

노년 여성 체형의 표준화된 3차원 측정 데이터 추출을 위한 기초 연구

이정임 · 주소령* · Susan P. Ashdown**

배재대학교 의류패션학부, *기술표준원 고분자섬유과, **Cornell University

A Basic Study Contributes to Extract the Standardized 3D Body Data for Women Aged 60 and Older

Jeong Yim Lee · So Young Joo* · Susan P. Ashdown**

Division of Clothing & Textiles, Paichai University

*Agency for Technology and Standards, MOCIE

**Dept. of Textiles & Apparel, Cornell University

(2003. 10. 9. 접수)

Abstract

The purpose of this study was to offer the basis contributes to extract the standardized body data from 3D body measuring for women aged 60 and older. The WB4 of Cyberware was used, and the measuring program of 3D scanning data was 3DM. This study was focused to verify the reliability of 3D data and to offer the effective utilization of 3D measuring on the research for elderly women's body. Subjects were 19 women aged 60 and older. And three women in late twenties and three dressforms for women were comparing subjects to analyze the significant difference by age or human body variable making error. First, 3D scanning was executed twice on each subject, but any significant difference was not appear between two scanning data. So we certified we could get the consistent and reliable data from the 3D scanner used in this study. Second, the reliability of 3D measuring data was analyzed, and the error range which meant the difference between 3D data and traditional measuring data was analyzed. In elderly women, the significant difference between two data was appeared in 19 body parts. The 7 of 19 were concerned with armpit point. In young women, three significant difference were appeared, and in dressforms, any significant difference was not certified. From these results, we could certify that age or human body variable produced the difference between two data. Third, the data of elderly women from three measuring methods, 3D measuring, traditional measuring, and measuring on 2D photographs were compared. From the result, we found that the 3D measuring data was quite reliable for most body parts excluding some width parts. But in elderly women, there were some limitation to extract reliable data because of their unique body characteristics. In order to be a role of the effective measuring method, the 3D measuring protocol reflected the body characteristics of each age or gender had to be prepared.

Key words: Women aged 60 and older, 3D body measuring, Standardized body data; 60세 이상 노년여성, 3차원 인체측정, 표준화된 인체데이터

I. 서 론

최근 3D scanner에 의한 3차원 측정법을 활용한 연구들이 많이 이루어지고 있으며, 의류, 자동차, 의학, 유물 복원, 애니메이션 등을 포함한 첨단 산업 분야에서 3차원 인체 정보가 유용한 자료로 활용되고 있다. 의류학 분야에서는 3차원 스캐닝 기술이 미래의 디지털 의류산업 전개에 필수적인 기술로 간주되어 현재, 3차원 인체 측정 표준화 및 측정 자료의 활용 방안에 대한 활발한 연구가 진행되고 있다.

인체측정 및 의류와 관련하여 이루어진 3차원 측정 관련 연구로는 3차원 스캐너를 이용한 의복의 착의평가에 관한 연구(김혜경 외, 2000; 서추연, 2002), 원형의 여유량 분석에 관한 연구(심규남 외, 2000), 중년여성을 대상으로 3차원 유방형상분석을 위한 방법론에 관한 연구(이현영, 홍경희, 2002), 목밑둘레 형태 유형화에 따른 3차원 자동 측정 연구(황근영, 2002) 등을 들 수 있다. 이상의 연구들은 3차원 측정이 인체 측정 뿐 아니라 의복의 여유량 분석이나 착의평가 등 다양한 목적을 위해 활용될 수 있음을 제안하고 있다.

3차원 측정의 장점으로는 인체측정에 소요되는 시간과 비용을 절약할 수 있고 데이터의 재생 및 반복 측정이 가능하며 기존의 직접측정에 의해 측정할 수 없었던 부위의 측정이 가능하다는 것 등을 들 수 있다. 그러나 3차원 측정은 아직 기술 개발이 과도기적 성격을 띠고 있으며 대중화에는 많은 어려움이 따르고 있다(김명수, 남윤자 외 13인, 2002). 3차원 측정 데이터가 의류를 비롯한 다양한 산업제품의 개발에 필요한 데이터로서의 역할을 해내기 위해서는 성별, 연령별 다양한 체형특성에 대해 신뢰도 높은 데이터를 추출해 낼 수 있어야 한다.

신뢰할 수 있고 정밀한 3차원 자료를 얻기 위해서는 우선 하드웨어나 소프트웨어의 정밀도에 대한 검증이 요구되며 표준화된 3차원 측정방법이 확립되어야 한다. 이와 관련된 연구로서 Paquette *et al.*(2001)과 Mckinnon & Istook(2001)은 3차원 측정에 사용되는 완전자동 데이터 추출시스템의 유용성을 검토하고 그 결과를 전통적인 인체 측정방법과 비교하였다. 2가지 연구 모두 스캐닝 과정에서 발생하는 생체의 많은 혼동변수를 제거하기 위해 다양한 사이즈와 체형의 인대들을 연구대상으로 선택하였는데, 인대의 크기와 체형 특성에 따라 3차원 데이터의 오차범위에

차이가 있음을 밝혔다. 또한 ISO에서는 2003년 7월 ISO/TC159/SC3/WG1 N 213을 제정함으로써 국제적으로 경쟁력 있는 인체측정 데이터베이스 구축을 위해 3차원 스캐닝 방법론에 관한 표준화된 지침을 마련하였다.

국내에서는 3차원 인체측정과 관련된 표준화된 산업규격은 아직 마련되어 있지 않다. 그러나 2001년도부터 2년에 걸쳐 산업자원부 기술표준원 담당 하에 실시된 인체형상 및 치수표준화 기반기술 구축 사업의 일환으로, 남윤자(2002)가 3차원 인체측정의 자세 및 기준점, 측정항목, 프로토콜 개발 등을 포함한 구체적인 표준화 방안을 제안하였고, 김명수(2002)는 3차원 인체형상 데이터의 관리 및 분석 처리와 관련된 정보화 시스템을 개발하였다. 또한 2003년 4월부터 시작된 한국인 인체치수조사사업(Size Korea)에서도 3차원 인체측정을 진행하고 있어 3차원 측정의 표준화된 데이터 추출방법 마련을 위한 노력이 계속되고 있음을 알 수 있다.

3차원 측정의 표준화된 데이터 추출방법이 정착된다면 비용절감, 측정전문인력 동원, 시간단축, 실질적인 데이터 활용 등 기존의 문제점들을 해결할 수 있게 되어 산업계의 인체치수 활용을 실질적으로 지원할 수 있을 것으로 판단된다(남윤자, 2002). 또한 노년층이나 장애인, 유아 등 직접측정에 어려움이 있는 피험자들에 대한 효율적인 체형 분석이 이루어질 수 있을 것이다.

본 연구는 노년여성의 표준화된 3차원 데이터 추출에 필요한 기초 자료를 제공하고 체형 연구에서 3차원 측정법의 활용도를 높이는 것을 목적으로, 노년 여성을 대상으로 3차원 측정에 의한 체형분석을 실시하였다. 국내에서 아직까지 노년여성 체형을 대상으로 3차원 스캐너 또는 3차원 인체데이터 측정 프로그램에 대한 표준화된 데이터 분석 결과가 제시되어 있지 않으므로, 본 연구를 진행하기 위해서는 3차원 데이터의 신뢰성을 확보하는 것이 선행되어야 하였다. 이에 본 연구에서는 우선, 60세 이상 노년여성에 대해 3차원 측정을 실시하고 3차원 스캐너 및 3차원 측정 자료의 신뢰도를 검증하였다. 또한 연령대별 체형 특성 및 생체 혼동 변수가 측정 자료의 정확성에 영향을 미치는 지 파악하기 위해, 비교 대상으로 젊은 여성 및 인대를 선정하여 노년 여성의 신뢰도 분석 결과와 비교하고 오차범위를 확인하였다. 다음으로, 노년여성의 3차원 측정 자료와 직접측정 자료, 간접

측정 자료에 대한 비교를 통해 3차원 측정 자료가 측정 자료로서 신뢰할 만하지 분석하고 노년체형 분석을 위한 3차원 측정법의 효율적 활용 방안을 제안하였다.

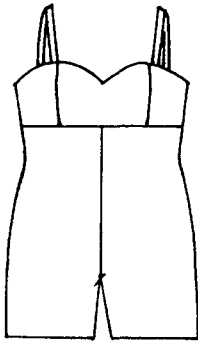
II. 연구방법 및 내용

1. 연구대상

연구의 대상은 60세 이상 노년 여성 19명이다. 또한 신뢰도 분석을 위해, 체형의 왜곡이 적은 20대 후반의 젊은 여성 3명과 돼지표 8호, 10호, 12호 여성용 인대를 비교 연구대상으로 선정하였다. 인대의 경우 측정 자료 간 비교를 위해, 1997년 국민표준체위조사 자료(기술표준원, 1997)에 나타난 25세 이상 성인여성의 목뒤점 높이를 평균치(134.0cm)를 사용하여 3종류 인대의 목뒤점 높이를 일정하게 한 후 사용하였다.

2. 실험복

3차원 및 직접 측정을 위해 인대를 제외한 노년여성 및 젊은 여성 피험자들에게 <그림 1>과 같이 상의와 하의가 붙은 형태의 측정복과 수영 모자를 착용시켰다. 실험복은 미국 코넬(Cornell) 대학의 Textiles & Apparel 연구실에서 개발된 것으로, 예비 착의실험을 거쳐 한국인의 체형에 맞게 패턴을 수정하여 사용하였다. 치수 전개는 영덩이들레 치수를 기준으로 총 8단계로 사이즈를 구분하여 제작되었고, 측정 시 피험자의 체형에 적합한 사이즈를 착용시켰다. 측정복의 치수 전개 및 소재 특성을 <표 1>에 제시하였다.



<그림 1> 3차원 측정복의 형태

<표 1> 3차원 측정복의 치수 전개

치수 호칭	영덩이들레(inch)	소재
XXS	31-33	nylon 80% + polyurethan 20%
XS	34-36	
S	37-39	
M	40-42	
L	43-45	
XL	46-48	
XXL	49-51	

3. 3차원 측정

1) 3차원 측정기기 및 인체측정 소프트웨어

현재 국내에서는 다양한 종류의 3차원 스캐너 및 인체측정 소프트웨어가 사용되고 있는데, 그 중 국내 여러 대학 및 연구소에서 다양한 연구대상에 대해 검증 절차를 거친 Cyberware사의 WB4와 3DM을 본 연구에 사용하였다.

Cyberware사의 3차원 스캐너 WB4는 2개의 수직축과 연결된 4개의 optical head가 수직방향으로 이동하면서 네 방향에서 이미지를 측정하여 조합하고 칼라에 대한 정보 또한 인식할 수 있기 때문에 비교적 선명한 이미지를 제공한다. 장비의 기본 구성은 <표 2>와 같다.

인체 측정을 위한 자동 데이터추출 시스템은 아직 데이터 확보 및 연구결과의 이용에 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 인체 데이터를 얻기 위한 소프트웨어로 반자동 시스템인 3DM을 사용하였다. 3DM은 '인체형상 데이터 관리 및 정보화 시스템 개발' 과제(김명수, 남윤자 외 13인, 2002)의 일환으로 서울대학

<표 2> 3차원 스캐너의 기본구성

Field of View(cylindrical)	Diameter 120cm, Y 200cm
Sampling Pitch(Resolution)	Vertical 2.0mm, Horizontal 5.0mm
Sampling Speed	60,000 points per second
Color Data	8bits each for red, green, and blue, or luminance
Motion Range	Travel in linear mode Y 0-200cm
Interface	SCSI
Light Plane	Horizontal
Environment	Normal office or lab condition

교 컴퓨터신기술연구소에서 개발된 3차원 인체형상 치수측정 소프트웨어이다. 3DM은 기준점을 수동으로 지정해 주고 측정 경로 설정 및 측정치 계산을 자동으로 수행되므로, 자동 데이터추출 시스템이 갖는 기준점의 인식 오류를 방지할 수 있다.

2) 3차원 측정

실험대상에 대해 <표 3>~<표 4>와 같이 측정 기준점과 측정 항목을 설정하였으며, 3차원 측정은 각 실험대상에 대해 반복하여 2회씩 실시되었다.

3차원 측정 시에는 겨드랑과 살 부위의 데이터 손실을 막기 위해 팔과 다리를 벌린 자세가 요구되며, 팔과 다리가 몸통 부위에 가까우면 둘레 및 너비 항목의 측정에 한계가 있다. 예비실험을 통해 신체 각 부위에 치수 변화를 최소한도로 가져오면서 3차원 데이터의 추출이 가능한 팔과 다리의 벌림 치수를 조사한 결과, 노년 여성은 양팔과 다리를 각각 30cm 정도

<표 3> 측정 기준점

측정 기준점	머리마루점, 목앞점, 목뒤점, 목옆점(좌,우), 어깨점(좌,우), 어깨끝점(좌,우), 앞땀점(좌,우), 뒤핀점(좌,우), 젖꼭지점(좌,우), 가슴밑점, 허리앞점, 허리옆점(좌,우), 허리뒤점, 배둘출수준, 엉덩이최대둘출수준, 엉덩이밑점, 겨드랑앞점(좌,우), 겨드랑뒤점(좌,우), 앞겨드랑접힘점(좌,우), 뒤겨드랑접힘점(좌,우), 팔꿈치가운데점, 팔꿈치바깥점, 아래팔최대둘출점, 손목안쪽점, 손목바깥점, 넓다리돌기점, 무릎가운데점, 무릎마디안쪽점, 장딴지돌출점, 최소발목수준, 바깥복사점
--------	--

<표 4> 측정 항목

둘레	목밑둘레, 진동둘레, 윗가슴둘레, 가슴둘레, 밑가슴둘레, 허리둘레, 배둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레, 발목둘레, 위팔둘레, 팔꿈치둘레, 아래팔둘레, 손목둘레
길이	뒤통, 앞땀, 어깨길이, 앞중심길이, 앞길이, 유장, 등길이, 위팔길이, 팔길이
높이	키, 어깨높이, 목뒤높이, 목앞높이, 겨드랑높이, 젖꼭지점높이, 밑가슴높이, 옆허리높이, 배높이, 살높이, 엉덩이높이, 볼기고랑높이, 넓다리높이, 장딴지높이, 무릎중앙높이, 무릎마디안쪽높이, 바깥복사점높이
너비	목너비, 어깨너비, 윗가슴너비, 가슴너비, 밑가슴너비, 허리너비, 배너비, 엉덩이너비, 윗목
두께	겨드랑두께, 윗가슴두께, 가슴두께, 밑가슴두께, 배두께, 엉덩이두께
기타	어깨각도(우), 어깨각도(좌)

인대 측정 시에는 인대의 형태상 측정이 불가능한 항목을 제외하였음.

벌리는 것이 적당하였으며, 젊은 여성의 경우에는 양 팔과 다리를 각각 20cm 정도 벌리는 것이 적당하였다. 팔과 다리를 벌린 자세로 인해 높이 항목 및 일부 너비와 둘레 항목 등에서 오차가 생길 것이 우려되었으나, 3차원 인체 형상데이터로부터 신체 각 부위의 둘레와 너비 치수를 추출해 내기 위해서는 팔과 다리를 벌리는 자세가 불가피하였다. 이에 본 연구에서는 팔과 다리를 벌린 자세에서 측정된 3차원 데이터와 발뒤꿈치를 모으고 발끝을 벌린 직접측정 자세에서 추출된 데이터에 대해, 각 실험대상의 측정치들을 비교함으로써 자세에 따른 측정치 변화를 함께 관찰하였다.

4. 직접측정

각 실험대상에 대해 직접측정을 실시하였으며, 인대를 제외한 실험대상 피험자들이 착용한 측정복은 3차원 측정 시와 동일하다. 측정자세는 발을 모으고 정면을 바라보고 바르게 선 자세이다. 측정 기준점 및 측정 항목은 3차원 측정 시와 동일하며, 단 측정 항목 중 밑가슴높이, 볼기고랑높이, 넓다리높이, 장딴지높이는 직접측정 되지 않았다.

5. 간접측정

노년여성 19명의 정면과 측면 체형에 대해 사진을 촬영하고 간접측정을 실시하였다. 사진촬영 시 자세는 직접측정 시와 동일한 자세이며, 측정항목 중 간접측정이 불가능한 둘레와 길이 항목을 제외한 나머지 높이와 너비, 두께 항목을 측정하였다.

6. 연구내용

1) 노년여성 3차원 측정 자료의 신뢰도

노년여성 피험자에 대해 3차원 스캔을 반복 2회 실시하고 측정 회수에 따라 측정치에 유의한 차가 있는지 분석함으로써, 본 연구에 사용된 3차원 스캐너의 신뢰도를 검증하였다. 또한 젊은 여성 및 인대에 대해서도 같은 실험을 실시하여 노년여성의 결과와 비교하였다.

노년여성과 젊은 여성, 인대의 3차원 측정 자료를 직접측정 자료와 각각 비교하여 3차원 측정 자료의 신뢰도를 검증하고 두 측정치 간 오차범위를 분석하

였다. 또한 각 실험대상에 대한 분석 결과를 비교하여, 연령대별 체형특성 및 생체 혼동 변수의 영향력, 측정 자세에 따른 측정치 변화 등에 대해 분석하였다. 통계분석은 T-test와 빈도분석을 실시하였다.

2) 노년여성의 3차원 측정 및 직접측정, 간접측정 자료 비교

노년여성의 3차원 측정 자료가 측정 자료로서 신뢰할 만한지 파악하기 위해, 노년여성 19명의 3차원 측정 자료와 직접측정 자료, 간접측정 자료에 대해 분산분석을 실시하여 3자료 간 유의차를 분석하였다.

III. 연구결과

1. 노년여성 3차원 측정 자료의 신뢰도

1) 스캔 횟수에 따른 측정치 유의차 분석

노년 여성과 젊은 여성, 인대에 대해 3차원 스캔을 각각 반복 2회씩 실시하여 스캔 횟수에 따라 측정치에 유의차가 있는지 분석한 결과, 모든 실험 대상에서 2회 스캔 자료 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이것은 본 연구에 사용된 3차원 스캐너를 통해 일관되고 신뢰할 만한 측정치를 얻을 수 있음을 의미한다.

2) 3차원 측정 자료의 신뢰도

(1) 3차원 측정치와 직접측정치 비교

노년 여성 및 젊은 여성, 인대의 3차원 측정치와 직접측정치에 대한 비교 결과를 각각 <표 5> ~ <표 7>에 제시하였다.

노년 여성의 3차원 측정치와 직접측정치를 비교한 결과<표 5>, 두 측정치 간 유의차가 나타난 항목은 진동둘레, 윗가슴둘레, 넓다리둘레, 장딴지둘레, 발목둘레, 아래팔둘레, 손목둘레, 앞중심길이, 등길이, 위팔길이, 팔길이, 겨드랑높이, 윗가슴너비, 허리너비, 배너비, 엉덩이너비, 겨드랑두께, 윗가슴두께, 밑가슴두께 등 19개 항목이었다. 젊은 여성의 3차원 측정치와 직접측정치를 비교한 결과, 두 측정치 간 유의차가 나타난 항목은 위팔둘레, 엉덩이너비, 겨드랑두께 등 3개 항목이었으며, 인대의 경우에는 <표 7>에서와 같이 두 측정치간 유의차가 나타난 항목이 나타나지 않았다(표 6). 노년여성이 젊은 여성에 비해 두 측정치간 유의차를 나타낸 항목이 더 많이 나타났으며,

<표 5> 노년여성의 3차원 측정치와 직접측정치 비교 (mm, °)

항목	3차원 측정치		직접측정치		T-test
	평균	표준편차	평균	표준편차	
목밑둘레	397	28	384	19	1.868
진동둘레	445	34	397	24	5.670***
윗가슴둘레	929	48	887	39	3.448**
가슴둘레	916	56	933	50	-1.151
밑가슴둘레	849	53	824	40	1.893
허리둘레	865	58	840	52	1.587
배둘레	952	52	971	44	-1.474
엉덩이둘레	943	41	943	45	-0.053
넓다리둘레	554	40	524	37	2.944**
무릎둘레	332	19	342	17	-1.973
장딴지둘레	308	18	324	19	-3.243**
발목둘레	195	13	204	12	-2.526*
위팔둘레	299	24	288	22	1.696
팔꿈치둘레	229	15	234	13	-1.086
아래팔둘레	218	15	232	14	-3.510**
손목둘레	144	9	161	6	-7.450***
뒤꿈	355	18	355	19	-0.143
앞꿈	309	29	305	17	0.580
어깨길이	112	11	115	9	-0.952
앞중심길이	285	29	302	26	-2.029*
앞길이	365	28	380	20	-1.907
유장	293	14	285	23	1.723
등길이	348	17	377	25	-5.150***
위팔길이	287	20	314	14	-5.432***
팔길이	507	18	531	20	-4.786***
키	1487	57	1490	54	-0.196
어깨높이	1211	52	1220	51	-0.656
목뒤높이	1264	53	1278	54	-0.992
목앞높이	1198	49	1216	53	-1.361
겨드랑높이	1070	45	1099	18	-2.287*
젖꼭지점높이	1004	50	1026	54	-1.661
허리높이	938	44	941	37	-0.232
배높이	839	44	827	47	0.958
살높이	646	35	652	32	-0.677
엉덩이높이	729	34	740	32	-1.227
무릎중앙높이	392	28	398	18	-0.775
무릎안쪽마디높이	389	26	380	23	1.337
바깥쪽사점높이	60	4	60	3	-0.114

<표 5> 계속

항목	3차원 측정치		직접측정치		T-test
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	
목너비	118	10	119	7	-0.382
어깨너비	336	19	333	13	0.760
윗가슴너비	318	15	292	14	6.491***
가슴너비	287	20	297	24	-1.831
밑가슴너비	268	17	267	15	0.155
허리너비	299	28	280	27	2.366*
배너비	336	19	324	15	2.294*
엉덩이너비	347	14	325	13	5.898***
유폭	181	10	180	11	0.092
겨드랑두께	119	15	101	15	4.519***
윗가슴두께	242	17	226	18	3.444**
가슴두께	256	18	257	17	-0.291
밑가슴두께	246	20	229	17	3.358**
허리두께	250	21	242	18	1.329
배두께	265	16	266	18	-0.231
엉덩이두께	249	19	249	19	-0.049
어깨각도(우)	23.2	5.5	23.0	3.9	0.130
어깨각도(좌)	25.0	3.8	24.9	5.3	0.043

또한 인체의 경우 부동의 인대에 비해 유의차를 나타낸 항목이 더 많이 나타났음을 알 수 있다. 이는 연령대에 따른 체형특성과 호흡이나 심리적 요인 등에 의해 피험자의 의지와 관계없이 발생하는 생체 혼동 변수가 측정치의 정확도 및 신뢰도에 영향을 주었음을 나타낸다.

두 측정치간 유의차를 나타낸 항목 중 노년여성과 젊은 여성에서 동시에 유의차를 나타낸 항목은 위팔둘레, 엉덩이너비, 겨드랑두께 등 3개 항목으로, 이 3 항목에서 나타난 두 측정치간 유의차는 팔과 다리를 벌린 측정 자세에서 기인한 것으로 판단된다. 3차원 인체 측정 시에는 겨드랑이나 살 등 감춰진 부위에서 기준점 자동 인식 시 오류가 발생하여 정확한 측정에 한계가 있는데, 본 연구를 통해 측정 기준점을 수동으로 지정하여 기준점 인식 시 발생할 수 있는 오류 가능성을 줄인 경우에도 겨드랑 주변 부위에 대한 정확한 측정에 한계가 있음을 확인할 수 있다. 팔이 없는 인대의 경우에는 겨드랑 주변 부위에서 유의차를 나타낸 항목이 나타나지 않았다.

노년여성의 경우<표 5>, 위팔둘레, 겨드랑두께의 2

<표 6> 젊은 여성의 3차원 측정치와 직접측정치 비교 (mm, °)

항목	3차원 측정치		직접측정치		T-test
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	
목밑둘레	437	42	401	6	1.426
진동둘레	401	23	376	23	1.877
윗가슴둘레	859	31	823	37	1.460
가슴둘레	842	47	823	77	0.426
밑가슴둘레	758	42	728	55	0.899
허리둘레	722	45	683	62	1.038
배둘레	811	51	796	48	0.414
엉덩이둘레	927	25	892	28	1.857
넙다리둘레	540	22	530	29	0.545
무릎둘레	345	11	341	15	0.400
장딴지둘레	364	12	356	17	0.779
발목둘레	225	9	209	8	2.405
위팔둘레	317	22	270	10	3.413*
팔꿈치둘레	243	9	227	10	2.379
아래팔둘레	233	9	221	12	1.544
손목둘레	172	11	158	13	1.630
뒤통	346	11	346	4	-0.112
앞뚝	308	19	311	20	-0.177
어깨길이	123	6	128	7	-1.087
앞중심길이	312	8	310	8	0.371
앞길이	365	28	380	20	0.756
유장	269	13	270	17	-0.102
등길이	348	17	377	25	-1.676
위팔길이	306	10	317	13	-1.294
팔길이	532	20	537	19	-0.361
키	1591	44	1589	43	0.079
어깨높이	1303	34	1289	43	0.503
목뒤높이	1349	42	1349	48	-0.002
목앞높이	1291	35	1291	40	0.020
겨드랑높이	1188	31	1186	33	0.092
젖꼭지점높이	1109	41	1110	45	-0.015
허리높이	986	37	984	40	0.069
배높이	894	29	886	36	0.350
살높이	702	28	709	25	-0.322
엉덩이높이	771	31	779	30	-0.384
무릎중앙높이	416	11	340	25	1.312
무릎안쪽마디높이	404	14	396	20	0.668
바깥복사점높이	61	4	62	4	-0.291

<표 6> 계속

항목	3차원 측정치		직접측정치		T-test
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	
목너비	127	6	121	6	1.424
어깨너비	350	13	353	12	-0.350
윗가슴너비	289	10	278	16	1.286
가슴너비	255	7	256	10	-0.136
밑가슴너비	240	6	245	17	-0.609
허리너비	299	28	280	27	2.107
배너비	296	18	268	15	2.255
엉덩이너비	321	2	308	7	4.139**
유폭	170	19	172	23	-0.139
겨드랑두께	119	5	110	4	2.735*
윗가슴두께	200	10	185	9	2.031
가슴두께	223	17	211	17	1.022
밑가슴두께	188	11	184	11	0.498
허리두께	178	9	170	12	1.099
배두께	219	16	198	18	1.686
엉덩이두께	226	9	214	15	1.549
어깨각도(우)	20.5	4.9	18.2	1.1	0.638
어깨각도(좌)	22.6	2.8	17.4	0.8	2.457

항목 이외에도 진동둘레, 윗가슴둘레, 겨드랑높이, 윗가슴너비, 윗가슴두께 등 겨드랑점의 위치와 관련이 있는 항목에서 두 측정치 간에 유의한 차이가 나타났는데, 이것은 노년여성의 3차원 측정 시 겨드랑 주위에서 다른 부위에 비해 상대적으로 큰 오차가 발생할 수 있음을 나타내며, 또한 연령대에 따라 부위별 측정치의 신뢰도에 차이가 있음을 나타낸다.

한편 측정항목 중 노년여성과 젊은 여성 모두 높이 항목에서 두 측정치 간 유의차를 나타낸 항목이 거의 나타나지 않아, 높이 항목의 3차원 측정치에 대한 높은 신뢰도를 확인하였다. 또한 팔과 다리를 벌린 3차원 측정 자세에서 얻어지는 높이 데이터는 직접측정치와 거의 유의차를 나타내지 않음을 알 수 있다. 윗가슴둘레 및 엉덩이너비 등 일부 너비와 둘레 항목에서 자세에서 기인한 것으로 보이는 유의차가 나타났는데, 겨드랑과 살 부위에 살이 많아 피부이동이 쉬우며 좌우 비대칭의 자세를 갖는 노년여성의 경우 3차원 측정 자세에 따른 유의차가 나타날 가능성이 높으며, 지방의 분포가 적고 좌우 대칭의 바른 자세를 갖는 젊은 여성의 경우에는 위팔둘레나 엉덩이너비,

<표 7> 인대의 3차원 측정치와 직접측정치 비교 (mm, °)

항목	3차원 측정치		직접측정치		T-test
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	
목밑둘레	411	24	406	41	0.224
진동둘레	367	33	333	10	1.642
윗가슴둘레	913	19	902	26	0.763
가슴둘레	910	33	897	38	0.516
밑가슴둘레	818	30	811	34	0.334
허리둘레	686	29	670	38	0.671
배둘레	890	60	877	78	0.275
엉덩이둘레	970	33	955	42	0.575
뒤폭	356	11	348	10	1.026
앞폭	328	11	337	13	-1.027
어깨길이	126	10	126	1	-0.029
앞중심길이	310	20	333	16	-1.670
앞길이	420	15	410	17	0.853
유장	251	6	246	11	0.890
등길이	383	11	393	11	-1.361
어깨높이	1273	8	1278	0	-1.059
목뒤높이	1328	10	1340	0	-1.973
목앞높이	1267	2	1268	1	-1.222
겨드랑높이	1167	7	1175	1	-1.875
젖꼭지점높이	1116	6	1118	3	-0.561
밑가슴높이	1075	8	1071	8	0.701
허리높이	958	18	956	12	0.159
배높이	865	24	866	34	-0.061
살높이	700	18	700	20	-0.026
엉덩이높이	790	12	786	16	0.447
목너비	125	7	122	7	0.574
어깨너비	353	8	351	14	0.284
윗가슴너비	327	8	315	11	1.838
가슴너비	309	10	306	17	0.304
밑가슴너비	290	13	286	21	0.393
허리너비	240	9	235	11	0.619
배너비	321	12	314	21	0.683
엉덩이너비	343	6	335	6	1.806
유폭	174	2	171	3	1.633
윗가슴두께	222	6	218	4	0.989
가슴두께	235	10	227	5	0.288
밑가슴두께	221	13	220	19	0.717
허리두께	188	11	184	16	0.631
배두께	243	22	236	23	0.786
엉덩이두께	253	18	243	21	0.805
어깨각도(우)	22.3	3.8	18.7	4.2	1.326
어깨각도(좌)	21.0	1.9	20.0	2.0	0.755

겨드랑두께 등 극히 일부 항목에서 자세에 따른 치수 변화 가능성을 확인하였다. 자세에 따라 치수 변동이 있는 항목들에 대해서는 다수의 피험자들에 대한 측정치 분석 결과를 토대로 3차원 측정치와 직접측정치 간 표준화된 관계식을 유도해 내는 것이 필요하다고 생각된다.

(2) 3차원 측정치와 직접측정치 간 차의 분포

3차원 측정치의 오차범위를 확인하기 위해 3가지 실험대상의 3차원 측정치와 직접측정치 간 차의 분포를 분석하였으며, 그 결과를 <표 8>에 제시하였다.

<표 8>에서 노년여성의 경우 두 측정치 간 차의 절대값이 40mm 이상을 나타낸 항목은 진동들레, 윗가슴들레의 2항목이며, 20mm 이상 40mm 미만의 오차를 나타낸 항목은 밑가슴들레, 허리들레, 배들레, 넓다리들레, 등길이, 위팔길이, 팔길이, 겨드랑높이, 젖꼭지점높이, 윗가슴너비, 엉덩이너비 등 11항목 이었

<표 8> 3차원 측정치와 직접측정치 간 차의 분포 (mm, °)

	노년여성 (19명)		젊은여성 (3명)		인대(3개)	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차
목밑들레	11	16	-1	17	5	14
진동들레	48	21	32	13	-	-
윗가슴들레	42	28	18	7	11	5
가슴들레	-17	22	18	8	13	4
밑가슴들레	25	26	19	4	7	3
허리들레	26	32	23	12	15	7
배들레	-20	18	26	15	13	11
엉덩이들레	-1	22	16	4	15	7
넓다리들레	30	42	16	7	-	-
무릎들레	-10	9	6	5	-	-
장딴지들레	1	10	12	8	-	-
발목들레	-9	7	17	9	-	-
위팔들레	11	22	19	13	-	-
팔꿈치들레	-4	9	18	7	-	-
아래팔들레	1	14	15	7	-	-
손목들레	-16	7	13	10	-	-
뒤꿈	-1	16	-1	10	8	5
앞꿈	4	33	1	7	-9	11
어깨길이	-3	11	-4	1	0	9
앞중심길이	-18	33	1	3	-22	7

<표 8> 계속

	노년여성 (19명)		젊은여성 (3명)		인대(3개)	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차
앞길이	-15	30	7	3	10	12
유장	8	20	0	4	5	8
등길이	-29	19	-18	11	-11	5
위팔길이	-26	15	-8	11	-	-
팔길이	-24	10	-3	12	-	-
키	-3	9	1	4	-	-
어깨높이	-9	17	12	11	-5	8
목뒤높이	-14	9	-4	4	-12	10
목앞높이	-18	10	-2	4	-1	2
겨드랑높이	-30	23	0	8	-8	8
젖꼭지점높이	-22	15	-2	6	-2	4
허리높이	-3	21	1	3	2	7
배높이	11	25	2	7	-1	8
살높이	-6	14	-7	3	0	7
엉덩이높이	-11	16	-8	2	4	12
무릎중앙높이	-5	21	15	15	-	-
무릎안쪽마디높이	9	23	7	7	-	-
바깥쪽사점높이	0	4	0	4	-	-
목너비	-1	7	7	4	3	4
어깨너비	3	12	-2	6	2	9
윗가슴너비	26	9	15	6	12	2
가슴너비	-10	24	1	4	3	6
밑가슴너비	1	15	-1	8	4	6
허리너비	19	36	20	5	4	1
배너비	11	10	15	7	7	8
엉덩이너비	22	11	15	5	8	2
유폭	0	9	3	7	3	4
겨드랑두께	4	14	9	2	-	-
윗가슴두께	16	15	16	8	4	3
가슴두께	-1	7	16	13	7	6
밑가슴두께	7	15	6	7	1	5
허리두께	8	11	10	10	4	3
배두께	-1	12	25	7	6	5
엉덩이두께	0	10	15	6	11	4
어깨각도(우)	0.2	4.4	-0.3	2.5	3.7	2.2
어깨각도(좌)	0.0	3.9	4.0	3.0	1.0	3.2

■ : 두 측정치간 차의 절대값이 40mm 이상인 항목,
 ■ : 20mm이상 40mm이하인 항목

다. 그 외의 항목에서는 두 측정치 간 차의 절대값이 20mm 미만인 것으로 나타났다.

젊은 여성의 경우에는 두 측정치간 차의 절대값이 30mm 이상을 나타낸 항목은 나타나지 않았으며, 진동둘레, 허리둘레, 배둘레, 허리너비, 배두께 항목에서 20mm 이상 30mm 미만의 차이를 나타내었고, 나머지 항목들에서는 20mm 미만의 차이를 나타냈다. 인대의 경우에도 두 측정치간 차의 절대값이 30mm 이상을 나타낸 항목은 나타나지 않았으며, 앞중심길이 항목에서 22mm의 차이를 나타내었고 나머지 항목들에서는 15mm 미만의 차이를 나타내었다.

노년여성의 3차원 측정치와 직접측정치 간 차의 분포를 젊은 여성 및 인대의 경우와 비교해 보면, 노년여성의 두 측정치간 차의 분포 범위가 젊은 여성이나 인대의 경우보다 더 크다는 것을 확인할 수 있으며, 노년여성의 체형 특성이 측정치의 정확도 및 신뢰도에 영향을 미친다는 것을 다시 확인할 수 있다.

2. 노년여성의 3차원 측정 및 직접측정, 간접측정 자료 비교

노년여성의 3차원 측정자료에 대해 인체측정자료로서 활용도를 검증하기 위해 직접측정 자료 및 간접측정 자료와 비교한 결과를 <표 9>에 제시하였다.

둘레와 길이 항목을 제외하고 노년여성의 신체 주요 부위 20 항목에 대해, 3차원 측정치와 직접측정치, 2차원 사진을 이용한 간접측정치를 비교한 결과, 3가지 측정치 간 유의차가 나타난 항목은 윗가슴너비와 허리너비, 배너비, 엉덩이너비 항목이었으며, 4 항목 모두 3차원 측정치가 직접 또는 간접 측정치에 비해 유의하게 크게 나타났다. 4 항목에서 나타난 유의차는 좌우 체형이 비대칭이고 동작 및 자세에 따라 체표면 변화가 심한 노년여성의 체형 특징에서 기인한 것으로 판단되며, 특히 윗가슴너비와 엉덩이너비 항목에서 나타난 유의차는 3차원 측정자세의 영향을 함께 받은 것으로 생각된다.

간접측정치는 윗가슴너비를 제외하고 직접측정치와 유의차를 나타낸 항목이 나타나지 않았다. 윗가슴너비 항목에서 간접측정치가 직접측정치에 비해 유의하게 크게 나타난 것은 노년여성의 체형특성 상 간접측정을 통해서 윗가슴너비 항목의 정확한 측정에 한계가 있기 때문이다.

이상의 결과로부터 본 연구의 3차원 측정치는 일

<표 9> 노년여성의 3차원측정 및 직접측정, 간접측정 자료 비교 (mm, °)

항목	3차원 측정치	직접 측정치	간접 측정치	F값
키	1487	1490	1498	0.254
어깨높이	1211	1220	1206	0.350
목뒤높이	1264	1278	1284	1.317
젖꼭지점높이	1004	1026	1030	2.677
허리높이	938	941	944	0.132
배높이	839	827	839	0.487
살높이	646	652	653	0.456
엉덩이높이	729	740	744	1.535
무릎중앙높이	392	398	398	0.560
윗가슴너비	318 A	292 B	305 C	22.028***
허리너비	299 A	280 B	272 B	8.194**
배너비	336 A	324 B	324 B	5.452**
엉덩이너비	347 A	325 B	323 B	32.488***
가슴두께	256	257	254	0.127
밑가슴두께	236	229	232	1.034
허리두께	250	242	240	1.608
배두께	265	266	257	1.717
엉덩이두께	249	249	252	0.207
어깨각도(우)	23.1	23.0	22.6	0.087
어깨각도(좌)	25.0	24.9	26.5	0.903

유의차가 나타난 항목에 대해서만 서로 다른 문자로 표기하였음.

부 항목을 제외하고 측정 자료로서 비교적 높은 신뢰도를 갖고 있음이 확인되었다.

IV. 결 론

본 연구에서는 노년 여성의 표준화된 3차원 데이터 추출에 필요한 기초 자료를 제공하는 것을 목적으로, 노년 여성과 젊은 여성, 인대에 대해 각각 3차원 측정치와 직접측정치를 비교하고 또한 노년 여성에 대해 3차원 측정치와 직접측정치, 간접측정치를 비교하였다. 그 결과 노년 여성의 경우 3차원 측정치와 직접측정치 간 유의한 차를 나타낸 항목이 젊은 여성이나 인대에 비해 많이 나타났으며, 두 측정치 간 차의 분포 범위도 더 넓게 나타났다. 특히 노년여성의 3차원 측정 시 거드랑 주위에서 다른 부위에 비해 상대적으로 큰 오차가 발생할 수 있음을 확인하였으며, 연령대에 따라 부위별 측정치의 신뢰도에 차이가 있

음을 확인하였다. 그러나 높이 항목의 3차원 측정치는 직접측정치 및 간접측정치와 유의차를 나타낸 항목이 나타나지 않아 높이 항목의 3차원 측정치에 대한 높은 신뢰도를 확인하였다.

노년여성의 경우 좌우 비대칭의 자세와 왜곡된 체형, 체표면의 이동이 쉬운 특징을 갖고 있어 상대적으로 바른 자세와 체형특징을 갖는 젊은 여성이나 인대의 경우에 비해 3차원 측정치와 직접측정치 간 차이가 크게 나타난 것으로 판단되며, 따라서 3차원 측정방법이 신뢰도 높은 인체 측정방법으로 자리 잡기 위해서는 각 연령대별 또는 성별 체형 특징이 반영된, 차별화된 측정방법론이 마련되어야 할 것이다.

본 연구에서 3차원 측정치는 일부 부위를 제외하고 측정 자료로서 비교적 높은 신뢰도를 갖고 있음이 확인되었다. 3차원 측정은 정확한 수평 및 수직 측정이 가능하여 일부 측정 항목에 대해 직접측정으로 부터 추출되는 데이터보다 더 정밀한 데이터를 제공해주며, 직접측정에 어려움이 있는 노년 체형의 분석에 효율적인 측정방법임에 틀림없다. 따라서 노년 체형과 같이 불안정한 체표 특성을 갖는 경우에는 기준점을 설정할 때 3차원 측정 자세와 동일한 자세에서 실시하는 방법도 검토되어야 할 것이며, 또한 3차원 형상 데이터를 직접 패턴 제작이나 의류제품 제작에 연결시키는 방법도 연구되어야 할 것이다.

또한 자세 및 체형 특성으로 인해 3차원 측정치의 신뢰도가 낮게 나타난 항목에 대해서는 다수의 피험자들에 대한 측정치 분석 결과를 토대로 3차원 측정치와 직접측정치 간 표준화된 관계식을 유도해 내는 것이 필요할 것이다.

본 연구의 제한점으로, 연구결과에서 제시한 3차원 측정치의 오차 범위는 실험대상의 수가 적기 때문에

일반화시키기 어려우며, 보다 많은 인원 및 다양한 연령대를 대상으로 한 지속적 검증이 필요하다.

참고문헌

- 기술표준원. (1997). *국민표준체위조사 보고서*. 93.
- 김혜경, 석은영, 서추연. (2000). 3D scanner를 이용한 인체 계측방법 및 플레이트커트의 착의형태평가방법에 관한 연구. *한국의류학회지*, 24(6), 895-906.
- 김명수, 남윤자, 현대은, 고대현, 이강훈, 성준경, 윤승현, 손경아, 임성진, 장정우, 송한새, 이재준, 황근영, 문지연, 채종석. (2002). *3차원 인체형상 데이터 관리 및 정보화 시스템 개발*. 10. 산업자원부.
- 남윤자, 정의승, 최경미, 윤명환. (2002). *3차원 인체 측정법 표준화*. 2-3. 산업자원부.
- 서추연. (2002). 3D scanner를 이용한 여성복 재킷의 패턴 사이즈에 따른 착의평가 연구. *한국의류학회지*, 26(3), 390-401.
- 심규남, 서정권, 이원자. (2000). 3차원 계측장치를 이용한 길원형의 여유량 분석. *한국의류산업학회지*, 2(3), 239-245.
- 이현영, 홍경희. (2002). 중년 여성의 3차원 유방 형상 분석을 위한 방법론 연구. *한국의류학회지*, 26(5), 703-714.
- 황근영. (2002). *목말둘레 형태 유형화에 따른 3차원 자동 측정*. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- ISO. (2003). ISO/TC159/SC3/WG1 N 213.
- Mckinnon, L., & Istook, C. (2001). Comparative analysis of the image twin system and the 3T6 body scanner. *Journal of Textile and Apparel, Technology and management*, 1(2), 1-7.
- Paquette, S., Brantley, J. D., Corner, B. D., Li, P., & Oliver, T. (2001). Automated extraction of anthropometric data from 3D images. Retrieved April 6, 2001, from <http://arn.iitri.org/docs/scan/systems/paquette/html>.