D 체표면 분석을 위해 선정된 요가동작을 수행하도록 하여 신체 부위별 만족감을 평가하도록 한다. 동적평가항목은 허리, 배, 골반, 엉덩이, 허벅지, 살, 무릎, 종아리 부위로 구분하였으며, 허리, 골반, 허벅지, 무릎, 종아리는 전면과 후면으로 나누어 평가하였다.

<그림 40>은 2차 실험복의 패턴전개도이다. 2차 실험복은 동작에 따른 3D 체표면 분석결과에 따라 기준점을 기준으로 구획된 체표면 부위 중 동작에 의한 체표면 변화량이 적은 부위를 따라 임의로 패턴을 변형시켰다. 다시 말해 요가동작에 의해 체표면 면적의 변화율이 크게 일어나는 부위는 피하고, 상대적으로 체표면 면적의 변화율이 적은 부위인 프로토콜 영역을 따라 패턴을 변형하였다. 2차 실험복은 프로토콜 영역을 이용하여 제작할 수 있는 다양한 패턴 중 하나이며, 프로토콜 영역 안에서 임의로 변경이 가능하다. 2차 실험복은 3D 체표면 변화분석에 의한 프로토콜 영역을 근거로 앞면은 중심에서 바깥측면으로 내려가는 수평방향의 사선절개선을 추가하고, 허벅지 측면에서 종아리 하단부분의 안쪽부위를 향하는 수직방향의 사선절개선을 추가하였다. 뒷면은 중심에서 살 측면으로 향하는 수평방향의 사선절개선을 추가하고, 허벅지 측면에서 종아리 상단부분의 안쪽부위를 향하는 수직방향의 사선절개선을 추가하여 패턴을 수정하였다. 2차 실험복은 패턴 프로토콜 영역을 참고하여 앞면과 뒷면 모두에서 골반부근의 사선 요크와 허벅지와 종아리부근을 지나는 사선 절개선을 추가하였다.

비교복과 실험복에 대한 FP-1 동작의 동적평가 분석결과는 <표 18>과 같다. FP-1 동작에 따른 비교복과 실험복의 분석에 의하면, 허리 전면과 후면, 엉덩이, 허벅지 전면에서 유의한 차이가 나타났다.

허리 전면은 $p < 0.001$ 의 수준으로 유의한 차이가 나타났으며, 허리 후면은



<그림 40> 2차 실험복의 패턴 전개도(1/8축도)

p<0.01의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 비교복 A(4.20)>실험복(4.00)>비교복 B(3.20)>비교복 D(2.60)>비교복 C(2.00)의 순으로 나타나, 비교복 A에 대한 만족도가 가장 높게 평가되었으며, 비교복 C의 만족도가 가장 낮게 평가되었다. 허리부위에서의 유의한 차이가 나타난 것은 FP-1의 동작특성에 의해 시상면에서 허리의 굴곡과 신전을 발생시키기 때문에 체표면 변화를 밀착된 의복으로 감지하기 때문에 비교복과 실험복 패턴의 적절성 여부를 판단할 수 있다. 엉덩이부위는 p<0.01의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 실험복

<표 18> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 FP-1의 동적평가

()=S.D.

동적 평가 항목		Mean(S.D.)					F-value	
		비교복 A	비교복 B	비교복 C	비교복 D	실험복		
FP-1	허리	전면	4.40(1.05) A	3.60(0.70) AB	1.60(0.42) C	2.80(0.47) B	4.20(0.45) A	23.72***
		후면	4.20(0.42) A	3.20(0.45) B	2.00(0.67) C	2.60(0.54) BC	4.00(0.42) A	18.08**
	배		3.80(0.84)	3.60(0.54)	3.40(0.55)	3.40(0.55)	3.80	2.26
	골반	전면	3.80(0.84)	3.60(0.54)	3.60(0.54)	3.40(0.55)	3.80(1.05)	1.53
		후면	3.40(0.55)	3.20(0.63)	3.20(0.63)	3.20(0.63)	3.60(0.54)	1.24
	엉덩이		3.80(0.84) A	3.20(0.63) B	2.440(0.6) C	3.40(0.55) B	4.00(0.70) A	17.82**
	허벅지	전면	3.50(0.55)A	3.80(0.84) A	3.40(0.53) A	2.20(0.42) B	3.80(0.42) AB	16.23**
		후면	3.20(0.45)	3.40(0.55)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	3.20(0.42)	2.05
	살		2.60(0.89)	3.20(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	1.83
	무릎	전면	3.40(0.55)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	1.24
		후면	3.20(0.63)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	1.56
	종아리	전면	3.20(0.63)	3.20(0.63)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	3.30(0.47)	2.29
		후면	3.00(0.47)	3.00(0.47)	2.60(0.43)	2.80(0.45)	3.00(0.47)	1.62

** p<0.01,*** p<0.001, A>B>C : Duncan의 다중범위검증

(4.00)>비교복A(3.80)>비교복 D(3.40)>비교복 B(3.20)>비교복 C(2.40)순으로

평가되어, 실험복의 만족도가 가장 높게 나타났으며, 비교복 C가 가장 낮게 나타났다. 엉덩이 부위는 패턴의 너비와 패턴에 따른 만족도라 할 수 있으므로, 여유가 너무 많거나 적은 경우 또는 패턴선이 방해가 될 경우 만족도가 낮게 나타났다. 허벅지 부위는 전면에서만 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 실험복, 비교복 B(3.80) > 비교복 A(3.50) > 비교복 C(3.40) > 비교복 D(2.20)의 순으로 평가되어, 실험복과 비교복 B의 만족도가 가장 높게 나타났으며, 비교복 D는 가장 낮게 나타났다. 허벅지 부위는 동작에 의한 체표면 밀착이 강하게 일어나 패턴의 적절성에 따른 평가결과의 차이가 나타난 것으로 여겨진다.

요가동작 FP-2의 동적평가 분석결과는 <표 19>와 같으며, 허리 후면, 골반 후면, 허벅지 후면, 종아리 전면에서 유의한 차이가 나타났다. 허리 후면은 $p < 0.001$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 비교복 A(4.40) > 실험복(4.20) > 비교복 B(3.60) > 비교복 D(2.80) > 비교복 C(1.60)의 순으로 나타나 비교복 A의 만족도가 가장 높게 평가되었고, 비교복 C가 가장 낮게 평가되었다. 허리의 경우 동작에 따라 의복의 허리부분이 내려가는 현상이 발생하는데, 비교복 A는 허리선의 위치가 높아 동작에 따른 의복의 위치변화가 적었으며, 비교복 C의 경우 허리선의 위치가 낮아 동작의 변화에 의복의 허리선의 이동이 쉽게 일어나 만족도의 차이가 크게 나타났다. 골반 후면은 $p < 0.001$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 비교복 A(4.40) > 실험복(4.20) > 비교복 B(3.80) > 비교복 C(3.40) > 비교복 D(1.40)의 순으로 나타나 비교복 A의 만족도가 가장 높게 평가되었고, 비교복 D가 가장 낮게 평가되었다. 이와 같은 결과는 골반 후면이 패턴에 영향을 받는 것이며, 허리선 너비가 넓은 비교복 A가 골반부위까지 체표면에 적당하게 밀착되기 때문으로 여겨진다. 허벅지 후면은 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 비교복 A(4.60) > 실험복(4.20) > 비교복 B(4.00) > 비교복 C(3.2

<표 19> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 FP-2의 동적평가

()=S.D.

동적 평가 항목		Mean(S.D.)					F-value	
		비교복 A	비교복 B	비교복 C	비교복 D	실험복		
FP-2	허리	전면	3.20(0.42)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	1.82
		후면	4.40(1.05)	3.60(0.70)	1.60(0.42)	2.80(0.47)	4.20(0.45)	23.70***
		A	AB	C	B	A		
	배	3.80(0.84)	3.60(0.54)	3.40(0.55)	3.40(0.55)	3.80	2.26	
	골반	전면	3.80(0.84)	3.60(0.54)	3.60(0.54)	3.40(0.55)	3.80(1.05)	1.53
		후면	4.40(0.53)A	3.80(0.84)	3.40(0.55)	1.40(0.42)	4.20(0.42)	24.53***
		AB	B	C	A			
	엉덩이	3.80(0.41)	3.60(0.70)	3.60(0.70)	3.40(0.42)	3.80(0.70)	1.45	
	허벅지	전면	3.40(0.52)	3.40(0.52)	3.60(0.70)	3.00(0.47)	3.40(0.52)	1.82
		후면	4.60(0.53)	4.00(0.42)	3.20(0.42)	1.80(0.42)	4.20(0.42)	21.63***
		A	A	B	C	A		
	살	2.60(0.89)	3.20(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	1.83	
	무릎	전면	3.40(0.55)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	1.24
		후면	3.20(0.63)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	1.56
종아리	전면	3.60(0.42)	4.00(0.70)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	4.00(0.42)	7.45*	
	후면	A	A	B	B	A		
	3.00(0.47)	3.20(0.47)	2.80(0.43)	2.80(0.45)	3.00(0.47)	1.52		

*p<0.05, *** p<0.001, A>B>C : Duncan의 다중범위검증

0)>비교복 D(1.80)의 순으로 나타나, 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D가 가장 낮게 나타났다. 비교복 A의 허벅지 부위의 패턴 만족도가 높은 것으로 판단되며, 비교복 D의 패턴상 수평 절개라인은 오히려 만족도를 낮게 한다고 판단된다. 종아리 전면은 p<0.05의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 실험복, 비교복 B(4.00)>비교복 A(3.60)>비교복 D(3.30)>비교복 C(2.80)의 순으로 나타나, 실험복과 비교복 B의 만족도가 가장 높았으며, 비교복 C의 만족도가 가장 낮게 평가되었다. 종아리의 평가결과에 의하면 패턴이 단순할수록 만족도가 높게 나타났다.

비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-1의 경우는 측면 동작으로, 비대칭 자세의 특성에 따라 동적평가를 우측과 좌측으로 구분하여 분석하였다. 요가동

작 SP-1의 인체우측 동적평가는 <표 20>과 같다.

비교복과 실험복에 대한 SP-1의 인체우측 동적평가 결과에 의하면 허리 전면과 후면, 골반 전면과 후면에서 유의한 차이가 나타났다. 허리 전면은 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 실험복(4.40) > 비교복 A(4.20) > 비교복 C(3.60) > 비교복 B(3.40) > 비교복 D(3.00)의 순으로 나타나, 실험복이 가장 만족도가 높게 나타났으며, 비교복 D의 만족도가 가장 낮게 나타났다. 허리 후면은 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 비교복 A(4.60) > 실험복(4.20) > 비교복 B(4.00) > 비교복 C(3.50) > 비교복 D(3.10)의 순으로 나타나, 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D가 가장 낮게 나타났다. 골반 전면은 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이를 보이며, 비교복 A(4.50) > 실험복(4.20) > 비교복 B(4.00) > 비교복 C(3.50) > 비교복 D(3.00)의 순으로 나타나, 비교

<표 20> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-1(R)의 동적평가

()=S.D.

동적 평가 항목			Mean(S.D.)					F-value
			비교복 A	비교복 B	비교복 C	비교복 D	실험복	
S P 1 R	허리	전면	4.20(0.52) A	3.40(0.52) AB	3.60(0.70) AB	3.00(0.47) B	4.40(0.53) A	16.75**
		후면	4.60(0.41) A	4.00(0.70) A	3.50(0.70) B	3.10(0.42) B	4.20(0.70) A	14.68**
	배		3.20(0.42)	3.10(0.41)	3.00(0.41)	3.00(0.41)	3.20(0.42)	1.28
	골반	전면	4.50(0.45) A	4.00(0.70) A	3.50(0.70) B	3.00(0.42) B	4.20(0.70) A	15.42**
		후면	4.30(0.52) A	3.40(0.52) B	3.50(0.70) B	3.00(0.47) C	4.20(0.52) A	16.75**
	영덩이		3.20(0.42)	3.30(0.47)	2.80(0.42)	3.30(0.47)	3.20(0.42)	2.96
	허벅지	전면	3.30(0.47)	3.40(0.52)	3.50(0.70)	3.00(0.47)	3.40(0.52)	1.62
		후면	3.20(0.42)	3.20(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	3.40(0.42)	2.12
	살		2.60(0.89)	3.20(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	1.53
	무릎	전면	3.20(0.42)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	2.39
후면		2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.20(0.42)	1.82	
종아리	전면	3.30(1.07)	3.20(0.47)	2.80(0.79)	2.80(0.45)	3.20(0.42)	1.38	
	후면	3.20(0.42)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	2.15	

** $p < 0.01$, A > B > C : Duncan의 다중범위 검증

복 A의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D가 가장 낮게 나타났다. 골반 후면은 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이를 보이며, 비교복 A(4.30) > 실험복 (4.20) > 비교복 C(3.50) > 비교복 B(3.40) > 비교복 D(3.00)의 순으로 나타나, 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D가 가장 낮게 나타났다. 이와 같이 요가동작 SP-1의 인체우측 동적평가는 측면굴곡을 위한 허리 골반의 회전 일어나 중심부위는 신전하고, 측면부위는 감소하기 때문에 유의한 결과가 나타난 것으로 여겨진다.

특히 비교복 A의 허리와 골반 만족도가 높게 나타난 결과는 비교복 A의 허리와 골반부위의 패턴에 대한 만족도가 높은 것을 의미한다.

요가동작 SP-1의 인체 좌측 동적평가 결과는 <표 21>과 같다. 요가동작

<표 21> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-1(L)의 동적평가

()=S.D.

동적 평가 항목		Mean(S.D.)					F-value	
		비교복 A	비교복 B	비교복 C	비교복 D	실험복		
S P 1 L	허리	전면	4.60(0.53) A	4.00(0.42) A	3.00(0.47) B	1.20(0.42) C	4.40(0.42) A	28.05***
		후면	4.40(0.42) A	4.00(0.42) A	3.00(0.47) B	1.20(0.42) C	4.60(0.42) A	24.53***
	배	3.70(0.42)	3.60(0.41)	1.40(0.89)	3.00(0.41)	3.80(0.42)	29.57***	
	골반	전면	3.60(0.41)	3.60(0.41)	2.40(0.89)	3.20(0.42)	3.80(0.42)	14.26**
		후면	3.20(0.42)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.79)	2.36
	영덩이	4.30(0.52) A	3.40(0.52) B	3.50(0.70) B	3.00(0.47) C	4.20(0.52) A	16.75**	
	허벅지	전면	4.50(0.45) A	4.00(0.70) A	3.50(0.70) B	3.00(0.42) B	4.20(0.70) A	15.42**
		후면	4.30(0.52) A	3.40(0.52) B	3.50(0.70) B	3.00(0.47) C	4.20(0.52) A	16.75**
	살	2.60(0.89)	3.20(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	1.53	
	무릎	전면	3.20(0.42)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	2.39
		후면	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.20(0.42)	1.82
	종아리	전면	3.30(1.07)	3.20(0.47)	2.80(0.79)	2.80(0.45)	3.20(0.42)	1.38
		후면	3.20(0.42)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	2.15

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, A>B>C : Duncan의 다중범위검증

SP-1의 인체 좌측 동적평가에 의하면 허리전면과 후면, 배, 골반 전면, 허벅지 전면과 후면에서 유의한 차이가 나타났다. SP-1의 인체좌측은 측면 신전현상에 의해 인체의 측면부분은 신전되고, 중심 부분은 축소되는 현상이 일어나는 특징이 있다. 허리전면은 $p < 0.001$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 비교복 A(4.60) > 실험복(4.40) > 비교복 B(4.00) > 비교복 C(3.00) > 비교복 D(1.20)의 순으로 나타나, 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D는 만족도가 가장 낮게 나타났다. 허리 후면은 $p > 0.001$ 의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 실험복(4.60) > 비교복 A(4.40) > 비교복 B(4.00) > 비교복 D(3.00) > 비교복 C(1.20)의 순으로 나타나, 실험복의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 C의 만족도가 가장 낮게 나타났다. 허리항목은 실험복, 비교복 A, 비교복 B의 만족도가 평균이상으로 높게 나타났는데, 이는 허리 높이와 밑위둘레의 길이에 영향을 받는 것으로 판단된다. 배 부위는 $p < 0.001$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 실험복(3.80) > 비교복 A(3.70) > 비교복 B(3.60) > 비교복 D(3.00) > 비교복 C(1.40)의 순으로 나타나 실험복의 만족도가 가장 높게 나타났으며, 비교복 C는 상대적으로 만족도가 낮게 나타났다. 비교복 C는 패턴상의 허리위치가 낮아 배와 골반부위의 착용감이 떨어져 만족도가 낮은 것으로 여겨진다. 골반 부위는 전면에서만 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 실험복(3.80) > 비교복 A, B(3.60) > 비교복 D(3.20) > 비교복 C(2.40)의 순으로 나타나, 실험복의 만족도가 가장 높게 평가되었으며 비교복 C의 만족도가 가장 낮게 평가되었다. 엉덩이 부위는 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 비교복 A(4.30) > 실험복(4.20) > 비교복 C(3.50) > 비교복 B(3.40) > 비교복 D(3.00)의 순으로 나타나, 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D가 가장 낮게 나타났다. 엉덩이 부위는 패턴의 너비사이즈에 적정성 여부에 따른 밀착감이 크게 작용하는 것으로 보여 비교복 A와 실험복의 패턴 상의 엉덩이 너비가 가장 적절하다고 보며, 비교복 D는 너비가 이보다 크므로 밀착감이 저하

되어 만족도가 낮은 것으로 여겨진다. 허벅지는 전면과 후면에서 유의한 차이가 모두 나타난다. 허벅지 전면은 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 비교복 A(4.50) > 실험복(4.20) > 비교복 B(4.00) > 비교복 C(3.50) > 비교복 D(3.00)의 순으로 나타나 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D의 만족도는 가장 낮게 나타났다. 허벅지 후면은 $p < 0.01$ 의 수준에서 유의한 차이를 보였으며, 비교복 A(4.30) > 실험복(4.20) > 비교복 C(3.50) > 비교복 B(3.40) > 비교복 D(3.00)의 순으로 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D의 만족도가 가장 낮게 나타났다. 허벅지 전면과 후면에서 비교복 A의 만족도가 높게 나타난 것은 비교복 A가 가장 우수한 패턴을 의미한다. 따라서 일반적인

<표 22> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-2(R)의 동적평가

()=S.D.

동적 평가 항목		Mean(S.D.)					F-value	
		비교복 A	비교복 B	비교복 C	비교복 D	실험복		
S P 2 R	허리	전면	4.00(0.42) A	3.60(0.70) A	2.80(0.42) B	3.00(0.47) B	4.00(0.42) A	7.05*
		후면	3.60(0.70)	3.40(0.52)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	3.60(0.70)	2.13
	배	전면	4.40(0.45) A	3.80(0.41) AB	3.40(0.42) B	3.20(0.42) B	4.20(0.42) A	9.56*
		후면	4.20(0.42) A	3.80(0.41) AB	4.20(0.42) A	2.40(0.52) B	4.20(0.42) A	16.07**
	엉덩이	전면	3.80(0.41)	3.60(0.70)	3.60(0.70)	3.40(0.42)	3.60(0.70)	1.23
		후면	3.40(0.52)	3.40(0.52)	3.60(0.70)	3.00(0.47)	3.40(0.52)	1.78
	허벅지	전면	4.60(0.53) A	4.00(0.42) A	3.20(0.42) B	1.80(0.42) C	4.20(0.42) A	24.03***
		후면	4.20(0.42) A	4.00(0.42) A	3.00(0.47) B	1.20(0.42) C	4.00(0.42) A	22.65***
	살	전면	3.20(0.42)	3.20(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	3.40(0.42)	2.52
	무릎	전면	3.20(0.42)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	1.87
		후면	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.20(0.42)	1.60
	종아리	전면	3.40(1.07) B	3.20(0.42) B	2.20(0.79) C	1.80(0.45) C	4.20(0.42) A	19.31***
후면		3.20(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.40(0.52)	1.84	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, A>B>C : Duncan의 다중범위검증

수직 또는 수평봉제선이 아닌 앞 중심 방향의 사선은 측면의 신전동작에 영향을 주지 않아 만족도가 높게 나타난 것으로 판단된다.

비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-2의 인체우측 동적평가 분석결과는 <표 22>와 같다. 요가동작 SP-2의 평가결과에 의하면 허리 전면, 배, 골반 전면, 허벅지 전면과 후면, 종아리 전면에서 유의한 차이가 나타났다. 허리 전면은 $p<0.05$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 실험복, 비교복 A(4.00)>비교복 B(3.60)>비교복 D(3.00)>비교복 C(2.80)의 순으로 나타나 실험복과 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났으며, 비교복 C의 만족도가 가장 낮게 나타났다. 배 부위는 $p<0.05$ 의 수준에서 유의한 차이를 보였으며, 비교복 A(4.40)>실험복(4.20)>비교복 B(3.80)>비교복 C(3.40)>비교복 D(3.20)의 순으로 나타나, 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D가 가장 낮게 나타났다. 허리와 배 부위의 평가결과에 의하면 비교복 A의 패턴이 SP-2의 동작에 적합하다고 보는데, 이는 허리선의 위치가 높아 동작범위가 큰 SP-2동작을 수행하여도 의복이 체표면 변화를 충분히 감당하므로 만족도가 높은 것으로 보인다. 골반 전면은 $p<0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 실험복, 비교복 A, 비교복 C(4.20)>비교복 B(3.80)>비교복 D(2.40)의 순으로 비교복 D는 만족도가 가장 낮게 나타났으며, 실험복과 비교복 A는 만족도가 가장 높게 나타났다. 비교복 D는 여유가 존재하여 밀착감이 떨어지므로 동작이 클 경우 만족감이 크게 낮아진다고 볼 수 있다. 허벅지 전면은 $p<0.001$ 의 수준으로 유의한 차이가 나타났으며, 비교복 A(4.60)>실험복(4.20)>비교복 B(4.00)>비교복 C(3.20)>비교복 D(1.80)의 순으로 나타나, 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타나고, 비교복 D의 만족도는 가장 낮게 나타났다. 허벅지 후면은 $p<0.001$ 의 수준에서 유의한 차이가 나타나며, 비교복 A(4.20)>실험복, 비교복 B(4.00)>비교복 C(3.00)>비교복 D(1.20)의 순으로 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났으며, 비교복 D의 만족도가 가장 낮게 나타났다. 특히 전반적으로 허벅지

부위에서 비교복 D의 만족도가 가장 낮게 나타난 이유는 비교복 D에서 패턴 상의 여유량이 존재하여 밀착감이 떨어지기 때문으로 판단된다. 종아리 전면은 $p < 0.001$ 의 수준에서 유의한 차이를 보였으며, 실험복(4.20) > 비교복 A(3.40) > 비교복 B(3.20) > 비교복 C(2.20) > 비교복 D(1.80)의 순으로 나타나 실험복의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 C와 비교복 D는 만족도가 평균이하로 낮게 나타났다. 비교복 C는 밀착감이 너무 높아 종아리 부위에서의 만족감은 낮았고, 비교복 D는 밀착감이 낮아 만족감이 낮은 것으로 판단된다.

<표 23> 비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-2(L)의 동적평가

()=S.D.

동적 평가 항목		Mean(S.D.)					F-value	
		비교복 A	비교복 B	비교복 C	비교복 D	실험복		
S P 2 L	허리	전면	4.60(0.53) A	4.00(0.42) A	3.00(0.47) B	1.20(0.42) C	4.40(0.42) A	28.05***
		후면	3.60(0.70)	3.40(0.52)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	3.60(0.70)	1.30
	배		3.20(0.42)	3.00(0.41)	3.00(0.41)	3.00(0.41)	3.20(0.42)	1.32
	골반	전면	3.40(0.42)	3.80(0.41)	3.20(0.42)	2.80(0.52)	3.20(0.42)	1.85
		후면	4.60(0.41) A	4.00(0.70) AB	3.50(0.70) B	3.00(0.42) B	4.20(0.70) A	15.20**
	엉덩이		4.20(0.52) A	3.40(0.52) AB	3.60(0.70) AB	3.00(0.47) B	4.40(0.53) A	16.75**
	허벅지	전면	4.00(0.53)	4.00(0.42)	3.80(0.42)	3.80(0.42)	4.20(0.42)	1.28
		후면	4.40(0.42) A	4.00(0.42) A	3.00(0.47) B	1.20(0.42) C	4.60(0.42) A	24.53***
	살		4.00(0.42) A	3.20(0.42) B	3.00(0.47) B	3.00(0.47) B	3.80(0.42) A	7.32*
	무릎	전면	3.20(0.42)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.20(0.42)	2.36
		후면	2.80(0.42)	3.00(0.47)	3.00(0.47)	2.80(0.42)	3.20(0.42)	1.82
	종아리	전면	3.20(1.07)	3.20(0.47)	2.80(0.79)	2.80(0.45)	3.20(0.42)	2.34
		후면	4.00(0.42) A	4.40(0.47) A	3.00(0.47) B	2.80(0.42) B	4.20(0.52) A	9.83*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, A>B>C : Duncan의 다중범위검증

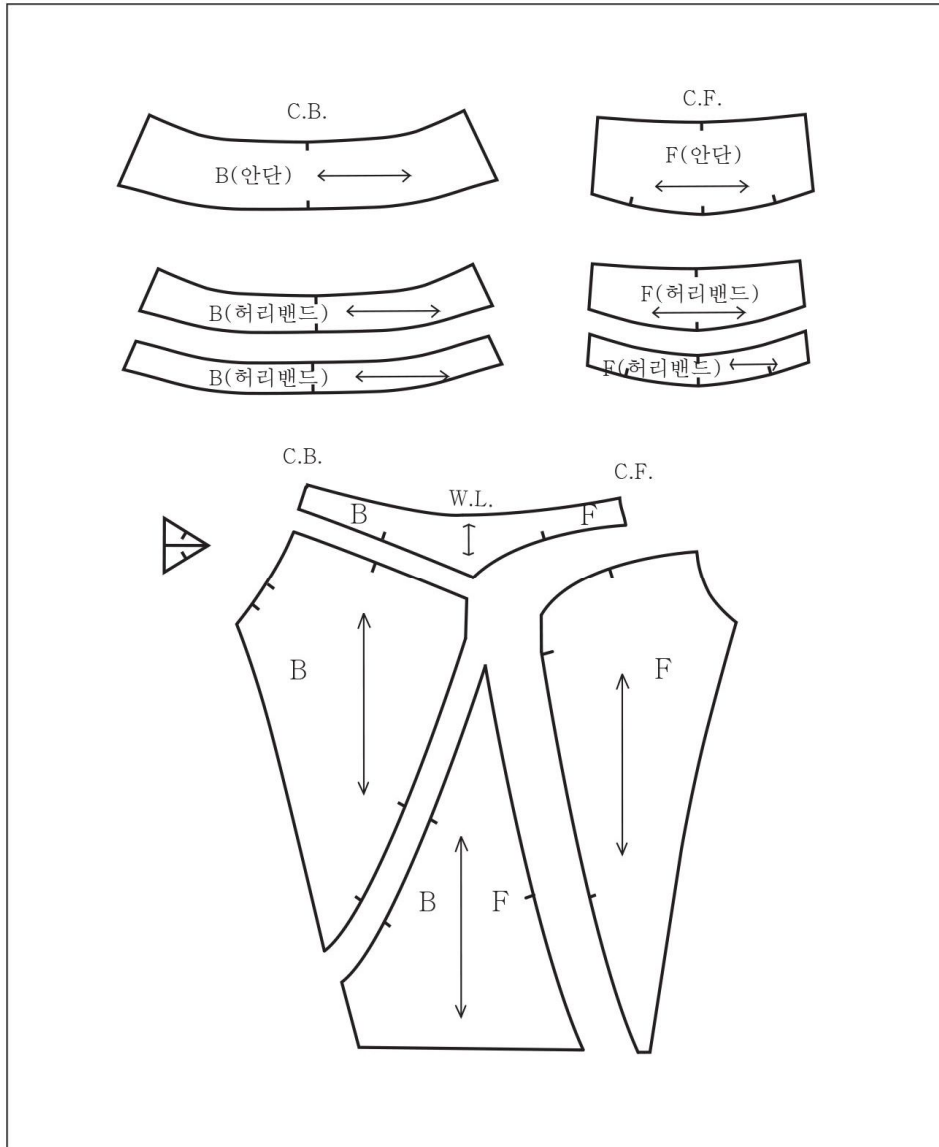
비교복과 실험복에 대한 요가동작 SP-2의 인체좌측 동적평가 분석결과는 <표

23>과 같다. SP-2 동작의 인체 좌측 동적평가 분석결과에 의하면 허리 전면, 골반 후면, 엉덩이, 허벅지 후면, 살, 종아리 후면에서 유의한 차이가 나타나 신체 후면부위를 중심으로 만족감이 높게 나타났다. 허리 전면은 $p<0.001$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 비교복 A(4.60)>실험복(4.40)>비교복 B(4.00)>비교복 C(3.00)>비교복 D(1.20)의 순으로 나타나 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났으며, 비교복 D의 만족도가 가장 낮게 나타났다. 요가 동작 중 SP-2의 인체좌측이 신전이 가장 크게 발생하는데, 비교복 A는 신전현상에 의한 체표면의 증가에도 허리전반부위의 밀착감을 유지하는 패턴으로 판단된다. 골반 후면은 $p<0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 비교복 A(4.60)>실험복(4.20)>비교복 C(3.50)>비교복 B(3.40)>비교복 D(3.00)의 순으로 나타나, 비교복 A의 만족도가 가장 높으며, 비교복 D의 만족도가 가장 낮게 나타났다. 엉덩이는 $p<0.01$ 의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 실험복(4.40)>비교복 A(4.20)>비교복 C(3.60)>비교복 B(3.40)>비교복 D(3.00)의 순으로 나타나 실험복의 만족도가 가장 높게 나타났으며, 비교복 D의 만족도가 가장 낮게 나타났다. 허벅지 후면은 $p<0.001$ 의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 실험복(4.60)>비교복 A(4.40)>비교복 B(4.00)>비교복 C(3.00)>비교복 D(1.20)의 순으로 나타나 실험복의 만족도가 가장 높게 나타났고, 비교복 D의 만족도가 가장 낮게 나타났다. 살 부위는 $p<0.05$ 의 수준에서 유의한 차이가 나타났으며, 비교복 A(4.00)>실험복(3.80)>비교복 B(3.20)>비교복 C, D(3.00)의 순으로 비교복 A의 만족도가 가장 높게 나타났으며, 비교복 C와 비교복 D의 만족도는 가장 낮게 나타났다. 종아리 후면은 $p<0.05$ 의 수준에서 유의한 차이가 있으며, 비교복 B(4.40)>실험복(4.20)>비교복 A(4.00)>비교복 C(3.00)>비교복 D(2.80)의 순으로 나타나 비교복 B의 만족도가 가장 높게 나타났으며, 비교복 D의 만족도가 가장 낮게 나타났다.

3) 동적평가를 분석한 완성 패턴 제시

요가동작별 기능성 슬렉스의 밀착감에 대한 패턴 만족도를 동적평가를 통해 분석한 결과에 의하면 2차 실험복은 최저 3.80, 최고 4.60의 만족도를 보여 평균이상의 패턴만족도를 보였으며, 이는 3D체표면 분석결과에 따른 패턴 프로토클 영역을 참고하여 슬렉스 패턴을 제작하는 것이 적절하여 착용자의 만족도를 높인다고 할 수 있다. 본 동적평가 결과에 의하면 유의한 차이를 보이는 항목에서 전반적으로 비교복 A의 만족도가 높은 것으로 판단되며, 특히 허리선 높이가 높고 패턴의 형태가 양호하여 중년여성의 허리와 배 부위를 충분히 밀착시켜 만족감을 높이는 것으로 판단된다. 옆선은 슬렉스 기본원형을 없애 앞뒤면 옆선을 연결하는 대신 사선의 절개선을 사용하였는데, 이는 기본절개선을 단순화하고 사선의 절개선을 허벅지부위의 만족감을 높였다고 할 수 있다. 따라서 3차 실험복을 위한 2차 실험복의 수정 및 보완 작업은 비교복 A의 패턴 중 주로 허리, 골반, 허벅지 부분의 패턴을 참고하여 수정하였다.

완성복의 패턴은 <그림 41>과 같다. 비교복과 2차 실험복의 동적평가결과를 토대로 수정 및 보완하였다. 동적평가의 결과에 의하면, 피험자의 비교복 A의 동작별 만족도가 전반적으로 높게 나타났으며, 특히 허리와 골반 부위의 만족도가 높은 것으로 나타나 비교복 A의 패턴에서 허리부위를 참고하여 실험복을 수정하도록 하였다. 완성복의 패턴은 허리선 위치를 비교복 A와 같은 위치로 높이고, 허리밴드의 너비를 넓혀 골반부위까지 내려가도록 하였다. 허리밴드는 수평의 절개선을 삽입하여 허리밴드가 2개로 분리되고, 밴드의 절개선은 앞으로 이동시켰다. 골반옆선과 앞뒤 종아리부근 옆선은 서로 연결하여 다리 옆선을 생략하였다. 3차 실험복은 허리골반부분의 밀착감을 강화시키기 위해 허리밴드의 패턴을 수정하였고, 다리 앞뒤부분의 기본 옆선을 자연스럽게 연결하여 패턴을 수정 및 보완하였다.



<그림 41> 완성복의 패턴 전개도 (1/8축도)

V. 결론 및 제언

본 연구는 요가동작에 따른 하반신의 3D 체표면 분석 작업을 통해 프로토클을 제시하여 요가슬랙스 패턴의 객관적 자료를 제공하는데 목적이 있다. 연구 대상은 제 6차 한국인 표준체형치수에 속하는 45~54세의 중년여성 5명으로 하였다.

연구 내용은 3D 스캐닝 작업을 이용한 요가동작별 체표면 변화량을 분석하여 프로토클 영역을 산출하고, 실험복을 통해 프로토클 영역을 입증한다. 실험복은 비교복 4종의 착의평가를 통해 기본원형을 제작한 후, 프로토클 영역을 이용하여 임의로 패턴을 수정하며, 비교복과 실험복의 동적평가결과를 반영하여 실험복패턴을 완성하였다.

연구 방법은 5명의 피험자 중 제 6차 표준체형치수에 가장 근접한 피험자 1명을 선정하여 동작별 3D 체표면 면적량을 산출한다. 3D 체표면 분석실험을 위한 동작 자세는 기본 정자세와 4개의 요가 동작이며, 피험자가 동작을 수행한 상태에서 정지 후 3D 스캐닝을 실시하였다. 3D 체표면 데이터의 작업과정은 역설계과정을 통해 분석 가능한 데이터로 수정한 후, 기준점을 중심으로 수평·수직 분할하였다. 분할된 면은 번호를 부여하고, 부위별 체표면 면적량을 산출하였다. 체표면 평면 전개 작업은 3D 데이터의 분할면을 분리한 후, 자유낙하를 하였다. 요가동작별 체표면 면적 변화율은 정자세의 평면전개도를 기준으로 동작별 평면전개도를 중합하여 비교하였고, 부위별 면적 변화율과 평면 전개도를 중합하여 프로토클 영역을 제시하였다.

실험복 제작과정은 착의평가의 선호도가 높은 비교복을 실험복 패턴의 기본원형으로 설정한 후, 프로토클 영역을 적용하여 패턴을 임의로 수정한 상태에서 비교복 4종과 동적평가를 실시하였다. 동적평가의 결과를 통하여 패턴을

수정 및 보완하여 완성복 패턴을 제시하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 기준자세에 의한 요가동작별 3D 체표면 면적변화를 비교분석하면 다음과 같다.

뒤 늘리기 동작(FP-1)은 앞면의 허리 중심과 측면부위에서 크게 증가하고, 뒷면은 골반 측면부위에서 동작에 따른 근육에 힘이 가해져 오히려 면적이 감소하였다. 의자자세 동작(FP-2)은 수행동작의 동작 관절각 변화가 크기 때문에 변화량이 크게 나타났다. 체표면 면적 변화량이 크게 나타난 부위는 앞면의 골반 측면, 허벅지 안쪽과 측면부위이며, 뒷면은 허리중심, 골반중심, 허벅지 측면부위로 크게 나타났다.

옆 늘리기 동작(SP-1)에서 인체 우측은 앞면의 골반 측면에서 가장 크게 나타났다으며, 옆 늘리기 동작(SP-1)에서 좌측의 변화량은 우측에 비해 상대적으로 크게 나타났는데, 앞면의 허리중심과 측면, 골반의 측면이 해당되며, 뒷면은 허리측면, 골반 중심과 측면 부위의 변화량이 크게 나타났다. 옆 늘리기 동작(SP-1)은 좌측의 체표면 변화율이 크고, 우측의 체표면 변화율은 미미하여 인체 좌측의 결과만 타당하였다.

삼각자세 동작(SP-2)의 우측은 좌측에 비해 상대적으로 크게 나타났다. 앞면의 살 중심과 측면, 허벅지 안쪽과 측면, 종아리 상단의 안쪽부위가 변화량이 크며, 뒷면은 허리측면, 골반 중심과 측면, 살 중심과 측면, 허벅지 중심과 측면부위로 나타났다. 삼각자세 동작은 인체 우측이 좌측보다 변화량이 크게 나타났다. 삼각자세 동작(SP-2)의 좌측은 앞면의 허리측면이며, 뒷면은 허리 측면, 골반측면, 살 측면, 허벅지 안쪽과 측면부위의 변화량이 크게 나타났다.

위의 영역은 변화량이 큰 영역으로 프로토콜 영역 산출시 제외되는 영역이

다.

둘째, 3D 체표면의 평면 면적 분석 결과에 의해 평면전개도를 시각화하여 정 자세에서 동작 시 부위별 체표면 변화의 증감을 확인한다. 평면 전개도는 평면패턴과 유사하게 나열하여 면적부위별 정자세와 같은 부위와 중합시켰다.

FP-1 동작의 패턴 프로토콜 영역을 선정하면, 앞면의 중심부분은 골반부위와 종아리 상·하단 부위이며, 앞면의 측면부분은 골반, 살, 허벅지, 종아리 상·하단으로 나타났다. 뒷면의 중심부분은 허벅지를 제외한 모든 영역이 선정되었으며, 뒷면의 측면부분은 모든 영역에서 패턴을 설정하는 것이 가능하다고 나타났다.

FP-2 동작의 패턴 프로토콜 영역을 선정하면, 앞면의 중심부분에서 허리, 골반, 살 부위에서 체표면이 측정되지 않았으나, 체표면 감소가 크게 나타나는 부위로 패턴변형이 가능하다고 판단된다. 즉 앞면은 중심부분에서는 허리, 골반, 살, 종아리 하단부위가, 앞면 측면부분에서는 종아리 상·하단부위가 패턴변형이 가능하며, 뒷면은 중심부분에서 허리, 골반, 종아리 상·하단 부분이 가능하고, 측면부분은 종아리 상·하단 부위만 패턴변형이 가능하다. 따라서 패턴 프로토콜 영역은 앞·뒷면 중심부분의 허리와 골반부위와 종아리 상·하단부분으로 나타났다.

SP-1 동작에서 인체우측의 패턴 프로토콜 영역은 앞면의 중심부분에서 살 부위를 제외한 모든 영역이며, 측면부분은 허리부위를 제외한 모든 영역이 해당된다. 뒷면의 중심부분은 골반부위와 종아리 상·하단부위이며, 측면부분은 허리와 골반부위를 제외한 모든 영역이 해당된다. SP-1 동작에서 인체좌측의 패턴 프로토콜 영역은 살 측면, 허벅지 전체부위, 종아리 상·하단 전체부위로 나타나 동작에 의한 체표면 변화가 일어나는 부위가 적었다. 즉, SP-1의 인체좌측의 프로토콜 영역은 앞·뒷면부분이 동일하게 대칭으로 일치하였다.

SP-2 동작의 인체 우측에서 패턴 변형이 가능한 프로토콜 영역은 앞면의 중심부분은 허리, 골반부위이며, 측면부분은 골반, 허벅지, 종아리 상·하단부위로 나타났다. 뒷면의 중심부분은 허리, 골반, 종아리 상단부위가, 측면부분은 허리, 종아리 상·하단 부위로 나타났다. SP-2의 인체 좌측면에서 패턴 변형이 가능한 프로토콜 영역은 앞면의 중심부분은 허리, 골반, 종아리 하단부위이며, 측면 부분은 골반, 살, 허벅지 부위로 나타났고, 뒷면의 중심부분은 허리, 허벅지부위이며, 측면부분은 골반, 살, 허벅지, 종아리 상단부위의 패턴변형이 가능한 것으로 나타났다. 즉, SP-2동작의 인체 우측면은 앞뒤 측면부분에서 체표면 면적 변화가 가장 작았으나, 면적 변화가 종아리 하단부위까지 나타났으며, SP-2 동작의 인체 우측면은 체표면 변화폭이 가장 크게 나타났다.

각 동작별 프로토콜 영역을 종합해보면 앞면 중심부분의 프로토콜 영역은 골반, 종아리 하단부위이며, 앞면 측면부분의 프로토콜 영역은 골반, 살, 허벅지, 종아리 상·하단부위가 해당된다. 뒷면 중심부분의 프로토콜 영역은 허리, 골반, 종아리 상·하단부위이며, 뒷면 측면부분의 프로토콜 영역은 골반, 살, 종아리 상·하단부위가 해당된다. 그러므로 선정된 프로토콜 영역은 동작에 따른 체표면 변화가 일어나지 않아 패턴을 변형시켜도 착용자의 만족도에는 영향을 주지 않는다.

셋째, 동작별 비교복과 실험복의 동적 평가결과를 통한 실험복 제작은 다음과 같다.

요가동작별 동적평가로 분석한 결과에 의하면, 2차 실험복은 평균이상의 만족도를 보였으며, 이는 3D체표면 분석결과에 의한 프로토콜 영역을 참고하여 슬랙스 패턴을 제작하는 것이 적절하다고 할 수 있다. 본 동적평가 결과에 의하면 비교복 A의 만족도가 우수하며, 특히 허리선 높이가 높고 패턴의 형태가 양호하여 중년여성의 허리와 배 부위를 충분히 밀착시켜 만족감을 높이는 것

으로 판단된다. 옆선은 슬렉스 기본원형을 없애 앞뒤면 옆선을 연결하고 사선의 절개선을 사용하였다.

패턴 프로토클을 검증하기 위한 실험복 제작은 2차에 걸쳐 진행하였다. 1차 실험복은 착의 평가 결과에서 가장 우수한 평가를 받은 비교복 B의 패턴을 사용하여 슬렉스 원형에 가깝도록 수정하여 패턴의 기본 원형을 제작하였다. 2차 실험복은 동작에 따른 3D 체표면 분석결과에 의해 프로토클 영역을 따라 패턴을 변형하였다. 2차 실험복은 프로토클 영역을 이용하여 제작할 수 있는 다양한 패턴 중 하나이며, 프로토클 영역 안에서 임의로 패턴을 설정하였다. 2차 실험복은 패턴 프로토클 영역을 참고하여 앞면과 뒷면 모두에서 골반부근의 사선 요크와 허벅지와 종아리 부근을 지나는 사선 절개선을 추가하였다. 완성복 패턴은 비교복과 2차 실험복의 동적평가 결과를 토대로 수정 및 보완하였다. 동적평가의 결과에 의하면, 비교복 A의 만족도가 전반적으로 높게 나타났다으며, 특히 허리와 골반 부위의 만족도가 높은 것으로 나타나 비교복 A의 패턴에서 허리부위를 참고하여 실험복을 수정하였다. 완성복 패턴은 비교복 A와 같은 허리 높이로 수정하여 밑위둘레를 증가시키고, 허리밴드의 너비를 넓혀 골반부위까지 내려가도록 하였다. 허리밴드의 앞면은 2개로 분리되고, 밴드의 옆 절개선은 앞쪽으로 이동하였다. 골반옆선과 앞뒤 종아리 부근 옆선은 서로 합하여 다리 옆선을 생략하여, 다리 앞뒤부분의 기본 옆선을 자연스럽게 연결하여 패턴을 수정 및 보완하였다.

본 연구의 제한점 및 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 다양한 요가슬렉스의 형태를 연구하기 위하여 패턴을 통한 프로토클 결과만을 제시하였으므로, 후속연구에서는 동작에 따른 의복압과 의복축소율에 관련한 연구 등 다각도의 프로토클 연구가 필요하다고 본다.

둘째, 본 연구는 제6차 한국인표준체형치수를 기준으로 피험자를 선발하여

45~54세에 해당하는 중년여성의 표준체형을 대상으로 실험하였다. 그러나 표준체형에 해당하지 않는 여성들의 패턴연구도 필요하므로, 후속연구에서는 체형별 요가슬랙스 패턴의 개발이 요구된다.

셋째, 본 연구의 3D 체표면 측정을 위해 동작 선정의 제한이 있으므로, 보다 다양한 운동동작을 적용하기 위한 다양한 방식의 체표면 측정방법을 적용하여, 여러 동작에 따른 체표면 변화량을 분석할 필요가 있다. 또한 체표면 측정시 동작진행과정에 나타나는 체표면 변화량은 분석하지 않고, 동작을 완료한 상태의 체표면 면적을 정자세와 비교 분석한 것이므로, 후속연구에서는 동작을 진행하는 과정에서 변화하는 체표면 면적을 분석하여 보다 과학적인 3D 패턴연구가 필요하다.

참 고 문 헌

국내문헌

- 국립보건연구원(2012), 폐경기 증상에 대한 행동 양식과 여성건강관련 실태 조사.
- 김경애(2003), 중년여성의 하반신 체형 특성에 따른 슬랙스 원형개발에 관한 연구, 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
- 김경희(2007), 중년 여성의 체형에 관한 연구 ; 직접계측을 중심으로, 복식문화연구, 15(4).
- 김성민(2002), 통합적 3차원 의복 캐드 시스템의 개발, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 김연행(2002), 싸이클웨어의 패턴개발을 위한 체표면 변화에 관한 연구, 창원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김한(2006), 혼자서 쉽게 내 몸을 고치는 요가, 서울 : 시공사.
- 김혜경 · 권숙희 · 김순자 · 이숙녀 · 전은경 · 박은주 · 조정미 · 서추연 (2001), 피복인간공학 실험설계방법론, 서울: 교문사.
- 김소영(2008), 동적자세와 피부분질(dermatomes)을 이용한 기능성 밀착의복 제작 프로세스 개발, 충남대학교 대학원 박사학위논문.
- 김정숙(2001), 3차원 동작분석장치를 이용한 하지동작 연구, 한국의류학회지, 25(9).
- 권숙희(1998), 18~54세 여성의 연령 집단별 체형 차이 연구, 대한가정학회지, 36(5).
- 김명자(1989), 중년기 위기감 및 관련 변인에 관한 연구, 이화여자대학교 대

학원 박사학위논문.

김상관(2012), 중년여성의 신체활동에 영향을 미치는 심리사회적 요인, 창원대학교 대학원 박사학위논문.

김선희(2009), 요가의 신체수행체계와 구루(guru)의 역할 및 가치관 탐구, 부산대학교 대학원 박사학위논문.

김성민 · 박용수 · 박창규(2008), I-Fashion 구현을 위한 기반기술개요, 패션정보와 기술, 5.

김소라 · 조진숙(2001), 중년여성의 체형분류 및 판별에 관한 연구, 한국의류학회, 25(9).

나디아(이승아)(2014), 더 이상 실패 없는 리스타트 요가, 서울: 미호.

남윤자 외 14명 (2013), IT Fashion, 파주: 교문사.

류숙희 · 박종희(2005), 중년여성의 체형과 신체만족도에 따른 테일러드 재킷의 이미지 평가; 실루엣을 중심으로, 복식문화연구, 13(3).

류신아(2005), 동작기능성 향상을 위한 스노보드복의 여유량 및 패턴 설계, 충남대학교대학원 박사학위논문.

류신아 · 박길순(2000), 한국 성인남자의 하체 동작범위 연구: 3D동작분석 장치를 이용하여, 복식문화연구, 8(5).

류신아 · 최종명 · 박길순(2012), 3차원 바디 스캐너를 이용한 인체 치수 측정에 따른 노년 여성의 골프웨어 슬렉스 패턴 설계, 한국의류학회지, 36(4).

류현숙(2009), 기능성 골프 바람막이 개발에 관한 연구, 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.

박소영(2004), 신축소재를 이용한 중년여성의 슬렉스 패턴 설계 연구, 건국대학교 대학원 석사학위논문.

박순지 · 김혜경(1997), 중년기 여성을 위한 슬렉스원형 설계에 관한 연구,

- 대한가정학회지, 35(4).
- 박종희 · 류숙희(2004), 중년여성의 체형분석 및 체형별 신체만족도, *복식문화연구*, 12(1).
- 박장근 · 임란희(2004), 12주 하타요가 수련이 여성의 신체기능에 미치는 영향, *한국체육과학회지*, 43(6).
- 박혜준(2010), 3차원 테크놀로지를 활용한 헬스케어의류 설계, 2010 서울대학교 생활과학연구소 패션기술센터 추계세미나.
- 범서희(2006), 중년여성의 체형 결점 보완을 위한 니트웨어의 디자인 연구, *한국복식학회지*, 56(8).
- 사이토 히데코 노미야마 이사코(2013), *의복환경과학의 이해*, 추미선 역, 파주 : 교문사.
- 송부경(2000), 슬랙스 구성요인에 따른 원형제작에 관한 연구 ; 45-59세 중년 여성을 대상으로, 부산대학교 대학원 석사학위논문.
- 스리 K. 파타비 조이스(2013), *요가말라(Yoga Mala)*, 김소연 번역, 고양: 침묵의 향기.
- 심정희(2000), 중년여성의 체형분류와 자기평가, 계명대학교 대학원 박사학위논문.
- 신주영(2014), 30대 여성의 3차원 인체형상자료를 활용한 마스터패턴과 그레이딩방법 개발, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 안용덕(2002), 하타요가 수련과 게이트 볼 및 중량부하 운동이 폐경기 여성의 골밀도에 미치는 영향, *한국체육학회지*, 41(3).
- 엄지은(2013). 기능성 및 감성을 고려한 여성 커뮤팅 바이크웨어(Commuting Bike Wear)에 관한 연구, 영남대학교 대학원 박사학위논문.
- 유선식 · 유 실 · 오성근 · 하종규 · 이재훈(2012), 생체역학적 분석을 통해서 본 빈야사 요가 수련이 우디아나반다 체득에 미치는 효과 검증, *운동학*

학술지 14(3).

윤미경(2008), 3차원 인체형상을 활용한 여성 팬츠 스타일에 따른 대량 개별 맞춤 패턴 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.

윤미경 · 남윤자 · 최경미(2007), 3차원 인체 형상을 이용한 20대 여성의 하반신 전개패턴에 관한 연구, 한국의류학회지, 31(5).

윤지원(2013), 3차원 인체형상데이터를 이용한 성인여성의 체형유형별 타이트 핏 토르소원형 개발 : 가상착의 시스템을 이용하여, 한양대학교 대학원 박사학위논문.

윤훈용 · 이상도 · 이동춘(2002), 한국 중장년층의 동작범위에 관한 연구, 대한인간공학회지, 21(2).

이영민 · 박재옥(2011), 액티브 스포츠 웨어 발달과정 고찰을 통한 현대 Sports-inspired Fashion분석. 한국의류학회 학술대회논문집.

이영아(2011), 중년여성의 체형에 관한 연구 ; 실제 체형과 이상 체형을 중심으로, 한복문화학회, 14(2).

이유진 · 서미아 (2008), 사이클 웨어의 착용감 연구: 사이클 웨어 20~35세 남성착용자를 대상으로, 한국생활과학연구, 28(1).

이정진(2011), 중년 여성의 하반신 체형에 따른 니트 슬랙스 패턴 연구, 한양대학교 대학원 박사학위논문.

이진경(1995), 중년기 여성의 하반신 체형에 따른 하의 치수규격과 슬랙스 원형 연구, 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문.

이진희, 최혜선, 도윤희(2002), 하의용 시판 신축성 소재의 물리적 특성과 맞춤형에 관한 연구-스커트를 중심으로, 한국의류학회지, 26(9/10).

이현정(2013), 운동적합성과 외관향상을 위한 기능성 스포츠브래지어 개발 연구, 성신여자대학교 대학원 박사학위논문.

이효선 · Garz. D(2009), 사회복지실천을 위한 인간 행동과 사회 환경의 이

해, 경기 : 공동체.

이효정(2007), 외관과 동작 기능성 향상을 위한 골프용 슬렉스 패턴 설계, 충남대학교 대학원 석사학위논문.

이효정 · 류신아 · 박길순(2011), 40대 여성 골퍼를 위한 슬렉스 패턴 설계에 관한 연구, 한국의류산업학회지, 13(1).

장문희(2013), 중년 여성의 체형별 프린세스라인 토르소 원형 개발, 대구카톨릭대학교 대학원 박사학위논문.

전유애 · 김차연(2013). 스노우보드 관여집단별 스노우보드 웨어 디자인 선호 연구, 한국디자인문화학회지, 19(4).

정명숙(1994), 성인 여성 체형의 분류 및 연령층별 특징연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.

정연희(2006), 인체의 3차원 곡률분포와 동작을 고려한 사이클복 하의 패턴 개발, 충남대학교 대학원 박사학위논문.

정연희(2006), 인체의 3차원 스캔 데이터를 이용한 밀착 바디 슈트 개발, 한국생활과학회지, 15(3).

정연희(2012), 3D 스캔을 이용한 사이클 동작 전후 체표면 변화 고찰 및 2D 전개 패턴의 비교, 한국생활과학회지, 21(5).

정연희 · 이예진(2012), 3D 스캔을 이용한 사이클 동작 전후 체표 변화 고찰 및 2D 전개 패턴의 비교, 한국생활과학회지, 21(5).

정연희 · 홍경희 · 김시조(2005), Triangle Simplification에 의한 3D인체형상 분할과 삼각조합방법에 의한 2D 패턴구성, 한국의류학회지, 29(9/10).

정인향(1994), 중년여성의 하반신 체형분류에 따른 슬렉스 원형 제작, 계명대학교 대학원 석사학위논문.

정현미 · 김지현(2005), 기능성 스포츠웨어의 테크니컬 컷 디자인 연구, 니트디자인학회 춘계학술대회, 2005(5).

- 조윤진(2010), 남자 골프 슬렉스 패턴 설계에 관한 연구, 성신여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 진지형(2006), 요가센터의 서비스 품질이 고객만족도와 서비스 충성도에 미치는 영향, 한국체육학회지, 45(2).
- 최미성(2004), 사이클 선수들을 위한 투피스형 사이클복의 패턴개발에 관한 연구, 한국의류학회지, 28(5).
- 차유미(2013), 3D동작분석시스템을 이용한 사이클복의 입체적 설계 연구 : 남성용 상의를 중심으로, 건국대학교 대학원 박사학위논문.
- 최경아(2009), 요가 참여자의 몰입경험이 여가 정체성 현출성 및 생활만족에 미치는 영향, 이화여자대학교 석사학위논문.
- 최지영(2011), 피부의 변형특성을 분석한 체표면 맵핑과 이를 이용한 3D 밀착하의 설계, 충남대학교 대학원 석사학위논문.
- 최유경(1997), 여성체형의 형태적 분류 및 연령 증가에 따른 변화, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 한현숙(2007), 의복제작을 위한 3차원 인체 측정점 및 치수측정경로 자동설정 에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 한현숙 · 남윤자(2009), 3차원 스캔측정치와 직접 치수 간 차이의 성별비교: 제 5차 사이즈코리아 성인데이터를 대상으로, 한국의류학회지, 33(8).
- 홍미화(2005), 요가 지도자의 라이프 스타일과 요가 수련자의 가치체계분석, 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 홍은희(2013), 3차원 인체형상의 평면전개에 의한 성인남성의 체형유형별 타이트 핏 토르소원형 설계 : 가상착의 시스템을 활용하여, 한양대학교 대학원 박사학위논문.
- B. K. S. Iyengar, 현천 역(1997), Yoga Dipika, 서울 : 법보신문사.
- Cui, Ming Hai(2007), 3차원 인체 형상자료를 활용한 남성 어깨 유형 분류와

2차원 전개패턴에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.

Levinson, D. J.(1998). The Seasons of a Woman's Life, 여자가 겪는 인생의 사계절, 김애순 역(2004). 서울 : 세종연구원.

Ray Long(2011), The Key Muscles of Yoga, 강준한 외 역, 한솔의학서적.

해 외 논문

- B. K. S. Iyengar(2001), Yoga ; The Path to Holistic Health, London : Darling Kindersley
- B. S. Mody(2010), Acute effects of Surya Namaskar on the cardiovascular & metabolic system, Journal of Bodywork & Movement Therapies, 20.
- C. C. L. Wang · Y. Zhang · H. Sheung(2010), From Designing Products to Fabricating Them from Planar Materials, IEEE Computer Graphics and Applications, 30(6).
- C. L. Istook · S. J. Hwang(2001), 3D body scanning systems with application to the apparel industry, Journal of Fashion Marketing and Management, 5(2).
- Efrat, S.(1982), The development of a method for generating patterns for garments that conform to the shape of the human body, Doctorial dissertation, Leicester Polytechnic, U. K.
- D. Bruner(2004), Applications of 3D White Light Body Scanning, Fashion Information and Technology , 1.

- D . E. Papalia · C. J. Camp · R. D. Feldman(1996), *Adult Development and Aging*, New York : McGraw-Hill Co.
- E. C. Mickinney(2007), *Towards a Three-dimensional Theory of Pattern Drafting: Relationship of Body Measurements and Shapes to Pattern Measurements and Shapes*, Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota..
- Gabrielle Raiz(2012), *Hot Yoga Master Class: Discover a Beautiful Hot Yoga Practice-Precision Techniques for Beginners to Advanced*, Colete Pty Ltd.
- H. Daanen · S. A. Hong(2008), *Made-to measure pattern development based on 3D whole body scans*, *International Journal of Clothing and Science and Technology*, 20(1).
- J. P. Sturmborg · C. L. Martin(2013), *Handbook of Systems and Complexity in Health*, New York: Springer.
- Jean M. Couch (1982), *Yoga Book*, Runner's World Books.
- Jeong, Y. H. & Hong, K. H.(2006), *Development of 2D tight-fitting pattern from 3D scan data*, *Journal of Korean Society of Clothe and Textile*, 30(1), pp. 157-166.
- John Scott(2000), *Ashtanga Yoga: The Definitive Step-by-Step Guide to Dynamic Yoga*, New York: Three Rivers Press.
- Judith E. Carman(2012), *Yoga for Singing: A Developmental Tool for Technique & performance*, Oxford Press.
- K. M. Robinetre · H. A. M. Dannen(2006), *Precision of CAESAR scan-extracted measurements*, *Applied Ergonomics*, 37(3).
- K. Watanabe · Y. Matsuyama · Y. Furumatsu(2000), *Three-dimensional*

- analysis of upper torso of elderly Japanese Womens for Dlothing Design, Journal of Japan Society of Home Economics, 51(1).
- M. Westwell · K. Bell · S. Ounpuu (2006), Evaluation of lower extremity joint moments experienced during several yoga postures. Gait and Posture, 24(2).
- Michael Garland(1999), Quadric- Based Polygonal Surface Simplification, Carnegie Mellon University Doctoral Dissertation, pp.165-169.
- M. Mochimaru · M. Kouchi · H. Yahara · Fukui(2004. 1), Automaticc Landmarking based on 3D foot database using the FFD method, Proceeding of the Digital Human Modeling Conference, Okland, USA.
- Nancy Gerstein(2008), Guiding Yoga's Lights: lessons for Yoga's teachers, Human Kinetics.
- L. Micknnon · C. L. Istook(2002), Body scanning : The effects of subject respiration and foot positioning on the data integrity of scanned measurements, Journal of Fashion Marketing and Management, 6(2).
- Park · Lee(2008), Upper Body Measurement of Men Using 3D Body Scanner - Compared to Anchropometry, Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 32(1).
- S. N Omkar · B. T. Vishwas (2009), Yoga techniques as a means of core stability training, Jounal of Bodywork and Movement Therapies, 13.
- S. Paquette(1996), 3D scanning in apparel design and human engineering, Computer Graphics and Application, 16(5), pp. 11-15.
- Y. Jeong · K. Hong · S. Kim.(2006), 3D pattern construction and its application to tight-fitting garments for comfortable pressure, Fibers and polymers, 7(2).

Yoon, M. K., Nam,, Y. J. & Choi, K. M.(2007), 2D Lower-body flat pattern of the women in their using 3D scan data, Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 31(5), pp. 692-704.

기타자료

- 기술표준원(2010). 제6차 한국인 인체치수 직접측정 조사결과 보고서. <http://sizekorea.kr/> [검색일 2014. 4. 13.]
- 르꼬끄 스포티브 홈페이지, <http://m.lecoqsportif.co.kr/product/issueitem.asp?seq=83> [검색일 2014. 3. 14.]
- 산업별 인체치수데이터; 의류산업, 출처 <http://sizekorea.kr>(사이즈코리아 홈페이지) [검색일 2014. 5. 10.]
- 섬유신문 2650호 2011년 12월 6일, www.ktnews.com/newsPrint2.html?countnum=70316 [검색일 2014. 4. 12.]
- 스포츠한국, 헤드 '에고 라인' 여심 읽은 스포츠 웨어 선보여 <http://sports.hankooki.com/lpage/life/201309/sp20130923131946109530.htm> [검색일 2013. 3. 10.]
- 어패럴 뉴스, '헤드' 여성스포츠시장 공략, <http://www.apparelnews.co.kr/naver/view.php?iid=47844> [검색일 2014. 3. 10.]
- 패션비즈(2012), 요가, 피트니스 브랜드 잘 나가네~ 「룰루레몬」 에서 「C9」 까지, 2012. 8. 13, 게재, <http://www.fashionbiz.co.kr/\WW/?cate=2&idx=128260> [검색일 2014. 3. 11.]
- 패션저널(2007), 최신섬유기술동향7 -첨단 기능복, 인간공학적 설계프로세스로 완성, http://www.okfashion.co.kr/print_paper.php?number=2320&new

s_article=nm_news_article&target=print_paper [검색일 2014. 3. 2.]
패션채널(2014). 이너웨어, 스포츠 라인으로 매출 보완, 한국패션협회, 게재일
2014. 7. 1. <http://koreafashion.org> [검색일 2014. 7. 1.]
한국기술표준원(2010), 제6차 한국인 인체치수 3차원 형상측정 조사사업; 최
종보고서, 자료검색, www.sizekorea.com [검색일 2014. 3. 29.]
한국패션협회(2012), 2012 하반기 패션시장 전망 조사. 서울: 한국패션협회.
Aving Global Network(2014), 무더운 여름 기능성 소재로 산뜻하게, 게재일
2014. 7. 17. <http://kr.aving.net/news/view.php?articleId=1026517> [검색
일 2014. 4. 21.]
ITN 국제섬유신문, <기자의 눈> 요가복 '스포츠 블루오션' 급부상, 게재일
2011. 7. 18. <http://www.itnk.co.kr/news/articleView.html?idxno=33708>
[검색일 2014. 3. 10.]
MBC 다큐스페셜, '오늘도 피로한 당신, 빈 아웃'편, 2014. 6. 30. 방영.
SBS 스페셜, '간헐적 운동'에서 '신체 리모델링'까지, 2014. 6. 29. 방영.
The New York Times, Advice on Practicing Yoga in Middle Age, Part 1
[http://www.nytimes.com/2013/05/08/booming/advice-on-practicing-yog
a-in-middle-age-part-1.html?pagewanted=all&r=0](http://www.nytimes.com/2013/05/08/booming/advice-on-practicing-yoga-in-middle-age-part-1.html?pagewanted=all&r=0) [검색일 2014. 11.
20]
<http://www.philstar.com/fashion-and-beauty> [검색일 2014. 3. 15.]
<http://www.3dscanning.co.kr> [검색일 2014. 4. 13.]

ABSTRACT

A Study on the Protocol of Yoga Slacks with 3D Body Scanning Analysis and Movement Assessment

Hahn, Soon-young
Dept. of Clothing
Graduate School
Sung-shin Women's University

The purpose of the study is to comprehend patterns to make functional yoga slacks. Yoga slacks are significant to have functional aspect and acceptability of body motion because the slacks are tight. Tight clothes are extremely influenced by movement of body surface. And the slacks wearer feels comfortable or uncomfortable by the direction of pattern lines. It means the significance of making pattern line against body movement.

The study needs to recognize the change of human body surface on movement. 3D body scan system is used to collect data of body shape and figure out the areas of body surface which are divided by standard points.

The subjects of study are mid-aged women between 45 and 54 years old having done yoga and the body size of the women are based on the

6th korean standard body size.

A woman is selected to collect 3D body scan data, whose body size is almost close to the 6th korean standard body size. The woman performs a standing pose and four fundamental yoga poses while scanning whole body by 3D body scanner. For the work of dividing body surface, stickers are attached to the standard point on body surface, which helps to split into vertical and horizontal. 3D scanned body shape reversed to the data can be worked. The areas of 3D scanned body surface are calculated to analyze the change of increase and decrease in terms of yoga poses. Some areas of the body surface are increased and some parts of it are decreased and some parts of it are not changed. The change of areas is shown by visible graph to find the parts of protocol parts and each area is flattened to analyze the change of shape and area. Flat 3D data is close to common clothing pattern. Each flat 3D data overlapped on standing pose pattern. The protocol of patterns means that the area is not concerned by body movement and the areas suggest making pattern lines freely.

The poses of study are called back bending, Ukatasana pose, side bending and triangle pose with standing common pose. Commonly each pose affects on the change of body areas. The yoga poses are used to analyze the areas of body surface.

The pattern protocol areas are proven to make a new yoga slacks. The process to make excellent yoga slacks is as follows.

First, the fundamental pattern is selected by dress evaluation of four branded slacks. Second, the slacks is made to edit pattern line in protocol areas. And movement assessment is conducted with four branded slacks

and the experimental slacks. The result of movement assessment is used to modify experimental slacks pattern. Third, the experimental slacks is developed to understand a brand slacks which is proven on the best of four. the waist and the side line of the selected brand slacks are considered to perfect the experimental slacks which would be well appreciated. It is suggested that the functional pattern in pattern protocol areas is effective. So using protocol pattern is the way to satisfy freely pattern making in limited areas.

The selected four yoga slacks are made again by same fabric to keep same condition without pattern. The fabric would be used to make the experimental slacks.

The 3D body scanning system with yoga movement would result in different pattern protocol each. According to the result of bending pose, the front waist areas in front and side parts increased and the back pelvic areas in side parts are changed largely. The areas not having the change of body surface are belly, crotch, thigh areas in front part. According to Ukatasana pose, side pelvic and thigh areas in front parts and mid waist, mid pelvic, side thigh in back parts are changed largely. But side upper calf, below calf in front parts are changed little. According to side bending pose at the right body, pelvic area in front parts only increased. Crotch areas, inside thigh areas in front part, inside hip area in back parts are changed little. The change of side bending pose at the left side body is greater than the change of the pose at the right side body. The change of triangle pose at the right side body extremely greater than the change of the pose at the left side body. Crotch areas, thigh areas and inside upper

calf in front part, side waist, pelvic, crotch, thigh areas in back part are changed largely. But waist areas, inside pelvic, outside calf in front part, upper calf areas in back part are changed little. The change of triangle pose at the right side body is greater than the change of the pose at the left side body. According to triangle pose at the left side body, outside waist area in front part, outside waist, outside pelvic, outside crotch, whole thigh area in back part are changed largely. But outside crotch, mid crotch, upper calf areas in front part, inside pelvic, mid crotch, upper calf in back part are changed little.

The pattern protocol means the areas of the little change on the body surface. The result of pattern protocol is mid pelvic, inside below calf, outside pelvic, outside thigh areas in front body and outside crotch, outside thigh, outside calf areas in back part. The selected protocol areas means the zone to change pattern line freely depending on pattern makers or designers in process.

The result of movement assessment of experimental and selected slacks, total five clothes is as follows. The best slacks of them at movement assessment generally experienced slacks A which means its functional aspect and acceptability of body motion is superior. Especially waist line is high and the circumference of crotch is enough to move. And having no side lines of legs improve movement of legs and tight feeling on body surface. So the superior factors of slacks A are reflected when the final experimental slacks were made.

The study suggests the concrete data to make the developed functional yoga slacks and to investigate pattern protocol areas thorough movement

assessment. Mid-aged women will recognize the change of body surface area by 3D body scanning method and the market of yoga sportswear at fashion industry will be expanded through active studies.