

3D 스캐너 데이터를 활용한 동작에 따른 하반신 주요 부위별 체표면 변화 및 상관관계

- 20-24세 여성을 중심으로 -

이 소 영 · 김 지 민⁺

건국대학교 의상디자인학과 부교수 · 건국대학교 의상디자인학과 겸임교수⁺

Identification of the Relationship between Surface Variations of Lower Body Parts by Movement Using 3D Scan Data

- A Focus on Women Aged 20 to 24 Years -

So-Young Lee · Ji Min Kim⁺

Associate Professor, Dept. of Apparel Design, Konkuk University

Adjunct Professor, Dept. of Apparel Design, Konkuk University⁺

(received date: 2016. 10. 22, revised date: 2017. 2. 2, accepted date: 2017. 3. 2)

ABSTRACT

The purpose of this study is to provide basic information for the development of pants patterns with a high level of fit and comfort through calculating surface variations of lower body parts by movement, grouping them into factors, and analyzing how their surface variations link to one another. The achieved results will help determine essential elements for constructing pants patterns, such as key measurements of lower body parts, the amount of ease values and selection of fabrics, which should be taken into consideration for allowing better movement in clothing. The study required lower body 3D scanning of women for analysis, and 13 women between the ages of 20-24 participated in the scanning, which was done by using Artec Eva 3D scanner. Their scanned data were digitalized and converted to measure the values of their lower body surface length and girth in pre-determined positions such as walking, stair climbing and sitting on a chair. These measurements have been statistically analyzed through SPSS 21.0 to obtain the average amounts and rates of extension for each of the measurement item. Some of the highlighted study results are as follows: The surface length and girth measurements were grouped into 4 factors based on their average extension rates. The results from correlation analysis between measurement items within each factor demonstrated that common items linked to all the changes in the values of other items in the three movements. But in most cases, items were not always correlated with each other for different movements. The results also showed that there were correlations between girth measurements, length measurements, and girth and length measurements. Therefore, key measurements for daily pants should be determined within reasonable estimations between relevant measurement items, while the measurements for work pants, which often withstand certain postures or repetitive movements, may require measurement items that are appro

private for, and closely related to, certain movements or tasks.

Key words: 3D scanner(3D 스캐너), body surface variation(체표면 변화), correlation(상관관계), lower body(하반신)

I. 서론

의복의 편안함과 활동성을 중시하는 소비자 경향에 따라 다양한 소재의 활용과 패턴 변형을 통해 의복의 동작기능성을 강화하고 전체적인 착용감을 향상시키고자 하는 노력이 꾸준히 시도되어 왔으며 그 중요성이 점차 강조되고 있다(Ashdown, 2011). 동작기능성이 우수한 의복을 설계하기 위해서는 착용자가 불편 없이 의복의 착용 목적과 쓰임새에 맞게 동작할 수 있도록 인체의 동적인 면을 고려한 인체계측방법을 사용하여 정확한 데이터를 바탕으로 알맞은 소재를 선택하고 적절한 여유량과 절개선을 설정하는 것이 중요하다.

인체계측은 사용자에게 제품의 최대 효과와 성능을 제공하기 위한 과학적 방식이며, 특히 의류제작의 초기단계에 적용하면 인체 적합도가 향상되어 사이즈와 디자인 부적합 등으로 인한 추가적인 비용과 시간을 최소화할 수 있기 때문에 다양한 인체계측 방식에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다(Bye, LaBat, & DeLong, 2006; Robinette, 2012).

기존 대부분의 연구는 계측대상자가 정적인 자세를 취한 상태에서 측정기준점을 줄자나 캘리퍼스로서 직접 계측한 2차원적 자료를 토대로 체형 분류(Park & Choi, 2007; Shin & Sohn, 2011; Kim, Lee, Kim, & Lee, 2012) 또는 제작한 의복의 외관과 착용감을 평가(Lim & Kim, 2000; Lee & Cho, 2001)하는 내용을 주로 다루 시간이 오래 걸리고 직접적인 신체 접촉으로 인한 제약(Wang, Mok, & Kwok, 2011)이 따랐다. 의복의 적합성이 평가자의 주관적 판단에 좌우되는 문제로 인해 인간공학적 측정도구의 활용과 과학적이고 객관적인 데이터 구축의 필요성이 대두되면서(Kang & Kwon, 2013) 3D 스캐너의 도입으

로 단시간에 다수의 인체계측이 가능하고 체표면 형태, 측정기준점, 용적, 절단면, 진신행상 등 객관적이면서 상세한 데이터 확보가 가능한 3D 인체계측 방식이 활발히 전개되었다(Kouchi, 2014). 3D 인체 정보가 애니메이션, 의학, 미용, 스포츠, 패션 등 다양한 산업에 활용되고 점차적으로 관련 산업 및 연구기관의 관심이 고조되면서 기술의 진보로 보다 정확한 인체계측이 가능해졌다(D'Apuzzo, 2007). 하지만 상당수의 연구 모델이 정적(靜的)이 아닌 동적(動的) 특성을 지닌 인체의 가장 일상적이고 장시간 반복되는 동작이 걷기, 계단 오르내리기, 앉기임에도 불구하고(Cleland et al., 2013; Morlock et al., 2001), 정적인 자세를 3D 스캔하여 데이터를 분석한 내용(Hwang, 2005; Kim & Kim, 2014)을 주로 다루고 있는 것으로 나타났다. 특히 바지 패턴설계를 위해 3D 스캔데이터를 활용한 선행연구는 3차원 하반신 체형분류(Choi & Do, 2016; Kim & Nam, 2016), 3차원적 인체정보를 2차원 평면패턴으로 전개하는 연구(Yoon, Nam, & Choi, 2007), 3차원 데이터를 2차원 패턴으로 전개한 후 외관과 착용감 평가를 통한 바지의 맞춤세 향상 연구(Sohn, 2008; Yoon & Nam, 2016; Wu & Hong, 2012) 등을 중심으로 진행되고 있어, 동작 자세의 3D 스캔데이터를 활용한 연구(Jeong & Hong, 2015; Kang & Kwon, 2013)는 상대적으로 부족한 실정이다.

일반적으로 하체는 동작 자세를 취할 때 관절 부위의 반경과 형태가 크고 여러 방향으로 변화하여 체표면이 수축과 신장을 반복하면서 길이와 둘레 등의 치수가 크게 변화(Choi & Ashdown, 2010)하므로, 본 연구에서는 동적인 인체의 특성에 맞게 의복의 동작기능성과 착용감을 향상시키기 위해 보통걸음걷기, 계단오르기, 의자앉기 등 3

가지 자세를 중심으로 각 동작 시 다리 체표면 변화와 변화되는 주요 부위를 파악하고, 주요 부위 간의 상관관계를 고찰하여 바지 패턴 설계 시 반영될 수 있도록 기초자료로 제공하고자 한다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구대상

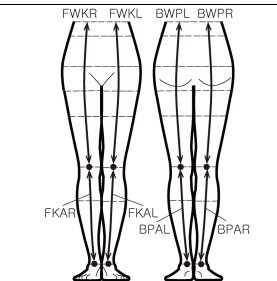
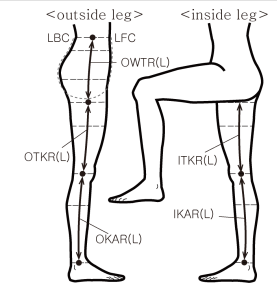
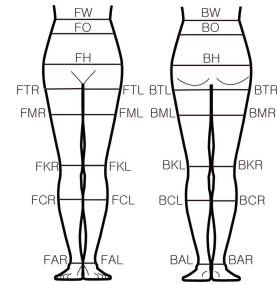
본 연구를 위한 피험자는 제6차 한국인인체치수조

<Table 1> Average Body Measurements of Study Subjects

Items	6th Size Korea (age 20-24) (N=298)	Subject (age 20-24) (N=13)
	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)
stature (cm)	160.37 (5.26)	161.50 (3.92)
weight (kg)	53.12 (6.73)	53.54 (4.98)
waist circumference (cm)	69.47 (5.89)	67.77 (2.25)
hip circumference (cm)	91.38 (4.54)	92.16 (3.75)

<Table 2> Measurement Items

Items		
Girth	front waist<FW>	back waist<BW>
	front waist (omphalion)<FO>	back waist (omphalion)<BO>
	front hip<FH>	back hip<BH>
	front thigh (right)<FTR>	front thigh (left)<FTL>
	back thigh (right)<BTR>	back thigh (left)<BTL>
	front mid-thigh (right)<FMR>	front mid-thigh (left)<FML>
	back mid-thigh (right)<BMR>	back mid-thigh (left)<BML>
	front knee (right)<FKR>	front knee (left)<FKL>
	back knee (right)<BKR>	back knee (left)<BKL>
	front calf (right)<FCR>	front calf (left)<FCL>
back calf (right)<BCR>	back calf (left)<BCL>	
front outside leg (right)<FAR>	front outside leg (left)<FAL>	
back outside leg (right)<BAR>	back outside leg (left)<BAL>	
Length	front crotch<LFC>	back crotch<LBC>
	outside leg [waist girth level~thigh girth level] (right)<OWTR>	
	outside leg [waist girth level~thigh girth level] (left)<OWTL>	
	outside leg [thigh girth level~knee girth level] (right)<OTKR>	
	outside leg [thigh girth level~knee girth level] (left)<OTKL>	
	outside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (right)<OKAR>	
	outside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left)<OKAL>	
	inside leg [thigh girth level~knee girth level] (right)<ITKR>	
	inside leg [thigh girth level~knee girth level] (left)<ITKL>	
	inside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (right)<IKAR>	
inside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left)<IKAL>		
	front center leg [waist girth level~knee girth level] (right)<FWKR>	
	front center leg [waist girth level~knee girth level] (left)<FWKL>	
	front center leg [knee girth level~maximum ankle girth] (right)<FKAR>	
	front center leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left)<FKAL>	
	back center leg [waist girth level~popliteal level] (right)<BWPR>	
	back center leg [waist girth level~popliteal level] (left)<BWPL>	
	back center leg [popliteal level~maximum ankle girth] (right)<BPAR>	
	back center leg [popliteal level~maximum ankle girth] (left)<BPAL>	



(Illustrated by Researchers)

The measurement items in <Table 1> have been adapted from a previous publication (Lee, 2015) and reproduced with permission.

사의 20~24세 여성의 평균 인체치수를 참고로, 평균 치수가 표준편차 범위 내에 있는 동일 연령대 여성 13명을 선정하였다. 피험자의 주요 인체치수의 평균은 키 161.50cm, 몸무게 53.54kg, 허리둘레 67.77cm, 엉덩이둘레 92.16cm로 <Table 1>과 같다.

2. 분석항목

인체 하반신 치수 측정은 선행연구(Lee, 2015)와 같은 방식으로 피험자의 양쪽 다리 총 62지점에 측정 기준점을 표시하고, 측정 장소, 피험자의 측정복, 측정거리, 측정 보조도구, 측정자세 등 물리적 환경도 기존 연구와 동일한 조건에서 Artec Eva 3D 스캐너로 스캔한 후, 3D 데이터 처리 소프트웨어 Artec Studio 9.2를 사용하여 스캔한 인체형상을 데이터화하고 후처리 하였다. 저장된 인체형상은 Meshlab 프로그램으로 변환 후 Freeform plus 프로그램으로 재성하여 <Table 2>와 같이 정자세, 보통걸음걸기, 계단오르기, 의자앉기 동작 시 들레 26항목, 길이 20항목의 총 46항목의 체표면길이 측정치를 바탕으로 평균 신축량 및 평균 신축률을 계산하였다.

3. 자료분석 방법

연구에 사용된 자료는 SPSS WIN 21.0 프로그램을 사용하여 정자세, 보통걸음걸기, 계단오르기, 의자앉기 동작에서의 하반신 주요 부위별 평균 신축량 및 평균 신축률을 구한 후, 이를 바탕으로 요인분석을 실시하였다. 요인은 주성분분석 방법으로 고유치가 1이상인 요인을 추출한 후 베리맥스(Varimax)법에 의한 직교회전을 이용하여 추출하였다. 요인수가 다량 도출되어 주요 항목을 대상으로 요인의 수를 4가지로 지정하였으며, 추출된 요인으로 동작별 신축률 상관분석을 실시하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 동작 시의 평균 신축률

정자세 시의 항목별 체표면 길이 및 보통걸음

걸기, 계단오르기, 의자앉기 동작 시의 평균 체표면 길이, 평균 신축량, 평균 신축률은 <Table 3>과 같다. 들레 26항목 중 유의한 차이의 신축률을 보인 항목은 12항목으로, 신장을 보인 항목으로는 허리앞둘레, 엉덩이앞둘레, 넓다리앞둘레(오른쪽), 넓다리앞둘레(왼쪽), 넓다리중간앞둘레(오른쪽), 무릎앞둘레(오른쪽), 무릎앞둘레(왼쪽), 장딴지뒤둘레(오른쪽), 발목최대뒤둘레(오른쪽)이었으며 수축항목으로는 넓다리뒤둘레(오른쪽), 발목최대앞둘레(오른쪽), 발목최대뒤둘레(왼쪽)이었다.

길이 20항목 중 유의한 차이의 신축률을 보인 항목은 13항목이었으며 신장된 항목은 살뒀길이, 다리앞중심[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(오른쪽), 다리앞중심[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(왼쪽), 다리뒤중심[허리둘레선~오금높이수준둘레선]길이(오른쪽), 다리뒤중심[허리둘레선~오금높이수준둘레선]길이(왼쪽)이었으며 수축된 항목은 8항목으로, 살뒀길이, 다리가쪽[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(오른쪽), 다리가쪽[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(왼쪽), 다리안쪽[넓다리둘레선~무릎둘레선]길이(왼쪽), 다리안쪽[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(오른쪽), 다리앞중심[허리둘레선~무릎둘레선]길이(오른쪽), 다리뒤중심[오금높이수준둘레선~발목최대둘레선]길이(오른쪽), 다리뒤중심[오금높이수준둘레선~발목최대둘레선]길이(왼쪽)이었다.

들레항목에서 신장률이 가장 높은 항목은 무릎앞둘레로, 오른쪽 무릎앞둘레는 9.54%, 왼쪽 무릎앞둘레는 4.48% 신장하였으며 수축률이 가장 높은 항목은 오른쪽 넓다리뒤둘레로 -3.68%의 신장률을 나타냈다. 무릎앞둘레의 신장률이 가장 높게 나타난 결과는 선행연구(이소영, 2015)의 '의자앉기' 동작에서 무릎앞둘레가 가장 높은 신장률을 보인 결과와도 일치하여 바지 설계 시 무릎앞둘레의 신장률을 반드시 고려해야 함을 알 수 있다.

길이항목에서 신장률이 가장 높은 항목은 살뒀길이(10.60%)였으며 그 다음으로 다리뒤중심[허

<Table 3> The Average Amounts and Rates of Extension

Items		Standing posture M (S.D.)	In three movements M (S.D.)	Extension amount (cm)	Extension rate (%)	
Girth	front waist<FW>	34.95 (2.93)	36.35 (3.35)	1.40***	4.09***	
	back waist<BW>	32.82 (1.57)	33.00 (2.44)	0.18	0.59	
	front waist (omphalion)<FO>	38.78 (2.87)	38.49 (3.43)	-0.28	-0.72	
	back waist (omphalion)<BO>	34.58 (2.35)	34.63 (2.85)	0.04	0.14	
	front hip<FH>	46.21 (3.84)	48.16 (5.13)	1.95**	4.23**	
	back hip<BH>	45.95 (3.66)	46.78 (4.13)	0.82	1.91	
	front thigh (right)<FTR>	29.00 (1.32)	29.81 (2.52)	0.81*	2.74*	
	front thigh (left)<FTL>	29.01 (1.41)	29.92 (2.24)	0.91*	3.15*	
	back thigh (right)<BTR>	27.38 (2.47)	26.31 (2.96)	-1.07*	-3.68*	
	back thigh (left)<BTL>	27.34 (2.23)	26.60 (2.94)	-0.74	-2.63	
	front mid-thigh (right)<FMR>	26.50 (1.72)	27.21 (2.69)	0.71*	0.08*	
	front mid-thigh (left)<FML>	26.44 (1.82)	26.67 (2.44)	0.23	0.87	
	back mid-thigh (right)<BMR>	22.58 (2.47)	22.19 (2.96)	-0.38	-1.57	
	back mid-thigh (left)<BML>	23.19 (1.94)	22.43 (2.48)	-0.77	-3.31	
	front knee (right)<FKR>	18.84 (1.40)	20.62 (1.93)	1.78***	9.54***	
	front knee (left)<FKL>	18.86 (1.52)	19.66 (1.87)	0.79**	4.48**	
	back knee (right)<BKR>	16.92 (1.72)	16.81 (1.79)	-0.12	-0.35	
	back knee (left)<BKL>	16.81 (1.71)	17.01 (1.73)	0.19	1.43	
	front calf (right)<FCR>	15.32 (1.18)	15.33 (1.56)	0.01	0.09	
	front calf (left)<FCL>	15.70 (1.41)	15.82 (1.33)	0.12	0.96	
	back calf (right)<BCR>	19.12 (2.13)	19.62 (2.06)	0.50**	2.73**	
	back calf (left)<BCL>	18.93 (1.68)	19.11 (1.59)	0.18	1.05	
	front outside leg (right)<FAR>	11.70 (1.22)	11.34 (0.81)	-0.35*	-2.53*	
	front outside leg (left)<FAL>	11.42 (0.85)	11.65 (1.02)	0.23	2.17	
	back outside leg (right)<BAR>	10.01 (0.95)	10.47 (0.87)	0.46**	5.16**	
	back outside leg (left)<BAL>	10.33 (1.25)	10.11 (1.05)	-0.22*	-1.84*	
	Length	front crotch<LFC>	35.78 (2.16)	31.47 (4.65)	-4.31***	-12.03***
		back crotch<LBC>	39.08 (2.15)	43.18 (4.11)	4.10***	10.60***
		outside leg [waist girth level~thigh girth level] (right)<OWTR>	31.04 (1.72)	30.60 (2.55)	-0.44	1.42
		outside leg [waist girth level~thigh girth level] (left)<OWTL>	30.95 (1.83)	30.97 (2.14)	0.02	0.06
outside leg [thigh girth level~knee girth level] (right)<OTKR>		27.88 (2.57)	28.27 (2.79)	0.39	1.34	
outside leg [thigh girth level~knee girth level] (left)<OTKL>		27.65 (2.34)	27.70 (2.08)	0.06	0.01	
outside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (right)<OKAR>		36.54 (1.95)	34.89 (2.48)	-1.65**	-4.48**	
outside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left)<OKAL>		36.84 (1.76)	35.76 (2.39)	-1.08**	-2.89**	
inside leg [thigh girth level~knee girth level] (right)<ITKR>		29.55 (2.12)	29.84 (2.68)	0.30	1.14	
inside leg [thigh girth level~knee girth level] (left)<ITKL>		29.71 (2.19)	27.93 (1.90)	-1.78***	-5.83***	
inside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (right)<IKAR>		34.22 (1.64)	32.74 (2.11)	-1.48***	-4.32***	
inside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left)<IKAL>		34.10 (1.89)	33.61 (2.28)	-0.49	-1.41	
front center leg [waist girth level~knee girth level] (right)<FWKR>		59.55 (2.75)	55.17 (3.73)	-4.37***	-7.31***	

Items		Standing posture M (S.D.)	In three movements M (S.D.)	Extension amount (cm)	Extension rate (%)
Length	front center leg [waist girth level~knee girth level] (left)<FWKL>	59.49 (2.79)	57.25 (4.86)	-2.24	-3.74
	front center leg [knee girth level~maximum ankle girth] (right)<FKAR>	34.87 (1.52)	35.83 (2.02)	0.96**	2.80**
	front center leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left)<FKAL>	34.49 (2.09)	35.19 (2.01)	0.69**	2.13**
	back center leg [waist girth level~popliteal level] (right)<BWPR>	59.31 (2.05)	65.26 (4.45)	5.95***	10.05***
	back center leg [waist girth level~popliteal level] (left)<BWPL>	59.01 (2.17)	61.23 (5.24)	2.22**	3.80**
	back center leg [popliteal level~maximum ankle girth] (right)<BPAR>	36.55 (2.14)	32.44 (3.26)	-4.11***	-11.15***
	back center leg [popliteal level~maximum ankle girth] (left)<BPAL>	37.00 (2.01)	34.25 (4.05)	-2.74***	-7.35***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

리둘레선~오금높이수준둘레선]길이(오른쪽)이 10.05%의 신장률을 보였다. 가장 높은 수축률을 보인 항목은 살앞길이(-12.03%)였으며 그 다음으로 다리뒤중심[오금높이수준둘레선~발목최대둘레선]길이(오른쪽)이 -11.15%의 수축률을 보였다. 따라서 길이항목에서는 살앞길이의 수축과 살뒤길이의 신장을 반드시 고려하여야 함을 알 수 있다. 또한 오른쪽 무릎둘레선 위 구간의 다리뒤중심길이는 높은 신장률을 보이며 무릎둘레선 아래 구간의 다리뒤중심길이는 높은 수축률을 보이므로 무릎둘레선을 기준으로 뒤중심길이의 신축이 상반되게 변화됨을 알 수 있다.

2. 신축률의 요인분석

동작별 평균 신축률을 이용하여 요인분석 한 결과 측정항목 46항목 중 9항목이 제외되어 <Table 4>와 같이 총 4요인의 37항목이 추출되었다.

요인에서 제외된 9항목은 허리뒤둘레, 넓다리앞둘레(왼쪽), 넓다리뒤둘레(왼쪽), 넓다리중간뒤둘레(왼쪽), 다리가쪽[허리둘레선~넓다리둘레선]길이(오른쪽), 다리가쪽[허리둘레선~넓다리둘레선]길이(왼쪽), 다리앞중심[허리둘레선~무릎둘레선]

길이(왼쪽), 다리앞중심[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(오른쪽), 다리뒤중심[허리둘레선~오금높이수준둘레선]길이(오른쪽)였다.

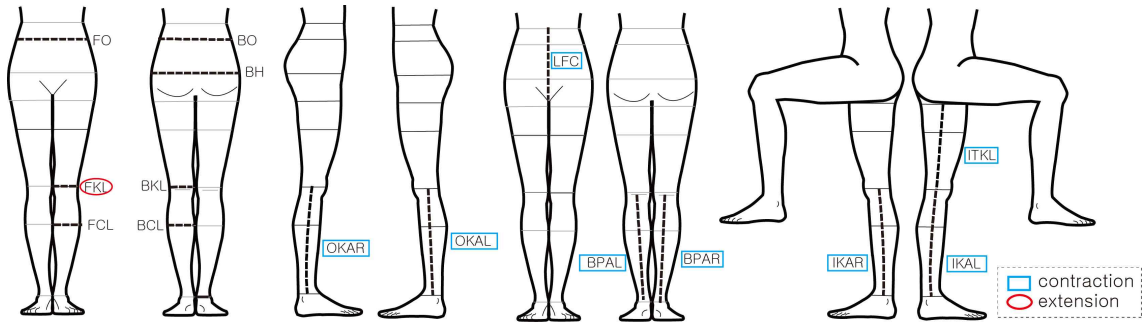
추출된 요인1은 15항목, 요인2는 8항목, 요인3은 10항목, 요인4는 4항목으로 각 요인별로 살펴보면 다음과 같다.

1) 요인1

요인1은 둘레 7항목과 길이 8항목의 총 15항목으로, <Fig. 1>과 같이 둘레항목에서는 배꼽수준허리앞둘레, 배꼽수준허리뒤둘레, 장딴지앞둘레(왼쪽), 장딴지뒤둘레(왼쪽), 무릎앞둘레(왼쪽), 무릎뒤둘레(왼쪽), 엉덩이뒤둘레가 요인으로 추출되었으며, 길이항목에서는 다리가쪽[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(왼쪽), 다리가쪽[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(오른쪽), 다리안쪽[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(왼쪽), 다리안쪽[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(오른쪽), 다리뒤중심[오금높이수준둘레선~발목최대둘레선]길이(왼쪽), 다리뒤중심[오금높이수준둘레선~발목최대둘레선]길이(오른쪽), 다리안쪽[넓다리둘레선~무릎둘레선]길이(왼쪽), 살앞길이가 요인으로 추출되었다.

<Table 4> Factor Analysis Based on Amount of Extension

Factor	Items	Factor Score	Eigen-value	Variance ratio	Accumulated ratio
1	front waist (omphalion)<FO>	-0.840	9.324	21.192	21.192
	outside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left)<OKAL>	0.804			
	outside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (right)<OKAR>	0.798			
	front calf (left)<FCL>	0.798			
	back center leg [popliteal level~maximum ankle girth] (right)<BPAR>	0.789			
	back waist (omphalion)<BO>	0.769			
	front crotch<LFC>	0.707			
	back hip<BH>	-0.705			
	back calf (left)<BCL>	-0.696			
	inside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (right)<IKAR>	0.687			
	back center leg [popliteal level~maximum ankle girth] (left)<BPAL>	0.679			
	front knee (left)<FKL>	0.597			
	inside leg [thigh girth level~knee girth level] (left)<ITKL>	0.568			
	inside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left)<IKAL>	0.557			
back knee (left)<BKL>	-0.501				
2	front knee (right)<FKR>	-0.869	7.035	15.989	37.181
	outside leg [thigh girth level~knee girth level] (right)<OTKR>	0.840			
	outside leg [thigh girth level~knee girth level] (left)<OTKL>	0.839			
	back crotch<LBC>	-0.809			
	back outside leg (right)<BAR>	0.744			
	front outside leg (right)<FAR>	-0.734			
	back knee (right)<BKR>	0.634			
inside leg [thigh girth level~knee girth level] (right)<ITKR>	0.625				
3	front thigh (right)<FTR>	0.841	6.446	14.651	51.832
	back mid-thigh (right)<BMR>	-0.751			
	back thigh (right)<BTR>	-0.695			
	front mid-thigh (left)<FML>	0.673			
	front mid-thigh (right)<FMR>	0.645			
	front calf (right)<FCR>	0.608			
	back calf (right)<BCR>	-0.597			
	front hip<FH>	0.560			
	back center leg [waist girth level~popliteal level] (left)<BWPL>	0.550			
	front center leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left)<FKAL>	-0.503			
4	front outside leg (left)<FAL>	-0.737	4.599	10.451	62.283
	back outside leg (left)<BAL>	0.674			
	front center leg [waist girth level~knee girth level] (right)<FWKR>	0.586			
	front waist<FW>	0.502			



<Fig. 1> Items on Factor 1
(Illustrated by Researchers)

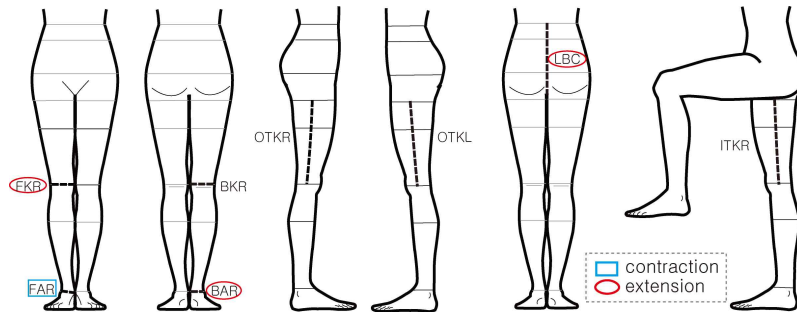
이를 살펴보면, 요인1의 둘레항목에서는 엉덩이 둘레에서 엉덩이뒤둘레만 포함된 것을 제외하고 배꼽수준허리둘레, 왼쪽다리의 무릎둘레 및 장딴지 둘레에서 모두 앞둘레 및 뒤둘레가 함께 포함되어 있음을 알 수 있다. 또한 다리 부위의 길이 항목에서는 무릎둘레선을 기준으로 무릎둘레선 위의 구간은 왼쪽다리에서만 다리안쪽 길이가 포함되어 있으나 무릎둘레선 아래 구간은 좌우 다리 모두 뒤중심, 안쪽, 가쪽의 길이가 포함되어 전반적으로 앞중심을 제외한 좌우 무릎선 아래의 길이구간에 대부분 분포되어 있으며, 둘레항목에서는 신장경향을, 길이항목에서는 수축경향을 보이고 있다.

따라서 요인1은 둘레와 길이에 따라 '배꼽수준허리둘레 및 왼쪽 무릎과 장딴지의 둘레 요인' 및 '살앞길이 및 좌우 앞중심길이를 제외한 무릎둘레

선 아래 구간과 왼쪽 무릎둘레선 위 구간의 길이 요인'이라 할 수 있다.

2) 요인2

요인2는 둘레 4항목과 길이 4항목의 총 8항목으로, 둘레항목에서는 무릎앞둘레(오른쪽), 무릎뒤둘레(오른쪽), 발목최대앞둘레(오른쪽), 발목최대뒤둘레(오른쪽)이 요인으로 추출되었으며, 길이항목에서는 다리가쪽[넙다리둘레선~무릎둘레선]길이(오른쪽), 다리가쪽[넙다리둘레선~무릎둘레선]길이(왼쪽), 다리안쪽[넙다리둘레선~무릎둘레선]길이(오른쪽), 살뒤길이 등이 요인으로 추출되었다. 이를 살펴보면, <Fig. 2>와 같이 요인2의 항목은 오른쪽 다리의 무릎뒤둘레 및 발목최대앞둘레를 제외하고 모두 신장경향을 보이며 주로 오른쪽 다



<Fig. 2> Items on Factor 2
(Illustrated by Researchers)

리의 둘레 및 길이항목으로 구성되어 오른쪽 무릎의 앞뒤둘레, 오른쪽 발목의 앞뒤둘레, 무릎둘레선 위 구간의 오른쪽 다리안쪽길이 및 좌우 다리가쪽길이, 살뒤길이가 포함되어 있음을 알 수 있다.

따라서 요인2는 둘레와 길이에 따라 '오른쪽 무릎선 아래 구간의 관절 둘레 요인' 및 '살뒤길이와 좌우 무릎선 위 구간의 가쪽 및 오른쪽 안쪽 길이 요인'이라 할 수 있다.

3) 요인3

요인3은 둘레 8항목과 길이 2항목의 총 10항목으로, 둘레항목에서는 엉덩이앞둘레, 넓다리앞둘레(오른쪽), 넓다리뒤둘레(오른쪽), 넓다리중간앞둘레(오른쪽), 넓다리중간뒤둘레(오른쪽), 넓다리중간앞둘레(왼쪽), 장딴지앞둘레(오른쪽), 장딴지뒤둘레(오른쪽) 등이 요인으로 추출되었으며, 길이항목에서는 다리뒤중심[허리둘레선~오금높이수준둘레선]길이(왼쪽), 다리앞중심[무릎둘레선~발목최대둘레선]길이(왼쪽) 등이 요인으로 추출되었다. 요인3은 오른쪽 넓다리뒤둘레 및 넓다리중간뒤둘레, 오른쪽 장딴지뒤둘레를 제외하고 모두 신장 경향을 보이고 있으며 <Fig. 3>과 같이 둘레항목에서 엉덩이앞둘레 및 오른쪽 다리의 넓다리둘레, 넓다리중간둘레, 장딴지둘레, 왼쪽다리의 넓다리중간앞둘레 등의 항목으로 구성되어 엉덩이앞둘레

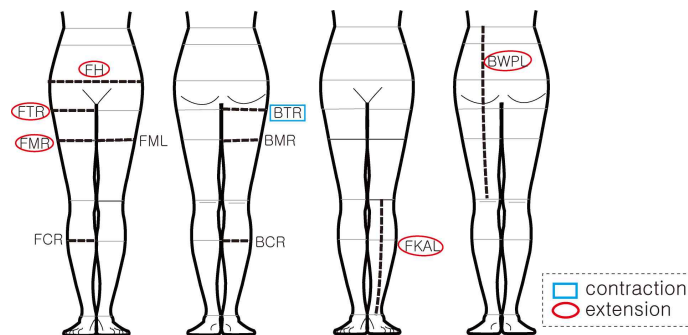
와 왼쪽다리의 넓다리중간앞둘레를 제외하고 모두 오른쪽 다리에서의 앞둘레 및 뒤둘레가 함께 포함되어 있으며, 길이항목에서 왼쪽다리의 앞중심은 [무릎둘레선~발목최대둘레선]구간, 뒤중심은 [허리둘레선~오금높이수준둘레선]구간으로 구성되어 왼쪽다리의 앞뒤 중심길이를 포함하고 있다.

따라서 요인3은 둘레와 길이에 따라 '무릎둘레선 아래 구간의 관절둘레를 제외한 오른쪽 다리의 둘레 요인' 및 '왼쪽 무릎선 위 구간의 뒤중심길이와 무릎둘레선 아래 구간의 앞중심길이 요인'이라 할 수 있다.

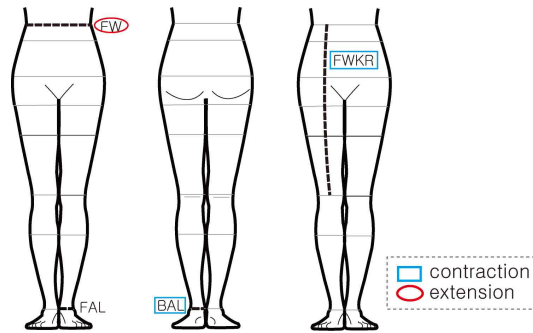
4) 요인4

요인4는 둘레 3항목과 길이 1항목의 총 4항목으로, 둘레항목의 허리앞둘레, 발목최대앞둘레(왼쪽), 발목최대뒤둘레(왼쪽) 및 길이항목의 다리앞중심[허리둘레선~무릎둘레선]길이(오른쪽)이 요인으로 추출되어, 요인4의 둘레항목에서는 <Fig. 4>와 같이 허리앞둘레 및 왼쪽 발목의 앞둘레와 뒤둘레가 포함되어 있으며, 길이항목에서는 오른쪽다리 앞중심의 [허리~무릎]구간이 포함되어 있음을 알 수 있다.

따라서 요인4는 '허리앞둘레 및 왼쪽발목의 둘레 요인' 및 '오른쪽 무릎선 위 구간의 앞중심길이 요인' 이라 할 수 있다.



<Fig. 3> Items on Factor 3
(Illustrated by Researchers)



〈Fig. 4〉 Items on Factor 4
(Illustrated by Researchers)

3. 요인별 상관분석 결과

각 요인별로 항목 간의 상관분석을 한 결과 동작 간 공통적인 상관관계가 있는 항목도 있었으나 대부분의 항목에서는 동작에 따라 상관관계가 있는 항목에 차이가 있었으며 들레항목과 들레항목, 길이항목과 길이항목 간의 상관관계 뿐 아니라 들레항목과 길이항목 간의 상관관계도 나타났으며 그 내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) 요인1의 항목별 상관분석

요인1의 총 15항목을 상관분석 한 결과 〈Table 5〉와 같이 전반적으로 각 항목별 앞둘레와 뒤둘레 간에는 음의 상관관계를 보였으며 앞둘레와 앞둘레 또는 뒤둘레와 뒤둘레의 항목 간에는 양의 상관관계를 보였다. 그러나 길이항목 간의 상관관계에서는 몸통의 앞과 뒤 또는 다리의 좌우에 관계 없이 모두 양의 상관관계를 나타냈으며, 들레와 길이항목 간의 상관관계에서는 동작에 따라 차이점이 상이하게 나타났다.

항목별로 살펴보면, 배꼽수준허리둘레와 왼쪽 장딴지둘레는 각각의 앞둘레와 뒤둘레가 세 동작 모두에서 서로 음의 상관관계를 보였으며, 무릎둘레를 기준으로 무릎둘레선 아래 구간의 왼쪽 다리뒤중심길이는 왼쪽 다리가쪽길이를 세 동작 모두에서 양의 상관관계를 나타냈다.

특히 무릎둘레선 아래 구간의 다리 뒤중심길이 및 가쪽길이 항목에서 상관계수가 높게 나타나 '계단오르기'와 '의자앉기' 동작에서 무릎둘레선 아래 구간의 오른쪽 다리가쪽길이를 왼쪽 다리가쪽길이, 왼쪽 다리뒤중심길이를 오른쪽 다리뒤중심길이, 왼쪽 다리뒤중심길이를 왼쪽 다리가쪽길이 등은 0.61이상의 상관관계를 보였다. 이 중 다리가쪽길이와 다리뒤중심길이는 각각 '의자앉기' 동작에서 다리의 좌우가 동일하게 놓인 자세로 인한 결과이나 왼쪽 다리뒤중심길이와 왼쪽 다리가쪽길이의 상관은 세 동작 모두에서 양의 상관관계가 나왔으므로 무릎둘레선 아래 구간의 다리뒤중심길이 및 다리가쪽길이는 바지 설계 시 반드시 고려해야 할 항목이라 할 수 있다.

또한 '의자앉기' 동작에서 엉덩이뒤둘레와 왼쪽 무릎둘레선 아래 구간의 다리가쪽길이, '보통걸음걷기' 동작에서 왼쪽 무릎둘레선 아래 구간의 다리가쪽길이와 배꼽수준허리앞둘레는 각각 0.81 이상의 높은 음의 상관관계를 나타냈다. 그 외 배꼽수준허리앞둘레는 배꼽수준허리뒤둘레 및 무릎뒤둘레와의 상관관계를 제외하고는 모두 길이항목과 음의 상관관계를 보였으나, 배꼽수준허리뒤둘레는 들레 및 길이항목과 다양한 상관관계를 나타내 '보통걸음걷기' 동작에서 왼쪽 무릎뒤둘레 및 무릎둘레선 위 구간의 다리안쪽길이를, '의자앉기' 동작에서 무릎둘레선 아래 구간의 다리가쪽길이를 양의 상관관계를 보였으며 왼쪽 장딴지뒤둘레 및 무릎 둘레

<Table 5> Correlation Analysis between Items on Factor 1

Items	Movements	FO	OKAL	OKAR	FCL	BPAR	BO	LFC	BH	BCL	IKAR	BPAL	FKL	ITKL	IKAL	BKL
front waist (omphalion) <FO>	walking	1														
	stair climbing	1														
	sitting on chair	1														
[knee girth level ~maximum ankle girth] (left) <OKAL>	walking	-210	1													
	stair climbing	-538	1													
	sitting on chair	-399	1													
[knee girth level ~maximum ankle girth] (right) <OKAR>	walking	-274	400	1												
	stair climbing	-627*	.722**	1												
	sitting on chair	-405	.827**	1												
front calf (left) <FCL>	walking	-209	.365	-0.77	1											
	stair climbing	-350	.301	-0.36	1											
	sitting on chair	-483	.518	.531	1											
back center leg [popliteal level ~maximum ankle girth] (right) <BPAR>	walking	-280	.392	.591*	.278	1										
	stair climbing	-625*	.501	.480	-.011	1										
	sitting on chair	-308	.723**	.579*	.736**	1										
back waist (omphalion) <BO>	walking	-755**	.038	.060	.294	.320	1									
	stair climbing	-685**	.191	.395	.385	.498	1									
	sitting on chair	-742**	.561*	.350	.434	.439	1									
front crotch <LFC>	walking	.208	.148	-.353	.294	.109	-.171	1								
	stair climbing	-.606*	.255	.567*	.184	.438	.786**	1								
	sitting on chair	-.585*	.383	.646*	.646*	.401	.316	1								
back hip <BH>	walking	.311	-.124	.223	-.052	-.110	-.278	-.133	1							
	stair climbing	-.008	-.265	-.008	.112	.036	.599*	.308	1							
	sitting on chair	.196	-.832**	-.646*	-.419	-.655*	-.501	-.391	1							
back calf (left) <BCL>	walking	.488	-.307	-.020	-.774**	-.447	-.593*	-.112	-.049	1						
	stair climbing	.207	-.243	-.071	-.847**	-.052	-.486	-.295	-.341	1						
	sitting on chair	.129	-.544	-.759**	-.669*	-.485	-.024	-.428	.515	1						
inside leg [knee girth level~maximum ankle girth] (right) <IKAR>	walking	-.435	.517	.300	.058	.170	.248	-.104	.053	-.385	1					
	stair climbing	.044	.345	.177	.208	.003	-.170	-.311	.031	-.178	1					
	sitting on chair	-.444	.495	.568*	.583*	.550	.201	.603*	-.467	-.630*	1					
back center leg [popliteal level~maximum ankle girth] (left) <BPAL>	walking	-.221	.671*	.595*	-.158	.513	.089	-.338	.020	-.122	.405	1				
	stair climbing	-.682*	.892**	.774**	.133	.612*	.346	.484	-.273	-.154	.102	1				
	sitting on chair	-.421	.616*	.532	.719**	.922**	.447	.325	-.452	-.423	.400	1				
front knee (left) <FKL>	walking	.130	.475	.116	-.093	.321	-.381	.301	-.390	.113	.062	.446	1			
	stair climbing	-.471	.548	.578*	.206	.663*	.551	.292	.189	-.415	.168	.534	1			
	sitting on chair	-.231	.162	.098	.178	.195	.344	.352	-.063	.147	.149	.054	1			
[thigh girth level ~knee girth level] (left) <ITKL>	walking	-.818**	.141	.425	.234	.541	.705**	-.230	-.090	-.475	.285	.227	-.304	1		
	stair climbing	-.091	-.119	.308	-.560*	.477	.265	.206	.374	.391	.062	-.028	.376	1		
	sitting on chair	-.219	.494	.494	.671*	.382	.242	.219	-.378	-.583*	.282	.430	-.258	1		
[knee girth level~maximum ankle girth] (left) <IKAL>	walking	.509	.178	.320	-.434	.155	-.739**	.240	.118	.517	.109	.255	.509	-.428	1	
	stair climbing	-.214	.522	.631*	.245	.232	.230	.135	.100	-.389	.628*	.345	.715**	.289	1	
	sitting on chair	-.242	.543	.400	.545	.618*	.213	.384	-.535	-.578*	.759**	.447	-.128	.250	1	
back knee (left) <BKL>	walking	-.569*	-.260	-.254	.136	-.042	.751**	-.175	-.439	-.174	-.106	-.286	-.547	.611*	-.732**	1
	stair climbing	.092	-.496	-.384	-.467	-.170	-.138	-.049	-.033	.681*	-.348	-.323	-.645*	.051	-.733**	1
	sitting on chair	.386	-.142	-.341	-.418	-.117	-.090	-.656*	-.003	.438	-.555*	-.098	-.554*	-.026	-.135	1

선 아래 구간의 다리안쪽길이와는 음의 상관관계를 보였다. 따라서 ‘보통걸음걷기’ 동작 시 배꼽수준허리뒤둘레가 증가함에 따라 무릎뒤둘레와 무릎둘레선 위 구간의 다리안쪽길이는 증가되나 무릎둘레선 아래구간의 다리안쪽길이는 감소되며 ‘의자앉기’ 동작 시에는 무릎둘레선 아래 구간의 다리가쪽길이가 증가됨을 알 수 있다. 특히 배꼽수준허리뒤둘레 및 무릎뒤둘레는 ‘보통걸음걷기’ 동작 시 왼쪽 다리안쪽길이의 전 구간과 상관관계가 있으며 엉덩이뒤둘레는 ‘의자앉기’ 동작에서 무릎둘레선 아래 구간의 좌우 다리가쪽길이 및 오른쪽 다리뒤중심길이와 음의 상관관계를 나타냈다.

또한, 왼쪽 장딴지앞둘레는 ‘계단오르기’ 동작에서는 왼쪽 무릎둘레선 위 구간의 다리안쪽길이와 음의 상관관계를 나타냈으나 ‘의자앉기’ 동작에서는 양의 상관관계를 나타내 동작에 따라 상반된 상관관계 결과를 보였다. 왼쪽 무릎뒤둘레는 길이항목과의 상관관계에서 왼쪽 다리안쪽길이의 전 구간 및 무릎둘레선 아래구간의 오른쪽 다리안쪽길이와 상관관계를 나타내어, 무릎둘레선 위 구간의 왼쪽 다리안쪽길이와 ‘보통걸음걷기’ 동작에서 양의 상관관계를 나타냈으며 무릎둘레선 아래의 왼쪽 다리안쪽길이와는 ‘보통걸음걷기’ 동작 및 ‘계단오르기’ 동작에서 음의 상관관계를 나타냈으며 무릎둘레선 아래의 오른쪽 다리안쪽길이와는 ‘의자앉기’ 동작에서 음의 상관관계를 나타냈다. 무릎둘레선 위 구간의 왼쪽 다리안쪽길이는 모두 둘레항목과만 상관관계를 보였으며, 무릎둘레선 아래 구간의 오른쪽 다리가쪽길이 및 좌우 다리안쪽길이는 모두 ‘의자앉기’ 동작에서 왼쪽 장딴지뒤둘레와 음의 상관관계를 보였다.

2) 요인2의 항목별 상관분석

요인2의 총 8항목을 상관분석 한 결과 <Table 6>과 같이 각 항목별 앞둘레와 뒤둘레 간에는 음의 상관관계를 보였으며 앞둘레와 앞둘레 또는 뒤둘레와 뒤둘레의 항목 간에는 양의 상관관계를,

길이항목 간의 상관관계나 둘레와 길이항목 간의 상관관계에서는 항목이나 자세에 따라 상관관계가 달리 나타났다.

항목과 자세에 따른 상관관계를 살펴보면, 오른쪽 다리의 발목최대앞둘레는 발목최대뒤둘레와 세 동작에서 모두 음의 상관관계를 나타냈으며 무릎둘레선 위 구간의 좌우 다리가쪽길이, 살뒤길이, 오른쪽 무릎앞둘레 등은 ‘보통걸음걷기’ 동작에서는 상관관계가 나타난 항목이 없었다. 오른쪽 무릎앞둘레는 ‘보통걸음걷기’ 동작 및 ‘계단오르기’ 동작에서 오른쪽 무릎뒤둘레와 음의 상관관계를 보였을 뿐 아니라 기타 관련 상관관계 항목과도 모두 음의 상관관계를 나타냈으며 오른쪽 무릎뒤둘레는 ‘보통걸음걷기’ 동작에서 오른쪽 발목최대뒤둘레와 양의 상관관계를 보였다.

무릎둘레선 위 구간의 길이항목에서 왼쪽 다리가쪽길이와 오른쪽 다리안쪽길이는 공통적으로 살뒤길이와 음의 상관관계를, 오른쪽 발목최대뒤둘레와 양의 상관관계를 보였으나 동작에 따라 차이점이 나타나 왼쪽 다리가쪽길이는 ‘계단오르기’ 동작과 ‘의자앉기’ 동작 시에 살뒤길이 및 오른쪽 발목최대뒤둘레와 상관관계를 보였으나 오른쪽 다리안쪽길이는 ‘계단오르기’ 동작 시에 살뒤길이와, ‘보통걸음걷기’ 동작 시 오른쪽 발목최대뒤둘레와 상관관계를 보였다.

따라서 ‘계단오르기’ 동작 시 무릎둘레선 위 구간의 왼쪽 다리가쪽길이나 오른쪽 다리안쪽길이가 증가됨에 따라 살뒤길이가 감소되는 경향을 보이며 ‘보통걸음걷기’ 동작 시 무릎둘레선 위 구간의 오른쪽 다리안쪽길이나 오른쪽 무릎뒤둘레가 증가되면 오른쪽 발목최대뒤둘레도 증가됨을 알 수 있다. 살길이의 경우 <Table 3>과 같이 수축과 신장률이 가장 높은 길이항목임으로 증감에 따라 다른 둘레나 길이항목의 증감에 영향을 미치므로 바지 설계 시 관련 항목 간의 증감이 고려되어야 할 것이다.

오른쪽 발목최대뒤둘레는 무릎둘레선 위 구간의 왼쪽 다리가쪽길이와 살뒤길이만 제외하고 모두

<Table 6> Correlation Analysis between Items on Factor 2

Items	Movements	FKR	OTKR	OTKL	LBC	BAR	FAR	BKR	ITKR
front knee (right) <FKR>	walking	1							
	stair climbing	1							
	sitting on chair	1							
outside leg [thigh girth level~knee girth level] (right) <OTKR>	walking	-.250	1						
	stair climbing	-.518	1						
	sitting on chair	-.366	1						
outside leg [thigh girth level~knee girth level] (left) <OTKL>	walking	.126	.359	1					
	stair climbing	-.386	.669*	1					
	sitting on chair	-.569*	.697**	1					
back crotch <LBC>	walking	.302	-.359	.027	1				
	stair climbing	.250	-.469	-.632*	1				
	sitting on chair	.259	-.153	-.579*	1				
back outside leg (right) <BAR>	walking	-.545	.260	.096	-.422	1			
	stair climbing	-.345	.298	.778**	-.676*	1			
	sitting on chair	-.687**	.274	.393	-.207	1			
front outside leg (right) <FAR>	walking	.220	-.214	-.053	.487	.768**	1		
	stair climbing	.295	-.038	-.496	.609*	-.748**	1		
	sitting on chair	.365	-.538	-.445	.281	-.695**	1		
back knee (right) <BKR>	walking	-.843**	.383	-.237	-.284	.623*	-.449	1	
	stair climbing	-.783**	.396	.487	-.310	.457	-.259	1	
	sitting on chair	-.451	.240	.383	-.414	.262	-.395	1	
inside leg [thigh girth level~knee girth level] (right) <ITKR>	walking	-.211	.300	.188	-.357	.631*	-.797**	.548	1
	stair climbing	-.267	.142	.320	-.770**	.521	-.461	.335	1
	sitting on chair	-.425	.481	.461	-.059	.275	-.202	.365	1

오른쪽 다리와만 상관관계를 보였으며 특히 무릎 들레선 위 구간의 왼쪽 다리가쪽길이와 '계단오르기' 동작에서 .778의 상관계수를 보였으며 오른쪽 발목최대앞둘레는 무릎들레선 위 구간의 오른쪽 다리안쪽길이와 -.797의 음의 상관계수를 보였다.

3) 요인3의 항목별 상관분석

요인3의 총 10항목을 상관분석 한 결과 각 항목별 앞둘레와 뒤둘레 간에는 음의 상관관계를 보였으나 길이항목 간의 상관관계는 없었으며 들레와 길이항목 간의 상관관계에서는 항목이나 자세에 따라 상관관계가 달리 나타났다. 항목과 자세

에 따른 상관관계를 살펴보면, <Table 7>과 같이 오른쪽 넙다리중간앞둘레 및 오른쪽 장딴지앞둘레는 각각의 뒤둘레와 세 동작 모두에서 음의 상관관계를 나타냈으며 엉덩이앞둘레는 '계단오르기' 동작에서 오른쪽 넙다리앞둘레, 오른쪽 넙다리중간앞둘레, 왼쪽 무릎들레선 위 구간의 다리뒤중심길이와 양의 상관관계를, 오른쪽 넙다리중간뒤둘레와는 음의 상관관계를 보였으며 '의자앉기' 동작에서 왼쪽 무릎들레선 아래구간의 다리앞중심길이와도 음의 상관관계를 나타냈다. 따라서 엉덩이앞둘레는 '의자앉기' 동작에서 왼쪽 무릎들레선 아래구간의 다리앞중심길이의 상관관계만 제외하고

<Table 7> Correlation Analysis between Items on Factor 3

Items	Movements	FTR	BMR	BTR	FML	FMR	FCR	BCR	FH	BWPL	FKAL
front thigh (right) <FTR>	walking	1									
	stair climbing	1									
	sitting on chair	1									
back mid-thigh (right) <BMR>	walking	-.409	1								
	stair climbing	-.637*	1								
	sitting on chair	-.623*	1								
back thigh (right) <BTR>	walking	-.585*	.416	1							
	stair climbing	-.278	.322	1							
	sitting on chair	-.459	.602*	1							
front mid-thigh (left) <FML>	walking	.013	-.034	-.321	1						
	stair climbing	.301	-.373	-.144	1						
	sitting on chair	.754**	-.630*	-.564*	1						
front mid-thigh (right) <FMR>	walking	.495	.922**	-.386	-.172	1					
	stair climbing	.500	.827**	-.031	.471	1					
	sitting on chair	.852**	.779**	-.498	.825**	1					
front calf (right) <FCR>	walking	.542	-.088	-.263	-.302	.308	1				
	stair climbing	.393	-.254	.015	.427	.351	1				
	sitting on chair	.359	-.533	-.598*	.406	.485	1				
back calf (right) <BCR>	walking	-.442	.051	.283	.431	-.261	.932**	1			
	stair climbing	-.192	.313	.115	-.065	-.343	.757**	1			
	sitting on chair	-.496	.608*	.709**	-.487	-.477	.837**	1			
front hip <FH>	walking	.329	-.012	-.045	.109	.125	.067	-.042	1		
	stair climbing	.588*	-.661*	-.393	.443	.558*	.103	-.078	1		
	sitting on chair	.369	-.404	-.105	.121	.185	.151	-.436	1		
back center leg [waist girth level~popliteal level] (left) <BWPL>	walking	.045	-.190	.245	.496	.102	-.144	.390	.240	1	
	stair climbing	.447	-.412	-.504	.550	.341	.325	-.267	.592*	1	
	sitting on chair	.353	-.486	-.652*	.663*	.450	.426	-.485	-.032	1	
front center leg [knee girth level~maximum ankle girth] (left) <FKAL>	walking	.327	-.073	-.036	-.097	.120	-.167	.294	-.230	.090	1
	stair climbing	-.114	.005	-.268	.030	-.155	-.143	.069	.320	-.136	1
	sitting on chair	-.579*	.293	.173	-.251	-.326	-.308	.451	-.730**	-.061	1

모두 '계단오르기' 동작에서 상관관계를 보임을 알 수 있다.

오른쪽 넙다리앞둘레는 항목별로 동작에 따라 다양한 상관관계를 보였으며 특히 무릎둘레선 아래 구간의 왼쪽 다리앞중심길이를 제외하고는 모두 둘레항목과 상관관계를 보였으나, 오른쪽 넙다리뒤둘레는 '보통걸음걸기' 동작에서 오른쪽 넙다

리앞둘레와 음의 상관관계가 있는 것을 제외하고는 모두 '의자앉기' 동작에서만 상관관계가 있었다. 오른쪽 넙다리중간앞둘레는 오른쪽 넙다리중간뒤둘레 및 엉덩이앞둘레와의 상관관계 외에 '의자앉기' 동작에서 오른쪽 넙다리앞둘레 및 왼쪽 넙다리중간앞둘레와 양의 상관관계를 보였다. 오른쪽 넙다리중간뒤둘레는 '계단오르기' 동작 및

〈Table 8〉 Correlation Analysis between Items on Factor 4

Items	Movements	FAL	BAL	FWKR	FW
front outside leg (left) <FAL>	walking	1			
	stair climbing	1			
	sitting on chair	1			
back outside leg (left) <BAL>	walking	-.539	1		
	stair climbing	-.859**	1		
	sitting on chair	-.689**	1		
front center leg [waist girth level~knee girth level] (right) <FWKR>	walking	-.046	-.435	1	
	stair climbing	-.257	.420	1	
	sitting on chair	-.393	.340	1	
front waist <FW>	walking	.337	-.140	.169	1
	stair climbing	-.006	-.145	-.185	1
	sitting on chair	-.263	.399	.328	1

‘의자앉기’ 동작에서 오른쪽 넙다리앞둘레와 음의 상관관계를 보였으며 ‘의자앉기’ 동작에서 오른쪽 넙다리뒤둘레 및 오른쪽 장딴지뒤둘레와 양의 상관관계를, 왼쪽 넙다리중간앞둘레와 음의 상관관계를 보였다. 따라서 오른쪽 다리의 넙다리중간앞둘레 및 넙다리중간뒤둘레는 모두 둘레항목과만 상관관계가 있으며 오른쪽 넙다리앞둘레, 오른쪽 넙다리뒤둘레, 왼쪽 넙다리중간앞둘레 등은 오른쪽 넙다리앞둘레와 무릎둘레선 아래구간의 왼쪽 다리앞중심길이와의 상관관계, 오른쪽 넙다리뒤둘레 및 왼쪽 넙다리중간앞둘레와 무릎둘레선 위 구간의 왼쪽 다리뒤중심길이와의 상관관계를 제외하고 모두 둘레항목과 상관관계가 있음을 알 수 있다. 왼쪽 넙다리중간앞둘레는 ‘의자앉기’ 동작에서만 상관관계가 나타났으며 특히 둘레항목에서는 모두 오른쪽 다리와의 상관관계를 보였으며 오른쪽 장딴지앞둘레 및 뒤둘레는 오른쪽 다리의 둘레항목과만 상관관계를 보였다.

무릎둘레선 위 구간의 왼쪽 다리뒤중심길이는 ‘계단오르기’ 동작에서 엉덩이앞둘레와 양의 상관관계를 보였으며 ‘의자앉기’ 동작에서 오른쪽 넙다리뒤둘레와 음의 상관관계를, 왼쪽 넙다리중간앞둘레와 양의 상관관계를 보였다. 무릎둘레선 아래구간의

왼쪽다리앞중심길이는 오른쪽 넙다리앞둘레 및 엉덩이앞둘레와 ‘의자앉기’ 동작에서 음의 상관관계를 나타내 ‘의자앉기’ 동작에서 무릎둘레선 아래구간의 왼쪽 다리앞중심길이가 증가되면 오른쪽 넙다리앞둘레 및 엉덩이앞둘레는 감소되는 경향이 있음을 알 수 있다. 따라서 바지 설계 시 동작에 따른 무릎둘레선 위·아래 구간의 수축률 및 신장률을 감안하여 설계하여야 할 것이다.

4) 요인4의 항목별 상관분석

요인4의 총 4항목을 상관분석한 결과 〈Table 8〉과 같이 왼쪽 발목최대뒤둘레는 왼쪽 발목최대앞둘레와 ‘계단오르기’ 동작 및 ‘의자앉기’ 동작에서 음의 상관관계를 나타냈으나 다른 항목들 간에는 유의한 차이의 상관관계가 나타나지 않았다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 일상적 활동 시의 다리 체표면길이 변화 및 변화되는 주요 항목, 주요 항목 간의 상관관계 등을 고찰하여 바지 설계 시의 기본 측정 항목, 활동에 따른 세부적 변화 항목, 참고 항목 등의 선정에 도움이 되고자 하였으며 이를 통해

신체적합도가 높은 바지 설계 시의 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구 대상은 20~24세 여성 13명으로, 각 피험자들의 보통걸음걸기, 계단오르기, 의자앉기 동작 시 변화되는 체표면길이의 평균신축률을 이용하여 주요 요인 및 상관관계를 분석하였으며 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 신장률이 가장 높은 항목은 들레항목에서는 무릎앞둘레, 길이항목에서는 살뒤길이였으며, 수축률이 가장 높은 항목은 들레항목에서는 넙다리뒤둘레, 길이항목에서는 살앞길이였다.

2) 요인분석 결과, 측정항목 46항목 중 9항목이 제외되어 총 4요인의 37항목이 추출되었으며, 요인1은 총 15항목으로, '배꼽수준허리둘레 및 왼쪽 무릎과 장딴지의 들레' 및 '살앞길이 및 좌우 앞중심길이를 제외한 무릎둘레선 아래 구간과 왼쪽 무릎둘레선 위 구간의 길이' 요인이며 요인2는 총 8항목으로 '오른쪽 무릎둘레선 아래 구간의 관절둘레' 및 '살뒤길이와 좌우 무릎둘레선 위 구간의 가쪽 및 오른쪽 안쪽 길이' 요인이었다. 요인3은 총 10항목으로 '무릎둘레선 아래 구간의 관절둘레를 제외한 오른쪽 다리의 들레' 및 '왼쪽 무릎둘레선 위 구간의 뒤중심길이가 무릎둘레선 아래 구간의 앞중심길이' 요인이었으며 요인4는 '허리앞둘레 및 왼쪽발목의 들레' 및 '오른쪽 무릎둘레선 위 구간의 앞중심길이' 요인이었다.

3) 요인으로 추출된 37항목 간의 상관분석 결과 총 109개의 상관관계 조합이 나타났으며 전체적으로 들레항목과 들레항목 간의 상관관계 조합이 전체의 약 40%, 들레항목과 길이항목 간의 상관관계의 조합이 약 38%, 길이항목과 길이항목 간의 상관관계의 조합이 약 22% 분포되어 들레항목과 들레항목, 들레항목과 길이항목 간의 조합이 길이항목과 길이항목 간의 조합에 비해 1.7배 이상 많이 나타났다. 따라서 의복 설계 시 들레항목 간의 상관관계뿐 아니라 들레항목과 길이항목간의 상관관계도 반드시 고려하여야 할 것이다.

4) 상관분석 결과 동작별로 가장 많은 상관관계의 조합이 나타난 동작은 '의자앉기' 동작으로, 상관관계가 가장 적게 나타난 '보통걸음걸기' 동작에 비해 상관관계를 갖는 항목이 약 2.5배 이상 많이 나타났다. 세 동작 모두에서 동일한 상관관계의 조합을 보인 항목으로 들레와 들레항목 간에는 배꼽수준허리앞둘레, 왼쪽 장딴지앞둘레, 오른쪽 발목최대앞둘레, 오른쪽 넙다리중간앞둘레, 오른쪽 장딴지앞둘레가 각각의 뒤둘레와 세 동작 모두에서 음의 상관관계를 보여 배꼽수준허리둘레와 다리둘레의 앞뒤 신축의 차이를 고려하여 옆솔기선 설정 시의 기준으로 삼아야 할 것이다. 길이와 길이항목 간에는 무릎둘레선 아래 구간의 왼쪽 다리뒤중심길이가 왼쪽 다리가쪽길이가 세 동작 모두에서 양의 상관관계를 나타냈으므로 다리뒤중심길이가 다리가쪽길이는 바지 설계 시 공통적으로 길이변화를 고려해야 하는 항목이라 할 수 있다. 들레와 길이항목 간에는 세 동작 모두에서 동일한 상관관계의 조합을 보인 항목이 나타나지 않았으며 두 가지 동작에서 공통적인 상관관계를 보인 항목은 좌우나 앞뒤 간에 '계단오르기' 동작 및 '의자앉기' 동작에서 양의 상관관계를 가진 항목이 주를 이루었다.

5) 살앞길이는 '계단오르기' 동작 및 '의자앉기' 동작에서만 상관관계가 나타났으며 살뒤길이는 '계단오르기' 동작에서의 상관관계가 대부분을 차지하여 공통적으로 '계단오르기' 동작에서 각 길이의 증감에 따라 다른 들레나 길이항목의 증감에 영향을 미쳤으므로 살앞길이 및 살뒤길이와 관련된 상관관계 항목 간의 증감을 고려하여 오버롤이나 하의의 어깨끈 설계 시 적용시켜야 할 것이다.

6) 엉덩이뒤둘레가 '의자앉기' 동작에서 증가됨에 따라 무릎둘레선 아래 구간의 다리가쪽길이가 다리뒤중심길이가 감소되며, 동작 시 무릎둘레선 위 구간의 다리앞중심길이 및 다리안쪽길이가 수축되며 무릎앞둘레는 신장되었으므로, 바지 설계 시 동작에 따른 무릎둘레선 위 구간의 다리앞중심

길이, 다리안쪽길이, 다리가쪽길이, 다리뒤중심길이의 수축률 및 무릎앞둘레의 신장률을 감안하여 설계하여야 할 것이다. 특히 무릎둘레선 길이가 반바지의 경우 동작 시 다리 체표면 길이의 수축으로 인해 반바지의 길이가 무릎둘레선 아래로 길게 내려와 앞무릎이 압박되거나 무릎뒤접힘선 부분에 바지 밑단이 끼거나 접혀져 인체에 불필요한 압박이나 손상을 주는 일이 없도록 반바지 길이 설정 시 정자세 시 뿐 아니라 동작 시의 다리길이의 신축률을 기준으로 길이를 설정하여야 할 것이다. 또한 밑단의 폭이나 바지 길이가 유동적으로 변화될 수 있도록 바지밑단에 주름이나 고무줄을 넣는 등의 구성 및 디자인적 요소를 적용시켜 인체 적합성이 높은 의복을 설계해야 할 것이다.

7) 배꼽수준허리뒤둘레 및 무릎뒤둘레는 '보통걸음걷기' 동작 시 다리안쪽길이의 전 구간과 상관관계가 있는 주요 항목이므로 바지 설계 시 동작에 따른 체표면길이의 변화 및 항목 간 상관관계를 반드시 고려해야 하는 항목이라 할 수 있다.

8) 장딴지앞둘레는 무릎둘레선 위 구간의 다리안쪽길이와 '계단오르기' 동작에서는 음의 상관관계를 나타냈으나 '의자앞기' 동작에서는 양의 상관관계를 보여 동작에 따라 상반된 결과를 나타냈으므로, 일상적 바지 설계 시에는 관련 항목 간 절충되는 치수를 적용시켜야 하며 특정 동작을 주로 하는 작업복 설계 시에는 각 동작에 적합한 상관관계 항목을 적용시켜 설계하여야 할 것이다.

9) 둘레항목의 엉덩이앞둘레, 엉덩이뒤둘레, 왼쪽무릎앞둘레, 오른쪽 무릎앞둘레와 길이항목의 살앞길이, 살뒤길이, 무릎둘레선 위 구간의 좌우 다리가쪽길이 등은 '보통걸음걷기' 동작 시 각 항목의 둘레나 길이의 증감에 따라 다른 항목의 증감에 영향을 미치지 못하므로 보통걸음걷기 동작 시 독립적으로 치수가 변화되는 항목이라 할 수 있다.

이와 같이 체표면 길이는 각 동작에 따라 다양하게 변화되며 각 항목별 길이의 변화도 상호 관

계를 가지며 수축과 신장을 반복하고 있어 의복 설계 시 의복의 맞음새와 착용감 향상을 위해 반드시 고려되어야 할 요소임이 충분히 입증되었다.

본 연구결과는 20-24세 여성 13명의 3D 하반신 스캔 데이터를 바탕으로 얻은 결과로 체형과 신체 조건이 다소 상이할 경우 체표면 변화 부위와 신축률 등이 다를 수 있으므로 본 연구의 결과를 확대 해석하고 적용하는 데는 신중을 기해야 할 것이다. 따라서 후속 연구에서는 피험자의 수를 보강하여 연구결과의 일반화 요건을 보다 충족시키고자 한다. 또한 너비, 두께에 관한 체표면 변화를 분석하여 길이, 둘레에서 얻은 결과와의 상관관계를 살펴보고자 하며, 연령대, 성별 및 신체조건 등의 범위를 확대하여 각 조건별로 동작에 따른 체표면 변화와 주요 항목 간 상관관계를 파악하여 본 연구의 결과와 비교한다면 결과에 대한 객관적인 신뢰성 확보 및 활용성 강화에 도움이 될 것으로 사료된다.

Reference

- Bye, E., LaBat, K. L., & DeLong, M. R. (2006). Analysis of body measurement systems for apparel. *Clothing & Textile Research Journal*, 24, 66-79.
- Choi, S. L., & Do, W. H. (2016). Lower Body Type Classification by Buttocks Shapes of Korean Women in Their 20's. *Journal of Fashion & Textile Research*, 18(3), 327-337.
- Choi, S. Y., & Ashdown, S. P. (2010). Application of Lower Body Girth Change Analysis Using 3D Body Scanning to pants Patterns. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(6), 955-968.
- D'Apuzzo, N. (2007). 3D body scanning technology for fashion and apparel industry. In Beraldin, J. A., Remondino, F., & Shortis, M. R. (Eds.), *Videometrics IX, Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging* (Vol. 6491). San Jose (CA), USA: SPIE.
- Hwang, S. J. (2005). *Standardization and Integration of Body Scan Data for Use in the Apparel Industry-Body Scan Data Connectivity with Apparel CAD* (Unpublished doctoral dissertation). North Carolina State University, United States of America.
- Jeong, Y. H. & Hong, K. H. (2015). Subjective Wearing

- Assessment and Clothing Pressure depending on the Pattern Reduction Rate of Developed Cycle Pants Using the 3D Human Scan Data. *Korean Journal of Human Ecology*, 24(2), 255-266.
- Kang, M. J. & Kwon, Y. A. (2013). An analysis on the Fit Preferences of Breeches using 3D Lower Body Scan data. *Journal of Fashion & Textile Research*, 15(6), 1000-1009.
- Kim, H. S., Lee, S. Y., Kim, J. M., & Lee, J. H. (2012). Lower Somatotype Analysis of Middle and Older Aged Women -Focused on Women in 40s to 60s-. *Journal of the Korean Society of Costume*, 62(3), 84-95.
- Kim, J. M. & Kim, H. S. (2014). Analysis of Breast Shapes through the Utilization of 3D Scan Data: A Focus on Women in the Early to Late 30s. *Family and Environment Research*, 52(5), 509-518.
- Kim, S. Y. & Nam, Y. J. (2016). A Study on the Classification of Lower Body Shape Type for Fit Evaluation of Slacks. *Fashion Business*, 20(2), 181-196.
- Kouchi, M. (2014). Part I. Anthropometric methods: Anthropometric methods for apparel design: body measurement devices and techniques. In Gupta, D., & Zakaria, N. (Eds.), *Anthropometry, apparel sizing and design* (pp. 67-93). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited.
- Lee, J. H. & Cho, H. J. (2001). Design of Torso Patterns for Middle Aged Women. *Journal of the Korean Society of Costume*, 51(8), 111-121.
- Lee, S. Y. (2015). Analysis of Changes to Body-Surface Length of Lower Body by Movement. *Journal of Korea Society of Design Trend*, 48, 29-44.
- Lim, J. Y. & Kim, H. K. (2000). Clothing-Ergonomics Study on the Development of Slacks Pattern and Wearing Evaluation for the Middle-high School Girls Based on the their Lower Body Type. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 24(8), 1125-1136.
- Morlock, M., Schneider, E., Bluhm, A., Vollmer, M., Bergmann, G., Muller, V., & Honl, M. (2001). Duration and frequency of every day activities in total hip patients. *Journal of Biomechanics*, 34, 873-881.
- Park, E. Y. & Choi, H. S. (2007). Analysis of the Body Somatotype of Male Athletes and Study on the Improvement of the Fitting for the Upper Body. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 31(1), 44-56.
- Robinette, K. M. (2012). Human Factors and Fundamentals: Anthropometry for Product Design. In G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (pp.330-346). New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Shin, J. H. & Sohn, H. S. (2011). Torso Body-Type Classification of Korean Women in Their Early Twenties. *The Research Journal of the Costume Culture*, 19(1), 176-190.
- Sohn, B. H. (2008). Development of Men Slacks Pattern Using 3D Scan Data. *Family and Environment Research*, 46(9), 137-146.
- Wang, Y. J., Mok, P. Y., & Kwok, Y. L. (2011). Section II, Human Factors in Manufacturing: Analysis of Lower Limb Measurements in Running Progress for High-Performance Slacks Design. In Karwowski, W., & Salvendy, G. (Eds.), *Advances in Human Factors, Ergonomics, and Safety in Manufacturing and Service Industries* (pp. 210-221). Florida, USA: Taylor & Francis Group, LLC.
- Wu, Y. J. & Hong, K. H. (2012). Methods of Merging a 3D Replica and Ease Distribution for Woman's Pant Patterns. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 36(4), 443-455.
- Yoon, M. K. & Nam, Y. J. (2016). Women's Pant Pattern Design According to the Style Using 3D Body Scan Data. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 40(1), 97-113.
- 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.