〔연구논문〕

EISSN 2234-0793
PISSN 1225-1151
Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles
Vol. 38, No. 6 (2014) p.896~912
http://dx.doi.org/10.5850/JKSCT.2014.38.6.896

19~59세 성인여성과 비교한 가상인체의 부위별 치수분석

강 여 선†
덕성여자대학교 의상디자인학과

A Study on the Reality of Avatar Sizes Comparing with Body Sizes of Women Aged 19 to 59

Yeosun Kang†
Dept. of Fashion Design, Duksung Women's University
Received August 5, 2014; Revised (September 5, 2014; September 17, 2014); Accepted September 22, 2014

Abstract

This study analyzed the reality of avatar size when it was automatically changed by different height and waist circumference inputs. This study focused on analyzing 22 of 28 avatar parts created by the 3D Clo virtual fitting program, based on the height and 'waist circumference of 2,247 woman samples from the 6th Size Korea survey data. The ‘waist back L.’ and ‘bishoulder L.’ of the avatars were shorter than the bodies; however, the avatars' ‘waist H.‘ and ‘arm L.’ were longer. Differences between the avatar and body increased in the taller groups. The body proportion of tall avatars was more distorted than small avatars. There were also some exaggerations in some circumferences. The ‘bust C.’ of the avatar was larger in the group with thin upper torsos; however, the ‘hip C.’ and ‘upper arm C.’ were larger in the group with thick upper torsos. The avatar torso silhouette of each somatotype was not representative of the real body silhouette as the ‘hip C.’ and ‘bust C.’ always increased together.

***Key wards*:** Avatar, Women, 3D body model, Avatar sizes, Virtual fitting; 가상인체, 성인여성, 3D 인체모델, 아바타치수, 가상착의

I. 서 론

3D 가상착의(virtual fitting)프로그램은 디지털 공간에서 3차원 가상인체에 의복을 직접 착용시킬 수 있는 프로그램으로 Clo, DC Suit, I-Designer 등이 있다. 3D 가상착의프로그램은 의복제작용 패턴을 가상봉제하여 착용하기 때문에 디자인은 물론 치수적합성과 맞음새를 확인하는데 도움이 되며 입체적 착용상태를 직접 확인할 수 있기 때문에 디자이너, 개발자 및 생산자 간에 정확하고 효율적인 의사소통을 가능하게 한다. 또한 인체모델의 시간적 공간적 한계를 극복하기 위한 보조역할로 활용가능하며 특히 아동, 플러스사이즈 성인, 노인 브랜드와 같이 피팅모델을 구하기 어려운 상황에서 유용한 피팅모델로 활용할 수 있다. 더불어 일반 소비자들도 간접구매환경에서 자신의 체형이 반영된 착용모델로 활용하여 디자인, 치수 및 맞음새를 확인할 수 있어 인터넷 쇼핑의 제품 설명부족이나 정확한 사이즈 선택의 어려움으로 인한 불만을(“인터넷 쇼핑몰 [Research on the consumer]”, 2009) 해결하는데 도움이 될 수 있다. 이처럼 가상인체는 의류업체의 피팅모델로서 또는 소비자들의 착용모델로서의 활용가능성이 매우 크며 실제로 50% 이상의 업체 실무자와 소비자가 3차원 가상착의 시

†Corresponding author
E-mail: yskang@duksung.ac.kr
본 연구는 덕성여자대학교 2013년 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

ⓒ 2014, The Korean Society of Clothing and Textiles. All rights reserved.

스템 활용을 긍정적으로 기대하는(Paek et al., 2009) 상황이다.

그러나 의류업체의 피팅모델과 소비자를 위한 착용모델로서의 가상인체는 필요한 치수부위와 부위별 중요도가 다를 뿐 아니라 치수에 대한 사용자들의 지식과 이해도 다르기 때문에 모델치수설정방법도 달라질 수밖에 없다. 여성복 피팅모델은 특정 체형으로 한정되기 때문에 성인여성 평균치수와 다르고 다양한 부위의 치수를 필요로 한다. 주로 의류 관련 전문가가 치수를 조절하고 업체 간 치수차이가 존재하나 일반 소비자 간 치수차이보다 변화 폭이 적은 편이다. 20~50대를 타겟으로 하는 브랜드의 피팅모델치수는(Oh & Chun, 2002) 대체로 키 162.5~166.9cm, 가슴둘레 83.3~94.0cm, 허리둘레 65.3~74.4 cm, 엉덩이둘레 90.7~99.4cm인 반면 제6차 한국인 인체치수 직접측정 조사사업 보고서(Korean Agency for Technology and Standards [KATS], 2010)의 20~50대 성인여성의 연령별 치수평균은 키 154.7~160.4cm, 가슴둘레 82.9~93.1cm, 허리둘레 70.2~83.0cm, 엉덩이둘레 91.4~93.9cm이다. 즉 피팅모델은 성인여성보다 키와 가슴이 크고 허리는 가늘어 더 날씬하고 여성스러운 실루엣을 나타낸다. 또한 성인여성의 신체치수는 개인별 치수차이가 크기 때문에 범위가 매우 넓으며 연령과 체형에 따라 뚜렷한 차이를 보이는 특징이 있다. 연령이 증가할수록 높이항목, 길이항목은 감소하고 둘레항목은 증가하는 등 유의적으로 변하고 특히 둘레부위의 변화로 인해 30대 중반부터 중년여성체형으로(Nam et al., 2013) 구분되며 가슴둘레와 허리둘레 편차가 더욱 심해지고 등이 굽는 60대 초중반부터 노인체형으로(Jo et al., 1997) 변화한다. 따라서 소비자들이 가상인체를 착용모델로 활용하기 위해서는 소비자 집단의 다양한 신체특성을 가상인체가 정확하고 사실적으로 표현할 수 있어야 한다.

가상착의프로그램의 가상인체는 먼저 남성, 여성, 아동으로 나뉘며 프로그램에 따라 몇 개의 체형으로 구분된다. 가상인체의 부위별 치수는 키와 허리둘레 등 기본 부위를 입력함으로써 자동으로 조절되거나 모든 부위의 치수를 수동으로 입력하여 조절할 수 있다. 다만, 키와 허리둘레를 입력하면 다른 부위의 치수가 자동으로 조절되나 부위별 치수를 각각 입력할 경우는 입력한 부위 이외의 치수는 영향을 받지 않는다. 따라서 원하는 가상인체치수를 얻기 위해서는 부위별로 정확한 치수를 입력하는 것이 가장 좋으나 이는 부위별 치수에 대한 전문지식과 폭 넓은 이해를 필요로 한다. 그러나 피팅모델을 활용하는 업체 전문가들과 달리 착용모델을 활용하고자 하는 일반 소비자들은 다양한 부위의 치수정보를 알기 어려울 뿐 아니라 측정을 통해 치수정보를 얻기도 거의 불가능한 상황이다. 따라서 일반 소비자들이 가상인체를 쉽게 활용하기 위해서는 다양한 부위의 치수 대신 가능한 적은 부위, 즉 키와 중요둘레치수 같은 대표치수를 입력하여 사실성(reality) 높은 가상인체치수를 얻을 수 있어야 한다. 이를 위해서는 신체부위들 간의 유기적 관계를 분석하여 영향력 높은 대표치수를 선정하는 연구가 필요하며 동시에 현 프로그램에서 대표치수에 의해 조절된 부위들의 치수가 인체치수를 정확히 표현하는지 검증하는 연구가 필요하다. 즉 대표치수 입력에 따라 자동으로 조절된 치수와 실제인체치수 간의 오차를 구체적으로 분석함으로써 가상인체의 치수표현문제를 구체적으로 파악할 필요가 있다.

그러나 가상인체 관련 선행연구를 살펴보면 가상인체를 활용한 가상맞음새와 실제맞음새 간 비교평가연구 및 가상인체개발의 기초 자료로 활용할 수 있는 신체치수분석연구들은 비교적 활발하게 진행되었으나 다양한 모델개발을 위한 연구나 가상인체치수의 정확성 향상을 위한 연구는 미흡한 상황이다. 다양한 가상인체 모델개발을 위한 연구로는 7~18세를 대상으로 연령별 신체치수와 치수스펙을 분석한 연구(Choi, 2013)와 3D 스캔 데이터의 자동적용과 수동적용에 따른 가상인체 형상차이에 대한 연구(Lim & Istook, 2010) 등이 있다. 한편 비교적 활발하게 진행되고 있는 가상맞음새와 실제맞음새 비교평가에 관한 연구들은(Do, 2012; Lee & Lee, 2013; Park & Lee, 2012) 가상인체모델을 활용하기 때문에 보다 다양한 소비자들을 대상으로 객관적이고 정확한 가상피팅(virtual fitting) 결과를 얻기 위해서는 정확하고 쉽게 활용할 수 있는 다양한 가상인체모델을 필요로 한다.

따라서 본 연구는 일반 소비자를 위한 착용모델로서, 나아가 소비자 대상 가상착의연구의 피팅모델로서의 가상인체에 대한 치수문제점을 구체적으로 파악하고자 한다. 이를 위해 인체치수의 대표부위를 입력하여 자동으로 조절되는 부위들의 가상인체치수를 실제인체치수와 1:1 비교하고 그 오차를 분석하고자 한다. 특히 일반 소비자를 위한 착용모델로서의 가상인체 활용가능성을 높이기 위해 KS 의류규격의 호칭에 따라 소비자 집단을 구분하고 각 집단에 따른 신체와 가상인체의 치수차이를

비교분석하고자 한다.

II. 연구문제 및 방법

1. 연구문제

본 연구의 목적은 소비자 집단별로 가상착의프로그램의 가상인체치수를 인체치수와 비교하여 가상인체치수의 정확성과 문제점을 검토하는 것이며 이를 위해 KS 규격의 키와 허리둘레 호칭에 따라 소비자 집단을 구분하였다. 가상인체가 인체치수를 사실적으로 반영한다면 집단 간 치수가 유사하거나 측정법과 기준점 차이로 인한 오차가 집단 간에 유사하게 유지되어야 할 것이다. 따라서 집단 간 치수차이의 변화를 분석함으로써 집단별 가상인체의 사실적 표현을 검증하고자 하였다. 본 연구의 구체적인 연구문제는 아래와 같다.

연구문제 1: 키호칭에 따른 가상인체와 신체 간 치수차이를 부위별로 분석함으로써 호칭별 가상인체의 치수왜곡문제를 분석한다.

연구문제 2: 허리둘레호칭과 체형집단에 따른 가상인체와 신체 간의 둘레치수차이를 부위별로 분석함으로써 호칭별 가상인체의 치수왜곡문제를 분석한다.

연구문제 3: 연구문제 1과 2에서 치수왜곡이 심한 부위에 대해 키호칭과 체형집단별 치수차이를 비교함으로써 키와 체형이 가상인체의 치수왜곡에 미치는 영향을 파악한다.

2. 연구대상

본 연구의 분석대상은 신체와 가상인체의 부위별 치수이다. 인체치수는 제6차 한국인 인체치수조사사업(KATS, 2010)에서 19~69세 여성의 치수를 활용하였고 가상인체치수는 가상착의프로그램의 기본 입력부위를 입력함으로써 자동으로 생성되는 치수들을 대상으로 하였으며 가상착의프로그램은 3D Clo 프로그램을 활용하였다. 인체치수대상자 2,253명 중 키호칭, 허리둘레호칭으로 집단을 구분하고 집단별 대상자가 5명 미만인 경우를 제외하여 최종 2,245명을 분석하였다. 3D Clo 프로그램은 다양한 패턴 CAD 프로그램과 호환성이 좋은 편이고 최근 수년간 선행연구에서(Lee & Kim, 2011; Shin, 2014) 활용하고 있으며 세계적 게임사와 영화제작사들(Lim, 2014), 코오롱, 잭니클라우스, 나이키, 이케아 등 업체들이 활용하고 있으며 2012 런던올림픽 컴퓨터그래픽 홍보동영상 등장인물의 의상제작(Lee, 2012) 등 다방면으로 활용되고 있는 프로그램이다.

3. 연구방법

1) 가상인체치수와 인체치수 비교부위

3D Clo 프로그램의 가상인체부위는 총 28개이나 얼굴둘레, 얼굴길이, 목길이 및 비만도를 나타내는 손치수와 발치수, 그리고 인체치수자료의 비교대상이 없는 아래팔둘레를 제외한 22개 항목을 분석하였다. 각 부위별 치수측정방법은 <Fig. 1>, <Table 1>과 같다. 분석항목은 높이나 길이항목으로 키, 목뒤높이, 허리높이, 엉덩이높이, 무릎높이, 어깨가쪽길이, 등길이, 팔길이, 위팔길이의 9개항목과 목둘레, 가슴둘레(젖가슴둘레), 허리둘레, 엉덩이둘레, 위팔둘레, 팔꿈치둘레, 손목둘레, 허벅지둘레, 무릎둘레, 종아리둘레, 발목둘레의 11개 둘레항목 및 겨드랑뒤접힘사이길이, 겨드랑앞접힘사이길이이다.

2) 부위별 치수측정법 비교 및 치수분석방법

가상인체치수와 인체치수 간 차이를 비교하기 위해 먼저 기준점과 측정법의 차이로 인한 오차를 파악하였다(Table 1). 기준점과 측정방법이 같은 부위는 목뒤높이, 허리높이, 엉덩이높이, 무릎높이, 위팔길이, 목둘레, 가슴둘레, 겨드랑뒤접힘사이길이, 겨드랑앞접힘사이길이, 허리둘레, 엉덩이둘레, 무릎둘레, 손목둘레이었고 기준점은 같으나 측정법이 다른 부위는 등길이, 어깨가쪽길이, 팔길이, 위팔둘레, 팔꿈치둘레, 발목둘레이었다. 측정법이 다른 부위 중 등길이는 목뒤높이와 허리높이의 차이를 계산함으로써 측정법 차이를 조절하고 수직등길이로 명명하였다. 팔길이는 측정법 차이로 인한 오차에 유의하여 결과를 해석하기 위해 제6차 한국인 인체치수조사사업 데이터(KATS, 2010) 중 3차원 계측자료와 직접측정치수와의 차이를 비교하였다. 3차원 측정대상자 중 19세 이상 여성 410명의 직접측정치 평균(532.4mm)과 3차원 측정치 평균(526.9mm)의 차이는 5.4mm였다. 한편, 가상인체치수의 어깨너비는 인체치수의 어깨가쪽길이와 측정법이 같으나 가상인체치수는 뒤목점을 지나고 인체치수는 뒤목점을 지나지 않아 역시 치수차이

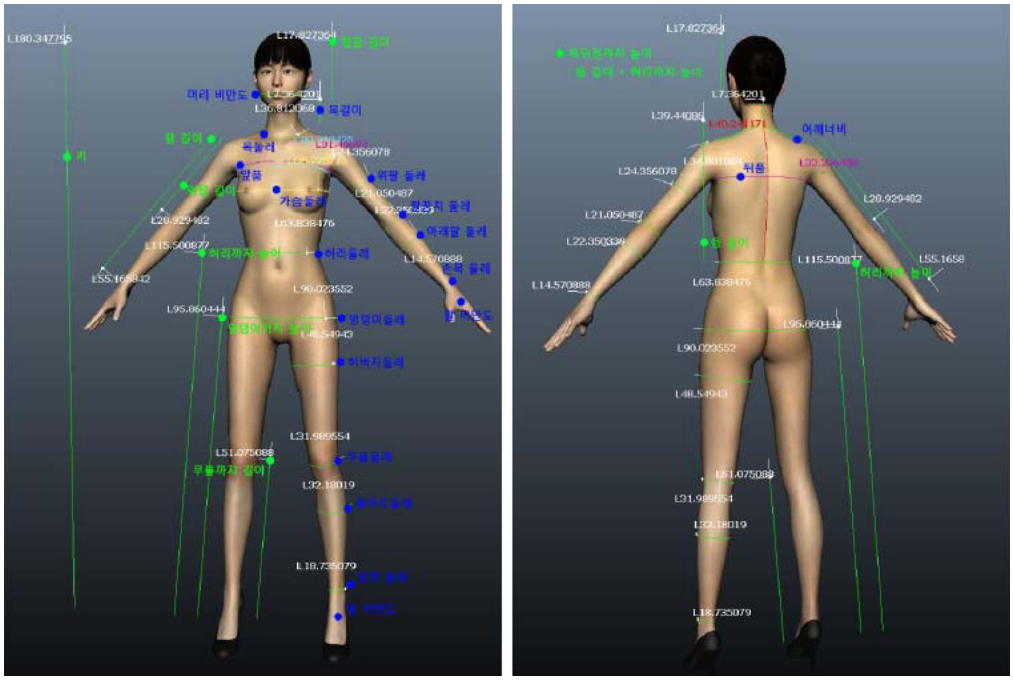

Fig. 1. Clo 3D criterion point and measurement.
From Clo Virtual Fashion Inc. (2011). p. 126.

가 예상된다.

가상인체치수는 원칙적으로 인체치수를 재현하도록 설계되었기 때문에 기준점과 측정법이 같은 부위들은 가상인체와 신체 간 치수차이를 분석함으로써 가상인체치수의 정확성을 검증할 수 있다. 이를 위해 집단을 구분하고 각 집단의 가상인체치수와 인체치수를 비교하는 동시에 그 차이가 집단 간에 어떻게 달라지는지 분석하였다. 집단 간 유의차가 없다면 각 집단의 가상인체는 신체를 사실적으로 표현한다고 해석할 수 있다. 측정법이 다른 부위는 인체치수와 가상인체치수의 차이가 측정법 차이로 인한 오차를 포함하기 때문에 결과 분석에 유의해야 한다. 오차가 포함된 치수차이를 가상인체치수의 직접적인 문제점으로 해석할 수는 없으나 그 차이는 집단 간에 유사하게 유지되어야 가상인체가 인체를 사실적으로 재현한다고 할 수 있다. 따라서 집단 간 치수차이의 유의적 변화를 분석함으로써 가상인체치수의 정확성과 사실성을 검증하고자 하였다.

빈도분석으로 대상자들의 집단별 분포를 살펴보았고 ANOVA 분석을 통해 집단 간 가상인체와 인체의 부위별 치수차이를 비교하였다. 특히 ANOVA 분석과 Turkey *t*-test 사후분석을 통해 체형집단별 체형특성차이를 검증하였다. 또한 집단 간 비교에서 왜곡이 심한 부위들에 대해서는 키호칭과 체형집단에 따른 가상인체와 인체의 치수차이 분포를 비교하였다. 모든 통계분석은 IBM SPSS Statistics. Ver 21을 활용하였다.

3) 집단 구분

(1) 3D Clo 가상인체의 부위별 치수조절특성

3D Clo 가상착의프로그램의 가상인체 치수조절특성은 <Table 2>와 같다. 치수조절을 위한 기본 입력치수는 키와 허리둘레이며 키를 입력하면 허리둘레를 제외한 모든 부위의 치수가 자동으로 조절되고 허리둘레를 입력하면 목높이, 허리높이, 엉덩이높이, 무릎높이, 어깨너비, 팔길이, 위팔길이를 제외한 항목들이 자동으로 조절된다. 그러나 키와 허리둘레 이외의 부위를 입력할 경우 해당 부위의 치수만 바뀐다. 또한 등길이는 키에 따라 자동으로 계산되어 직접 입력할 수 없다.

(2) 가상인체 치수검증을 위한 집단 구분

기본 부위 입력에 따라 자동으로 조절되는 가상인체 치수의 정확성과 사실성을 높이기 위해서는 자동으로 바

Table 1. Comparison of measurement methods between avatar and body

Method / Part	3D Clo (Clo Virtual Fashion Inc., 2011)	6th Size Korea (KATS, 2010)
Stature	floor to vertex	floor to vertex
Cervical H.	floor to cervicale	floor to cervicale
Waist H.*	floor to posterior waist	floor to anterior waist
Hip H.	floor to buttock protrusion	floor to buttock protrusion
Knee H.	floor to tibiale	floor to tibiale
Neck base C.	circumference through anterior neck, right lateral neck, left lateral neck & cervical	circumference through anterior neck, right lateral neck, left lateral neck & cervical
Bishoulder L.	lateral shoulder left and right through cervicale	lateral shoulder left and right
Arm L.	vertical length of acromion to starting point of hand	lateral shoulder to ulnar styloid through radial
Upper arm L.	lateral shoulder to radial	lateral shoulder to radial
Waist back L.	vertical L. of cervicale to lateral waist	length of cervicale to posterior waist
		calculate value: subtraction waist H. from cervical H.
Interscye fold, back	posterior axillary fold right and left with arm raising to 45°	posterior axillary fold right and left, natural posture
Interscye fold, front	anterior axillary fold right and left with arm raising to 45°	anterior axillary fold right and left, natural posture
Bust C.	horizontal girth at the nipple	horizontal girth at the nipple
Waist C.	horizontal girth at anterior waist, lateral waist & posterior waist	horizontal girth at anterior waist, lateral waist & posterior waist
Hip C.	horizontal girth at buttock protrusion	horizontal girth at buttock protrusion
Upper arm C.	most thickest girth of biceps with natural posture	most thickest girth of biceps at the posture of arm raised to shoulder level with vertically bending lower-arm
Elbow C.	girth trough center olecranon	girth through center olecranon at the posture of arm raised to shoulder level with vertically bending lower-arm
Thigh C.	horizontal girth at gluteal fold	horizontal girth at gluteal fold
Knee C.	horizontal girth at midpatella	horizontal girth at midpatella
Calf C.	horizontal girth at calf protrusion	horizontal girth at calf protrusion
Wrist C.	horizontal girth at ulnar styloid	horizontal girth through radial styloid
Ankle C.	horizontal girth at malleous	maxium girth trough lateral malleous and medial malleous

*Posterior waist and anterior waist are at the same waist level.
H.: Height, C.: Circumference, L.: Length

뀌는 각 부위의 치수가 인체치수와 유사하게 표현되는지 분석하여야 하며 이를 위해 소비자 집단을 구분하고 각 집단별로 인체치수와 가상인체치수의 오차를 비교하여야 한다. 소비자 집단은 기성복 호칭체계에 따라 구분하기 위해 KS 성인여성 의류치수규격의(KATS, 2009) 호칭간격을 활용하여 키는 5cm, 허리둘레는 피트성이 필요한 경우를 참조하여 3cm로 구분하였다. 또한 가상인체가 체형별 신체특성을 어떻게 표현하는지 파악하기 위해 가슴둘레와 엉덩이둘레의 드롭과 허리둘레를 기준으로 체형을 구분하였다. 가슴둘레와 엉덩이둘레 역시 KS 의류호칭의 기본 부위이며 패턴제도의 기본 항목이고 연령에 따른 체형변화가 가장 잘 나타나는 부위이므로 이를 체형구분의 기준으로 삼았다. 체형개수는 선행연구의 군집 수와 각 군집별 체형특성을(Lim & Istook, 2010; Yoon & Suh, 2009) 참조하여 3~5개 군집으로 분류하고 군집 간 특성을 비교한 결과 체형별 특징이 가장 잘 표현되고 군집 간 유의차가 가장 뚜렷하며 Lim and Istook(2010)의 체형구분 중 빈도가 많은 체형인, oval형, top hourglass형, rectangle형, hourglass형, bottom hourglass형과 유사하게 구분된 5개 체형으로 정하였으며 체

Table 2. Changes on the avatar size by height and waist C.

Size control / Avatar part	Manually adjusted	Changed by height	Changed by waist C.	Size control / Avatar part	Manually adjusted	Changed by height	Changed by waist C.	Size control / Avatar part	Manually adjusted	Changed by height	Changed by waist C.
Stature	○	○	×	Bishoulder L.	○	○	○	Upper arm C.	○	○	○
Waist C.	○	×	○	Arm L.*	○	○	×	Elbow C.	○	○	○
Cervical H.	○	○	×	Upper arm L.	○	○	×	Lower arm C.	○	○	○
Waist H.	○	○	×	Interscye fold, front	○	○	○	Wrist C.	○	○	○
Hip H.	○	○	×	Interscye fold, back	○	○	○	Thigh C.	○	○	○
Knee H.	○	○	×	Head C.	○	○	○	Knee C.	○	○	○
Head L.	fixed size (17.8cm)			Neck base C.	○	○	○	Calf C.	○	○	○
Neck L.	○	○	×	Bust C.	○	○	○	Ankle C.	○	○	○
Waist back L.	automatically calculated by height			Hip C.	○	○	○	Hand, Foot	○	○	○

H.: Height, C.: Circumference, L.: Length

형명칭은 체형을 대표할 수 있는 알파벳을 활용하여 oval형은 O형, top hourglass는 Y형으로, rectangle는 H형으로, hourglass는 X형으로, bottom hourglass는 A형으로 명명하였다.

III. 연구결과

1. 집단별 분포특성

대상자들의 연령은 10세 단위로 구분하였고 키호칭과 허리둘레집단은 KS 의류호칭 규격에 따라 각각 5cm, 3cm 간격으로 구분하였으며 체형집단은 5체형으로 구분하였다. 집단별 분포는 <Table 3>–<Table 6>과 같다. 연령별 분포는 19세를 포함한 20대가 26.6%로 가장 많고 다음으로 30대 24.6%, 40대 16.2%, 50대 15.2%, 60대 17.2%였다. 키호칭범위는 140~175cm이었으며 분포는 150cm, 155cm, 160cm, 165cm가 각각 16.5%, 29.5%, 27.7%, 16.6%로 많은 편이었고 150cm 미만이나 170cm 이상은 적은 편이었다. 허리둘레호칭범위는 58~106cm이며 분포는 67~82호칭이 10.0% 이상으로 대상자가 200명이 넘었고 64호칭과 85~91호칭은 5%를 넘어 100명 이상이었으며 나머지 호칭은 분포가 적은 편이었다. 드롭과 허리둘레를 기준으로 군집분석에 의해 나뉜 5개 체형의 분포는 X형이 30.6%로 가장 많았고 A형이 29.0%, Y형

Table 3. Distribution of age groups

Age	19-29	30-39	40-49	50-59	60-69	Total
N (%)	599 (26.7)	555 (24.7)	365 (16.2)	340 (15.1)	387 (17.2)	2245 (100.0)

Table 4. Distribution of stature designations

Stature	140	145	150	155	160	165	170	175	Total
N (%)	9 (0.4)	96 (4.3)	371 (16.5)	662 (29.5)	621 (27.7)	372 (16.6)	103 (4.6)	11 (0.5)	2245 (100.0)

Table 5. Distribution of waist circumference designations

Size	N (%)	Size	N (%)	Size	N (%)	Size	N (%)	Size	N (%)	Size	N (%)
58	7 (0.3)	67	227 (10.1)	76	277 (12.3)	85	190 (8.5)	94	55 (2.4)	103	9 (0.4)
61	68 (3.0)	70	225 (10.0)	79	243 (10.8)	88	136 (6.1)	97	31 (1.4)	106	6 (0.3)
64	119 (5.3)	73	289 (12.9)	82	226 (10.1)	91	111 (4.9)	100	26 (1.2)	Total	2245 (100.0)

Table 6. Distribution of body shapes

Body shape	O type	Y type	H type	X type	A type	Total
N (%)	211 (9.4)	389 (17.3)	306 (13.6)	687 (30.6)	652 (29.0)	2245 (100.0)

이 17.3%, H형이 13.6%, O형이 9.4% 순이었다. 체형별 중요인체부위의 치수특성은 <Table 10>과 같다.

2. 키호칭에 따른 가상인체치수와 인체치수 비교

1) 키호칭별 높이 및 길이항목 비교

가상인체의 키를 바꾸면 허리둘레를 제외한 모든 부위의 치수가 바뀌므로 키집단에 따라 인체치수가 정확히 표현되는지 분석하기 위해 KS 규격의 키호칭에 따른 가상인체와 인체치수의 차이를 분석하였다(Table 7). 높이와 길이항목 중 가상인체와 인체 간 평균차이가 10mm 미만인 부위는 목뒤높이, 허리높이였고 수직등길이도 11mm로 차이가 적었으나 팔길이(–64mm), 위팔길이(–58mm), 어깨가쪽길이(–35mm), 엉덩이높이(22mm), 무릎높이(21mm)는 차이가 컸다. 팔길이의 치수차이 중 약 5.4mm는 측정법 차이로 인한 오차로 볼 수 있으나 이를 고려해도 여전히 치수차이가 컸다. 어깨가쪽길이, 위팔길이 및 팔길이는 신체보다 훨씬 작게, 엉덩이높이와 무릎높이는 신체보다 크게 표현되어 신체비례를 왜곡하는 문제점이 드러났고 특히 위팔길이는 인체치수가 팔길이보다 훨씬 작은 부위이나 가상인체와의 치수차이는 팔길이와 유사해 왜곡이 심했다. 한편, 허리높이와 수직등길이의 평균치수차이는 8~11mm로 비교적 적었으나 160호칭부터 차이가 커지고 175호칭은 30mm 이상 차이나 집단에 따라 왜곡 정도가 달랐다.

키호칭별 치수들의 변화특성을 보면, 모든 인체치수는 키가 커질수록 뚜렷하게 증가하였고 어깨가쪽길이를 제외한 가상인체치수도 유의적으로 증가하였다. 그러나 인체와 가상인체의 치수차이는 집단에 따라 유의적으로 달라졌으며 부위에 따라 변화경향도 상반되었다. 이는 키호칭에 따라 가상인체치수가 인체치수와 다르게 변함으로써 인체치수를 사실적으로 반영하지 못함을 나타내는 결과이다. 가상인체의 수직등길이와 어깨가쪽길이는 신체보다 작았으며 키가 커질수록 가상인체가 인체치수증가량을 따라가지 못해 신체보다 점점 작게 왜곡되었다. 반대로 목뒤높이, 허리높이, 무릎높이, 팔길이, 위팔길이는 작은 키집단에서 신체보다 작았으나 키가 커질수록 가상인체증가량이 인체증가량보다 많아 큰 키집단에서는 그 차이가 줄었으며 특히 허리높이는 큰 키집단에서 신체보다 오히려 크게 표현되었다. 이와 같이 키가 커질수록 가상인체의 몸통 길이는 신체보다 덜 증가하고 팔다리길이는 신체보다 많이 증가함으로써 몸통과 팔다리의 신체비례가 왜곡되었다.

2) 키호칭에 따른 둘레부위항목 비교

가상인체의 키를 조절할 경우 둘레치수들도 자동으로 바뀌므로 키호칭에 따른 둘레부위의 가상인체치수와 인체치수를 비교하였다(Table 8). 무릎둘레와 종아리둘레는 가상인체와 인체 간 치수차이가 가장 작았고 손목둘레, 위팔둘레 및 팔꿈치둘레가 다음이었으며 목둘레, 겨드랑앞접힘사이길이, 겨드랑뒤접힘사이길이, 가슴둘레, 넙다리둘레, 발목둘레는 20~30mm 내외의 차이를 보였으며 엉덩이둘레는 69mm로 차이가 가장 컸다. 겨드랑앞접힘사이길이, 겨드랑뒤접힘사이길이, 위팔둘레, 팔꿈치둘레, 발목둘레의 차이는 측정법 차이로 인한 오차가 포함될 수 있으나 의류치수와 패턴제도 및 피팅(fitting)과정에서 매우 중요한 부위인 가슴둘레와 엉덩이둘레의 치수 차이는 가상인체의 치수왜곡을 보여주는 결과이다. 물론 키는 허리둘레보다 가슴둘레와 엉덩이둘레에 미치는 영향이 작지만 $p<.001$ 수준에서 각각 –0.157, 0.233의 유의적 상관관계를 나타내고 키에 따라 자동으로 치수가 바뀌므로 가상인체치수의 사실적 표현을 위해서는 키에 따른 가슴둘레와 엉덩이둘레 변화량이 인체변화량을 사실대로 반영하도록 개선되어야 할 것이다.

키호칭에 따른 부위별 치수변화특성을 보면, 인체의 엉덩이둘레, 넙다리둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레, 발목둘레 등 하체는 키가 커질수록 유의적으로 증가하였고 목밑둘레, 가슴둘레, 겨드랑앞접힘사이길이, 위팔둘레는 유의적으로 감소하였다. 그러나 가상인체치수는 목밑둘레와 겨드랑앞접힘사이길이는 유의차가 없고 겨드랑뒤접힘사이길이는 키가 커질수록 증가하였으며 그 외 부위들은 감소하였다. 이로 인해 키가 커질수록 인체의 엉덩이둘레, 넙다리둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레, 발목둘레는 증가하는 반면 가상인체치수는 감소함으로써 인체변화특성을 반대로 표현하는 문제점을 보였다. 특히 엉덩이둘레는 인체치수와 가상인체치수의 차이가 가장 클 뿐 아니라 키호칭 간 변화량도 가장 많아 가상인체

Table 7. Height, length of avatar & body by stature designations (Unit: mm)

Size \ Designation		140	145	150	155	160	165	170	175	Total	*F*
Stature		1416	1457	1503	1549	1598	1645	1691	1732	1574	5554.630***
Cervical H.	Avatar	1180	1215	1260	1304	1352	1398	1441	1483	1328	4542.127***
	Body	1183	1225	1269	1309	1351	1395	1437	1480	1331	3048.651***
	Diff.	–3	–11	–9	–5	1	3	4	3	–3	40.707***
Hip H.	Avatar	673	704	738	772	819	842	876	906	793	13.129***
	Body	674	703	736	759	787	815	844	866	774	663.593***
	Diff.	–1	1	3	13	32	27	32	41	22	1.648
Waist H.	Avatar	823	859	899	938	980	1020	1060	1095	959	5544.682***
	Body	824	868	904	934	966	999	1032	1062	951	1411.730***
	Diff.	–1	–9	–5	4	13	21	27	33	8	119.889***
Knee H.	Avatar	367	382	399	417	435	452	469	484	426	698.556***
	Body	353	366	384	398	412	426	442	458	405	467.693***
	Diff.	13	17	15	19	23	25	27	26	21	11.200***
Cervical H. -waist H.	Avatar	351	356	361	366	372	378	383	388	369	5547.154***
	Body	360	357	365	375	385	395	405	418	380	149.362***
	Diff.	–9	–2	–4	–9	–13	–18	–22	–30	–11	30.026***
Bishoulder L.	Avatar	356	352	353	352	358	352	356	351	354	0.364
	Body	378	370	380	386	392	399	406	406	389	42.437***
	Diff.	–22	–18	–27	–34	–34	–46	–49	–55	–35	3.226**
Arm L.	Avatar	397	416	437	458	494	502	520	542	473	15.448***
	Body	500	502	519	530	542	556	577	587	537	277.651***
	Diff.	–104	–86	–82	–72	–47	–54	–57	–45	–64	3.546**
Upper arm L.	Avatar	217	227	238	249	260	272	283	292	255	5276.675***
	Body	290	290	301	309	316	323	337	340	313	157.238***
	Diff.	–72	–63	–63	–60	–55	–52	–54	–47	–58	27.578***

**p<.01, ***p<.001
Shaded cells indicate 2 biggest differences.
H.: Height, L.: Length, Diff.: The difference between avatar size and body size

의 치수왜곡이 가장 심각한 부위였다. 키호칭 간 인체 엉덩이둘레의 총 변화량은 53mm이었으나 가상인체의 변화량은 155mm로 약 3배에 가까웠고 특히 작은 키집단인 140~155호칭의 치수차이가 더욱 뚜렷해 신체보다 각각 183mm, 143mm, 114mm, 81mm 크게 왜곡되었다. 더불어 가상인체의 가슴둘레는 키가 커질수록 치수가 작아져 신체와 같은 경향으로 변했으나 신체감소량보다 훨씬 덜 감소함으로써 신체보다 점점 크게 왜곡되는 문제를 보였다. 한편, 인체치수에서 유의차가 없었던 겨드랑뒤접힘사이길이, 팔꿈치둘레, 손목둘레의 가상인체 치수는 키에 따라 겨드랑뒤접힘사이길이는 커지고 팔꿈치둘레와 손목둘레는 작아져 필요 없는 변화를 표현하는 상황이었다.

3. 허리둘레집단별 가상인체치수와 인체치수 비교

가상인체의 허리둘레치수를 조절하면 키와 달리 겨드랑앞접힘사이길이, 겨드랑뒤접힘사이길이, 목둘레, 가슴둘레, 엉덩이둘레, 위팔둘레, 손목둘레, 허벅지둘레, 무릎둘레, 종아리둘레 및 발목둘레만 바뀐다. 따라서 허리둘레호칭에 따라 이 부위들의 인체치수와 가상인체치수가 어떻게 바뀌는지 분석하였다(Table 9). 가상인체와

Table 8. Circumference of avatar & body by stature designation (Unit: mm)

Size \ Designation		140	145	150	155	160	165	170	175	Total	*F*
Neck base C.	Avatar	365	360	362	363	369	366	374	369	365	0.823
	Body	414	389	389	391	390	391	396	384	391	2.489*
	Diff.	–49	–29	–27	–28	–21	–26	–22	–15	–25	0.695
Interscye fold, front	Avatar	325	318	319	318	326	317	323	316	320	0.593
	Body	370	344	347	344	342	342	348	323	344	3.708**
	Diff.	–46	–26	–29	–26	–16	–25	–25	–7	–23	1.074
Interscye fold, back	Avatar	327	325	328	329	329	346	365	329	333	2.512*
	Body	361	350	356	357	356	357	363	356	357	1.705
	Diff.	–34	–26	–28	–29	–26	–12	2	–27	–24	1.826
Bust C.	Avatar	961	931	926	915	905	900	914	884	912	7.677***
	Body	929	904	902	893	877	868	876	820	885	9.541***
	Diff.	32	26	24	22	28	32	37	64	27	5.171***
Hip C.	Avatar	1090	1041	1028	1006	984	969	975	935	997	17.517***
	Body	908	898	914	925	931	940	961	938	928	19.217***
	Diff.	183	143	114	81	52	29	14	–3	69	68.988***
Upper arm C.	Avatar	321	303	297	292	280	273	275	258	286	7.640***
	Body	290	280	277	275	270	266	267	246	272	10.197***
	Diff.	31	23	19	17	10	7	8	13	14	2.341*
Elbow C.	Avatar	255	247	250	242	234	229	230	220	238	4.154***
	Body	260	257	256	256	257	255	258	254	256	0.450
	Diff.	–5	–9	–5	–15	–23	–26	–28	–34	–18	4.296***
Wrist C.	Avatar	174	170	168	165	162	160	158	153	164	33.097***
	Body	156	153	153	153	152	152	153	152	153	1.373
	Diff.	18	17	14	12	10	8	5	1	11	24.613***
Thigh C.	Avatar	556	533	529	524	518	514	526	502	522	4.130***
	Body	542	529	539	549	555	559	569	544	551	15.891***
	Diff.	14	4	–10	–25	–37	–45	–43	–42	–29	26.942***
Knee C.	Avatar	369	355	353	348	348	339	345	330	347	1.562
	Body	343	334	341	346	350	356	364	359	348	30.709***
	Diff.	26	21	12	2	–3	–17	–19	–29	–1	5.041***
Calf C.	Avatar	378	362	359	358	348	344	350	334	353	3.176**
	Body	326	327	335	343	348	352	361	345	344	31.147***
	Diff.	52	35	24	15	0	–8	–11	–10	9	13.368***
Ankle C.	Avatar	218	212	210	210	204	202	204	195	207	2.695**
	Body	230	226	231	232	235	238	243	241	234	27.794***
	Diff.	–12	–14	–21	–22	–31	–36	–39	–46	–27	8.954***

*p<.05, ***p<.001
Shaded cells indicate 2 biggest differences.
C.: Circumference, Diff.: The difference between avatar size and body size

Table 9. Circumference of avatar & body by waist C. designation (Unit: mm)

Designation / Avatar part		58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	103	106	Total	*F*
Waist		588	614	642	670	700	730	760	789	819	848	879	908	938	966	997	1025	1055	773	15256.297***
Neck base C.	Avatar	331	336	341	347	366	358	362	367	372	376	381	388	393	396	394	409	416	365	6.629***
	Body	367	365	372	375	379	385	388	394	399	401	406	409	417	417	424	429	433	391	67.665***
	Diff.	−36	−29	−31	−28	−13	−28	−26	−28	−26	−25	−24	−22	−24	−21	−30	−20	−17	−25	0.623
Interscye fold, front	Avatar	281	285	292	298	304	310	325	321	340	332	338	344	350	354	363	368	375	320	6.769***
	Body	313	317	321	325	329	336	340	348	353	355	363	372	375	376	380	385	402	344	70.705***
	Diff.	−32	−31	−29	−27	−25	−27	−15	−28	−13	−23	−25	−28	−24	−21	−17	−17	−27	−23	0.557
Interscye fold, back	Avatar	297	302	331	312	318	333	338	332	337	342	345	350	355	357	367	370	377	333	2.177**
	Body	324	329	334	341	343	349	354	360	366	370	372	377	380	390	400	401	406	357	57.463***
	Diff.	−27	−27	−3	−29	−26	−17	−16	−28	−29	−28	−28	−27	−25	−32	−33	−30	−29	−24	0.590
Bust C.	Avatar	745	805	824	844	862	882	904	924	944	963	983	1004	1024	1042	1065	1084	1105	912	1289.400***
	Body	756	765	785	805	826	852	877	897	924	940	967	993	1010	1044	1053	1073	1116	885	531.287***
	Diff.	−12	39	40	39	36	30	27	26	20	22	16	11	14	−2	12	12	−11	27	8.233***
Hip C.	Avatar	810	836	865	890	924	955	980	1012	1046	1076	1107	1138	1169	1197	1229	1258	1289	997	910.211***
	Body	837	859	874	891	905	920	925	932	946	950	958	978	983	998	1022	1021	1056	928	98.827***
	Diff.	−28	−23	-9	−1	19	34	55	79	100	126	149	159	186	199	207	237	233	69	178.958***
Upper arm C.	Avatar	226	234	243	252	263	270	280	290	311	309	319	328	337	347	355	365	373	286	37.079***
	Body	224	227	239	245	252	264	271	278	286	290	296	308	302	314	328	332	351	272	258.006***
	Diff.	2	7	4	7	11	7	9	12	25	18	23	20	35	33	27	33	22	14	2.574**
Elbow C.	Avatar	200	205	227	217	225	228	234	238	255	252	257	263	269	274	280	283	291	238	10.283***
	Body	228	230	237	242	245	252	255	260	264	267	267	277	275	279	285	297	299	256	101.251***
	Diff.	−27	−25	−11	−26	−19	−24	−21	−22	−9	−15	−10	−14	−7	−5	−6	−14	−8	−18	1.267
Wrist C.	Avatar	149	151	153	156	158	160	163	165	168	170	172	174	176	179	180	183	185	164	122.987***
	Body	138	141	143	145	147	150	152	154	157	157	159	161	164	165	167	175	174	153	125.200***
	Diff.	11	10	11	10	11	10	11	10	11	12	13	13	13	14	13	8	10	11	1.397
Thigh C.	Avatar	418	430	447	464	483	499	515	531	549	565	581	596	611	630	642	668	686	522	833.856***
	Body	494	503	514	526	539	550	550	555	563	564	565	582	576	588	605	589	620	551	46.506***
	Diff.	−76	−72	−67	−62	−56	−51	−36	−23	−15	1	16	14	35	43	37	78	68	−29	96.829***
Knee C.	Avatar	286	294	303	313	323	332	353	351	361	370	379	421	400	408	419	428	438	349	15.206***
	Body	322	330	334	338	343	348	347	349	353	353	354	364	363	366	384	377	403	348	33.151***
	Diff.	−36	−36	−30	−25	−20	−15	6	3	8	17	26	57	37	42	36	52	36	1	7.770***
Calf C.	Avatar	289	298	307	329	327	337	347	357	367	377	387	397	408	416	428	437	448	353	34.151***
	Body	315	321	328	332	339	344	344	345	353	350	349	359	357	365	376	365	378	344	28.936***
	Diff.	−26	−23	−20	−2	−11	−7	3	12	14	27	38	38	50	52	53	73	70	9	14.462***
Ankle C.	Avatar	178	182	187	191	195	200	204	217	213	217	222	226	231	234	239	243	248	207	17.037***
	Body	222	224	226	228	231	233	233	235	238	236	238	242	244	245	252	251	263	234	36.607***
	Diff.	−43	−41	−39	−37	−36	−33	−29	−18	−25	−19	−16	−15	−13	−10	−13	−8	−15	−27	6.350***

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

Shaded cells indicate 4 biggest differences.

C.: Circumference, Diff.: The difference between avatar size and body size

인체 간 치수차이가 10mm 내외로 적은 부위는 손목둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레, 20~30mm 차이 난 부위는 목밑둘레, 겨드랑앞접힘사이길이, 겨드랑뒤접힘사이길이, 가슴둘레, 넙다리둘레, 발목둘레, 가장 큰 차이를 보인 부위는 키호칭별 비교결과와 마찬가지로 엉덩이둘레였다. 겨드랑앞접힘사이길이, 겨드랑뒤접힘사이길이 및 발목둘레의 차이는 측정법 차이로 인한 오차가 포함되었다고 볼 수 있으나 목밑둘레, 가슴둘레, 엉덩이둘레, 넙다리둘레의 차이는 가상인체치수의 문제점을 나타내는 결과이다. 위팔둘레도 측정법에<Table 1> 따르면 인체치수보다 가상인체치수가 작을 것으로 예상되나 반대로 가상인체치수가 더 커 역시 문제점을 나타냈다.

호칭 간 치수변화특성을 보면, 허리가 굵어질수록 인체치수와 가상인체치수가 모두 유의적으로 굵어졌으나 인체와 가상인체의 치수차이는 부위에 따라 유의차가 달랐다. 목밑둘레, 겨드랑앞접힘사이길이, 겨드랑뒤접힘사이길이, 팔꿈치둘레, 손목둘레는 집단 간에 유의적 치수차이를 나타내지 않아 비교적 인체치수변화특성을 사실적으로 표현한 부위라 할 수 있으나 가슴둘레, 엉덩이둘레, 위팔둘레, 넙다리둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레, 발목둘레는 호칭에 따라 치수차이가 유의적으로 달라져 인체치수변화특성과 다르게 표현되는 상황이었다. 가슴둘레와 엉덩이둘레는 몸통의 가장 큰 둘레치수이며 패턴제도나 피팅의 중요한 기준부위로서 가상인체치수의 정확한 표현이 매우 필요한 부위이다. 그러나 가슴둘레의 경우, 대체로 가상인체가 신체보다 큰 편이고 특히 허리가 가는 집단의 차이가 더 심해 허리둘레호칭 85 이하에서 신체보다 20~40mm 크게 표현되었으며 이는 전체의 약 80%에 해당한다. 엉덩이둘레도 허리둘레호칭 67을 기준으로 그보다 작은 호칭은 인체보다 작게 큰 호칭은 인체보다 크게 표현되었으며 큰 호칭으로 갈수록 치수차이가 더 벌어져, 70~73호칭은 19~34mm, 76~79호칭은 55~78mm, 82~88호칭은 100~149mm, 91호칭 이상은 159~233mm의 차이를 보이며 인체를 점점 더 왜곡하였다. 위팔둘레는 인체치수가 더 크고 팔꿈치둘레는 가상인체치수가 더 컸으나 모두 허리호칭이 커질수록 인체치수보다 가상인체가 점점 굵어졌다. 넙다리둘레와 무릎둘레 및 장딴지둘레도 가상인체치수 증가량이 인체치수보다 많았으나 작은 허리둘레호칭은 인체치수가 크고 큰 허리둘레호칭은 가상인체치수가 컸으며 넙다리둘레는 85호칭, 무릎둘레와 장딴지둘레는 76호칭을 기준으로 가상인체가 신체보다 더 커졌다.

4. 체형별 가상인체치수와 인체치수 비교

1) 체형구분 및 체형별 치수특성

허리둘레호칭별 가상인체의 둘레치수변화를 분석한 결과, 작은 호칭의 가상인체는 신체보다 가슴둘레가 크고 엉덩이둘레와 넙다리둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레가 작게 표현되었으며 큰 호칭의 가상인체는 가슴둘레는 유사하였으나 엉덩이둘레, 넙다리둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레가 신체보다 매우 크게 왜곡되었다. 그러나 이러한 문제는 허리둘레호칭구분에 따른 결과이므로 결과의 활용성을 높이기 위해서는 보다 객관적이고 종합적인 기준으로 구분한 집단에서 가상인체의 치수표현문제를 분석할 필요가 있다. 따라서 몸통체형에 따라 집단을 구분하기 위해 허리둘레와 더불어 가슴둘레에서 엉덩이둘레를 뺀 드롭으로 5개 체형으로 구분하였으며 체형별 중요부위의 치수특성은 <Table 10>과 같다.

체형에 따라 중요치수 모두 뚜렷한 유의차를 보였으며 가슴둘레와 허리둘레가 가장 뚜렷한 차이를 보여 O형이 가장 크고 Y형, H형, X형, A형으로 갈수록 작아졌다. 반면 엉덩이둘레는 체형 간 유의차는 있었으나 가슴둘레나 허리둘레보다 차이가 작았다. O형과 Y형은 가슴둘레가 엉덩이둘레보다 컸으나 H형, X형, A형은 엉덩이둘레가 더 컸고 차이가 점점 커졌다. 허리둘레와 엉덩이둘레의 차이는 O형이 가장 작고 A형으로 갈수록 커졌다. 한편 키는 O형과 Y형이 작고 H형, X형, A형으로 갈수록 커졌다. 따라서 O형은 작은 키에 엉덩이는 약간 크고 가슴과 허리는 가장 큰 체형, Y형은 작은 키에 가슴둘레와 허리둘레가 약간 크나 엉덩이둘레는 보통인 체형, H형은 보통 키에 가슴과 허리가 크고 특히 엉덩이가 큰 체형, X형은 약간 큰 키에 가슴, 허리, 엉덩이가 모두 보통인 체형, A형은 가장 큰 키에 가슴과 허리가 가장 작으나 엉덩이는 가장 큰 체형이었다. 허리높이는 키와 마찬가지로 O형이 가장 작고 A형이 가장 컸으나 어깨가쪽길이와 수직등길이는 체형 간 유의차는 있었으나 그 차이가 적고 변화특성도 뚜렷하지 않았다. 전체평균에 가장 가까운 X형이 687명으로 가장 많았고 다음으로 평균나이가 가장 어린 A형이 652명이었으며 Y형, H형, O형은 각각 389명, 306명, 211명이었다.

2) 체형별 가상인체치수와 인체치수

체형별 가상인체와 인체의 치수를 비교하면<Table 11>, 가슴둘레, 엉덩이둘레, 위팔둘레, 손목둘레는 모든

Table 10. Body size of somatotype (Unit: mm)

Mean (S.D.) \ Somatotype		O type (n=211)	Y type (n=389)	H type (n=306)	X type (n=687)	A type (n=652)	Total (N=2245)	*F*
Age		57.0 (10.8)^{e}	51.9 (12.1)^{d}	46.4 (13.8)^{c}	38.8 (12.9)^{b}	30.2(9.4)^{a}	41.3 (14.9)	341.339***
Waist C.	Mean (S.D.)	941 (45.0)^{e}	820 (34.0)^{c}	859 (36.0)^{d}	752 (28.0)^{b}	671(34.0)^{a}	773 (91.0)	3586.359***
	Range	875-1077	719-886	807-998	679-814	582-760	582-1077	
Body drop	Mean (S.D.)	50 (41.0)^{e}	21 (27.0)^{d}	–47 (34.0)^{c}	–55 (37.0)^{b}	–95 (39.0)^{a}	–43 (60.0)	1027.428***
	Range	–56-170	–28-103	–185-6	–182-30	–200-32	–200-170	
Stature		1545 (54.0)^{a}	1544 (57.0)^{a}	1575 (60.0)^{b}	1580 (59.0)^{b}	1594 (55.0)^{c}	1574 (60.0)	61.993***
Waist H.		928 (42.0)^{a}	930 (43.0)^{a}	949 (43.0)^{b}	956 (44.0)^{b}	965 (41.0)^{c}	951 (45.0)	60.394***
Cervical H.-waist H.		381 (23.0)^{b}	375 (21.0)^{a}	383 (22.0)^{b}	381 (22.0)^{b}	381 (21.0)^{b}	380 (22.0)	7.277***
Bishoulder L.		399 (24.0)^{c}	388 (23.0)^{b}	399 (22.0)^{c}	388 (22.0)^{b}	383 (21.0)^{a}	389 (23.0)	42.122***
Bust C.		1025 (46.0)^{d}	939 (39.0)^{c}	935 (41.0)^{c}	870 (34.0)^{b}	801 (38.0)^{a}	886 (79.0)	1834.569***
Hip C.		975 (49.0)^{c}	918 (36.0)^{b}	982 (43.0)^{c}	925 (41.0)^{b}	896 (42.0)^{a}	928 (52.0)	296.694***
Upper body drop		84 (39.0)^{b}	120 (36.0)^{c}	76 (35.0)^{a}	117 (36.0)^{c}	131 (36.0)^{d}	113 (41.0)	157.475***
Lower body drop		34 (43.0)^{a}	98 (36.0)^{b}	123 (43.0)^{c}	173 (36.0)^{d}	225 (34.0)^{e}	155 (71.0)	1477.688***

***p<.001
Alphabet indicates statistically different groups at p<.05 level by Duncan test (a<b<c<d<e).
H.: Height, C.: Circumference, L.: Length

체형에서 가상인체가 신체보다 크게 표현되었고 목둘레, 겨드랑앞접힘사이길이, 겨드랑뒤접힘사이길이, 팔꿈치둘레, 발목둘레는 신체보다 작게 표현되었으며 넙다리둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레는 체형에 따라 달라 대체로 O형과 Y형은 크게 A형은 작게 표현되었다. 특히 가슴둘레, 허리둘레, 위팔둘레, 엉덩이둘레, 허벅지둘레 등 중요둘레부위의 가상인체와 인체 간 치수차이가 체형에 따라 유의차를 보였으며 이는 각 체형별 둘레치수 특성을 가상인체가 사실적으로 표현하지 못함을 보여주는 결과이다. 한편 키나 허리둘레호칭에서 유의차가 없었던 겨드랑앞접힘사이길이는 체형별 유의차를 보였다.

유의차를 보인 부위들의 변화특성을 구체적으로 살펴보면, 가상인체의 가슴둘레는 상체가 발달한 O형과 Y형의 경우 인체치수와 유사하나 상체가 가는 H형, X형, A형으로 갈수록 신체보다 점점 더 크게 왜곡되었다. 반대로 엉덩이둘레와 위팔둘레는 A형의 가상인체는 신체와 유사하나 O형의 가상인체는 신체보다 훨씬 크게 왜곡되었다. 특히 O형, Y형, H형의 가상인체 엉덩이둘레는 신체보다 105~197mm 커 치수왜곡이 심각한 수준이었다. 또한 신체가슴둘레와 엉덩이둘레는 체형별 특징이 뚜렷하나 가상인체는 모든 체형에서 가슴둘레가 크면 엉덩이둘레도 커져 체형특징을 전혀 표현하지 않았다. 넙다리둘레, 무릎둘레, 장딴지둘레, 발목둘레 모두 O형의 가상인체는 신체보다 컸으나 A형으로 갈수록 가상인체 치수 감소량이 훨씬 커 A형에서는 인체치수보다 훨씬 작게 표현되었다. 손목둘레는 대체로 가상인체가 신체보다 컸고 체형 간 유의차가 있었으나 그 경향이 뚜렷하지 않았다.

5. 키호칭 및 체형집단별 중요신체부위의 가상인체치수와 인체치수차이 비교

키호칭, 허리둘레호칭 및 체형집단에 따라 가상인체의 치수문제가 뚜렷한 부위는 수직등길이, 허리높이, 팔길이, 가슴둘레, 엉덩이둘레, 넙다리둘레이었으며<Fig. 2>–<Fig. 3> 이 부위들은 패턴제도 및 피팅의 중요부위이다. 따라서 이 부위들의 치수오차가 키와 체형집단에 따라 어떤 특성을 보이는지 분석하였다.

수직등길이와 허리높이는 체형보다는 키호칭에 따른 영향이 커<Table 12> 160cm 이상에서 모든 체형에서 오차가 큰 편이었다. 수직등길이는 인체보다 작게 허리높이는 인체보다 크게 표현되어 키가 커질수록 상체는 점점 짧고 다리는 점점 길게 왜곡되었다.

이와 달리 가슴둘레, 엉덩이둘레 및 넙다리둘레의 치수차이는<Table 13> 체형의 영향이 크나 키에 따른 차이도 나타났다. 가장 오차가 큰 부위는 역시 엉덩이둘레로 대체로 인체보다 크게 표현되었으며 키가 작을수록 상체가 큰 체형일수록 치수왜곡이 더 심했으나 키 165cm

Table 11. Interscye fold (front & back) & circumferences of body shape (Unit: mm)

Part \ Body shape		O type (n=211)	Y type (n=389)	H type (306)	X type (n=687)	A type (n=652)	Total (N=2245)	*F*
Neck base C.	Avatar	393	370	379	361	352	365	19.216***
	Body	417	398	402	388	376	391	232.663***
	Diff.	–24	–28	–23	–27	–24	–25	0.394
Interscye fold, front	Avatar	350	325	345	318	298	320	24.326***
	Body	377	356	356	339	325	344	270.610***
	Diff.	–27	–31	–11	–21	–27	–23	2.703*
Interscye fold, back	Avatar	355	334	345	331	322	333	5.168***
	Body	384	364	372	353	339	357	193.408***
	Diff.	–29	–30	–26	–23	–18	–24	0.959
Bust C.	Avatar	1026	942	972	898	844	912	1973.876***
	Body	1025	939	935	870	801	885	1834.569***
	Diff.	1	3	37	29	42	27	97.710***
Hip C.	Avatar	1172	1047	1087	974	893	997	1800.328***
	Body	975	918	982	925	896	928	296.694***
	Diff.	197	129	105	49	–3	69	841.048***
Upper arm C.	Avatar	339	300	320	278	253	286	133.945***
	Body	308	283	296	270	245	272	688.291***
	Diff.	31	17	24	8	7	14	10.386***
Elbow C.	Avatar	269	246	253	235	220	238	31.211***
	Body	277	262	269	255	241	256	303.435***
	Diff.	–8	–16	–16	–20	–21	–18	1.853
Wrist C.	Avatar	177	168	171	162	155	164	418.656***
	Body	164	157	158	152	145	153	390.159***
	Diff.	13	11	13	10	10	11	5.445***
Thigh C.	Avatar	613	547	572	511	465	522	1580.464***
	Body	572	542	586	553	529	551	161.709***
	Diff.	41	5	–14	–42	–65	–29	462.769***
Knee C.	Avatar	400	360	374	344	313	347	48.160***
	Body	363	343	362	348	340	348	102.308***
	Diff.	37	17	14	–4	–27	–1	26.076***
Calf C.	Avatar	408	367	381	345	322	353	113.076***
	Body	357	340	361	345	334	344	98.158***
	Diff.	51	27	20	0	–12	9	56.082***
Ankle C.	Avatar	231	218	219	203	191	207	61.955***
	Body	243	234	240	234	229	234	104.012***
	Diff.	–12	–16	–21	–30	–38	–27	27.217***

*p<.05, **p<.01, ***p<.001
Shaded cells indicate 2 biggest differences.
C.: Circumference, Diff.: The difference between avatar size and body size

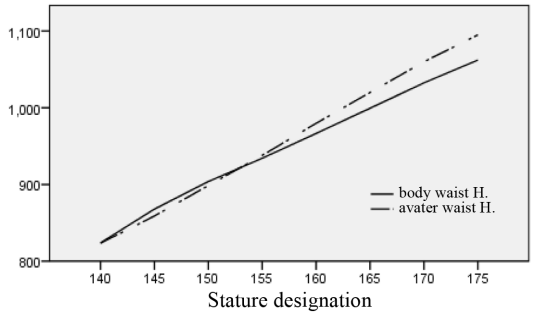

Fig. 2. Waist height of body & avatar.

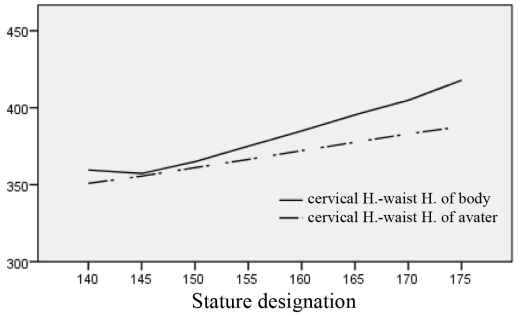

Fig. 3. Subtractions waist H. from cervical H. of body & avatar.

Table 12. Differences of avatar height by stature groups & somatotype (Unit: mm)

Body part \ Stature		140	145	150	155	160	165	170	175	Total
Diff. of cervical H.-waist H.	O type	−16	6	−15	−17	−16	−26	−24		−15
	Y type	−18	−5	−3	−9	−17	−16	−15		−9
	H type	−6	−5	−4	−9	−18	−20	−26	−34	−13
	X type	10	1	−1	−8	−12	−17	−28	−43	−11
	A type		−9	1	−4	−10	−17	−16	−21	−10
	Total	−9	−2	−4	−9	−13	−18	−22	−30	−11
Diff. of waist H.	O type	1	−16	2	8	13	26	25		7
	Y type	3	−7	−5	3	14	19	22		3
	H type	10	−9	−7	4	18	23	35	47	11
	X type	−16	−8	−8	4	12	19	30	43	8
	A type		−4	−6	2	13	21	24	23	11
	Total	−1	−9	−5	4	13	21	27	33	8

Shaded cells indicate more than 10mm differences.
H.: Height, Diff.: The difference between avatar size and body size

이상의 A체형은 인체보다 작게 표현되어 키와 체형의 복합적 영향에 따라 달라졌다. 가슴둘레는 허리둘레호칭이나 체형집단 간 비교에서 비교적 인체와 유사하게 표현된 O형과 Y형에서 키에 따라 오차가 달라져 O형 중 키 165cm 이상, Y형 중 키 150cm 미만과 170cm 호칭은 오차가 컸다. 넙다리둘레는 Y형의 키 155cm 이상, H형의 키 145cm 이하를 제외한 모든 집단에서 오차가 컸으며 특히 분포가 가장 많은 X형과 A형의 오차가 더 심해 표준체형이 더욱 왜곡되는 경향을 보였다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 소비자들의 착용모델로서 가상인체활용 가능성을 높이기 위해 가상착의프로그램에서 기본 치수입력에 따라 자동으로 생성된 가상인체의 각 부위별 치수를 인체치수와 비교하여 가상인체의 치수문제점을 분석하였다. 이를 위해 제6차 한국인 인체치수조사(KATS, 2010)의 19~69세 여성 2245명의 키와 허리둘레를 입력하여 부위별 가상인체치수를 수집하였고 이를 실제인체치수와 비교하였다. 가상착의프로그램은 3D Clo를 사용하였으며 분석 부위는 허리, 손, 발 관련 치수를 제외한 22개 부위였고 집단 간 치수비교를 위해 키호칭, 허리둘레호칭, 체형으로 집단을 구분하였다.

가상인체와 인체 간 치수비교에서 목뒤높이, 허리높이, 수직등길이의 차이는 비교적 적고 어깨가쪽길이, 팔길이, 위팔길이, 엉덩이높이, 무릎높이의 차이가 컸으나

Table 13. Differences of torso C. by stature group & somatotype (Unit: mm)

Body part \ Stature		140	145	150	155	160	165	170	175	Total
Diff. of bust C.	O type	2	9	2	1	–2	–10	10		1
	Y type	29	24	9		–9		–11		3
	H type	43	45	46	34	37	31	34	106	37
	X type	68	35	32	27	27	30	32	44	29
	A type		28	41	35	45	43	55	70	42
	Total	32	26	24	22	28	32	37	64	27
Diff. of hip C.	O type	228	224	205	203	177	153	131		197
	Y type	184	158	143	123	114	103	91		129
	H type	178	138	135	114	95	77	69	63	105
	X type	119	91	73	53	44	41	–8	34	49
	A type		37	18	5		–19	–20	–39	–3
	Total	183	143	114	81	52	29	14	–3	69
Diff. of thigh C.	O type	54	57	37	50	27	33	4		41
	Y type	14	12	12	1	3	–4	–10		5
	H type	–8	2		–14	–13	–27	–28	–23	–14
	X type	–25	–32	–34	–42	–44	–45	–47	–32	–42
	A type		–50	–67	–65	–66	–64	–56	–52	–65
	Total	14	4	–10	–25	–37	–45	–43	–42	–29

Shaded cells indicate that avatar size is smaller than body size.
C.: Circumference, Diff.: The difference between avatar size and body size

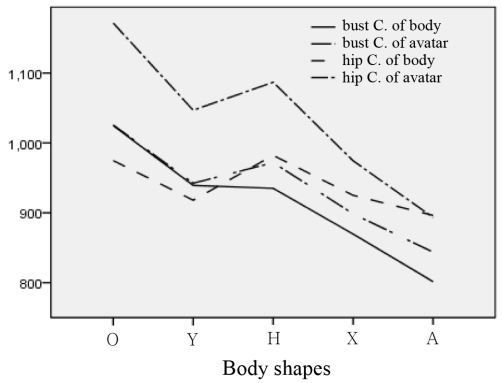

Fig. 4. Bust C., hip C. of body & avatar.

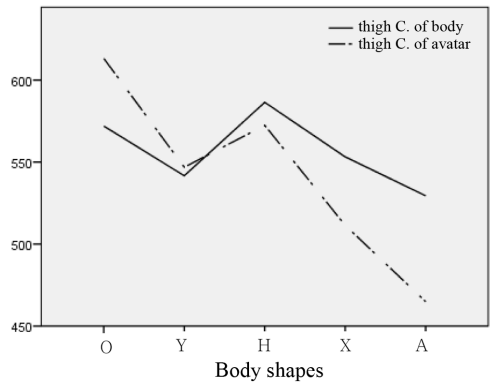

Fig. 5. Thigh C. of body & avatar.

키가 커질수록 수직등길이와 어깨가쪽길이는 신체보다 작게, 허리높이는 크게 표현되어 큰 키호칭에서 가상인체의 비례왜곡문제가 나타났다. 팔길이, 위팔길이는 작은 키 집단의 왜곡이 심했다. 또한 키가 커질수록 가슴둘레, 엉덩이둘레 및 넙다리둘레 등 중요둘레치수의 오차가 커져 가상인체치수의 문제점을 나타냈다. 키가 커질수록 인체의 엉덩이둘레와 넙다리둘레는 커지고 가슴둘레는 작아져 서로 다른 특성을 나타냈으나 가상인체는 겨드랑뒤접힘사이길이를 제외한 모든 치수가 작아짐으로써 키가 커질수록 가상인체의 엉덩이둘레와 넙

다리둘레는 작게 왜곡되었고 엉덩이둘레의 왜곡이 심했다. 가상인체의 가슴둘레는 변화특성은 인체와 같으나 큰 키호칭에서 신체보다 크게 왜곡되었다.

허리가 굵어질수록 모든 둘레치수가 유의적으로 커졌으나 인체와 가상인체 간 오차는 부위에 따라 다른 특성을 보였다. 가슴둘레와 위팔둘레는 대체로 신체보다 크게 왜곡되었으나 가슴둘레는 허리가 가는 집단에서, 위팔둘레는 허리가 굵은 집단에서 왜곡이 심했다. 하체의 둘레치수들은 허리가 가는 집단에서는 신체보다 가늘게, 허리가 굵은 집단에서는 신체보다 굵게 왜곡되었고 특히, 엉덩이둘레의 치수왜곡이 가장 심했다. 가슴둘레와 엉덩이둘레는 상체와 하체의 가장 큰 둘레치수로 패턴제도나 피팅의 중요한 기준부위이므로 소비자 집단에 따른 가상인체치수의 정확한 표현이 반드시 필요하다고 하겠다.

더불어 가상인체의 몸통실루엣을 검토하기 위해 체형별 오차를 분석한 결과, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 넙다리둘레 등 대부분의 둘레부위에서 인체치수와 가상인체치수 간 오차가 체형에 따라 유의적으로 달랐으며 이는 가상인체가 체형별 신체특성을 사실적으로 표현하지 못함을 의미한다. 가슴둘레는 상체가 가는 체형일수록 신체보다 크게, 반대로 엉덩이둘레와 위팔둘레는 상체가 굵은 체형일수록 크게 왜곡되었으며 엉덩이둘레의 치수왜곡은 심각한 수준이었다. 체형에 따라 인체의 몸통실루엣은 뚜렷히 달랐으나 가상인체는 모든 체형에서 가슴둘레가 크면 엉덩이둘레도 같이 커져 체형별 실루엣 차이를 전혀 나타내지 못했다.

집단 간 비교에서 가상인체치수의 문제가 나타난 부위에 대해 키와 체형에 따른 오차를 비교하였다. 수직등길이와 허리높이는 체형보다는 키의 영향이 큰 편이었으나 가슴둘레와 엉덩이둘레 및 넙다리둘레는 체형의 영향과 더불어 키의 영향도 나타났다. 치수왜곡이 가장 심한 엉덩이둘레는 키가 작을수록 상체가 클수록 더 크게 왜곡되었으나 키 165cm 이상의 A체형은 인체보다 작게 표현되어 키와 체형의 복합적 영향을 나타냈다. 가슴둘레도 인체치수를 비교적 사실적으로 표현한 O형과 Y형에서 키에 따라 오차가 달려져 키와 체형의 복합적 영향을 알 수 있었다. 한편 넙다리둘레는 거의 모든 집단에서 오차가 컸으나 특히 분포가 많은 X형과 A형의 오차가 더 심해 표준체형의 왜곡이 더 심함을 알 수 있었다.

이상과 같이 가상인체는 키가 커질수록 수직등길이와 어깨사이길이는 짧고 허리높이와 팔길이는 긴 비례로, 가슴둘레는 인체보다 크게 왜곡되었고 허리가 굵거나 상체가 발달한 체형의 엉덩이둘레가 매우 크게 왜곡되는 등 집단에 따라 인체치수를 사실적으로 표현하지 못하는 문제를 나타냈다. 따라서 소비자들은 키와 허리둘레만으로는 자신의 체형과 유사한 가상인체를 선택할 수 없는 상황이었다.

가상인체치수의 이러한 문제는 착용모델로서의 활용가능성의 한계로 작용할 수 있으며 나아가 가상인체를 활용한 가상착용평가연구에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 집단별 가상인체치수의 정확성에 대한 연구를 통해 이를 개선할 필요가 있으며 특히 체형별 가상인체 개발이 절실히 필요하다고 하겠다. 본 연구는 3D Clo 가상착의프로그램의 가상인체에 대한 치수검증연구로 그 결과를 다른 프로그램으로 확대적용하기 어렵고 키와 허리둘레 입력에 따라 자동으로 조절된 치수를 분석대상으로 하였으므로 수동입력의 경우와 결과가 다를 것이다. 다만, 중요 몸통둘레치수를 직접 입력한다고 해도 수직등길이, 어깨가쪽길이, 허리높이, 위팔둘레와 다리실루엣 등에서 나타난 문제점은 여전히 존재한다. 따라서 키와 허리둘레 이외의 중요인체치수를 효율적으로 조절함으로써 보다 정확한 가상인체치수를 얻을 수 있는 추후연구가 시급히 진행되기를 희망한다.

References

Clo Virtual Fashion Inc. (2011). *Marvelous designer CLO 3D 2011 manual.* Seoul: Author.

Choi, Y. L. (2013). Size specification of females aged between 7 and 18 for 3D body model development. *Fashion & Textile Research Journal, 15*(2), 247–255.

Do, W. H. (2012). A study on the fit preferences of the tailored jacket for women using 3D clothes modeling system. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 36*(9), 940–951. doi:10.5850/JKSCT.2012.36.9.940

Jo, J. S., Park, S. H., & Choi, C. O. (1997). A study on sizing system for elderly women. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles, 21*(5), 835–844.

Korean Agency for Technology and Standards. (2009, December 18). Sizing systems for female adultís garments, KS K 0051. *Korean Standards Information Center.* Retrieved June 27, 2014, from http://www.standard.go.kr/CODE02/USER/0B/03/SerKs_Search.asp?OlapCode=STAU020201

Korean Agency for Technology and Standards. (2010, November). *제6차 한국인 인체치수조사사업* [The 6th Size Korea]. Gwachun: Author.

Lee, J., & Kim, J. (2011). A study on the drape profile analysis of the apparel textiles and 3D virtual textiles using a

3D digital clothing software. *Journal of Fashion Business*, *15*(5), 103–114.

Lee, J., & Lee, J. (2013). Comparison on the pants fitting for obese women between 3D virtual garment and real garment. *Journal of Fashion Business, 17*(2), 33–45.

Lee, S. Y. (2012, September 3). 만나고 싶었습니다: 섬유 가상현실 기술 보유 부정혁 클로벌추얼패션 공동대표 [We want to meet: Mr. Bu, a CEO of Clo virtual fashion developing the technology of virtual reality of textile]. *fnnews.com.* Retrieved August 27, 2014, from http://www.fnnews.com/todaypaper?date=20120903

Lim, G. H. (2014, July 9). 국내벤처 클로버추얼패션, 45억 투자유치 [Korean venture, Clo virtual fashion, invested with 4.5 million dollars]. *Hankyung.com* Retrieved August 23, 2014, from http://www.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2014070959941

Lim, H. S., & Istook, C. L. (2010). Comparison of virtual avatars by using automatic and manual method. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 34*(12), 1968–1979.

Nam, Y. R., Choi, H. S., & Lee, J. H. (2013). A study on the middle-aged womenís body type changes for clothing construction-focused on the 5th and 6th Size Koreaís Anthropometric Data. *Fashion & Textile Research Journal, 15* (4), 583–595.

Oh, S. Y., & Chun, J. S. (2002). A study on actual condition of sizing system of women's RTW apparel brands in Korea. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 26*(1), 50–61.

Paek, K. J., Lee, J. R., & Kim, M. S. (2009). A study of applications of 3D body scanning technology: Focused on apparel industry. *Korean Journal of Human Ecology, 18*(3), 719–727.

Park, G. A., & Lee, W. K. (2012). Men's work clothes jumper pattern-making and its appearance evaluation through 3-D clothing simulation. *Journal of Fashion Business, 16* (1), 103–120.

Shin, H. K. (2014). A study on pants suits design using 3D virtual clothing simulation. *Journal of Korean Institute of Cultural Product Art & Design, 36,* 117–126.

Yoon, J. W., & Suh, M. A. (2009). Characteristics of somatotype classified by the drop value of middle-aged women. *The Research Journal of the Costume Culture, 17*(6), 939–946.

인터넷 쇼핑몰 구매 불만 행동 관련 조사(패션 관련 제품) [Research on the consumer's dissatisfaction attitude to purchasing at internet shopping mall (Fashion goods)]. (2009, April 14). *Trend Monitor*. Retrieved September 15, 2013, from http://www.trendmonitor.co.kr/html/01_trend/search_result.asp?TopSearchList=&TopSearchText=%C6%D0%BC%C7+%B0%FC%B7%C3+%C1%A6%C7%B0