

3D 스캔 데이터를 이용하여 개발된 사이클 팬츠 패턴의 축소율에 따른 의복압 및 주관적 착의 평가†

Subjective Wearing Assessment and Clothing Pressure depending on the Pattern Reduction Rate of Developed Cycle Pants Using the 3D Human Scan Data

정연희, 홍경희*

군산대학교 의류학과, 충남대학교 의류학과*

Jeong, Yeonhee · Hong, Kyunghi *

Dept. of Clothing and Textiles, Kunsan National University
Dept. of Clothing and Textiles, Chungnam National University*

Abstract

In this study, we have developed the ergonomic pattern from the 3D human body reflecting cycling posture and extensibility of the stretch fabrics. Adjusting pressure level in the construction of athlete's tight-fitting stretch garments by reducing the original pattern is a challenging subject, which influence on the performance of the wearer directly. Therefore, in this study, relationships between the reduction rates of the 2D pattern obtained from the 3D human scan and resultant clothing pressure were explored to improve the fit and pressure exerted by reduced clothing pattern. Subjective wear sensations of the experimental garments were rated using a seven-point Likert scale on two consecutive days. While wearing the garments, subjects were asked to take five different postures including waist flexion, sitting and others. A Likert-type scale was used for the evaluation, with 7 points indicating the best fit in tight-fitting pants. Comparing 2/3T-pattern with T-pattern, the latter was superior to 2/3T-pattern in terms of adhere well to the waist and hip area in the 0.032 significance level. T-pattern was superior to 2/3T-pattern in terms of fitting and wear comfort. As results, the pattern obtained from the flexed body reflecting cycling posture already included the contraction and extension of the skin while cycling posture, so that the extra ease for movement and good fit was not need to be considered. The optimized reduction rates were determined with the proposed reduction rate, the resultant pressure range was within the range of 0.5~3.0gf/cm² at eight locations on the body except front waist band and thigh band.

Key words: 3D scan data, flattening 2D pattern development, cycle pants, clothing pressure, subjective wearing assessment.

I. 서론

1. 연구의 필요성

스포츠 웨어는 특정 동작을 정확히 반영한 패턴개발이

† 본 연구는 2006학년도 충남대학교 박사학위논문 일부임

* Corresponding author: Hong, Kyunghi

Tel: 042-821-6828

Fax: 042-821-8827

E-mail: khhong@cnu.ac.kr

요구되기에 특정 동작을 그대로 반영하는 3차원 스캔 데이터(scan data)를 활용한 3차원 패턴 메이킹이 주목 받고 있다(Han et al., 2012; Kim & Hong, 2012). 기능성 의복 개발에서 동작을 고려한 3차원 패턴 제작은 착용자의 맞춤형성을 최적화한다는 측면에서 그 활용 가능성이 크다. 3차원 스캔은 짧은 시간(1~2분)안에 특정 동작상태의 인체를 빠르게 스캔 할 수 있으며, 얻어진 데이터는 의복제작은 물론 다양한 보조장구(헬멧, 글러브, 신발, 각종 보호대 등)를 개발하는 기초 데이터로 활용될 수 있다. 즉 3차원 스캔은 인체의 특정 형체 정보를 빠르게 담아내고, 이를 필요에 따라 자유자재로 활용할 수 있는 장점이 있다. 특히 사이클 팬츠와 같이 특정 동작을 지속적으로 유지해야 하는 기능성 스포츠 웨어의 패턴 개발에서는 특정 동작의 스캔 및 이의 패턴 개발, 원단의 신장률 고려, 패드의 삽입 방법, 제작된 팬츠의 주관적, 객관적 평가 등 다양한 의류학적 고찰이 동시에 수행되어야 한다.

현재까지의 3차원 연구는 크게 세 방향으로 이루어지고 있는데, 그 내용을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 3D 스캔 데이터를 이용한 체표분석 및 체형분석(Do, 2008; Lee & Ashdoon, 2005; Na, 2007), 둘째, 3D 스캔 데이터를 이용하여 맞춤 전용의 2D 평면 패턴을 개발하는 것(Jeong et al., 2006; Yoon et al., 2007), 셋째, 상용화되어 있는 패턴CAD로 개발된 2차원 패턴을 3차원 상에서 가상착의(Lee & Lee, 2012; Lim, 2013)하여 패턴에 대한 평가와 수정을 수행하는 것이다. 이러한 연구는 가까운 미래에 쌍방향 프로세스로 통합되어 3차원 인체 정보에서 3차원 가상착의를 통한 일대일 맞춤의복 제작으로 나아갈 것으로 기대된다.

기능성 밀착의 중 사이클 팬츠와 같은 밀착의는 인체의 동작특성에 따른 피부 신전을 쉽게 커버하고 인체에 적정 압력을 가하기 위하여 신축성 소재로 제작된다. 신축성 소재는 현재 일반 의류로 사용영역이 보편화되면서 이에 관한 연구도 활발히 이루어지고 있다(Kim et al., 2004; Kim & Suh, 2007; Lee et al., 2002; Park, 2003; Park, 2005). 그러나 이제까지의 탄성소재를 이용한 밀착 패턴 연구는 모두 정자세의 인체 계측 데이터(가슴둘레, 허리둘레 등)를 기본으로 사용하였으며, 의복에 적당한 압력을 부여하기 위하여 인체의 동적 변화량과 소재 신장률을 고려하여 패턴을 보정하였다. 다시 말해 이제까지의 기능성 밀착의는 정자세의 인체데이터 중 가슴둘레, 등길이 등의 대표 인체데이터를 이용하여 패턴이 개발되는 한계가 있었으며, 나아가 개발된 밀착의의 의복압 및 착용감에 대

한 구체적인 평가도 미흡한 실정이다.

의복압이란 의복을 착용하였을 때에 신체에 가해지는 압력을 말하는 것으로 의복 디자인, 의복 착용 방법, 의복 제작 시 사용한 소재, 의복 착용자의 자세 및 신체적 특징 등에 따라 의복압이 다르다. 의복압은 그 정도에 따라 인체에 영향을 주며, 이와 관련하여 많은 연구들이 수행되어 왔다(Jung & Rye, 2002; Nam & Lee, 2002; Zhang et al., 2002). Kim & Ham(1994)은 사이즈별, 부위별 의복압과 구속감을 알아보기 위하여 3가지 바디슈트를 3단계 사이즈로 조합하여 실험한 연구에서, 의복 사이즈가 작아질수록 의복압이 커졌으며, 구속감과 가장 관계 깊은 배 부위의 의복압은 평균치가 $36.55 \pm 1.5g/cm^2$ 로 나타났고, 쾌적한 의복압의 평균치는 $22.98 \pm 1.5g/cm^2$ 였다고 보고하였다. Jeong (2006)도 3차원 인체정보를 이용한 밀착 바디 슈트 패턴 개발에서 패턴의 줄임에 따라 의복압도 같이 변화함을 보고하였다. 이 연구에서 3차원을 2차원으로 전개해 인체와 표면적이 동일한 의복의 압력은 $0.33gf/cm^2$ 이었고, 원단의 신장률을 고려해 제작한 의복 중 평균압력이 $2.53gf/cm^2$ (줄임양: 세로길이(7%), 가로길이(12%); 면적 줄임양: 21%)인 의복이 쾌적하다고 하였다. 또한 스트레치 소재로 제작된 바디 슈트인 경우 둘레방향의 압박보다는 세로방향의 압박이 더욱 민감하였는데, 이는 살과 같은 인체의 민감한 신체부위에 국소압력이 형성되면 인체가 매우 불쾌하게 반응함을 알 수 있었다.

본 연구에서는 선행연구(Jeong & Hong, 2010)에서 개발된 2가지 팬츠(2/3T-pattern pants, T-pattern pants)를 4명에게 착의하여 주관적 착의평가 및 의복압 측정을 수행하여 착용쾌적감이 우수하고 적정 의복압을 갖는 사이클 팬츠를 제안하고자 하였다. 즉 동적 자세에서 직접 패턴을 추출하였을 때에는 어느 정도의 패턴 축소율이 착용 쾌적성에 적합한지, 패턴 축소율에 따른 의복압 분포는 어떠한지를 알아보하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 피험자 특성

본 연구는 기능성 사이클 팬츠 개발을 위해 사이클 의복을 전문적으로 착용하는 사이클 경력이 1년 이상 되는 20대 남성 4인을 피험자로 하였다. 피험자의 자세한 정보는 <Table 1>과 같다.

〈Table 1〉 Characteristics of subjects

Subject	S1	S2	S3	S4	Data of 6 th Size Korea (cm)
Ages	21	24	25	25	20-24
Sex	Male	Male	Male	Male	Male (Mean± S.D.)
Height	168cm	174cm	167cm	170cm	173.5(±5.1)
Weight	60kg	61kg	60kg	53kg	69.2(±8.9)
Bust girth	95cm	90cm	91cm	82cm	94.0(±5.7)
Waist girth	75cm	74cm	72cm	71cm	78.7(±7.0)
Hip girth	90cm	92cm	88cm	86cm	93.3(±5.2)

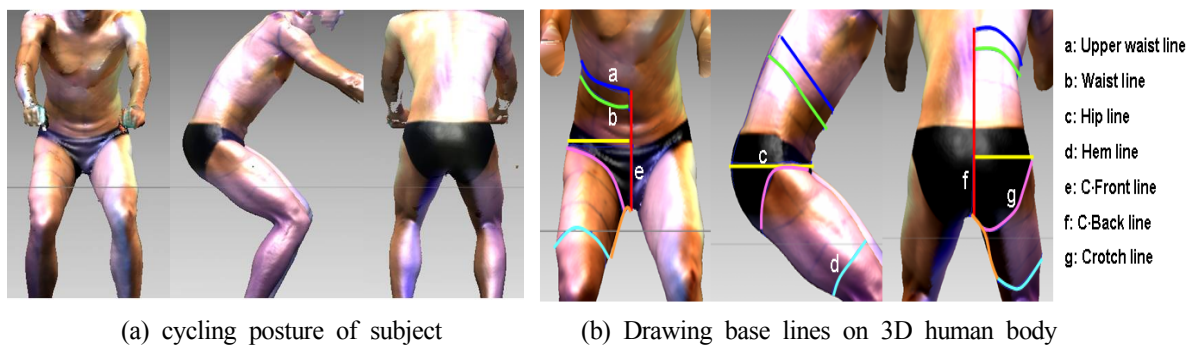
본 실험에 참여한 피험자를 제6차 한국인 인체치수조사 자료의 직접측정에 의한 인체치수 통계자료를 기준으로 살펴보면, 키는 평균 169.8cm로 자료의 173.5cm에 비해 신장은 작으나 표준편차 ± 5.1 cm 범위 내에 있었다. 몸무게는 피험자 평균이 58.5kg로 인체치수조사의 통계치의 69.2kg보다 작았으며, 통계치의 표준편차 ± 8.9 kg을 벗어나 본 실험에 참여한 피험자가 마른 체형임을 알 수 있었다. 본 실험의 피험자가 인체치수 통계자료의 표준편차에는 벗어나 있으나 평소 사이클 전용 팬츠를 착용한 경험 및 지속적으로 사이클을 사용하였던 점으로 미루어 사이클 전용 의복에 대한 착용평가 및 맞음성 평가에 큰 무리가 없을 것이라 간주하였다.

2. 3D scanner를 이용한 인체 스캔 및 사이클 팬츠 제작

피험자 4인의 3차원 측정은 Whole body scanner Model WB4 (Cyberware, Inc., USA)로 하였으며, 피험자

는 밀착성이 우수한 삼각 수영복을 착용하고, [Figure 1]과 같은 동적 자세를 취하고 3차원 스캔을 수행하였다.

동적 자세는 사이클링 시의 동작을 가상하였으며, 허리 굴곡각도, 무릎굴곡각도와 어깨 굴곡각도가 90°가 되게 하였으며, 발목 굴곡각도는 60°가 되게 하였다. 본 연구에서 피험자가 취한 자세는 [Figure 1]의 (a)와 같으며, 이와 같은 자세는 다양한 사이클링(도로, MTB, BMX) 운동에 많이 사용되는 자세였다. 3차원 스캔에 앞서 인체에 표시된 항목은 목둘레, 가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 넓다리중간둘레, 어깨선, 겨드랑이둘레, 위팔둘레, 옆선, 앞·뒤 프린세스라인(어깨길이, 가슴둘레, 허리둘레의 2등분점을 지나는 세로선), 앞중심선, 뒤중심선 등이며, [Figure 1]의 (b)와 같이 스캔 후 표시된 선을 따라 체표면 전개를 위한 기초선을 넣었다. 본 실험에서 사이클 팬츠로 제작하기 위해 사용된 원단은 Nylon(81%)과 Polyurethane(19%)이 혼용된 신축성 직물로 신장률(% fabric stretch)은 세로방향에서 17.5%, 가로방향에서 29.0%였다.



[Figure 1] Posture of subject

팬츠는 사이클 전문 팬츠로서 특수 패드가 삽입되어 있어 패드가 삽입되는 부위를 고려하여 가로, 세로 방향의 패턴 축소를 수행하였다. 패드의 가로방향은 원단의 신장률을 그대로 반영하여 패턴 축소를 수행하였다(식 2-1). 즉 가로 방향의 패턴축소는 1/2엉덩이둘레와 원단의 가로방향 신장률을 곱하여 패턴 축소량을 결정하였다. 세로방향은 패드가 봉제되는 부분과 봉제되지 않는 부분을 나누어서 수행하였는데, 그 방법은 다음과 같다. 세로방향 중 패드가 부착하는 부분의 패턴 축소량은 패드 길이에 원단의 신장률을 곱하여 2등분한 값을 적용하여 주었으며(식 2-2), 패드 길이를 제외한 살의 앞뒤 길이 부분에 대한 패턴 축소량은 식 2-3과 같이 살부위 앞뒤길이에서 패드 길이를 뺀 길이에 세로 방향의 신장률을 곱한 값을 이용하였다.

For, width reduction of pad attachment

$$Tc = Y \times Sc \text{ -----(식2-1)}$$

Y: Distance from CF(center front) to CB(center back) at the hip level

Sc: (% fabric stretch of course) / 100

Tc: Half body width reduction

For, length reduction of pad attachment

$$pTw = (pX \times Sw)/2 \text{ -----(식2-2)}$$

pX: Length of pad

Sw: (% fabric stretch of wale) / 100

pTw: Total pattern length reduction for pad part

For, length reduction of pants except the pad part

$$Tw' = X' \times Sw \text{ -----(식2-3)}$$

X': Distance from back waist to front waist -

Length of pad

Sw: (% fabric stretch of wale) / 100

Tw': Total pattern length reduction

<Table 2>는 2단계로 축소되는 패턴의 축소량 결정 과정으로, 2/3T-pattern은 Tw'에 2/3양만큼의 축소량을 적용하고 패드길이에 의한 축소량 pTw를 더하여 세로 방향의 총 축소량을 정하였다. 가로 방향의 축소량은 2/3Tc를 주었다. T-pattern은 세로 방향에서 Tw'에 pTw 더한 값과 가로 방향에서 Tc 축소량을 그대로 사용하여 패턴을 축소하였다. 본 실험은 동작을 취한 피험자의 3차원 정보를 2차원 패턴으로 전개하였으므로 이미 패턴 내에 신장과 축소가 포함되어 있어 선행연구(Jeong, 2006; Ziegert & Keil, 1988)와는 다른 패턴 축소량을 설정하였다. 패턴 축소는 가로, 세로의 소재 신장률에 의한 2/3 축소량(2/3T-pattern)과 전체 축소량(T-pattern)을 적용하였다.

즉 <Table 2>에서 보는 바와 같이 3차원 스캔 데이터로부터 2차원으로 얻어진 피험자(S1)의 엉덩이둘레가 45.07cm라면, 2/3T-pattern은 [45.07×0.29]*2/3만큼 패턴이 축소(8.71cm)되고, T-pattern은 [45.07×0.29]만큼 패턴이 축소(13.07cm)되어야 한다는 것을 의미한다(as cited in Jeong & Hong, 2010).

3. 사이클 팬츠 착의 시 의복압 측정과 주관적 착의 평가

<Table 2> Pattern reduction rate considering the equation (2-1), (2-2), (2-3) depending on the % of fabric stretch

			2/3T-pattern	T-pattern
Wale			$pTw + 2/3Tw'$	$pTw + Tw'$
Course			$2/3Tc$	Tc
Subject (S1)	Each part	Length (cm)	2/3T-pattern	T-pattern
Wale	Pad length	32.98	$[32.98 \times 0.175]*1/2$	$[32.98 \times 0.175]*1/2$
	Crotch length-pad length	46.69	$[46.69 \times 0.175]*2/3$	$[46.69 \times 0.175]$
Course	Hip girth	45.07	$[45.07 \times 0.29]*2/3$	$[45.07 \times 0.29]$

1) 의복압 측정

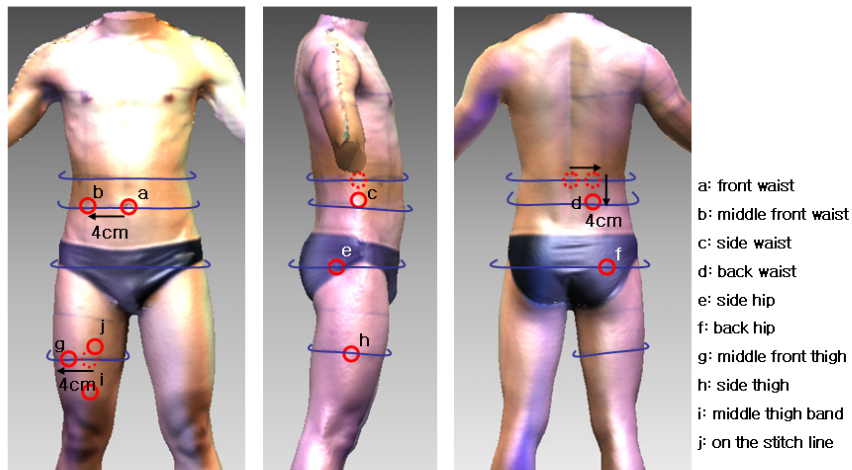
의복압 측정은 공기 주입식 의복압 센서 AMI 3037-2(AMI Techno, Co, Ltd., Korea)를 사용하였다. 의복압 측정은 측정하고자 하는 모든 의복에서 동일부위의 의복압 측정을 위해 피험자 신체에 인체 계측선을 기준으로 기준점을 표시하여 측정하였다. [Figure 2]는 의복압 측정의 기준점을 보여주고 있다.

의복압 측정은 10개 부위에서 수행하였으며, 허리(4군데), 엉덩이(2군데), 허벅지 (2 군데), 허벅지 밴드(1군데)와 솔기(1군데) 등에서 측정하였다. 허리와 엉덩이, 허벅지와 밴드에서는 모두 정해진 지점에서 압력값을 측정하였으며, 솔기는 패턴 축소량에 따라 그 위치가 달라짐으로 허벅지 밴드에서 10cm 떨어진 위치의 솔기상에서 측정하였다. 압력측정 시간은 각 점에서 1분 30초 동안 측정하였으며, 의복압 데이터는 초당 1회씩 측정되었다. 측정된 의복압 데이터 중 초기 시작의 30초를 버리고 안정화된 1분

의 자료, 즉 총 60회의 의복압 데이터를 분석자료로 사용하였으며, 동일위치에서의 연속적인 데이터임으로 한 지점의 데이터를 평균 내어 1회의 데이터로 처리하였다.

[Figure 3]은 의복압 측정 실험을 하는 모습으로, 피험자는 고정된 레이스 사이클 위에 앉고, 모든 패턴이 피험자의 우측부위를 전개하여 얻은 패턴이므로 우측에 계측된 기준점을 기준으로 의복압 값을 얻었다. 압력 측정 시 피험자의 자세는 [Figure 3]에서 보는 바와 같이 왼발은 페달을 밟아 다리를 펴고, 오른발은 페달에 올려 구부린 자세를 유지한 상태에서 측정하였다. 이러한 자세는 3차원 스캔 자세와도 유사할 뿐만 아니라 사이클 의복 착용 시 허벅지 부위를 최대한 올린 자세이므로 이때의 압력분포가 어떻게 형성되는가를 고찰하였다.

실험의복은 착탈의에 의한 소재 단성 변화를 방지하고자 실험의복 제작 후 바로 실험하였다.



[Figure 2] Ten locations of clothing pressure measurement



[Figure 3] Posture of subject during the Clothing pressure measurement

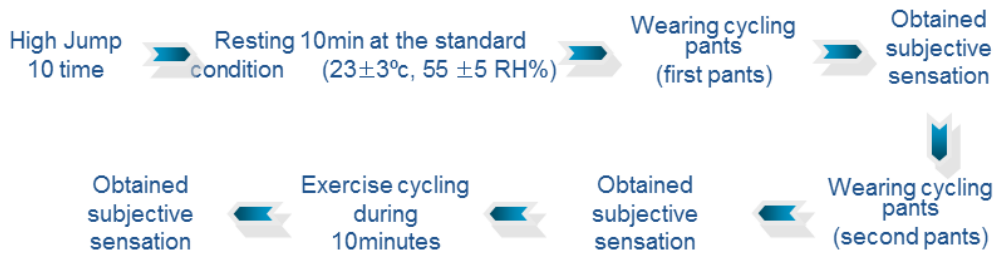
2) 주관적 착의 평가를 위한 인체 착의 실험

소재 신장률을 고려한 두 패턴의(T-pattern, 2/3T-pattern) 주관적 착의평가를 위한 실험은 [Figure 4]와 같은 순서로 이루어졌다. 실험은 패턴의 축소율이 다른 두 의복(A: 2/3T-pattern, B: T-pattern)을 이들에 걸쳐 두 번 반복하여 피험자 4명에게 주관적 실험을 반복 수행하였으며, 운동 후의 착용감 평가를 위해 마지막 의복은 운동 후 다시 한 번 주관적 착용감을 평가하였다.

[Figure 4]는 피험자의 준비 상태와 주관적 착의 평가를 수행한 실험환경 및 실험의 전 과정을 보여주고 있다. 모든 피험자는 표준 환경 챔버(chamber)에 입실하기 전 10회 높이 뛰기를 하였다. 기온이 23±3°C, 상대 습도가 55±5%인 표준 환경 챔버에 입실하여 10분간 휴식을 취한 후 첫 번째 실험의복을 착용하였다. 피험자는 실험의복을 착용한 후 [Figure 5]와 같이 팔 벌리기, 팔 위로 올

리기, 팔 뻗어 땅 닿기, 허리 90° 굽히기, 쪼그려 앉았다 일어서기 같은 동작을 각각 10회 반복한 후 주관적 설문지를 작성하였다.

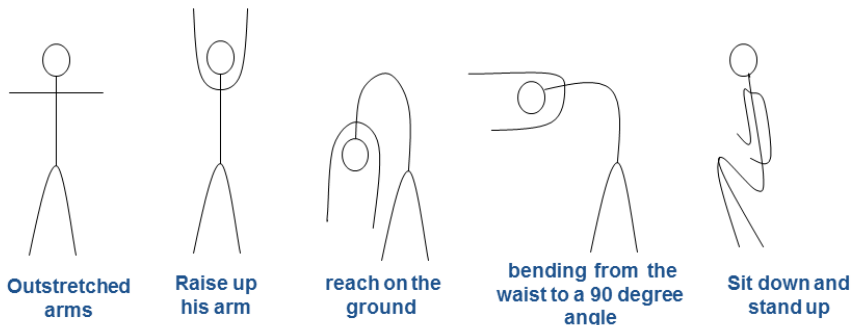
주관적 설문지는 의복압 연구를 수행한 선행 연구(Choi, 2004; Jeong, 2006)의 주관적 평가 언어들 중 사이클 의복 평가에 적합한 언어를 예비실험에 의해 추출하였다. 설문지는 착용 쾌적감과 맞음새에 관한 질문(7문항)과 압박감에 대한 질문(9문항), 착용 감각 질문(6문항) 등 모두 22개의 주관적 항목을 평가하였다. 평가는 7점 척도로 하였다(1-전혀 그렇지 않다; 2-대체로 그렇지 않다; 3-다소 그렇지 않다; 4-보통이다; 5-다소 그렇다; 6-대체로 그렇다; 7-아주 그렇다). 두 의복의 주관적 감각에 대한 통계는 Repeated measure로 수행하였으며, 운동 전·후의 의복 평가 및 객관적 압력측정치는 비모수통계(non parametric test)의 Wilcoxon Signed Ranks Test를 수행하여 의복간



subject	Subject 1	Subject 2	Subject 3	Subject 4
First day	A-B-B(E)	B-A-A(E)	A-B-B(E)	B-A-A(E)
Second day	B-A-A(E)	A-B-B(E)	B-A-A(E)	A-B-B(E)

A=2/3T-pattern B=T-pattern (E)=Exercise

[Figure 4] Experimental protocol



[Figure 5] Five postures for the wear sensation

차이를 분석하였다.

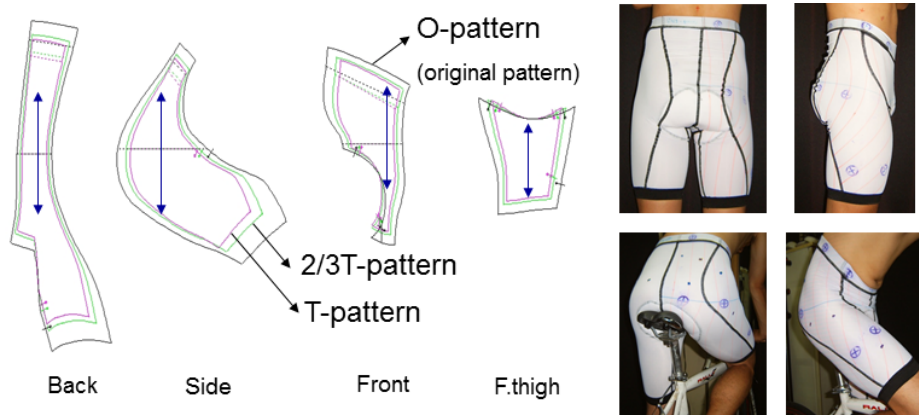
Ⅲ. 연구 결과 및 고찰

1. 소재 신장률에 따른 패턴의 축소 및 의복압 측정 결과 고찰

3차원 데이터로부터 얻어낸 2차원 패턴을 소재의 신장률에 따라 각각 피험자 4인의 인체데이터를 기준으로 패턴을 두 가지(2/3T-pattern, T-pattern)로 축소하였다. 패턴을 Yuka CAD의 short cut 방식으로 축소한 것이 [Figure

6]이다. 피험자 별로 약간의 차이는 있으나 2/3T-pattern은 original pattern에서 세로방향으로 10.1~10.5%, 가로방향으로 19.33%의 축소율을 보였으며, T-pattern에선 세로방향에서 12.63~14.01%, 가로방향에서 약 29.00%의 축소율을 보였다. 패턴의 가로, 세로 축소율에 의한 각 패턴의 면적변화를 보면, 2/3T-pattern은 약 28%의 면적 축소율을 보였으며, T-pattern은 약 40%의 축소율을 보였다.

두 종류의 사이클 팬츠에 대한 10군데의 의복압 측정 결과를 보면, 의복 축소량에 따라 의복압이 변화함을 알 수 있다. <Table 3>은 2/3T-pattern과 T-pattern의 의복압 평균을 보여준다.



[Figure 6] Pattern grading for each piece with various reduction rate and developed cycle pants

(Table 3) Statistics analysis: Mean and St. Deviation of clothing pressure of 2/3T-pattern and T-pattern (gf/cm²)

Locations	Pants type	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Front waist	T-pattern	4	1.55	4.35	2.6626	1.26347
	2/3T-pattern	4	0.69	1.59	1.2358	0.39876
Middle front waist	T-pattern	4	0.65	1.47	1.1861	0.38031
	2/3T-pattern	4	0.50	1.46	0.8225	0.43678
Side waist	T-pattern	4	0.71	2.41	1.7140	0.77755
	2/3T-pattern	4	1.07	1.52	1.3891	0.21395
Back waist	T-pattern	4	1.09	3.26	2.0390	0.91777
	2/3T-pattern	4	1.78	3.43	2.6118	0.70685
Side hip	T-pattern	4	0.29	0.99	0.7028	0.30809
	2/3T-pattern	4	0.43	0.94	0.6863	0.21075
Back hip	T-pattern	4	0.54	0.94	0.7516	0.19145
	2/3T-pattern	4	0.40	0.72	0.5773	0.15196
Middle front thigh	T-pattern	4	1.03	1.57	1.2383	0.23094
	2/3T-pattern	4	0.76	0.97	0.8676	0.08508
Side thigh	T-pattern	4	0.66	1.74	1.0878	0.46582
	2/3T-pattern	4	0.62	0.94	0.7241	0.14765
Middle thigh band	T-pattern	4	3.11	5.21	4.2243	1.02476
	2/3T-pattern	4	3.47	5.12	4.2941	0.76279
On the stitch line	T-pattern	4	0.83	1.69	1.1796	0.40770
	2/3T-pattern	4	0.45	0.93	0.6805	0.19587

두 의복의 의복압 평균을 살펴보면, 허벅지밴드 부위에서 두 의복 모두 높은 의복압을 보였는데, T-pattern은 $4.22\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern은 $4.29\text{gf}/\text{cm}^2$ 로 거의 유사하였다. 이는 허벅지밴드가 두 의복에 사용될 때 동일한 길이로 제작되어 같은 의복압을 보임을 알 수 있었다. 허벅지밴드 다음으로 의복압 평균이 높은 부위는 뒤허리부위였는데, T-pattern가 $2.03\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern가 $2.61\text{gf}/\text{cm}^2$ 였다. 두 팬츠 각각 10군데의 모든 지점의 의복압을 평균하면, T-pattern은 $1.68\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern은 $1.39\text{gf}/\text{cm}^2$ 로 T-pattern이 2/3T-pattern보다 높은 압력을 보였으나 $1.63\text{gf}/\text{cm}^2$, $1.38\text{gf}/\text{cm}^2$ 로 두 패턴 모두 인체에 무리가 되는 의복압이 아님을 알 수 있다. 의복압은 2/3T-pattern과 T-pattern 모두 허벅지밴드를 제외하고 약 $0.5\sim 3.0\text{gf}/\text{cm}^2$ 범위안에 있었으며, 두 의복 모두 고른 압력분포를 보이고 압력범위도 작음을 알 수 있었다. 두 패턴 모두 패턴 축소율을 고려하면 비교적 큰 패턴축소를 하였으나, 의복압은 고르고 작게 나와 동작을 반영한 의복제작이 착용패적에는 유리할 수 있음을 알 수 있었다. 즉 두 패턴의 축소량이 가로방향 길이에서 10%(약 29%~약 19%), 세로방향 길이에서 3.0%(약 13.0%~약 10.0%), 면적에서 12%(약 40%~약 28%)로 큰 차이가 발생함에도 압력은 작은 차이를 보임을 알 수 있었다.

<Table 4>는 패턴 축소율이 다르게 적용된 두 팬츠간

의복압의 통계적 차이를 볼 수 있다. 앞허리, 중간허벅지, 옆허벅지, 슬기에서 유의수준 0.068하에 두 팬츠간 의복압 차이가 발생함을 알 수 있었다. 옆허리는 T-pattern이 $2.67\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern이 $1.24\text{gf}/\text{cm}^2$ 의 평균을 보였으며, 중간허벅지는 T-pattern이 $1.24\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern이 $0.87\text{gf}/\text{cm}^2$, 옆허벅지는 T-pattern이 $1.09\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern이 $0.72\text{gf}/\text{cm}^2$, 슬기는 T-pattern이 $1.18\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern이 $0.68\text{gf}/\text{cm}^2$ 를 보였다.

본 연구결과와 Jeong(2006)의 정자세의 3차원 인체 데이터를 2차원 패턴으로 전개한 후 패턴 축소율을 다양하게 적용하여 연구한 결과와 비교하면 다음과 같다. Z-pattern은 Ziegert & Keil(1988)이 제안한 방법(세로 축소: $1/2Tw$, 가로 축소: $1/2Tc$)의 패턴이며, 3T-pattern은 세로 축소가 $1/2Tw$, 가로 축소가 $2/3Tc$ 로, 두 의복의 압력분포는 $2\sim 4\text{gf}/\text{cm}^2$ 였다. 즉 의복의 축소율을 본 연구보다 작게 주었음에도 압력값은 높게 나타남을 알 수 있었으며, 상대적으로 줄임량을 모두 준 T-pattern이 전체적으로 압력값도 낮으며 그 분포의 범위도 좁음을 알 수 있었다. 즉 동작 기능성 의복에 있어서는 적정 압력을 부여하기 위하여 가능한 동작성을 충분히 담아내는 패턴 제도가 요구되며 3차원 인체 데이터를 이용하여 2차원으로 패턴을 전개하는 방법이 고른 압력분포를 내는 방법임을 알 수 있었다.

(Table 4) Statistics analysis of clothing pressure depending on T-pattern pants and 2/3-pattern pants

Test Statistics(d)=(2/3T-pattern:T-pattern)		
	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Front waist	-1.826a	0.068
Middle front waist	-1.095a	0.273
Side waist	-0.730a	0.465
Back waist	-0.730b	0.465
Side hip	0.000c	1.000
Back hip	-1.095a	0.273
Middle front thigh	-1.826a	0.068
Side thigh	-1.826a	0.068
Middle thigh band	-0.365a	0.715
On the stitch line	-1.826a	0.068

a. Based on positive ranks.

b. Based on negative ranks.

c. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks.

d. Wilcoxon Signed Ranks Test

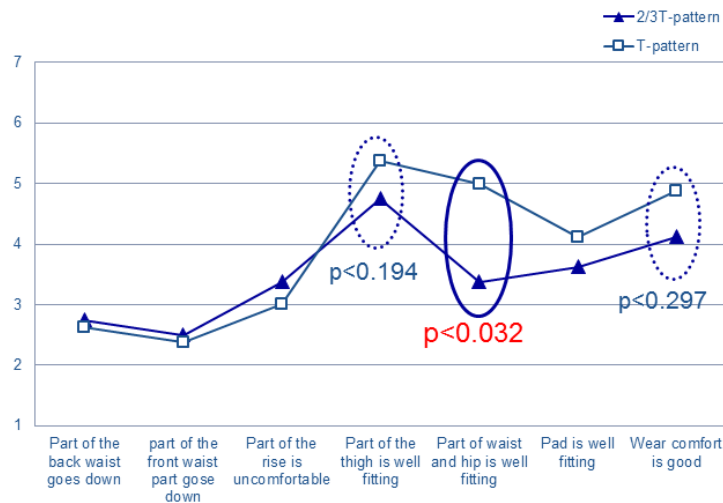
2. 운동 전 패턴 축소율에 따른 두 팬츠의 주관적 착의 평가 고찰

운동전 2/3T-pattern과 T-pattern의 주관적 평가를 살펴 보면 [Figure 7], [Figure 8], [Figure 9]와 같다.

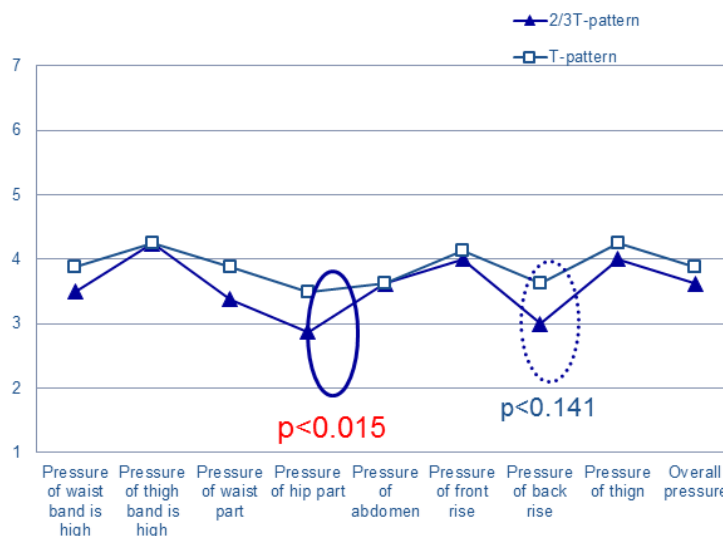
[Figure 7]은 착용 쾌적감과 맞음새에 대한 주관적 평가를 보여주고 있다. T-pattern은 허리와 엉덩이 부위가 잘 밀착된다는 평가항목에서 2/3T-pattern 보다 유의수준 ($p < 0.032$)에서 좋게 평가 되었다. 또한 유의차이는 없었으나 T-pattern이 허벅지 부위가 잘 밀착되고 착용 쾌적감이 좋다고 평가되었다. 또한 의복의 맞음새에서는 T-pattern이 2/3T-pattern보다 뒤앞허리가 덜 당겨 내려오

고, 밑위 부위가 덜 불편하다고 하였다.

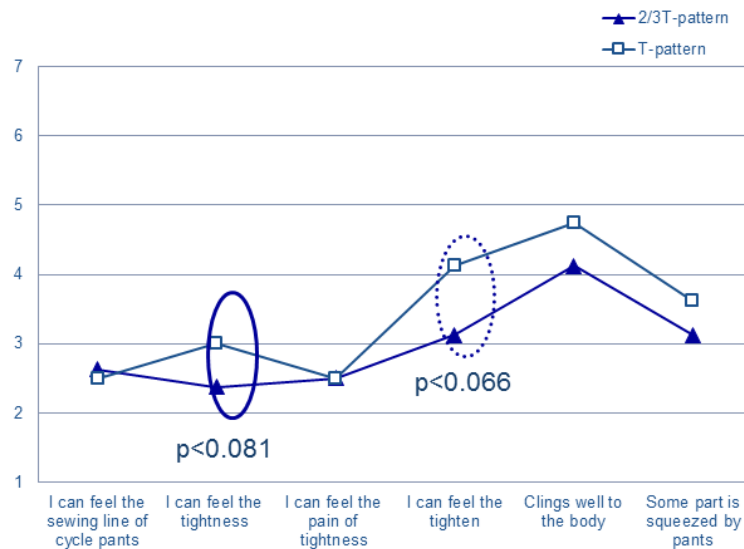
[Figure 8]은 2/3T-pattern과 T-pattern의 압박감에 대한 주관적 평가로 엉덩이 부위에서 T-pattern이 2/3T-pattern보다 압박이 더 있다 하였다. 그러나 T-pattern의 주관적 응답값이 4점(보통이다)보다 낮은 값으로 압박감이 강하지는 않음을 알 수 있었다. 압박감에 대한 주관적 평가에서는 T-pattern이 2/3T-pattern보다 모든 평가 항목에서 높은 점수를 보였으며, 이는 객관적 의복 압력값과도 일치되는 결과였다. 즉 인체는 작은 압력 ($0.5 \sim 3.0 \text{gf/cm}^2$)차이에도 정확하게 의복압의 정도를 식별함을 알 수 있었다.



[Figure 7] Subjective evaluation of wear comfort and fitting of 2/3T-pattern and T-pattern



[Figure 8] Subjective evaluation of the pressure sensation of 2/3T-pattern and T-pattern



[Figure 9] Subjective evaluation of the overall wear sensation of 2/3T-pattern and T-pattern

[Figure 9]는 착용감을 평가한 것으로 T-pattern이 2/3T-pattern보다 약간 조인다고 응답하였고, 두 의복 모두에서 답답하지는 않다고 응답하였다. 그러나 상대적으로 T-pattern이 더 높은 응답 점수를 얻었다. 축소율을 달리한 T-pattern과 2/3T-pattern 모두에서 의복의 봉제선을 거의 느낄 수 없다고 하였으며, 본 실험에서 적용한 축소율이 신체를 아프게 하지는 않는다고 하였다.

3. 운동 전·후 패턴 축소율에 따른 두 팬츠의 주관적 착의 평가 고찰

2/3T-pattern과 T-pattern의 운동전·후 주관적 평가를 비교하여 본 결과 운동전·후 주관적 평가에 차이가 발생하지 않았다. 이는 10분 동안 가볍게 땀을 흘리며 사이클을 탄 후의 평가와 운동전의 주관적 평가가 거의 유사하였음을 의미한다. 즉 최소한 본 연구에서 개발된 패턴은 가벼운 동작 시에도 안정된 착용감을 줄 수 있는 패턴인 것으로 여겨진다. 그러나 운동강도가 증가하고 운동시간이 증가되었을 때도 운동전·후의 주관적 평가가 위와 같이 유지될 것인지는 이후 연구되어야 할 것이다.

이러한 결과를 통해 3차원 동작 시의 인체 스캔 데이터를 2차원으로 전개한 패턴은 이미 동작에 의해 피부의 신장과 축소가 발생하였으므로 소재 신장률을 반영한 밀착 패턴을 구성하기 위해서 소재 신장률 만큼의 축소량을 패

턴(T-pattern)에 적용해 주는 것이 적절하다고 판단된다. 기존의 Ziegert & Keil(1988), Jeong(2006)의 연구에서는 식사 방향의 축소를 산정에서 목옆점에서 엉덩이둘레위치까지의 길이를 기준으로 축소를 값을 산정하였다. 그러나 본 연구에서처럼 동작시의 3차원 인체를 2차원으로 전개하였을 때는 선행연구 결과의 적용이 적절치 않았으며 뒤허리에서 앞허리까지의, 즉 밑위둘레를 기준으로 산출하는 것이 적절하였다. 이는 패턴의 기준이 2차원 패턴 제도와는 다르기 때문이었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 의복 구성을 위한 패턴 제작에 있어 3차원 정보 및 2C-AN 프로그램(삼각 메쉬 단순화와 Runge-Kutta 방법)을 이용하여 동작시의 3차원 인체를 2차원으로 전개한 패턴을 원단의 신축률을 고려하여 두 종류의 사이클 팬츠를 제작하여 의복압과 주관적 착의평가를 수행하였다. 즉 동적 자세에서 직접 패턴을 추출하였을 때에는 어느 정도의 패턴 축소율이 착용 쾌적성에 적합한지, 패턴 축소율에 따른 압력분포는 어떠한지를 알아보고자 하였다.

1. 두 종류의 사이클 팬츠에 대한 열 곳의 압력측정 결과를 보면, 의복 축소량에 따라 의복압이 변화함을

알 수 있다. 2/3T-pattern과 T-pattern의 의복압은 의복간 차이를 보였으며, 앞허리, 중간허벅지, 옆허벅지, 슬기의 압력값에서 통계적 차이가 발생하였다. 특히 중간허벅지에서 T-pattern은 $1.24\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern은 $0.87\text{gf}/\text{cm}^2$, 옆허벅지에서 T-pattern은 $1.09\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern은 $0.72\text{gf}/\text{cm}^2$ 로 유의차 ($p<0.068$)를 보였다. 두 팬츠 각각 10군데의 모든 지점의 의복압을 평균하면, T-pattern은 $1.68\text{gf}/\text{cm}^2$, 2/3T-pattern은 $1.39\text{gf}/\text{cm}^2$ 로 T-pattern이 2/3T-pattern보다 높은 압력을 보였으나 $1.63\text{gf}/\text{cm}^2$, $1.38\text{gf}/\text{cm}^2$ 로 두 패턴 모두 인체에 무리가 되는 의복압이 아님을 알 수 있다. 의복압은 2/3T-pattern과 T-pattern 모두 허벅지 밴드를 제외하고 약 $0.5\sim 3.0\text{gf}/\text{cm}^2$ 범위를 보였다. 대체로 모든 부위에서 고른 압력분포를 보였으며 압력범위 또한 작음을 알 수 있었다. 즉 동작 기능성 의복에 있어서는 적정 압력을 위하여 가능한 동작을 충분히 담아내는 패턴 제도가 요구되며, 3차원 인체 데이터를 이용하여 2차원으로 패턴을 전개하는 방법이 고른 압력분포를 내는 방법임을 보여 주었다.

2. 두 종류의 사이클 팬츠에 대한 주관적 착의평가 결과를 보면, T-pattern은 허리와 엉덩이 부위가 잘 밀착된다는 평가항목에서 2/3T-pattern 보다 유의수준 ($p<0.032$)에서 좋게 평가 되었다. 또한 유의차이는 없었으나 T-pattern이 허벅지 부위가 잘 밀착되고 착용 쾌적감이 좋다고 평가되었다. 주관적 평가에서 T-pattern이 2/3T-pattern보다 모든 평가 항목에서 높은 점수를 보였으며, 이는 객관적 의복압 값과도 일치되는 결과를 보여주었다. 즉 인체는 작은 의복압값($0.5\sim 3.0\text{gf}/\text{cm}^2$)임에도 정확하게 압박감을 식별할 수 있음을 알 수 있었다. 동작 시의 3차원 인체는 이미 동작에 의한 피부 신장과 수축이 발생한 데이터이므로 2차원으로 전개된 패턴은 그 자체로 신장과 축소를 내포하고 있다. 이에 기존에 적용되었던 동작에 의한 여유분(2/3T-pattern의 경우)은 필요치 않았으며, 착용 쾌적감이 좋은 패턴 축소율은 소재 자체의 신장률을 적용한 패턴(T-pattern)이 우수하였다.

연구의 제한점으로는 본 실험이 피험자 4인을 대상으로

한 실험이므로 앞으로 더욱 많은 피험자를 대상으로 실험을 실시하여 인체의 주관적 착의평가에 대한 유의차를 세밀히 검증하는 것이 필요하겠다. 본 실험의 피험자가 한국인의 인체치수조사의 표준 편차를 벗어나는 마른 체형의 피험자들로 구성되어있었으므로 향후 실험에서는 피험자 선정 시 대표치수를 반영할 수 있는 피험자 구성이 요구된다 하겠다. 또한 본 연구에서 개발된 패턴을 신장률이 다양한 원단으로 제작하여 필드에서와 같은 조건에서 착의평가하고 근육 피로도 등의 구체적 신체데이터 변화를 평가하여 3차원 스캔데이터를 이용한 기능성 맞춤형의 개발 프로세스를 정립하는 것이 요구된다.

주제어: 3차원 스캔 데이터, 2차원 평면 패턴 전개, 사이클 팬츠, 의복압, 주관적 착용평가

Received 23 September 2014 ; 1st Revised 15 October 2014 ; Accepted 12 March 2015

참 고 문 헌

- Do, W. H.(2008). Analysis of body surface change from 3D scan data of men's upper bodies in twenties-focus on application of motorcycle jacket pattern-. *Journal of the Korean society of clothing and textiles*, 32(4), 530-541.
- Han, S. A., Nam, Y.J., Yoon, H., Lee, S.H., & Kim, H.J.(2012). Development of sleeve patterns of structural firefighting protective clothing using by 3D body shape and 3D motion analysis. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 14(1), 109-121.
- Jeong, Y.H.(2006). 2D pattern development of tight-fitting bodysuit from 3D body scan data for comfortable pressure sensation. *Korean Journal of Human Ecology*, 15(3), 481-490.
- Jeong, Y. H., Hong, K. H., & Kim, S. J.(2006). 3D pattern construction and its application to tight-fitting garments for comfortable pressure. *Fibers and polymers*, 7(2), 195-202.

- Jeong, Y.H. & Hong, K.H.(2010). Development of 2D Patterns for Cycling Pants using 3D Data of Human Movement and Stretch Fabric. *Korean journal of human ecology*, 19(3), 555-563.
- Jung, M.S. & Rye, D.H.(2002). The effect of dynamic characteristics of knitted fabrics on the clothing pressure of foundation wear. *Korean Journal of Human Ecology*, 11(1), 79-93.
- Kim, H.E. & Ham O.S.(1994). The clothing pressure of the bodysuits on various sizes and movements. *Journal of the Korean society of living environmental system*, 1(2), 129-138.
- Kim, M.O. & Suh, M.A.(2007). A survey on the ease of jacket and lining fabrics that made of stretchable fabrics. *The Research Journal of the Costume Culture*, 15(2), 265-275.
- Kim, S.B., Kwak, M.S., & Park, C.R.(2004). Designing of the pattern of tight pants, an article of modern dancewear. made of stretchy materials, *Journal of the Korean Home Economics Association*, 42(4), 45-54.
- Kim, S.Y. & Hong, K.H.(2012). Engineering design process of tight-fit sportswear using 3D information of dermatomes and skin deformation in dynamic posture. *Korean journal of human ecology*, 21(3), 551-565.
- Lee, J.H., Choi, H.S., & Do, W.H.(2002). Fitness and physical properties in current stretch fabrics for bottoms-focused on the tight skirt-. *Journal of the Korean society of clothing and textiles*, 26(9/10), 1467-1477.
- Lee, J. R. & Ashdoon, S. P.(2005). Upper body surface change analysis using 3-D body scanner. *Journal of the Korean society of clothing and textiles*, 29(12), 1595-1607.
- Lee, Y. J. & Lee, B. C.(2012). A study on based on the possibility of quantitative analysis using virtual clothing simulation according to raglan sleeve pattern types. *Korean journal of human ecology*, 21(2), 299-314.
- Lim, J. Y.(2013). Development of torso pattern for underweight female in their 20s~30s-using Clo 3D program-. *Fashion & textiles research journal*, 15(6), 963-970.
- Na, H. S.(2007). Classification of side somatotype of upper lateral torso analyzing 3D body scan image of American females. *Journal of the Korean society of costume*, 57(4), 9-17.
- Nam, Y.J. & Lee, J.O.(2002). A study on feeling of wearing and clothing pressure of custom-made girdles. *Journal of the Korean Fiver Society*, 39(4), 503-513.
- Park, G.A.(2003). A study on the women's bodysuit block construction using stretch fabrics. *Journal of the Korean fiber Society*, 40(6), 562-571.
- Park, G.A.(2005). A study on the women's bodysuit sleeve block construction using stretch fabrics. *Journal of the Korean society of clothing and textiles*, 29(12), 1535-1545.
- Yoon, M. K., Nam, Y. J., & Choi, K. M.(2007). 2D lower body flat pattern of the women in their twenties using 3D scan data. *Journal of the Korean society of clothing and textiles*, 31(5), 692-704.
- Zhang, X., Yeung, K. W., & Li, Y.(2002). Numerical simulation of 3D dynamic garment pressure. *Textile Research Journal*, 72(3), 245-252.
- Ziegert, B. & Keil, G.(1988). Stretch fabric interaction with action wearables: Defining a body contouring pattern

Received 02 March 2015;

1st Revised 12 March 2015;

Accepted 13 March 2015