

## 여자 7-18세 3D 모델을 위한 인체 사이즈 스펙 개발

최영림<sup>†</sup>

대구대학교 패션디자인학과/조형예술연구소

### Size Specifications of Females Aged between 7 and 18 for 3D Body Model Development

Young Lim Choi<sup>†</sup>

Dept. of Fashion Design/Art & Design Institute, Daegu University; Daegu, Korea

**Abstract :** This study develops size sections and specifications for females 7-18 years old. The specifications will contribute to the development of precise virtual models that represent basic data for the size alteration of 3D virtual models. A total of 33 items from the 5<sup>th</sup> Size Korea data set were adopted and analyzed. Two representative factors (Obesity and Height Factors) were identified through a factor analysis of the 33 items. Waist circumference and stature were selected as representative variables for Obesity and Height Factors, respectively, and conducted cross tabulations between waist circumference and height for the age groups of 7-12 and 13-18 year-olds. Size sections were developed for the development of 3D models based on the results. A regression analysis then developed size specifications for each section with independent variables of waist circumference and height as well as dependent variables of reference body size. Subsequently, Obesity Factors were better explained by waist circumference and Height Factors were better explained by stature. Finally, size specifications for each section were developed.

**Key words:** size specification(사이즈 스펙), 3D body model(3D 모델), parametric body(파라메트릭 바디), virtual garment(가상의상), body measurement(인체 치수)

## 1. 서 론

의류제품의 완벽한 핏(fit)을 위하여 의류산업에서는 인체 측정과 패턴개발을 위한 다방면의 연구를 수행해왔다(Apeagyei, 2010; Otieno, 2005). 이러한 인체 측정과 의복 맞춤새 개선을 향한 지속적인 요구로 3차원 인체 스캐너가 개발되어 보다 정밀하고 다양한 인체 치수 정보를 획득하는데 활용되고 있다. 3차원 인체 형상을 추출하는 기술에 대한 연구는 1960년대 이전부터 시도되었으며 1980년대 후반에 Cyberware社의 레이저 스캐닝 시스템이 판매되기 시작하였다. 1998년, TC2는 의류산업체에서 활용할 수 있는 첫 번째 3D 바디 스캐너를 개발하였으며 이후 3차원 인체 스캐너는 2002년의 Size UK(영국), 2002년의 Size USA(미국), 2004년의 Size MX(멕시코) 같은 국가적 사이즈 조사에서 선택되었다.

우리나라에서는 2003-4년에 실시된 5차 사이즈코리아사업(Korean Agency for Technology and Standards[KATS], 2004)에서 3차원 스캐너를 이용하여 정밀하고 안정적인 3차원 형상

데이터를 수집, 측정하였으며 2010년 6차 사이즈코리아 사업(KATS, 2010)에서도 3차원 스캐너를 이용한 데이터를 수집하고 있다. 이와 같이 3차원 스캐너는 17초 이하의 짧은 시간에 인체 전신의 형상을 획득하여 디지털화하므로 보관과 측정이 용이하며 인체측정은 물론 어패럴 CAD 시스템과의 연계로 custom-MTM을 가능하게 하고 있다. 또한 컴퓨터 그래픽과 연계하여 가상 아바타를 생성하여 전자상거래에서 의복을 착용하는 등의 발전을 거듭하고 있다. 따라서 3차원 스캐너를 이용한 인체 데이터 수집과 측정은 인체와 패턴을 연구함에 있어 기초적인 과정이 되고 있다.

디지털 기술의 발전은 섬유, 패션 산업 분야에도 혁신을 가져와, 3차원 기술과 가상공간, 가상현실 응용시스템을 활용한 상품 기획과 생산 및 소비가 가능해지고 있다. 특히 가상 착의 기술은 의류제품의 착용 상태를 제공하여 의류제품의 사이즈 만족도와 제품 생산과정의 신속화에 도움을 주고 있다. 국내에서 i-Vird, I-designer, Qualoth, DC suit, Clo3D 등 다양한 가상착의 기술이 개발되어 의류 산업 및 애니메이션 분야에서 광범위하게 활용되고 있다. 따라서 가상착의 시스템에서 사용되는 가상 모델의 모델링과 사이즈 다양화에 관한 연구도 요구되었다. 기존의 연구들은 주로 가상 모델을 사이즈에 따라 변형하는 기법(Kasap & Magnenat-Thalmann, 2007; Li & Wang,

<sup>†</sup>Corresponding author; Young Lim Choi  
Tel. +82-53-850-6827, Fax. +82-53-850-6829  
E-mail: orangebk@daegu.ac.kr

2007; Zhaoqi et al., 2006; Kim & Park, 2004)과 모핑기법을 이용한 가상모델 모델링(Shin et al., 2011; Park et al., 2007; Shin, 2005)에 관한 것이 대부분이었다. 그러나 다양한 소비자의 체형 특성을 분석하여 가상모델의 사이즈를 이에 맞추어 변형하는 연구는 부족한 실정이다. 사이즈 호칭이 변화하면 키와 가슴둘레, 허리둘레와 같은 대표 치수만 변화하는 것이 아니라 인체 전반의 치수가 변화하므로 이들 치수간의 상관관계를 바탕으로 한 치수변화 룰(rule) 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 7-18세 여성 인체의 사이즈 구간을 선정하고 사이즈별 상세 인체 치수를 개발하는 것을 목적으로 한다. 이러한 상세 치수는 3차원 가상 모델의 사이즈 변형을 위한 기본자료로 활용되어 보다 정확한 가상 모델 개발에 기여할 것으로 기대된다.

## 2. 연구대상과 실험방법

### 2.1. 연구대상

인체의 사이즈 구간과 사이즈별 상세 치수를 제안하기 위하여 5차 사이즈코리아(KATS, 2004) 자료 중 7-18세 여성의 3차원 측정치를 사용하였다. 연령대 분류에는 한국산업표준(KS) 의복치수규격을 참고하였다. KS 의복치수규격에 따르면 연령을 아동 7-12세(KATS, 2009b)와 청소년 12-18세(KATS, 2009a)으로 구분하여 연령이 중복되었다. 따라서 본 연구에서는 7-12세, 13-18세로 분류하여 연령대별 사이즈 스펙을 개발하였다.

### 2.2. 자료분석

5차 사이즈코리아(KATS, 2004) 자료 중 7-18세 여성의 3차원 측정치 중, 높이 12항목, 둘레 16항목, 길이 5항목, 총 33항목을 선정하여 통계분석에 사용하였다(Table 1). 33개 인체 측정항목에 대한 요인분석을 실시하여 체형을 대표하는 요인을 추출하였다. 요인추출은 주성분 분석을 사용하였고 요인수는 Kaiser의 고유치 1.00 이상인 요인에 대하여 스크리 도표를 참조하여 정하고, 성분행렬은 Varimax 방법에 의하여 직교회전하였다.

사이즈 구간을 선정하기 전에 연령에 따른 인체 비율의 차이를 확인하기 위하여 7-12세, 13-18세 그룹의 인체비율을 비교하였다. 목뒤높이, 겨드랑이높이, 젖가슴높이, 젖가슴아래높이, 허리높이, 배꼽수준허리높이, 엉덩이높이, 살높이, 무릎높이, 장딴지높이를 키로 나눈 비례치를 산출하여 독립표본 t-test를 실시하였다.

허리둘레와 키를 여자 아동복 치수(KATS, 2009b)과 여자 청소년복의 치수(지KATS, 2009a)에서 제시한 피트성이 필요한 의복의 신체 치수 간격에 따라 허리 둘레는 3 cm, 키는 5 cm 간격으로 사이즈 구간을 설정하였다. 허리둘레와 키의 사이즈 구간을 교차분석하여 다빈도 구간을 선정하였다.

마지막으로 사이즈 구간별 상세 치수 스펙을 개발하기 위하여 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석에는 허리둘레와 키를 독

Table 1. Body measurement

Height	Circumference	Length
1 Stature	1 Neck circumference	1 Posterior shoulder length
2 Cervical height	2 Chest circumference	2 Interscye, front
3 Axilla height	3 Bust circumference	3 Interscye, back
4 Bust height	4 Underbust circumference	4 Upperarm length
5 Underbust height	5 Waist circumference	5 Arm length
6 Waist height	6 Hip circumference	
7 Hip height	7 Thigh circumference	
8 Crotch height	8 Midthigh circumference	
9 Gluteal fold height	9 Knee circumference	
10 Thigh height	10 Calf circumference	
11 Knee height	11 Minimum leg circumference	
12 Calf height	12 Foot circumference	
	13 Upper arm circumference	
	14 Elbow circumference	
	15 Forearm circumference	
	16 Wrist circumference	

립변수로, 인체 참고치수를 종속변수로 투입하였다.

자료분석에는 SPSS 19.0이 사용되었다.

## 3. 결 과

### 3.1. 주요변수 선정

체형을 나타내는 주요 인체 측정항목을 선정하여 요인분석을 실시하였다(Table 2). 아동, 청소년의 체형 특성을 나타내는 요인을 개발하기 위하여 7-18세 여성 681명을 대상으로 분석하였다. 요인분석 결과 총 2개 요인이 도출되었고 베리맥스 회전 후 2개 요인의 고유치는 모두 1 이상이 되었으며 총 설명변량은 87.17%이다. 요인1에는 아래팔둘레, 편위팔둘레, 무릎둘레, 넓다리둘레, 장딴지둘레, 가슴둘레 등 둘레 항목과 팔길이, 위팔길이, 겨드랑이넓이사이길이, 겨드랑이넓이사이길이 포함되어 인체의 굵고 가늘을 나타낼 수 있는 요인으로 해석되었다. 따라서 요인1은 비만요인으로 명명하였다. 특히 요인1에는 팔길이와 위팔길이 포함되었는데 여성 인체에 있어 어깨가쪽점, 팔꿈치점과 같은 팔부위 인체측정점이 비만에 따라 체표면상의 위치가 달라졌기 때문에 보인다. 요인2에는 삼높이, 불기고랑높이, 키 등 높이 항목과 어깨가쪽사이길이 포함되어 인체의 길고 짧음을 나타낼 수 있는 요인으로 해석되었다. 따라서 요인2는 높이로 명명하였다. 요인2에는 엉덩이둘레가 포함되었는데 이는 여성의 엉덩이둘레는 비만 보다는 키에 의한 영향을 크게 받음을 나타내었다. 엉덩이둘레가 비만요인이 아닌 높이 요인에 포함된 원인을 파악하기 위하여 키, 젖가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레의 상관분석을 실시하였다. Table 3과 같이 엉덩이둘레와 키는 상관계수 0.905로 높은 상관관계를 보였으며 젖가슴

**Table 2.** Rotated component matrix

	Factor	Item Loadings		Eigen-value	Variance Explained (89.23%)	Cronbach's $\alpha$
		1	2			
Obesity	Forearm circumference	.946	.164	21.840	66.18	.969
	Elbow circumference	.943	.194			
	Knee circumference	.928	.288			
	Thigh circumference	.927	.259			
	Calf circumference	.923	.294			
	Chest circumference	.918	.299			
	Midthigh circumference	.916	.263			
	Underbust circumference	.914	.222			
	Minimum leg circumference	.908	.208			
	Waist circumference	.906	.181			
	Bust circumference	.906	.307			
	Neck circumference	.900	.135			
	Upper arm circumference	.886	.164			
	Foot circumference	.822	.246			
	Wrist circumference	.793	.041			
	Arm length	.729	.453			
	Upperarm length	.681	.471			
	Interscye, front	.582	.560			
	Interscye, back	.544	.535			
Height	Crotch height	.185	.970	6.930	21.00	.982
	Hip height	.207	.968			
	Underbust height	.206	.968			
	Thigh height	.209	.966			
	Gluteal fold height	.201	.965			
	Bust height	.233	.965			
	Waist height	.234	.964			
	Axilla height	.251	.961			
	Knee height	.185	.961			
	Cervical height	.260	.959			
	Stature	.246	.959			
	Calf height	.196	.891			
	Hip circumference	.476	.803			
	Posterior shoulder length	.544	.564			

**Table 3.** Correlation analysis of major circumferences and stature

Pearson's coefficient of correlation	Bust circ.	Waist circ.	Hip circ.	Stature
Bust circ.	1			
Waist circ.	.944***	1		
Hip circ.	.700***	.621***	1	
Stature	.512***	.394***	.905***	1

\*\*\* $p < .001$

둘레와는 0.700, 허리둘레와는 0.621의 상관계수가 도출되었다. 이러한 결과로 7-18세 여성의 인체치수에 있어 엉덩이둘레는 둘

레항목 보다는 높이항목과 더 높은 상관성이 있음을 알 수 있다.

**3.2. 연령대별 인체비례 비교**

연령대별 인체비례를 비교하기 위하여 높이항목을 키로 나눈 비례치를 산출하여 7-12세, 13-18세 그룹의 독립표본 t-test를 실시하였다. Table 4와 같이 목뒤높이, 겨드랑높이, 젖가슴아래높이, 허리높이, 배꼽수준허리높이, 살높이, 발기고랑높이, 무릎높이, 장딴지높이에 대한 키의 비례치는 연령대 그룹별로 유의한 차이가 나타나 성장에 따라 인체 비례가 달라짐을 알 수 있었다. 즉, 연령 증가에 따라서 키에 대한 동체와 다리의 높이 항목의 비례치가 증가하여 키에 비해 머리는 작아지고 동

**Table 4.** T-test between age groups

Items	Age 7-12		Age 13-18		t-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Cervical height/Stature	0.832	0.010	0.841	0.007	-15.160***
Axilla height/Stature	0.738	0.011	0.747	0.008	-12.269***
Bust height/Stature	0.724	0.011	0.725	0.010	-1.363
Underbust height/Stature	0.695	0.011	0.690	0.012	5.527***
Waist height/Stature	0.623	0.013	0.628	0.011	-5.416***
Waist height (Omphalion)/Stature	0.587	0.012	0.590	0.011	-3.177**
Hip height/Stature	0.494	0.013	0.493	0.012	1.634
Crotch height/Stature	0.459	0.013	0.455	0.012	4.039***
Gluteal fold height/Stature	0.441	0.012	0.437	0.012	3.978***
Knee height/Stature	0.265	0.008	0.261	0.008	5.815***
Calf height/Stature	0.183	0.011	0.182	0.010	1.794

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

체와 다리길이가 길어짐을 알 수 있다. 그러나 키에 대한 젓가슴높이와 엉덩이높이, 장딴지높이의 비례치는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이는 젓가슴돌출점과 엉덩이돌출점, 장딴지돌출점이 비만도가 높으면 아래로 쳐지는 경향이 있어 젓가슴높이와 엉덩이높이, 장딴지높이가 키 뿐만 아니라 비만의 영향도 받기 때문이다.

이와 같이 연령대에 따라 인체비례에 차이를 나타내므로 연령대별 사이즈 스펙이 요구됨을 알 수 있었다. 이에 따라 사이즈 구간을 선정하기 위한 교차분석에서는 연령대를 분리하는 것이 적절할 것이다.

**3.3. 사이즈 호칭 선정**

Table 2의 요인분석 결과에 의하여 체형 특성을 대표하는 2

**Table 6.** Result of cross tabulation for aged 7-12

Stature (cm)	Waist(cm)															Total	$\chi^2$		
	46	49	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88			91	
110			1	1													2	$\chi^2 = 185.663^{***}$ df=154	
115				1													1		
120		1	5	1	6	1	1										15		
125		4	6	7	9	2	1	1	1								31		
130		2	7	7	9	5	5	1	2	1							39		
135	1	1	3	8	7	4	7	1	1	1	2						36		
140			3	9	7	7	8	5	3	1							43		
145			6	5	8	10	2	3	4	1	1	1	1			1	42		
150				2	1	8	8	2	2	4	1		1				30		
155				1	2	7	5	2	3			1	2				23		
160					1	2	3	1	2	2		1			1		13		
165						1	1										2		
Total	1	8	31	42	50	47	41	16	18	10	4	3	4	0	1	1	277		

\*\*\* $p < .001$

**Table 5.** Correlation analysis of major circumferences and obesity Index

Pearson's coefficient of correlation	Chest circ.	Bust circ.	Waist circ.	Hip circ.
Obesity Index	.499**	.518**	.628**	.479**

\*\* $p < .01$

가지 요인으로 비만요인과 키 요인이 추출되었으며 비만요인의 대표 항목으로 허리둘레, 높이의 대표 항목으로 키를 선정하였다. 여자 아동복 치수(KATS, 2009b)과 여자 청소년복의 치수(KATS, 2009a)에서 제시한 피트성이 필요한 의복의 신체 치수 간격에 따라 허리둘레는 3 cm, 키는 5 cm 간격으로 사이즈 구간을 설정하였다. 허리둘레와 키의 사이즈 구간을 교차분석하여 2% 이상의 빈도를 나타내는 치수 조합을 다빈도 구간으로 선정하였다.

본 연구는 3D 모델 개발을 위한 인체 사이즈 스펙 개발을 목적으로 하였으므로 상의류 사이즈의 대표치수인 키, 가슴둘레, 하의류 사이즈의 대표치수인 키, 허리둘레, 엉덩이둘레가 아닌 키와 허리둘레를 대표치수로 선정하였다. 인체 전체에 대한 대표성이 있어야하므로 비만지수와와의 상관분석을 실시하였다. 비만지수는 소아 및 청소년의 비만정도를 나타내는 지수로써(실측 체중-신장별 표준체중)/신장별 표준체중 $\times 100$ (KNHANES, 2006)으로 산출되었으며 신장별 표준체중은 질병관리본부(KCDCP, 2007)의 소아청소년 표준성장도표가 사용되었다. 상관분석 결과, 허리둘레가 비만과 가장 상관관계가 높게 나타났다. 따라서 본 연구에서는 높이의 대표 치수인 키와 비만의 대표치수인 허리둘레를 사이즈 분류 기준으로 삼았다(Table 5).

7-18세 여성 전체를 대상으로 키와 허리둘레 사이즈 구간을 교차분석 한다면, 연령대에 따른 인체 비율의 차이(Table 4)가 반영되지 못할 것이다. 또한 Table 6과 Table 7에 의하면 연령

2% $\geq$

**Table 7.** Result of cross tabulation for aged 13-18

(unit; number)

Stature (cm)	Waist(cm)															Total	$\chi^2$	
	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94			97
140			1														1	
145	1		1	2	2	2				1							9	
150			7	3	10	4	8	2	4		1						39	$\chi^2=$ 318.797*** df=112
155		1	5	19	16	27	20	11	6	5	2	2					114	
160			4	14	25	36	25	15	10	9	5	3	2				148	
165			2	4	9	16	18	8	7	4	2		3				73	
170				1	1	2	3	3	3	1	1				1		16	
175											1		1	1			3	2% $\geq$
180							1										1	
Total	1	1	20	43	63	87	75	39	30	20	12	5	6	1	0	1	404	

\*\*\* $p < .001$

대에 따라 서로 전혀 다른 사이즈가 다빈도 구간으로 나타나고 있으나, 전체 연령대를 대상으로 교차분석하는 경우 중간 범위가 다빈도 구간으로 나타나 결국 7-12세, 13-18세 연령대 모두 빈도가 낮은 사이즈가 다빈도 구간으로 선정될 것이다. 따라서 본 연구에서는 연령대별 체형 특성을 반영한 사이즈 스펙을 개발하고자 연령대별로 구분하여 교차분석을 실시하였다.

7-12세 여성의 키와 허리둘레 사이즈 구간을 교차분석한 Table 6에 의하면 120-58, 125-52, 125-55 등 총 20개 사이즈 구간이 2% 이상의 빈도를 보였다. 그러나 130-52와 145-52 사이즈는 다빈도 구간에 해당되나 135-52, 140-52 사이즈는 다빈도 구간에 해당되지 않아 사이즈 분포가 비연속적으로 나타났다. 13-18세 여성의 키와 허리둘레 사이즈 구간을 교차분석한 Table 7에 의하면, 150-64, 155-61, 155-64 등 총 15개 사이즈 구간이 2% 이상의 빈도를 보였다.

Table 8은 7-12세, 13-18세 여성의 키와 허리둘레 교차분석 결과에 따른 사이즈 구간 선정 결과이다. 각 연령대 그룹에서 2% 이상의 빈도를 나타내는 35개 사이즈 구간이 선정되었다. 이렇게 선정된 총 430명의 데이터를 기반으로 회귀모형을 개발하여 사이즈 구간별 상세 치수 분석에 활용하고자 한다.

**3.4. 회귀모형 개발**

Table 6와 Table 7에서 나타내듯이 다빈도 구간이라 하여도 피험자의 수는 최소 6명에서 최대 36명으로 극히 제한적이다. 따라서 사이즈 구간별 상세 치수 스펙을 개발하기 위하여 각 연령대의 사이즈 구간에 포함되는 모든 데이터를 이용한 회귀식을 사용하였다. 연령대에 따른 체형 특성을 반영하고 각 사이즈 구간의 참고치수를 제시하기 위하여 7-12세, 13-18세 그룹으로 나누어 회귀분석을 실시하였으며 Table 8의 사이즈 구간 중에서 키 120-145구간은 7-12세, 키 160-165 구간은 13-18세로 대상을 한정하였으며 150-155구간은 2개 연령 그룹 모두에서 2% 이상 출현율을 보였으므로 7-18세 전체를 대상으로 하였다.

Table 2의 요인분석과 Table 3과 5의 상관분석 결과에 따라

**Table 8.** Size designation for 7-18 aged men

(unit ; %)

Stature (cm)	Waist(cm)											
	49	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82
110												
115												
120												
125				2.2								
130			2.2	2.5	3.2							
135			2.5	2.5	3.2							
140				2.9	2.5					2.5		
145				3.2	2.5	2.5	2.9					
150				2.2	1.8	2.9	3.6					
155						2.9	2.5/2.5					
160						2.5/4.7	4.0	6.7	5.0	2.7		
165						3.5	6.2	8.9	6.2	3.7	2.5	2.2
170							2.2	4.0	4.5			
175												
180												

▨ : Age 7-12. 2% $\geq$   
▨ : Age 13-18. 2% $\geq$   
■ : Selected size sections

대표 항목으로 선정된 키와 허리둘레를 독립변수로 하고 인체 각 부위 치수 항목을 종속변수로 하여 회귀분석을 실시하였다 (Table 9, Table 10). Table 9의 비만요인의 회귀분석 결과로부터 선정모형의 적합도를 측정하는 R<sup>2</sup>은 허리둘레와 키가 투입됨으로써 종속변수 목둘레에 대한 전체 설명력이 7-12세의 경우 0.448, 즉 44.8%가 표본회귀선에 적합하다는 의미이다. 회귀계수에 있어서는 모든 항목에서 허리둘레와 키의 회귀계수가 양(+)의 값을 나타내어 비만요인에 해당하는 인체치수항목의 예측치는 비만할수록, 키가 클수록 커지는 것을 알 수 있다.

7-12세, 13-18세의 모든 인체치수 항목의 회귀분석 결과가 유의수준 .001에서 통계적 유의성을 나타내었다. 비만요인에 해

**Table 9.** Regression equations of obesity factors

Dependent variable	Independent variable	Age 7-12		Age 13-18		Dependent variable	Independent variable	Age 7-12		Age 13-18	
		b	$\beta$	b	$\beta$			b	$\beta$	b	$\beta$
Neck circ.	Waist circ.	0.274	0.660	0.237	0.621	Foot circ.	Waist circ.	0.119	0.409	0.074	0.278
	Stature	0.007	0.029	0.030	0.077		Stature	0.036	0.222	0.073	0.263
	R <sup>2</sup>	0.448		0.428			R <sup>2</sup>	0.270		0.202	
	F	71.092***		137.540***			F	32.364***		46.619***	
Chest circ.	Waist circ.	0.904	0.775	0.879	0.800	Upper arm circ.	Waist circ.	0.425	0.719	0.401	0.696
	Stature	0.174	0.267	0.188	0.166		Stature	0.024	0.072	0.010	0.018
	R <sup>2</sup>	0.793		0.767			R <sup>2</sup>	0.553		0.493	
	F	334.662***		609.536***			F	108.219***		179.191***	
Bust circ.	Waist circ.	0.921	0.777	0.916	0.819	Elbow circ.	Waist circ.	0.227	0.693	0.188	0.571
	Stature	0.181	0.273	0.163	0.141		Stature	0.018	0.100	0.056	0.166
	R <sup>2</sup>	0.803		0.779			R <sup>2</sup>	0.532		0.426	
	F	356.383***		648.700***			F	99.412***		136.603***	
Underbust circ.	Waist circ.	0.739	0.850	0.722	0.839	Forearm circ.	Waist circ.	0.233	0.699	0.197	0.590
	Stature	0.070	0.145	0.110	0.124		Stature	0.012	0.065	0.040	0.116
	R <sup>2</sup>	0.816		0.799			R <sup>2</sup>	0.520		0.413	
	F	388.034***		729.284***			F	94.781***		129.643***	
Thigh circ.	Waist circ.	0.681	0.777	0.646	0.698	Wrist circ.	Waist circ.	0.138	0.426	0.099	0.316
	Stature	0.024	0.049	0.175	0.183		Stature	0.001	0.008	0.010	0.030
	R <sup>2</sup>	0.629		0.618			R <sup>2</sup>	0.184		0.108	
	F	148.281***		297.710***			F	19.712***		22.259***	
Midhigh circ.	Waist circ.	0.621	0.780	0.619	0.729	Arm length	Waist circ.	0.183	0.260	0.016	0.035
	Stature	0.061	0.136	0.138	0.158		Stature	0.228	0.579	0.347	0.745
	R <sup>2</sup>	0.686		0.644			R <sup>2</sup>	0.492		0.575	
	F	194.167***		333.332***			F	84.656***		249.329***	
Knee circ.	Waist circ.	0.361	0.710	0.261	0.575	Upperarm length	Waist circ.	0.102	0.240	0.001	0.003
	Stature	0.071	0.250	0.143	0.305		Stature	0.138	0.581	0.219	0.681
	R <sup>2</sup>	0.671		0.557			R <sup>2</sup>	0.471		0.465	
	F	178.310***		231.187***			F	79.851***		160.013***	
Calf circ.	Waist circ.	0.359	0.721	0.309	0.595	Interscye, front	Waist circ.	0.129	0.266	0.186	0.500
	Stature	0.058	0.210	0.158	0.294		Stature	0.174	0.644	0.116	0.303
	R <sup>2</sup>	0.653		0.754			R <sup>2</sup>	0.586		0.457	
	F	164.402***		248.215***			F	124.022***		154.844***	
Minimum leg circ.	Waist circ.	0.204	0.619	0.128	0.413	Interscye, back	Waist circ.	0.104	0.219	0.151	0.339
	Stature	0.016	0.086	0.082	0.257		Stature	0.157	0.592	0.118	0.256
	R <sup>2</sup>	0.422		0.317			R <sup>2</sup>	0.475		0.247	
	F	63.913***		85.410***			F	79.135***		60.302***	

\*\*\* $p < .001$

당하는 인체치수항목 대부분에 있어 허리둘레의 베타계수가 키의 베타계수보다 크게 나타나 허리둘레가 키보다 더 큰 설명력을 가진 것으로 볼 수 있다. 그러나 팔길이, 위팔길이, 겨드랑 앞벽사이길이, 겨드랑뒤벽사이길이는 키의 설명력이 더 큰 것으로 나타났다. 팔길이, 위팔길이, 겨드랑 앞벽사이길이, 겨드랑 뒤벽사이길이는 요인분석에서는 비만요인에 해당하였으나 인체

의 크기를 나타내는 길이 항목들이므로 키의 영향을 크게 받기 때문에 해석되었다. 특히 팔길이, 위팔길이, 겨드랑 앞벽사이길이, 겨드랑뒤벽사이길이는 요인분석 결과에 있어서도 다른 비만 요인 항목들에 비하여 키 요인의 성분이 크게 나타나 허리둘레와 키 모두의 영향을 받는 것으로 해석되었다.

Table 10의 높이의 회귀분석결과로부터 R<sup>2</sup>은 허리둘레와 키

가 투입됨으로써 종속변수 목뒤높이에 대한 전체 설명력이 7-12세의 경우 0.987, 즉 98.7%가 표본회귀선에 적합하다는 의미이다. 높이항목은 대부분 R<sup>2</sup>이 0.540에서 0.987 사이의 높은 값을 나타내었으나 13-18세 무릎높이 0.227과 어깨가쪽사이길이 0.247로 비교적 낮게 나타났다. 또한 겨드랑높이, 젓가슴높이, 젓가슴아래높이, 넙다리높이, 살높이, 장딴지높이의 회귀계수는 허리둘레는 음(-)의 값을, 키는 양(+의 값을 나타내어 키가 클수록 높이 예측값이 커지고 허리둘레가 클수록, 즉 비만일수록 예측값이 작아지는 것으로 나타났다. 이는 비만일수록 겨드랑부위와 가슴, 넙다리 등이 아래로 처지기 때문으로 해석되었다.

7-12세, 13-18세의 모든 인체치수 항목의 회귀분석 결과가 유의수준 .001에서 통계적 유의성을 나타내었다. 높이에 해당하는 모든 인체치수항목에 있어 키의 베타계수가 허리둘레의 베타계수보다 크게 나타나 키가 허리둘레보다 더 큰 설명력을

가진 것으로 볼 수 있다.

3.5. 호칭별 사이즈 스펙 개발

Table 8의 사이즈 호칭과 Table 9, Table 10의 회귀분석 결과에 의하여 사이즈 스펙을 개발하였으며 Table 11는 호칭별 사이즈 스펙의 일부이다. 사이즈 호칭은 키와 허리둘레를 기준으로 총 48개 호칭이 개발되었으며 목둘레, 가슴둘레, 젓가슴둘레, 젓가슴아래둘레, 엉덩이둘레, 넙다리둘레, 넙다리중간둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레, 종아리최소둘레, 발둘레, 편위팔둘레, 편 팔꿈치둘레, 아래팔둘레, 손목둘레, 목뒤높이, 겨드랑높이, 젓가슴높이, 젓가슴아래높이, 허리높이, 엉덩이높이, 불기고랑높이, 넙다리높이, 살높이, 무릎높이, 장딴지높이, 팔길이, 위팔길이, 어깨가쪽사이길이, 겨드랑앞벽사이길이, 겨드랑뒤벽사이길이 총 31개 상세 치수가 산출되었다. 사이즈 호칭별로 산출된 상세치수와 각 사이즈 호칭별 해당 항목의 평균을 대응표본 t-test로

Table 10. Regression equations of height factors

Dependent variable	Independent variable	Age 7-12		Age 13-18		Dependent variable	Independent variable	Age 7-12		Age 13-18	
		b	$\beta$	b	$\beta$			b	$\beta$	b	$\beta$
Cervical height	Waist circ.	-0.011	-0.006	0.017	0.019	Thigh height	Waist circ.	-0.045	-0.039	-0.012	-0.018
	Stature	0.934	0.995	0.897	0.967		Stature	0.605	0.955	0.522	0.785
	R <sup>2</sup>	0.987		0.950			R <sup>2</sup>	0.891		0.605	
	F	6515.826***		3515.826***			F	715.282***		282.325***	
Axilla height	Waist circ.	-0.065	-0.043	-0.005	-0.006	Crotch height	Waist circ.	-0.048	-0.046	-0.063	-0.108
	Stature	0.854	0.998	0.821	0.958		Stature	0.554	0.955	0.482	0.802
	R <sup>2</sup>	0.972		0.914			R <sup>2</sup>	0.888		0.589	
	F	3055.957***		1946.109***			F	695.784***		263.995***	
Bust height	Waist circ.	-0.016	-0.011	-0.054	-0.068	Knee height	Waist circ.	0.009	0.019	0.029	0.078
	Stature	0.814	0.988	0.776	0.942		Stature	0.186	0.710	0.168	0.441
	R <sup>2</sup>	0.969		0.844			R <sup>2</sup>	0.512		0.227	
	F	2727.738***		995.054***			F	91.934***		53.971***	
Underbust height	Waist circ.	-0.046	-0.033	-0.114	-0.147	Calf height	Waist circ.	-0.007	-0.012	-0.012	-0.034
	Stature	0.754	0.980	0.749	0.939		Stature	0.312	0.916	0.268	0.716
	R <sup>2</sup>	0.943		0.798			R <sup>2</sup>	0.833		0.495	
	F	1447.816***		728.254***			F	436.957***		180.276***	
Waist height	Waist circ.	0.008	0.006	-0.032	-0.044	Hip circ.	Waist circ.	0.373	0.287	0.750	0.633
	Stature	0.739	0.969	0.688	0.906		Stature	0.497	0.684	0.464	0.379
	R <sup>2</sup>	0.942		0.792			R <sup>2</sup>	0.662		0.727	
	F	1426.949***		700.312***			F	174.353***		489.185***	
Hip height	Waist circ.	0.000	0.000	-0.020	-0.032	Posterior shoulder length	Waist circ.	0.082	0.165	0.102	0.230
	Stature	0.572	0.945	0.506	0.797		Stature	0.187	0.669	0.166	0.362
	R <sup>2</sup>	0.893		0.617			R <sup>2</sup>	0.540		0.247	
	F	727.870***		296.223***			F	102.647***		60.509***	
Gluteal fold height	Waist circ.	0.005	0.005	-0.025	-0.045						
	Stature	0.493	0.934	0.452	0.778						
	R <sup>2</sup>	0.876		0.580							
	F	618.277***		254.609***							

\*\*\*p < .001

Table 11. Size specification for sizing

(unit ; mm)

Size section	Measurements									
	Chest circ.	Bust circ.	Hip circ.	Back length	Arm length	Crotch height	Posterior shoulder length	Interscye, front	Interscye, back	
Age 7-12	120-58	686	652	649	279	395	536	308	254	282
	125-52	640	606	651	279	396	567	312	255	284
	125-55	667	634	662	283	401	565	315	259	287
	125-58	694	661	674	286	407	564	317	262	290
	130-52	649	615	676	286	407	594	321	263	291
	130-55	676	643	687	290	413	593	324	267	294
	130-58	703	670	698	293	418	592	326	271	298
	135-55	685	652	712	297	424	621	333	276	302
	135-58	712	679	723	300	430	619	336	280	305
	135-64	766	735	746	308	441	616	341	288	312
	140-55	693	661	737	304	435	648	342	285	310
	140-58	720	688	748	307	441	647	345	289	313
	140-61	747	716	759	311	446	645	347	292	316
	140-64	775	744	770	315	452	644	350	296	320
	145-52	675	642	750	307	441	678	349	290	315
	145-55	702	670	762	311	447	676	352	293	318
	145-58	729	697	773	314	452	675	354	297	321
	145-61	756	725	784	318	458	673	357	301	324
	145-64	783	753	795	322	463	672	359	305	327
	150-61	781	753	818	337	483	686	367	307	336
150-64	808	780	841	339	484	684	370	312	341	
Age 13-18	155-61	791	761	842	348	501	710	376	313	342
	155-64	817	788	864	351	501	708	379	318	347
	155-67	844	816	887	353	502	707	382	324	351
	155-70	870	843	909	355	502	705	385	329	356
	155-73	896	871	932	358	503	703	388	335	360
	160-61	800	769	865	360	518	734	384	318	348
	160-64	827	796	887	362	518	733	387	324	353
	160-67	853	824	910	364	519	731	390	330	357
	160-70	879	851	932	366	519	729	393	335	362
	160-73	906	879	955	369	520	727	396	341	366
	160-76	932	906	977	371	520	725	399	346	371
	160-79	959	934	1000	373	521	723	402	352	375
	165-64	836	805	911	373	536	757	395	330	358
	165-67	862	832	933	375	536	755	398	335	363
	165-70	889	860	955	378	537	753	401	341	368

비교하였으나 모든 항목에서 유의한 차이가 나타나지 않아 본 연구에서는 생략하였다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 7-18세 여성 인체의 사이즈 구간을 선정하고 사이즈별 상세 인체 치수를 개발하여 향후 인체 적합성이 높은 3차원 모델 제작에 기초자료로 제공 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 5차 사이즈코리아(KATS, 2004) 자료 중, 높이 12

항목, 둘레 16항목, 길이 5항목, 총 33항목을 선정하여 통계분석을 실시하였다. 33개 인체측정항목에 대한 요인분석을 통하여 체형을 대표하는 2개 요인으로 비만요인과 높이를 추출하였다. 사이즈 구간을 선정하기에 앞서 7-12세, 13-18세 그룹의 인체비례를 비교한 결과, 연령 증가에 따라서 키에 대한 동체와 다리의 높이 항목의 비례치가 증가하였다. 즉, 키에 비해 머리는 작아지고 동체와 다리길이가 길어지는 등 유의한 차이를 나타내어 연령대별 사이즈 스펙이 필요함을 알 수 있었다.

비만요인의 대표항목을 허리둘레, 높이의 대표항목을 키로

선정하여 허리둘레는 3 cm, 키는 5 cm 간격으로 사이즈 구간을 설정하였다. 7-12세, 13-18세로 연령대를 구분하여 허리둘레와 키의 사이즈 구간을 교차분석하여 다빈도 구간을 추출하였으며 이를 바탕으로 3D 모델 개발을 위한 사이즈 구간을 선정하였다. 마지막으로 회귀분석을 통하여 사이즈 구간별 상세 치수 스펙을 개발하였다. 회귀분석에는 허리둘레와 키를 독립변수로, 인체 참고치수를 종속변수로 투입하였다. 결과적으로 비만요인에 해당하는 인체치수들은 허리둘레의 설명력이 크고, 높이에 해당하는 인체치수들은 키의 설명력이 큰 것으로 나타났으며 각 사이즈 구간별 사이즈 스펙을 개발하였다.

본 연구에서 개발한 사이즈는 상의류와 하의류로 나누어지는 의류제품의 사이즈와는 차이가 있다. 의류제품 상의류는 주로 키, 가슴둘레, 엉덩이둘레, 하의류는 주로 키, 허리둘레, 엉덩이둘레를 제품 치수로 사용하나 본 연구에서는 인체 전체를 모델링하기 위한 사이즈를 개발하기 위하여 대표치수인 키와 허리둘레만을 사용하였다. 다양한 치수항목을 이용하여 사이즈 구간을 분류한다면 보다 체형 세부 특성을 정확하게 반영하는 사이즈 스펙을 개발할 수 있을 것이나 그런 경우 각 사이즈 셀의 빈도가 낮아 회귀식의 설명력이 낮아질 가능성이 높다.

본 연구에서는 7-18세 여성의 사이즈 구간을 선정하였으며 회귀분석에 의하여 각 사이즈 구간의 상세 치수를 제공하였다. 이러한 상세 치수는 3차원 가상 모델의 사이즈 변형을 위한 기본 자료로 활용되어 보다 정확한 가상 모델 개발에 기여할 것이며 이에 대한 후속연구가 수행되어야 할 것이다.

### 감사의 글

이 논문은 2012학년도 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

### References

Apeaygei, P. R. (2010). Application of 3D body scanning technology to human measurement for clothing fit. *International Journal of Digital Content Technology and its Applications*, 4(7), 58-68.

Kasap, M., & Magnenat-Thalmann, N. (2007). Parameterized human body model for realtime applications. *Proceedings of the 2007 international conference on cyberworlds* (pp. 160-167). Washington, DC, USA:IEEE Computer Society.

Kim, S. M., & Park, C. K. (2004). Parametric body model generation for garment drape simulation. *Fibers and Polymers*, 5(1), 12-18.

Korean Agency for Technology and Standards. (2004). *5th Size Korea Technical Report*. Seoul: Government Printing Office.

Korean Agency for Technology and Standards. (2009a). *KS K 9401-Sizing systems for young female's garments*. Seoul: Korean Standard Information Center.

Korean Agency for Technology and Standards. (2009b). *KS K 9403-Sizing systems for girls's garments*. Seoul: Korean Standard Information Center.

Korean Agency for Technology and Standards. (2010). *제6차 한국인 인체치수 3차원형상측정 조사사업 보고서*[6th Size Korea 3D Scan & Measurement Technical Report]. Seoul: Government Printing Office.

Korea Centers for Disease Control and Prevention. (2007). *소아청소년 표준성장도표*[Standard growth diagram of adolescent]. Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention.

Li, J., & Wang, Y. (2007). Automatically constructing skeletons and parametric structures for polygonal human bodies. *Proceedings of the 25th Computer Graphics International Conference, Beijing, China*.

Ministry of Health and Welfare. (2006). *The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES III)*. Seoul: Ministry of Health and Welfare.

Otieno, R., Harrow, C., & Lea-Greenwood, G. (2005). The unhappy shopper, a retail experience: exploring fashion, fit and affordability. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 33(4), 298-309.

Park, S. M., Nam, Y. J., & Choi, K. M. (2007). A study of 3D virtual fitting model of men's lower bodies in forties by morphing technique. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 31(3), 463-474.

Shin, J. Y., Choi, Y. L., & Nam, Y. J. (2011). Development of a representative model for different body shapes of 18-24 aged women-An application of a 3D morphing technique-. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 13(4), 590-599.

Shin, S. J. (2005). *A study of representative type and dress form of men's lower body in forties by using 3-dimensional scan data*. Unpublished master's thesis, Seoul National University, Seoul.

Zhaoqi, W., Tianlu, M., & Shihong, X. (2006). A fast and handy method for skeleton-driven body deformation. *ACM Computers in Entertainment*, 4(4), 1-11.

(Received 8 October 2012; 1st Revised 31 October 2012; 2nd Revised 5 November 2012; Accepted 15 March 2013)