

한국인 표준 아바타 모델링을 위한 20-30대 여성 체형 분석

홍은희 · 윤지원[†]

경상국립대학교 의류학과 조교수 · 부천대학교 섬유패션비즈니스학과 조교수[†]

Analysis of Female Body Types in Their 20s and 30s for Modeling Korean Standard Avatar

Eun-Hee Hong · Ji-Won Yoon^{*†}

Assistant Professor, Dept. of Clothing and Textiles, Gyeongsang National University ·
Assistant Professor, Dept. of Textiles Business & Fashion Design, Bucheon University^{*†}

(2022. 10. 6 접수; 2022. 11. 20 수정; 2022. 12. 5 채택)

Abstract

This study categorized and analyzed the body types of adult women in their 20s and 30s using 3D human measurement data from the 8th Size Korea, and intended to construct body shape and dimension data necessary for modeling Korean standard avatars. Data analysis considered data from 1302 adult women in their 20s and 30s, and a total of 49 index values, drop values, and angle items were subjected to factor analysis and one-way ANOVA to categorize the body type, and Duncan test to post-verify significant differences by type. As a result of conducting factor analysis, 13 factors were extracted and were categorized into 4 body types. Type 1 is short in the upper torso, long in the lower torso, long in the arms and legs, and has a upright body shape and sagging shoulder. Type 2 is short in the torso, arms and legs, and has large torso flexion and lower body circumference. Type 3 has abdominal obesity with small torso flexion and lower body circumference. Type 4 is a small body bending forward type. For the distribution of body types by age among those in their 20s and 30s, the highest appearance rate was Type 1 and was therefore selected as the representative body type. The body type information of this study will be used as basic data for developing standard avatars.

Key Words: Korean Adult Females (한국인 성인 여성), Index (지수치), Standard Avatar (표준 아바타), Body Type Analysis (체형 분석)

I. 서론

ICT(Information and Communication Technologies)의 급속한 발달과 코로나19의 대유행으로 인해 의류

산업의 디지털 전환이 가속화되고 있는 가운데, 3차원 공간내의 가상모델인 avatar에게 가상의상을 착용시킬 수 있도록 설계되어진 3D가상피팅시스템(3D Virtual Fitting System)은 메타버스 환경에서의 의류상품 판매 및 유통뿐만 아니라 상품기

[†]Corresponding author; Ji-Won Yoon
Tel. +82-32-610-3324
E-mail : irony80@bc.ac.kr

※ 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임
(No. 2022R1F1A107534311).

획 및 샘플개발에 있어서 생산공정의 단축과 샘플 제작비용의 절감 등을 목적으로 그 활용도가 가파르게 증가하고 있는 추세이다.

가상피팅시스템을 활용하여 샘플을 제작하고 온라인쇼핑몰을 구축하는 일은 소비자를 대상으로 판매할 의류제품을 개발하거나 시각적으로 보여주는 것이 목적이므로, 활용 시에 소비자의 체형유형과 흡사한 아바타를 적용함이 필수적이라 할 수 있다. 그러나 현재 가상피팅시스템내에서 활용되고 있는 기본 제공 아바타들의 대부분은 현실적인 체형을 반영하기 보다는 이상적인 체형에 가깝게 제작되어 있으며, 시스템내 아바타 사이즈 편집기능을 활용한 체형의 변형작업 또한 일부 길이 및 둘레항목의 치수를 변경하는 수준으로만 시스템 설계되어 있어 특징있는 체형의 아바타를 표현하는데는 한계가 있으므로 실제 체형을 적용해야 하는 의류산업에 바로 적용하기에는 현실적으로 부족함이 있다(이예리, 장정아, 2020; 한현정, 2014).

이에 국내 대기업 브랜드 및 대규모의 글로벌 브랜드에서는 alvanon 등의 아바타 전문제조업체에 의뢰하여 주문제작한 아바타를 비싼 사용료를 지불하며 사용하고 있으나, 자본력이 떨어지는 패션 소상공인과 중소기업들은 이마저도 접근이 불가능한 현실이다. 또한 비싼 비용을 지불하고 주문제작한 아바타도 한국인 타겟 소비자층의 체형 분석에 의해 구축된 형태 및 치수 데이터를 근거로 제작된 것이 아니기 때문에 명확히 한국인 체형을 대표하는 표준아바타라고 할 수 없으며, 이러한 이유로 한국인 체형을 기반으로 하는 다양한 산업분야의 인체공학적인 평가 및 관련 연구에 활용됨에 아쉬움이 따른다. 따라서 산업 전분야의 디지털 전환이 가속화되는 현시점에서 한국인의 체형을 반영하는 아바타 개발이 필수적이라고 판단되며, 다양한 소비자층을 형성하고 있는 의류산업에서 활용가능하도록 성별·연령대별 표준아바타의 구축이 이루어져야 할 것이다.

아바타 모델링은 체형 데이터를 기반으로 구현되어야 하기 때문에 타겟 소비자층에 대한 체형 분석이 선행되어야 한다. 그동안 진행된 체형분석 선행연구로는 성별·연령대별로 체간부 또는 하반신 등의 인체 일부에 해당되는 체형을 분석한 논문(김효숙 외, 2012; 장지현, 이정란, 2017;

임지영, 2020)이 대다수이며, 아바타 또는 마네킨의 구현을 위해 머리와 팔·다리를 포함하는 전신의 체형을 분석한 연구(한현정, 2014)는 매우 부족하다. 또한 분석을 위한 인체항목 선정에 있어서도 절대치항목을 단독으로 사용하거나 절대치 및 지수치 항목을 함께 사용하여 분석한 연구(김인미, 김소라, 2009; 윤지원, 2013; 차수정, 2017; 홍은희, 2019) 등이 대다수이며, 인체의 크기요인을 배제하고 형태중심으로 체형을 분류하기 위해 지수치 등의 계산항목만으로 분석을 진행한 연구(김수아, 2003; 김은희, 2005; 하희정, 성옥진, 2005)는 많지 않다. 체형은 인체의 크기와 형태를 포함하는 개념이므로 체형분류 시에 일반적으로 인체의 크기요인과 형태요인으로 체형을 유형화하지만, 본 연구가 아바타 개발을 최종 목적으로 하는 선행연구라는 점을 감안하여 추후 개발된 아바타의 활용적 측면을 고려했을 때 아바타 치수 편집에 의한 사이즈 조절이 용이할 것이므로 인체의 크기요인은 최대한 배제하고 형태에 의한 체형을 유형화하는 것이 효율적이라 판단하였다.

따라서 본 연구는 국내 의류산업의 디지털 전환에 대응하여 전자상거래 및 의류제품 개발에 활용될 수 있는 한국인 표준아바타(avatar) 개발을 위한 선행 연구로써, 3D인체측정데이터를 활용하여 20-30대 성인여성의 전신 체형을 형태 중심으로 유형화하고 분석하여, 20-30대 한국인 표준아바타 모델링에 필요한 체형 및 치수 데이터를 구축하고 제시하는 것을 목적으로 한다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구대상 및 범위

본 연구의 체형분석에는 ‘제8차 한국인인체 치수조사(산업자원부 기술표준원, 2020-2021)’의 20-30대 성인여성 데이터 중 3D인체측정 데이터를 사용하였다. 본 연구의 목적이 표준아바타 개발을 위한 체형 유형화 및 치수 데이터 구축하기 위한 것임을 고려하여, 체형분석을 위한 데이터 추출 시에 인체의 크기 및 형태가 정상범위에서 벗어나는 비만 데이터는 분석에서 제

〈표 1〉 연구대상의 연령별 분포

단위: 명(%)

연령	20-24세	25-29세	30-34세	35-39세	합계
빈도(퍼센트)	395(30.3)	351(27.0)	255(19.6)	301(23.1)	1302(100.0)

〈표 2〉 분석항목

구분	분석항목	갯수	
3D 인체 측정 항목	높이항목	1.키, 2.목뒤높이, 3.어깨가쪽높이, 4.겨드랑높이, 5.젓가슴높이, 6.허리높이, 7.배높이, 8.엉덩이높이, 9.살높이	9
	둘레항목	10.머리둘레, 11.목밑둘레, 12.젓가슴둘레, 13.젓가슴아래둘레, 14.허리둘레, 15.배둘레, 16.엉덩이둘레, 17.넙다리둘레, 18.무릎둘레, 19.장딴지최대둘레, 20.발목최대둘레, 21.겨드랑둘레(어깨가쪽점), 22.편위팔둘레	13
	길이항목	23.머리수직길이, 24.어깨가쪽사이길이, 25.어깨가쪽길이, 26.목뒤어깨가쪽길이, 27.겨드랑앞벽사이길이, 28.겨드랑뒤벽사이길이, 29.겨드랑앞접합사이길이, 30.겨드랑뒤접합사이길이, 31.목뒤등뼈위겨드랑수준길이, 32.목옆뒤허리둘레선길이, 33.앞중심길이, 34.등길이, 35.몸통수직길이, 36.엉덩이수직길이, 37.살앞뒤길이, 38.팔길이(어깨가쪽점), 39.다리가쪽길이	17
	너비항목	40.목밑너비, 41.어깨가쪽사이너비, 42.젓가슴너비, 43.젓가슴아래너비, 44.허리너비, 45.배너비, 46.엉덩이너비	7
	두께항목	47.겨드랑두께, 48.젓가슴두께, 49.젓가슴아래두께, 50.허리두께, 51.배두께, 52.엉덩이두께	6
	각도항목	53.어깨가쪽경사각(오른)	1
합계		53	
체형 분석 항목	지수치 항목	1.젓가슴아래둘레/젓가슴둘레, 2.허리둘레/젓가슴둘레, 3.배둘레/젓가슴둘레, 4.엉덩이둘레/젓가슴둘레, 5.넙다리둘레/젓가슴둘레, 6.무릎둘레/젓가슴둘레, 7.장딴지최대둘레/젓가슴둘레, 8.발목최대둘레/젓가슴둘레, 9.편위팔둘레/젓가슴둘레, 10.젓가슴너비/젓가슴두께, 11.젓가슴아래너비/젓가슴아래두께, 12.배너비/배두께, 13.엉덩이너비/엉덩이두께, 14.어깨가쪽높이/키, 15.겨드랑높이/키, 16.젓가슴높이/키, 17.허리높이/키, 18.배높이/키, 19.엉덩이높이/키, 20.살높이/키, 21.다리가쪽길이/키, 22.몸통수직길이/키, 23.팔길이(어깨가쪽점)/키, 24.머리수직길이(직접)/키, 25.엉덩이수직길이/키, 26.허리너비/허리두께, 27.엉덩이수직길이/허리높이, 28.엉덩이수직길이/몸통수직길이, 29.살앞뒤길이/엉덩이수직길이, 30.목뒤어깨가쪽길이/어깨가쪽길이, 31.어깨가쪽사이길이/어깨가쪽길이, 32.어깨가쪽사이너비/어깨가쪽길이, 33.목밑너비/어깨가쪽사이너비, 34.목밑너비/목밑둘레, 35.머리둘레(직접)/머리수직길이, 36.목뒤등뼈위겨드랑수준길이/등길이, 37.앞중심길이/등길이, 38.목옆뒤허리둘레선길이/등길이, 39.등길이/(목뒤높이-허리높이), 40.겨드랑앞벽사이길이/겨드랑뒤벽사이길이, 41.겨드랑앞접합사이길이/겨드랑뒤접합사이, 42.겨드랑두께/(어깨가쪽높이-겨드랑높이), 43.겨드랑두께/겨드랑둘레어깨가쪽점	43
	드롭항목	44.엉덩이둘레-젓가슴둘레, 45.엉덩이둘레-허리둘레, 46.엉덩이둘레-배둘레, 47.젓가슴둘레-젓가슴아래둘레, 48.젓가슴둘레-허리둘레	5
	각도항목	49.어깨가쪽경사각(오른)	1
	합계		49

외하였다. 따라서 성인 비만의 판정 기준(대한비만학회, 2018)에 따라 체질량지수(BMI = weight (kg)/height (m)²)가 25(kg/m²)이상이거나 복부비만의 기준 지표가 되는 허리둘레 85cm 이상인 데이터는 모두 제외하고 총 1302명의 데이터를 분석에 사용하였다. 분석에 사용된 연구대상의 연령별 분포는 〈표 1〉에 제시하였다.

2. 선정된 분석항목

아바타 모델링에 필요한 인체 데이터 구축을 위해 선정된 3D인체측정항목은 체간부 및 팔·다리·머리 부위를 포함하는 기본항목으로 높이 9항목, 둘레 13항목, 너비 7항목, 두께 6항목, 길이 17항목, 각도 1항목의 총 53개 항목이다. 이 항목들을 형태중심으로 체형을 유형화하기 위한 지수치 및 드롭치 항목으로 변환하였다. 본 연구에서는 크기요인에 의해 형태상의 특징이 묻히는 것을 통제하기 위해 인체항목의 절대적 크기요인을

배제하고 비례적인 크기요인과 형태요인에 의해 체형을 유형화하고자 하였다. 이에 따라 인체 프로포션 및 정면·측면의 형태를 분석할 수 있는 지수치 및 드롭치항목, 각도항목이 체형분석을 위한 통계처리에 사용되었다. 수직·수평 프로포션에 의한 전신의 비례적인 형태를 파악할 수 있는 항목을 지수치로 변환할 때, 인체항목간 상관관계가 높은 항목을 기준부위로 하여 상대적인 비율을 파악하고자 하였다. 이에 따라 높이·길이항목과의 상관계수(r 0.50)가 높은 키 항목과 둘레항목과의 상관계수(r 0.50)가 높은 젓가슴둘레항목이 기준부위로 선정되어 지수치 변환에 활용되었다. 최종 체형유형화를 위한 통계분석에 사용된 항목은 지수치 43항목, 드롭치 5항목, 각도 1항목으로 총 49개 항목이 분석에 사용되었다(표 2).

3. 자료의 분석

본 연구의 자료 분석은 SPSSWIN Ver. 29.0 프로그램을 이용하였으며 구체적인 분석방법은 아래와 같다.

1. 총 53개 절대치항목에 대한 20, 30대 여성의 연령별 기술통계치(평균, 표준편차, 최소값, 최대값)를 구하고 t -검정을 실시하여 연령별 체형의 특징을 파악하였다.

2. 인체항목간 상관관계를 고려하여 분석에 사용될 총 49개의 지수치 및 드롭치, 각도항목을 선정한 후, 20-30대 성인여성의 체형구성요인을 추출하기 위해 선정된 총 49개항목에 대하여 주성분 분석법으로 Varimax법에 의한 직교회전방법을 이용한 요인분석을 실시하였다.

3. 요인분석에 의해 추출된 요인의 표준화된 요인점수를 독립변수로 군집분석(Ward의 유클리드 거리 측정방법)을 실시하여 체형을 유형화하고, 분류된 체형 유형의 특징을 밝히기 위해 각 유형별 측정항목의 평균값을 구하고, 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 Duncan-test를 실시하여 유형별 유의차를 사후검증하였다.

4. 20대와 30대 연령별 체형분포를 비교하기 위해 χ^2 검정을 실시하였고, 크기적 측면에서의 유형별 체형 특징의 차이를 알아보기 위해 53개 절대치항목의 유형별 평균값에 대해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 Duncan-test를 실시하여

유형별 유의차를 사후검증하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 3D인체측정항목의 기술통계 분석

제8차 한국인 인체치수조사(2021) 데이터 중 53개의 3D인체측정항목을 바탕으로 20대와 30대 연령집단별 항목의 치수 평균과 표준편차를 구하고, 연령집단별 유의차를 검증하기 위해 T -test를 실시하였다(표 3). 총 53개 항목 중 40개 항목에서 유의한 차이(p 0.05)를 나타내었다. 둘레·두께항목에서는 모든 항목에서 유의한 차이를 나타내었으며, 너비·길이항목은 각각 1개와 5개항목을 제외한 모든 항목에서 20대와 30대간에 인체항목에서 유의차를 나타내었다. 높이항목은 9개 항목 중 2개 항목에서만 연령집단별 유의차를 나타내었다.

둘레항목은 젓가슴둘레, 젓가슴아래둘레, 허리둘레, 배둘레, 넙다리둘레, 겨드랑둘레(어깨가쪽점), 편위팔둘레 항목이 p (0.001수준에서 연령집단별 유의차를 보였는데, 허리둘레와 배둘레의 표준편차값이 20대에서 5.38cm와 5.81cm, 30대에서 5.53cm와 5.74cm로 다른 인체항목에 비해 높은 값을 나타내어 20-30대 성인여성은 허리·배둘레의 개인차가 큰 것으로 파악되며, 젓가슴둘레도 5.43cm, 5.32cm로 높은 표준편차값을 나타내고 있어 체형의 개인차가 심한 부위이므로 아바타 설계 시 반드시 우선적으로 고려되어야 할 항목이라 판단된다. 두께항목 또한 젓가슴두께, 젓가슴아래두께, 허리두께, 배두께의 5개항목에서 p (0.001수준의 유의차를 보여 둘레항목과 함께 체형 분석 시에 고려되어야 할 항목이라 여겨지며, 다음으로 너비항목에서도 목밑너비, 젓가슴아래너비, 허리너비, 배너비, 엉덩이너비 항목에서 높은 유의차(p 0.001)를 나타내어, 20-30대 성인여성의 체형분석을 위해 둘레·두께·너비항목이 반드시 우선적으로 고려되어야 함을 알 수 있었다. 그러나 높이항목은 어깨가쪽높이와 엉덩이높이의 2개 항목에서만 p (0.05수준에서 연령집단별 유의차를 보여, 20-30대 성인여성의 체형은 높이항목에 의한 연령집단별 유의차는 비교적 적은 것으로 파악되었다.

〈표 4〉 요인분석 결과

n=1302

요인	항목	요인적재량												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
체부골격 하반신평직 크기	양방틀레찾기슴둘레	.916	-.031	.025	-.055	.218	.018	.161	.039	-.041	-.035	.015	.039	-.055
	양방틀레찾기슴둘레	.911	-.033	.017	-.060	.218	.011	.187	.068	-.071	-.040	.016	.057	-.052
	납다리틀레찾기슴둘레	.846	-.086	.005	-.052	.181	-.008	-.076	.017	.131	.019	-.008	.012	-.072
	무릎둘레찾기슴둘레	.831	.021	-.017	-.100	.111	-.025	.043	.143	-.137	-.039	.030	.069	.019
	장면치하틀레찾기슴둘레	.780	-.061	-.065	-.040	.061	-.041	-.014	.164	-.080	-.039	-.049	.011	.075
	양방틀레하리틀레	.774	-.021	.101	-.072	-.466	.028	.141	-.136	-.075	.052	.049	.074	-.042
	발목차이틀레찾기슴둘레	.616	.002	-.069	-.079	.053	.012	.257	.256	-.284	-.023	.030	.089	.030
	양방틀레배둘레	.601	-.046	-.014	-.002	-.510	-.028	.402	.079	.123	-.107	-.040	-.167	.029
수직작기	하리높이키	.008	.885	.257	-.091	.015	.072	-.131	-.063	-.067	.006	.170	.013	-.071
	다리기쪽갈이키	.071	.832	.225	-.111	-.055	.073	-.124	-.090	-.099	.022	.169	.039	-.071
	양방높이키	-.133	.804	-.216	.086	.071	.050	-.080	.034	-.034	.008	-.042	.006	.016
	배높이키	.045	.800	-.091	.020	-.127	.044	.236	.100	.063	-.098	.007	-.115	.075
	살높이키	-.014	.778	-.472	-.036	.025	.034	.036	.020	-.084	.004	.045	.031	.011
	몸통수직갈이키	.006	-.685	.532	-.086	.045	.105	-.016	-.055	.128	-.099	-.091	-.070	-.238
	팔갈이어깨쪽갈이키	-.135	.629	-.046	.071	.121	.067	.083	-.010	.039	.028	-.077	-.105	-.199
	찾기슴높이키	.073	.491	-.034	.031	-.249	.364	.057	.379	.092	.276	.125	.160	.047
양방수직 갈이	양방수직갈이하리높이	.013	-.094	.965	-.059	-.023	-.003	-.139	-.056	.043	-.004	.067	-.040	-.029
	양방수직갈이몸통수직갈이	.012	-.292	.930	-.041	-.027	-.020	-.114	-.043	.059	-.005	.031	-.043	-.014
	살높이키양방수직갈이	.014	.209	.918	-.055	-.052	-.058	-.153	-.043	-.010	.045	.125	-.014	.118
어깨목위 수평작기	목뒤어깨쪽갈이어깨쪽갈이	-.126	-.035	-.035	.942	.019	.088	-.059	-.005	.017	-.122	-.037	-.051	.019
	어깨쪽갈이갈이어깨쪽갈이	-.126	-.035	-.035	.942	.019	.088	-.059	-.005	.017	-.122	-.037	-.051	.019
	목앞어깨쪽갈이어깨쪽갈이	-.076	-.030	-.037	.784	.024	-.141	-.112	.010	.060	.000	.031	.037	.124
	어깨쪽갈이어깨쪽갈이	-.034	.015	.072	.745	-.003	.297	.054	-.023	-.088	.037	-.102	-.036	-.118
하리배둘레 형태	하리배둘레찾기슴둘레	.154	.004	-.067	.036	.917	.014	-.056	.139	.114	-.101	-.042	-.091	-.028
	찾기슴둘레하리배둘레	-.280	.015	.000	-.014	-.885	.010	-.044	-.218	-.037	.111	.040	.039	.022
	배둘레찾기슴둘레	.423	.018	.047	-.055	.743	.054	-.230	-.051	-.150	.067	.055	.198	-.091
어깨가드랑 높이	어깨쪽높이키	-.055	.238	.129	-.022	.064	.840	-.099	-.018	-.088	-.078	.116	-.022	-.041
	가드랑높이키	.047	.329	.039	-.068	-.028	.837	.107	.113	.093	-.120	.031	.047	.044
	어깨쪽상가드랑	.097	.037	.025	-.094	-.078	.793	.051	.043	.137	-.067	.218	-.013	-.085
	목뒤배위가드랑수직갈이등갈이	-.062	.304	.251	-.151	.135	-.725	-.156	-.175	-.038	.011	-.043	-.033	-.126
체부하부 판별	배너비배둘레	.182	.041	.007	-.032	-.152	.007	.760	.027	-.139	.053	.018	.213	.021
	양방너비양방둘레	.215	.009	.031	-.113	-.064	.019	.716	.023	-.220	-.010	.109	.033	.025
	하리너비하리둘레	.073	.043	-.213	-.059	.006	.025	.714	.014	-.095	-.037	-.076	.316	-.043
찾기슴크기	찾기슴배둘레찾기슴둘레	.169	.019	-.018	-.011	.163	.076	-.005	.926	-.033	.005	-.019	.107	-.003
	찾기슴둘레찾기슴배둘레	-.270	-.007	.088	.027	-.146	-.043	-.078	-.907	.039	.007	.015	-.140	-.004
가드랑팔 형태	가드랑팔(어깨쪽높이가드랑높이)	-.161	-.050	.003	.007	-.022	-.033	-.173	-.024	.902	-.057	-.004	-.019	.004
	가드랑팔(어깨쪽높이어깨쪽높이)	-.192	-.104	.002	.016	.000	-.006	-.284	-.035	.833	-.032	-.045	-.020	-.004
	팔위배둘레찾기슴둘레	.412	.012	.127	.000	.259	-.135	.005	.006	.448	.090	.165	.029	-.073
앞뒤몸차	가드랑너비(목뒤배위/가드랑너비)	-.081	-.012	.003	-.002	-.098	-.036	-.065	-.003	.033	.845	-.009	-.078	.071
	가드랑너비(목뒤배위/가드랑너비)	.015	.061	.016	-.139	.010	-.001	.065	.019	-.036	.831	.040	-.126	.054
머리형태	머리배둘레(머리너비/머리너비)	-.054	.022	.008	-.074	-.027	-.033	-.014	.008	.044	.016	.874	-.012	-.040
	머리수직갈이키	-.106	-.215	-.076	.181	.005	-.101	-.099	.030	.050	-.034	-.844	.033	-.003
찾기슴위 판별	찾기슴너비찾기슴둘레	.095	.019	-.070	-.012	-.071	.000	.202	.122	.001	-.121	-.004	.816	-.014
	찾기슴배너비(찾기슴배너비)	.101	-.018	-.078	-.047	-.008	.104	.329	.157	-.031	-.151	-.054	.747	.032
체부상부 측면형태	등갈이(목뒤배위/하리배둘레)	-.039	.068	-.352	.118	.003	.000	-.100	-.056	-.006	-.033	.000	-.103	-.738
	양방수직갈이등갈이	-.162	-.070	-.027	.218	-.164	.055	-.069	-.049	-.010	.448	.077	-.114	.665
	목앞하리배둘레(머리너비/등갈이)	-.005	.051	-.127	.330	-.006	.215	-.042	-.016	-.038	-.033	-.130	-.040	.569
고유치		5.899	4.929	4.233	3.666	3.155	3.017	2.699	2.181	2.126	1.892	1.817	1.679	1.676
가어울(%)		12.038	10.060	8.741	7.433	6.438	6.158	5.426	4.451	4.339	3.862	3.708	3.427	3.421
누적가어울(%)		12.038	22.098	30.839	38.322	44.760	50.918	56.344	60.794	65.133	68.995	72.703	76.130	79.551

2. 요인분석에 의한 체형구성요인 추출

20-30대 성인여성의 체형구성요인을 추출하기 위해 선정된 지수치 및 드롭치, 각도 항목의 총 49개 분석항목에 대하여 요인분석을 실시하였다. 요인분석은 주성분 분석을 이용하고 고유치에 의한 요인수 결정법에 따라, 고유치 1.00이상의 주성분에 대하여 Scree 도표와 아바타 설계를 위한 체형 데이터 구축의 연구 목적에 부합하는 요인에 대한 비교해석 등을 고려하여 결정하였으며 추출된 요인에 대해 요인의 성격을 명확히 하기 위해 Varimax방법으로 요인의 내용을 밝혔다. 요인분석 결과 13개의 요인이 추출되었으며, 추출된 요인의 누적변량은 79.50%로 전체변량에 대한 설명력은 79.50%이며, 각 요인의 요인 부하량은 <표 4>와 같으며, 요인별 특징은 다음과 같다.

요인1은 엉덩이둘레-젓가슴둘레, 엉덩이둘레/젓가슴둘레 등의 신체드롭치와 젓가슴둘레에 대한 하반신 둘레 프로포션에 관련된 8항목에 높은 부하량을 보이고 있어 **“체간부 굴곡과 하반신 수평적 크기”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 5.89이고 전체 변량의 12.03%를 설명해 주는 것으로 나타났다. **요인2**는 허리높이/키 등의 키에 대한 높이항목의 프로포션을 나타내는 인체의 수직적 길이 특성을 나타내는 8개 항목에 높은 부하량을 보이고 있어 **“수직적 크기”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 4.92이고 전체 변량의 10.06%를 설명해 준다. 몸통수직길이/키 항목의 요인점수가 음의 값을 가지므로 다른 항목들과 반대의 설명력을 가진다는 것을 알 수 있다. **요인3**은 인체의 높이 및 길이 항목에 대한 엉덩이 수직길이의 프로포션을 나타내는 4항목에 높은 부하량을 보이고 있어 **“엉덩이수직길이”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 4.28이고 전체 변량의 8.74%를 설명해 주는 것으로 나타났다. 살앞뒤길이/엉덩이수직길이 항목이 음의 값을 가지므로 다른 항목들과 반대의 설명력을 가진다. **요인4**는 어깨와 목부위의 프로포션 및 형태에 관련된 5항목에 높은 부하량을 보이고 있으므로 **“어깨·목부위 수평적크기”** 요인으로 명명하였다. 요인4의 고유치는 3.66이고 전체 변량의 7.48%를 설명해 주고 있다. **요인5**는 젓가슴둘레에 대한 허리·배둘레의 지수치 및 드롭치와 관련된 3항목에 높은 부하량을 보이고 있으므로 **“허리·배부위 형태”** 요인으로 명명하였으며,

고유치는 3.15이고 전체 변량의 6.43%를 설명해 주고 있다. **요인6**은 어깨와 겨드랑부위의 형태를 파악할 수 있는 4항목에 높은 부하량을 보이고 있으므로 **“어깨·겨드랑 높이”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 3.01이고 전체 변량의 6.15 %를 설명해 주고 있다. 어깨가쪽경사각(오른), 목뒤등뼈 위겨드랑수준길이/등길이 항목은 음의 값으로 다른 두 항목과 반대의 설명력을 가지는 것으로 해석할 수 있다. **요인7**은 배너비/배두께, 엉덩이너비/엉덩이두께, 허리너비/허리두께의 3항목에 높은 부하량을 나타내어 **“체간부 하부 편평률”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 2.65이고 전체 변량의 5.42%를 설명해 주는 것으로 나타났다. **요인8**은 젓가슴아래둘레/젓가슴둘레, 젓가슴둘레-젓가슴아래둘레의 2항목으로 나타나 **“젓가슴크기요인”**으로 명명하였으며, 고유치는 2.18이고 전체 변량의 4.45%를 설명해 주는 것으로 나타났다. **요인9**는 겨드랑과 팔부위의 형태를 파악할 수 있는 3항목에 높은 부하량을 보이고 있으므로 **“겨드랑·팔형태”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 2.12이고 전체 변량의 4.33%를 설명해 주고 있다. **요인10**은 겨드랑앞벽사이길이/겨드랑뒤벽사이길이, 겨드랑앞접힘사이길이/겨드랑뒤접힘사이길이의 2항목으로 앞뒤폼차에 의한 체간부 상부의 자세를 파악할 수 있는 요인이라 판단되어 **“앞·뒤폼차”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 1.89이고 전체 변량의 3.86%를 설명해 주고 있다. **요인11**은 머리둘레/머리수직길이, 머리수직길이/키의 2항목으로 나타나 **“머리형태”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 1.81이고 전체 변량의 3.70%를 설명해 주고 있다. **요인12**는 젓가슴너비/젓가슴두께, 젓가슴아래너비/젓가슴아래두께의 항목으로 나타나 **“젓가슴부위편평률”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 1.67이고 전체 변량의 3.42%를 설명해 주는 것으로 나타났다. **요인13**은 등길이/(목뒤높이-허리높이), 앞중심길이/등길이, 목옆뒤허리둘레선길이/등길이의 측면의 굽은정도를 파악할 수 있는 3항목에 높은 부하량을 보이고 있으므로 **“체간부상부측면형태”** 요인으로 명명하였으며, 고유치는 1.67이고 전체 변량의 3.42%를 설명하고 있다. 등길이/(목뒤높이-허리높이)는 음의 값을 가지므로 값이 낮게 부하될수록 젓힌체형(반신체형)에 가까운 체형으로 판단할 수 있다.

요인분석에 의한 체형구성요인을 추출한 결과,

〈표 5〉 20-30대 성인여성의 체형구성요인의 특성

요인	요인의 내용	고유값	기여율(%)	누적기여율(%)
1	체간부굴곡과 하반신수평적 크기요인	5.899	12.038	12.038
2	수직적크기요인	4.929	10.060	22.098
3	엉덩이수직길이요인	4.283	8.741	30.839
4	어깨-목부위수평적크기요인	3.666	7.483	38.322
5	허리-배둘레 형태요인	3.155	6.438	44.760
6	어깨-겨드랑 높이 요인	3.017	6.158	50.918
7	체간부하부 편평률요인	2.659	5.426	56.344
8	젓가슴크기요인	2.181	4.451	60.794
9	겨드랑팔 형태요인	2.126	4.339	65.133
10	앞뒤폭차요인	1.892	3.862	68.995
11	머리형태요인	1.817	3.708	72.703
12	젓가슴부위편평률요인	1.679	3.427	76.130
13	체간부상부측면형태요인	1.676	3.421	79.551

〈표 6〉 체형구성요인의 유형별 분산분석 및 Duncan-test 결과

요인	유형	유형1 (n=570)	유형2 (n=180)	유형3 (n=288)	유형4 (n=264)	F
요인1	체간부굴곡과 하반신수평적크기	.65 B	.44 A	-.30 D	-.11 C	23.96 ^{***}
요인2	수직적크기	.25 A	-.20 C	-.44 D	.08 B	37.91 ^{***}
요인3	엉덩이수직길이	.02 A	-.22 B	.07 A	.00 A	3.75 ^{***}
요인4	어깨-목부위수평적크기	.04 B	.23 A	-.07 BC	-.16 C	6.77 ^{***}
요인5	허리-배둘레형태	-.22 C	.18 AB	.26 A	.08 B	20.16 ^{***}
요인6	어깨-겨드랑높이	.00 B	-.32 C	.25 A	-.07 B	13.57 ^{***}
요인7	체간부하부편평률	-.12 C	-.53 D	.04 B	.57 A	55.94 ^{***}
요인8	젓가슴크기	.15 B	-.16 C	-.62 C	.45 A	72.10 ^{***}
요인9	겨드랑팔형태	.31 A	-.64 D	.11 B	-.35 C	64.67 ^{***}
요인10	앞뒤폭차	-.12 BC	.67 A	-.00 B	-.17 C	35.55 ^{***}
요인11	머리형태	.17 A	-.19 B	.02 A	-.26 B	14.73 ^{***}
요인12	젓가슴부위편평률	-.26 C	.15 B	-.12 C	.58 A	52.01 ^{***}
요인13	체간부상부측면형태	.17 B	.40 A	-.43 D	-.19 C	40.56 ^{***}

*** $p < 0.001$.

알파벳은 Duncan Test 결과 유의차가 있는 집단들을 서로 다른 문자로 표시(A)B)C)D).

체간부 굴곡과 하반신 둘레요인이 1요인으로 도출되어 인체 수직적 크기요인에 비해 20-30대 성인여성의 체형의 특징을 설명하는데 있어 더욱 중요한 요인이 됨을 알 수 있었다.

이상에서 살펴본 20-30대 성인여성의 체형구성요인의 특성, 고유값 및 기여율, 누적기여율을 정리한 결과는 〈표 5〉와 같다.

3. 체형의 유형화

1) 군집수 결정 및 유형별 요인의 특성

요인분석 결과로 추출된 13개 요인의 요인점수(factor score)를 독립변수로 하여 군집분석(Cluster

Analysis)을 실시하였다. 데이터들의 유사성을 측정하는 기준으로 유클리드 거리(Euclidean distance) 측정방법을 사용하였으며 Ward의 최소분산연결법에 의한 계층적 기법으로 대상들을 군집화하였다. 군집수는 3-5개까지를 지정하여 통계처리 한 후, 각 군집별 요인점수에 대한 유의확률(p -value)이 0.05이하로 나타나는 최소의 군집수로 결정하였다. 이에 따라 최종 4개의 군집으로 분류하였으며, 13개 요인에 대한 유형별 요인점수의 평균값에 대해 각각 일원배치분산분석(One-Way ANOVA) 및 사후검증으로 Duncan-test를 실시한 결과, 13개 요인이 모두 유형별로 통계적으로 매우 유의한 것으로($p < 0.001$) 나타났다(표 6).

〈표 7〉분석항목의 유형별 평균값과 분산분석 결과

단위: cm, °

요인	항목	유형	유형1 (n=570)	유형2 (n=180)	유형3 (n=288)	유형4 (n=264)	F
요인1. 체간부골곡과 하반신 수평적크기	엉덩이둘레-젓가슴둘레		6.81 BC	8.41 A	6.16 C	7.35 B	11.07***
	엉덩이둘레/젓가슴둘레		1.08 C	1.10 A	1.07 C	1.09 B	13.46***
	넙다리둘레/젓가슴둘레		.66 B	.67 A	.66 C	.66 BC	10.12***
	무릎둘레/젓가슴둘레		.40 B	.41 A	.40 C	.41 B	29.89***
	장판지최대둘레/젓가슴둘레		.40 B	.41 A	.39 C	.40 B	23.81***
	엉덩이둘레-허리둘레		20.90 AB	21.55 A	19.66 C	20.33 B	10.49***
	발목최대둘레/젓가슴둘레		.27 B	.28 A	.26 C	.28 A	40.06***
요인2. 수직적크기	엉덩이둘레-배둘레		11.24 A	9.80 B	93.98 B	10.88 A	19.42***
	허리높이/키		.60 A	.60 C	.60 C	.60 B	20.20***
	다리가쪽길이/키		.61 A	.61 C	.60 C	.61 B	17.83***
	엉덩이높이/키		.49 A	.48 B	.48 C	.49 A	18.97***
	배높이/키		.56 A	.55 B	.55 B	.56 A	53.38***
	살높이/키		.46 A	.46 B	.45 C	.46 AB	25.90***
	몸통수직길이/키		.38 BC	.38 C	.39 A	.38 B	47.24***
요인3 엉덩이수직길이	팔길이(어깨가쪽점)/키		.33 A	.32 C	.32 B	.33 A	11.36***
	젓가슴높이/키		.71 A	.71 B	.70 C	.71 A	36.04***
	엉덩이수직길이/키		.15 A	.14 B	.15 A	.14 B	7.51***
	엉덩이수직길이/허리높이		.24 B	.24 B	.24 A	.24 B	9.06***
	엉덩이수직길이/몸통수직길이		.39 A	.38 B	.38 B	.38 B	6.81***
	살앞뒤길이/엉덩이수직길이		2.79 B	2.84 A	2.79 B	2.77 B	6.36***
	요인4 어깨-목부위수평적크기	목뒤어깨가쪽길이/어깨가쪽길이		1.55 A	1.55 A	1.54 A	1.53 B
어깨가쪽사이길이/어깨가쪽길이			1.55 A	1.55 A	1.54 A	1.53 B	3.84***
목밑너비/어깨가쪽사이너비			.34 B	.34 A	.33 C	.33 C	12.29***
어깨가쪽사이너비/어깨가쪽길이			2.77 AB	2.79 A	2.78 AB	2.76 B	1.61***
요인5 허리-배둘레형태	목밑너비/목밑둘레		.31 BC	.32 A	.31 C	.32 B	8.39***
	허리둘레/젓가슴둘레		.84 B	.85 A	.85 A	.84 A	6.01***
	젓가슴둘레-허리둘레		14.09 A	13.13 B	13.49 B	12.98 B	8.99***
요인6 어깨-겨드랑높이	배둘레/젓가슴둘레		.95 C	.98 B	.96 B	.96 A	31.71***
	어깨가쪽높이/키		.81 B	.80 C	.81 A	.81 B	10.63***
	겨드랑높이/키		.74 A	.74 C	.74 B	.74 B	29.98***
	어깨가쪽경사각(오른)		24.42 A	24.01 A	23.25 B	24.24 A	7.23***
요인7 체간부하부편평률	목뒤등뼈위겨드랑수준길이/등길이		.42 B	.43 A	.42 B	.42 B	3.30***
	배너비/배두께		1.41 B	1.41 B	1.41 B	1.47 A	41.55***
	엉덩이너비/엉덩이두께		1.53 BC	1.52 C	1.54 B	1.57 A	21.12***
요인8 젓가슴크기	허리너비/허리두께		1.38 B	1.38 B	1.39 B	1.47 A	57.88***
	젓가슴아래둘레/젓가슴둘레		.88 B	.88 B	.87 C	.89 A	61.72***
요인9 겨드랑-팔형태	젓가슴둘레-젓가슴아래둘레		10.11 B	10.20 B	11.92 A	8.80 C	74.85***
	겨드랑두께/(어깨가쪽높이-겨드랑높이)		1.08 A	.99 C	1.06 B	1.00 C	62.89***
	겨드랑두께/겨드랑둘레어깨가쪽점		.32 A	.31 B	.32 A	.30 B	60.56***
요인10 앞뒤몸차	편위팔둘레/젓가슴둘레		.34 A	.34 AB	.34 AB	.33 B	6.00***
	겨드랑앞벽사이길이/겨드랑뒤벽사이길이		1.00 B	1.02 A	1.00 B	.99 C	32.02***
요인11 머리형태	겨드랑앞접힘사이길이/겨드랑뒤접힘사이		.92 B	.96 A	.92 B	.92 B	17.21***
	머리둘레(직접)/머리수직길이		2.47 A	2.43 B	2.46 A	2.44 B	13.03***
요인12 젓가슴부위편평률	머리수직길이(직접)/키		.14 C	.14 A	.14 B	.14 A	13.27***
	젓가슴너비/젓가슴두께		1.36 BC	1.38 B	1.36 C	1.46 A	68.59***
요인13 체간부상부측면형태	젓가슴아래너비/젓가슴아래두께		1.38 B	1.39 B	1.39 B	1.49 A	71.83***
	등길이(목뒤높이-허리높이)		1.02 BC	1.02 C	1.03 A	1.03 B	20.85***
	앞중심길이/등길이		.92 B	.93 A	.90 C	.90 C	39.79***
	목옆뒤허리둘레선길이/등길이		1.08 B	1.09 A	1.08 C	1.08 C	13.33***

2) 유형별 분석항목의 비교 검증
4개 군집으로 묶인 각 유형들의 특징을 알아보

기 위해 수치치 및 드롭치 49개 항목의 유형별 평균값에 대해 각각 분산분석 및 Duncan-test를 실시한 결과는 〈표 7〉과 같다.

분산분석을 실시한 결과, 49개 항목 중 47개 항목에서 4개 유형별 평균값의 차이가 통계적으로 매우 유의한 것으로($p < 0.001$) 나타났다. 이 결과를 바탕으로 유형별 체형의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

유형1은 수직적 크기와 엉덩이길이 요인 항목 중 허리높이/키, 엉덩이높이/키, 살높이/키, 팔길이(어깨가쪽점)/키, 엉덩이수직길이/키 등은 4개 유형 중에 가장 크고 몸통수직길이/키는 2번째로 작으므로 체간부하부와 팔·다리는 길고, 체간부상부는 짧은 체형으로 해석된다. 허리둘레/젓가슴둘레, 배둘레/젓가슴둘레는 가장 작고 젓가슴둘레-허리둘레는 가장 크게 나타나 젓가슴둘레에 비례하여 허리·배둘레의 치수가 작은 잘록한 체형이며, 허리·배·엉덩이부위의 납작한 정도는 보통이고, 겨드랑두께·팔둘레가 큰 체형이라 판단할 수 있다. 젓가슴 크기와 두께가 보통인 체형이며, 상하드롭과 젓가슴둘레에 대한 하반신둘레 프로포션 항목값이 2번째로 크게 나타나 체간부의 굴곡과 하반신 둘레의 크기가 보통인 체형이며, 어깨·목부위수평적크기요인인 목뒤어깨가쪽길이/어깨가쪽길이, 어깨가쪽사이길이/어깨가쪽길이는 가장 큰 값을, 어깨가쪽사이너비/어깨가쪽길이, 목밑너비/어깨가쪽사이너비, 목밑너비/목밑둘레 항목에서는 중간값으로 나타내었으므로, 목밑너비와 어깨부위의 너비가 보통인 체형으로 유추할 수 있다. 어깨·겨드랑 높이요인인 겨드랑높이/키, 어깨가쪽경사각은 4유형 중 가장 크고 어깨가쪽높이/키, 목뒤등뼈위겨드랑수준길이/등길이의 평균값이 보통이므로, 처진어깨에 요인2의 체간부상부의 수직크기가 보통인데 겨드랑높이가 높으므로 진동깊이가 짧은 체형으로 설명할 수 있다. 상반신의 자세를 알 수 있는 앞·뒤품차요인에서도 보통값을 나타내며 체간부상부의 측면형태를 알 수 있는 등길이/(목뒤높이-허리높이), 앞중심길이/등길이, 목옆뒤허리둘레선길이/등길이 항목이 중간값을 나타내므로 바른체형(정상체형)이라 해석할 수 있겠다. 머리형태요인인 머리둘레/머리수직길이의 평균값이 가장 크고 머리수직길이/키의 평균값은 가장 작은 유형으로 나타나 키에 대한 머리의 수직적 프로포션이 작은 두신지수가 큰 체형이라 할 수 있다.

유형2는 허리높이/키, 다리가쪽길이/키, 몸통수

직길이/키, 팔길이(어깨가쪽점)/키는 가장 작은 값을, 엉덩이높이/키, 살높이/키는 중간값을 나타내므로 체간부와 팔·다리가 짧은 체형으로 해석할 수 있다. 상하드롭과 젓가슴둘레에 대한 하반신둘레 프로포션요인 항목의 평균값이 가장 크므로 체간부굴곡과 하반신둘레크기가 큰 체형이며, 젓가슴부위편평률요인이 중간값을, 젓가슴크기요인이 가장 작은 값을 나타내므로 젓가슴부위의 납작한 정도가 보통이며 젓가슴크기가 작은 체형이며, 허리둘레/젓가슴둘레가 크고 젓가슴둘레-허리둘레가 가장 작으며 배둘레/젓가슴둘레가 보통이므로 가슴부터 허리부위까지 체간부상부가 밋밋한 체형이며, 체간부하부편평율이 가장 작은 값을 나타내므로 허리·배·엉덩이부위가 두꺼운 체형으로 파악할 수 있다. 특히 엉덩이가 4개 유형 중 가장 돌출된 유형으로 해석할 수 있다. 겨드랑두께/(어깨가쪽높이-겨드랑높이), 겨드랑두께/겨드랑둘레어깨가쪽점은 가장 작은 값을, 편위팔둘레/젓가슴둘레는 중간값을 가지므로 겨드랑두께가 좁고 젓가슴둘레 대비한 팔둘레 치수가 보통인 체형이며, 어깨·목부위 수평적크기요인의 모든 항목이 가장 큰 값을 나타내었으므로 어깨가쪽사이너비에 대비하여 목밑너비가 넓고 어깨가쪽길이가 짧은 전반적으로 어깨부위의 수평크기가 작은 체형으로 해석할 수 있다. 앞·뒤품차요인에서 겨드랑사이길이가 뒤보다 앞이 크고, 측면형태를 알 수 있는 앞중심길이/등길이, 목옆뒤허리둘레선길이/등길이 항목은 가장 큰 값을, 등길이/(목뒤높이-허리높이)항목은 가장 작은 값을 나타내므로 체간부 상부가 뒤로 젖힌체형이며 목부위가 앞으로 숙여진 거북목 체형이며 엉덩이가 가장 돌출된 체형이므로 측면의 형태가 S자인 체형으로 유추할 수 있다. 겨드랑높이/키, 어깨가쪽높이/키 항목은 4개 유형 중 가장 작고 목뒤등뼈위겨드랑수준길이/등길이 항목은 가장 크게 나타나 전반적으로 인체수직크기가 작으며 등길이에 대한 진동깊이가 비례적으로 가장 긴 유형이며, 어깨가쪽경사각이 보통이므로 보통어깨라고 해석된다. 머리둘레/머리수직길이의 평균값이 가장 작고 머리수직길이/키의 평균값은 가장 큰 유형으로 나타나 키에 대비하여 머리의 수직적 프로포션이 큰 두신지수가 작은 체형이라 판단된다.

유형3은 엉덩이수직길이/몸통수직길이, 살앞뒤

길이/엉덩이수직길이, 허리높이/키, 다리가쪽길이/키, 엉덩이높이/키, 살높이/키, 젖가슴높이/키, 팔길이(어깨가쪽점)/키 등의 항목은 4개 유형 중에 가장 작고, 엉덩이수직길이/키, 엉덩이수직길이/허리높이, 몸통수직길이/키 항목은 가장 크므로 팔·다리가 짧고 체간부가 길며, 하반신에 비해 상반신의 수직적 크기가 큰 체형이라 해석할 수 있다. 허리둘레/젖가슴둘레는 가장 크고, 젖가슴둘레-허리둘레는 가장 작으며 배둘레/젖가슴둘레는 보통이므로 젖가슴둘레에 비례하여 허리·배둘레 치수가 큰 복부비만체형으로 해석할 수 있다. 체간부굴곡과 하반신수평적크기요인의 모든 항목이 가장 작은 값을 나타내므로 젖가슴둘레에 대비하여 엉덩이둘레, 넓다리둘레 등 하반신의 둘레 치수가 작아 상반신에 비해 하반신의 수평적 크기가 덜 발달된 하반신이 빈약한 체형으로 파악할 수 있다. 또한 엉덩이둘레에 비해 허리·배둘레 치수가 크므로 복부비만체형임을 다시 확인할 수 있겠다. 젖가슴아래둘레/젖가슴둘레는 가장 작으며 젖가슴둘레-젖가슴아래둘레항목은 가장 크고, 젖가슴부위평용 항목이 가장 작으므로 젖가슴이 가장 발달한 유형이며, 등길이/(목뒤높이-허리높이)는 가장 크고, 앞중심길이/등길이, 목옆뒤허리둘레선길이/등길이 항목은 가장 작은 값을 나타내며, 겨드랑앞벽사이길이/겨드랑뒤벽사이길이는 중간값을, 겨드랑앞접힘사이길이/겨드랑뒤접힘사이길이는 가장 작은값을 나타내므로 등부위가 돌출된 숙인체형(굴신체형)에 속한다고 할 수 있다. 체간부하부 평평률요인 중 배너비/배두께, 허리너비/허리두께 항목은 가장 작은 값을, 엉덩이너비/엉덩이두께는 중간값을 나타내어 허리·배부위가 두껍고 엉덩이부위의 납작한 정도가 보통인 체형이다. 어깨가쪽높이/키는 가장 크고 어깨가쪽경사각, 목뒤등뼈위겨드랑수준길이/등길이 항목은 가장 작으며 겨드랑높이/키 항목은 중간값을 나타내므로, 솟은어깨에 진동깊이가 보통인 체형이며, 겨드랑두께/겨드랑둘레어깨가쪽점은 가장 크고, 겨드랑두께/(어깨가쪽높이-겨드랑높이), 편위팔둘레/젖가슴둘레 항목은 보통값을 나타내므로 겨드랑두께·팔둘레가 보통인 체형으로 판단할 수 있다. 목뒤어깨가쪽길이/어깨가쪽길이, 어깨가쪽사이길이/어깨가쪽길이 항목은 가장 크고, 어깨가쪽사이너비/어깨가쪽길이 항목은 중간값을, 목밑

너비/어깨가쪽사이너비, 목밑너비/목밑둘레 항목은 가장 작은 값을 나타내므로 목밑너비가 좁은 체형으로 해석할 수 있다. 머리둘레/머리수직길이의 평균값이 가장 크고 머리수직길이/키의 평균값은 중간값을 나타내므로 두신지수가 보통인 체형으로 분석된다.

유형4는 엉덩이높이/키, 배높이/키, 팔길이/키, 젖가슴높이/키 항목은 가장 큰 값을, 살높이/키, 몸통수직길이/키 항목에는 2번째로 큰 값을, 허리높이/키, 다리가쪽길이/키 항목과 엉덩이수직길이요인의 모든 항목에 중간값을 나타내므로 팔·다리가 길고 체간부길이가 보통인 체형이라 할 수 있다. 젖가슴아래둘레/젖가슴둘레는 가장 큰 값을, 젖가슴굴레-젖가슴아래둘레는 가장 작은 값을 나타내며 젖가슴부위평용요인값이 가장 크므로 젖가슴 크기가 작고 볼륨이 작은 젖가슴이 빈약한 체형이며, 체간부하부평용요인의 모든 항목값이 유형 중 가장 크므로 허리·배·엉덩이부위가 납작한 체형이라 할 수 있다. 허리둘레/젖가슴둘레, 배둘레/젖가슴둘레 항목은 가장 큰 값을, 젖가슴둘레-허리둘레 항목은 가장 작은 값을 나타내므로 젖가슴부위에서 허리부위까지의 형태가 밋밋한 일자형 체형이라 해석할 수 있다. 겨드랑두께/겨드랑둘레어깨가쪽점, 겨드랑두께/(어깨가쪽높이-겨드랑높이), 편위팔둘레/젖가슴둘레 항목은 모두 가장 작은값을 나타내므로 겨드랑두께·팔둘레가 작은 왜소한 체형으로 판단할 수 있다. 앞중심길이/등길이, 목옆뒤허리둘레선길이/등길이 항목은 가장 작은 값을, 등길이/(목뒤높이-허리높이)는 중간값을 나타내며, 앞·뒤폭차요인인 겨드랑앞벽사이길이/겨드랑뒤벽사이길이, 겨드랑앞접힘사이길이/겨드랑뒤접힘사이길이 항목에서 가장 작은값을 나타내므로 3유형과 같이 숙인체형(굴신체형)에 속한다고 할 수 있다. 등길이/(목뒤높이-허리높이)항목값이 3유형에 비해 작으므로 3유형보다는 굴신의 정도가 작은 체형으로 해석할 수 있다. 목뒤어깨가쪽길이/어깨가쪽길이, 어깨가쪽사이길이/어깨가쪽길이, 목밑너비/어깨가쪽사이너비, 어깨가쪽사이너비/어깨가쪽길이 항목은 가장 작고, 목밑너비/목밑둘레 항목은 2번째로 큰 값을 나타내므로 목밑너비가 좁고 목이 얇으며, 상대적으로 어깨가쪽길이가 긴 체형으로 해석할 수 있다. 머리둘레/머리수직길이의 평균값이 가

〈표 8〉 체형유형별 체형 특성

유형	유형명	체형의 특징	인원분포
유형1	하반신 수직크기가 큰 바른 체형	<ul style="list-style-type: none"> - 체간부상부는 짧고, 체간부하부·팔·다리가 긴 체형 - 체간부 굴곡과 하반신 수평적 크기가 보통인 체형 - 체간부상부 허리부위가 잘록한 체형 - 젖가슴두께가 보통, 젖가슴크기가 보통 체형 - 허리·배·엉덩이 두께가 보통 체형 - 겨드랑두께·팔둘레가 큰 체형, 진동깊이가 짧은 체형 - 목밑너비와 어깨가쪽길이가 중간 체형 - 바른체형(정상체형), 처진어깨, 두신지수가 큰 체형 	570명 (27.1%)
유형2	상하반신 수직크기가 작은 하반신발달형의 젖힌체형	<ul style="list-style-type: none"> - 체간부·팔·다리가 짧은 체형 - 체간부 굴곡과 하반신 수평적 크기가 (상반신 비해) 큰 체형, 엉덩이 돌출 체형 - 체간부상부가 밋밋한 체형 - 젖가슴두께가 보통, 젖가슴크기가 작은 체형 - 허리·배·엉덩이 두께가 두꺼운 체형 - 겨드랑두께 얇고, 팔둘레가 보통 체형, 진동깊이 긴 체형 - 목밑너비가 크고, 어깨가쪽길이가 짧은 체형 - 젖힌체형, 보통어깨, 두신지수가 작은 체형 	180명 (25.9%)
유형3	팔다리가 짧은 두꺼운 복부비만체형	<ul style="list-style-type: none"> - 체간부는 길고, 팔·다리가 짧은 체형 - 체간부 굴곡과 하반신 수평적 크기가 (상반신에 비해) 작은 체형 - 복부비만체형 - 젖가슴두께가 두껍고, 젖가슴크기가 큰 체형 - 허리·배두께가 두껍고, 엉덩이 두께가 보통수준 - 겨드랑두께·팔둘레가 보통 체형, 진동깊이 보통 - 목밑너비가 좁고, 어깨가쪽길이가 중간 체형 - 숙인체형(굴신체형), 솟은어깨, 두신지수가 보통 체형 	288명 (16.4%)
유형4	왜소하고 납작한 숙인체형	<ul style="list-style-type: none"> - 체간부 길이는 보통, 팔·다리가 긴 체형 - 체간부 굴곡과 하반신 수평적 크기가 보통 체형 - 체간부상부가 밋밋한 일자형 체형 - 젖가슴두께가 납작, 젖가슴크기가 작은 체형 - 허리·배·엉덩이가 납작한 체형 - 겨드랑두께·팔둘레가 얇은 체형, 진동깊이 보통 - 목밑너비 좁고, 어깨가쪽길이가 긴 체형 - 숙인체형(굴신체형), 솟은어깨, 두신지수가 작은 체형 	264명 (15.9%)

장 작고 머리수직길이/키의 평균값은 가장 큰 값을 나타내므로 2유형과 같이 두신지수가 작은 체형이라 판단된다.

이상과 같이 본 연구에서 분석한 20-30대 성인 여성의 체형 유형별 체형 특성을 요약하였으며 〈표 8〉, 체형유형별 3D형상을 아래에 제시하였다 (표 9).



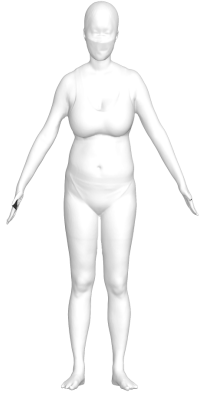
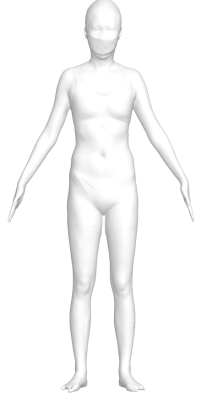








3) 체형유형과 연령별 인원분포

20-30대 성인여성의 연령에 따른 체형 유형별 인원분포를 비교하기 위해 χ^2 검정을 실시한 결과 〈표 10〉, 20대와 30대 성인여성의 체형은 통계적

으로 유의한 차이를 나타내었다.

20대는 유형1이 26.7%로 가장 많았고, 다음으로 유형4(11.8%), 유형3(10.8%), 유형2(8.1%)의 순으로 많은 분포를 나타내었다. 30대는 유형1(17.1%)에 가장 많은 분포를 보였지만 다음으로 유형3(11.3%)에 많은 분포를 보여 20대와 30대 체형유형간의 차이를 보였다. 유형별 연령빈도를 살펴보면, 유형1·유형2·유형4는 20대에, 유형3은 30대에 높은 인원분포를 보였다. 유형3은 체간부 굴곡과 하반신둘레가 작으며 복부비만형의 체형으로 연령이 증가할수록 하반신이 얇아지고 복부의 지방침착이 증가되는 체형으로 변해가고 있음을 확인할 수 있다. 결론적으로, 20-30대 성인여

〈표 9〉 체형유형별 3D형상

	유형1	유형2	유형3	유형4
앞면				
측면				
후면				

성을 대표하는 체형은 유형1로, '체간부 상부는 짧고 체간부하부와 팔·다리가 길며, 체간부 굴곡·하반신둘레·젓가슴크기 등이 보통인 바른체형(정상체형)'임을 확인할 수 있다.

4) 체형유형별 절대치항목의 평균값 추출 및 비교검증

본 연구에서는 인체의 형태와 비례적인 크기 측면에서 체형을 유형화하기 위해 지수치 및 드

〈표 10〉 연령에 따른 유형별 인원분포

n=1302, 단위: n, %

유형	연령	20-29세	30-39세	합계	χ ² 11.296*
유형 1		347(26.7)	223(17.1)	570(43.8)	
유형 2		105(8.1)	75(5.8)	180(13.8)	
유형 3		141(10.8)	147(11.3)	288(22.1)	
유형 4		153(11.8)	111(8.5)	264(20.3)	
합계		746(57.3)	556(42.7)	1302(100.0)	

〈표 11〉 절대치항목의 유형별 평균값과 분산분석 결과

단위: cm, °

구분	항목	유형1 (n=570)	유형2 (n=180)	유형3 (n=288)	유형4 (n=264)	F
높이 항목	키	162.73 A	162.46 A	162.17 A	162.36 A	.828
	목뒤높이	136.92 A	136.10 A	136.64 A	136.72 A	1.425
	어깨가쪽높이	131.39 A	130.67 A	131.04 A	130.94 A	1.381
	겨드랑높이	120.98 A	119.80 B	120.34 AB	120.61 A	3.755**
	젖가슴높이	116.22 A	115.52 A	114.79 B	115.85 A	7.367**
	허리높이	99.19 A	98.36 B	98.11 B	98.63 AB	6.051**
	배높이	91.59 A	90.28 B	90.06 B	91.29 A	14.889**
	엉덩이높이	79.83 A	79.23 B	78.63 C	79.68 B	8.764**
	살높이	75.38 A	74.87 A	73.94 B	75.09 A	12.651**
	둘레 항목	머리둘레	56.05 A	56.02 A	56.07 A	55.94 A
목밑둘레		38.09 A	37.78 A	37.98 A	37.39 B	8.383**
젖가슴둘레		86.65 B	84.96 C	88.22 A	83.16 D	50.461**
젖가슴아래둘레		76.54 A	74.76 B	76.30 A	74.35 B	18.246**
허리둘레		72.55 B	71.82 B	74.72 A	70.18 C	34.371**
배둘레		82.22 C	83.57 B	84.98 A	79.63 D	44.587**
엉덩이둘레		93.46 B	93.38 B	94.38 A	90.52 C	37.803**
넙다리둘레		57.83 A	57.53 A	58.17 A	54.99 B	45.662**
무릎둘레		35.45 A	35.56 A	35.22 A	34.28 B	24.539**
장판지최대둘레		34.78 A	34.85 A	34.59 A	33.21 B	36.717**
발목최대둘레		23.66 AB	23.79 A	23.54 BC	23.35 C	5.624**
겨드랑둘레(어깨가쪽집)		35.23 B	34.97 B	35.64 A	33.98 C	26.543**
편위팔둘레		29.44 A	28.63 B	29.76 A	27.83 C	53.590**
너비 항목		목밑너비	11.97 A	12.05 A	11.85 B	11.80 B
	어깨가쪽사이너비	35.19 AB	35.03 B	35.30 AB	35.43 A	2.207
	젖가슴너비	29.83 B	29.39 C	30.35 A	29.48 C	12.828**
	젖가슴아래너비	27.07 A	26.56 B	27.14 A	26.89 A	6.031**
	허리너비	26.23 B	25.95 BC	27.06 A	25.90 C	23.651**
	배너비	29.87 C	30.37 B	30.87 A	29.36 D	34.188**
	엉덩이너비	34.75 B	34.75 B	35.14 A	34.00 C	21.916**
두께 항목	겨드랑두께	11.22 A	10.70 B	11.36 A	10.33 C	58.387**
	젖가슴두께	21.99 B	21.42 C	22.49 A	21.30 D	84.274**
	젖가슴아래두께	19.65 A	19.12 B	19.58 A	18.16 C	58.259**
	허리두께	19.02 B	18.84 B	19.51 A	17.75 C	47.747**
	배두께	21.32 C	21.69 B	22.05 A	20.09 D	50.007**
	엉덩이두께	22.78 A	22.92 A	22.93 A	21.66 B	45.027**
길이 항목	머리수직길이	22.70 B	23.04 A	22.82 B	23.00 A	10.733**
	어깨가쪽사이길이	39.40 A	38.97 B	39.25 AB	39.36 A	2.612
	어깨가쪽길이	12.72 AB	12.57 B	12.72 AB	12.86 A	3.756**
	목뒤어깨가쪽길이	19.64 A	19.46 B	19.60 AB	19.66 A	1.782
	겨드랑앞벽사이길이	33.59 B	34.15 A	33.85 B	33.30 C	11.589**
	겨드랑뒤벽사이길이	33.69 A	33.40 B	33.84 A	33.70 A	3.410
	겨드랑앞접합사이길이	31.93 B	32.42 A	32.17 AB	31.49 C	9.620**
	겨드랑뒤접합사이길이	34.89 A	33.78 C	35.19 A	34.41 B	20.807**
	목뒤등뼈위겨드랑수준길이	16.39 C	16.64 AB	16.84 A	16.56 BC	7.580**
	목뒤위허리둘레선길이	41.80 B	41.95 B	42.89 A	42.06 B	17.037**
	앞중심길이	35.35 B	35.97 A	35.94 A	35.03 B	14.810**
	등길이	38.63 C	38.58 C	39.87 A	39.10 B	29.880**
	뒤통수수직길이	61.49 B	61.23 B	62.66 A	61.59 B	16.671**
	엉덩이수직길이	23.84 A	23.44 B	24.01 A	23.48 B	5.992**
	살앞뒤길이	66.24 A	66.36 A	66.72 A	64.82 B	12.720**
	팔길이(어깨가쪽집)	53.93 A	53.23 C	53.38 BC	53.68 AB	6.542**
	다리가쪽길이	99.92 A	99.18 B	98.80 B	99.30 AB	6.019**
각도항목	어깨가쪽경사각(오른)	24.42 A	24.01 A	23.25 B	24.24 A	7.235**

*p(0.05, **p(0.01, ***p(0.001

알파벳은 Duncan Test 결과 유의차가 있는 집단들을 서로 다른 문자로 표시 (A)B)C)D).

롭치 등을 분석항목으로 통계처리를 하였으나, 분류된 유형이 크기적 측면에서는 유형별로 어떠한 체형 특성의 차이를 보이는지를 알아보기 위해 53개 절대치항목의 유형별 평균값에 대해 일원배치분산분석 및 Duncan-test를 실시한 결과, 6개항목을 제외한 47개항목에서 유형별 유의한 차이를 나타내었다(표 11).

유형별 절대치항목의 평균값에 대한 분산분석 결과를 살펴보면, 모든 두께항목에서 유형별 유의차를 나타내었다. 높이항목에서는 키, 목뒤높이, 어깨가쪽높이의 3개항목에서, 둘레 및 너비항목에서는 머리둘레와 어깨가쪽사이너비의 1개항목에서, 길이항목에서는 어깨가쪽사이길이, 목뒤어깨가쪽길이의 2개항목에서 유형간의 유의한 차이를 나타내지 않아, 20-30대 성인여성의 체형은 높이 또는 길이항목보다는 둘레 및 두께, 너비 항목에 의해서 체형간의 차이를 나타낼 수 있음을 알 수 있다.

둘레항목에서는 머리둘레 항목을 제외한 목밑둘레, 젓가슴둘레, 젓가슴아래둘레, 허리둘레, 배둘레, 엉덩이둘레 등의 모든 항목에서 유형4의 평균값이 가장 작았으며, 유형3이 가장 큰 값을 나타내었으므로, 크기적 측면으로 보았을 때 유형3은 둘레치수가 크고 유형4는 작은 체형으로 판단할 수 있다. 두께항목에서도 모든항목에서 평균값이 유형3은 가장 크고, 유형4는 가장 작은 값을 나타내므로 유형3은 두꺼운 체형, 유형4는 납작한 체형임을 다시 확인할 수 있다.

위의 결과에서 알 수 있듯이 절대치항목의 평균값 차이가 유형별로 크지 않은 것은 본 연구가 인체의 크기요인을 배제하고 형태중심으로 체형을 유형화했기 때문이라고 판단되며, 유형간에 둘레항목의 치수가 비슷하다 하더라도 너비 및 두께항목, 높이항목에 의해서 체형은 다양화 될 수 있으며, 본 연구가 형태에 의해 체형분류가 잘 이루어졌음을 의미하며, 연구결과를 바탕으로 체형적 특징을 반영하는 아바타가 개발된다면 소비자의 체형특징을 반영하는 인체적합성이 좋은 의류제품 개발이 용이해질 것이며, 사이즈편집기능을 활용한 다양한 사이즈의 아바타 제작이 가능해지므로 가상착의시스템내 아바타의 활용도가 향상될 것으로 판단된다. 또한 본 연구에서 추출된 절대치항목의 평균값은 추후 3D아바타 모델링을 위

한 데이터로 활용될 것이다.

IV. 결론

본 연구는 한국인 표준아바타(avatar) 개발을 위한 선행 연구로써, 3D인체측정데이터를 활용하여 20-30대 성인여성의 체형을 유형화하고 분석하여, 20-30대 한국인 표준아바타 모델링에 필요한 체형 및 치수 데이터를 구축하고자 하였다. 본 연구의 결과로 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 3D인체측정항목에 대하여 연령집단별 유의차를 검증한 결과, 53개 항목 중 40개 항목에서 유의한 차이($p<0.05$)를 나타내었다. 둘레·두께항목은 모든 항목에서, 너비·길이항목은 각각 1개와 5개항목을 제외한 모든 항목에서 유의차를 나타내어 20-30대 표준아바타 제작 시 둘레·두께·너비항목이 우선적으로 고려되어야 함을 알 수 있었다.

2. 20-30대 성인여성의 체형구성요인을 추출하기 위하여 요인분석을 실시한 결과, 13개 요인이 추출되었으며, 요인1은 '체간부굴곡과 하반신수평적크기', 요인2는 '수직적크기', 요인3은 '엉덩이수직길이', 요인4는 '어깨·목부위수평적크기', 요인5는 '허리·배부위형태', 요인6은 '어깨·겨드랑높이', 요인7은 '체간부하부편평률', 요인8은 '젓가슴크기', 요인9는 '겨드랑·팔형태', 요인10은 '앞·뒤폭차', 요인11은 '머리형태', 요인12는 '젓가슴부위편평률', 요인13은 '체간부상부측면형태' 요인으로 추출되었다.

3. 요인분석 결과를 바탕으로 성인여성의 체형을 유형화 한 결과, 4개의 체형 유형으로 분류되었다. 유형1은 체간부상부는 짧고 체간부하부·팔·다리가 길며, 체간부굴곡과 하반신 수평적 크기 및 젓가슴두께와 크기, 허리·배·엉덩이두께가 보통이며, 겨드랑두께·팔둘레가 크고 진동깊이가 짧으며, 처진어깨에 두신지수가 큰 바른체형으로 분류되어 '하반신수직크기가 큰 체형'으로 명명하였다. 유형2는 체간부·팔·다리가 짧고, 체간부굴곡과 하반신 수평적 크기가 크며, 특히 엉덩이가 돌출한 체형이며, 체간부상부가 밋밋한 일자형으로 젓가슴두께가 보통이고 젓가슴크기가 작으며, 허리·배·엉덩이가 두껍고 겨드랑두께 얇고, 팔둘

레가 보통이며 목밑너비가 넓고, 보통어깨에 두신 지수가 작은 젓힌체형으로 '상하반신 수직크기가 작은 하반신발달형의 젓힌체형'으로 명명하였다. 유형3은 체간부는 길고, 팔·다리가 짧으며, 체간 부골곡이 작고 하반신 수평적 크기가 상반신에 비해 상대적으로 작은 복부비만형으로, 젓가슴·허리·배두께가 두껍고 젓가슴크기가 크며, 엉덩이두께·겨드랑두께·팔둘레가 보통, 목밑너비가 좁고 솟은어깨에 두신지수가 보통인 숙인체형으로 분류되어 '팔다리가 짧은 두꺼운 복부비만체형'으로 명명하였다. 유형4는 체간부길이는 보통이며 팔·다리가 길고, 체간부골곡과 하반신 수평적 크기가 보통이며 체간부상부가 밋밋한 일자형 체형이며, 젓가슴·허리·배·엉덩이가 납작하며 겨드랑두께·팔둘레가 얇고, 젓가슴크기가 작은 전반적으로 왜소한 체형이며, 목밑너비 좁고 어깨가쪽길이가 길며 솟은어깨에 두신지수가 작은 숙인체형으로 '왜소하고 납작한 숙인체형'으로 명명하였다.

4. 20대와 30대의 체형분포를 비교한 결과, 20대는 유형1과 유형4에 각각 26.7%, 11.8%, 30대는 유형1과 유형3에 17.1%, 11.3%의 인원분포를 나타내어 유형1이 20-30대를 대표하는 체형으로 파악되었다. 크기적 측면에서의 체형 유형별 특징 차이를 살펴본 결과, 6개 항목을 제외한 47개 인체항목에서 유형별 유의한 차이($p(0.05)$)를 나타내었으며 20-30대 성인여성의 체형은 높이 또는 길이항목보다는 둘레 및 두께, 너비 항목에 의해서 체형 유형간의 유의한 차이를 나타내는 것으로 확인되었다.

본 연구는 체간부 및 팔·다리·머리부위를 포함하는 전신의 체형을 형태 중심으로 유형화하여 아바타 모델링에 필요한 체형 및 치수데이터를 구축하였으며, 후속연구에서 20-30대 성인여성을 대표하는 한국인 표준아바타 모델링에 기초자료로 활용될 것이다. 연구 결과를 바탕으로 체형적 특징이 반영된 표준아바타가 개발되어 활용된다면 한국인 소비자의 체형 적합성이 향상된 의류 제품 개발이 용이해질 것이며, 의류제품의 디지털 제조 및 생산 활성화에 기여할 것이다. 또한 한국인 체형을 기반으로 하는 여러 산업분야의 인간공학적 평가 및 관련 연구에 활용되어 디지털 기반의 국가산업 경쟁력을 강화하는데 기여할 것으로 판단된다. 추후 성별·연령대별 한국인 표준아

바타 개발을 위한 체형분석을 진행하여 다양한 소비계층을 이루고 있는 의류산업에서 기초자료로 활용되기를 기대한다.

참고문헌

- 김수아. (2003). *지수치를 이용한 노년 여성의 상반신 체형 분류와 판별에 관한 연구*. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 김수아, 이경미, 최혜선. (2003). 지수치를 이용한 노년 여성의 하반신 체형 유형화에 관한 연구. *복식*, 53(6), 117-130.
- 김인미, 김소라. (2008). 20대 전반 여성의 체형분류에 관한 연구. *대한인간공학회지*, 28 (2), 35-55.
- 김은희. (2005). *중국 성인여성의 인체프로포션에 의한 체형분석*. 숙명여자대학교 박사학위논문.
- 김효숙, 이소영, 김지민, 이준혁. (2012). 50- 60대 여성의 체간부 체형분석. *대한의류섬유학회지*, 36(3), 311-323.
- 김효숙, 이소연. (2004). 의류제품의 전자상거래를 위한 20대 여대생의 체형 및 3D 인체모형. *한국패션비즈니스학회지*, 8(4), 94- 103.
- 국가기술표준원. (2021). 제8차 한국인인체치수조사 보고서. *Size Korea*, 자료검색일 2022. 08. 08, 자료출처 <https://sizekorea.kr/>
- 이민정, 손희순. (2012). CLO 3D 아바타 사이징과 실제인체간의 치수 및 형태 차이 비교 분석. *패션 비즈니스*, 16(4), 137-151.
- 이에리, 장정아. (2020). 성인여성 버츄얼 패션 3D 아바타와 Size Korea 인체형상의 형태 차이 비교. *한국의류산업학회지*, 22(1), 87-93.
- 임지영. (2020). 복부비만 성인여성의 하반신 체형 분석에 따른 하의류 치수체계 연구. *한국의류학회지*, 44(2), 310-320.
- 정선영, 남윤자. (2015). 두신지수별 정면체형과 인체비례 모듈러 연구- 한국 성인남성 20~30대를 대상으로-. *한국의류학회지*, 39 (2), 217-232.
- 윤지원. (2013). *3차원 인체형상데이터를 이용한 성인여성의 체형유형별 타이트 핏 토르소원형 개발: 가상착의시스템을 이용하여*. 한양대학교

박사학위논문.

- 차수정. (2017). 3차원 데이터를 활용한 중년 여성의 체형분류. *한국트렌드학회*. 56, 83 -92.
- 하희정, 성옥진. (2005). 지수치를 이용한 Plus-size 여성의 하반신 체형 연구. *복식문화연구*. 13(1), 6-17.
- 한현정. (2014). *성인여성 체형별 3D표준아바타 구축*. 울산대학교 박사학위논문.
- 홍은희. (2019). 3D 스캔 데이터에 의한 성인 남성의 체간부 형태 유형화. *한국의상디자인학회지*. 21(4), 165-179.
- 홍은희. (2020). 3차원 인체형상을 재현한 3D아바타 제작을 위한 가상착의시스템의 활용성 검증 -CLO3D프로그램을 중심으로-. *한국의상디자인학회지*. 22(1), 1-13.