

제8차 Size Korea 스캔 데이터를 이용한 20~69세 여성의 하반신 체형 유형화 및 연령에 따른 체형변화 분석

Pang Chuan Ning¹⁾ · 유은주²⁾ · 송화경^{1)†}

¹⁾경희대학교 의상학과

²⁾이화여자대학교 의류산업학과

Classification of Lower Body Shapes and Analysis of Age-Related Changes in Women Aged 20~69 Using the 8th Size Korea Scan Data

Chuan Ning Pang¹⁾, Eun Joo Ryu²⁾, and Hwa Kyung Song^{1)†}

¹⁾Dept. of Clothing and Textiles, Kyung Hee University; Seoul, Korea

²⁾Dept. of Fashion Industry, Ewha Womans University; Seoul, Korea

Abstract: This study aimed to classify lower body shapes and examine age-related changes in women aged 20–69, using data from the 8th Size Korea scan. A sample of 450 3D body scans was selected from the 8th Size Korea Survey Database. Using the Grasshopper algorithm from a previous study, 53 measured values were obtained. Principal component analysis identified eight key components: horizontal size, vertical length of the lower body, waist-to-abdomen shape, hip protrusion, abdomen-to-hip shape, abdominal protrusion, thigh-knee-width difference, and thigh slope. Three lower-body types were identified. Type 1 (28%) was the heaviest build, with the shortest lower body length and the most perpendicular body shape from the thigh to the knee when viewed laterally. Type 2 (41.3%) had an average circumference with the flattest belly, and a sloping thigh shape when viewed from the side. Type 3 (30.7%) was the thinnest type, with a notable difference in circumference and position between the waist and belly, a more prominent abdomen and flat buttocks, and the smallest width difference between the thighs and knees. To classify individuals by body type, this study proposes two discriminant functions. Among women in their 20s and 30s, the most prevalent was Type 2; in the 40s, the proportion of Type 3 increased. For those in their 50s and early 60s, Type 2 became more common again, while in the 65+ age group, Type 3 was most frequent.

Key words: classification(유형화), lower body(하체), body shape changes(체형 변화), 3D body scan(3D 인체 스캔), Grasshopper algorithm(그래스호퍼 알고리즘)

1. 서 론

체형은 연령의 증가에 따라 변화되는데 특히 여성은 임신과 출산, 호르몬의 영향으로 체형의 변화가 뚜렷하게 나타난다. 여성은 연령이 높아질수록 하반신 길이가 짧아지고 복부 둘레가 증가되며 엉덩이가 뭉뚱해지고 하지가 가늘어지는 변화가 나타난다(Lee, 2020). 이러한 변화로 인해 하의류의 맞춤새 적합성에 있어 문제점이 나타날 수 있으므로 여성의 하반신 체형을 반영한 의복 설계가 필요하다.

여성의 하반신 체형에 관한 연구로는 제5차, 6차, 7차 한국인 인체치수조사사업(Size Korea) 직접측정치와 지수치의 경년

변화를 분석하여 신체 치수와 체형 변화를 살펴본 연구가 있다. Cha(2021)는 20대 여성의 직접측정치를 바탕으로 20대 여성의 하반신 체형은 다리가 굵어지고 허리둘레는 커져서 굴곡이 없는 체형으로 변화되었다고 밝혔다. 또한 20대 여성의 10년 간격이 있는 제5차, 7차에 계측한 한국인 인체치수조사사업의 치수 데이터를 비교 분석한 연구(Kim et al., 2022)에서는 제7차의 너비, 두께, 둘레항목의 치수가 제5차에 비해 전반적으로 증가하고 20대 전반과 20대 후반의 하반신 형태에 차이를 보인다고 하였다. 30~50대 여성의 하반신 체형 연구(Lee, 2021)에서는 제5차, 6차, 7차 한국인 인체치수조사사업 자료 중 중년으로 접어드는 시점부터의 체형 특성을 파악하기 위해 30~59세 연령 범위를 5세 단위의 연령구간으로 분류하여 체형특성을 파악하였다. 제5차에서는 전 연령대에서 복부비만체형이 성인 여성의 대표 체형이었으나 제7차에서는 30대 전기~40대 전기는 슬림체형, 40대 후기는 하지비만체형, 50대 전기와 후기는 복부·하지 비만체형이 대표 체형으로 전 연령대에서 슬림체형과 복부·하지 비만체형의 비율이 증가하고 복부비만체형의 비율이 감

†Corresponding author: Hwa Kyung Song

Tel. +92-2-961-9180, E-mail: hksong@khu.ac.kr

©2024 The Korean Fashion and Textile Research Journal(KFTRJ). This is an open access journal. Articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

소되고 있다고 하였다.

특정 연령대의 체형을 비교하여 살펴본 연구로 Lee(2022)는 제7차 한국인 인체치수조사사업 자료의 40~64세 여성의 하반신 체형을 40~54세, 55~64세 2개 연령단위로 분류하여 중년전기와 중년후기로 구분하여 고찰하였으며, 중장년 전기에서는 하반신의 높이와 길이, 다리의 연결부위 관련 둘레에서 큰 값을 보이거나 중장년 후기에서는 복부관련 두께, 둘레, 너비가 큰 값을 보인다고 하였다. 의복구매에서 나타나는 다운에이징(Down-aging) 현상으로 인해 발생하는 의복 맞춤새 문제를 파악하기 위해 20대와 30~40대 여성의 하체 체형의 차이를 검증하기 위한 연구(Kim, 2014)에서는 제6차 한국인 인체치수조사사업 자료를 바탕으로 분석하였으며, 30~40대 여성들이 20대의 체형에 맞는 패턴 및 치수체계 그리고 20대의 피팅모델을 기준으로 만들어진 하의 착용 시 하의길이, 밑위길이, 배둘레 등의 둘레부위 맞춤새에 문제점이 발생할 것으로 예측하였다.

또한 특정 연령대의 체형 특징을 중점적으로 살펴본 연구로는 제6차 한국인 인체치수조사사업 자료를 바탕으로 40~60대 여성의 하반신 측정치 및 체형을 분석한 연구(Kim et al., 2012)에서는 높이 항목은 연령 증가에 따라 감소되었으며 연령 증가에 따라 피하지방의 침착으로 인해 너비와 두께 항목이 증가되고 중장년 여성의 경우 엉덩이 부위보다 허리 및 배 부위에 집중적으로 침착됨을 알 수 있다고 하였다. Lee(2014)는 체형 변화가 현저하게 나타나는 40~59세 중년 여성을 대상으로 제5차 한국인 인체치수조사사업 데이터를 이용하여 하반신 체형을 유형화하고 유형에 따른 특징을 파악하였으며, Lee(2023)는 날씬해지고 있는 중장년 여성들의 신체를 반영하는 하의류 제작을 위해 50~69세 중장년 여성을 대상으로 제8차 한국인 인체치수조사사업의 데이터를 이용하여 하반신 체형을 유형화하고 분류하였으며, 중장년 여성들의 자기관리로 인한 다운에이징 현상이 신체의 체형변화로 나타나고 있다고 하였다. Im and Kim (2023)은 제8차 Size Korea의 데이터를 이용하여 40~64세 중장년 비만 여성의 하반신 체형을 분류하였으며, 중장년 비만 여성의 하반신 체형의 경우 복부 부위의 둘레 및 두께가 비만하게 나타나고 중년에서 장년으로 나이가 들수록 하반신 둘레 및 부피가 작아지며 상대적으로 왜소한 비만 체형이 나타난다고 하였다. 특정 연령대의 체형 특징을 중점적으로 살펴본 연구의 경우 중장년 여성을 대상으로 한 연구가 많은 것으로 나타났다.

이처럼 성인 여성 하반신 체형에 관련된 대부분의 선행연구는 경년에 따른 체형의 변화를 분석하거나 단일 연령대를 대상으로 체형분석을 진행하였으며, 전체 연령에 따른 체형 변화에 대한 연구는 부족한 실정으로 성인 여성은 성장이 멈춘 후 지속적인 노화 과정을 거치게 되면서 치수 변화와 함께 체형의 차이를 가져오면서 연령대별 체형 변화 분석이 필요한 것으로 사료되었다.

이와 같이 일부 선행연구가 제8차 한국인 인체치수조사사업 자료를 이용하여 체형을 분석하였으나 선행연구들의 대부분은

제5차, 6차, 7차 한국인 인체치수조사사업 자료를 활용해 체형을 분석하였다. 제8차 한국인 인체치수조사사업 보고서(Korean Agency for Technology and Standards[KATS], 2021a)에 따르면 2015년 이후 여성의 키, 허리둘레, 넓다리둘레, 하체의 길이 등 다양한 항목에서 치수 변화가 있는 것으로 보고되어 가장 최근 사업인 제8차 한국인 인체치수조사사업의 데이터를 이용하여 체형분석이 필요할 것으로 사료된다.

또한 선행연구에서는 한국인 인체치수조사사업 데이터에 포함된 둘레, 길이 높이와 같은 직접측정치와 계산치만을 바탕으로 연구를 진행하였으나, 인체의 형태를 분석하기 위해서는 다양한 각도값이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 제8차 한국인 인체치수조사사업의 3D 인체형상을 활용하여 각도와 같은 새로운 측정값을 추출하여 구체적인 체형변화를 고찰하고자 하였다.

따라서 본 연구는 제8차 한국인 인체치수조사사업 자료 중 20~69세 여성의 3D 인체형상과 선행연구(Ryu & Song, 2023)에서 Rhino의 add-in 알고리즘 에디터인 Grasshopper을 이용하여 개발한 기준점 자동 탐색 및 측정 알고리즘을 활용하여 기본 측정항목 외에 다양한 각도값을 추출하여 성인여성 하반신 형태 요인을 파악한 후, 하반신 형태를 유형화하고 각 유형별 특징을 분석하고자 하였다. 또한 연령집단별 하반신 체형 유형의 출현율을 파악하고 비교하여 연령에 따른 체형 변화를 비교 분석하고자 하였다. 최종적으로 하반신 유형을 분류한 군집분석 결과를 바탕으로 판별함수를 제시하여 체형을 판별할 수 있는 객관적인 기준을 제공하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구는 제8차 한국인 인체치수조사사업 자료(KATS, 2021b)의 20~69세 여성 2,773명을 대상으로 연령집단별, BMI 그룹별 비율을 계산하고 할당표본추출법에 따라 각 연령집단에서 45명씩 선정하여 총 450명의 피험자를 분석에 이용하였다. BMI 유형은 세계보건기구(WHO)에서 아시아인을 위해 제시한 기준에 따라 저체중, 정상체중, 과체중, 경도비만 및 비만 그룹으로 분류하였다(WHO, 2004). 연령집단 및 BMI 유형별 대상자 수 분포는 다음과 같다(Table 1).

2.2. 측정항목

본 연구는 20~69세 여성의 하반신 형태 분석을 위하여 체형 분석과 하반신 원형에 관한 선행연구들을 바탕으로 측정항목을 선정하였으며, 단순히 인체의 크기가 아닌 체형의 형태를 기준으로 하여 체형을 분류하기 위해 각도값과 드롭치를 포함시키고자 하였다. 측정값은 선행연구(Ryu & Song, 2023)에서 Rhino의 add-in 알고리즘 에디터인 Grasshopper를 이용하여 개발한 알고리즘을 활용하여 추출하였다(Fig. 1). 알고리즘으로 측정값을 추출하는 과정은 다음과 같다. 먼저 분석할 3D 인체형상을

Table 1. Number and percentage of subjects in each age and BMI category

Age group	BMI group	Underweight (<18.5)	Normal (18.5~22.9)	Overweight (23~24.9)	Pre-obese (25~29.9)	Obese (>30)	Total
20~24	n	7	26	6	5	1	45
	%	15.6%	57.8%	13.3%	11.1%	2%	100%
25~29	n	4	27	6	7	1	45
	%	8.9%	60%	13.3%	15.6%	2%	100%
30~34	n	6	24	7	7	1	45
	%	13.3%	53.3%	15.6%	15.6%	2%	100%
35~39	n	3	27	7	6	2	45
	%	6.7%	60%	15.6%	13.3%	4.4%	100%
40~44	n	3	25	8	7	2	45
	%	6.7%	55.6%	17.8%	15.6%	4.4%	100%
45~49	n	2	24	6	10	3	45
	%	4.4%	53.3%	13.3%	22.2%	6.7%	100%
50~54	n	1	24	8	9	3	45
	%	2%	53.3%	17.8%	20%	6.7%	100%
55~59	n	1	18	15	9	2	45
	%	2%	40%	33.3%	20%	4.4%	100%
60~64	n	0	21	12	10	2	45
	%	0%	46.7%	26.7%	22.2%	4.4%	100%
65~69	n	0	20	13	11	1	45
	%	0%	44.4%	28.9%	24.4%	2%	100%

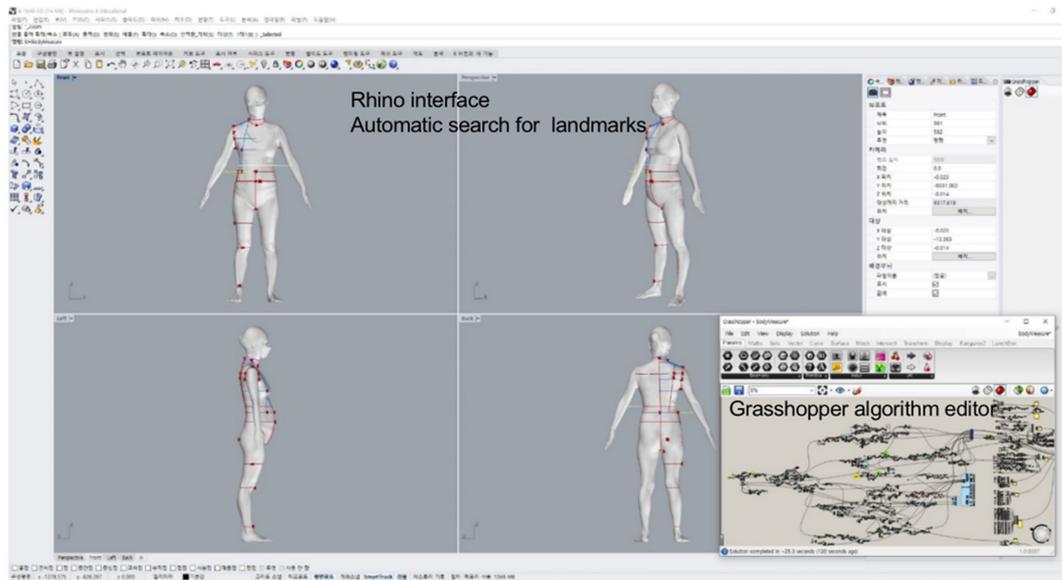
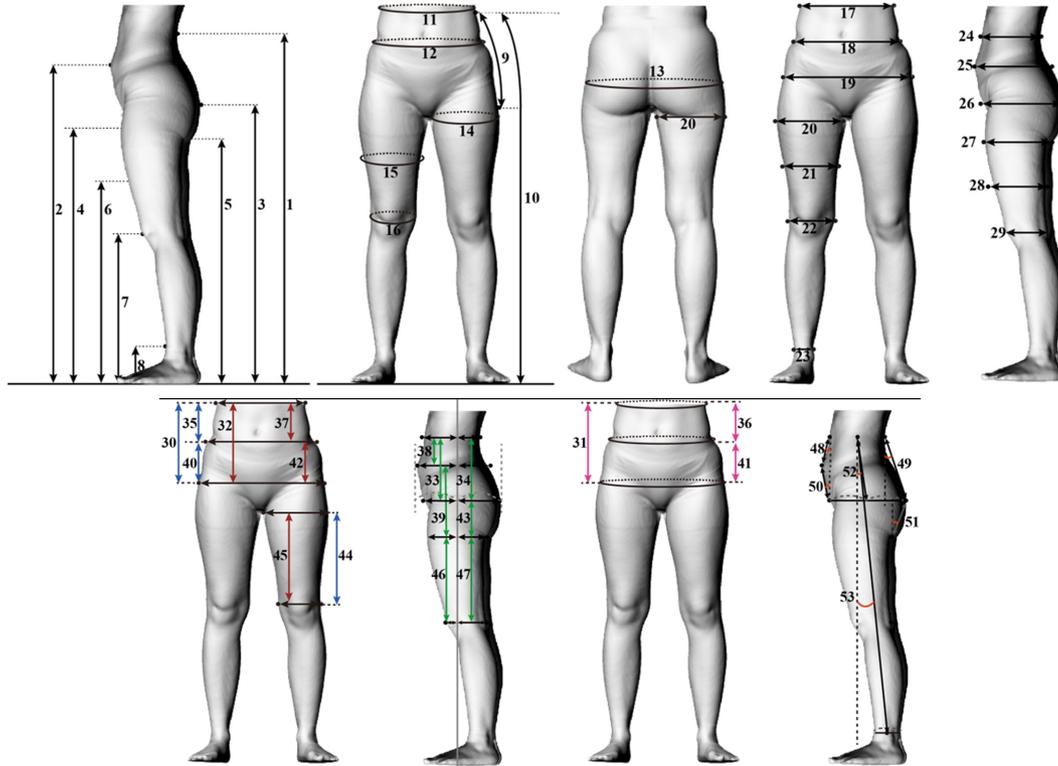


Fig. 1. Process for automatic detection for landmarks and generation of measurements.

Rhino에 불러온 후, Grasshopper에서 정리해둔 알고리즘이 Rhino 환경에서 수행되도록 명령창에 명령어를 입력하였다. 개발된 알고리즘은 하반신 11개의 기준점이 자동으로 탐색한 후, 측정항목의 수치를 자동으로 측정하고 측정된 값은 CSV 파일로 저장하였다. 추출된 측정값은 절대값이었기 때문에 드롭치

18항목은 추가로 계산하였다. 최종적으로 높이 8항목, 길이 2항목, 둘레 6항목, 너비 7항목, 두께 6항목, 각도 6항목, 드롭치 18항목, 총 53항목을 분석에 이용하여 체형분석 및 유형화를 실시하였다(Table 2).

Table 2. Measurement location



Height		Width & Depth		35	Waist height - Abdomen height
1	Waist height	17	Waist width	36	Abdomen circumference - Waist circumference
2	Abdomen height	18	Abdomen width	37	Abdomen width - Waist width
3	Hip height	19	Hip width	38	Abdomen front depth - Waist front depth
4	Crotch height	20	Thigh width	39	Abdomen front depth - Thigh front depth
5	Gluteal fold height	21	Mid-thigh width	40	Abdomen height - Hip height
6	Mid-thigh height	22	Knee width	41	Hip circumference - Abdomen circumference
7	Knee height	23	Minimum leg width	42	Hip width - Abdomen width
8	Minimum leg height	24	Waist depth	43	Hip back depth - Thigh back depth
Length & Circumference		25	Abdomen depth	44	Gluteal fold height - Knee height
9	Waist to hip length	26	Hip depth	45	Thigh width - Knee width
10	Outside leg length	27	Thigh depth	46	Thigh front depth - Knee front depth
11	Waist circumference	28	Mid-thigh depth	47	Thigh back depth - Knee back depth
12	Abdomen circumference	29	Knee depth	Angle	
13	Hip circumference	Drop		48	Front waist ~ Abdomen
14	Thigh circumference	30	Waist height - Hip height	49	Back waist ~ Hip
15	Mid-thigh circumference	31	Hip circumference - Waist circumference	50	Front point of hip level ~ Abdomen
16	Knee circumference	32	Hip width - Waist width	51	Gluteal fold ~ Hip
		33	Waist front depth - Hip front depth	52	Side waist ~ Mid-point of hip depth
		34	Hip back depth - Waist back depth	53	Side waist ~ Mid-point of ankle depth

2.3. 하반신 형태의 요인 추출과 유형화 및 판별분석 방법

본 연구를 위해 3D 인체형상에서 추출된 데이터는 SPSS 26.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 첫째, 20~69세 여성의 하반신 형태의 요인 추출을 위해 측정 및 계산 항목 53개 항목에 대하여 Varimax 직교회전을 이용한 요인분석을 실시하였다.

둘째, 성인 여성의 하반신 형태를 분류하기 위해 요인 점수를 독립 변수로 사용하여 K-means 군집분석을 수행하였다. 유형의 수는 3개에서 4개로 점진적으로 증가시켜 살펴보니, 유형별 차이가 명확하고 의류 제조업체가 쉽게 사용할 수 있도록 유형수를 정하였다. 분류된 각 유형의 특성과 유형별 차이를 파악하고 연령집단별 요인 점수를 비교하기 위해 일원분산분석(ANOVA)과 사후검정(Duncan-test)을 실시하였다.

셋째, 연령집단을 5세 단위로 구분한 후 연령집단별 하반신 체형 유형의 출현율을 파악하기 위하여 빈도분석을 실시하고, 연령집단별 하반신 신체치수와 형태를 구성하는 요인 점수의 차이를 분석하기 위하여 일원분산분석과 사후검정을 실시하였다.

넷째, 분류된 집단을 대상으로 판별분석을 실시하여 각 집단을 구분할 수 있는 기준을 설정하였다. 요인분석에 사용된 항목을 독립변수, 분류된 하반신 유형을 종속변수로 하여 단계적 판별분석을 실시하여 임의의 여성의 체형 집단을 판단하기 위한 판별함수를 도출하고 제시된 판별함수의 정확성을 파악하기 위하여 적중률을 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 20~69세 성인 여성 하반신 형태 구성요인 추출

20~69세의 성인 여성의 하반신 형태 구성 요인을 추출하기 위해 요인분석을 실시한 결과는 다음과 같다. 측정 및 계산 항목 53개 항목을 이용하여 1차 요인분석을 진행하였으며 1차 요인분석을 실시한 결과, 총 10개의 요인이 추출되었고 누적변수는 86.681%로 나타났다. 1차 요인 분석 결과, 허리 높이, 종아리 아래점 높이, 엉덩이 옆길이, 다리가쪽 길이, 허리 둘레, 배 둘레, 허리 너비, 배 너비, 종아리 아래점 너비, 허리 두께, 배 두께, 엉덩이 두께, 허리 높이-엉덩이 높이, 엉덩이 둘레-허리 둘레, 엉덩이 너비-허리 너비, 허리 앞두께-엉덩이 앞두께, 배 앞두께-넙다리 앞두께(불기고랑점 수준), 배 높이-엉덩이 높이, 엉덩이 뒤두께-넙다리 뒤두께(불기고랑점 수준), 불기고랑점 높이-무릎 높이, 넙다리 앞두께(불기고랑점 수준)-무릎 앞두께, 불기고랑점-엉덩이 돌출점(각도), 허리옆점의 수직기준선-허리 옆점과 종아리아래점 두께의 이등분점 연결선(각도)의 23개 항목은 여러 요인과 연관되어 있어 삭제하고 30개 항목으로 최종 요인분석을 실시하였다. 최종적으로 총 8개의 요인이 추출되었으며, 누적변수는 88.633%로 나타났다(Table 3).

요인1은 넙다리중간 둘레, 엉덩이 둘레, 넙다리중간 너비, 넙다리 두께, 무릎 너비, 무릎 둘레, 넙다리 두께(불기고랑점 수준), 넙다리 너비(불기고랑점 수준), 넙다리 둘레(불기고랑점 수준), 엉덩이 너비, 무릎 두께, 총 11개 항목으로 구성되었으며

둘레 및 너비와 관련 항목들이 묶인 것으로 보아 요인1은 ‘하반신의 수평크기’를 나타내는 요인으로 해석된다. 전반적으로 높은 요인 부하량을 나타내고 있고 고유치는 9.625이며, 전체 변량의 32.083%를 설명해준다.

요인2는 넙다리중간 높이, 엉덩이 높이, 살점 높이, 무릎 높이, 배 높이, 불기고랑점 높이, 총 6개 항목으로 구성되었으며 높이 항목들이 묶인 것으로 보아 요인2는 ‘하반신 수직길이’를 나타내는 요인으로 해석된다. 고유치는 5.837이며, 전체 변량의 19.456%를 설명해준다.

요인3은 배 둘레-허리 둘레, 배 너비-허리 너비, 허리 높이-배 높이, 총 3개 항목으로 구성되었으며 허리-배 형태에 관련된 항목들이 묶인 것으로 보아 요인3은 ‘허리-배 형태’를 나타내는 요인으로 해석된다. 고유치는 3.526이며, 전체 변량의 11.754%를 설명해준다.

요인4는 허리뒤점 수직기준선-엉덩이돌출점(각도), 엉덩이 뒤 두께-허리 뒤두께, 허리옆점 수직기준선-허리옆점과 엉덩이돌출점 두께의 이등분점 연결선(각도), 총 3개 항목으로 구성되었으며 엉덩이 부분 관련된 항목들이 묶인 것으로 보아 요인4는 ‘엉덩이 돌출(옆면)’을 나타내는 요인으로 해석된다. 고유치는 2.234이며, 전체 변량의 7.448%를 설명해준다.

요인5는 엉덩이 둘레-배 둘레, 엉덩이 너비-배 너비, 엉덩이 돌출점 수준 앞점-배돌출점(각도), 총 3개 항목으로 구성되었으며 배-엉덩이 형태에 관련된 항목들이 묶인 것으로 보아 요인5는 ‘배-엉덩이 형태(앞면)’을 나타내는 요인으로 해석된다. 고유치는 1.997이며, 전체 변량의 6.658%를 설명해준다.

요인6은 배 앞두께-허리 앞두께, 허리앞점 수직기준선-배돌출점(각도), 총 2개 항목으로 배 형태와 관련된 항목으로 구성되어 요인6은 ‘배 돌출(옆면)’을 나타내는 요인으로 해석된다. 고유치는 1.28이며, 전체 변량의 4.265%를 설명해준다.

요인7은 넙다리 너비(불기고랑점 수준)-무릎 너비 1개 항목으로 구성되었으며 ‘넙다리-무릎 너비 차이’를 나타내는 요인으로 해석된다. 고유치는 1.052이며, 전체 변량의 3.508%를 설명해준다.

요인8은 넙다리 뒤두께(불기고랑점 수준)-무릎 뒤두께 1개 항목으로 구성되었으며 ‘넙다리 옆면 기울기’를 나타내는 요인으로 해석된다. 고유치는 1.039이며, 전체 변량의 3.462%를 설명해준다.

3.2. 20~69세 성인여성 하반신 형태 유형 분류 및 특징 분석

본 연구에서는 8개의 요인을 독립변수로 하는 K-means 군집분석을 사용하여 20~69세 여성의 하반신 체형을 공통된 특징을 가진 군집으로 분류하고자 하였다. 군집분석 결과 군집 수가 4개인 경우보다 군집 수가 3개인 경우에 군집 간 체형 특성이 더 구분되었기 때문에 본 연구에서는 3개의 유형으로 분류하였다. 요인 점수로 분류된 체형별 특성을 살펴보기 위해 요인 점수에 대한 일원분산분석과 사후검정을 실시한 결과, 요인 5(배-엉덩이 형태)를 제외한 모든 요인들은 유의한 차이가 보

Table 3. Component matrix from principal component (PC) analysis

PC	Measurement variable	1	2	3	4	5	6	7	8
Horizontal size	Mid-thigh circumference	0.921	0.032	-0.035	0.065	-0.003	-0.042	0.01	0.153
	Hip circumference	0.917	0.075	0.028	0.025	-0.14	-0.02	0.191	0.008
	Mid-thigh width	0.916	0.017	-0.01	-0.036	-0.02	-0.034	0.1	0.102
	Mid-thigh depth	0.907	0.069	0.009	0.116	-0.022	-0.054	0.036	0.113
	Knee width	0.896	0.071	0.037	-0.021	-0.033	-0.018	-0.311	0.004
	Knee circumference	0.893	0.102	0.002	0.025	-0.045	-0.047	-0.327	-0.109
	Thigh depth	0.875	0.062	-0.006	0.154	-0.073	-0.056	0.106	0.282
	Thigh width	0.863	0.168	0.055	0.028	0.086	0.042	0.392	-0.045
	Thigh circumference	0.843	0.08	-0.034	0.1	-0.062	-0.031	0.129	0.207
	Hip width	0.816	0.172	0.126	-0.016	0.003	0.059	0.268	-0.102
Knee depth	0.812	0.183	0.026	0.049	-0.061	-0.043	-0.269	-0.296	
Lower body vertical length	Mid-thigh height	0.145	0.973	0.062	0.01	0.078	0.03	-0.003	0.027
	Hip height	0.121	0.958	0.082	0.024	0.062	0.006	0.074	0.022
	Crotch height	0.06	0.947	0.118	0.054	0.139	0.055	0.054	-0.04
	Knee height	0.174	0.899	0.02	-0.015	0.098	0.071	-0.139	0.031
	Abdomen height	0.123	0.891	-0.068	0.116	0.278	-0.001	0.08	0.021
	Gluteal fold height	0.06	0.828	0.023	-0.013	0.091	-0.015	0.142	-0.069
Waist-to-abdomen shape	Abdomen circumference - Waist circumference	0.009	0.093	0.935	0.233	0.063	0.148	0.009	0.031
	Abdomen width - Waist width	-0.022	0.083	0.931	0.142	0.093	-0.014	0.005	0.031
	Waist height - Abdomen height	0.086	0.016	0.881	0.058	-0.155	-0.154	0.029	-0.011
Hip protrusion (side)	Back waist ~ Hip (angle)	0.241	-0.067	0.009	0.872	-0.054	-0.047	0.042	0.055
	Hip back depth - Waist back depth	0.138	0.109	0.31	0.863	0.226	-0.116	0.041	0.062
	Side waist ~ Mid-point of hip depth (angle)	-0.116	0.109	0.258	0.774	0.222	-0.194	-0.015	-0.017
Abdomen-to-hip shape (front)	Hip circumference - Abdomen circumference	-0.03	0.06	0.161	-0.014	0.894	-0.124	0.026	-0.119
	Hip width - Abdomen width	-0.06	0.042	-0.303	0.054	0.86	-0.11	0.038	-0.105
	Front point of hip level ~ Abdomen (angle)	0.232	-0.265	-0.245	-0.412	-0.645	0.075	-0.091	-0.159
Abdomen protrusion (side)	Abdomen front depth - Waist front depth	-0.043	0.06	0.213	-0.145	0.076	0.913	0.052	-0.076
	Front waist ~ Abdomen (angle)	-0.102	0.057	-0.283	-0.141	0.104	0.891	0.039	-0.038
Thigh-to-knee width difference	Thigh width - Knee width	0.197	0.159	0.036	0.064	0.162	0.081	0.923	-0.069
Thigh slope	Thigh back depth - Knee back depth	0.242	-0.001	0.051	0.074	-0.07	-0.103	-0.073	0.895
	Eigen value	9.625	5.837	3.526	2.234	1.997	1.28	1.052	1.039
	% of variance	32.083	19.456	11.754	7.448	6.658	4.265	3.508	3.462
	Cumulative %	32.083	51.539	63.293	70.741	77.398	81.664	85.171	88.633

Table 4. Results of ANOVA for 8 principal component (PC) scores on three body shape groups

PC	Group	Group			F			
		Group 1 (n=126, 28%)	Group 2 (n=186, 41.3%)	Group 3 (n=138, 30.7%)				
1	Horizontal size	0.76(1.02)	C	-0.12(0.81)	B	-0.53(0.77)	A	75.878**
2	Lower body vertical length	-0.21(0.91)	A	0.09(1.02)	B	0.07(1.01)	B	4.079*
3	Waist-to-abdomen shape	-0.31(0.89)	A	-0.22(0.86)	A	0.58(1.02)	B	39.026**
4	Hip protrusion (side)	0.20(1.05)	B	0.10(0.99)	B	-0.32(0.89)	A	10.985**
5	Abdomen-to-hip shape (front)	0.04(1.04)		-0.12(0.93)		0.12(1.03)		2.530
6	Abdomen protrusion (side)	-0.09(0.98)	B	-0.33(0.94)	A	0.53(0.89)	C	34.554**
7	Thigh-to-knee width difference	-0.26(0.98)	B	0.54(0.88)	C	-0.50(0.81)	A	61.613**
8	Thigh slope	0.80(0.87)	C	-0.62(0.79)	A	0.1 (0.79)	B	115.913**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, A < B < C

였으며 요인 2(하반신 수직길이)는 $p<0.05$ 수준에서, 이를 제외한 모든 요인들은 $p<0.01$ 수준에서 유의차가 나타났다 (Table 4).

성인 여성 하반신 형태의 유형별 특징을 파악하기 위해 8개의 요인별 항목들에 대한 분산분석 및 사후검정을 실시한 결과는 <Table 5>와 같다. 30개 측정항목 중 넙다리중간 높이,

엉덩이 높이, 무릎 높이, 배 높이, 허리옆점의 수직기준선-허리 옆점과 엉덩이돌출점 두께의 이등분점 연결선(각도), 엉덩이 둘레-배 둘레, 엉덩이 너비-배 너비 항목을 제외하고 23개 항목에서 유의한 차이가 나타났다. 성인 여성 하반신의 유형별 체형특징 및 3D 정면과 측면 사진은<Table 6>과 같으며, 각 유형별 체형특성을 살펴보면 다음과 같다.

Table 5. Results of ANOVA for 30 body measurements on three body shape groups

Component & variable	Group 1 (n=126, 28%)		Group 2 (n=186, 41.3%)		Group 3 (n=138, 30.7%)		F
PC 1: Horizontal size	0.76	C	-0.12	B	-0.53	A	75.878**
Mid-thigh circumference	52.62	C	48.39	B	46.79	A	97.803**
Hip circumference	98.13	C	94.96	B	91.67	A	58.971**
Mid-thigh width	16.09	C	15.09	B	14.60	A	75.277**
Mid-thigh depth	16.82	C	15.60	B	14.99	A	76.581**
Knee width	12.05	B	11.17	A	11.15	A	60.006**
Knee circumference	17.21	B	35.23	A	34.83	A	47.905**
Thigh depth	19.34	C	17.63	B	16.93	A	110.927**
Thigh width	18.06	C	17.67	B	16.91	A	48.466**
Thigh circumference	60.20	C	55.77	B	53.42	A	96.637**
Hip width	35.56	C	35.02	B	34.09	A	26.417**
Knee depth	12.11	C	11.80	B	11.53	A	19.505**
PC 2: Lower body vertical length	-0.21	A	0.09	B	0.07	B	4.079**
Mid-thigh height	59.97		60.28		60.35		0.679
Hip height	77.33		78.09		77.91		1.610
Crotch height	69.31	A	70.34	B	70.41	B	4.334*
Knee height	88.74		89.45		88.71		1.568
Abdomen height	42.61		42.47		42.80		0.988
Gluteal fold height	66.73	A	68.30	B	67.64	AB	6.292*
PC 3: Waist-to-abdomen shape	-0.31	A	-0.22	A	0.58	B	39.026**
Abdomen circumference - Waist circumference	8.39	A	8.39	A	11.81	B	11.303**
Abdomen width - Waist width	3.05	A	3.09	A	4.37	B	35.234**
Waist height - Abdomen height	7.96	A	8.33	A	9.31	B	30.539**
PC 4: Hip protrusion (side)	0.20	B	0.10	B	-0.32	A	10.985**
Back waist ~ Hip (angle)	17.46	A	16.32	B	14.65	B	28.307**
Hip back depth - Waist back depth	5.01	A	4.72	B	4.42	B	5.608**
Side waist ~ Mid-point of hip depth (angle)	5.13		5.39		4.67		1.465
PC 5: Abdomen-to-hip shape (front)	0.04		-0.12		0.12		2.53
Hip circumference - Abdomen circumference	6.68		6.97		7.27		0.434
Hip width - Abdomen width	3.14		3.59		3.38		2.598
Front point of hip level ~ Abdomen (angle)	15.61	B	15.66	B	12.88	A	14.317**
PC 6: Abdomen protrusion (side)	-0.09	B	-0.33	A	0.53	C	34.554**
Abdomen front depth - Waist front depth	0.63	A	0.62	A	1.34	B	53.268**
Front waist ~ Abdomen (angle)	5.93	A	5.73	A	9.58	B	16.604**
PC 7: Thigh-to-knee width difference	-0.26	B	0.54	C	-0.50	A	61.613**
Thigh width - Knee width	6.01	B	6.50	C	5.76	A	50.825**
PC 8: Thigh slope	0.80	C	-0.62	A	0.10	B	61.613**
Thigh back depth - Knee back depth	1.40	C	-0.10	A	-0.03	B	133.972**

* $p<0.05$ ** $p<0.01$, A<B<C

유형 1은 수평크기(요인 1), 넓다리~무릎 옆면 기울기(요인 8)의 점수는 가장 크게 나타나고 엉덩이 돌출(요인 4)의 요인 점수는 크게 나타났으며, 하반신 수직길이(요인 2), 허리~배 형태(요인 3)의 요인 점수는 작은 것으로 나타나 둘레 및 너비 치수가 가장 크고 하반신 길이가 짧고 옆에서 보았을 때 넓다리부터 무릎까지 가장 수직인 체형으로 엉덩이가 돌출된 체형으로 28%(126명)가 포함되는 것으로 나타났다.

유형 2는 넓다리~무릎 너비 차이(요인 7)의 점수가 가장 크고 하반신 수직길이(요인 2), 엉덩이 돌출(요인 4)의 점수가 크게 나타나고 수평크기(요인 1)은 평균정도 해당되는 것으로 나타났다. 배 돌출(요인 6)과 넓다리~무릎 옆면 기울기(요인 8)의 점수가 가장 작은 것으로 나타나 둘레 및 너비 치수는 평균

정도로 하반신 길이가 길고 배가 가장 납작하고 넓다리와 무릎의 너비 차이가 크고 옆에서 봤을 때 넓다리가 기울어진 체형으로 41.3%(186명)가 포함되는 것으로 나타났다.

유형 3의 경우 배 돌출(요인 6), 허리~배 형태(요인 3)의 점수가 가장 큰 것으로 나타나 허리와 배 부위의 치수 차이가 있으면서 배 돌출이 있는 체형으로 해석된다. 수평크기(요인 1), 엉덩이 돌출(요인 4), 넓다리~무릎 너비차이(요인 7)의 점수가 가장 작게 나타나 가장 마르고 허리와 배의 치수와 위치 차이가 크고 배가 돌출이 있으나 엉덩이가 가장 납작하고 넓다리와 무릎의 너비 차이가 작은 체형으로 30.7%(138명)가 포함되는 것으로 나타났다.

Table 6. Characteristics and representative 3D scan images of three lower body shape groups

Body shape group	Characteristics (n, %)	Frontal view	Sagittal view
1	Shape 1 has the largest circumference and width, the shortest lower body length, and the most vertical alignment from the thigh to the knee when viewed from the side. (126, 28%)		
2	Shape 2 has average circumference and width, the flattest abdomen , the largest difference in width between the thigh and knee, and a sloped thigh when viewed from the side. (186, 41.3%)		
3	Shape 3 has the smallest circumference and width, the largest difference in circumference and position between the waist and abdomen, the most protruding abdomen , the flattest hips , and a small difference in width between the thigh and knee. (138, 30.7%)		

Table 7. Cross-tabulation table of age groups and body shape groups

Body shape groups		Age groups									
		20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69
Group 1	n	13	17	9	6	20	18	9	13	12	9
	%	29%	38%	20%	13%	44%	40%	20%	29%	27%	20%
Group 2	n	16	20	19	23	15	14	25	18	20	16
	%	36%	44%	42%	51%	33%	31%	56%	40%	44%	36%
Group 3	n	16	8	17	16	10	13	11	14	13	20
	%	36%	18%	38%	36%	22%	29%	24%	31%	29%	44%

3.3. 연령집단별 하반신 형태 유형 출현율 분석

연령에 따른 체형의 변화를 분석한 대부분의 선행 연구에서는 피험자의 연령을 10세 단위로 나누거나 35세 이하의 청년, 35~59세의 중년, 60세 이상의 노년 연령으로 구분하여 분석하였으나 본 연구에서는 20대에서 60대까지 포괄하여 선행연구보다 넓게 분석하고자 하였다. 따라서 본 연구는 20~69세 여성을 5세 단위로 나누어 각 연령대별로 군집분석으로 분류된 성인 여성 하반신 형태의 3개 유형이 어떻게 분포하고 있는지 살펴보고, 그 결과는 <Table 7>과 같다.

분석 결과 20대, 30대는 유형 2인 둘레 및 너비 치수는 평균 정도로 배가 가장 납작하고 넓다리와 무릎의 너비 차이가 크고 옆에서 봤을 때 넓다리가 기울어진 체형이 가장 많이 나타났다, 다음으로 유형 3(수평크기가 작고 배가 돌출되고 엉덩이가 납작한 체형)이 많이 나타났다. 40대에서는 유형 2(배가 납작하고 넓다리가 큰 기울어진 체형)의 비율이 줄어들고 대신 유형 1인 둘레 및 너비 치수가 가장 크고 하반신 길이가 짧고 옆에서 보았을 때 넓다리부터 무릎까지 가장 수직인 체형의 비율이 늘어난 것으로 나타났다. 50대와 60~64세 연령집단에서는 다시 유형 2(배가 납작하고 넓다리가 큰 기울어진 체형)의

비율이 높아졌으나 65세 이상에서는 유형 3(수평크기가 작고 배가 돌출되고 엉덩이가 납작한 체형)의 비율이 높아지는 것으로 나타났다.

3.4. 연령집단별 신체 치수와 요인 점수 차이 분석

연령대별 측정 항목의 차이를 분석하기 위해 일원분산분석과 사후검정을 실시하였으며, 그 결과는 <Table 8>과 같다. 연령대별로 차이를 분석한 결과 30항목 중 21항목에서 유의한 차이가 나타났다. 수평크기(요인 1) 요인에서 넓다리 중간둘레, 넓다리 두께, 볼기고랑점 너비, 볼기고랑점 둘레 항목의 경우 20~44세에 크게 나타나고 45세 이후에 감소하는 경향을 볼 수 있다.

하반신 수직길이(요인 2) 요인에서 하반신의 높이 항목인 엉덩이 높이, 살점 높이, 무릎 높이, 배 높이, 항목의 경우 20~44세 연령구간에서 가장 크게 나타나고 넓다리 중간 높이와 볼기 고랑점 높이 항목은 20~39세 연령구간에서 가장 크게 나타났으며, 이후 40~49세, 50~54세, 55~64세 연령구간별로 점차적으로 감소하다가 65~69세에 가장 작은 것으로 확인된다.

허리-배 형태(요인 3) 요인에서 배와 허리의 둘레와 너비 드

Table 8. Means values and the results of ANOVA and post-hoc tests on measurement variables by age group

PCs & measurement variables	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	F	p
PC 1: Horizontal size	0.02	0.07	0.14	0.14	0.27	0.07	-0.08	-0.31	-0.09	-0.23	1.400	0.186
Mid-thigh circumference	49.47 C	50.03 C	49.89 C	49.91 BC	50.36 C	49.21 BC	47.98 AB	47.81 A	48.53 B	47.69 A	2.686	0.005**
Hip circumference	94.30	94.90	95.28	95.11	96.24	95.21	94.93	93.61	95.06	93.74	0.928	0.501
Mid-thigh width	15.21	15.41	15.39	15.42	15.39	15.12	15.2	14.93	15.2	14.93	1.17	0.312
Mid-thigh depth	15.91 D	16.11 D	16.04 D	16.06 D	16.26 D	15.78 BC	15.73 BC	15.23 AB	15.34 AB	15.03 A	4.092	0.000**
Knee width	11.34	11.34	11.49	11.45	11.35	11.58	11.3	11.24	11.28	11.43	0.998	0.440
Knee circumference	35.63	35.73	35.88	35.99	36.2	36.05	35.17	35.06	35.26	34.67	1.248	0.263
Thigh depth	18.04 D	18.36 DE	18.14 D	18.12 D	18.61 E	17.98 BC	17.75 AB	17.3 AB	17.54 AB	17.06 A	4.006	0.000**
Thigh width	17.63 C	17.86 C	17.84 C	17.82 C	17.82 C	17.46 B	17.51 B	17.08 A	17.45 B	16.98 A	4.200	0.000**
Thigh circumference	56.52 C	57.40 D	57.05 D	56.85 D	57.95 D	56.41 C	55.67 C	54.68 B	55.99 BC	54.37 A	2.634	0.006**
Hip width	34.71	34.89	35.21	35.13	35.24	35.09	34.84	34.42	34.82	34.51	1.162	0.318
Knee depth	11.84	11.89	11.85	11.91	11.89	11.89	11.85	11.57	11.62	11.71	1.117	0.349

Table 8. Continued.

PCs & measurement variables	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	F	p
PC 2: Lower body vertical length	0.16 DE	0.57 E	0.32 E	0.36 E	0.03 BC	0.01 BC	-0.19 BC	-0.38 AB	-0.33 AB	-0.55 A	6.541	0.000**
Mid-thigh height	60.84 E	61.89 E	61.31 E	61.28 E	61.01 D	60.1 D	59.53 C	58.88 B	59.02 B	58.31 A	10.224	0.000**
Hip height	78.96 C	80.28 C	79.18 C	79.17 C	78.99 C	77.48 B	76.65 B	76.03 B	76.24 B	75.14 A	11.924	0.000**
Crotch height	70.84 E	72.16 E	71.43 E	71.62 E	71.33 E	70.02 D	69.08 C	68.25 B	68.54 B	67.47 A	12.465	0.000**
Knee height	42.71 D	43.51 D	43.34 D	43.39 D	43.02 D	42.72 D	42.4 C	41.72 B	41.79 B	41.48 A	6.222	0.000**
Abdomen height	90.46 D	91.89 D	90.4 D	90.7 D	90.83 D	89.03 C	87.62 B	86.34 A	86.97 A	86.0 A	13.707	0.000**
Gluteal fold height	69.34 E	70.72 E	69.79 E	69.85 E	68.91 D	68.19 D	67.33 C	66.48 B	66.45 B	65.4 A	26.451	0.000**
PC 3: Waist-to-Abdomen shape	0.06 BC	0.23 C	0.33 C	0.17 C	0.03 BC	0.04 BC	-0.14 B	-0.07 B	-0.36 A	-0.28 A	2.193	0.022*
Abdomen circumference - Waist circumference	10.03 C	11.01 C	11.34 C	10.26 C	10.25 C	9.68 B	8.78 AB	8.47 AB	7.16 A	7.4 A	5.513	0.000**
Abdomen width - Waist width	3.74 C	4.22 D	4.04 D	3.75 C	3.75 C	3.52 CD	3.03 B	3.16 B	2.68 A	2.87 A	4.227	0.000**
Waist height - Abdomen height	8.58 AB	8.90 BC	9.21 C	9.12 C	8.52 AB	8.62 BC	8.46 AB	8.48 AB	7.78 A	7.57 A	2.081	0.03*
PC 4: Hip protrusion (side)	0.07 B	0.25 B	0.16 B	0.11 B	0.64 C	0.16 B	0.03 B	-0.18 B	-0.61 A	-0.64 A	7.766	0.000**
Back waist ~ Hip (angle)	16.5 C	16.80 C	16.92 C	16.06 C	18.1 D	16.5 C	15.98 B	15.45 B	14.94 AB	14.03 A	6.038	0.000**
Hip back depth - Waist back depth	5.21 D	5.52 E	5.27 D	5.19 D	5.55 E	4.83 C	4.48 C	4.17 B	3.47 A	3.37 A	19.076	0.000**
Side waist ~ Mid-point of hip depth (angle)	5.32 C	6.73 D	6.17 D	6.52 D	6.19 D	5.5 C	5.25 C	4.1 B	1.62 A	2.92 A	11.462	0.000**
PC 5: Abdomen-to-Hip shape (front)	0.79 D	0.56 D	0.49 D	0.48 D	0.08 C	-0.11 B	-0.35 AB	-0.61 A	-0.68 A	-0.65 A	19.025	0.000**
Hip circumference - Abdomen circumference	11.16 D	10.79 D	9.79 D	9.74 D	7.93 C	4.93 C	5.63 C	3.43 B	2.79 B	1.6 A	33.307	0.000**
Hip width - Abdomen width	4.65 D	4.33 D	4.31 D	4.39 D	3.38 C	3.29 C	2.87 C	2.38 B	2.15 A	1.98 A	22.172	0.000**
Front point of hip level ~ Abdomen (angle)	11.49 A	11.67 A	12.08 A	12.84 A	15.39 B	15.64 B	16.46 B	17.61 C	17.19 C	17.56 C	13.191	0.000**
PC 6: Abdomen protrusion (side)	-0.08	-0.24	0.07	-0.07	0.09	0.13	0.09	-0.11	0.24	-0.12	0.950	0.481
Abdomen front depth - Waist front depth	0.85	0.71	1.01	0.87	0.81	0.94	0.86	0.74	0.95	0.66	1.017	0.425
Front waist ~ Abdomen (angle)	6.82	5.96	6.72	6.84	5.93	7.07	7.98	6.16	9.06	7.11	0.953	0.479
PC 7: Thigh-to-Knee width difference	0.07 C	0.3 C	0.13 C	0.14 C	-0.11 B	-0.32 B	0.17 C	-0.12 B	0.28 C	-0.52 A	3.358	0.001**
Thigh width - Knee width	6.28 C	6.52 C	6.35 C	6.36 C	6.19 C	5.88 B	6.21 C	5.84 B	6.17 C	5.55 A	8.060	0.000**
PC 8: Thigh slope	0.06	0.29	0.03	-0.17	0.32	-0.15	-0.27	-0.11	0.1	-0.11	1.764	0.073
Thigh back depth - Knee back depth	-0.05	0.34	-0.34	-0.29	0.4	-0.17	-0.37	-0.19	0.08	-0.01	1.162	0.318

롭치 항목을 살펴보면, 20~44세 연령구간에서 드롭치가 가장 크게 나타났으며 그 이후에 감소하다가 60~69세 연령구간에서 드롭치가 가장 작은 것으로 나타나 연령이 증가할수록 허리와 배의 치수 차이가 적어지면서 굴곡이 적은 체형으로 변함을 볼 수 있다. 허리높이와 배높이의 드롭치 항목을 살펴보면, 30~39세의 차이가 가장 크게 나타나는데, 이는 중년 여성의 복부지방 축적과 관련이 있으며 나이가 들수록 그 차이가 감소함을 알 수 있다.

엉덩이 돌출(요인 4) 요인에서 허리뒤짐 수직기준선~엉덩이 돌출점(각도)는 20~49세 연령구간에서, 엉덩이 뒤두께와 허리 뒤두께의 차이는 20~44세 연령구간에서 가장 크게 나타나고 그 이후 점차 감소하다가 60~69세 연령구간에서 가장 작은 것으로 나타나 연령이 증가하면서 엉덩이가 점점 납작한 체형으로 변화됨을 볼 수 있다.

배~엉덩이 형태(요인 5) 요인에서 엉덩이와 배 부위의 둘레

Table 9. Canonical discriminant function coefficients

Variable	Discriminant function	
	1	2
Abdomen height	-0.114	0.039
Hip height	0.032	0.022
Crotch height	-0.014	0.015
Gluteal fold height	-0.047	0.027
Mid-thigh height	0.095	-0.056
Hip circumference	-0.058	0.071
Thigh circumference	0.025	-0.085
Mid-thigh circumference	0.059	-0.012
Knee circumference	0.077	0.011
Hip width	-0.05	-0.2
Thigh width	-1.045	-0.422
Mid-thigh width	0.166	-0.136
Knee width	1.208	0.286
Thigh depth	0.166	-0.285
Mid-thigh depth	-0.025	0.056
Knee depth	-0.268	0.111
Hip back depth - Waist back depth	0.107	-0.033
Waist height - Abdomen height	-0.123	0.081
Abdomen circumference - Waist circumference	-0.056	0.133
Abdomen width - Waist width	0.356	0.092
Abdomen front depth - Waist front depth	0.786	0.395
Hip circumference - Abdomen circumference	0.064	-0.043
Hip width - Abdomen width	-0.124	0.163
Thigh back depth - Knee back depth	0.622	-0.084
Front waist ~ Abdomen (angle)	0.022	0.029
Back waist ~ Hip (angle)	-0.046	-0.075
Front point of hip level ~ Abdomen (angle)	-0.052	-0.006
Side waist point ~ Mid-point of hip depth (angle)	-0.003	-0.061
Constants	9.524	8.254

와 너비 차이를 살펴보면 20~39세 연령구간에서 가장 크게 나타나고 감소하는 경향을 보였으며, 40~54세 연령구간이 유사하다가 55세 이후 한번 더 감소하고 둘레 차이는 65~69세, 너비 차이는 60~69세에 가장 작은 것으로 나타나 연령이 증가하면서 배와 엉덩이의 치수 차이가 적어지는 체형으로 변화됨을 알 수 있다. 또한 엉덩이돌출점 수준의 앞점~배돌출점(각도) 항목은 20~39세 연령구간에서 가장 작게 나타나고 이후 증가하는 경향을 보이는데, 40~54세 연령구간이 유사하다가 55~69세 연령구간에서 가장 크게 나타나 연령이 증가하면서 배가 돌출되는 체형으로 변화됨을 볼 수 있다.

넙다리 너비~무릎 너비(요인 7) 요인에서 연령이 증가하면서 넙다리와 무릎의 너비 차이는 소폭 감소하는데 넙다리의 지방 축적의 변화는 크지만 뼈와 관련된 무릎 너비의 변화는 크지 않기 때문인 것으로 사료된다.

3.5. 20~69세 성인 여성 하반신 형태 판별함수 제안

임의의 피험자의 하반신 체형을 본 연구에서 구분한 하반신 유형으로 판별하기 위한 함수를 제안하기 위해 요인분석에 사용된 항목들을 이용하여 단계적 판별분석을 실시하였다. 단계적 판별분석에 사용된 항목은 요인분석에 사용된 30개 항목이었으나, 단계적 처리 방법을 통해 체형 판별에 기여하는 변수로 최종적으로 28개 항목이 선정되었다. 28개 항목의 판별함수의 계수를 <Table 9>에 제시하였다. 이는 판별변수들의 판별력을 비교하여 각 변수들의 상대적 중요성을 파악할 수 있다.

판별함수의 적중률은 유형 1은 96.0%, 유형 2는 95.2%, 유형 3은 95.7%로 나타났으며, 전체 적중률은 95.6%로 높게 나타나 정준판별함수의 유효성을 검증할 수 있었다(Table 10).

Table 10. Accuracy rate of discriminant functions (Unit: %)

	Predicted group membership			Total	
	1	2	3		
Original group	1	96.0	1.6	2.4	100
membership	2	2.7	95.2	2.2	100
	3	2.2	2.2	95.7	100

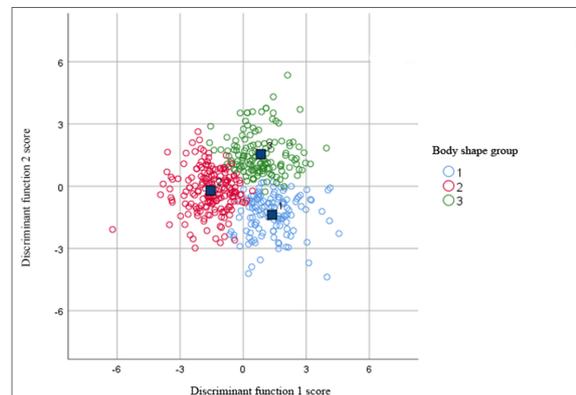


Fig. 2. Scatterplot of discriminant function 1 and 2 scores.

2개의 판별 함수에 대한 450명의 연구 피험자의 판별 점수의 산점도는 <Fig. 2>와 같다. 이 판별점수 분포도는 무작위 피험자가 어떤 체형 그룹에 속하는지 결정하는 데 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결 론

연령의 증가는 체형변화를 가져오고, 특히 여성의 경우 임신, 출산, 호르몬 변화 등으로 인해 체형변화가 두드러진다. 하반신 체형분석에 관한 대부분의 선행연구들은 제5차, 6차, 7차 한국인 인체치수조사사업 자료를 바탕으로 경년에 따른 체형의 변화를 분석하거나 특정 연령대 또는 특정 연령대 간의 비교 분석을 진행하였다. 제7차 한국인 인체치수조사사업 이후에도 체형의 변화가 이루어진 것으로 나타나 제8차 한국인 인체치수조사사업 자료를 이용한 연구가 필요할 것으로 사료되었으며, 선행연구에서는 한국인 인체치수조사사업 데이터에 포함된 직접측정치와 계산치만을 바탕으로 연구를 진행하였으나 인체의 형태를 분석하기 위해서는 다양한 각도값이 필요할 것으로 사료되었다.

따라서 본 연구는 제8차 한국인 인체치수조사사업 자료에서 20~69세 여성 2,773명의 연령집단별, BMI 그룹별 비율을 파악한 후 할당표본추출법에 따라 450명의 3D 인체형상을 선정하고 선행연구(Ryu & Song, 2023)에서 Rhino의 add-in 알고리즘 에디터인 Grasshopper를 이용하여 개발한 알고리즘을 활용하여 기준점을 자동으로 탐색하고 하반신 형태 분석에 필요한 53개 항목의 측정치를 추출하였다. 이를 바탕으로 하반신 유형을 분류하고 유형별 특징을 분석하였으며, 연령집단별 하반신 체형유형의 출현율을 파악하였다. 하반신 형태의 구성요인을 추출하기 위해 요인분석을 진행하고 군집분석을 통해 하반신 형태를 유형화하였으며, 분류된 하반신 유형별 특징을 분석하기 위해 일원분산분석과 사후검정을 실시하고 판별분석을 실시하여 임의의 여성의 체형 집단을 판별하기 위한 판별함수를 제시하였다. 또한 연령집단별 하반신 체형유형의 출현율을 파악하기 위해 연령집단별 하반신 신체치수와 형태를 구성하는 요인 점수의 차이를 분석하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

본 연구의 요인분석 결과, 53개 항목 중 여러 요인과 연관되어 있는 23개 항목은 제외하고 30개 항목으로 요인분석을 실시한 결과 하반신 수평크기, 하반신 수직길이, 허리~배 위치 간격, 엉덩이 돌출(옆면), 배~엉덩이 형태(앞면), 배 돌출(옆면), 넓다리~무릎 너비 차이, 넓다리 옆면 기울기, 총 8개의 요인이 추출되었다. 본 연구에서는 다양한 각도 항목과 드롭치를 분석에 포함시켜 하반신 유형을 신체크기뿐만 아니라 다리의 기울기, 엉덩이와 배의 돌출 등과 같은 요인들이 추출되었다.

추출된 8개의 요인으로 군집분석을 실시한 결과 3개 유형으로 분류되었다. 유형 1(28%)은 둘레 및 너비 치수가 가장 크고 하반신 길이가 짧고 옆에서 보았을 때 넓다리부터 무릎까지 가장 수직인 체형으로 엉덩이가 돌출된 체형으로 나타났고 유

형 2(41.3%)는 둘레 및 너비 치수는 평균 정도로 하반신 길이가 길고 배가 가장 납작하고 넓다리와 무릎의 너비 차이가 크고 옆에서 봤을 때 넓다리가 기울어진 체형으로 나타났다. 유형 3(30.7%)은 가장 마르고 허리와 배의 치수와 위치 차이가 크고 배가 돌출이 있으나 엉덩이가 가장 납작하고 넓다리와 무릎의 너비 차이가 작은 체형으로 나타났다.

연령집단별 하반신 유형의 출현을 분석하기 위해 20~69세 여성을 5세 단위로 나누어 각 연령대별로 군집분석을 통해 분류된 3개 유형의 분포를 살펴본 결과, 20대, 30대는 유형 2(배가 납작하고 넓다리가 큰 기울어진 체형)이 가장 많이 나타났고 다음으로 유형 3(수평크기가 작고 배가 돌출되고 엉덩이가 납작한 체형)이 많이 나타났다. 40대에서는 유형 2의 비율이 줄고 유형 1(수평크기가 크고 수직인 체형)의 비율이 늘어났으며, 50대와 60~64세 연령집단에서는 다시 유형 2의 비율이 높아졌으나 65세 이상에서는 유형 3의 비율이 높아지는 것으로 나타났다. 20대, 30대에서의 유형의 비율과 40대에서의 유형의 비율이 변화되는 모습을 볼 수 있으며, 20대와 30~40대 여성의 하반신 신체치수를 비교한 Kim(2014)의 연구에서 30~40대의 여성들이 20대의 체형을 기준으로 제작된 하의 착용 시 맞음새에 문제점이 발생할 것으로 예상하였으나 40대의 경우 불만족이 더 증가할 수 있을 것으로 사료되었다.

연령대별 측정 항목의 차이를 분석하기 위해 일원분산분석과 사후검정을 실시한 결과 하반신 수직길이 요인에서 하반신의 높이 항목은 20~30대 구간에서 크게 나타나고 이후 연령구간별로 점차적으로 감소하는 경향을 보였다. 허리와 배 위치와 간격 요인에서 20~44세 연령구간에서 드롭치가 가장 크게 나타나고 그 이후에 감소하다가 60~69세 연령구간에서 가장 작은 것으로 나타나 연령이 증가할수록 허리와 배의 치수 차이가 적은 체형으로 변함을 볼 수 있다. 엉덩이 돌출 요인에서 엉덩이 뒤두께와 허리 뒤두께의 차이는 20~44세 연령구간이 가장 크고 이후 점차 감소하는 것으로 나타나 연령이 증가하면서 엉덩이가 납작한 체형으로 변화됨을 볼 수 있다. 배~엉덩이 형태 요인에서 엉덩이와 배 부위의 둘레와 너비 차이는 20~39세 연령구간에서 가장 크고 이후 감소하는 경향을, 엉덩이돌출점 수준의 앞점과 배돌출점 각도 항목은 20~39세 연령구간에서 가장 작게 나타나고 이후 증가하는 것으로 나타나 연령이 증가하면서 배와 엉덩이의 치수 차이가 적어지고 배가 돌출되는 체형으로 변화됨을 알 수 있다. 넓다리 너비~무릎 너비 요인에서 넓다리 너비와 무릎의 차이는 연령이 증가하면서 감소하는데 이는 넓다리의 지방 축적의 변화는 크지만 뼈와 관련된 무릎 너비의 변화는 크지 않기 때문으로 사료된다. 이는 30~59세 여성을 대상으로 연구한 Lee(2020)의 연구에서 연령이 높을수록 복부 부위의 둘레는 크며 다리부위의 둘레가 작고 엉덩이가 밋밋하고 하지가 가는 특성을 가진다는 일치하며, 본 연구에서는 연령이 증가할수록 배와 엉덩이의 치수 차이가 적어지고 배가 돌출되는 체형으로 변화됨을 알 수 있었다.

마지막으로 본 연구가 분류한 하반신 유형을 임의의 성인여

성의 체형 판별에 적용시키기 위해 판별분석을 실시하였다. 도출된 2개의 판별함수의 정확도를 분석한 결과 판별함수의 적중률은 유형 1은 96.0%, 유형 2는 95.2%, 유형 3은 95.7%로 나타났으며, 전체 적중률은 95.6%로 높게 나타나 정준판별함수의 유효성을 검증할 수 있었다. 20~69세 여성들의 하반신 유형을 분류한 군집분석 결과를 바탕으로 판별함수를 제시함으로써 의류업체가 소비자의 체형을 판별할 수 있는 객관적인 기준을 제공하고자 하였다.

여성의 하의류 맞춤새에 대한 만족도를 높이기 위해서는 성인여성 하반신 체형의 특징을 반영한 패턴설계가 필수적이다. 따라서 본 연구는 최근에 이루어진 한국인 인체치수조사사업의 자료를 바탕으로 20~69세 전체 여성의 하반신 체형분석 결과를 제시함으로써 의류업체가 연령에 따른 성인여성의 하반신 체형 변화의 추이를 파악하는데 유용한 기초자료를 제공하고자 한다. 또한 다양한 각도값과 드림치가 포함된 하반신 유형 분류를 통해 연령에 따른 성인여성의 하반신 형태를 파악하고 의복 패턴 설계 등을 위해 활용이 가능한 기초자료를 제공하는데 의의가 있다.

Acknowledgement

본 논문은 석사학위 청구논문의 일부임.

감사의 글

이 논문은 2024년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 이공분야기초연구사업(기본연구)의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022R1F1A1065388).

References

- Cha, S. J. (2021). A study on the change of lower body shape in 20's women. *Korean Society of Basic Design & Art*, 22(2), 619-630. doi: 10.47294/KSBDA.22.2.43
- Im, J. M., & Kim, Y. H. (2023). Classification of lower-body shape of middle-aged obese Women. *Journal of the Korean Society of Costume*, 73(2), 19-30. doi: 10.7233/jksc.2023.73.2.019
- Kim, E.-K. (2014). Comparative study on size and type of lower body of women in their 20s and 30s-40s - Focusing on determining problems by the phenomenon of purchasing down-aging clothes -. *Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association*, 16(3), 201-217.
- 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. doi: 10.7233/jksc.2012.62.3.084
- Kim, J., Um, S., Lee, Y., Kim, Y., & Woo, H. (2022). Analysis of the changes in lower body measurements and shapes of women in their 20s for slacks pattern development. *Journal of Fashion Business*, 26(1), 30-40. doi: 10.12940/jfb.2022.26.1.30
- Korean Agency for Technology and Standards. (2021a). 8차 인체치수조사 결과보고서 (2020~21) [The 8th anthropometric survey (2020-21) report]. Size Korea. Retrieved August 3, 2024, from <https://sizekorea.kr/human-info/meas-report?measDegree=8>
- Korean Agency for Technology and Standards. (2021b). 8차 인체치수조사 치수 데이터 (2020~21) [The 8th anthropometric survey (2020-21) measurement data]. *Size Korea*. Retrieved August 3, 2024, from <https://sizekorea.kr/human-info/meas-report?measDegree=8>
- Lee, J. H. (2023). Lower body shape classification of middle-aged women - Focusing on 50-69 Ages-. *Journal of the Korean Society of Design Culture*, 29(1), 311-319. doi: 10.18208/ksdc.2023.29.1.311
- Lee, J.-J. (2014). Classification of lower body shape of middle-aged women (aged 40 to 59). *Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association*, 16(4), 27-36.
- Lee, S. Y. (2022). Development of size-designation according to the lower-body analysis for the middle-aged women. *The Korean Society of Culture and Convergence*, 44(2), 1033-1054. doi: 10.33645/cnc.2022.02.44.2.1033
- Lee, S. Y. (2021). Changes in lower body sizes and body types of 30~50's adult women. *Korean Society of Basic Design & Art*, 22(3), 331-348. doi: 10.47294/KSBDA.22.3.25
- Lee, S. Y. (2020). A Study on the lower body shapes of women in their 30s~50s. *Korean Society of Basic Design & Art*, 21(5), 441-458. doi: 10.47294/KSBDA.21.5.32
- Ryu, E. J., & Song, H. K. (2023). Development of an algorithm for automatic extraction of lower body landmarks using grasshopper programming language. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 47(1), 171-190. doi: 10.5850/JKSC.2023.47.1.171
- WHO Expert Consultation. (2004). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet*, 363, 157-163. doi: 10.1016/S0140-6736(03)15268-3.

(Received September 14, 2024; 1st Revised October 15, 2024; 2nd Revised October 29, 2024; Accepted October 31, 2024)