

## 한국 노인 여성을 위한 피트니스 압박웨어 치수 개발

전은진<sup>1)</sup> · 이원섭<sup>2)</sup> · 박장운<sup>3)</sup> · 유희천<sup>1)†</sup>

<sup>1)</sup>포항공과대학교 산업경영공학과

<sup>2)</sup>한동대학교 ICT 창업학부

<sup>3)</sup>Texas A&M University Corpus Christi

### Development of a Sizing System of Women's Fitness Wear for the Senior Population in South Korea

Eun-Jin Jeon<sup>1)</sup>, Won-sup Lee<sup>2)</sup>, Jang-Woon Park<sup>3)</sup>, and Hee-Cheon You<sup>1)†</sup>

<sup>1)</sup>Dept. of Industrial & Management Engineering, POSTECH; Pohang, Korea

<sup>2)</sup>School of Global Entrepreneurship & Information Communication  
Technology, Handong Global University; Pohang, Korea

<sup>3)</sup>Dept. of Corpus Christi, Texas A&M University; Texas, USA

**Abstract:** The objective of this study is to develop a sizing system of fitness clothing that can properly accommodate various body sizes of Korean senior women. The sizing system of upper and lower fitness clothing was developed in the present study by selection of key variables, identification of size category candidates, and determination of an optimal sizing system. First, key anthropometric dimensions (stature and bust circumference for upper clothing and stature; waist circumference for lower clothing) were identified by factor analysis on the direct body measurements ( $n = 272$ ) and 3D whole-body scan data ( $n = 271$ ) of Korean senior women in Size Korea. Second, sizing system candidates based on the key dimensions of upper and lower clothing were explored using a grid method and an optimization method. Lastly, among the sizing system candidates, optimal sizing systems of upper and lower clothing were selected in terms of accommodation rate. Five size categories (short/small, short/medium, tall/small, tall/medium, and tall/large) were selected as the optimal sizing systems of upper and lower clothing with 89% and 78% of accommodation rate, respectively, for the Korean senior women. The anthropometric characteristics of the representative humans of the optimal size categories would be of use in the design of fitness compressive wear for the better fit and effectiveness of exercise and health of Korean senior women.

**Key words:** elderly (고령자), body dimension (인체치수), fitness (피트니스), compression wear (압박웨어), size system (치수체계)

## 1. 서 론

우리나라는 최근 빠른 속도로 고령화 사회로 진입함에 따라, 65세 이상 고령 인구는 2005년 9.3%에서 2015년에는 13.5%로 증가하였으며, 2030년에는 24.3%, 2060년에는 40.1%까지 증가할 것으로 예상되고 있다("Life table", 2016). 고령 인구 증가는 노인들의 만성질환에 대한 막대한 의료비 지출과 같은

사회적 문제를 유발하게 된다. 2012년 보건복지부 자료에 의하면 고령자의 건강관리와 치료 목적으로 사용된 의료비 지출은 약 82.9조 원으로 우리나라 GDP의 7.1%로 사회경제적 큰 폭의 손실비용이 발생하고 있다(Kim et al., 2015). 전체 진료비 대비 65세 이상 노인의 진료비는 2014년 35.5%(19조 3천 551억 원), 2015년 36.8%(21조 3천 643억 원), 2016년 38.0% (24조 5천 643억 원)으로 매년 지속적으로 증가하는 추세에 있다("Medical expenses over 65 years", 2017). 이러한 추세를 감안할 때 일상생활에서 고령자들의 신체활동을 지원함으로써 건강을 증진시키고 의료비를 절감할 수 있는 사회적 인 대안이 절실히 필요하다. 고령자의 신체 활동 증가는 독립 생활, 삶의 질 향상, 만성 건강 문제에 대한 중요한 예방책으로 알려져 있다(Goldspink, 2005). 그러므로 고령자가 신체 활동 시 착용하게 되는 의복은 동작을 저해하지 않으면서 최적의 착용감

†Corresponding author; Hee-Cheon You

Tel. +82-54-279-2210, Fax. +82-54-279-2870

E-mail: hcyou@postech.ac.kr

© 2018 (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.

을 제공하고 근효율을 향상시킬 수 있도록 설계되어야 한다.

고령자는 연령의 증가와 함께 운동기능과 신진대사가 저하되고 관절운동 영역 축소로 인해 순발력과 반응속도가 떨어지게 되며, 근골격의 감소는 골다공증을 유발시켜 낙상 위험이 증가하게 된다. 노화로 인한 근육의 감소는 고령자 근력 저하에 직접적인 영향을 미치며, 보행 능력, 평형 능력과 같은 신체적 기능을 저하시킨다(Raguso et al., 2006). 고령자의 신체 기능 저하는 근골격계 기능 저하와 관절 움직임 축소 및 균형 감각의 손실이 가장 큰 원인이 된다(Choi & Yoon, 2016). 노인의 근력이 감소하게 되면 독립된 일상생활을 할 수 없게 되며, 신체 균형 장애, 보행 장애 등으로 인해 낙상 위험을 높이는 원인으로 작용하게 된다(Newman et al., 2003). 이러한 노인성 근력 감퇴는 비교적 단기간의 운동을 통하여 근력을 회복 및 향상시킬 수 있으며, 근력의 회복은 자발적인 이동 능력을 개선시키고 낙상을 방지하는 효과가 있다(Kim & Chun, 2013; Lee et al., 2014). 따라서 고령자들은 일상생활 중에 근력을 향상시킬 수 있는 피트니스 활동이 필요하며(Yoon et al., 2017), 특히, 적절한 가압 수준의 피트니스 압박웨어의 착용은 운동 시 근육 활성도를 향상시키는데 도움을 줄 수 있다(Hong et al., 2015). 피트니스용 압박웨어는 적절한 압력으로 근육을 압박하거나 주동 근육을 기반으로 절개선을 삽입하여 착용 시 보조 근육의 역할과 근육을 고정해주는 기능을 한다(Lee et al., 2015). 따라서 한국 노인 여성의 체형 및 근육 특성에 특화된 피트니스 압박웨어의 개발이 필요하며, 피트니스 압박웨어의 착용은 고령자들의 근육을 활성화하는데 도움을 줄 것으로 사료된다.

고령자들은 신체적으로 운동신경 저하, 근골격계 퇴화, 호르몬의 감소로 인해 현저한 체형변화를 경험하게 된다. 고령자의 체형은 연령이 증가할수록 척추길이 감소, 허리 측만증, 흉추와 경추의 형태 변화로 인해 자세가 굴신되면서 신장과 높이 항목이 감소하게 된다. 또한 피하지방의 재분배로 지방층이 엉덩이, 복부, 등, 어깨 부위로 이동해 허리가 굽어지고 배가 나오는 현상이 발생한다. 체형 변형과 비만 현상은 노년후기로 갈수록 심화되어 심각한 체형 변화가 발생하게 되므로 고령자 의복은 차별화된 노인들의 신체적 특징을 고려하여 설계되어야 한다(Lee, 2008). 고령자의 상반신 굴신으로 인한 체형 변형은 젖꼭지점 높이가 낮아지고 배높이는 높아지며, 앞길이가 짧아지고 등길이는 길어지는 현상(Lee et al., 2003)과 등길이가 뒤뎠이 증가하며 목과 어깨관절 각도가 전면으로 기울게 되는 현상을 발생시킨다(Choi & Lee, 1995). 고령자의 체형과 의복에 관련된 연구는 연령 증가에 따른 체형 특성 분석(Kim, 2003; Lee et al., 2003), 체형 유형화 연구(Kim, 2000), 패턴개발 연구(Lee, 2003; Lim, 2003)가 있으나 대부분 상반신에 국한되어 있고 의복구성학적 측면과 노인 의복 치수체계 수립에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

고령자의 인체 치수 및 체형을 고려하지 않고 설계된 노인 의복은 착용감과 동작성을 저하시키고 부위별 의복압을 상승시켜 구속감과 불편감을 유발하게 된다. 특히, 착용 시 인체에 밀

착하게 되는 피트니스 압박웨어는 인체 치수와 체형 특성을 반영하여야 하며, 동작 시 주동 근육을 가압하여 근육 활성화에 도움이 되도록 설계되어야 한다. 노인 의복은 고령화로 인해 변형된 다양한 체형들에도 적합한 맞음새를 제공해야 함에 따라 노인들의 인체치수 분석을 통한 체형별 치수 체계에 대한 연구가 필요하다(Kim, 2011). 노인들의 다양한 체형별 의복 패턴 설계를 위해서는 고령자의 인체계측자료 분석을 통한 치수체계 수립이 필요하다. 따라서 본 연구는 한국 노인 여성의 인체치수(Size Korea 직접계측 272명; 3D scan data 271명)를 활용하여 한국 노인 여성의 체형에 최적화되면서 대다수의 노인 인구를 수용할 수 있는 피트니스 압박웨어의 치수체계를 개발하고자 한다.

## 2. 연구 방법

본 연구는 한국 고령자에게 최적화된 피트니스 압박웨어의 상·하의 치수체계 수립을 위해 첫째, Size Korea 5차 인체치수 조사에서 제공하는 한국 노인 여성의 직접 인체계측자료(2004년,  $n=272$ 명, 60세~75세) 및 3D 인체계측자료(2004년,  $n=271$ 명, 60세~75세)를 분석하여 중요 인체 변수를 선정하고 둘째, 중요변수를 기준으로 설계 대상 인구를 수용하는 격자 생성 방법인 Grid method(Robinette & Annis, 1986)를 활용하여 인구수용 비율을 분석하였다. 셋째, 분석된 인구수용 비율을 최적화 기법으로 비교·분석하여 한국 노인 여성의 인구를 최대 수용할 수 있는 피트니스 압박웨어의 상·하의 치수체계를 개발하였다.

### 2.1. 피트니스 압박웨어 설계 시 필요 인체 변수

본 연구는 한국 노인 여성에게 특화된 피트니스 압박웨어 치수체계 수립을 위해 피트니스 압박웨어 설계에 필요한 인체 측정 기준점과 측정항목을 조사하였으며, 문헌조사와 의류학 전문가의 논의를 통해 최종 필요 인체 변수를 선정하였다. 인체 측정 기준점은 상체는 목앞점, 겨드랑앞벽점, 유두점, 어깨가쪽점, 목뒤점, 겨드랑뒤벽점, 손목안쪽점의 7개 항목이며, 하체는 허리앞점, 좌측허리옆점, 허리뒤점, 배둘출점, 우측엉덩이둘출점, 우측넓다리뼈큰돌기점, 우측살앞점, 무릎뼈가운데점, 가쪽복사점 등 9개로 총 16개 부위가 선정되었다(Fig. 1). 인체 측정 기준점을 대상으로 파악된 피트니스 압박웨어 설계에 필요한 인체 변수는 높이 항목 7개(키, 목뒤높이, 허리높이, 배높이, 엉덩이높이, 넓다리높이, 살높이), 길이 항목 10개(엉덩이수직길이, 윗엉덩이수직길이, 허리-배수직길이, 허리-넓다리수직길이, 앞중심길이, 등길이, 팔길이, 어깨가쪽사이길이, 겨드랑앞벽사이길이, 겨드랑뒤벽사이길이), 너비 항목 4개(허리너비, 배너비, 엉덩이너비, 어깨사이너비), 두께 항목 3개(허리두께, 배 두께, 엉덩이두께), 둘레 항목 9개(가슴둘레, 젖가슴둘레, 젖가슴아래둘레, 허리둘레, 배둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 무릎둘레, 발목둘레)로 총 33개 항목이 선정되었다. 선정된 측정 항목을 기준

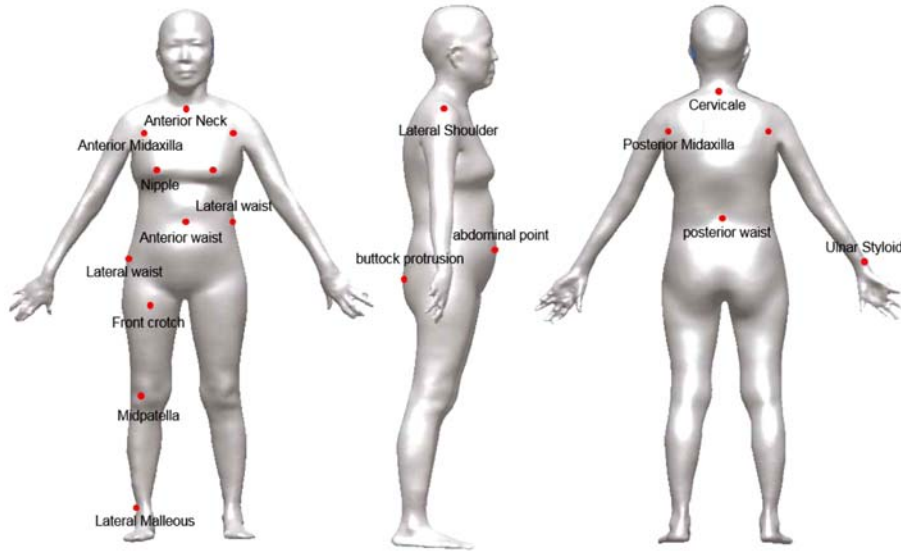


Fig. 1. Reference points on body surface for designing fitness clothing.

으로 피트니스 압박웨어 패턴 설계 시 필요한 인체 변수를 Size Korea 직접 측정자료와 3D 인체측정자료에서 항목을 선별하였다.

### 2.2. 피트니스 압박웨어 중요 인체 변수 선정

중요 인체 변수는 Size Korea에서 측정된 한국 여성 노인의 직접 인체측정자료( $n=272$ 명)와 3D 인체측정자료( $n=271$ 명) 분석을 통해 선정되었다. 피트니스 압박웨어 설계 시 필요 인체 변수는 직접 인체측정자료에는 15개 인체 변수에 대한 측정치가 포함되었으며, 3D 인체측정자료에는 총 28개의 인체 변수의 측정치가 포함되었다. 피트니스 압박웨어 설계 시 필요 인체 변수는 사전 문헌조사와 의복 패턴 설계 전문가 의견을 통해 Size Korea 직접 인체측정자료에서 15개 인체 변수, 3D 인체측정자료에서 28개 인체 변수를 선정하였다. 치수체계는 측정항목별로 요인분석을 수행하여 피트니스 압박웨어 설계 시 중요한 인체 변수를 선정하고 인구 수용률 분석을 통해 수립되었다. 인체측정자료를 적용한 제품 설계에는 다른 인체 측정 변수들과 연관성이 높고 쉽게 측정될 수 있는 소수(1~5개)의 중요변수가 선정된다(Gwon et al., 2004). 중요 인체 변수는 직접 인체측정자료와 3D 인체측정자료의 인체 변수들을 대상으로 요인분석(factor analysis)과 상관분석(Pearson's correlation analysis)을 순차적으로 수행하여 추출되었다. 본 연구에서는 요인분석 시 요인의 고유값(eigenvalue) 기준이 1 이상인 요인을 선정한 결과 전체 분산설명력(%)이 75.8%이었으며, 각 요인에 대한 심층 분석은 기존 연구(Lee, 2018)를 참고하여 요인 부하량(factor loading)이 0.6 이상인 인체 변수를 대상으로 수행하였다. 심층 분석을 통해 파악된 중요 인체 변수는 제작편리성과 사용용이성을 고려하여 상·하의 각각 분리하여 선정하였다. 중요 변수 선정 시 젖가슴둘레(bust circumference)는 피트니스

압박웨어의 상의 설계에 반드시 필요한 변수임에도 불구하고 Size Korea의 직접 인체측정자료에만 포함되어 있어 상의 설계에는 직접 인체측정자료를 활용하였으며, 하의 경우에는 다양한 인체치수변수를 포함하고 있는 3D 인체측정자료를 활용하였다.

### 2.3. 인구 수용률 분석을 통한 치수체계 개발

피트니스 압박웨어의 치수체계는 설계 대상 인구를 수용하는 격자 생성 방법인 grid method를 이용하여 개발되었으며, 통계적 인체치수 분포를 고려해 효과적으로 인구를 수용할 수 있도록 최적화 기법을 사용하여 치수체계를 수립하고 인구 수용률을 비교·분석하였다. 본 연구에서 치수 크기가 100mm이고 목표수용비율이 80%로 설정된 Grid method를 적용한 결과, 상의는 89%, 하의는 78%를 수용하는 5개의 치수체계가 생성되었다. 치수 간격은 기존 피트니스 압박웨어 제품에 사용되고 있는 치수체계 간격을 고려해 상의의 경우는 신장 및 젖가슴 둘레, 하의의 경우는 신장 및 허리둘레를 기준으로 100mm 간격으로 개발되었다. 또한, 치수의 개수는 패턴 제작 용이성, 제조적합성, 소재 신축성과 기존 피트니스 압박웨어 제품에 사용되고 있는 치수를 종합적으로 검토하여 상의 5개 및 하의 5개 치수로 결정하였다. Grid method 기반의 치수체계에서 격자의 미세 조정으로 인구 수용률을 향상시킨 후 각각의 치수체계별로 대표 인체형상을 선정하고 세부치수를 파악하였다.

## 3. 결과 및 논의

### 3.1. 요인분석을 통한 중요 인체 변수

직접 인체측정자료에 대한 요인분석 결과, Table 1과 같이 둘레에 관련된 요인과 길이와 관련된 요인 총 두 개의 요인이

**Table 1.** Anthropometric key dimensions by using factor analysis on the directed measurements

(n = 272)

No.	Anthropometric dimensions	Factor						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Head circumference	-0.387	-0.057	0.654	0.154	0.599	-0.138	-0.110
2	Stature	-0.560	<b>-0.781</b>	-0.019	0.022	0.068	-0.035	0.089
3	Cervical height	-0.572	<b>-0.784</b>	-0.052	0.051	-0.029	-0.005	0.048
4	Crotch height	-0.411	<b>-0.774</b>	-0.148	-0.097	0.063	0.245	-0.236
5	Neck base circumference	<b>-0.621</b>	0.122	0.122	-0.609	-0.112	-0.395	-0.124
6	Chest circumference	<b>-0.900</b>	0.267	0.098	0.052	-0.025	0.090	-0.029
7	Bust circumference	<b>-0.869</b>	0.364	-0.083	0.063	-0.070	0.086	-0.108
8	Underbust circumference	<b>-0.865</b>	0.373	-0.061	0.046	-0.010	0.070	-0.112
9	Waist circumference	<b>-0.833</b>	0.431	-0.016	0.058	-0.068	0.097	-0.194
10	Abdominal circumference	<b>-0.791</b>	0.334	-0.155	-0.024	0.118	0.209	0.034
11	Hip circumference	<b>-0.833</b>	0.135	-0.044	0.039	0.136	0.012	0.403
12	Armseye circumference	<b>-0.788</b>	0.176	-0.262	0.045	0.021	-0.252	0.185
13	Bishoulder length	-0.455	-0.262	0.634	-0.298	-0.283	0.274	0.173
14	Arm length	-0.560	-0.557	-0.416	-0.106	0.145	-0.076	-0.051
15	Waist back length	-0.547	-0.314	0.242	0.498	-0.435	-0.249	-0.077
	Eigenvalue	7.113	3.008	1.217	0.772	0.714	0.516	0.393
	Var(%)	47.4	20.1	8.1	5.1	4.8	3.4	2.6

**Table 2.** Anthropometric key dimensions by using factor analysis on the measurements from 3D whole body scan

(n = 271)

No.	Anthropometric dimensions	Factor					
		1	2	3	4	5	6
1	Stature	-0.572	<b>-0.732</b>	0.111	0.030	0.010	0.030
2	Waist height	-0.560	<b>-0.786</b>	0.184	-0.015	0.079	0.103
3	Abdominal height	-0.509	-0.521	-0.045	-0.345	0.182	-0.445
4	Hip height	-0.544	<b>-0.607</b>	0.034	-0.263	0.185	0.362
5	Thigh height	-0.431	-0.536	0.018	-0.502	0.265	0.052
6	Crotch height	-0.415	<b>-0.736</b>	0.026	-0.216	0.128	0.143
7	Body rise	-0.415	-0.355	0.299	0.290	-0.043	-0.022
8	Upper hip length	-0.144	-0.458	0.284	0.401	-0.156	-0.402
9	Waist-abdominal length	0.036	-0.202	0.266	0.435	-0.150	0.702
10	Waist-thigh length	-0.126	-0.267	0.204	0.644	-0.251	0.059
11	Waist breadth	<b>-0.649</b>	0.374	-0.105	-0.208	0.006	-0.121
12	Abdominal breadth	<b>-0.808</b>	0.229	0.078	0.119	-0.111	0.086
13	Hip breadth	<b>-0.776</b>	-0.020	0.060	0.180	-0.080	-0.286
14	Waist depth	<b>-0.736</b>	0.529	-0.055	-0.106	0.033	-0.048
15	Abdominal depth	<b>-0.760</b>	0.484	0.004	-0.010	-0.004	0.243
16	Hip depth	<b>-0.711</b>	0.376	-0.041	-0.028	0.010	0.314
17	Waist circumference	<b>-0.766</b>	0.504	-0.094	-0.176	0.019	-0.091
18	Abdominal circumference	<b>-0.861</b>	0.406	0.035	0.052	-0.055	0.144
19	Hip circumference	<b>-0.904</b>	0.197	0.013	0.141	-0.062	-0.058
20	Thigh circumference	<b>-0.660</b>	-0.005	-0.042	0.348	-0.146	-0.258
21	Waist front length	0.167	0.103	0.556	-0.249	-0.139	0.034
22	Waist back length	0.118	0.404	0.304	0.057	0.516	0.091
23	Knee height	0.095	0.212	0.183	0.064	0.657	0.094

**Table 2.** Anthropometric key dimensions by using factor analysis on the measurements from 3D whole body scan (continued) (n = 271)

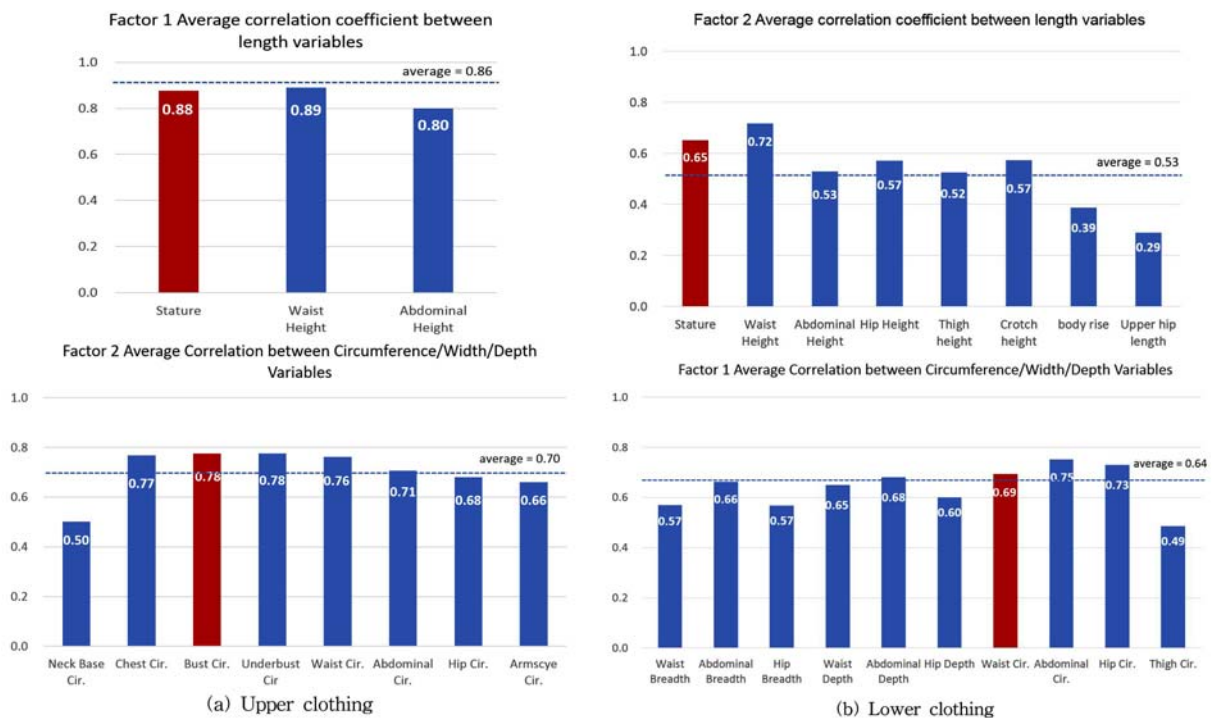
24	Front interscye	0.033	0.200	0.778	0.064	0.209	-0.136
25	Back interscye	-0.011	0.157	0.752	0.050	0.164	-0.034
26	Biacromion length	0.081	0.203	0.718	-0.019	0.071	-0.191
27	Knee circumference	0.065	0.073	0.473	-0.577	-0.439	0.024
28	Elbow circumference	0.080	0.052	0.346	-0.540	-0.544	0.113
Eigenvalue		7.716	4.708	2.835	2.315	1.602	1.473
Var(%)		27.6	16.8	10.1	8.3	5.7	5.3

추출되었다. 둘째에 관련된 요인에는 목밑둘레, 가슴둘레, 젓가슴둘레, 젓가슴아래둘레, 허리둘레, 배둘레, 엉덩이둘레, 겨드랑둘레 등 총 8개의 둘레 변수가 포함되었으며, 길이에 관련된 요인에는 키, 목뒤높이, 살높이 등 3개 길이 변수가 포함되었다. 직접 인체계측자료 15개 인체 변수와 3D 인체 변수 28개 인체 변수에 대한 요인분석 결과는 Table 1, 2와 같다. 이때 추출된 주요인자들을 각각 대표할 수 있는 중요 인체 변수를 선정하기 위해 유관 인체 변수들 간 Pearson's correlation coefficients(*r*)들을 계산해 평균값이 가장 높은 인체 변수를 중요 인체 변수로 선정하였다. 최종적으로 상의의 중요 인체 변수로는 신장(*r* = 0.88)과 젓가슴둘레(*r*=0.78)가 선정되었으며, 하의의 중요 인체 변수로는 신장(*r*=0.69) 및 허리둘레(*r*=0.65)가 선정되었다(Fig. 2). 인체 변수 간 분석결과 하의의 중요변수로 Table 2의 요인 3에서 겨드랑앞벽사이길이, 겨드랑뒤벽사이길이, 어깨사이너비의 값이 0.6 이상으로 파악되었으나 제품 상용화시 제작 편리성과 사용 용이성 등을 고려하여 상의의 신장

과 젓가슴둘레, 하의는 신장과 허리둘레를 중요 인체 변수로 선정하였다.

**3.2. 최적화 기법을 활용한 인구 수용률 분석**

본 연구에서는 5개 치수에 대한 격자(grid)를 생성한 후, 격자의 위치를 이동시키면서 최대로 많은 인구를 수용할 수 있는 위치를 분석하였다. 분석 결과, 상의 치수에서는 직접 인체계측자료(272명)의 최대 87%(236명)를 수용할 수 있는 것으로 나타났다. 하의 치수에서는 3D 인체계측자료(271명)의 최대 75%(203명)를 수용할 수 있는 것으로 파악되었다(Fig. 3). 그러나 Grid method를 통한 인구 수용률 분석 시 특정 치수는 인구 수용률이 낮아(예: 7.3%) 치수의 효율성 문제가 제기될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 최적화 기법(optimization method)을 활용해 5개 치수별 인구 수용률을 최소 10% 이상으로 유지하면서, 치수별 인구 수용률(%)은 최대화하여 치수들 간 인구 중복 수용률(%)를 최소화할 수 있는 치수를 MATLAB®



**Fig. 2.** Selecting key dimensions based on averaged Pearson's correlation coefficient.

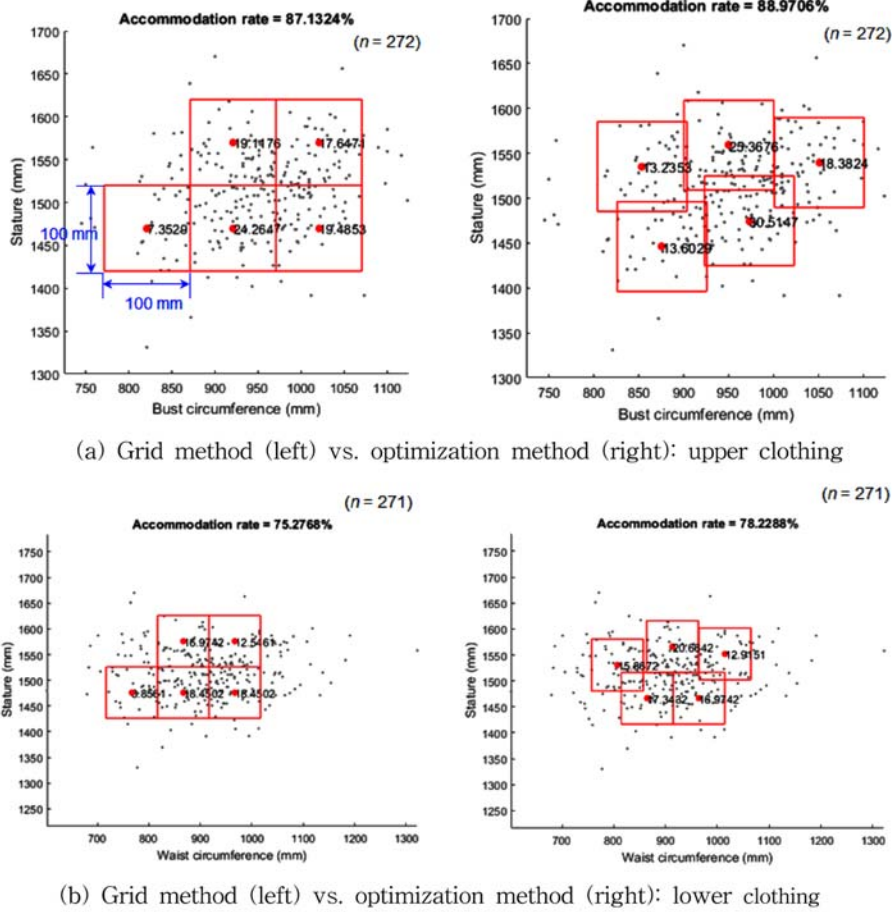


Fig. 3. Comparison of accommodation rates between grid vs. optimization method.

(version 2017, The MathWorks, Inc., USA)의 유전 알고리즘 (genetic algorithm)을 활용해서 탐색했다. 최적화 분석 결과 상의의 경우는 인구 수용률을 89%(242명)까지 올릴 수 있었으며, 하의의 경우는 78%(211명)까지 수용률을 높일 수 있었다. 또한, 치수별 최소 인구 수용률을 분석했을 때 13% 이상의 인구를 수용할 수 있어 치수의 효용성도 검증되었다.

### 3.3. 대표 인체 유형 선별을 통한 치수체계 개발

치수체계는 피트니스 압박웨어의 패턴 설계에 활용하기 위해 5개 상·하의 치수별 대표 인체 모델을 선별하고 세부 인체치수를 파악하는 과정을 통해 수립되었다. 대표 인체 유형은 상·하의 모두 short/small, short/medium, tall/small, tall/medium, 그리고 tall/large로 각각 5개로 구분되었으며, 치수들의 중심위치(centroid)로부터 두 점 사이의 거리(Euclidean distance) 측면에서 가장 가까운 지점에 있는 실제 사람으로 선정되었다 (Fig. 4). 피트니스 압박웨어 상의 및 하의 설계 시 치수별 대표 인체 모델 및 인체 항목별 세부 치수는 Table 3, 4와 같다.

상의 치수체계의 중요 변수인 신장과 젓가슴둘레 항목의 치수는 short/small(1,440mm, 877mm), short/medium(1,474mm,

973mm), tall/small(1,538mm, 861mm), tall/medium(1,561mm, 951mm), tall/large(1,541mm, 1,045mm)로 분석되었다. 하의 치수체계의 중요변수인 신장과 허리둘레 항목의 치수는 short/small(1,467mm, 874mm), short/medium(1,472mm, 958mm), tall/small(1,523mm, 804mm), tall/medium(1,567mm, 915mm), tall/large(1,566mm, 999mm)로 분석되었다.

상의 5개 치수체계를 비교·분석한 결과, short/small과 tall/small 사이즈의 경우 신장이 큰 tall/small 사이즈가 11개 항목에서 치수가 큰 것으로 나타났으며, short/small 사이즈는 젓가슴둘레(861mm)가 tall/small 보다 큰 것으로 확인되었다. 반면, short/medium 사이즈가 신장이 큰 tall/medium 보다 젓가슴둘레(951mm), 목밑둘레(380mm), 젓가슴아래둘레(830mm), 배둘레(934mm), 엉덩이둘레(955mm), 겨드랑둘레(379mm) 등 6개 둘레 항목에서 큰 것으로 파악되었다. Tall/medium 사이즈는 신장(1561mm), 가슴둘레(902mm), 허리둘레(905mm), 어깨가쪽 사이길이(386mm), 팔길이(540mm), 등길이(406mm) 항목이 short/medium 보다 큰 것으로 확인되었다. 또한 Tall 사이즈의 small, medium, large 사이즈를 비교한 결과, 특이사항으로는 tall/medium 치수가 tall/large 치수보다 신장(1,561mm), 목밑둘



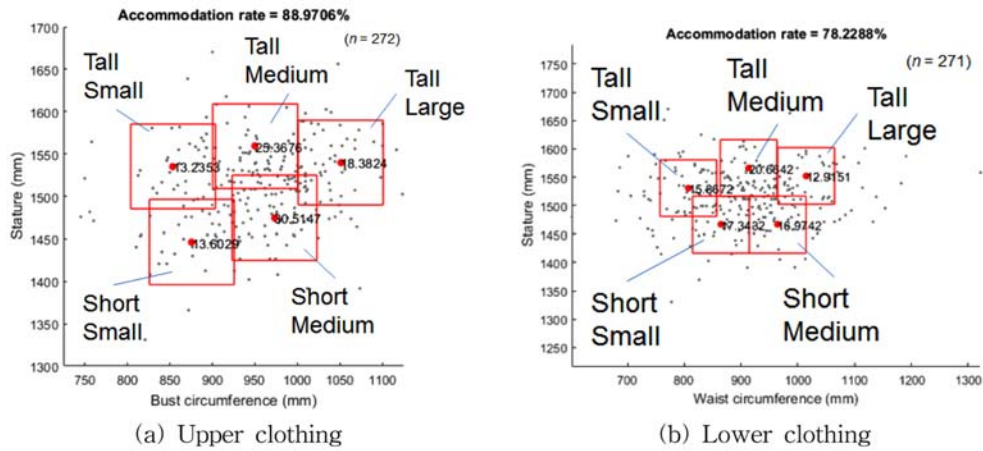


Fig. 4. Representative humans for each size categories.

레(380 mm), 어깨가쪽사이길이(386mm), 팔길이(540mm), 등길이(406mm)가 큰 것으로 파악되었다.

하의 5개 치수체계를 비교·분석한 결과, 신장이 큰 tall/small 사이즈가 허리둘레(804mm), 배둘레(911mm), 엉덩이수직길이(240mm), 허리두께(221mm), 배두께(248mm), 엉덩이두께(229mm) 항목에서 short/small 보다 작은 것으로 파악되었다. 반면, short/medium과 tall/medium 치수에서는 신장이 큰 tall/medium 사이즈가 허리둘레(915mm), 엉덩이둘레(913mm), 무릎높이(479mm), 허리두께(262mm) 항목에서 short/medium 보다 치수가 작은 것으로 확인되었다. 또한 tall 사이즈의 small, medium, large 사이즈의 치수를 비교한 결과, 특이 사항으로 tall/large 사이즈보다 tall/medium에서 살높이(737mm), 앞중심길이(420mm)가 큰 것으로 확인되었으며, 무릎둘레 항목에서는

tall/small 사이즈가 가장 치수가 큰 것으로 확인되었다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 한국 여성 노인의 직접 인체계측자료와 3D 인체계측자료를 활용하여 노인 인구를 78~89%까지 수용할 수 있는 피트니스 압박웨어의 상·하의 치수체계를 개발하였다. 피트니스 압박웨어 치수체계 수립을 위해 피트니스 압박웨어 설계시 필요한 인체 변수를 파악하고 측정 기준점과 측정 항목을 선정하였다. 측정 기준점은 상체 7개, 하체 9개가 선정되었으며, 측정 항목은 측정 기준점을 기반으로 피트니스 압박웨어 설계 시 필요한 높이 항목, 길이 항목, 너비 항목, 두께 항목, 둘레 항목이 선정되었다. 선정 항목 중 패턴 설계 시 반드시

Table 3. Anthropometric measurements for the representative humans for upper clothing

	Stature	Short		Tall		
		Small	Medium	Small	Medium	Large
1	Stature	1440	1474	1538	1561	1541
2	Bust circumference	877	973	861	951	1045
3	Cervical height	1219	1243	1313	1339	1325
4	Head circumference	540	545	560	540	540
5	Crotch height	616	611	652	696	694
6	Neck Base circumference	355	395	358	380	367
7	Chest circumference	810	898	860	902	1007
8	Underbust circumference	738	850	747	830	887
9	Waist circumference	728	902	745	905	938
10	Abdominal circumference	794	1020	868	934	1025
11	Hip circumference	818	966	901	955	972
12	Armscye circumference	348	423	385	379	379
13	Bishoulder length	342	350	361	386	384
14	Arm length	492	518	524	540	529
15	Waist back length	373	381	373	406	395

**Table 4.** Anthropometric measurements for the representative humans for lower clothing

Stature	Short	Short	Tall	Tall	Tall
Waist circumference	Small	Medium	Small	Medium	Large
1 Stature	1467	1472	1523	1567	1566
2 Waist circumference	874	958	804	915	999
3 Waist height	903	895	935	975	987
4 Abdominal height	839	837	799	925	909
5 Hip height	711	699	723	765	765
6 Thigh height	779	797	751	845	785
7 Crotch height	643	677	695	737	699
8 Body rise	260	218	240	238	288
9 Upper hip length	192	196	212	210	222
10 Waist-abdominal length	64	58	136	50	78
11 Waist-thigh length	124	98	184	130	202
12 Waist breadth	291	334	284	317	326
13 Abdominal breadth	316	332	327	338	351
14 Hip breadth	335	358	341	337	356
15 Waist depth	260	267	221	262	294
16 Abdominal depth	264	261	248	270	291
17 Hip depth	242	235	229	235	284
18 Abdominal circumference	929	939	911	969	1018
19 Hip circumference	899	962	919	913	1027
20 Thigh circumference	506	495	539	555	575
21 Waist front length	381	418	413	420	375
22 Waist back length	500	438	671	393	364
23 Knee height	623	516	779	476	503
24 Front interscye	310	309	307	323	293
25 Back interscye	333	356	341	359	327
26 Biacromion length	328	338	325	357	302
27 Knee circumference	352	428	358	345	302
28 Elbow circumference	207	282	255	239	192

필요한 인체 변수를 문헌조사와 전문가 의견 수렴을 통해 Size Korea 직접 인체계측자료에서 15개 인체 변수, 3D 인체계측자료에서 28개 인체 변수를 선정하였다.

본 연구에서는 Size Korea data(직접 계측 272명, 3D scan data)를 기반으로 피트니스 압박웨어 설계 시 필요 인체 변수에 대한 요인분석을 수행하여 상·하의 각각 중요 인체 변수를 도출하였다. 중요 인체 변수는 요인 분석 결과를 바탕으로 제작 편리성과 사용 용이성을 고려한 후 상의는 신장과 젓가슴둘레, 하의는 신장과 허리둘레가 선정되었다. 인구 수용률은 최적화 기법을 활용하여 효과적으로 인구를 수용할 수 있도록 분석되었으며, 상·하의 각각 전체 노인 인구의 78~89%를 수용하는 5개의 치수체계(short/small, short/medium, tall/small, tall/medium, tall/large)가 수립되었다. 다음으로 각 사이즈별 대표 인체 모델을 선정하고 상·하의 중요 인체 변수(신장, 젓가슴둘레, 허리둘레)와 필요 인체 변수에 대한 상세치수를 파악하였다.

상의 중요 인체 변수의 상세 치수는 short/small(1,440mm, 877mm), short/medium(1,474mm, 973mm), tall/small(1,538mm, 861mm), tall/medium(1,561mm, 951 mm), tall/large(1,541mm, 1,045mm)로 분석되었다. 하의 중요 인체 변수의 상세 치수는 short/small(1,467mm, 874mm), short/medium(1,472mm, 958mm), tall/small(1,523mm, 804mm), tall/medium(1,567mm, 915mm), tall/large(1,566mm, 999mm)로 분석되었다.

상의 치수체계의 특이 사항은 tall/medium 사이즈가 6개 둘레(젓가슴둘레, 목밑둘레, 젓가슴아래둘레, 배둘레, 엉덩이둘레, 겨드랑이둘레) 항목에서 short/medium 사이즈보다 치수가 작은 것으로 확인되었다. 또한 신장이 큰 tall 사이즈의 small, medium, large 치수를 비교한 결과, tall/large 대비 tall/medium 사이즈에서 길이(신장, 어깨가쪽사이길이, 팔길이, 등길이), 목밑둘레 등 5개 항목의 치수가 큰 것으로 확인되었다. 하의 치수체계는 신장이 큰 tall/small 사이즈가 둘레(허리둘레, 배둘레), 두께(허리



두께, 배두께, 엉덩이두께), 길이(엉덩이수직길이) 항목에서 short/small 보다 작은 것으로 파악되었다. 반면, tall/medium 치수가 허리둘레, 엉덩이둘레, 무릎높이 3개 항목에서 short/medium 치수보다 작은 것으로 파악되었다. 또한 신장이 큰 tall 사이즈의 small, medium, large 치수를 비교한 결과, tall/large 사이즈보다 tall/medium 사이즈에서 살높이, 앞중심길이가 큰 것으로 확인되었으며, 무릎둘레는 tall/small 사이즈가 가장 큰 것으로 확인되었다. 따라서 신장과 가슴둘레, 허리둘레 등의 치수가 small, medium, large의 비율로 일정하게 증가 및 감소하지 않는다는 점이 파악되었으며, 치수체계별 상세치수를 기준으로 인체 부위별로 최적의 패턴 설계가 이루어져야 한다.

본 연구는 한국 노인 여성의 인체계측자료 및 인구 수용률 분석을 통해 노인 인구를 최대 수용할 수 있는 상·하의 치수체계를 개발하였다. 본 연구에서 제시한 치수체계는 각각의 치수체계에 해당되는 노인들에게 정확한 인체 치수를 제공한다는 장점이 있다. 본 연구에서 제시한 치수체계별 상세치수(상의 15개, 하의 28개 항목)를 적용하여 피트니스 압박웨어를 제작할 경우 한국 여성 노인의 체형에 최적화됨으로써 착용감과 밀착감을 향상시키고 주동근육의 지지효과를 상승시켜 고령자의 근효율과 동작성 향상 효과가 기대된다. 추후 연구는 한국 여성 노인을 대상으로 한 피트니스 압박웨어의 디자인, 소재, 색상, 패턴, 기능성에 대한 선호도 조사가 필요하며, 패턴 설계를 위해 3D scanning 장비를 활용한 피트니스 동작별 체표면적 변화율 분석이 선행되어야 한다.

## Acknowledgements

이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업임(No. 2017R1D1A1B03033496).

## References

- Choi, B. G., & Yoon, H. K. (2016). The effects of low intensity resistance training with blood flow restriction on body composition and isokinetic muscle in elderly women. *Korean Journal of Sports Science*, 25(1), 1385-1393.
- Choi, H. S., & Lee, J. H. (1995). Characterizing for age group of obese women's body shape for clothing design. *Journal of Korean Society of Clothing and Textile*, 19(5), 842-852.
- Goldspink, D. F. (2005). Ageing and activity: Their effects on the functional reserve capacities of the heart and vascular smooth and skeletal muscle. *Ergonomic*, 48, 1334-1351. doi:10.1080/00140130500101247
- Gwon, O. C., Jeong, G. H., Seong, M. S., Yu, H. C., & Kim, H. E. (2004). Determination and application of key dimensions for a sizing system of glove by analyzing the relationships between hand anthropometric variables. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 23(3), 25-38. doi:10.5143/JESK.2004.23.3.025
- Hong, K. H., Kim, S. Y., & Choi, J. Y. (2015). Design of fitness body wear and responses of human body. *Fiber Technology and Industry*, 19(3), 185-200.
- Kim, J. H. (2011). *Comparison of clothes behaviors with clothes preference of senior females according to their ages*. Unpublished doctoral dissertation, Kyungsoong University, Busan.
- Kim, S. W., Kang, H. J., Shin, Y. S., Jung, S. W., & Song, J. K. (2015). Age-related changes on body composition, functional fitness and arterial compliance in elderly women. *The Korean Journal of Physical Education*, 54(1), 485-494.
- Kim, S. H., & Chun, Y. J. (2013). The analysis of literature: Fall prevention program for the elderly. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 53(2), 711-721.
- Kim, S. A. (2003). *Upper body somatotype classification and discrimination of elderly women according to index*. Unpublished master's thesis, Ewha Womans University, Seoul.
- Kim, I. S. (2000). *A study on classification of elderly women's body type*. Unpublished doctoral dissertation, Korea University, Seoul.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2004). *The 5th Size Korea 3D scan & measurement technology report*. Seoul: Government Printing Office.
- Lee, H. (2018). *The Development of sizing systems for disposable protective coveralls considering korean men and women*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Lee, H. J., Eom, R. I., & Lee, Y. J. (2015). Research papers : Analysis of wearing propensities, wearing comfort, mobility of movement, and 3D shape for advanced baseball leg guards design. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 39(1), 63-76. doi:10.5850/JKSC.2015.39.1.63
- Lee, J. K., Yang, J. B., & Kim, H. (2014). Effects of 12week's resistance strength training on physiological variables, fitness factors, and berg balance scale in the long-term care patients(Grade 1). *Korean Society of Sports Science*, 23(3), 1279-1289.
- Lee, J. Y., Joo, S. Y., Nam, Y. J., & Moon, J. Y. (2003). Development of standard body measurement for elderly women - Haracteristics & regional difference of body dimensions -. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 27(1), 88-99.
- Lee, S. Y. (2003). *Study of classification of torso shape and the development of the basic bodice block for women in their sixties*. Unpublished doctoral dissertation, KonKok University, Seoul.
- Lee, Y. K. (2008). *Analysis of lateral body type for elderly women - Focused on obesity and deformation of body type -*. Unpublished master's thesis, Paichai University, Daejeon.
- 'Life table'. (2016). *Statistics Korea*. Retrieved April 1, 2017, from [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/2/7/index.board?bmode=read&aSeq=365073](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/2/7/index.board?bmode=read&aSeq=365073)
- Lim, J. Y. (2003). Classification of lower frontal and lateral body shapes - Junior-high school girls between the ages of 13 and 15 years old -. *Family and Environment Research*, 41(4), 101-110.
- 'Medical expenses over 65 years'. (2017). *Statistics Korea*. Retrieved May 16, 2015, from [http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=354&tblId=DT\\_354004N\\_046&vw](http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=354&tblId=DT_354004N_046&vw)
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E., Goodpaster, B., Nevitt, M., Kritchevsky, S. B., Tylavsky, F. A., Rubin, S. M., & Harris, T. B. (2003). Sarcopenia: Alternative definitions and associations with lower extremity function. *Journal of American*

- Geriatric Society*, 51, 1602-1609. doi:10.1046/j.1532-5415.2003.51534.x
- Raguso, C. A., Kyle, U., Kossovsky, M. P., Roynette, C., Paoloni-Ciacobino, A., Hans, D. (2006). A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: Role of physical exercise. *Clinical Nutrition*, 25, 573-580. doi:10.1016/j.clnu.2005.10.013
- Robinette, K. M., & Annis, J. F. (1986). A nine-size system for chemical defense gloves. Technical Report (AAMRL-TR-86-.029) (AD A173 193), Harry G. Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, OH.
- Yoon, M. K., Song, K. S., & Kim, H. S. (2017). A study on the design of muscle fitness equipment considering the physical characteristics of elderly. *Journal of Korean Society Design Culture*, 23(1), 403-415.

(Received 1 June 2018; 1st Revised 20 July 2018;  
2nd Revised 23 July 2018; Accepted 27 July 2018)