



3차원 데이터를 활용한 학령기 남아의 상반신 체형 분류

김현욱 · 남윤자^{1)†}

서울대학교 의류학과

¹⁾서울대학교 의류학과 / 서울대학교 생활과학연구소

Upper Body Type Classification of Elementary School Boys Using 3D Data

Hyun Wook Kim and Yun Ja Nam^{1)†}

Dept. of Textiles, Merchandising and Fashion Design, Seoul National University; Seoul, Korea

¹⁾*Dept. of Textiles, Merchandising and Fashion Design / Research Institute of Human Ecology, Seoul National University; Seoul, Korea*

Abstract: This study classified and analyzed the upper body types of 7-13 years old elementary school boys, using 3D data from the 6th Size Korea. The results of this study are as follows. Seven factors were extracted from the factorial analysis as an independent factor for a cluster analysis. The cluster analysis generated four body types. Type 1 has large ratio of front and back depth as well as circumference, with a front protrusion. In Type 2, the vertical value of upper torso is longer than average; in addition, its flatness is the largest and produces a thin body type. Type 3 has a smaller flatness in the bust, waist, abdomen and hip than other types, while also having the largest BMI. Type 4 is characterized by a greater shoulder angle than other types and its other factors are close to average. As a result of the logistic regression analysis, the prediction model used eight variables to generate and its accuracy is 88.679%. The classification of upper body types from this study can be used as basic data to improve patternmaking for each body type. The generated prediction model is also expected to be used as a method to help classify upper body types using the eight variables.

Key words: upper body type (상반신 체형), logistic regression analysis (로지스틱 회귀분석), elementary school boys (학령기 남아), 3D body shape (3차원 인체형상), index (지수)

1. 서 론

최근 고가 명품과 중저가 SPA 브랜드로 소비 패턴이 양극화 되는 가운데, SPA브랜드들은 꾸준한 매출 향상에 힘입어 키즈 라인을 적극적으로 확장하였다. 아동복을 생산하는 브랜드가 다양해지면서 2011년 아동복 마켓 시장은 1조 6000억 시장으로 기대되었으며(“Children clothes market diastrophism”, 2011), 글로벌 SPA브랜드의 키즈 라인 마켓 사이즈는 전체 매출의 7~8%로 추정되기도 하였다(“Global SPA brands develop kids line”, 2015). 성인 브랜드에서 흡인흡으로 아동복을 구성하는 형태의 브랜드 확장은 아동복 전반에서 다양성과 더불어 패션성 및 매출을 높이고 있다(Zhang et al., 2013).

아동복 시장의 주요 타깃인 학령기의 아동은 다른 연령기에

비해 월등히 넓고 변화속도가 빠른 성장의 과정에 있기 때문에 (Kim & Nam, 2007), 아동의 성장과 체형을 파악하기 위한 연구는 지속적으로 이루어지고 있다. 학령기 남아를 대상으로 한 연구는 학령기 아동의 체형 특성을 살펴보거나(Choi & Ham, 2000; Kim, 2015b; Yoe, 2002 ; Yoe & Kwon, 1999a, b), 학령기 남아 중 비만 아동을 대상으로 체형 특성 요인을 찾고 패턴을 개발하거나 사이즈 치수를 제안하는 방향(Cho & Lee, 2000; Choi & Ryu, 2012; Kang, 2010; Park, 2008)으로 진행되어 왔다. 이와 같은 체형 연구의 경우, 학령기를 전기·중기·후기로 나누어 연구를 진행하거나 특정 체형만을 대상으로 연구되고 있어 기성 아동복 시장에서 적용하기에는 어려움이 있다. 확장되고 있는 아동복 시장은 대부분 기성복 체제 하에서 생산되므로 학령기 아동 전체를 대상으로 한 체형의 형태적 특징과 관련된 연구가 진행될 필요가 있다고 생각된다. 또한 기성복 시장의 아동복 브랜드들은 대부분 브랜드의 기본 패턴을 가지고 있으므로, 전체 학령기 아동의 형태적 특성을 유형화하고 유형의 특징과 연령분포 등을 제시한다면 각 브랜드의 타깃층이 될 유형 파악과 패턴 변형을 위한 과정에 유용하게 사용될 것이다.

Choi and Ryu(2012)는 체형을 유형화할 때, 크기에 대한 해석이 두드러지는 경우 의류사이즈 요소와 체형 특성 요소에 대

†Corresponding author; Yun Ja Nam

Tel. +82-2-880-8768, Fax. +82-2-875-8359

E-mail: yunja@snu.ac.kr

© 2019 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

한 명확한 대처가 어려우므로 인체의 횡적·종적 크기를 배제하기 위하여 지수를 사용한 연구를 진행할 필요가 있다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 학령기 아동의 성장에 의한 크기에 따른 영향을 통제하기 위하여 지수를 사용한 선행연구(Choi & Ryu, 2012; Do & Choi, 2017; Shim & Hahm, 2001)를 참고하여 도출한 지수를 분석에 사용하고자 하였다.

이에 본 연구에서는 제 6차 Size Korea(2011)의 3차원 측정 자료를 사용하여 도출한 지수를 분석에 사용하여 학령기 남아(7~13세)의 상반신을 구성하고 있는 주요 요인을 찾아 체형을 분류하고, 상반신 체형을 분류하기 위한 예측모형을 도출하여 몇 가지 항목으로 체형을 분류할 수 있게 함으로써 각 유형에 따른 패턴 보정방법을 제안하기 위한 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

본 논문의 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 7~13세 학령기 남아의 3차원 측정자료 및 형상데이터를 사용하여 학령기 남아 체형의 주요 요인을 찾고 체형을 유형화하고자 한다.

둘째, 유형화한 체형의 특징을 분석하고 연령에 따른 변화 경향을 파악하고자 한다.

셋째, 체형 유형을 설명하기 위한 주요 변수를 설정하고 이를 이용하여 체형유형을 예측하기 위한 모형식을 도출하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구자료

본 연구는 학령기 남아의 상반신 체형을 분류하기 위하여 6차 Size Korea의 3차원 측정 자료 및 형상데이터를 사용하였다. 연구대상의 연령은 7~13세이며 스캔 데이터 중 오류치를 제외한 총 587명의 데이터를 분석에 사용하였다. Table 1은 연구대상자의 연령 분포를 나타낸 것이다.

2.2. 연구항목

학령기 남아의 체형분석을 위하여 3차원 측정자료를 이용하였으며, 비례·체형적 특징을 파악하기 위하여 목뒤높이와 가슴둘레에 대한 지수를 계산하여 사용하였다(Choi & Ryu, 2012; Shim & Hahm, 2001). 분석에 사용된 지수항목은 상반신 각 부위 높이 및 체표 길이를 목뒤높이로 나눈 값인 종적비례 지수항목, 각 부위의 둘레, 너비 및 두께를 가슴둘레로 나눈 값

Table 1. Age distribution of subjects

Age	Subject (n)	Percentage (%)
7	62	10.56
8	108	18.40
9	84	14.31
10	112	19.08
11	109	18.57
12	87	14.82
13	25	4.26
Total	587	100.00

인 횡적비례 지수항목, 너비를 두께로 나눈 값인 편평을 항목, BMI(체중/신장²) 등을 포함한다. 계산된 지수항목은 항목 간의 상관관계 등을 고려하여 최종적으로 선정하였으며, BMI와 편평을 항목은 지수를 사용하여 체형을 분석한 선행연구(Do & Choi, 2017; Shim & Hahm, 2001)에 따라 항목에 포함하였다. 종적비례 지수항목, 횡적비례 지수항목의 용어는 Choi and Ryu(2012)의 연구를 참고하여 명명하였다.

신체 부위 중 가슴·허리·엉덩이는 의복구성고 관계가 깊은 부위이며(Kim et al., 2017), 아동의 측면 형태는 성인에 비해 앞뒤 두께가 두껍고, 특히 복부가 나온 것이 특징적이다(Lee et al., 2009). 따라서 체간부의 앞·뒤 비율을 파악하기 위하여 가슴·허리의 앞·뒤 둘레 및 두께를 3D형상의 측정항목으로 선정하였다. 3차원 형상을 사용하여 연구자가 직접 8개 항목을 측정하였으며, 이를 사용하여 계산한 4개의 지수를 분석에 사용하였다. 앞과 뒤를 구분하기 위한 기준은 선행연구(Petrova & Ashdown, 2008; Rasband, 1994)를 참고하여, 겨드랑 부위의 이등분점에서 바닥에 수직선을 내려 얻어낸 면을 사용하였으며 사용한 프로그램은 Geomagic® Design™ X이다. 측정 후 SPSS 25.0을 사용하여 측정 데이터의 둘레, 두께의 앞뒤 합과 사이즈 코리아의 3차원 측정자료 중 해당 둘레, 두께 항목으로 대응표본 t검정을 실시하였으며, 두 값의 차는 유의미하지 않는 것으로 나타남을 확인한 후 연구를 진행하였다.

오른어깨가쪽키울기는 각도항목이므로 선행연구(Do & Choi, 2017; Shim & Hahm, 2001)에 따라 측정치를 그대로 연구에 사용하였다. 따라서 본 연구에서는 지수 28항목과 측정치 1항목을 포함한 총 29항목이 분석에 사용되었다(Table 2).

2.3. 분석방법

연구 자료의 분석에는 SPSS statistics 25.0 통계 프로그램을 사용하였다.

학령기 남아의 상반신 체형 구성요인을 파악하기 위하여 요인분석을 실시하였다. 요인 수의 결정은 고유치가 1.00 이상인 것을 대상으로 하였으며, 추출된 요인을 베리 맥스(Varimax)방법으로 직교회전(Orthogonal rotation)시켜 결과를 분석에 사용하였다. 상반신 체형을 분류하기 위하여 요인분석 결과를 사용하여 군집 분석을 실시하였으며, 분류된 유형들의 차이를 밝히기 위하여 일원배치 분산분석(ANOVA)과 던컨테스트(Duncan test)를 실시하여 집단 간 차이를 파악하였다. 분류된 군집유형과 나이와의 관계를 파악하기 위하여 피어슨의 카이스퀘어(χ^2)검증을 분석에 사용하였다. 상반신 체형유형을 예측하기 위한 예측모형식 구성 과정에는 다항식 로지스틱 회귀 분석(Polynomial logistic regression analysis)을 사용하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 상반신 체형 구성 요인

학령기 남아의 체형구성 요인 파악에 앞서, 데이터가 요인분

Table 2. Body measurement item and indices used in the analysis

	Items	
Index	Stature / cervical height	
	Shoulder height / cervical height	
	Vertical ratio (Item divided by cervical H.)	Bust height / cervical height
		Waist height / cervical height
		Waist front length(O) / cervical height
		Scye depth/cervical height
		Waist back length(NI) / cervical height
		Waist breadth / chest circumference
	Horizontal ratio (Item divided by chest C.)	Waist breadth(O) / chest circumference
		Abdominal breadth / chest circumference
		Hip breadth / chest circumference
		chest depth(standing) / chest circumference
		Bust depth / chest circumference
		Waist depth(NI) / chest circumference
		Waist depth(O) / chest circumference
		Abdominal depth / chest circumference
		Hip circumference / chest circumference
		Abdominal extension circumference / chest circumference
	Flatness	Bust flatness(B/D)
		Waist flatness(B/D) (O)
Abdominal flatness(B/D)		
Hip flatness(B/D)		
Front and back ratio	Waist front length(O) / waist back length(NI)	
	Bust circumference front / back	
	Waist circumference(NI) front / back	
	Bust depth front / back	
Obese	Waist depth (NI) front / back	
	BMI[kg/m ²]	
Measurement item	Right shoulder angle[degree, °]	
	29	

O: Omphalion, NI: Natural Indentation

석에 사용하기에 적합한지 확인하기 위하여 KMO, Bartlett test를 실시하였다. KMO값은 0.71로 요인분석을 실시함에 있어 적절하다고 판단되었으며 Bartlett test결과 0.1%수준에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내 본 데이터가 요인분석을 실시함에 적합함을 확인하였다. 29항목을 사용하여 요인분석을 실시하였으며, 요인은 고유치 1.00 이상을 기준으로 추출하였다. 요인분석 결과 총 7개의 요인이 추출되었으며, 전체 변량의 80.83%를 설명하였다. Table 3은 추출된 각 요인 별 고유치와 전체 변량의 기여율 및 누적 기여율, 요인의 부하량을 나타낸 것이다.

요인1은 허리편평율, 배편평율, 엉덩이편평율, 배와 허리의 두께를 가슴둘레로 나눈 지수, BMI 항목으로 구성되어 있다. 이는 상반신 중 허리-엉덩이 사이의 두께 크기를 나타내는 요인이라 할 수 있으므로 허리아래 편평율 요인으로 명명하였다. 고유치는 7.367이며 변량의 기여율은 25.402%이다.

요인2는 허리, 배, 엉덩이의 둘레와 너비를 가슴둘레로 나눈 지수항목으로 구성되어 있다. 상반신 중 허리-엉덩이 사이의 수평적 크기를 나타낸다고 생각되어 허리아래 수평크기 요인으로

명명하였다. 고유치는 4.335, 변량의 기여율은 14.948%이다.

요인3은 키, 젓가슴높이, 목뒤등뼈위겨드랑수준길이를 목뒤 높이로 나눈 지수항목과 앞중심길이/등길이 항목으로 구성되어 있다. 이는 높이 및 길이의 크기와 관련된 항목들이므로 허리 위 수직크기 요인으로 명명하였다. 고유치는 3.685, 변량의 기여율은 12.708%이다.

요인4는 젓가슴둘레·두께 앞/뒤, 허리둘레·두께 앞/뒤 항목으로 구성되어 측면 앞/뒤 비율 요인으로 명명하였다. 고유치는 2.925, 변량의 기여율은 10.086%이다. 겨드랑짐에서 내린 수직선을 기준으로 가슴-허리 부위의 앞뒤 비를 나타내므로 상반신 측면의 돌출정도를 설명할 수 있는 요인으로 생각되었다.

요인5는 가슴두께, 젓가슴두께를 가슴둘레로 나눈 지수항목과 가슴편평율 항목으로 구성되어 가슴 부위의 두께크기를 나타내는 요인이라 할 수 있으므로 가슴편평율 요인으로 명명하였다. 고유치는 2.109, 변량의 기여율은 7.272%이다.

요인6은 허리높이, 등길이, 앞중심 길이를 목뒤높이로 나눈 지수항목으로 구성되어 상·하반신 높이비를 요인으로 명명하였다. 고유치는 1.787, 변량의 기여율은 6.163%이다.

Table 3. The factor analysis results of 7-13 years old elementary school boys' upper body

Factor contents	Factor items	1	2	3	4	5	6	7	Communality
Flatness(B/D) of lower torso (waist-hip)	Abdominal flatness(B/D)	-.872	.087	-.045	-.024	-.166	-.040	.050	.802
	Waist D.(NI) / chest C.	.844	.281	.001	-.061	.226	.121	-.018	.860
	Waist flatness(B/D)(O)	-.838	.150	-.010	-.022	-.110	.088	.124	.760
	Waist D.(O) / chest C.	.836	.377	.003	.030	.148	.087	.037	.872
	Abdominal D. / chest C.	.819	.437	-.034	-.014	.135	-.005	.022	.882
	Hip flatness(B/D)	-.706	.179	.126	-.096	-.196	-.025	-.109	.607
Horizontal value of lower torso (waist-hip)	BMI	.624	.044	-.491	.041	.079	.086	.342	.765
	Abdominal B. / chest C.	.078	.866	-.109	-.072	-.016	-.081	.092	.788
	Waist B.(O) / chest C.	.218	.834	-.168	-.029	.150	-.030	.183	.830
	Hip C. / chest C.	-.176	.749	.033	.147	.089	-.145	-.276	.719
	Hip B. / chest C.	-.426	.736	.053	.089	.010	-.158	-.265	.829
	Abdominal extension C. / chest C.	.569	.724	-.106	-.047	.078	-.044	.102	.880
Vertical value of upper torso	Waist B. / chest C.	.274	.706	.001	-.144	.233	.320	.133	.769
	Stature / cervical H.	-.009	-.028	.770	-.030	.049	.277	-.207	.717
	Bust H. / cervical H.	-.280	-.076	.760	.145	.143	-.175	.133	.751
	Waist Front L.(O) / waist back L.(NI).	.317	-.069	.753	.192	.121	.037	.130	.743
F/B ratio of lateral torso (bust-waist)	Scey D. / cervical H.	.262	.088	-.701	-.124	.210	.148	-.295	.735
	Bust D. front / back	.162	-.007	.011	.856	.042	-.063	.152	.788
	Bust C. front / back	.206	.046	-.100	.829	.116	-.110	.203	.808
	Waist C.(NI) front / back	-.151	-.078	.311	.803	.159	.019	-.008	.796
Flatness(B/D) of chest	Waist D.(NI) front / back	-.130	-.006	.172	.786	.135	.042	.023	.684
	chest D.(standing) / chest C.	.187	.115	.050	.158	.928	.010	-.111	.950
	Bust D. / chest C.	.309	.073	.069	.125	.879	.014	.080	.900
Ratio of upper and lower body	Bust flatness(B / D)	-.300	-.191	-.028	-.188	-.869	-.017	.040	.919
	Waist H. / cervical H.	-.023	.071	-.075	.043	.038	-.935	.147	.910
	Waist back L.(NI) / cervical H.	-.043	-.045	-.189	-.089	.016	.906	-.106	.879
Shoulder angle	Waist front L.(O) / cervical H.	.257	-.094	.550	.111	.122	.707	.041	.905
	Shoulder H / cervical H.	-.017	.022	.321	.071	-.035	-.162	.829	.824
	Right shoulder angle	-.021	-.027	.093	-.298	.029	.101	-.812	.768
	Eigen value	7.367	4.335	3.685	2.925	2.109	1.787	1.233	
	Contribution proportion(%)	25.402	14.948	12.708	10.086	7.272	6.163	4.251	
	Cumulative contribution proportion(%)	25.402	40.350	53.058	63.144	70.416	76.579	80.830	

C.: circumference, H.: height, L.: length, B.: breadth, D.: depth, O.: omphalion, NI.: Natural Indentation

요인7은 어깨가쪽높이/목뒤높이, 오른어깨가쪽키울기 항목으로 구성되어 어깨각도 요인으로 명명하였다. 고유치는 1.233, 변량의 기여율은 4.251%이다. 요인7은 Jang et al. (2000)의 연구에서 어깨경사도가 어느 항목에도 영향을 받지 않는 독립된 요인으로 이동의 신체에 있어서도 유아, 성인과 같이 체형에 영향을 주는 특수한 요인으로 분석된다고 언급하였던 것과 같이 7가지 요인 중 가장 낮은 기여율을 보였으나 독립적인 요인으로 뚜렷하게 구분되었다.

3.2. 상반신의 체형분류

학령기 남아의 상반신 체형을 특징을 가진 몇 가지 유형으로 분류하기 위하여, 요인분석 결과 추출된 7가지 요인의 요인 점수를 독립변수로 사용하여 군집분석을 실시하였다. 군집을 3

개부터 5개까지 분류한 후 각 군집간 모든 요인점수에 대한 분산분석을 실시하고 사후검증으로 Duncan-test를 실시하였다. 그 결과 군집 간의 형태 특성을 잘 설명할 수 있다고 판단된 4개의 군집으로 분류하였다. 4개의 군집으로 분류할 경우의 일원 배치 분산분석 및 Duncan-test 결과는 Table 4와 같다. 분석 결과 허리아래 수평크기를 나타내는 요인2를 제외한 허리아래 편평을 요인, 허리위 수직크기 요인, 측면 앞/뒤 비율 요인, 가슴편평을 요인, 상·하반신 높이 비율 요인, 어깨각도 요인의 6개 요인에서 군집 유형에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

네 가지 유형별 인원은 유형1은 63명(10.733%), 유형2는 203명(34.583%), 유형3은 136명(23.169%), 유형4는 185명(31.516%)의 분포를 나타냈다.

Table 4. The ANOVA results of factor scores by upper body types

(n = 587)

Factor contents	Cluster 1(n=63)	Cluster 2(n=203)	Cluster 3(n=136)	Cluster 4(n=185)	F-value
1 Flatness(B/D) of lower torso(waist-hip)	-.362c	-.846d	.979a	.332b	210.044 ^{***}
2 Horizontal value of lower torso(waist-hip)	-.103	.043	.033	-.036	.476
3 Vertical value of upper torso	-.290c	.320a	-.450d	.078b	20.052 ^{***}
4 F/B ratio of lateral torso (bust-waist)	1.884a	-.312d	-.014b	-.289c	153.926 ^{***}
5 Flatness(B/D) of chest	.074b	.059c	.178a	-.221d	4.888 [*]
6 Ratio of upper and lower body	-.132c	.167b	.388a	-.423d	22.308 ^{***}
7 Shoulder angle	-.433c	.347b	.839a	-.849d	160.817 ^{***}

* $p < .05$, *** $p < .001$, Duncan-test: a>b>c>d

유형별 특징을 살펴보면, 유형1은 측면의 앞/뒤 비율을 나타내는 요인4의 요인점수가 가장 크게 나타났으며 허리아래, 가슴 부위의 편평율을 나타내는 요인1, 요인5, 허리위 수직크기, 상·하반신 높이 비율, 어깨각도를 나타내는 요인3, 요인6, 요인7의 요인점수는 중간값을 나타냈다. 유형2는 허리위 수직크기를 나타내는 요인3의 요인점수가 다른 유형보다 큰 값을 띄었다. 반면 허리아래 편평율, 측면 앞뒤 비율을 나타내는 요인1, 요인4의 요인점수는 유형 중 가장 낮은 값을 나타냈다. 다른 요인들은 중간값을 나타냈다. 유형3은 허리아래 편평율, 가슴 편평율, 상·하반신 높이 비율, 어깨각도를 나타내는 요인1, 요인5, 요인6, 요인7의 요인점수가 네 가지 유형 중 가장 큰 값을 나타냈다. 반면 허리위 수직크기를 나타내는 요인3의 요인점수는 작은 값을 나타냈다. 유형4는 가슴편평율, 상·하반신 높이 비율, 어깨각도를 나타내는 요인5, 요인6, 요인7의 요인점수가 네 유형 중 가장 작은 값을 나타냈다. 요인1, 요인3, 요인4의 요인점수는 중간 값을 띄었다.

각 유형의 특징을 세부적으로 파악하기 위하여, 유형별 연구 항목들의 평균값을 구하고 각 유형 간 평균값의 차이를 검증하기 위한 일원배치 분산분석, Duncan-test를 실시하여 각 항목과 상반신 유형 간의 관계를 살펴보았다. 그 결과 앞중심길이/등길이, 배너비/가슴둘레 항목을 제외한 모든 항목에서 0.1% 수준의 유의차가 나타나 각 군집에서 뚜렷한 특징으로 유형화된 것을 알 수 있었다(Table 5). 배너비/가슴둘레 항목은 5% 수준에서 유의한 차이를 나타냈다.

분석에 사용된 항목 중 BMI는 비만 판정에 사용되는 일반적인 방식이나, 성장기 어린이에게는 정확하지 않을 수 있다 (Ministry for health, welfare and family affair, 2013). 따라서 질병관리본부(Korea Centers for Disease Control and Prevention [KCDC], 2007)에서는 각 연령에 해당되는 BMI의 백분위와 소아 청소년의 비만기준을 별도로 제시하고 있다. BMI의 성장도표 백분위수를 이용한 비만도 분류법(BMI obesity index [BOI])은 나이에 따른 BMI 성장도표 백분위수를 이용하여 나이차이에 따라 각기 다른 비만율을 산출하며 아동의 비만 판정에 사용되는 다른 지수보다 비만율을 과소 추정하는 경향이 있으나, 국제적 비교를 가능케 한다는 면에서 수월성이 크다(Ahn et al., 2010). 따라서 본 연구에서는 BMI 항목의 분석에 BOI

방식을 사용하였다.

유형별 특징을 살펴보면, 유형1은 상반신 측면의 앞/뒤 비율을 나타내는 요인4를 구성하고 있는 항목에서 모든 유형 중 가장 큰 평균값을 나타냈다. 요인4는 젓가슴두께 앞/뒤, 젓가슴둘레 앞/뒤, 허리둘레 앞/뒤, 허리두께 앞/뒤 항목으로 구성되어 있는데 상반신 측면의 앞, 뒤 둘레와 두께 항목을 사용하여 도출한 지수의 평균값이 가장 크게 나타났으므로 상반신 중 겨드랑 부위의 중점을 기준으로 하였을 때, 젓가슴과 허리 부위가 다른 유형에 비하여 앞으로 돌출되어 있는 유형으로 생각되었다. 또한 엉덩이둘레, 너비/가슴둘레 항목은 네 유형 중 가장 큰 값을 나타내 가슴둘레에 비하여 상대적으로 엉덩이의 둘레와 너비가 큰 체형으로 생각되었다. 가슴, 허리, 배, 엉덩이 편평율은 보통 수준이었다.

유형2는 허리아래 편평율을 나타내는 요인1을 구성하고 있는 허리편평율, 배편평율, 엉덩이편평율, 요인5의 가슴편평율 항목의 평균값이 가장 높게 나타났다. 배와 허리의 두께를 가슴둘레로 나눈 지수, BMI 항목의 평균값은 가장 낮게 나타나 네 유형 중 가장 평평한 몸을 가진 것으로 생각되었다. 유형2의 BMI 평균값(16.748)은 학령전기 아동은 백분위 25-50%, 학령후기는 10-25% 해당하여 정상이지만 약간 마른 유형으로 생각되었다. 또한 가슴편평율을 나타내는 요인5의 가슴두께, 젓가슴두께/가슴둘레 항목의 평균값도 낮아 다른 유형보다 마르고 상반신의 가슴, 허리, 배, 엉덩이 모두 편평율이 큰 납작한 체형이다. 요인3을 구성하는 키/목뒤높이, 젓가슴높이/목뒤높이 등의 항목은 평균값이 가장 높았으며, 요인6의 허리높이/목뒤높이 항목의 평균값은 다른 유형보다 작게 나타나 목뒤높이 대비 키, 젓가슴 높이의 위치는 높으나 허리위치는 상대적으로 낮게 위치한 허리위 수직크기가 긴 형태의 체형을 가진 것으로 생각되었다.

유형3은 허리아래 편평율을 나타내는 요인1을 구성하고 있는 허리편평율, 배편평율, 엉덩이편평율, 요인5의 가슴편평율 항목의 평균값이 가장 낮게 나타났다. 배와 허리의 두께를 가슴둘레로 나눈 지수, BMI 항목은 반대로 모든 유형 중 가장 큰 평균 값을 나타냈으며 가슴너비/가슴둘레, 배너비·배둘레/가슴둘레, 허리너비/가슴둘레 등의 항목 평균값 또한 네 유형 중 가장 높은 값을 띄었다. BOI에 따르면 백분위 95 이상은 비만, 85 이상 ~ 95 미만은 과체중으로 정의된다. 유형3의 BMI 평균

Table 5. The ANOVA results of body measurement by upper body types

Factor	Item	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	F-value
Flatness(B/D) of lower torso (waist-hip)	Abdominal flatness(B/D)	1.310b	1.358a	1.215d	1.264c	117.770***
	Waist D.(NI) / chest C.	.225c	.220d	.248a	.236b	133.968***
	Waist flatness(B/D) (O)	1.337b	1.390a	1.267d	1.287c	129.092***
	Waist D.(O) / chest C.	.234c	.227d	.258a	.244b	113.423***
	Abdominal D. / chest C.	.240c	.234d	.264a	.251b	101.034***
	Hip flatness(B/D)	1.348b	1.377a	1.286c	1.336b	68.117***
	BMI [kg/m ²]	18.281b	16.748c	23.327a	17.973b	209.593***
Horizontal value of lower torso (waist-hip)	Abdominal B. / chest C.	.313b	.317a	.320a	.316a	3.463*
	Waist B.(O) / chest C.	.316b	.318b	.327a	.318b	17.620***
	Hip C. / chest C.	1.016a	1.003ab	.983c	1.008ab	16.214***
	Hip B. / chest C.	.362a	.359ab	.345c	.357b	35.795***
	Abdominal extension C. / chest C.	.877c	.876c	.928a	.898b	43.315***
	Waist B. / chest C.	.299c	.305b	.314a	.303b	27.031***
Vertical value of upper torso	Stature / cervical H.	1.202b	1.208a	1.198c	1.206a	14.569***
	Bust H. / cervical H.	.857b	.861a	.851c	.855b	32.944***
	Waist front L.(O) / waist back L.(NI).	.876	.878	.886	.875	1.646
	Scye D. / cervical H.	.124b	.118c	.128a	.126ab	29.098***
F/B ratio of lateral torso (bust-waist)	Bust D. front / back	1.790a	1.039c	1.261b	1.041c	111.532***
	Bust C. front / back	1.193a	.899c	1.022b	.907c	106.086***
	Waist C.(NI) front / back	1.927a	1.344b	1.25c	1.243c	73.199***
	Waist D.(NI) front / back	5.219a	2.301b	2.243b	1.928c	65.991***
Flatness (B/D) of chest	chest D.(standing) / chest C.	.238a	.232b	.236a	.232b	7.240***
	Bust D. / chest C.	.239b	.235c	.244a	.235c	18.656***
	Bust flatness(B/D)	1.490b	1.553a	1.476b	1.540a	15.320***
Ratio of upper and lower body	Waist H. / cervical H.	.741a	.737b	.737b	.741a	6.853***
	Waist back L.(NI) / cervical H.	.268b	.271a	.273a	.266b	10.482***
	Waist front L.(O) / cervical H.	.235bc	.238b	.242a	.233c	11.936***
Shoulder angle	Shoulder H. / cervical H.	.950b	.954a	.955a	.947c	50.126***
	Right shoulder angle [degree, °]	29.008b	29.043b	26.963c	32.129a	68.117***

C.: circumference, H.: height, L.: Length, B.: Breadth, D.: depth, O.: Omphalion, NI.: Natural Indentation

* $p < .05$, *** $p < .001$, Duncan-test: a>b>c>d





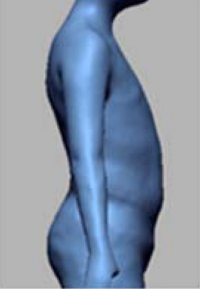

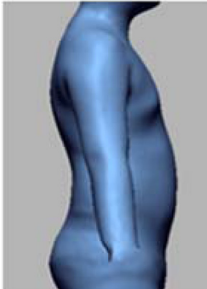
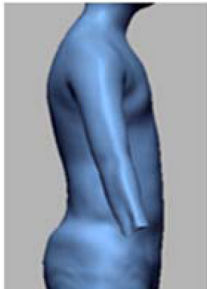

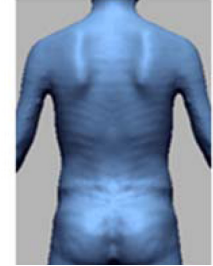


값(23.327)은 학령전기 아동의 경우 상위 95%, 학령중기는 90%, 학령후기는 85%에 해당하여 과체중, 비만에 해당하였다. 따라서 분류된 다른 유형보다 비만하고 상반신의 가슴, 허리, 배, 엉덩이 모두 편평율이 낮은 등근 체형일 것으로 생각되었다. 또한 키/목뒤높이, 젖가슴높이/목뒤높이 등 목뒤높이를 기준으로 하였을 때의 수직크기를 나타내는 항목의 평균값은 가장 작게 나타나 비만 아동은 정상아동보다 횡적, 종적크기가 크다고 언급하였던 선행연구(Choi, 2012; Yoe, 2002)와는 일부 다른 결과를 나타냈다. 요인6의 등길이/목뒤높이 항목의 평균값은 높고, 허리높이/목뒤높이의 평균값은 작게 나타났으므로 다른 유형에 비하여 목뒤높이 대비 키가 작고 허리위치는 상대적으로 낮은 편이며, 앞중심길이/목뒤높이 항목이 가장 큰 평

균값을 가지므로 배가 나왔을 것으로 추측된다.

유형4는 어깨각도를 나타내는 요인7을 구성하고 있는 어깨 가쪽높이/목뒤높이 항목의 평균값이 가장 작았으며, 오른어깨 가쪽키울기 항목의 평균값은 가장 크게 나타나 어깨의 기울기가 다른 유형에 비해 큰 것으로 생각되었다. 상반신 측면 앞/뒤 비율을 나타내는 요인4를 구성하고 있는 항목은 평균값이 가장 낮아 가슴, 허리둘레와 두께의 앞/뒤 차가 가장 작은 형태일 것으로 생각되었다. 다른 항목들의 평균값은 네 유형 중 중간값을 띄었다.

유형을 대표하는 체형을 선정하기 위하여 6차 Size Korea의 3차원 측정 자료 중 요인·군집분석 결과를 활용하여 유형의 특징을 잘 나타내는 항목을 선정하였다. 항목의 수치가 유형의 평

Table 6. Representative upper body of each body type

	Type 1 (n=63, 10.733%)	Type 2 (n=203, 34.583%)	Type 3 (n=136, 23.169%)	Type 4 (n=185, 31.516%)
Front				
Side				
Back				

균값과 가장 근접한 3차원 형상을 검토하여, 시각적 관찰에 의해 각 유형의 체형특성을 가장 잘 반영하는 형상을 각 유형의 대표체형으로 추출하였다. Table 6은 Geomagic® Design™ X를 사용하여 추출된 형상을 전 처리 후 좌우 반전한 것이다.

3.3. 체형유형의 분포

학령기 남아의 연령과 분류된 체형유형의 관계를 피어슨의 카이스퀘어(χ^2) 검증을 통해 분석하였다(Table 7). 카이스퀘어(χ^2) 검증 결과 각 연령층은 체형유형과 0.1% 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

각 연령대 별로 유형에서 차지하는 비율은 다르게 나타났다. 전 연령에서 차지하고 있는 비율이 높은 유형은 유형2와 유형4였다. 특히 유형2는 12세를 제외한 전 연령에서 30% 이상의 분포를 보여 학령기 아동 중 편평율이 높고 마른 타입인 아동이 많음을 추측할 수 있었다. 유형4 또한 전 연령에서 25% 이상의 높은 분포를 나타냈으며 특히 7세 아동 중 48.39%는 유형4에 포함되었다. 유형 3은 7세(9.68%), 13세(4%)를 제외한 나머지 연령에서 17% 이상의 분포를 나타내 8~12세 사이의 연령에서 꾸준히 나타나고 있음을 확인할 수 있었다. 이 같은 결

과는 저학년보다 고학년으로 갈수록 비만 대상자의 빈도수가 높게 나타났다는 Cho and Lee(2000)의 결과와는 차이가 있다. 연령대별로 차지하는 비율의 차이가 크게 나타난 체형유형은 유형1이었다. 7~10세 아동이 유형1에 분포한 경우는 10% 미만이었으나, 11세 12.84%, 12세 18.39%, 13세 36%로 그 분포가 크게 증가하여 연령이 증가함에 따라 유형1에 포함되는 비율도 증가하였다.

3.4. 체형유형의 예측

요인·군집분석을 통하여, 학령기 남아의 상반신 체형을 네 가지 유형으로 분류하고 분류된 유형별로 특정 경향성을 보이는 것을 확인하였다.

연구항목들을 사용하여 네 가지 유형으로 체형을 분류할 수 있는 예측모형식을 도출하기 위하여 다항식 로지스틱 회귀분석(Polynomial logistic regression analysis)을 사용하였다. 예측모형식을 도출한 후, 예측모형식의 정확도 확인과정이 필요하므로 연구대상자 587명 중 약 10%에 해당하는 57명을 무작위로 추출한 후 57명을 제외한 530명의 데이터를 로지스틱 회귀분석에 사용하였다(Table 8).

Table 7. Relation between age group and body type

Type		Age							Row total	
		7	8	9	10	11	12	13		
		<i>n</i>	6	4	3	11	14	16	9	63
Type1	% within body type		9.52%	6.35%	4.76%	17.46%	22.22%	25.40%	14.29%	100%
	% within age group		9.68%	3.70%	3.57%	9.82%	12.84%	18.39%	36.00%	10.73%
		<i>n</i>	20	39	42	34	38	22	8	203
Type2	% within body type		9.85%	19.21%	20.69%	16.75%	18.72%	10.84%	3.94%	100%
	% within age group		32.26%	36.11%	50.00%	30.36%	34.86%	25.29%	32.00%	34.58%
		<i>n</i>	6	31	15	31	26	26	1	136
Type3	% within body type		4.41%	22.79%	11.03%	22.79%	19.12%	19.12%	0.74%	100%
	% within age group		9.68%	28.70%	17.86%	27.68%	23.85%	29.89%	4.00%	23.17%
		<i>n</i>	30	34	24	36	31	23	7	185
Type4	% within body type		16.22%	18.38%	12.97%	19.46%	16.76%	12.43%	3.78%	100 %
	% within age group		48.39%	31.48%	28.57%	32.14%	28.44%	26.44%	28.00%	31.52%
		<i>n</i>	62	108	84	112	109	87	25	587
Column total	% within body type		10.56%	18.40%	14.31%	19.08%	18.57%	14.82%	4.26%	100%
	% within age group		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

$$\chi^2 = 58.928^{***}(df=18)$$

: cell with distribution more than 30% within age group
 *** $p < .001$

예측모형식 도출을 위하여 앞서 실시한 분산분석과 사후검증 결과에서 유의하다고 판단된 항목들을 변수로 적용하여 다항 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 그러나 유의하다고 판단된 항목을 예측모형식에 모두 적용할 경우 비효율적인 모형식이 도출되므로 본 연구에서는 Kim(2015a)의 방식에 따라 분산분석에서 유의한 결과를 나타냈던 항목 중 설명력이 0.75 이상인 항목을 변수로 선택하여 효율적인 예측모형식을 도출하고자 하였다. 확률기 남아 상반신 분류 예측을 위한 독립변수로서 체형 분류에 유의하게 작용하는 요인은 총 8개로, 어깨가쪽높이/목뒤높이, 허리높이/목뒤높이, 젖가슴둘레 앞/뒤, 허리둘레 앞/뒤, 젖가슴두께/가슴둘레, 허리편평율, 배편평율, BMI이다.

로지스틱 회귀분석을 실시한 결과 -2로그 우도(-2Log likelihood, -2LL)는 상수항만으로 구성할 때 1388.463, 독립변수들을 포함한 모형은 304.147이었으므로 독립변수들을 포함한 예측모형의 적합도가 높았다. 두 모형은 0.1% 수준에서 통계적으로 유효한 차이를 나타냈다. Pseudo R²는 Cox & Snell 방식에서 87.073%, Nagelkerke 방식에서 93.912%로 나타나 중속

Table 8. Distribution of subjects for development and validation of the prediction model

	Development subjects*	Validation subjects**	Total
Type 1	57 (90.476%)	6(9.524%)	63(100%)
Type 2	183(90.148%)	20(9.852%)	203(100%)
Type 3	123(90.441%)	13(9.559%)	136(100%)
Type 4	167(90.270%)	18(9.730%)	185(100%)
Total (%)	530(90.290%)	57(9.710%)	587(100%)

*Development subjects were used to develop the prediction model

**Validation subjects were used to validate the prediction model

변수에 대한 독립변수의 설명력이 87% 이상인 것으로 나타났다. 우도비(Likelihood ratio) 검정에서는 예측모형에 투입된 독립변수 8개 항목 모두 0.1% 수준에서 유의한 변수로 판정되었다(Table 9).

예측을 위한 기본 회귀식은 (1)과 같다. 이때, P(x)는 x가 일어날 확률, 즉 각 체형이 나타날 확률을 의미하게 되며 로지스틱 회귀분석 결과 도출된 모수 추정값을 기본식에 대입하면 세 가지의 예측식이 도출된다. 로지스틱 회귀분석 결과 도출된 모수 추정값은 Table 10과 같다.

$$P(y=k|x; \beta_1, \beta_2, \beta_3) = \frac{e^{\beta_k^T x + c_k}}{1 + e^{\beta_1^T x + c_1} + e^{\beta_2^T x + c_2} + e^{\beta_3^T x + c_3}} \quad (1)$$

(k = 0, 1, 2, 3, c₀ = 0, β₀ = 0)

$$\beta_1 = \begin{bmatrix} -103.080 \\ -90.681 \\ 40.275 \\ 6.957 \\ -17.933 \\ 25.397 \\ 7.082 \\ 0.128 \end{bmatrix} \quad \beta_2 = \begin{bmatrix} 458.137 \\ -212.677 \\ -1.003 \\ 1.035 \\ 159.111 \\ 42.930 \\ 26.765 \\ -0.032 \end{bmatrix} \quad \beta_3 = \begin{bmatrix} 404.486 \\ -244.693 \\ 7.357 \\ -0.744 \\ 93.958 \\ 10.811 \\ 5.261 \\ 1.056 \end{bmatrix}$$

c₁ = 69.921
 c₂ = -408.074
 c₃ = -274.166

예측모형식 도출에 사용하였던 530명으로 예측모형식과 군

Table 9. Likelihood ratio tests

Variable	Model fitting criteria		Likelihood ratio test		
	-2 Log likelihood of reduced model	Chi-square	df	Sig.	
Intercept	491.964	187.818	3	0.000***	
Shoulder H./cervical H.	559.589	255.443	3	0.000***	
Waist H./cervical H.	414.529	110.382	3	0.000***	
Bust C. front/back	432.482	128.336	3	0.000***	
Waist C. (NI) front/back	361.132	56.986	3	0.000***	
Bust D./chest C.	369.339	65.192	3	0.000***	
Waist flatness(B/D) (O)	413.421	109.274	3	0.000***	
Abdominal flatness(B/D)	363.673	59.527	3	0.000***	
BMI	461.983	157.836	3	0.000***	

*** $p < .001$

Table 10. Parameter estimates of upper body types

Variable	β -estimates		
	Type 1	Type 2	Type 3
Intercept	69.921	-408.074	-274.166
Shoulder H./cervical H.	-103.080	458.137	404.486
Waist H./cervical H.	-90.681	-212.677	-244.693
Bust C. front/back	40.275	-1.003	7.357
Waist C.(NI) front/back	6.957	1.035	-0.744
Bust D./chest C.	-17.933	159.111	93.958
Waist flatness(B/D) (O)	25.397	42.930	10.811
Abdominal flatness(B/D)	7.082	26.765	5.261
BMI	0.128	-0.032	1.056

Table 11. Accuracy of prediction model

Cluster		Prediction model				Accuracy (%)
		Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	
Cluster	Type 1	51	2	1	3	89.474%
	Type 2	5	167	6	5	91.257%
	Type 3	1	5	106	11	86.179%
	Type 4	2	12	7	146	87.425%
						88.679%

집분석을 통해 분류된 유형을 비교한 결과 전체 정확도는 88.679%, 유형1에서 89.474%, 유형2에서 91.257%, 유형3에서 86.179%, 유형4에서 87.425%를 나타냈다(Table 11). 예측모형식의 정확도 확인은 연구대상자 587명 중 예측모형 도출에 사용되지 않았던 57명을 대상으로 진행하였으며, 검증결과 모형식의 전체 정확도는 85.965%로 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 학령기 남아의 형태적 특징을 반영한 상반신의 체형분류, 특징분석 및 예측모형식 도출을 위하여 6차 Size Korea의 3차원 측정 자료 중 7~13세 남아 587명을 대상으로 지수 28항목, 측정치 1항목을 사용하여 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

학령기 남아의 상반신 체형분류를 위하여 요인분석을 실시한 결과 허리아래 편평율 요인, 허리아래 수평크기 요인, 허리 위 수직크기 요인, 측면 앞/뒤 비율 요인, 가슴편평율 요인, 상·하반신 높이 비율 요인, 어깨각도 요인의 7가지 요인이 추출되었다.

요인분석에서 추출된 7가지 요인을 독립변수로 군집분석을 실시한 결과, 네 개의 유형으로 분류되었다. 유형1(10.733%)은 겨드랑 부위의 중점을 기준으로 앞과 뒤를 구분할 경우, 앞 들레와 두께의 비율 값이 크게 나타나 젖가슴과 허리 부위가 다른 유형에 비하여 앞쪽으로 돌출된 유형으로 생각되었다. 유형2(34.583%)는 가슴·허리·배·엉덩이 편평율의 평균값이 가장 크고 배허리두께/가슴둘레, BMI의 항목의 평균값이 가장 낮은 다른 유형보다 마르고 긴 형태의 체형이다. 유형3(23.169%)은 다른 유형보다 뚱뚱하고 상반신의 가슴·허리·배·엉덩이 모두

편평율이 작으며 허리위 수직크기가 작고 배가 나온 원통형 체형이다. 유형4(31.516%)는 어깨각도가 크고 가슴, 허리둘레와 두께의 앞/뒤 차가 가장 작은 체형이다.

연령별 체형유형의 분포를 살펴본 결과, 전 연령에서 유형2와 유형4가 차지하는 비율이 가장 높았으며, 유형1은 9세 이후부터 각 연령에서 차지하는 비율이 증가하는 경향을 보였다. 유형3은 7세와 13세를 제외한 전 연령에서 17% 이상의 꾸준한 분포를 나타냈다.

학령기 남아의 상반신 분류 예측을 위하여, 분산분석과 사후검증 결과에서 유의한 것으로 판단된 항목 중 설명력이 0.75 이상인 어깨가쪽높이/목뒤높이, 허리높이/목뒤높이, 젓가슴둘레 앞/뒤, 허리둘레앞/뒤, 젓가슴두께/가슴둘레, 허리편평율, 배편평율, BMI 항목을 독립변수로 선택하여 예측모형식을 구성하였으며 전체 정확도는 88.679%이었다.

본 연구를 통하여 분류된 학령기 남아의 상반신 유형은 등면의 돌출점과 관계된 두께나 등면의 각도를 분석에 포함하지 않았다는 한계를 가진다. 따라서 목-어깨에 이르는 부위의 측면 형태의 구체적 파악을 위한 연구가 추가적으로 필요하다. 그러나 연구를 통해 분류된 상반신 유형과 형태적 특징 및 예측식은 대량생산되는 기성복으로 체제하에서 확장되고 있는 아동복 시장에서 유형의 특징에 맞게 패턴을 보정하기 위한 기초자료로 사용될 수 있을 것이다. 또한 생성된 예측모형식은 몇 가지 항목을 사용하여 쉽게 아동의 상반신 체형을 분류하기 위한 방법으로서 사용될 수 있을 것이다. 본 연구는 학령기 남아 상반신의 형태적 특성 파악을 위하여, 지수를 분석에 사용하였으므로, 보정을 위한 구체적인 방법 제시를 위해서 지수와 측정치, 연령을 모두 고려한 후속연구가 필요하다.

References

- Ahn, Y. M., Sohn, M., & Choi, S. H. (2010). Comparison in weight, height, degree of obesity and body mass index among different methods for body shape classification in school-age children. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 40(6), 775-784. doi: 10.4040/jkan.2010.40.6.775
- Cho, Y. J., & Lee, J. R. (2000). The characteristics of upper body on obese boys. *Fashion & Textile Research Journal*, 2(4), 300-307.
- Choi, K. M., & Ryu, Y. S. (2012). The factors of somatotype characteristics of obese preteen boys to develop the theory of personalized patterning for mass customization. *Journal Korea Society of Visual Design Forum*, 34(0), 143-156.
- Choi, S. Y., & Hahm, O. S. (2000). A study of elementary school children's somatotype for clothing construction. *Journal of Living Science Research*, 26, 127-144.
- 'Children clothes market diastrophism'. (2011). *Fashion biz*. Retrieved January 29, 2019, from https://www.fashionbiz.co.kr/article/view_login.asp?idx=122398&rurl=%2Farticle%2Fview%2Easp%3Fcate%3D7%26sub%5Fnum%3D16%26idx%3D122398&a=2
- Do, W. H., & Choi, E. H. (2017). Classification of upper torso somatotype for development of senior men's dressform. *Fashion & Textile Research Journal*, 19(6), 804-812. doi:10.5805/sfti.2017.19.6.804
- 'Global SPA brands develop kids line'. (2015). *Fashion biz*. Retrieved January 29, 2019, from https://www.fashionbiz.co.kr/article/view.asp?cate=1&sub_num=22&idx=147062
- Jang, J. A., Pae, E. A., & Kwon, Y. S. (2000). Somatometric characteristics on upper body of elementary school girls - Focusing somatometric factors. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 24(6), 850-860.
- Kang, Y. S. (2010). The analysis of lower-trunk sizes and ease of pants patterns for elementary boys -Focus on tall and plump boys-. *Journal of the Korean Society of Clothing & Textiles*, 34(1), 153-166. doi:10.5850/JKSC.2010.34.1.153
- Kim, I. H. (2015a). *Development of a pattern generation algorithm for mens jacket according to the types of body surface development figure*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Kim, K. S., Han, H. S., & Nam, Y. J. (2017). The change pattern of body shape on chronological age in Korea adult women. *Fashion & Textile Research Journal*, 19(1), 49-60. doi:10.5805/sfti.2017.19.1.49
- Kim, M. J. (2015b). *Development of body shape specific torso patterns based on body shape analysis of school aged boys*. Unpublished doctoral dissertation, Kookmin University, Seoul.
- Kim, S. Y., & Nam, Y. J. (2007). Development the optimal size system and application for children's ready-to-wear -Based on elementary school boys-. *Journal of the Korean Society of Clothing & Textiles*, 31(3), 364-375. doi:10.5850/JKSC.2007.31.3.364
- Korean Agency for Technology and Standards. (2011). Final report on the 3D shape measurement project of Korean human dimension in 2011. Retrieved from <https://sizekorea.kr/page/report/2>
- Korea Centers for Disease Control and Prevention [KCDC]. (2007). *Korean national growth charts : Review of developmental process and outlook*. Retrieved March 26, 2019, from http://www.cdc.go.kr/board.es?mid=a20602010000&bid=0034&act=view&list_no=12103
- Lee, J. O., Choi, K. M., & Jun, J. I. (2009). A study on the selection of the size of children's clothes according to body shape -Focus on preteens-. *Journal of the Korean Society of Clothing & Textiles*, 33(11), 1768-1773. doi:10.5850/JKSC.2009.33.11.1768
- Ministry for health, welfare and family affairs. (2013). *Knowing Obesity*. Retrieved March 23, 2019, from http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0101vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=040104&BOARD_ID=110&BOARD_FLAG=03&CONT_SEQ=292313
- Park, S. J. (2008). Upper garment sizing system for obese school boys based on somatotype analysis. *Family and Environment Research*, 46(9), 99-112.
- Petrova, A., & Ashdown, S. P. (2008). Three-dimensional body scan data analysis: Body size and shape dependence of ease values for pants' fit. *Clothing and Textiles Research Journal*, 26(3), 227-252. doi:10.1177/0887302X07309479
- Raband, J. A. (1994). *Fabulous fit*. New York; Fairchild.
- Shim, J. H., & Hahm, O. S. (2001). A study on somatotype classification and characteristics related to age of middle-aged women. *Journal of the Korean Society of Clothing & Textiles*, 25(4), 795-806.
- Yeo, H. R. (2002). Somatometric characteristics of elementary school boys at the ages 9 to 10 and classification thereby. *Fashion & Textile Research Journal*, 4(2), 156-162.

- Yeo, H. R., & Kwon, Y. S. (1999a). Characteristics of somatotype for boys of elementary school age I - In point of the characteristics of changing somatotype in each period of elementary school age -. *Journal of the Korean Society of Costume*, 46, 31-48.
- Yeo, H. R., & Kwon, Y. S. (1999b). Characteristics of somatotype for boys of elementary school age - Characteristics of factor for upper and lower half in each period of school ages -. *Journal of the Korean Society of Costume*, 49, 25-47.

- Zhang, M. N., Lee, Y. S., & Kim, S. B. (2013). A study on clothes purchase and size fit for kindergarten children. *Fashion & Textile Research Journal*, 15(1), 116-129. doi:10.5805/sfti.2013.15.1.116

(Received 2 July, 2019; 1st Revised 28 July, 2019;
2nd Revised 26 August, 2019, 3rd Revised 23 September, 2019;
Accepted 27 September, 2019)