한국의류산업학회지
제21권 제5호, 2019
<연구논문>

pISSN 1229-2060
eISSN 2287-5743
Fashion & Text. Res. J.
Vol. 21, No. 5, pp.627-639(2019)
https://doi.org/10.5805/SFTI.2019.21.5.627

고령 여성의 측면체형 분류에 따른 직접측정치와 3차원 자동측정치간의 차이 분석

정주원 · 남윤자[1)] · 박진희[2)†]
큐티엠
[1)]서울대학교 의류학과/서울대학교 생활과학연구소
[2)]서울대학교 생활과학연구소

Analysis of Difference between Direct Measurement and 3-D Automatic Measurement According to Classification of Side Figure of Elderly Women

Juwon Chung, Yun-Ja Nam[1)], and Jinhee Park[2)†]
QTM
[1)]Dept. of Textiles, Merchandising and Fashion Design, Seoul National University/ Research Institute of Human Ecology, Seoul National University
[2)]Research Institute of Human Ecology, Seoul National University

Abstract: This study analyzes differences between the results of 3D direct measurements and automated measurements for Korean elderly females according to age groups, side somatotype, and BMI groups. This study compares the measurement differences of the direct and the 3D automated measurements for women between the ages of 70 to 85, according to age group, BMI group, and side somatotype. A comparison of the results of the direct measurement and the 3D automated measurements for elderly women show that a meaningful discrepancy exists for 29 items out of 33 items. Furthermore, the results of comparing the average error tolerance recommended by ISO20685 shows that 30 items out of 33 items exceeded ISO recommendations. The results of the automated measurement program shows a higher degree of accuracy for straight postures; however, this unsuitable for postures of elderly women with a changed somatotype. The analysis results of the measurement difference indicate the suitability of the automatic measurement programs is found to be high for stood postures, while problems seem to exist on several items along with an automated program is not appropriately used due to posture and part of body changes for elderly women. Therefore, it is recommended to develop an algorithm, that reflects the body changes of elderly women first and then upgrade the automated program equipped with a measurement size method. It is hoped that the study results can be utilized as base data for improving the automated measurement program.

Key words: elderly women (고령 여성), 3D automated measurement (3차원 자동 측정), 3D direct measurement (3차원 직접 측정), automated anthropometric measurement program (자동측정 프로그램)

1. 서　　론

OECD 자료에 의하면 우리나라의 노인인구의 비율이 급격히 높아지고 있으며, 21세기 중반에는 이 비율이 40%를 넘어 OECD 국가 중 일본 다음으로 노인 비율이 높은 국가가 될 것으로 예상하고 있다(Statistics Korea, 2011). 이러한 고령화 사회를 대비해 노인 복지를 위한 여러가지 사회제도 및 실버 산업에 대한 관심은 점차 높아지고 있다. 고령자는 신체적, 생리적, 심리적인 변화를 경험하게 되는데, 그 중에서도 신체외관상의 변화와 생리적 기능의 저하는 의복설계에 있어 중요하게 고려되어야 할 사항이다. 이와 관련해서 고령 여성 체형에 대한 연구들이 많이 이루어지고 있는데, 연구들에 의하면 고령 여성은 신장 및 높이 항목 감소, 유방 하수, 다리 형태의 변형, 허리와 배 부위 비대화와 같은 체형 및 자세변화가 현저하게 나타난다(Kim & Seong, 2002; Choi & Nam, 1997; Sohn & Hong, 2005). 이러한 고령 여성 체형의 변형은 연령이 증가할수록 심해지고, 개인차가 다양해지므로(Kim & Choi, 2009), 고령자를 위한 의복설계 및 인간공학적 제품 설계에 있어서 이러한 특징이 반드시 고려되어야 한다.

이를 위해 고령 여성의 체형을 보다 정확하게 파악하는 것이 중요한데, 2차원적인 측정방법으로는 한계가 있으므로 3차

†Corresponding author; Jinhee Park
Tel. +82-2-880-8768-, Fax. +82-2-875- 8359
E-mail: s38978207@snu.ac.kr
본 논문은 석사학위 논문의 일부임.
© 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.

원 인체 형상자료를 통해 인체의 형태와 곡면을 분석하는 것이 필요하다. 최근 3차원 인체스캐너의 발달로 인체의 3차원 형상을 빠른 시간내에 정확히 얻을 수 있게 되었고, 이 형상을 이용하여 신속한 인체치수의 획득과 응용이 가능한 자동측정 프로그램이 사용되고 있다. 개발된 프로그램들은 직접측정법과 마찬가지로 ISO 8559:2017(International Organization for Standardization [ISO], 2017), ISO 7250:2017 (International Organization for Standardization [ISO], 2017)의 정의를 기반으로 측정점에 따른 수평, 수직방향의 사이즈를 산출한다(Han & Nam, 2009). 그러나 바르게 선 자세를 기준으로 개발된 기존의 자동측정 프로그램들은 고령자 인체 데이터 베이스가 생성되기 전에 만들어졌으므로, 체형 및 자세 변형이 많이 일어나는 고령자 대상으로 활용하는 것에 대해서는 검토가 필요하나, 이에 대한 연구는 거의 이루어지고 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치의 차이를 비교·분석하여 고령 여성에 대한 자동측정 프로그램의 적합성을 검토하고자 한다. 그리고 자세 및 체형 차이에 따른 측정치 차이를 파악하고, 이를 자동측정 프로그램의 알고리즘과 관련해 측정치 차이의 원인을 분석하여, 이에 따라 요구되는 수정방향에 대해 고찰하고자 한다.

본 연구는 70~85세 고령 여성 465명의 형상자료와 33개의 동일한 인체측정항목에 대한 직접측정치와 자동측정치를 사용하여, 연령·측면체형·BMI에 따른 측정치 차이를 분석하고, 이에 대한 결과와 자동측정 프로그램의 알고리즘을 통해 측정치 차이의 원인을 분석하여 자동측정 프로그램의 수정방향에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 고령 여성의 체형과 체형 분류

인체는 노화가 진행됨에 따라 신체 구조적으로 근육과 골격의 무게가 가벼워지면서 몸무게도 감소한다. 이러한 근육과 골격의 변화는 인체의 여러 부분의 형태 변형에도 영향을 끼치게 된다. 선행연구를 살펴보면, 다른 연령대와 비교하였을 때 고령 여성의 인체는 근육의 감소와 피하지방의 침착으로 인해 둘레 및 두께가 변형될 뿐 아니라 근골격계의 약화로 인한 척추 변형으로 자세 또한 변형되는 특성(Kim & Choi, 2009)이 나타나게 된다는 것을 알 수 있다.

고령 여성은 몸무게 감소와 근육 쇠퇴로 인하여 사지가 가늘어지고, 근골격계의 변형으로 어깨 처짐에 의한 어깨 경사각이 증가하며 무릎이 굽어지며(Kim & Choi, 1996; Kim & Seong, 2002; Kim & Sohn, 1996; Lee & Lee, 2008) 피하지방 침착으로 인하여 복부와 허리가 비만화되는 변화를 겪는다(Choi & Nam, 1997; Kim, 2009; Yi & Choi, 1994). 뿐만 아니라, 상반신 및 척추의 변형으로 인하여 등이 굽고 유방 하수가 발생하게되는데, 특히 척추의 변형은 신장이 감소하면서 목과 어깨가 기울어지고 등길이와 뒤품이 증가하며 심한경우 척추만곡과 함께 자세의 비대칭 경향이 증가한다(Kim et al., 2003; Kim & Seong, 2002; Lee, 2001; Lee, 2006; Shim et al., 2007). 이렇게 골격계의 변형으로 인하여 일반적인 연령에서는 보기 어려운 체형적 특성이 나타나는 고령 여성의 경우, 의복설계 및 인간공학적인 제품설계에 있어 변형되는 체형적 특성을 분석한 적용이 반드시 필요하다.

체형의 변화가 많이 일어나는 고령 여성의 체형은 직접측정치와 사진을 이용한 간접측정치의 분석자료를 사용하여 상반신, 하반신, 전신을 대상으로 체형을 유형화하는 방식의 연구들이 이루어졌다. 다수의 선행연구에서 '젖힌 체형', '숙인 체형', '휜 체형'을 고령 여성의 특징적 체형 유형으로 제안하고 있으며(Kim & Seong, 2002; Kim, 2002; Nam & Choi, 1999), 이와 더불어 허리와 배 부위의 비대화에 의한 '비만 체형'(Kim & Choi, 1996; Nam & Choi, 1999)도 주요하게 나누어지는 유형 중 하나이다. 비만에 의한 체형의 분류를 제외한 체형 분류의 유형들(젖힌 체형, 숙인 체형, 휜 체형)에 대한 체형 분류를 하는 경우, 사진이나 3차원 형상의 측면 형태를 이용한 시각적, 통계적 분석이 필요하다(Kim & Seong, 2002).

2.2. 3차원 자동 측정 프로그램

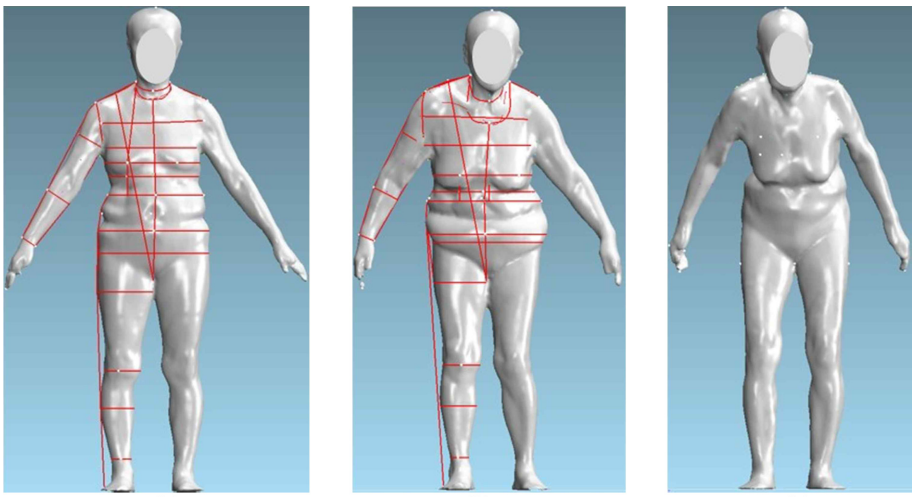
자동인체측정 프로그램은 인체를 3차원으로 스캐닝하면서 최대 2mm 간격으로 인체 각 부분을 측정함으로써 정확한 체형자료를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 산출된 자료를 데이터베이스에 자동 저장함으로써 짧은 시간에 표본에 대한 통계자료와 분석치를 산출하는 프로그램이다(Park & Nam, 2012). 대표적으로 사용되는 프로그램으로는 사이버웨어사의 디지사이즈(DigiSize)와 서울대학교에서 개발된 SNU AutoBM 프로그램 등이 있다.

자동측정 프로그램의 활용성은 측정 대상의 직접측정치와 자동측정치의 편차(절대값)를 비교해 봄으로써 검토할 수 있다. ISO 20685:2012(International Organization for Standardization [ISO], 2012)에서 허용평균오차를 제시하는데, 이는 3차원 측정 알고리즘으로부터 얻어진 인체치수가 전통적인 방법인 직접측정 치수근접하도록 표준화하기 위한 것이다. 3차원 이미지로부터 추출된 측정치와 전통적인 측정치와의 오차(스캔측정치-직접측정치) 평균이 95% 신뢰구간에서 Table 1의 ±평균오차라면 3차원 측정 시스템은 ISO 7250:2017(International Organization for Standardization [ISO], 2017) 방법과 근접하다고 판단할 수 있다. Table 1에서 '평균오차'는 편차들의 평균 절대값을 의미하고, '절대평균오차'는 평균편차의 범위를 나타낸다.

자동측정 프로그램들의 오차를 분석해보면, 프로그램마다 항목별 차이는 있으나 접힘 및 결측 부위를 제외하면 대부분 높은 정확도를 보인다(Han & Nam, 2009). 그러나 이러한 프로그램들은 바르게 선 자세 유지할 수 있는 측정 대상에 적합하도록 개발되었기 때문에(Fig. 1(a)), 등과 무릎이 굽고 비대칭하는 등의 자세 변형이 많이 일어나는 고령자의 3D 형상을 자동측정하게 되면 정확도가 떨어진다는 단점을 가진다(Fig. 1(b)).

Table 1. Max. error between extraction data of ISO20685 (Scan Measurements) and traditional measurements

Measurement type	Max. error	
	Mean error	Absolute mean error
Length of segment (ex. Length of ham-hip)	5mm	10mm
Length of body (ex. Shoulder Height)	4mm	8mm
Circumference of large area (ex. Bust circumference)	9mm	18mm
Circumference of small area (ex. Neck circumference)	4mm	8mm
With of body (ex. Shoulder width)	4mm	8mm
Thickness of body (ex. Chest Thickness)	5mm	10mm
Head size including hair	1mm	2mm
Head size except hair	2mm	4mm
Hand size	1mm	2mm
Foot size	2mm	4mm



(a) (b) (c)

Fig. 1. Example of 3D shape of elderly person in automatic measurement program. (a)Right posture subject (b)Asymmetric posture subject (c)Subjects with severe postural deformity

특히 변형이 심한 피험자의 경우(Fig. 1(c)) 현재의 자동측정 프로그램으로는 측정 자체가 불가능하다.

3. 연구 방법

본 연구는 70~85세 고령 여성 465명의 형상자료와 33개의 동일한 인체측정항목에 대한 직접측정치와 자동측정치를 사용하여, 연령·측면체형·BMI에 따른 측정치 차이를 분석하고, 이에 대한 결과와 자동측정 프로그램의 알고리즘을 통해 측정치 차이의 원인을 분석하여 자동측정 프로그램의 수정방향에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다. 이를 위하여 먼저, '2014 고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업'의 70~85세 고령 여성 465명의 직접측정치와 3차원 자동측정치를 사용하여(Korean Agency for Technology and Standard, 2014) 측정치 차이에 대해 선행연구결과와 ISO 20685의 허용평균오차를 비교·분석하였으며 연령, 측면체형별, BMI집단의 집단 간 측정치 차이를 분석하였다.

3.1. 고령 여성의 직접 측정치와 자동 측정치 분석

본 연구의 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치의 차이가 유의미한지 살펴보기 위해, 통계프로그램인 SPSS 22.0을 사용하여 대응표본 *t*검정을 실시하였다. 사용된 직접측정치와 자동측정치 측정항목은 길이항목 10개, 높이항목 4개, 둘레항목 16개, 너비항목 2개, 두께항목 1개로 총 33개 항목이다(Table 2). 본 연구에서 사용된 자동측정 프로그램에 대해, 선행연구(Han & Nam, 2009)에서 바르게 선 자세의 마네킨 대상으로 얻은 항목별 측정치 차이(직접측정치와 자동측정치의 차이값)와 본 연구에서의 측정치 차이를 비교하여, 고령 여성의 경우 측정치 차이가 더 크게 나타나는지 파악하여 고령 여성에 대한 프로그램의 적합성에 대해 검토하고자 하였다. 또한 고령 여성의 33개 동일한 측정항목에 대한 직접측정치와 자동측정치 차이의 절대값을 ISO 20685에서 제시한 허용평균오차와 비교하여 측정치 차이가 더 크게 나타난 항목들을 파악하고, 이에 해당하는 피험자의 비율 정도를 살펴보았다.

Table 2. Items that compare direct and automatic measurements

No.	Item	No.	Item	No.	Item
1	Neck point to inferior scapula point to waistline	12	Chest circumference	23	Wrist circumference
2	Posterior shoulder length	13	Bust circumference	24	Head circumference
3	Arm length	14	Underbust circumference	25	Head breadth
4	Interscye fold, back	15	Waist circumference (Natural indentation)	26	Head length
5	Interscye, front	16	Thigh circumference	27	Head height
6	Neck shoulder point to breast point	17	Upper arm circumference	28	Bitragion breadth
7	Neck point to breast point to Waistline	18	Neck circumference	29	Stature
8	Bitragion arc	19	Knee circumference	30	Waist beight
9	Lateral neck to vertex to lateral neck	20	Calf circumference	31	Axilla beight
10	Waist depth (Omphalion)	21	Minimum leg circumference	32	Lateral malleolus height
11	Hip circumference	22	Ankle circumference	33	Arm length

3.2. 고령 여성의 측면체형 분류

고령 여성의 측면체형에 따라 측정치 차이가 유의하게 나타나는 항목이 있는지 파악하기 위해 고령 여성 측면체형 분류를 하였다. 고령 여성 체형 분류에 대한 선행 연구들에서는 주로 사진 자료를 이용하여 귀구슬점에서 수직으로 내린 측면기준선을 중심으로 인체의 앞, 뒤 두께 및 각도 측정하여, 대표적으로 바른 체형, 휜 체형, 젖힌 체형, 숙인 체형으로 분류하였다. 본 연구에서는 피험자 체형에 대한 정확하고 객관적인 평가를 위해 수치적으로 측면체형 분류 기준을 제시한 연구(Lee & Lee, 2008)를 바탕으로, 고령 여성의 형태를 보여주는 측면의 앞과 뒷부분을 두께와 관련지어 살펴보기 위해 목뒤점뒤두께+무릎앞두께, 등돌출점뒤두께+무릎앞두께, 엉덩이뒤두께+배앞두께, 엉덩이뒤두께+무릎앞두께, 등돌출점뒤두께-목뒤점뒤두께, 등돌출점뒤두께-등뒤최소만곡점뒤두께, 무릎각1, 무릎각2의 총 8개의 계산항목을 사용하였고, 각 두께 합과 두께 차, 무릎각 항목의 값이 모두 '평균-표준편차' 이상, '평균+표준편차' 이하의 범위에 들어가는 피험자들을 바른 체형으로 보고 '평균-표준편차'보다 작거나 '평균+표준편차'보다 큰 경우를 그 외 체형으로 판정하도록 하였다. 이를 통해 분류되지 않는 체형의 경우 그 외 고령 여성 측면체형 연구들(Kim & Choi, 1996; Kim & Seong, 2002)을 종합적으로 참고하여 수정된 측면체형 분류 기준을 만들었다(Table 3). Geomagic Design X 2014 프로그램을 이용하여 3차원 형상을 측정하였고, 위의 계산항목을 통해 도출된 수치적 결과와 3차원 형상을 시각적으로 비교하여 최종적으로 고령 여성 측면체형을 분류하였다.

3.3. 직접측정치와 자동측정치 차이에 대한 분석

항목간 측정치 차이를 분석하기 위하여 고령 여성 직접측정치와 자동측정치 차이가 항목간에 서로 영향을 미치는지 파악하기 위해 항목 간 측정치 차이값의 상관관계 분석을 실시하였다. 고령 여성의 연령 및 측면체형유형 그리고 BMI에 따른 직접측정치와 자동측정치 차이를 비교·분석하기 위해, 연령집단, 측면체형집단, BMI집단에 따른 통계분석을 실시하였다.

연령에 따라 직접·자동측정치 간의 차이가 있었다는 선행연구결과(Han et al., 2010)에 따라, 고령 여성의 경우에도 연령에 따라 측정치 차이가 다르게 나타나는지 파악하기 위해 연령집단에 따른 측정치 차이값의 통계분석이 실시되었다. 우선 2009년도에 추진한 '인체형상측정 프로토콜 고도화' 사업결과에 따라 5세 단위로 70~74세, 75~79세, 80~85세 3개의 연령집단으로 분류하였다. 이는 인체형상측정 프로토콜 사업결과 분석에서 40세 이후 집단의 경우 5세 단위로 체형차이가 나타남을 알 수 있었고, 고령화가 급격히 진행되고 있는 우리나라의 산업 환경적 측면에서도 5세 단위로 세분화하여 측정하는 것이 활용측면에서 유의미할 것이라고 제시하였기 때문이다. 이처럼 연령집단을 나눈 후, 직접·자동측정치 차이에 대한 일원분산분석을 실시하였다.

Table 3. Criteria for determining the body form

Type of lateral body form	Criteria of the lateral body form
Plus of breath	Backward thickness of cervicale+ front thickness of cervicale
	Backward thickness of protruding point of the back + front thickness of knee
	Backward thickness of hip + front thickness of abdominal estension
	Back thickness of hip + front thickness of knee
Minus of breath	Backward thickness of protruding point of the back - backward thickness of cervicale
	Backward thickness of protruding point of the back - backward thickness of the minimum curvature point of back
Knee angle	Knee angle 1
	Knee angle 2

Knee angle 1: Angle formed by the bisector of Hip thickness, knee thickness and calf Min. angle
Knee angle 2: Angle formed by the bisector of Femur thickness, knee thickness and calf Min. angle

또 측면체형에 따라 어떤 항목에서 측정치 차이가 더 크게 나타났는지 확인하기 위해 본 연구에서 분류된 측면체형 유형에 따른 측정치 차이값의 일원분산분석을 실시하였다.

그리고 BMI에 따른 측정치 차이를 살펴보기위해 BMI집단에 따른 항목별 측정치 차이값에 대한 일원분산분석을 실시하였는데, 이는 선행연구(Han & Nam, 2011)에서 BMI가 높을수록 피부눌림에 의한 측정치 차이가 발생하였다는 결과를 고려한 것이다. BMI집단은 아시아-태평양 비만진단 기준을 따라, 정상체중(BMI 18.5~22.9), 과체중(BMI 23~24,9), 비만1(BMI 25~29.9)의 3개 집단으로 나누었다. 일원분산분석시 저체중(BMI <18.5)은 9명 비만2(BMI 30~39.9)는 23명으로 집단 표본수 비율을 맞게 하기위해 제외되었고, 심각한 비만3(BMI ≥40)의경우 해당 피험자가 없어 제외되었다. 또한, 측면체형에 따른 BMI분포를 살펴보기 위해 카이 검증이 사용되었다.

4. 결과 및 논의

4.1. 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치 분석

먼저 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치의 평균 측정치간 차이가 있는지 파악하기 위해 대응표본 T검정을 실시한 결과는 Table 4와 같으며, 총 33개 항목 중 겨드랑높이, 허리높이, 가쪽복사높이, 목둘레의 4개 항목을 제외한 29개 항목에서

Table 4. Elderly woman direct measurement and automatic measurement t-test result (Unit: mm)

Measurements	N	A: Direct measuring dimension	B: Automatic measurement dimensions	A-B	t
		M(*SD*)	*M*(*SD*)	*M*(*SD*)	
Stature	446	1491.71(52.87)	1492.81(54.30)	–1.10(9.59)	**–2.42***
Axilla height	446	1081.94(45.76)	1081.65(45.81)	0.28(3.10)	**1.92**
Waist height	446	907.47(38.43)	907.57(38.64)	–0.10(2.72)	**–0.75**
Leteral malleolus height	446	60.73(5.25)	60.48(5.05)	0.05(1.31)	**0.87**
Neck circumference	446	348.38(19.22)	348.03(24.18)	0.34(13.33)	**0.54**
Chest circumference	446	898.55(57.89)	928.41(63.97)	–29.86(19.60)	**–32.17*** **
Bust circumference	446	947.73(75.07)	952.78(75.73)	–5.05(16.46)	**–6.48*** **
Underbust circumference	446	838.61(64.83)	860.48(77.18)	–21.86(26.98)	**–17.11*** **
Waist circumference (Natural indentation)	446	888.62(85.60)	908.50(82.67)	–19.87(17.28)	**–24.29*** **
Hip circumference	446	917.67(58.23)	938.61(64.34)	–20.94(19.44)	**–22.75*** **
Thigh circumference	446	520.40(40.89)	511.72(44.29)	8.68(18.56)	**9.88*** **
Knee circumference	446	351.00(24.97)	356.04(27.26)	–5.04(6.90)	**–15.44*** **
Calf circumference	446	325.13(25.08)	329.12(26.26)	–3.99(6.43)	**–13.1*** **
Upper arm circumference	446	295.07(26.28)	322.32(31.57)	–27.24(20.52)	**–28.04*** **
Elbow circumference	446	237.92(16.87)	243.98(17.32)	–6.06(5.39)	**–23.73*** **
Wrist circumference	446	159.87(8.24)	166.11(10.92)	–6.23(4.79)	**–27.49*** **
Neck Shoulder point to breast point	444	281.48(18.82)	289.65(21.28)	–8.18(10.65)	**–16.17*** **
Interscye, front	446	320.81(24.19)	335.09(24.74)	–14.28(14.57)	**–20.71*** **
Interscye fold, back	446	348.30(26.90)	341.49(22.27)	6.81(15.94)	**9.01*** **
Arm length	446	526.56(21.66)	511.56(23.30)	14.71(11.14)	**27.89*** **
Neck point to inferior scapula point to waistline	445	418.40(22.34)	417.42(21.58)	0.98(9.77)	**2.11***
Posterior shoulder length	446	182.09(11.70)	179.87(11.93)	2.22(9.48)	**4.95*** **
Neck point to breast point to waistline	444	393.05(26.06)	395.85(27.28)	–2.80(12.25)	**–4.82*** **
Waist depth (Omphalion)	446	912.48(84.18)	936.10(87.97)	–23.62(26.96)	**–18.50*** **
Minimum leg circumference	446	205.11(14.32)	208.05(16.24)	–2.94(4.50)	**–13.81*** **
Ankle circumference	446	237.31(12.86)	258.80(16.41)	–21.49(9.35)	**–48.56*** **
Bitragion arc	440	372.65(13.23)	358.06(14.55)	14.58(8.89)	**34.41*** **
Lateral neck to vertex to lateral neck	440	596.47(20.40)	572.15(22.13)	24.32(12.82)	**39.78*** **
Head circumference	440	543.72(14.34)	555.24(15.18)	–11.52(7.48)	**–32.32*** **
Head breadth	440	150.85(5.27)	161.90(6.25)	–11.05(4.18)	**–55.39*** **
Head length	440	177.66(6.31)	186.48(6.42)	–8.82(4.69)	**–39.41*** **
Head height	440	222.88(9.55)	227.18(8.61)	–4.30(9.53)	**–9.45*** **
Bitragion arc	440	136.21(5.05)	147.56(5.13)	–11.36(2.98)	**–79.74*** **

** p<.01, *** p<.001

측정치 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와 관련하여 본 연구에서 사용된 자동측정 프로그램인 SNU AutoBM의 고령 여성에 대한 적합도를 확인하고자 선행연구(Han & Nam, 2011)에서 20대 여성 마네킨을 대상으로 직접측정치와 자동측정치의 차이와 본 연구 고령 여성의 직접측정치와 자동측정치 차이를 동일항목 20개에 대해 비교해본 결과(Table 5), 높이 항목에서는 측정치 차이가 크게 다르지 않았으나, 둘레항목에서는 고령 여성 대상의 측정치 차이가 현저히 더 크게 나타났다. 위의 결과들을 통해, SNU AutoBM은 바른 체형의 선 자세인 20대 여성 마네킨의 경우 높은 정확도를 보이지만, 바른 체형에서 변형된 고령 여성의 경우 직접측정치와 자동측정치의 차이가 더 커지므로, 고령 여성에 대해서 측정프로그램의 활용이 적합하지 않음을 알 수 있다. ISO 20685에서 제시한 측정형태 별 최대오차를 기준으로, 고령 여성의 직접측정치와 3D 형상 자동측정치 차이를 비교하기 위해 측정치 차이에 대한 기술통계 분석을 실시하였다(Table 6). ISO에서 제시된 체절길이 항목의 허용평균오차는 5mm인데, 모든 항목의 측정차이값이 허용평균오차를 초과하였고, 항목들의 측정치 차이 평균값은 11.55mm로 피험자의 평균 70.60%이 초과한 것으로 나타났다. 신체길이 항목의 ISO 허용평균오차는 4mm인데, 키의 측정치 차이값만 6.54mm로 초과하였으며, 56.73%의 피험자가 이에 해당한다. 나머지 허리높이, 겨드랑 높이, 가쪽복사높이는 허용평균오차 기준 내에 포함되었다.

Table 5. Comparison of SNU AutoBM automatic and direct measurements for elderly women and 20s mannequin (Unit: mm)

Measurements	Mean error of eldery weman	Mean error of 20's mannequin (Han & Nam, 2009)
Stature	−1.1	2
Axilla height	0.28	7
Waist height	−0.10	−1
Lateral malleolus height	0.05	−1
Neck circumference	0.34	4
Chest circumference	−29.86	−4
Bust circumference	−5.05	1
Underbust circumference	−21.86	3
Waist circumference (Natural indentation)	−19.87	5
Hip circumference	−20.94	0
Thigh circumference	8.68	−1
Knee circumference	−5.04	−4
Calf circumference	−3.99	3
Upper arm circumference	−27.24	0
Elbow circumference	−6.06	6
Wrist circumference	−6.23	5
Neck shoulder point to breast point	−8.18	8
Interscye, front	−14.28	17
Interscye fold, back	6.81	5
Arm length	14.71	−15

큰부위둘레 항목의 ISO 허용평균 오차는 9mm로, 모든 항목의 측정 차이값이 허용평균오차를 초과하였고, 항목들의 측정치 차이 평균값은 23.16mm로 피험자의 74.10%가 기준을 초과한 것으로 나타났다. 그리고 큰부위둘레항목의 경우 직접측정치의 평균보다 자동측정치의 평균이 모두 높게 나와, 3차원 자동측정치에서는 큰 부위 둘레항목들이 직접측정치보다 더 크게 추출되는 경향이 있음을 알 수 있다. 작은부위 둘레 항목의 ISO 허용평균오차는 4mm로, 모든 항목의 측정차이값이 허용평균오차를 초과하였고, 항목들의 측정치 차이 평균값은 11.55mm로 피험자의 71.45%가 기준을 초과한 것으로 나타났다. 머리치수를 포함한 머리부위 항목의 ISO 허용평균오차는 1mm로, 모든 항목의 측정차이값이 허용평균오차를 초과하였고, 항목들의 차이값은 13.24mm로 피험자의 평균 95.49%가 기준을 초과 한것으로 나타났다. 머리치수를 제외한 머리부위 항목의 ISO 허용평균오차는 2mm인데, 귀구슬사이너비의 측정치 차이 평균값이 11.71mm로 99.77%의 피험자가 기준을 초과한 것으로 나타났다.

위의 결과들을 통해, 33개 측정항목중 30개가 ISO20685 허용평균오차 기준을 초과하며 이는 피험자 전체의 71.92%에 해당하므로 고령 여성에 대해 자동측정 프로그램의 개선이 필요함을 알 수 있다.

4.2. 고령 여성의 측면체형 분류와 측정치 차이 분석

고령 여성의 직접측정치와 자동측정치의 차이를 분석하기 위해 측면체형을 분류한 결과(Fig. 2), 바른 체형, 휜 체형, 젖힌 체형, 숙인 체형의 총 4가지 유형으로 분류되었으며 이외에도 '무릎굽은체형'도 추가적으로 분류되었으나, 이는 다른 체형과 중복하여 나타났다. 무릎 굽은 체형의 경우 고령자에게서만 특징적으로 나타나는 특성이며, 전체 피험자 중 90명인 35.71%에 해당하는 고령 여성은 무릅이 굽은 체형적 변화를 보여주었다(Table 7). 기존 선행연구(Lee & Lee, 2008)에서 제시된 '측면비만체형'은 자세 형태로 판단하기에 어려움이 있어 측면체형 분류에서 제외되었고, 비만지수인 BMI에 의한 분석으로 대신하였다.

휜 체형은 측면체형 기준 항목 중 '등돌출점뒤두께+무릎앞두께'가 바른 체형보다 큰 경우, '엉덩이뒤두께+무릎앞두께'가 바른 체형보다 큰 경우, '등돌출점뒤두께-목뒤점뒤두께'가 바른 체형보다 큰 경우, '무릎각2'가 정상 체형보다 작은 경우에 나타났다. 이 체형은 등이 굽은 특징을 많이 가지고 있었고, 피험자 252명 중 24명(9.52%)이 이에 해당되었다.

젖힌 체형은 측면체형 기준 항목 중 '등돌출점뒤두께+무릎앞두께'가 바른 체형보다 큰 경우, '엉덩이뒤두께+무릎앞두께'가 바른 체형보다 큰 경우, '무릎각1' 또는 '무릎각2'가 바른 체형보다 작은 경우에 나타났다. 이 체형은 어깨가 뒤로 젖혀진 특징을 주로 갖고 있었고, 피험자 252명 중 15명(5.95%)이 이에 해당되었다.

Table 6. Direct and automatic measurement difference for elderly women and comparison with allowable standard error of ISO20685 (Unit: mm)

Measurements	N	A: Direct measuring dimension		B: Automatic measurement dimensions		Absolute value of A-B		Allowable mean error	Ratio of error [%]
		M	SD	M	SD	M	SD		
Neck point to inferior scapula point to waistline	445	418.40	22.34	417.40	21.57	6.61	5.66	5 (Length of segment)	50.11
Posterior shoulder length	446	182..09	11.70	179.82	11.92	7.65	5.99		60.76
Arm length	446	526.66	21.66	511.80	23.29	15.67	9.81		84.30
Interscye fold, back	446	348.30	26.90	341.43	22.26	13.94	10.32		77.58
Interscye, front	446	320.81	24.19	335.03	24.73	16.50	11.91		80.49
Neck shoulder point to breast point	444	281.48	18.80	289.51	21.27	10.92	7.68		72.97
Neck point to breast point to waistline	444	392.95	26.13	395.78	27.26	9.53	8.20		68.02
Stature	446	1491.71	52.87	1492.75	54.31	6.54	7.09	4 (Length of body)	56.73
Waist height	446	907.47	38.43	907.52	38.62	0.73	2.59		2.24
Axilla height	446	1081.94	4587	1081.62	45.87	0.79	3.00		1.35
Leteral malleolus height	446	60.73	5.25	60.63	5.07	0.65	1.11		2.91
Chest circumference	446	898.55	57.89	928.36	63.99	30.53	18.46	9 (Circumference of large area)	89.46
Bust circumference	446	947.73	75.07	952.71	75.72	12.91	11.36		56.28
Underbust circumference	446	838.61	64.83	860.43	77.18	25.77	23.24		71.97
Waist circumference (Natural indentation)	446	888.62	85.60	908.45	82.65	20.94	15.94		78.48
Waist depth (Omphalion)	446	912.48	84.18	936.06	87.97	27.50	22.94		75.78
Hip circumference	446	917.67	58.23	938.59	64.35	21.32	18.99	4 (Circumference of small area)	72.65
Waist depth (Omphalion)	446	348.38	19.22	347.98	24.18	10.09	8.70		72.20
Hip circumference	446	351.00	24.97	355.98	27.27	6.30	5.72		58.52
Waist depth (Omphalion)	446	325.13	25.08	329.08	26.28	5.66	4.98		52.47
Hip circumference	446	205.11	14.32	208.00	16.23	4.24	3.25		43.72
Waist depth (Omphalion)	446	237.31	12.86	258.76	16.40	21.56	9.07		99.55
Thigh circumference	446	520.40	40.89	511.66	44.28	15.06	13.90		82.29
Upper arm circumference	446	295.07	26.28	322.25	31.56	27.66	19.86		93.95
Elbow circumference	446	237.92	16.87	243.93	17.29	6.89	4.19		73.54
Wrist circumference	446	159.87	8.24	166.06	10.90	6.49	4.34		66.82
Bitragion arc	440	372.63	13.24	358.06	14.55	14.82	8.49	1 (Head size including hair)	98.41
Lateral neck to vertex to lateral neck	440	596.57	20.49	572.15	22.13	24.47	12.53		97.95
Head circumference	440	543.74	14.31	555.24	15.18	11.86	6.93		96.14
Head breadth	440	150.87	5.26	161.90	6.25	11.07	4.11		99.32
Head length	440	177.65	6.28	186.48	6.42	9.00	4.34		96.82
Head height	440	223.01	9.58	227.18	8.61	8.23	6.44		84.32
Bitragion arc	440	136.24	5.06	147.56	5.13	11.71	6.48	2 (Head size except hair)	99.77

숙인 체형은 측면체형 기준 항목 중 '등돌출점뒤두께+무릎앞두께'가 바른 체형보다 작은 경우, '등돌출점뒤두께=목뒤점뒤두께'가 바른 체형보다 큰 경우, '목뒤점뒤두께+무릎앞두께'가 바른 체형보다 작은 경우에 나타났다. 이 체형은 상반신이 앞으로 나와 있는 특징을 갖고 있었고, 피험자 252명 중 40명(15.87%)이 이에 해당되었다.

바른 체형은 측면체형 기준 항목에서 모든 두께합, 두께차, 무릎각이 모두$(m-\sigma)\leq x<(m+\sigma)$(m:평균, σ:표준편차)의 범위에 포함되는 경우에 나타났다. 이 체형은 고령 여성의 체형 특징인 무릎과 등이 굽거나 척추가 휘는 정도가 비교적 심하지 않았고, 피험자 252명 중 173명(68.65%)이 이에 해당되었다.

무릎굽은체형은 정상체형보다 '등돌출점뒤두께+무릎앞두께'가 큰 경우, '엉덩이뒤두께+무릎앞두께'가 큰 경우, '목뒤점뒤두께+무릎앞두께'가 큰 경우, '무릎각1' 또는 '무릎각2'가 작은 경우에 나타났다. 이 체형은 다른 체형과 중복되어 나타났는데, 휜 체형의 경우 24명(100%), 젖힌 체형의 경우 9명(60%)이 무릎굽은 체형에 해당되었고, 숙인 체형과 바른 체형은 해당되지 않았다. 이러한 무릎굽은체형은 다리 부위의 직접측정치와 자동

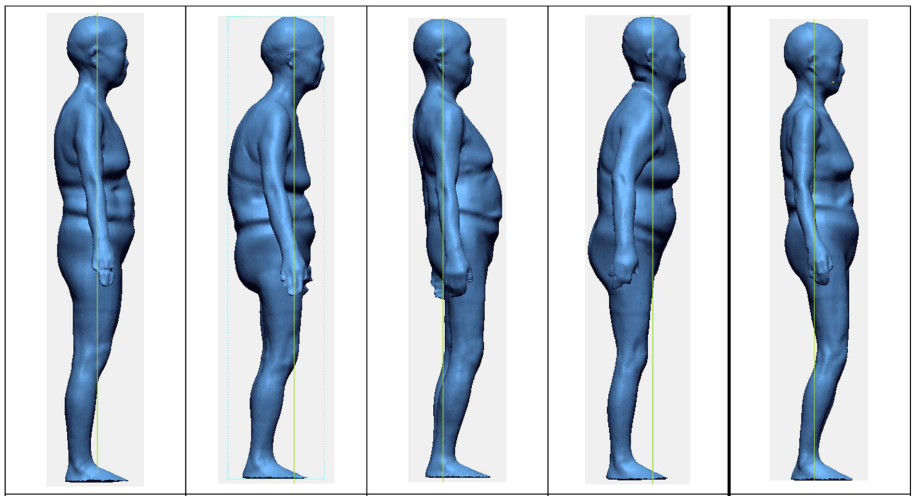


Fig. 2. Classified side body type of elderly female.

Table 7. Criteria of classification of side body type

Body type	Criteria of classification
The right body (n=173, 68.65%)	When all the thickness sum, thickness difference, and knee angle are in the range of (m-σ)£ × <(m+s) (m: Mean, s: Standard Deviation)
Curved body (n=24, 9.52%)	When 'back thickness of back's protrusion point + front thickness of knee' is larger than the right body type When 'back thickness of hip + front thickness of knee' is larger than the right body type When 'back thickness of back's protrusion point - back thickness of cervicale' is larger than the right body type 'Angle of the knee 2' is smaller than The right body type
backward bent body (n=15, 5.95%)	When 'back thickness of back's protrusion point + front thickness of knee is larger than the right body type When 'back thickness of hip + front thickness of knee' is larger than the right body type 'Angle of the knee 1' or 'angle of the knee 2' is smaller than the right body type
Forward bent body (n=40, 15.87%)	When 'back thickness of back's protrusion point + front thickness of knee' is smaller than the right body type When 'back thickness of back's protrusion point - back thickness of Cervicale' is larger than the right body type When 'back thickness of Cervicale + Front thickness Knee' is smaller than the right body type
Knee-bent body : Duplicated body type (n=90, 35.71%)	When 'back thickness of back's protrusion point + Front thickness of knee' is larger than the right body type When 'back thickness of hip + front thickness of knee' is larger than the right body type When 'back thickness of cervicale + front thickness of knee' is larger than the right body type 'Angle of the knee 1' or 'angle of the knee 2' is smaller than the right body type

측정치 차이에 영향을 주는 요인이 될 것임을 짐작할 수 있다.

고령 여성 연령집단에 따른 직접·자동측정치 차이 분석을 위해 일원분산분석을 실시하였다(Table 8). 분석 결과, 연령 집단에 따라 키와 젖가슴둘레, 편팔꿈치둘레, 목뒤어깨가쪽길이, 목옆머리마루목옆길이, 머리두께의 측정치 차이값의 평균 간 차이가 통계적으로 유의미하다는 사실을 알 수 있다. 구체적으로 집단 간 차이를 살펴보면, 편팔꿈치둘레의 경우에는 집단1과 집단2보다 집단3의 측정치차이 평균값이 작게 나타나, 편팔꿈치둘레는 연령이 증가할수록 측정치 차이가 작아지는 것을 알 수 있다. 그러나 그 외 키와 목뒤어 깨가쪽길이, 머리두께, 목옆머리마루목옆길이의 경우 집단 간 차이를 살펴보면, 집단1과 집단2보다 집단3의 측정치차이 평균값이 크게 나타나, 연령이 증가할수록 측정치 차이가 더 커지는 것을 알 수 있다. 이를 통해 연령이 증가함에 따라 위 항목들에 대해 대체로 평균오차가 커지고, 이는 연령이 증가할수록 상반신 굴신과 무릎굽음 등의 체형변형이 일어나 오차가 더 크게 발생하는 것으로 보인다.

측면형태의 자세에 의해 직접·자동측정치 차이가 어떻게 나타나는지 파악하고자 휜 체형, 젖힌 체형, 숙인 체형, 바른 체형의 4가지 유형을 가지고 일원분산분석이 실시되었다. 무릎굽은체형의 경우 체형들 간 중복되어 나타나므로 분석에서 제외되었다(Table 9).

분석 결과, 측면체형 유형에 따라 허리높이, 젖가슴둘레, 장

Table 8. Comparison analysis of mean difference of measurement according to age group (Unit: mm)

Measurements	Group 1: 70~74 (*n*=153)		Group 2: 75~79 (*n*=141)		Group 3: 80~85 (*n*=150)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
Stature	5.54	5.16	5.96	5.04	8.11	9.73	5.79**
	a		a		b		
Bust circumference	20.04	16.79	25.53	24.79	31.79	25.86	10.13***
	a		a		b		
Elbow circumference	7.21	3.82	7.59	4.36	5.92	4.23	6.66**
	b		b		a		
Posterior shoulder length	7.08	5.32	6.93	5.48	8.91	6.86	5.17**
	a		a		b		
Lateral neck to vertex to lateral neck	21.89	10.38	24.77	11.28	26.75	14.95	5.85**
	a		b		b		
Head length	6.81	5.56	7.36	5.64	10.43	7.35	14.54***
	a		a		b		

**p<.01, ***p<.001, Scheffe test results a<b<c

Table 9. Comparison analysis of difference of measurement according to type of side body (Unit: mm)

Measurements	Curved body (*n*=24)		Backward bent body (*n*=15)		Forward bent body (*n*=40)		The right body (*n*=173)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
Waist height	0.43	0.32	1.11	1.70	0.41	0.28	0.48	0.45	6.36***
	a		b		a		a		
Bust circumference	9.26	9.34	21.79	17.20	10.25	8.83	11.82	8.54	6.64***
	a		b		a		a		
Calf circumference	8.45	6.40	5.02	3.77	3.92	3.58	5.12	4.04	5.96**
	b		a		a		a		
Thigh circumference	18.52	9.63	27.53	44.93	14.67	12	13.15	10.15	4.98**
	a		b		a		a		

**p<.01, ***p<.001, Scheffe test results a<b<c

딴지둘레, 넙다리둘레의 측정치차이 평균값이 집단 간 유의미하게 차이난다는 사실을 알 수 있다. 구체적으로 유형별로 살펴보면, 젖힌 체형의 경우, 허리높이, 젖가슴둘레, 넙다리둘레가 다른 체형에 비해 측정치차이 평균값이 크게 나타나, 젖힌 체형은 허리높이, 젖가슴둘레, 넙다리둘레에서 측정치 차이가 더 크게 발생하는 것을 알 수 있다. 휜 체형의 경우, 장딴지둘레가 다른 체형에 비해 측정치차이 평균값이 크게 나타나, 휜 체형은 장딴지둘레에서 측정치 차이가 더 크게 발생하는 것을 알 수 있다. 숙인 체형과 바른 체형의 경우 위 항목들에 대해 다른 체형에 비해 대체로 측정치차이 평균값이 낮은 편이었다.

이처럼 측면체형 유형에 따라 측정치 차이가 유의하게 차이나는 항목들을 확인하였는데, 더 나아가 측면체형별 유의한 차이를 보인 항목들의 측정치차이 평균값과 ISO 20685에서 제시하는 허용평균오차를 비교하였고, 그 결과는 Table 10에서 볼 수 있다. 분석 결과, 휜 체형의 경우 작은 부위 둘레인 넙다리둘레, 장딴지 둘레가 ISO 20685의 허용평균오차의 기준을 초과하였고 큰 부위둘레인 젖가슴둘레는 기준과 근접하였다.

젖힌 체형의 경우에는 큰 부위둘레인 젖가슴둘레와 작은 부위 둘레인 넙다리둘레가 ISO 20685의 기준을 초과하였고, 장딴지둘레는 기준과 근접하였다. 숙인 체형의 경우에는 작은 부위 둘레인 넙다리둘레 측정치차이 평균값이 ISO 20685의 기준을 초과하였고, 큰 부위 둘레인 젖가슴둘레는 기준과 근접하였다. 바른 체형의 경우에는 큰 부위둘레인 젖가슴둘레와 작은 부위둘레인 넙다리둘레가 ISO 20685의 기준을 초과하였고, 장딴지둘레는 기준과 근접하였다. 높이항목인 허리높이는 모두 ISO 기준보다 낮았으나 젖힌 체형이 가장 측정치 차이가 크게 나타났다.

즉, 네 체형 모두 공통적으로 측정치차이 평균값이 높은 넙다리둘레를 제외하고, 휜 체형은 장딴지둘레, 젖힌 체형은 젖가슴둘레가 각각 다른 체형에 비해 ISO 기준을 비교적 크게 초과하였고, 바른 체형과 숙인 체형의 측정치차이 평균값은 ISO 기준에 거의 근접한 것을 알 수 있었다. 위의 결과들을 통해

Table 10. Comparison of the mean difference between measured values of significant items by side body type and the allowable mean error of ISO 20685 (Unit: mm)

	Curved body		Backward bent body		Forward bent body		The right body	
Height (Allowable mean error: 4)	Waist height	0.43	Waist height	1.11	Waist height	0.41	Waist height	0.47
Circumference of large area (Allowable mean error: 9)	Bust circumference	9.26	Bust circumference	21.79	Bust circumference	10.25	Bust circumference	11.82
Circumference of small area (Allowable mean error: 4)	Thigh circumference	18.52	Thigh circumference	27.53	Thigh circumference	14.67	Thigh circumference	13.15
	Calf circumference	8.45	Calf circumference	5.02	Calf circumference	3.92	Calf circumference	5.12

측면체형별로 특히 측정치 차이를 유의해야하는 항목들을 확인할 수 있었고, 이는 측면체형 유형에 따라 부위별 측정 알고리즘이 수정되어야 함을 보여 준다.

BMI집단에 따른 직접·자동 측정치 차이를 살펴보기 위해 일원분산분석을 실시하였으며, 분석결과(Table 11), 집단에 따라 측정치차이 평균값이 통계적으로 유의미한 차이를 보인 항목은 목둘레, 젖가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 넙다리둘레, 무릎둘레, 종아리최소둘레, 편팔꿈치둘레, 손목둘레, 목옆젖꼭지길이, 머리둘레, 귀구슬사이너비였다. 목둘레, 넙다리둘레, 편팔꿈치둘레의 경우 정상체중보다 과체중과 비만의 측정치차이 평균값이 유의하게 크게 나타났고, 젖가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 무릎둘레, 종아리최소둘레, 손목둘레, 목옆젖꼭지길이, 머리둘레, 귀구슬사이너비의 경우 정상체중과 과체중보다 비만에서 측정치차이 평균값이 유의미하게 크게 나타났다.

Table 11. Analysis of differences in measured values by age group of older women (Unit: mm)

Measurements	Normal weight (n=96)		Overweight (n=88)		Obesity (n=181)		F
	M	SD	M	SD	M	SD	
Neck circumference	23.57 a	14.76	31.16 b	17.17	34.40 b	18.82	12.13***
Bust circumference	15.73 a	15.06	22.66 a	23.10	30.45 b	23.74	15.05***
Waist circumference (Natural indentation)	22.07 a	19.43	22.20 a	20.78	31.78 b	24.10	8.65***
Waist depth (Omphalion)	13.28 a	9.64	15.10 a	11.68	27.63 b	20.67	31***
Thigh circumference	4.13 a	2.91	5.96 b	6.44	6.92 b	5.21	9.50***
Knee circumference	4.34 a	4.18	4.82 a	4.38	6.28 b	5.09	6.28**
Minimum leg circumference	20.02 a	8.06	19.77 a	7.90	22.88 b	9.58	5.23**
Elbow circumference	5.78 a	3.32	7.41 b	4.72	7.58 b	4.18	6.47**
Wrist circumference	4.68 a	3.31	5.77 a	3.94	7.45 b	4.38	15.97***
Neck shoulder point to breast point	8.61 a	6.98	9.80 a	6.45	11.67 b	7.54	6.15**
Head circumference	9.85 a	6.64	11.00 a	5.90	12.80 b	6.35	7.22**
Bitragion arc	7.59 a	4.18	8.47 a	3.85	9.89 b	4.42	9.86***

**p<.01, ***p<.001, Scheffe test results a<b<c

Table 12. Analysis of BMI distribution by side body type of elderly women

Group of BMI	Type of side body type				Total	χ^2
	Curved body *n* (%)	Forward bent body *n* (%)	Forward bent body *n* (%)	The right body *n* (%)	*n* (%)	
Low-weight (<18.5)	0 (0)	0 (0)	4 (11.8)	0 (0.0)	4 (1.7)	37.42***
Normal weight (18.5~22.9)	6 (26.1)	3 (21.4)	16 (47.1)	38 (23.5)	63 (27)	
Overweight (23~24.9)	6 (26.1)	5 (35.7)	3 (8.8)	43 (26.5)	57 (24.5)	
Obesity I (25~29.9)	11 (47.8)	6 (42.9)	11 (32.4)	76 (46.9)	104 (44.6)	
Obesity II (30~39.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (3.1)	5 (2.1)	

이를 통해, BMI는 둘레항목의 측정치 차이에 영향을 미친다는 것을 알 수 있고, BMI가 높을수록 이러한 항목들의 측정치 차이 평균값이 높아지는 것을 알 수 있었다. 그러므로 고령 여성의 자동측정 프로그램에서 비만 체형의 특성에 있어 특히 둘레항목에 대한 알고리즘 수정에 필수적으로 고려되어야 할 것이라고 사료된다.

또한 BMI가 측면체형에 영향을 미치는지 살펴보기 위해 측면체형별로 BMI의 분포도를 살펴보았다(Table 12). 분석 결과, 휜 체형의 경우, 비만1에 해당되는 피험자가 11명(47.8%)으로 가장 많았으며, 정상체중과 과체중은 각각 6명(26.1%)으로 나타났다. 저체중과 비만2는 0명(0%)로 해당되는 피험자가 없었다. 젖힌 체형의 경우, 비만1에 해당하는 피험자가 6명(42.9%)으로 가장 많았으며, 정상체중은 3명(21.4%), 과체중은 5명(35.7%)으로 나타났다. 저체중과 비만2는 0명(0%)로 해당되는 피험자가 없었다. 숙인 체형의 경우, 정상체중에 해당하는 피험자가 16명(47.1%)으로 가장 많았으며, 저체중은 4명(11.8%), 과체중은 3명(8.8%), 비만1은 11명(32.4%)으로 나타났다. 비만2는 0명(0%)로 해당되는 피험자가 없었다. 바른 체형의 경우 비만에 해당되는 피험자가 104명(46.9%)으로 가장 많았으며, 정상체중은 38명(23.5%), 과체중은 43명(26.5%), 비만2는 5명(3.1%)로 나타났다. 저체중은 0명(0%)로 해당되는 피험자가 없었다.

측면 유형에 따라 BMI에 유의미한 차이가 있는지의 여부를 살펴보기 위해 $\chi2$검증을 실시한 결과(Table 12), 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi2(df=12)=37.42$, $p< .001$). 즉, 측면체형에 따라 해당되는 BMI집단이 서로 다르다는 사실을 알 수 있었다. 그러나 숙인 체형을 제외한 나머지 3개 체형에서 공통적으로 비만에 해당되는 피험자가 가장 많이 나타났으므로, 고령 여성의 경우 BMI가 측면체형 특징을 반영하고 있다고 하기에는 어려움이 있다고 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 고령 여성을 대상으로 기존 자동측정 프로그램이 적합한지 검토하기 위해, 동일한 측정 항목의 직접측정치와 자동측정치의 차이를 비교·분석하였다. 먼저 연령, 측면체형, BMI에 따른 측정치 차이의 차이를 파악한 뒤, 이에 대한 원인 분석을 하여 고령자 대상의 자동측정 프로그램 수정을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 본 연구의 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, '2014 고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업'의 70~85세의 고령 여성 450명의 직접측정치와 자동측정치의 차이를 대응표본 *t*검정을 통해 비교하여, 33개의 항목 중 29개가 유의한 차이가 나타남을 알 수 있었다. 그리고 SNU AutoBM을 이용한 선행연구의 20대 여성 마네킨 대상 측정치 차이 결과와 본 연구의 고령자 대상 측정치 차이를 비교하였는데, 고령 여성의 경우에는 측정치 차이가 더 크게 발생한 것을 알 수 있었다. 또한 고령 여성의 측정치 차이를 ISO 20685에서 제시하는 허용평균오차와 비교한 결과, 33개 항목중 30개의 항목이 기준을 초과하여, 기존의 자동측정 프로그램이 바르게 선 체형에서의 정확도가 높았으나, 고령 여성에게 적합하지 않음을 확인할 수 있었다.

둘째, 고령 여성의 체형 및 자세에 의한 측정치 차이가 발생하는지 파악하기 위해, 450명 고령 여성 형상자료의 두께및 각도를 측정한 뒤 기준에 따라 분류하였다. 그 결과, 측면 형태 자세에 따라 '바른 체형', '휜 체형', '젖힌 체형', '숙인 체형'이 분류되었고, 추가적으로 고령 여성의 주요 특징인 '무릎굽은체형'이 분류되어 총 5가지 유형이 나타났다. 고령 여성에게 가장 많이 나타나는 체형은 바른 체형 다음으로 숙인 체형이었고, 그 다음은 휜 체형, 젖힌 체형으로 나타났다. 무릎굽은체형의 경우 다른 체형들과 중복하여 나타났는데, 휜 체형의 경우 24명(100%)이 무릎굽은체형에 해당되었고, 젖힌 체형의 경우 9명(60%)이 해당되었으며, 숙인 체형과 바른 체형은 중복되어 나타나지 않았다.

셋째, 측정대상 분류에 따라 직접측정치와 자동측정치 차이가 어떻게 나타나는지 파악하기 위해, 연령집단, 측면체형집단, BMI집단에 대한 측정치 차이를 일원분산분석하였다. 연령집단

에 따른 집단 간 측정치 차이를 분석한 결과 신체길이와 체절길이의 측정치 차이가 증가하였고, 이는 연령이 증가할수록 상반신 굴신과 무릎굽음 등의 체형변형으로 측정치 차이가 더 크게 발생하는 것으로 판단된다.

측면체형에 따른 집단간 측정치 차이를 분석한 결과, 체형에 따라 유의하게 나타나는 항목은 허리높이, 젖가슴둘레, 장딴지둘레, 넙다리둘레였다. 젖힌체형에서 허리높이와 젖가슴둘레, 넙다리둘레 항목의 측정치차이 평균값이 제일 높았고, 휜 체형은 장딴지둘레에 대한 측정치차이 평균값이 다른 체형에 비해 제일 높았다. 바른 체형과 숙인 체형은 위 항목에 대해 다른 체형에 비해 측정치차이 평균값이 낮았고, ISO 20685의 허용평균오차 기준과도 가장 근접하였다. BMI에 따른 집단간 측정치 차이를 분석한 결과, BMI가 높을수록 둘레항목에 대한 측정치 차이도 커지는 것을 알 수 있었다. 또한, 측면체형에 따른 BMI의 분포 정도를 살펴본 결과, 모든 체형에서 비만이 가장 많이 나타났으므로, BMI가 체형이나 자세를 반영하지 않는 것으로 판단되었다.

본 연구의 한계점 및 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 측면체형에 대한 분류와 그에 따른 측정치 차이분석만 진행되었는데, 고령 여성은 정면에서도 비대칭이 심하므로, 이에 따라 고령 여성의 정면자세 분류 및 측정치 차이에 대한 분석도 필요할 것이라 판단된다. 더 나아가 정면자세와 측면자세를 종합한 고령 여성 체형 분류 알고리즘 개발하여, 분류된 체형에 따른 자동치수측정이 가능하도록 측정알고리즘 개선이 필요하다.

둘째, 본 연구는 자동측정 프로그램의 알고리즘에 의한 오차원인 분석을 하였지만, 직접측정시에도 고령 여성의 자세 변형 및 생리적 변화로 기존의 측정방식에 대한 수정된 방안이 필요할 것으로 사료된다.

셋째, 본 연구는 2014고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업에서 사용된 프로그램인 SNU AutoBM의 자동측정 프로그램으로만 고령 여성의 측정치 차이를 분석하였는데, 다른 자동측정 프로그램에서의 고령 여성에 대한 측정치 차이도 비교·분석하여 적합성을 검토 하는 것이 필요하다고 판단된다.

References

Choi, I. S., & Nam, Y. J. (1997). Classification and characteristics of the lower body type of elderly women. *The Research Journal of the Costume Culture*, *7*(1), 154-164.

Han, H. S., & Nam, Y. J. (2009). A comparative analysis of the difference between 3D body scan measurements and physical measurements by gender-5th Size Korea adult data. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *33*(8), 1190-1202. doi:10.5850/JKSCT.2009.33.8.1190

Han, H. S., & Nam, Y. J. (2011). Automatic body landmark identification for various body figures. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *41*(6), 592-606. doi:10.1016/j.ergon.2011.07.002

Han, H. S., Nam, Y. J., & Choi, K. M. (2010). Comparative analysis of 3D body scan measurements and manual measurements of size Korea adult females. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *40*(5), 530-540. doi:10.1016/j.ergon.2010.06.002

International Organization for Standardization. (2012). ISO 20685: 2012 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases. *International Organization for Standardization.* Retrieved October 10, 2019, from https://www.iso.org/standard/63260.html

International Organization for Standardization. (2017). ISO 7250: 2017 Basic human body measurements for technological design - Part 1: Body measurement definitions and landmarks. *International Organization for Standardization.* Retrieved October 10, 2019, from https://www.iso.org/standard/65246.html

International Organization for Standardization. (2017). ISO 8559-1:2017 Size designation of clothes - Part 1: Anthropometric definitions for body measurement. *International Organization for Standardization.* Retrieved October 10, 2019, from https://www.iso.org/standard/61686.html

Kim, H. S. (2002). Classification of the somatotype of apparel for elderly female farmers. *Fashion & Textile Research Journal*, *4*(5), 480-486.

Kim, I. M. (2009). *Somatotype classification throughout the shoulder and back types of women in their early twenties.* Unpublished doctoral dissertation, Dongduk Women's University, Seoul.

Kim, I. S., & Seong, H. K. (2002). Study on classification of elderly women's body type. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *26*(1), 27-38.

Kim, K. H., & Choi, H. S. (1996). A study on somatotype of elderly women. *Family and Environment Research*, *34*(2), 183-199.

Kim, S. A., Lee, K. M., & Choi, H. S. (2003). Lower body somatotype classification and discrimination of women according to index. *Journal of the Korean Society of Costume*, *53*(6), 117-130.

Kim, S. A., & Choi, H. S. (2009). Body shapes of aged women applying 3D body scan data. *The Research Journal of the Costume Culture*, *17*(6), 1099-1111. doi:10.29 049/ rjcc.2009.17.6.1099

Kim, Y. S., & Sohn, H. S. (1996). A study on classification of elderly women's upper body shape. *Family and Environment Research*, *34*(3), 219-232.

Korean Agency for Technology and Standards. (2014). *고령자 3D 인체형상측정조사 개발사업 최종보고서* [Report of a research on 3D human body shape measurement and development for elderly people]. Jincheon: Author.

Nam, Y. J., & Choi, I. S. (1997). An analysis of the somatotype of elderly women. *Journal of the Korean Society of Costume*, *34*, 19-36.

Park, S. M., & Nam, Y. J. (2012). The verification of accuracy of 3D body scan data - Focused on the Cyberware WB4 whole body scanner. *Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association*, *14*(1), 81-96.

Lee, E. J. (2006). A theoretical analysis on somatotyping of elderly women. *Journal of the Korean Society of Fashion & Beauty*, *4*(1), 35-41.

Lee, E. K. (2001). *A study on old-age women's body type and apparel size-specifications.* Unpublished master's thesis, Konkuk University, Seoul.

Lee, Y. K., & Lee, J. I. (2008). Classification of lateral body type for elderly women. *Journal of Fashion Design*, *8*(2), 1-22.

Shim, B. J., Suh, C. Y., & Lee, S. Y. (2007). Lower body analysis for pattern design of elderly men's slacks. *Journal of Fashion Business*, *11*(5), 15-34.

Sohn, B. H., & Hong, K. H. (2005). Visual effect and 3D clothing air volume in manufactured jacket pattern for the optical illusion of obese women in middle age. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *29*(8), 1114-1124.

Statistics Korea. (2011). 장래인구추계 2010-2060 [Future population estimation 2010-2060]. *Statistics Korea.* Retrieved October 10, 2019, from http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/2/6/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=252623&pageNo=2&rowNum=10&navCount=10&currPg=&searchInfo=&sTarget=title&sTxt=

Yi, K. H., & Choi, H. S. (1994). A study of body form classification on elderly women using body indices. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *18*(4), 560-565.

(Received 15 April, 2019; 1st Revised 8 May, 2019;
2nd Revised 10 June, 2019, 3nd Revised 11 June, 2019;
Accepted 14 June, 2019)