Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol.21, No.3, pp.59-81, October 2002

3D Scanner를 활용한 학령후기 여아의 바지 원형자동제도 프로그램 개발 및 착의평가에 관한 연구

A Study on the Development of the Automatic Drafting of Slacks Pattern for Elementary School Girls and the Evaluation of Fitness of Slacks Using 3D Scanner

석은영*, 김혜경**

ABSTRACT

The purposes of this study were to present the optimum slacks pattern for elementary school girls and to compare and evaluate wearing ease of the slacks. 3D scans using the Cyberware PS motion platform were carried out for 3 subjects who have different body type. The automatic drafting method was programmed by AutoLISP in AutoCAD. Wearing tests using 3D Scanner was done for evaluation of fitness of slacks. Regression analysis, analysis of variance and post-hoc test were performed for statistical analysis of the data by SPSS program.

The procedure and results were as follows:

The slacks construction components for pattern drafting were derived from 10 horizontal section maps obtained from 3D scans. The automatic drafting was based on the measurements of slacks construction components and the curve of crotch line. The crotch line was drafted using of the arc function in AutoCAD. The total crotch length was calculated using the multiple regression equation. Wearing test represented that the slacks pattern developed to accomodate individual body measurements was estimated more highly than existing patterns.

Keyword: elementary school girls, 3D scan, automatic drafting, slacks pattern, evaluation of fitness

* 연세대학교 의류과학연구소 전문연구원
주소 : 서울 서대문구 연희2동 132-72
전화 : 02-334-2256
E-mail : kmyoo@kornet.net
** 연세대학교 명예교수

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

1. 서 론

대량생산에 의한 기성복이 보편화된 오늘날 불특정 다수의 소비자의 체형에 적합한 의복을 생산하기 위해서는 정확한 인체계측과 체형파악이 선행되어야 하며, 피복인간공학적 측면에서의 배려가 필요하다.

대부분의 의복 원형연구는 마틴 계측법에 의해 인체의 형태를 높이, 길이, 둘레, 두께, 너비 등으로 나타내는 1차원적 계측치수 및 인체의 체표각도, 단면도 등의 2차원적 정보만이 통계처리 되어 의복 설계의 지침으로 사용되어 왔다. 의복 구성의 측면에서 볼 때 인체의 형태학적 변이가 충분히 파악되었다고 말하기 어렵고, 의복에 필요한 여유량을 구하는데 있어서 입체형상의 인체를 입체적인 방법으로 계측하는 3차원적인 피복인간공학적 연구가 필요하다고 할 수 있다. 인체의 형태학적 변이가 고려된 의복원형을 제작하기 위해서는 1차원적 계측결과인 치수 정보 외에 2차원, 나아가 3차원적인 계측을 통한 인체단면도 및 중합도를 이용하는 도학적 방법에 의한 접근이 요구된다.

인체형상을 얻는 방법의 하나로 2차원적 슬라이딩게이지법과 비접촉 3차원 계측법인 무아레 촬영법이 있는데 신체 각 부위의 수평·수직단면 형상을 얻을 수 있다. 슬라이딩게이지법에 의한 인체의 단면중합도에서는 외포둘레로 원형의 폭을 설정할 수 있고, 허리둘레와 외포둘레의 차이로 다트 설정이 가능하다. 무아레 사진 촬영법에 의해서는 착의상태의 단면도를 구하고 인체의 단면도와 중합함으로써 의복과 원형 사이의 공극길이를 산출하고 적정 여유량을 설정할 수 있다.

다른 비접촉 3차원 계측법으로는 일본 NKK사와 미국 Cyberware사에서 개발된 계측기에 의한 것 등이 있다. 두 기기는 레이저광을 주사하는 것으로 작동 원리가 동일하며, 집단의 인체계측에 사용된 경험이 있다. 우리나라의 경우에는 주로 인체형상의 제작, 박물관에서의 축소된 모형 제작, 영상산업 등에 사용되고 있는 실정이며, 의류산업에서도 활용을 서두르고 있는 상황이다. 레이저광 주사법에 의한 비접촉 3차원 계측기는 측정시간이 짧아(17~30초) 측정오차가 거의 없다는 장점을 가지며, 인체 단면도·착의상태 단면도·인체 동작에 따른 체표길이의 변화 등과 같은 데이터를 제공해 준다. 이러한 3차원적 데이터에 피복인간공학적 연구방법을 적용시켜 원형설계를 하는 것은 의의 있는 일일 것이다.

상반신과 하반신은 상관관계가 적고 원형제작법이 달라 나뉘어 연구되는 경향이 두드러지며, 상반신에 비해 하반신 의복 원형에 대한 연구는 아직 부족한 실태이다. 따라서 아동의 체형 특성을 반영한 바지원형에 대한 연구의 필요성이 대두되고 있다.

아동의 하반신에 대한 치수정보 및 도학적 방법에 의한 분석 결과를 바지 원형 제작에 반영시키는 연구는 기성복의 대량생산 측면에서도 의의 있는 일일 것이다. 또한 기성복 생산의 추세인 다품종 소량생산 방식에 부응할 수 있고, 기성복에 있어서도 주문복과 같은 만족도를 줄 수 있는 대화기능을 통한 컴퓨터 자동제도 프로그램을 개발하는 것은 의의 있는 일일 것이다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

이에 본 연구에서는 학령 후기 여아의 하반신을 대상으로 첫째, 3D Scanner에 의한 도학적 데이터에 피복인간공학적 연구방법을 적용시켜 범용 CAD로 체형의 특성을 반영할 수 있는 대화기능을 통한 바지원형 제작 프로그램을 개발하고자 한다. 둘째, 관능검사법과 3D Scanner를 이용한 착의평가에 의해 외관 및 기능성의 원형간 차이를 제시하고, 공극길이를 측정하여 인체와 의복 사이의 관계를 수량화하여 의복의 적합성을 규명하고자 한다.

2. 연구방법 및 절차

2.1 피험자 선정

학령후기 여아(10~11세)의 하반신 체형을 유형화한 선행연구(석은영 · 김혜경, 2000) 결과에 의하면 유형 1은 작고 날씬한 체형으로 전체 연구대상자 368명의 42.4%에 해당되며, 유형 2는 크고 뚱뚱한 체형으로 전체의 22.3%를 차지하며, 유형 3은 허리의 굴곡이 발달한 체형으로 전체의 35.3%를 차지하는 것으로 나타났다.

각 3가지 유형집단의 허리둘레, 엉덩이둘레, 엉덩이길이, 밑위길이, 무릎길이, 바깥복사점길이, 엉덩이편평율, 드롭치(엉덩이둘레-허리둘레) 등 각각의 평균치수 $\pm 0.5\sigma$ 이내에 해당하는 사람으로 유형별 1명씩 총 3명을 피험자로 선정하여 3D Scanner로 스캔하였다. 선정된 피험자의 신체치수는 표 1과 같다.

2.2 계측기기

스캔 시의 계측기기는 미국 Cyberware사의 Cyberware PS Motion Platform (http://www.cyberware.com)으로 피험자가 가만히 있는 동안 기기가 360° 회전하면서 레이저광을 주사하여 피험자에 대한 3차원적 자료를 얻는 방식이다. PS Motion Platform(3030RGB PS)은 스캔 범위가 30cm이므로 피험자 한 명을 3번씩 스캔하였다. 스캔한 데이터는 Cyberware의 그래픽 워크스테이션에서 10mm 간격의 wire frame으로 만든 후, 확장자가 dxf인 파일로 변환시켜서 저장하였다.

표 1. 유형별 피험자의 신체치수

(단위 : cm, kg)

계측항목 \ 신체치수		피험자	유형별 신체치수 범위			
			평균	표준편차	최소치 (-0.5σ)	최대치 ($+0.5\sigma$)
유형 1	1.허리둘레	58.0	56.7	3.3	55.0	58.4
	2.엉덩이둘레	75.2	73.7	3.5	72.0	75.4
	3.엉덩이길이	18.8	18.4	1.7	17.6	19.2
	4.밑위길이	23.5	23.2	1.9	22.3	24.1
	5.무릎길이	49.2	50.2	2.5	49.0	51.4
	6.바깥복사점길이	82.5	83.7	3.6	81.9	85.5
	7.엉덩이편평율	0.68	0.69	0.05	0.66	0.72
	8.엉덩이둘레-허리둘레	17.2	17.0	3.2	15.4	18.6
	9.신장	138.0	140.5	4.8	138.1	142.9
	10.체중	31.5	32.6	3.3	31.0	34.3
유형 2	1.허리둘레	75.0	72.7	4.7	70.4	75.0
	2.엉덩이둘레	91.0	88.9	5.1	86.3	91.5
	3.엉덩이길이	21.0	20.1	2.2	19.0	21.2
	4.밑위길이	25.5	25.9	2.2	24.8	27.0
	5.무릎길이	54.5	53.9	3.3	52.3	55.5
	6.바깥복사점길이	91.0	89.9	4.0	87.9	91.9
	7.엉덩이편평율	0.72	0.73	0.05	0.71	0.75
	8.엉덩이둘레-허리둘레	16.0	16.3	5.0	13.8	18.8
	9.신장	151.4	150.5	6.6	147.2	153.8
	10.체중	52.5	52.0	3.3	50.4	53.7
유형 3	1.허리둘레	61.5	61.9	3.4	60.2	63.6
	2.엉덩이둘레	82.3	82.1	3.8	80.2	84.0
	3.엉덩이길이	21.2	20.3	1.9	19.3	21.3
	4.밑위길이	25.8	25.2	2.0	24.2	26.2
	5.무릎길이	56.7	54.6	2.5	53.4	55.8
	6.바깥복사점길이	92.0	91.1	3.5	89.4	92.8
	7.엉덩이편평율	0.72	0.69	0.06	0.66	0.72
	8.엉덩이둘레-허리둘레	21.0	20.2	3.1	18.7	21.7
	9.신장	149.0	151.3	4.8	148.9	153.7
	10.체중	40.5	42.2	4.1	40.2	44.3

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

2.3 계측기준점

기준점은 그림 1과 같이 설정하였으며, Cyberware의 그래픽 워크스테이션에서 확장자가 dxf인 파일로 저장한 데이터를 AutoCAD 프로그램에서 불러 각 부위의 수평단면을 얻었다.

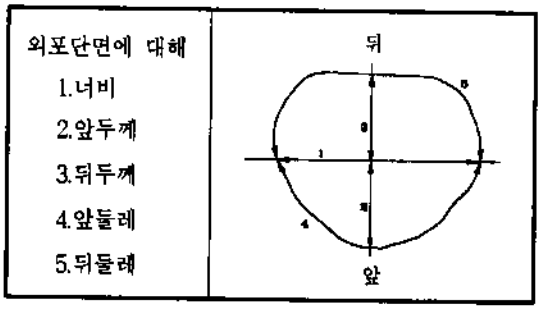

그림 2. 수평단면 계측항목

2.4 수평단면 계측 항목

체표평면전개도를 작성하기 위하여 바른 자세일 경우의 허리단면, 장골릉선단면, 배단면, 장골극단면, 엉덩이단면, 대퇴단면, 회음단면, 무릎단면, 장딴지단면, 발목단면을 유형별로 중합하였다. 수평단면도를 중합한 수평단면중합도에서의 외포단면에 대하여 그림 2와 같이 계측하고, 이를 근거로 외포둘레의 앞뒤차 및 좌우차 등을 수량화하였다. 계측은 AutoCAD 프로그램을 활용하였다.

2.5 자동제도를 위한 바지원형 프로그램 제작

2.5.1 체표평면전개도에 의한 다트 설정 방법

각 유형별 수평단면 중합도를 작성한 후, 허리둘레를 이용한 분할방식(平澤, 1985; 석은영, 1996)에 준하여 다트의 위치를 설정하였다. 다트량은 허리둘레선에서는 각 다트위치 사이 구간에서의 외포둘레와 허리둘레의 차이, 장골릉선둘레선에서는 각 다트위치 사이 구간에

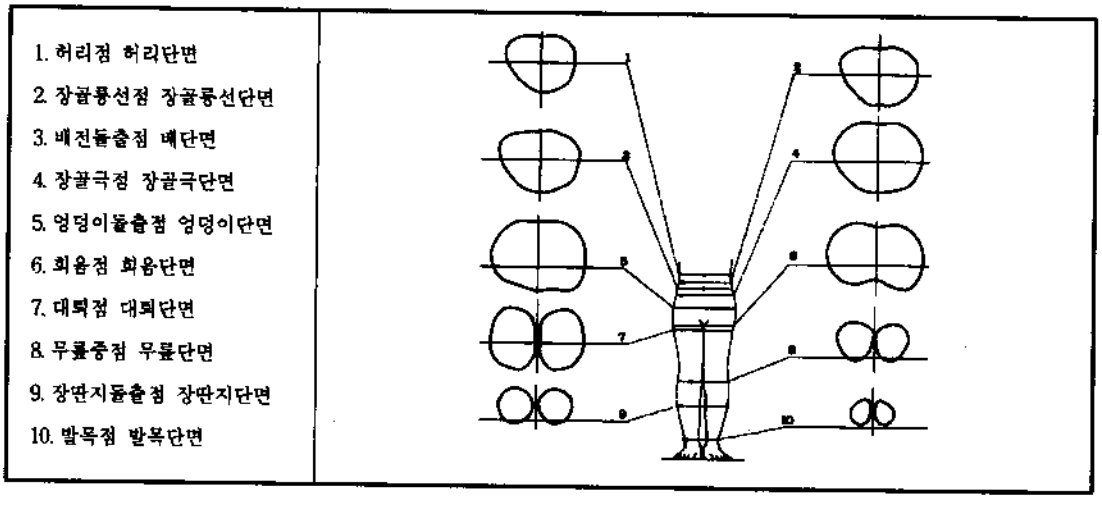

그림 1. 하반신 수평단면 기준점 및 기준부위

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

서의 외포둘레와 장골릉선둘레와의 차이로 하여 정했다. 같은 방법으로 배둘레선, 장골극점둘레선, 엉덩이둘레선에서의 다트량을 정한다. 앞·뒤 중심선에서 앞·뒤 허리처짐분 만큼 내려 허리둘레선을 긋고 각 다트 구간에서의 다트량에 따라 허리둘레선에서 엉덩이둘레선까지 걱은 선으로 잇는다. 이렇게 하여 완성된 체표평면전개도에서 다트량, 다트의 위치, 엉덩이둘레 여유량 등을 수량화하였다.

2.5.2 밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형 산출

바지의 외관과 기능성에 있어서 밑위앞뒤길이의 여유량은 중요하다. 밑위앞뒤길이의 계측은 곤란하기 때문에 계측하기 쉬운 항목을 이용하여 밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형을 산출하면 보다 기능적이며 신체적합성이 높은 바지원형을 제작할 수 있다.

밑위앞뒤길이 산출에 필요한 변수는 선행연구(석은영·김혜경, 2000)의 계측항목에서 단계별 중회귀분석법(stepwise regression)에 의하여 선택하였다.

2.5.3 CAD에 의한 실험원형 설계

프로그램 제작 시 사용하는 언어는 오토리스프(AutoLISP)어로, 여러 프로그래밍 언어 중 인공지능형 언어라 할 수 있는 리스프(Lisp)어를 오토캐드(AutoCAD) 상에서 사용자 언어로 사용할 수 있도록 개발된 것이다.

허리둘레선에서 엉덩이둘레선까지는 체표평면전개도에서 얻은 결과를 적용시키고, 밑위곡선은 회귀식과 오토캐드의 타원함수를 적용시켜 원형프로그램을 제작하였다.

오토캐드 상에서 하던 작업이 있을 경우 프로그램 실행 명령어인 "slacks"를 입력하였을 때 화면을 깨끗이 지울 수 있게 하였고, 화면의 크기(limits)를 (0,0)에서 (1300,1200)으로 초기화하였으며, 바지원형 제작시 계측항목인 허리둘레, 엉덩이둘레, 바지길이, 둔부길이, 밑위길이를 입력하도록 하였다.

2.6 실험원형과 기존원형의 비교

원형 구성요소를 비교하기 위하여 피험자 3명의 신체치수로 기존 원형인 원형 A(김혜경식)와 원형 B(문화식)의 2가지 원형과 실험원형으로 제도한 후, 그림 3과 같이 9항목을 계측하였다. 원형간 차이를 검정하기 위해 분산분석과 사후검정(SNK test)을 실시하였다.

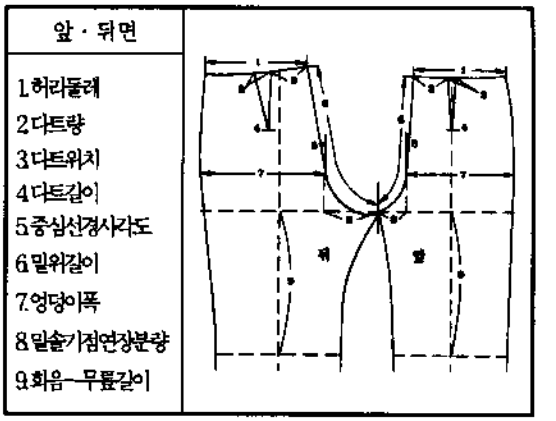

그림 3. 원형상 계측 항목

2.7 착의평가

의복의 적합성은 착용시 적절한 여유량을

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

가지면서 불필요한 주름, 당김 등이 없는 상태로 몸에 적합하고 커버율이 높은 것으로 정의할 수 있다(김혜경 등, 2000). 완성된 의복의 적합성을 보는 착의평가에는 평가자나 착용자의 주관적인 판단에 의해 이루어지는 관능검사법과 착의단면도에서 인체와 의복간의 거리, 즉 공극길이를 구해 의복과 인체와의 관계를 수량화하여 착의상태를 객관적으로 비교·평가하는 비접촉 3차원 계측방법에 의한 것이 있다. 본 연구에서는 관능검사법과 3D Scanner에 의한 착의평가를 실시하였다.

2.7.1 관능검사법에 의한 착의평가

관능검사를 위한 피험자는 원형설계를 위한 인체 스캔 시의 피험자와 동일하며, 각 체형에서 1명씩 3명으로 하였다. 평가자는 의류학을 전공하는 전문인 12명으로 구성하였다.

착의평가를 위한 실험의는 자동재도에 의한 실험원형과 기존의 바지원형 A(김혜경식), B(문화식) 등 3가지 원형으로 피험자 신체치수에 맞게 총 9벌을 제작하였다. 실험의의 소재는 머슬린이며, 물성은 표 2와 같다.

표 2. 실험의 소재 물성

섬유	조직	무게 (g/m^2)[1]
면 100%	평직	150
두께 (㎜)[2]	밀도 (올수/inch)[3]	
	경사	위사
0.40	64	60

1)KS K 0514 2) KS K 0506 3) KS K 0511

바지의 외관 평가는 전문적 평가단이 바른 자세의 피험자 앞, 옆, 뒤를 관찰하고 5점 리커트 척도에 표시했으며, 평가문항은 표 3과 같다. 부정적 평가를 했을 경우에는 비고란에 표시하도록 하였다.

표 3. 바지의 외관에 관한 평가문항

문 항	
앞·뒤	허리선의 위치는 적당한가? 다트의 위치는 적당한가? 다트의 길이는 적당한가? 허리부위의 여유량은 적당한가? 배부위의 여유량은 적당한가? 엉덩이부위의 여유량은 적당한가? 허용부위의 여유량은 적당한가? 무릎부위의 여유량은 적당한가? 발목부위의 여유량은 적당한가? 앞 밑위길이의 여유량은 적당한가? 앞 밑위길이는 당기는가?
옆	옆솔기는 일직선이면서 수직인가? 옆솔기선은 앞·뒤 폭을 균형있게 나누는가?
전체적인 실루엣은 적당한가?	

바지의 동작기능성에 관한 평가는 피험자 자신이 5가지 동작별로 표 4와 같은 문항에 관하여 5점 리커트 척도에 표시했으며, 뒤허리 처짐분량과 바지부리 올라간 분량은 연구자가 계측하였다. 동작기능성 평가시의 동작은 바른 자세, 보통 걷기(보폭 20cm), 계단 오르기(18cm), 허리 굽히기(90°), 의자에 앉기의 5가지 동작으로 하였다.

바지의 외관은 원형별 차이를 분산분석으로 검정하고 사후검정(SNK test)을 실시하며, 동작기능성에 관하여 분산분석, 사후검정 등을 통하여 동작별·원형별 차이검정을 실시하였다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

표 4. 바지의 동작기능성 평가문항

문 항	
1. 허리선의 위치가 적당한가?	
2. 허리둘레의 여유량이 적당한가?	
3. 배둘레의 여유량이 적당한가?	
4. 엉덩이둘레의 여유량이 적당한가?	
5. 회음부위가 편안한가?	
6. 대퇴둘레(넙적다리)부위가 편안한가?	
7. 앞 밑위길이가 편안한가?	
8. 뒤 밑위길이가 편안한가?	
9. 전체적으로 편안한가?	
10. 뒤허리 처짐 분량	cm
11. 바지부리 올라간 분량	cm

2.7.2 3D Scanner에 의한 착의평가

여유량의 적합성을 정량적으로 평가할 수 있는 비접촉 3차원 계측법으로 의복의 착의 단면을 구하고, 이를 인체의 단면과 중합시켜 공극길이를 산출함으로써 1차원적 수치의 여유량을 2차원적 공간으로 판단하여 여유량에 대한 정량적이고 객관적인 평가를 하였다.

관능검사법에 의한 착의평가 피험자와 동일하며, 각 유형의 피험자마다 3가지 원형의 실험복 3벌을 착용하고 바른 자세를 취한 상태에서 Cyberware PS Motion Platform으로 총 9번을 스캔하여 허리·배·엉덩이·회음·무릎·발목 부위의 착의상태 수평단면도를 얻었다.

허리·배·엉덩이·회음·무릎·발목 부위에서의 인체 단면도와 착의상태 단면도를 각 부위별로 중합하여 공극길이를 측정하였다. 공극길이는 AutoCAD 프로그램을 이용하여 착의단면 중합도를 작성한 후 인체단면에서 의복단면까지의 거리를 계측하였다(김혜경 등, 2000).

바지의 원형별 공극길이에 대한 계측부위별 기술통계량을 구하여 원형간 비교·분석하고, 분산분석에 의해 원형간의 차이에 대한 유의성을 검정한 후 사후검정(SNK test)하였다.

2.8 연구원형 제시

체형을 고려하여 바지원형 설계자료를 산출하였으며, 밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형을 적용시켰고, 관능검사법과 3D Scanner에 의한 착의평가를 실시하여 CAD를 활용한 여아용 아동복 바지원형의 자동제도 프로그램을 제시하였다.

3. 연구결과 및 분석

3.1 3D Scanner에 의한 하반신 체형 분석

비접촉 3차원 계측에 의한 허리·장골릉선·배·장골극점·엉덩이·대퇴·회음·무릎·장딴지·발목 등의 수평단면도를 중합한 수평단면 중합도는 그림 4에 제시하였다.

수평단면 중합도에서 최대 돌출 부위를 연결한 선이 외포둘레로 유형 1의 경우, 앞쪽은 배·대퇴·회음 단면에 의해서 형태가 결정되었고, 뒤쪽은 엉덩이·대퇴 단면에 의해서 결정되었으며, 옆은 대퇴단면에 의해서 결정되었다. 유형 2의 경우, 앞쪽은 배·장골릉·엉덩이 단면에 의해 형태가 결정되었고, 뒤쪽은 엉덩이·대퇴 단면에 의해 형태가 결정되었

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

으며, 옆쪽은 대퇴 단면에 의해 결정되었다. 유형 3의 경우, 앞쪽은 배 · 대퇴 단면에 의해 형태가 결정되었고, 뒤쪽은 엉덩이 · 회음 단면에 의해 형태가 결정되었으며, 옆쪽은 대퇴단면에 의해 형태가 결정되었다.

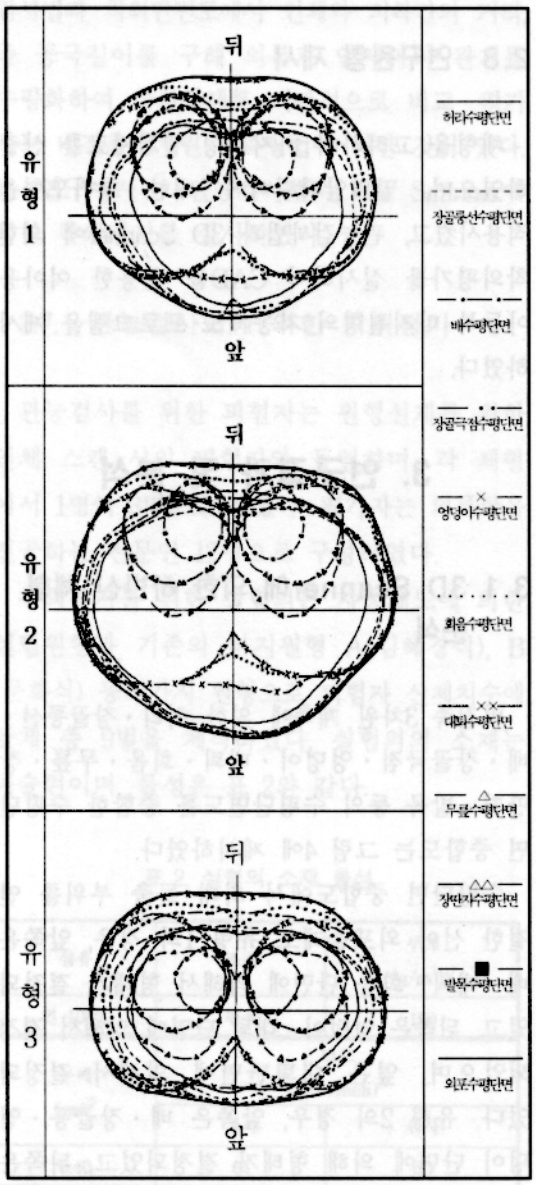

그림 4. 하반신 유형별 수평단면 중합도

외포단면에 대한 계측결과를 표 5에 제시했는데 유형 1의 경우, 앞뒤차는 5.6cm로 뒤쪽이 길며, 좌우차는 0.2cm로 오른쪽이 길게 나타났다. 유형 2는 앞뒤차가 6.3cm로 뒤쪽이 길며, 왼쪽이 0.9cm 길다. 유형 3은 앞뒤차가 4.4cm로 뒤쪽이 길며, 좌우차는 1.0cm로 왼쪽이 길게 나타났다.

표 5. 외포단면 계측치수

(단위 : cm)

분류 \ 유형			유형 1	유형 2	유형 3	평균	표준편차
외포수평단면	너비		28.0	32.8	30.5	30.4	2.4
	두께	앞	10.8	13.4	10.7	11.6	1.5
		뒤	12.6	15.1	12.4	13.4	1.5
	둘레	앞	38.1	47.4	41.0	42.2	4.8
		뒤	43.7	53.7	45.4	47.6	5.4
		좌	40.8	51.0	43.7	45.2	5.3
		우	41.0	50.1	42.7	44.6	4.8
	앞뒤차 (뒤-앞)		5.6	6.3	4.4	5.4	1.0
	좌우차 (좌-우)		-0.2	0.9	1.0	0.6	0.7

3.2 자동제도를 위한 바지원형 프로그램 제작

3.2.1 체표평면전개도 작성에 의한 다트 설정

옆선은 허리두께의 이등분선으로 설정하여 착의 보정한 결과, 옆선이 휜다는 지적을 받았으므로 허리두께의 이등분선과 외포두께의 이등분선의 가운데로 설정하였다.

수평단면 중합도에서 허리둘레선에서 엉덩이둘레선까지의 체표평면전개도는 그림 5와 같으며, 완성된 체표평면전개도에서 유형에 따른 다트량, 다트위치 등을 수량화하여 표 6에 제시하였다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

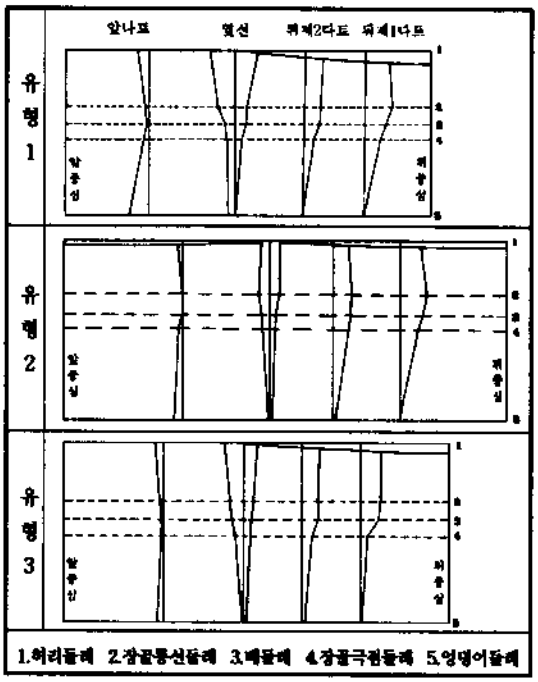

그림 5. 바지의 다트 설정을 위한 유형별 체표평면전개도

체표평면전개도를 살펴보면, 앞 다트의 위치에서는 배둘레부위가 가장 돌출되어 있음을 알 수 있다. 뒤 제1다트와 제2다트의 위치에서는 엉덩이부위가 가장 돌출 되어 있으며, 옆선의 위치에서도 엉덩이부위가 가장 돌출되어 있다.

유형 1의 경우, 앞 다트의 위치는 앞 중심선에서 9.2cm 떨어져 있으며 다트량은 1.4cm이다. 한편 뒤 제1다트의 위치는 뒤 중심선에서 7.3cm 떨어져 있으며 다트량은 2.6cm이고, 뒤 제2다트의 위치는 뒤 중심선에서 14.2cm 떨어져있으며 다트량은 2.1cm이다. 유형 2의 경우, 앞 다트의 위치는 앞 중심선에서 13.5cm 떨어져 있으며 다트량은 0.8cm이다. 한편 뒤 제1다트의 위치는 뒤 중심선에서 11.9cm 떨어져 있으며 다트량은 2.0cm이고, 뒤 제2다트의 위치는 뒤 중심선에서 19.7cm 떨어져 있으며 다트량은 1.7cm이다. 유형 3의 경우, 앞 다트의 위치는 앞 중심선에서 11.2cm 떨어져 있으며 다트량은 1.0cm이다. 한편 뒤 제1다트의 위치는 뒤 중심선에서 9.9cm 떨어져 있으며 다트량은 2.4cm이고, 뒤 제2다트의 위치는 뒤 중심선에서 16.5cm 떨어져 있으며 다트량은 2.0cm이다.

표 6. 체표평면전개도 치수

(단위:cm)

분류			유형 1	유형 2	유형 3	평균	표준편차
수직길이	장골통선		6.3	5.9	6.5	6.2	0.3
	배		8.3	8.2	8.6	8.4	0.2
	장골극점		9.9	9.8	10.4	10.0	0.3
	엉덩이		18.6	20.0	20.1	19.6	0.8
앞다트	량		1.4	0.8	1.0	1.1	0.3
	위치		9.2	13.5	11.2	11.3	2.2
옆선	량	앞	2.9	1.1	2.2	2.1	0.9
		뒤	2.4	1.0	1.6	1.7	0.7
	위치	앞	18.8	23.4	20.2	20.8	2.4
		뒤	22.1	26.7	22.5	23.8	2.5
뒤제1다트	량		2.6	2.0	2.4	2.3	0.3
	위치		7.3	11.9	9.9	9.7	2.3
뒤제2다트	량		2.1	1.7	2.0	1.9	0.2
	위치		14.2	19.7	16.5	16.8	2.8

앞 다트량은 유형 1이 1.4cm로 가장 많으며 유형 3이 1.0cm, 유형 2가 0.8cm이다. 뒤 다트량도 유형 1이 4.6cm로 가장 많으며 유형 3이 4.4cm, 유형 2가 3.7cm로 나타났다. 이러한 결과로 유형 1과 유형 3의 허리굴곡정도(드롭치)가 유형 2에 비해 큰 것을 알 수 있다.

이상의 결과에 의한 유형별 원형의 앞뒤차,

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

여유량, 다트량 및 옆선 삭제량은 표 7과 같다.

표 7. 유형별 원형의 앞뒤차, 여유량, 다트량 및 옆선 삭제량

(단위 : cm)

분류 \ 유형	유형 1	유형 2	유형 3	평균	표준편차
앞뒤차	5.6	6.3	4.4	5.4	1.0
여유량 (외포둘레-엉덩이둘레)	3.8	5.1	2.4	3.8	1.4
앞다트	1.4	0.8	1.0	1.1	0.3
뒤다트	3.0	3.0	3.0	3.0	-
옆선 삭제량	1.7	0.7	1.4	3.8	1.4

3.2.2 밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형 제시

바지의 외관과 기능성에 있어서 중요한 부위이나 계측이 곤란한 부위인 밑위앞뒤길이를 종속변수로 하여 단계별 중회귀분석법(stepwise regression)에 의하여 밑위앞뒤길이 산출에 필요한 변수를 선택하였다. 밑위앞뒤길이 산출에 필요한 변수는 엉덩이둘레, 둔부길이, 밑위길이, 허리둘레로 나타났으며 회귀모형은 다음과 같다.

$$Y = 11.056 + 0.277X1 + 0.720X2 + 0.260X3 + 0.116X4$$

(X1: 엉덩이둘레, X2: 둔부길이, X3: 밑위길이, X4:허리둘레)

밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형의 R^2는 0.794이며, 유의도는 0.000이므로(표 8) 의미 있는 모형이라고 할 수 있다. 각각의 독립변수에 대한 회귀계수의 유의성을 검정한 결과(표 9)는 모두 유의적인 것으로 나타났다. 이외에 산점도를 그려 본 결과, 회귀모형의 가정사항인 선형성, 등분산성이 만족되었다.

표 8. 회귀모형에 대한 분산분석[1]

모형	제곱합	자유도	평균제곱	p값
선형회귀분석	6781.151	4	1695.288	0.000[2]
잔차	1756.718	363	4.839	
합계	8537.869	367		

1) 종속변수 : 밑위앞뒤길이

2) 예측값 : (상수), 엉덩이둘레, 둔부길이, 밑위길이, 허리둘레

표 9. 밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형의 계수

모형	비표준화계수		표준화계수	t값	p값
	B	표준오차	베타		
상수	11.056	1.500		7.372	0.000
엉덩이둘레	0.277	0.038	0.414	7.294	0.000
둔부길이	0.720	0.069	0.332	10.421	0.000
밑위길이	0.260	0.066	0.125	3.914	0.000
허리둘레	0.116	0.031	0.172	3.711	0.000

밑위앞뒤길이에 대한 밑위앞길이와 밑위뒤길이의 비율은 표 10에 나타난 바와 같이 유형 1의 경우에는 밑위앞길이가 밑위앞뒤길이의 45%가 되도록 하였으며, 유형 2는 밑위앞길이가 밑위앞뒤길이의 43%, 유형 3은 44%가 되도록 설정하였다.

3.2.3 CAD에 의한 실험원형 설계

3D Scanner에 의한 계측 결과에 의하여 설정한 원형의 앞뒤차, 여유량, 다트량 및 옆선 삭제량 이외에 원형상에서의 앞 · 뒤밑솔기점 연장분량은 엉덩이두께의 80%에 대하여 앞쪽에 1/3, 뒤쪽에 2/3를 설정하였다(平澤, 1985;

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

석은영 · 김혜경, 1996). 이렇게 하여 설정된 앞밑솔기점연장분량은 유형 1의 경우는 엉덩이둘레의 6.3%에 해당되며, 유형 2는 엉덩이둘레의 6.6%, 유형 3은 엉덩이둘레의 6.3%에 해당된다. 뒤밑솔기점연장분량은 유형 1의 경우는 엉덩이둘레의 12.6%, 유형 2는 엉덩이둘레의 13.2%, 유형 3은 엉덩이둘래의 12.7%에 해당된다(표 10).

이로써 유형 1의 경우에 앞폭은 H/4 - 1.4cm(앞뒤차) + 1.0cm(여유량), 뒤폭은 H/4 + 1.4cm(앞뒤차) + 1.0cm(여유량)이 되며, 앞밑솔기점연장분량은 0.063×H, 뒤밑솔기점연장분량은 0.126×H가 된다.

유형 2의 경우, 앞폭은 H/4 - 1.6cm(앞뒤차) + 1.3cm(여유량), 뒤폭은 H/4 + 1.6cm(앞뒤차) + 1.3cm(여유량)이 되며, 앞밑솔기점연장분량은 0.066×H, 뒤밑솔기점연장분량은 0.132×H가 된다.

유형 3의 경우, 앞폭은 H/4 - 1.1cm(앞뒤차) + 0.6cm(여유량), 뒤폭은 H/4 + 1.1cm(앞뒤차) + 0.6cm(여유량)이 되며, 앞밑솔기점연장분량은 0.063×H, 뒤밑솔기점연장분량은 0.127×H가 된다.

중심선경사각도는 배상부경사각도와 엉덩이상부경사각도의 1/2로 설정하여 착의 보정한 결과 앞중심선경사각도가 커서 바지중심선이 너무 중심선쪽으로 치우쳤다는 지적을 받았으므로 앞면은 (배상부경사각도)/3, 뒤면은 (엉덩이상부경사각도)/2로 설정하였다. 따라서 앞중심선 경사각도는 유형 1의 경우 3.9°, 유형 2의 경우 3.6°, 유형 3의 경우 4.4°이며, 뒤중심선 경사각도는 유형 1은 10.0°, 유형 2는 9.1°, 유형 3은 8.6°이다(표 10).

표 10. 밑위앞길이 비율, 밑솔기점 연장분량 및 중심선 경사각도

N=368

분류 \ 유형	유형 1 156명	유형 2 82명	유형 3 130명	평균	표준편차
밑위앞길이/밑위앞뒤길이	0.448	0.433	0.439	0.440	0.008
앞밑솔기점연장분량[1]/엉덩이둘레	0.063	0.066	0.063	0.064	0.002
뒤밑솔기점연장분량[2]/엉덩이둘레	0.126	0.132	0.127	0.128	0.003
앞중심선 경사각도	3.9	3.6	4.4	4.0	0.404
뒤중심선 경사각도	10.0	9.1	8.6	9.2	0.710

1) (엉덩이두께×0.8)/3 2) (엉덩이두께×0.8)2/3

원형상에서의 엉덩이둘레 여유량은 외포둘레와 엉덩이둘레의 차이 이외에 체표평면전개도를 뒤상부경사 각도만큼 회전시켰을 때 생기는 치수가 더해져서 유형 1의 경우 4.6cm, 유형 2는 5.5cm, 유형 3은 3.0cm가 되었다(표 11).

표 11. 엉덩이둘레의 여유량

(단위 : cm)

분류 \ 유형	유형 1	유형 2	유형 3	평균	표준편차
여유량 (외포둘레-엉덩이둘레)	3.8	5.1	2.4	3.8	1.4
{(앞폭)/cos(배상부경사각도/3)} - (앞폭) {(뒤폭)/cos(엉덩이상부경사각도/2)} - (뒤폭)	0.8	0.4	0.6	0.6	0.2
엉덩이둘레 여유량	4.6	5.5	3.0	4.4	1.3

이상의 결과를 종합하여 도출된 바지원형 구성요소는 표 12와 같다. 이를 적용하여 오토리스프어로 오토캐드 릴리즈 13에서 작업이 가능한 바지원형 프로그램을 개발하였다. 유형별 실험원형의 중합도는 그림 6과 같다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

표 12. 실험원형 구성요소

항 목	구 성 요 소		
	유형 1	유형 2	유형 3
앞허리폭	W/4 + 1.4cm(다트량)	W/4 + 0.8cm(다트량)	W/4 + 1.0cm(다트량)
뒤허리폭	W/4 + 4.7cm(다트량) ⇒ W/4 + 3.0cm (다트량) ; 1.7cm는 옆선 삭제량	W/4 + 3.6cm(다트량) ⇒ W/4 + 3.0cm (다트량) ; 0.6cm는 옆선 삭제량	W/4 + 4.4cm(다트량) ⇒ W/4 + 3.0cm (다트량) ; 1.4cm는 옆선 삭제량
앞폭	H/4 - 1.4cm(앞뒤차) + 1.0cm(여유량)	H/4 - 1.6cm(앞뒤차) + 1.3cm(여유량)	H/4 - 1.1cm(앞뒤차) + 0.6cm(여유량)
뒤폭	H/4 + 1.4cm(앞뒤차) + 1.0cm(여유량)	H/4 + 1.6cm(앞뒤차) + 1.3cm(여유량)	H/4 + 1.1cm(앞뒤차) + 0.6cm(여유량)
다트위치 앞다트 뒤다트	바지중심선상 (뒤허리폭/2) - 1.0cm		
다트길이 앞다트 뒤다트	9cm 10cm		
밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형	밑위앞뒤길이 = 11.056 + 0.277×(엉덩이둘레) + 0.720×(둔부길이) + 0.260×(밑위길이) + 0.116×(허리둘레)		
밑위앞뒤길이에 대한 밑위앞길이의 비	0.448	0.433	0.439
앞밑솔기점 연장분량	0.063×H	0.066×H	0.063×H
뒤밑솔기점 연장분량	0.126×H	0.132×H	0.127×H
앞중심경사각도 (배상부경사각도/3)	3.9°	3.6°	4.4°
뒤중심경사각도 (엉총아상부경사각도/2)	10.0°	9.1°	8.6°

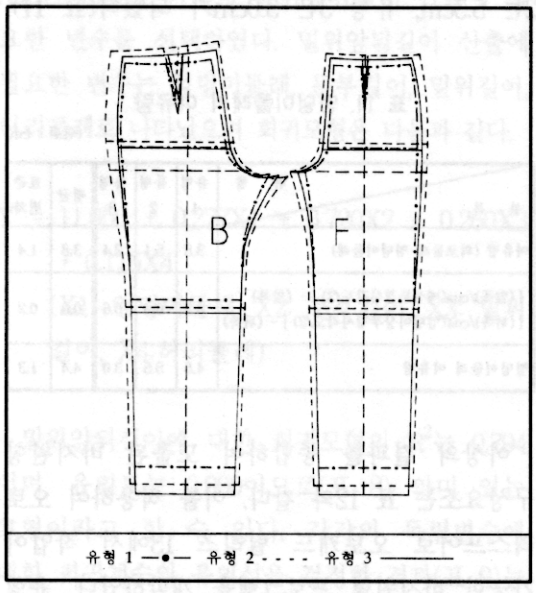

그림 6. 하반신 유형별 실험원형의 중합도

3.3 원형상 비교 결과 분석

원형 구성요소를 비교하기 위하여 피험자 3명의 신체치수로 제도한 원형 A, 원형 B, 실험원형의 계측 결과에 대하여 분산분석 및 사후검정을 실시하였으며 그 결과는 표 13과 같다.

9가지 계측항목 중 원형간에 유의적인 차이를 보인 계측부위는 앞면에서는 다트량, 다트길이, 앞중심경사각도로 나타났다. 앞다트량은 원형 A(2,5cm) > 원형 B(2.0cm) > 실험원형(1.1cm)의 순이다. 앞다트길이는 원형 A와 원형 B는 차이가 없고 실험원형이 9cm였다. 앞중심선경사각도는 실험원형이 4.0°로 가장 크며 원형 B(1.5°) > 원형 A(0°)의 순으로 세 원형간에 유의적인 차이가 있었다. 이외의 허리

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

둘레, 다트위치, 밑위길이, 엉덩이폭, 밑솔기점연장분량, 회음~무릎길이는 원형간에 차이가 없었다.

뒤면에서는 다트량, 다트길이가 유의적인 차이를 보였는데, 뒤다트량은 원형 A(3.5cm) > 실험원형(3.0cm) > 원형 B(2.0cm)의 순이며, 뒤다트길이는 원형 B(11.0cm) > 원형 A(10.5cm) > 실험원형(10cm)의 순이다. 뒤면의 허리둘레, 다트위치, 뒤중심선경사각도, 밑위길이, 엉덩이폭, 밑솔기점연장분량, 회음~무릎길이는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

3.4 착의평가

3.4.1 관능검사법에 의한 착의평가

3.4.1.1 외관 평가 결과

3명의 실험대상자에게 원형 A, 원형 B, 실험원형으로 제작한 실험의를 착의시켜 전문적 평가단 12명이 외관에 대한 관능검사를 실시하였으며, 결과에 대하여 분산분석 및 사후검정을 실시한 결과는 표 14와 같다.

앞면에서는 허리선의 위치, 다트의 위치, 다트의 길이, 허리·배·엉덩이·무릎·발목부위의 여유량에 대한 문항에서는 원형간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 모든 원형에서 긍정적으로 평가되었다. 허리선의 위치에 있어서 원형간에 유의적인 차이를 나타내지는 않았지만 앞밑위길이가 비교적 짧은 실험원형의 허리선이 보다 적절한 것으로 평가되었다. 낮은 점수를 받은 원형 A, B는 밑위길이가 길어 허리선의 위치가 높고 밑위길이부위에 주름이 생긴다는 평가자의 지적이 있었다. 회음부위의 여유량에 대한 문항에서는 원형간에 유의적인 차이를 보였는데, 밑솔기점분량이 다른 원형에 비해 길게 설정된 실험원형이 가장 긍정적으로 평가되었다. 앞면의 전체 평균에 있어서 원형간에 유의적인 차이를 보이지는 않았지만 실험원형이 가장 긍정적으로 평가되었다.

솔기의 수직여부에 관한 문항에서 원형간에 유의적인 차이가 나타났는데 엉덩이폭의 앞뒤

표 13. 원형계측치 평균과 사후검정 결과

(단위 : cm, °)

계측부위 \ 원형	앞면				뒤면			
	원형 A	원형 B	실험원형	p값	원형 A	원형 B	실험원형	p값
1.허리둘레	19.6	18.6	17.6	0.620	19.6	18.6	19.6	0.852
2.다트량	2.5 a	2.0 b	1.1 c	0.000	3.5 a	2.0 c	3.0 b	-
3.다트위치	8.0	7.8	6.9	0.343	7.1	8.0	7.3	0.543
4.다트길이	10.0 a	10.0 a	9.0 b	-	10.5 b	11.0 a	10.0 c	-
5.중심선경사각도	0.0 c	1.5 b	4.0 a	0.000	9.0	9.8	9.2	0.290
6.밑위길이	29.2	29.0	27.8	0.741	38.9	37.7	35.6	0.466
7.엉덩이폭	22.3	22.3	21.0	0.689	23.3	23.4	23.9	0.943
8.밑솔기점연장분량	5.6	4.8	5.6	0.221	10.6	9.5	10.9	0.246
9.회음~무릎길이	27.9	23.9	27.9	0.116	27.9	23.9	27.9	0.116

주) 사후검정(SNK test) 결과 $p<0.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타난 원형은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 점수는 a>b>c 순이다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

차가 가장 적은 원형 A가 실험원형과 원형 B에 비해 낮은 점수를 받았다.

뒤면에서는 허리선의 위치, 다트의 위치, 다트의 길이, 허리 · 희음 · 무릎 · 발목부위의 여유량에 관한 문항에서는 원형간에 유의적인 차이가 없었다. 배 · 엉덩이부위의 여유량에 관한 문항에서 원형간에 유의적인 차이를 보였는데, 다트량이 가장 적게 설정되어 있어서 엉덩이의 돌출을 수용하지 못한 원형 B가 부정적인 평가를 받았으며 가장 다트량이 많은 원형 A가 긍정적으로 평가되었다. 뒤밑길이의 당김에 관한 문항도 원형간에 유의적인 차이를 나타냈는데, 실험원형과 원형 A가 원형 B보다 당기지 않는 것으로 평가되었다. 뒤면의 전체 평균은 원형간에 유의적인 차이를 보이지는 않았지만 원형 A와 실험원형이 보다 긍정적으로 평가되었다.

전체적인 실루엣에 관한 문항에서 원형간에

표 14. 바지의 외관에 대한 평균과 사후검정 결과

문항 \ 원형		원형 A	원형 B	실험원형	p값
앞	1. 허리선의 위치는 적당한가?	3.64	3.33	3.72	0.148
	2. 다트의 위치는 적당한가?	3.47	3.72	3.55	0.435
	3. 다트의 길이는 적당한가?	3.42	3.61	3.44	0.617
	4. 허리부위의 여유량은 적당한가?	3.44	3.47	3.78	0.121
	5. 배부위의 여유량은 적당한가?	3.44	3.14	3.28	0.309
	6. 엉덩이부위의 여유량은 적당한가?	3.44	3.58	3.64	0.616
	7. 희음부위의 여유량은 적당한가?	3.08 b	3.42 ab	3.58 a	0.055
	8. 무릎부위의 여유량은 적당한가?	3.47	3.56	3.86	0.130
	9. 발목부위의 여유량은 적당한가?	3.78	3.75	3.89	0.689
	10. 앞 밑위길이의 여유량은 적당한가?	3.36	3.44	3.53	0.721
	11. 앞 밑위길이는 당기는가?	1.92	2.08	1.89	0.414
옆	12. 옆솔기는 일직선이면서 수직인가?	3.39 b	3.92 a	3.86 a	0.018
	13. 옆솔기선은 앞 · 뒤 폭을 균형있게 나누는가?	3.50	3.72	3.89	0.125
뒤	14. 허리선의 위치는 적당한가?	3.67	3.42	3.64	0.351
	15. 다트의 위치는 적당한가?	3.56	3.64	3.64	0.875
	16. 다트의 길이는 적당한가?	3.53	3.61	3.69	0.685
	17. 허리부위의 여유량은 적당한가?	3.50	3.36	3.67	0.322
	18. 배부위의 여유량은 적당한가?	3.61 a	2.84 b	3.33 a	0.000
	19. 엉덩이부위의 여유량은 적당한가?	3.69 a	3.14 b	3.53 b	0.019
	20. 희음부위의 여유량은 적당한가?	3.28	3.19	3.22	0.921
	21. 무릎부위의 여유량은 적당한가?	3.78	3.72	3.83	0.778
	22. 발목부위의 여유량은 적당한가?	3.86	3.83	4.06	0.282
	23. 뒤 밑위길이의 여유량은 적당한가?	3.61	3.17	3.56	0.059
	24. 뒤 밑위길이는 당기는가?	2.22 b	2.72 a	2.22 b	0.002
25. 전체적인 실루엣은 적당한가?		3.44 b	3.28 b	3.83 a	0.012
앞 평균 (1~10)		3.46	3.50	3.63	0.414
옆 평균 (12~13)		3.45 b	3.82 a	3.88 a	0.032
뒤 평균 (14~23)		3.61	3.39	3.62	0.164

주) 사후검정(SNK test) 결과 $p<0.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타난 원형은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 점수는 a>b 순이다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

유의적인 차이를 보였는데 실험원형이 가장 긍정적으로 평가되었다.

3.4.1.2 동작기능성 평가 결과

바지의 동작기능성을 평가하기 위해 바른 자세, 보통 걷기, 계단 오르기, 허리 굽히기, 의자에 앉기의 5가지 동작시의 편안함 정도를 피험자 자신이 평가하였으며, 뒤허리 처짐 분량과 바지부리 올라간 분량은 계측하였다. 동작기능성에 대한 평균과 사후검정 결과는 표 15에 나타나 있으며, 이원분산분석 결과는 표 16에 제시하였다.

허리선의 위치, 배둘레의 여유량, 엉덩이둘레의 여유량, 회음부위의 편안함 정도, 앞 밑위길이·뒤 밑위길이의 편안함 정도 등의 항목은 동작간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반면, 허리둘레의 여유량은 동작에 따라 유의적인 차이를 보여 바른 자세와 보통 걷기 동작에 비해 계단 오르기, 허리 굽히기, 의자에 앉기 동작에서 낮은 평가를 받았다. 이는 뒤허리처짐 분량이 의자에 앉기(5.89cm) > 허리 굽히기(5.21cm) > 계단 오르기(3.02cm) > 보통 걷기(1.46cm)> 바른 자세의 순으로 나타난 것에 기인하는 것이다. 바지부리 올라간 분량도 동작에 따라 유의적인 차이를 보였으며, 의자에 앉기(5.11cm) > 계단 오르기(5.03cm) > 허리 굽히기(3.36cm) > 보통 걷기(1.54cm) > 바른 자세의 순으로 나타났다.

바지의 동작기능성을 원형과 동작의 두가지 수준에서 이원분산분석해 본 결과 원형에 의한 유의적인 차이는 모든 항목에서 나타나지 않았고, 원형과 동작의 상호작용에 의한 유의적인 차이도 나타나지 않았으므로(표 16) 어느 동작을 많이 하는가 하는 착의 목적을 고려하여 원형을 설계해야 할 것으로 사려된다.

3.4.2 3D Scanner에 의한 착의평가

비접촉 3차원 계측법에 의해 작성된 착의단면도 상에서 인체에서 의복까지의 거리인 공극길이를 측정하여 착의평가를 실시하였다. 유

표 15. 바지의 동작기능성에 대한 평균과 사후검정 결과

문항 \ 동작						p값
1. 허리선의 위치가 적당한가?	4.00	3.89	3.89	3.44	3.22	0.045
2. 허리둘레의 여유량이 적당한가?	3.67 a	3.89 a	3.33 ab	3.22 ab	2.56 b	0.004
3. 배둘레의 여유량이 적당한가?	3.33	3.56	3.33	3.22	3.22	0.868
4. 엉덩이둘레의 여유량이 적당한가?	3.78	3.67	3.44	3.67	3.44	0.736
5. 회음부위가 편안한가?	3.89	3.44	3.56	3.56	3.44	0.613
6. 대퇴둘레(넙적다리)부위가 편안한가?	3.67	3.11	2.67	3.67	2.89	0.046
7. 앞 밑위길이가 편안한가?	3.44	3.44	3.44	3.33	3.22	0.882
8. 뒤 밑위길이가 편안한가?	3.22	3.44	2.89	3.22	3.22	0.403
9. 전체적으로 편안한가?	4.00 a	3.89 ab	3.44 ab	3.67 ab	3.33 b	0.024
10. 뒤허리 처짐 분량(cm)	0.00 d	1.46 c	3.02 b	5.21 a	5.89 a	0.000
11. 바지부리 올라간 분량(cm)	0.00 d	1.54 c	5.03 a	3.36 b	5.11 a	0.000

주) 사후검정(SNK test) 결과 $p<0.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타난 동작은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 점수는 a>b>c>d 순이다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

형 1의 착의단면 중합도는 그림 7과 같으며, 체형 유형에 따른 각도별 · 부위별 평균공극길이는 표 17과 표 18에 제시하였고, 부위별 평균공극길이는 그림 8에 막대그래프로 나타냈다.

표 16. 바지의 동작기능성에 대한 이원분산분석 결과

유의도 / 문항	원형의 p값	동작의 p값	상호작용의 p값
1. 허리선의 위치가 적당한가?	0.422	0.059	0.537
2. 허리둘레의 여유량이 적당한가?	0.089	0.007 *	0.889
3. 배둘레의 여유량이 적당한가?	0.101	0.858	0.569
4. 엉덩이둘레의 여유량이 적당한가?	0.146	0.755	0.865
5. 회음부위가 편안한가?	0.415	0.636	0.619
6. 대퇴둘레(넙적다리)부위가 편안한가?	0.719	0.080	0.841
7. 앞 밑위길이가 편안한가?	0.926	0.871	0.192
8. 뒤 밑위길이가 편안한가?	0.855	0.510	0.964
9. 전체적으로 편안한가?	0.140	0.025 *	0.568
10. 뒤허리 처짐 분량(cm)	0.422	0.000 *	0.985
11. 바지부리 올라간 분량(cm)	0.601	0.000 *	0.887

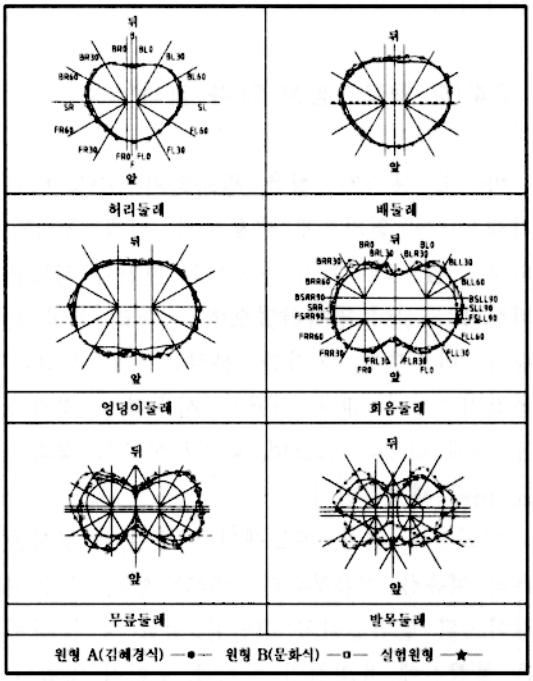

그림 7. 하반신 유형 1의 부위별 착의단면 중합도

표 17. 허리 · 배 · 엉덩이둘레의 공극길이에 대한 평균 및 사후검정 결과

(단위 : mm)

부위원형 / 각도	허리 원형 A	허리 원형 B	허리 실험원형	허리 p값	배 원형 A	배 원형 B	배 실험원형	배 p값	엉덩이 원형 A	엉덩이 원형 B	엉덩이 실험원형	엉덩이 p값
SR	3.0	2.9	3.1	0.999	6.9	5.0	4.6	0.721	13.8	14.7	8.4	0.317
FR60°	2.3	1.0	1.5	0.794	4.4	1.4	1.8	0.302	4.2	3.0	2.2	0.708
FR30°	2.9	1.6	2.3	0.845	5.0	2.5	1.9	0.506	4.4	2.5	3.2	0.589
FR0°	0.4	1.5	0.6	0.422	4.3	0.9	1.0	0.314	18.7	9.7	13.0	0.213
F	1.5	3.8	0.4	0.535	3.1	2.5	0.7	0.360	13.8	10.8	11.1	0.781
FL0°	1.8	3.8	1.3	0.498	1.5	2.1	0.7	0.468	17.3	15.0	14.1	0.806
FL30°	1.6	0.5	0.3	0.382	1.3	2.8	0.7	0.286	3.6	3.5	7.9	0.565
FL60°	4.4	3.5	3.9	0.908	4.5	4.1	3.2	0.796	2.3	2.5	4.1	0.731
SL	2.7	2.3	3.2	0.849	3.6	5.1	1.9	0.547	8.0	10.8	7.2	0.812
BL60°	1.9	2.1	3.8	0.603	1.9	4.8	0.9	0.169	4.1	4.6	3.1	0.864
BL30°	0.9	0.4	1.1	0.424	1.6	3.2	2.5	0.697	5.4	3.1	3.0	0.485
BL0°	3.9	2.2	4.5	0.375	5.9	2.1	3.1	0.469	8.6	6.4	6.3	0.730
B	8.0 a	3.1 b	6.4 a	0.011	5.0	4.2	2.5	0.706	8.2	7.8	4.9	0.348
BR0°	3.1	1.4	2.7	0.404	3.0	5.8	3.3	0.562	6.5	8.8	7.0	0.868
BR30°	2.6	1.4	2.0	0.862	6.9	7.6	5.5	0.942	5.4	3.5	4.9	0.769
BR60°	2.5	3.2	1.6	0.727	4.1	5.8	2.9	0.687	2.2	3.9	3.8	0.548
평균	2.7	2.2	2.4	0.757	3.9	3.7	2.3	0.492	7.9	6.9	6.5	0.349
앞평균(SR~FL60)	2.2	2.3	1.7	0.799	3.9	2.7	1.8	0.294	9.8	7.7	8.0	0.425
뒤평균(SL~BR60)	3.2	2.0	3.2	0.194	4.0	4.8	2.8	0.607	6.0	6.1	5.0	0.791

주) 사후검정(SNK test) 결과 $p<0.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타난 원형은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 점수는 a>b 순이다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

표 18. 회음·무릎·발목둘레의 공극길이에 대한 평균 및 사후검정 결과

(단위 : ㎜)

부위/원형 / 각도	회 음				무 릎				발 목			
	원형 A	원형 B	실험 원형	p값	원형 A	원형 B	실험 원형	p값	원형 A	원형 B	실험 원형	p값
SRR	10.8	13.3	4.6	0.073	14.0	9.4	21.8	0.147	59.7	27.2	60.3	0.050
FSRR90°	11.6	12.5	3.5	0.257	14.3	10.2	21.5	0.179	52.5 a	30.6 b	58.2 a	0.019
FRR60°	4.6	3.2	1.9	0.689	17.9	15.2	19.5	0.837	34.2	28.8	46.7	0.667
FRR30°	1.4	2.0	2.4	0.887	25.4	19.6	22.5	0.810	25.8	20.3	42.2	0.460
FR0°	10.2	8.8	7.0	0.650	18.5	13.3	9.2	0.435	33.8	21.5	19.8	0.496
FRL30°	10.9	7.5	7.2	0.789	4.8	3.9	1.5	0.452	25.6	14.2	14.5	0.570
FLR30°	15.3	11.4	8.1	0.483	7.0	3.0	3.4	0.469	21.5	16.5	19.5	0.961
FL0°	10.5	10.5	12.1	0.959	18.4	10.8	12.7	0.567	25.0	20.6	22.1	0.929
FLL30°	4.6	3.6	6.2	0.742	27.5	19.5	15.0	0.084	38.7	34.6	34.5	0.928
FLL60°	1.7	3.2	2.8	0.636	14.8	19.1	22.5	0.794	36.3	45.1	45.0	0.627
FSLL90°	4.6	3.2	1.9	0.689	19.9	16.5	25.8	0.687	45.6	53.5	43.2	0.368
SLL	9.7	8.9	4.4	0.375	20.7	15.9	25.2	0.660	43.1	50.4	43.2	0.714
BSLL90°	9.6 a	11.3 a	4.3 b	0.040	20.6	15.6	24.8	0.637	41.0	49.6	46.6	0.832
BLL60°	5.5	3.8	4.3	0.768	18.6	21.1	23.7	0.816	32.8	39.9	40.8	0.841
BLL30°	5.7	14.0	6.9	0.148	22.4	19.3	21.0	0.916	37.0	36.5	42.9	0.865
BL0°	8.5	4.8	9.5	0.679	14.0	16.8	13.4	0.823	30.5	28.6	31.2	0.955
BLR30°	4.0	1.8	2.2	0.579	10.7	11.1	9.3	0.947	14.9	7.2	10.4	0.351
BRL30°	11.9	4.5	5.2	0.513	10.1	15.4	12.4	0.264	12.4	22.3	10.2	0.288
BR0°	14.6	10.0	7.1	0.183	18.7	14.7	16.8	0.891	28.3	36.5	26.8	0.469
BRR30°	3.9	8.9	9.4	0.256	18.7	23.6	22.5	0.763	38.7	41.6	42.7	0.950
BRR60°	5.2	6.1	3.8	0.687	11.3	12.7	19.1	0.656	41.2	33.2	41.6	0.620
BSRR90°	9.2	10.8	6.1	0.501	14.5	9.6	21.5	0.174	57.9	33.3	57.6	0.189
평균	8.0 a	7.8 a	5.6 b	0.013	16.5	14.4	17.5	0.511	35.3	31.5	36.4	0.408
앞평균(SRR~FSLL90)	7.9	7.8	5.4	0.546	15.8	15.4	18.8	0.423	36.2	28.4	36.9	0.444
뒤평균(SLL~BSRR90)	8.2	8.0	5.9	0.316	잘못된 계산식	잘못된 계산식	잘못된 계산식	0.544	34.3	34.5	35.8	0.980

주) 사후검정(SNK test) 결과 $p<0.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타난 원형은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 점수는 a>b 순이다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

허리둘레의 경우, 평균공극길이는 원형 A(2.7mm) > 실험원형(2.4mm) > 원형 B(2.2mm)의 순으로 원형간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 원형별로 유의적인 차이를 보인 각도는 B였다.

배와 엉덩이둘레의 경우에는 평균공극길이에 있어서 원형간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 원형별로 유의적인 차이를 보인 각도도 나타나지 않았다.

회음둘레의 경우, 평균공극길이는 원형 A(8.0mm) > 원형 B(7.8mm) > 실험원형(5.6mm)의 순으로 원형간에 유의적인 차이를 보였으나, 앞·뒤를 각각 살펴보면 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 원형별로 유의적인 차이를 나타낸 각도는 BSLL90°였다. 회음부위 여유량의 적합성에 관한 외관 평가에 있어서 실험원형이 가장 긍정적으로 평가된 것으로 보아 공극길이가 너무 길지 않아야 주름이 생기지 않고 외관이 좋은 것으로 생각된다.

무릎과 발목둘레의 경우에는 평균공극길이가 원형간에 유의적인 차이를 보이지 않았는데 이는 무릎과 발목부위의 제도방법이 같기 때문으로 볼 수 있다.

이와 같이 공극길이는 인체의 돌출부위에서는 적게 나타나며, 원형상의 치수와 유사한 경향을 나타냄을 알 수 있다.

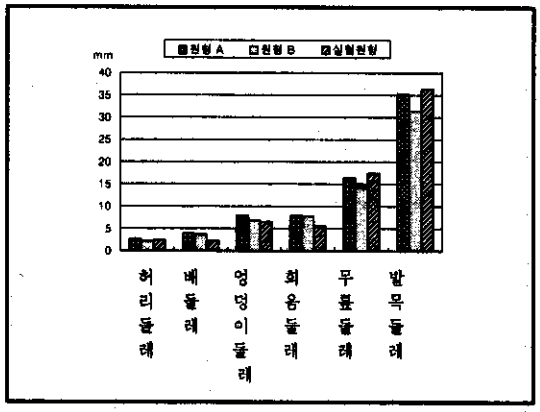

그림 8. 부위별 평균 공극길이

3.5 연구원형 제시

3D Scanner에 의한 수평단면 중합도와 체표평면전개도에 의해 바지원형 설계자료를 산출하였으며, 밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형을 적용시켰고, 관능검사법과 비접촉 3차원계측법에 의한 착의평가를 실시하여 CAD를 활용한 여아용 아동복 바지원형의 자동제도 프로그램을 제시하였다.

앞·뒤허리폭은 (W/4 + 다트)로 앞다트는 유형에 따라 0.8~1.4cm의 범위를 갖는데 평균값인 1.3cm로 설정하였으며, 뒤다트는 3cm로 설정하였다. 허리둘레에는 착용자에 따라 전체 허리둘레에 0.3cm의 여유량을 가산할 수 있다. 앞·뒤폭은 (H/4 ± 앞뒤차 + 여유량)으로 앞뒤차는 유형에 따라 1.1~1.6cm의 범위로 하며, 여유량은 0.6~1.3cm의 범위로 하되 평균값은 앞뒤차가 1.5cm, 여유량은 1.0cm이다. 다트의 위치 및 길이에 있어서 앞다트는 바지중심선상에 설정하였으며, 길이는 9cm,

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

뒤다트는 (뒤허리폭/2) - 1.0cm로 설정하였으며, 길이는 10cm로 설정하였다. 밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형은 [밑위앞뒤길이 = 11.056 + 0.277×(엉덩이둘레) + 0.720×(둔부길이) + 0.260×(밑위길이) + 0.116×(허리둘레)]이다. 이외에 밑위앞뒤길이에 대한 밑위앞길이의 비는 0.44로, 앞밑솔기점 연장분량은 0.06×H로, 뒤밑솔기점 연장분량은 0.13×H로, 앞중심경사각도는 4.0°, 뒤중심경사각도는 9.2°로 설정하였다. 연구원형의 구성요소는 표 19와 같으며, 자동제도 프로그램은 표 20에 제시하였다.

오토캐드(AutoCAD) 상에서 "(load "a:slacks")"라는 명령으로 자동제도 프로그램을 적재시킨 후 "slacks"라고 입력하면 원형제도에 필요한 치수인 허리둘레, 엉덩이둘레, 바지길이, 둔부길이, 밑위길이를 대화식으로 묻게 된다(그림 9).

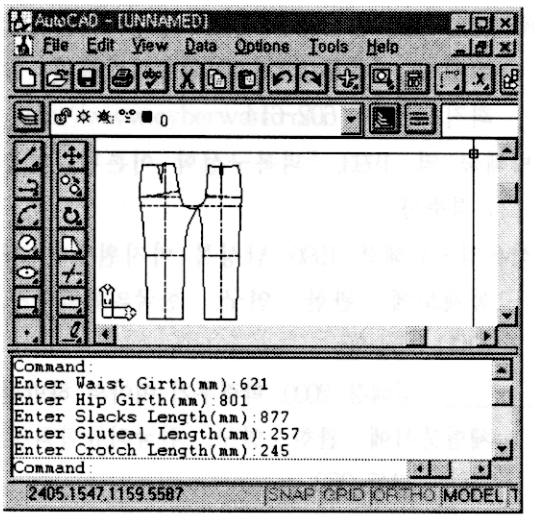

그림 9. 바지원형 자동제도 프로그램의 실행 창

표 19. 연구원형 구성요소

항 목	구 성 요 소
앞허리폭	W/4 + D (1.3cm)
뒤허리폭	W/4 + D (3.0cm)
앞폭	H/4 - 앞뒤차 (1.1~1.6cm) + 여유량 (0.6~1.3cm)
뒤폭	H/4 + 앞뒤차 (1.1~1.6cm) + 여유량 (0.6~1.3cm)
다트위치 앞다트 뒤다트	바지중심선상 (뒤허리폭/2) - 1.0cm
다트길이 앞다트 뒤다트	9cm 10cm
밑위앞뒤길이에 대한 회귀모형	밑위앞뒤길이 = 11.056 + 0.277×(엉덩이둘레) + 0.720×(둔부길이) + 0.260×(밑위길이) + 0.116×(허리둘레)
밑위앞뒤길이에 대한 밑위앞길이의 비	0.44
앞밑솔기점 연장분량	0.06×H
뒤밑솔기점 연장분량	0.13×H
앞중심 경사각도	4.0°
뒤중심 경사각도	9.2°

입력된 개인의 인체치수에 의해 바지원형이 자동제도 되기 때문에 소비자에게 주문복과 같은 만족도를 줄 수 있을 것이다. 학령후기(10~11세) 여아의 평균치수에 의해 자동제도 된 연구원형은 그림 10과 같다.

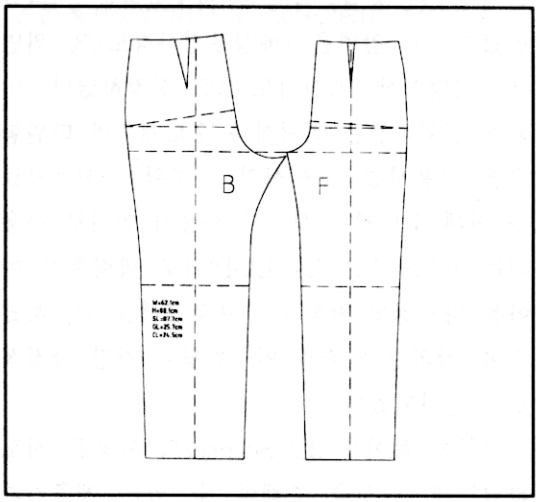

그림 10. 자동제도에 의한 바지 연구원형

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 3D Scanner를 활용하여 학령후기 여아의 인체 형상을 파악하여 아동용 바지 설계에 대한 자료 및 컴퓨터 자동제도에 의한 연구원형을 제시하였으며, 착의평가를 통하여 바지원형의 적합성을 검정하였다.

3D Scanner에 의한 하반신 수평단면중합도에 의해 원형의 앞뒤차, 여유량, 다트량 및 옆선삭제량을 설정하였으며, 원형상에서의 앞·뒤밑솔기점연장분량은 엉덩이두께의 80%에 대하여 앞쪽에 1/3, 뒤쪽에 2/3를 설정하였다. 엉덩이둘레 여유량은 외포둘레와 엉덩이둘레의 차이 이외에 체표평면전개도를 뒤상부경사각도만큼 회전시켰을 때 생기는 치수를 더하였다. 중심선경사각도는 배상부경사각도와 엉덩이상부경사각도의 1/2로 설정하여 착의 보정한 결과 앞중심선경사각도가 커서 바지중심선이 너무 중심선쪽으로 치우쳤다는 지적을 받았으므로 앞면은 (배상부경사각도)/3, 뒤면은 (엉덩이상부경사각도)/2로 설정하였다. 이외에 밑위곡선은 회귀식과 오토캐드의 타원함수를 적용시켰다. 이상의 바지원형 설계자료에 의해 오토캐드 상에서 사용자 언어로 사용되는 오토리스프(AutoLISP)어로 학령후기 여아용 바지원형 자동제도 프로그램을 제시하였으며, 착의평가 결과 연구원형이 가장 긍정적으로 평가되었다.

의류학 분야에 3D Scanner의 활용을 시도하였는데, 전신을 스캔할 수 있는 계측기의 사용이 바람직하며, 앞으로 학령기 전반에 걸친 후속연구가 이루어진다면 여러 연령대의 소비자에게 만족감을 줄 수 있는 아동복 제작에 기여할 수 있을 것이다.

참고 문헌

국립기술품질원. 1997. 국민표준체위조사.

김찬우. 1994. **『설계자동화를 위한 Auto LISP』** 서울 : 도서출판 청호.

김혜경 · 강혜원. 1983. **『어린이의 의복』** 서울 : 연세대학교 출판부.

_____ · 권숙희 · 김순자 · 박은주 · 서추연 · 이숙녀 · 전은경 · 조정미. 2000. **『피복인간공학 실험설계방법론』** 서울 : 교문사.

나경희. 1994. **슬랙스의 신체 적합성에 관한 연구-밑위길이 측정방법을 중심으로-**, 석사학위논문. 이화여자대학교 대학원.

박재경 · 임원자. 1994. **슬랙스원형의 밑위앞뒤길이 여유분에 관한 연구.** 한국의류학회지. 18(5) : 602-614.

박혜숙 역. 1993. **『피복구성학 이론편』** 서울 : 경춘사.

석은영 · 김혜경. 1996. **남성복 바지원형의 자동제도에 관한 연구.** 한국의류학회지. 20(1) : 54-65.

_____ · 김혜경. 2000. **학령후기 여아의 하반신 체형분석에 관한 연구.** 한국의류학회지. 24(3) : 345-352.

정영진. 1989. **Personal Computer를 이용한 의복원형 제도 및 변형에 관한 연구.** 석사학위논문. 서울대학교 대학원.

조윤주. 1994. **비만체형을 위한 바지원형 연구**

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

-학령기 남아를 중심으로 -. 석사학위논문. 부산대학교 대학원.

조진숙 · 임원자. 1993. **컴퓨터를 활용한 바지 원형의 밑위 연구**. 서울대 생활과학연구. 18 : 105-118.

平澤和子. 1985. **平面製圖法における形態因子(第1報)**. 家政學雜誌. 36(3) : 194-202.

_____. 1987a. **平面製圖法における原型の形態因子(第2報)**. 日本家政學會誌. 38(1) : 47-52.

_____, 議田 活. 1987b. **平面製圖法における原型の形態因子(第3報)**. 日本家政學會誌. 38(4) : 301-309.

_____. 1988. **平面製圖法における原型の形態因子(第4報)**. 日本家政學會誌. 39(10) : 1091-1098.

恒川久子 · 樋口 ゆき子. 1995. **クラスター分析による腰部體型のパターン分析**. 日本家政學會誌. 46(5) : 439-446.

http://www.cyberware.com

저자 소개

◈ 석은영

연세대학교 생활과학대학 의류환경 전공 학사 · 석사 · 박사

현재 연세대학교 의류과학연구소 전문연구원
연세대학교, 한성대학교, 배화여자대학, 장안대학, 부천대학 강사

◈ 김혜경

연세대학교 생활과학대학 교수 · 학장
전국가정대학장협의회 회장
오자노미즈대학 객원교수
한국의류학회 회장
연세대학교 의류과학연구소 소장
현재 연세대학교 생활과학대학 명예교수

논문접수일 (Date Received): 2002/3/2
논문게재승인일(Date Accepted): 2002/8/7

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.