

3차원 스캐너를 이용한 20대 남성의 하반신 신축량 분석

A study of the variations by motion of the Lower body Using 3D Body Surface Scan Data of a man in his early twenties

충남대학교 의류학과
강사 손부현
교수 홍경희*

Dept. of Clothing and Textiles, Chungnam National University
Lecturer : Boohyun Sohn
Professor : Kyunghi Hong

Abstract

This study is to research on the rate of expansion or contraction according to movement of the lower body of the man their twenties using Rapid Form software. And aim of this study is to get information of ease allowance in developing slacks pattern using 3D body surface scan data through comparison with existing slacks patterns.

Considering on the contraction and expansion according to movement, it need to set the more ease allowance in hip circumference than waist circumference, and the more ease allowance in back hip width than front hip width in slacks. In crotch length, the length of front crotch is revealed contraction but the length of back crotch is revealed expansion. It is desirable lowering front waist line and raising back waist line to possess ease allowance in back crotch area. The length of side seam is revealed a little expansion but the length of inseam is showed a great expansion.

To develop slacks pattern of scientific approach using 3D body surface scan data, it need to analysis the rate of expansion and contraction of the lower body based on the movement, shear deformation, slip in fabrics and skin, or in fabrics and fabrics, and slip down from waist line.

Key Words : 3D body scanner, Lower body, Variations by motion, Slacks Pattern

I. 서론

선진국을 비롯한 세계 각국에서 자국 제품들의 경쟁력을 확보하고 국제 시장에서의 새로운 기술선점을 위하여 앞다투어 3차원 인체측정기술을 개발하고 3차원 인체측정 자료를 활용한 다양한 연구를 구체화하고 있다. 우리나라에서도 2003년에서 2004년까지 2년간 실시된 Size Korea (사이즈 코리아) 인체측정 사업은 의류뿐만 아니라 국내 산업의 국제경쟁력과 직결될 수 있는 산업계의 자료로 활용될 수 있을 것이다.

많은 프로젝트가 실제로 MTM(made to measure)테일러링과 e-business분야에 진행되고 있으며, 3차원 인체측정 자료가 소비자의 이해를 돕기 위한 Avatar 서비스나

Virtual try-on 등 가상현실에서의 프로그램이나 표준형의 인체와 의복의 모델링과 관련된 e-business에서는 어느 정도 효과적으로 활용되고 있다. 그러나 이와 같은 마케팅이나 홍보와 관련된 외형적인 발전에 비해 의복의 공학적 연계에는 3차원 인체형상이 아직은 충분히 활용되지 못하고 있다. 다양한 체형을 가진 소비자들이 몸에 잘 맞는 의복을 손쉽게 구입하거나 그들 체형에 맞는 의복을 제작하기 위해서는 인체 형상을 정량적으로 측정할 수 있어야 하며, 동작에 따른 인체의 변화를 파악하여 여유량을 설정하고 적절한 위치에 여유량을 부여해야 할 것이다.

3차원 측정기가 보급되면서 의류분야에서 인체의 3차원 형상을 분석하기 위한 방법론에 대한 연구(김민효, 남윤자, 2001; 김혜경 외, 2000; 이정임, 주소령, 2004), 3차원 인체형상 데이터를 관련 소프트웨어와 CAD를 이용하여

* Corresponding author: Kyunghi Hong
Tel: 042) 821-6828, Fax: 042) 822-8283
E-mail: khhong@cnu.ac.kr

밀착패턴을 추출하는 연구(최명해 외, 2007; 최영림 외, 2006; 윤미경 외 2007), 3차원 인체형상 데이터를 직접 2차원 평면화하여 밀착패턴을 추출하는 연구(이희란, 홍경희, 2005; 정연희, 홍경희. 2006; Jeong et al., 2006, Krzywinski et al, 2005), 남자 바지패턴 설계에 관한 연구(손부현, 2008)가 활발하게 이루어지고 있다.

특히 밀착패턴에서 여유량이 있는 바지패턴으로 전개하기 위해서는 어느 위치에 얼마만큼의 여유량을 분포시킬 것인가가 중요하다고 하겠다. 이를 위해 인체의 신축율을 구하는 방법으로 석고나 한지(함옥상, 1981), 미연신사(間壁治子, 2000) 등을 이용하여 체표면의 변화율을 구하기도 한다. 그러나 이러한 직접법은 시간과 노력이 많이 들고 피험자측에서도 거부감이 커서 많은 사람을 실험하기 힘들다. 또 미연신사를 이용한 동작에 따른 체표면의 변화율은 가로, 세로, 바이어스방향 등의 변화율을 알 수 있을 뿐 동작 전후의 신장 및 수축에 대한 정량적인 값을 알기 어렵다.

이러한 점을 극복하기 위해 근래에 상용화되고 있는 3차원 스캐너를 사용하면 인체 표면 데이터가 수학적인 좌표로 얻어지므로 계산에 의해 정확하고 간편하게 체표면적이 나 길이 변화율을 측정할 수 있다. 또 이 자료를 직접 패턴캐드로 받아서 패턴으로 전개할 수 있는 장점이 있다.

따라서 본 연구에서는 무릎굽힘 자세와 걷기 및 허리굽힘 동작에 따른 자세를 가지고 3차원 인체표면 스캔 데이터를 습득하여 인체 하반신의 신축율을 구하고 이를 분석함으로써 바지패턴의 앞판과 뒤판, 또는 엉덩이부위와 다리부위에서의 신축 특성을 알아보고 바지 패턴과 비교 고찰함으로써 3차원 인체스캔 데이터를 통한 바지패턴 제작시 여유량 설정이나 여유량 부여 위치에 관한 정보를 제공하고자 한다. 특정 동작이 반복되는 기능복이나 장애인 복과 같은 특수복 패턴을 3차원 인체스캔 데이터를 통하여 얻고자 할 때 기초자료로 이용될 수 있을 것이다. 이를 위해 먼저 3차원 인체표면 스캔데이터를 가지고 소프트웨어(Rapidform 2001 INUS technology, INC., Korea)를 이용하여 인체 자세별 신축율을 구하는 방법을 제시하고, 산출된 신축율로 자세에 따른 인체의 신축 특성을 고찰하였다.

II. 연구방법

1. 피험자 선정

<표 1>은 2003년에서 2004년까지 2년간 실시된 Size Korea(사이즈 코리아) 인체측정 사업에서 제시한 20~24세

<표 1> 피험자의 인체 치수 (cm)








계측 항목	피험자	20-24세	
		평균	표준편차
신장	187.0	173.8	5.8
몸무게(kg)	74.0	69.5	10.2
나이(세)	24		
허리높이	113.1	107.5	4.4
배꼽수준 허리높이	109.0	102.5	4.2
엉덩이높이	92.8	85.5	3.9
살(넙다리상부)높이	83.4	80.0	3.8
발목높이	12.3	-	-
무릎높이	49.8	44.8	2.6
넙다리높이	66.6	-	-
허리둘레	75.3	77.7	7.5
배꼽수준 허리둘레	80.5	79.7	7.8
엉덩이둘레	97.0	94.6	5.5
넙다리상부둘레	54.3	56.4	4.8
넙다리둘레	47.5	51.7	4.3
무릎둘레	38.5	37.2	2.3
종아리둘레	37.8	-	-
발목둘레	23.5	26.0	1.2
살 앞뒤길이	84.0	76.4	5.6
배꼽수준 살 앞뒤길이	68.5	66.2	4.5
허리너비	27.1	27.9	2.7
배꼽수준 허리너비	30.3	28.6	2.4
엉덩이너비	36.3	33.2	1.8
허리두께	18.9	20.0	2.5
엉덩이두께	23.2	23.8	2.2
배꼽수준 허리두께	17.7	19.7	2.4

남성 인체치수의 평균과 표준편차와 본 연구의 피험자 인체 치수를 제시하였다. 본 피험자는 평균 치수보다 높이 항목에서 상대적으로 크나 본 연구가 3차원 인체측을 이용한 연구로 개인별 맞춤을 위해 각 개인의 체표면 데이터를 가지고 전개하였으며, 인체의 신축 특성 파악에 주요점을 두고 실시하였다.

2. 연구 내용

1) 자세 및 기준선 설정

3차원 스캐너(Whole body color 3D scanner Model WB4, Cyberware, Inc., USA)와 소프트웨어(Rapid form 2001 INUS technology, INC., Korea)를 이용하여 선행연구(間壁治子, 2000)와 현재 3차원 스캔 특성상 문제점이 발생되지 않는 범위의 자세, 즉 정자세, 앉는 자세를 따르는 무릎관절을 30도, 45도, 60도 굽힌 자세, 걷는 동작 2가지, 허리굽힘 동작 2가지 유형([그림 1] 참조)을 스캔하여 분석하였다. 먼저 인체에 기준선을 그린 후 스캔하였으며,

무릎굽힘각도에 따른 자세			동작에 따른 자세	
유형	전면	측면	유형	측면
정자세			걷는동작 I	
무릎굽힘 30도			걷는동작 II	
무릎굽힘 45도			허리굽힘동작 I	
무릎굽힘 60도			허리굽힘동작 II	

[그림 1] 무릎굽힘각도 및 동작에 따른 자세

스캔한 자료를 Rapid form을 이용하여 기존의 인체위의 기준선을 따라 분할선을 생성하여 신축율을 분석하였다. 이때 스캔한 자료에서 hole이 생긴 살부위는 curvature형태의 bridge를 세워 surface를 체표면의 형상에 따라 curvature로 메꾸어 사용하였다.

기준선은 바지제작을 위해 필요한 기준선으로 하였으며 배꼽수준 허리둘레선, 엉덩이둘레선, 대퇴상부둘레선, 대퇴둘레선, 무릎둘레선, 앞뒤 살, 다아트가 형성되는 바지 접합선과 옆선(side seam), 안술기선(inseam)으로 설정하였다.

2) 3차원 인체표면 스캔데이터를 이용한 피부신축 분석

3차원 영상 분석은 Rapid Form2004에서 실시하였으며, 스캔한 데이터의 3차원 형상위에 기존의 인체상의 기준선을 따라 분할선을 생성하고 전개하고자 하는 블록(block)으로 분할하였다.

가로방향의 기준선은 배꼽수준 허리둘레선, 엉덩이둘레선, 대퇴상부둘레선, 대퇴둘레선, 무릎둘레선으로 설정하였으며, 세로방향의 기준선은 배꼽수준의 허리둘레선에서 무릎둘레선까지의 길이로 앞뒤 살, 앞뒤 바지접합선, 옆선, 안술기선으로 설정하여 앞판에서 16개, 뒤판에서 16개의 블록을 형성하였다.

분석과정은 스캔된 인체위의 기준선을 따라 클릭해서 Rapid form 상에 기준선을 만들어 각 교차지점을 절단하고 각 분절선을 클릭하여 [그림 2]에 보이는 것처럼 클릭한 분할선의 길이(Length of Curve)를 산출, 각 동작별 분할선의 길이를 측정하였다.

각 자세별 분할면의 가로, 세로축으로의 변화된 길이를 측정하여 정자세에 대한 신축율을 다음식으로 구하였다.

$$\text{신축율} = \frac{\text{자세별 측정치} - \text{정자세의 측정치}}{\text{정자세의 측정치}} \times 100$$

3) 자세에 따른 피부신축량과 기존 바지패턴과의 고찰

본 실험에서 구한 동작시 각 인체부위에서의 신축율로 기존의 바지 패턴제도법 중에서 인체 각 부위의 치수항목을 반영하고 있는 패턴 제도법(Ann Hagggar, 2004)과 비교 검토하였다.

둘레항목에서의 치수비교는 앞판과 뒤판의 여유량 및 신축율을 합하여 비교하고, 각각의 앞뒤판 패턴에 반영하기 위해서는 앞판과 뒤판으로 구분하여 분석하였다. 길이항목에서는 바지가 골반부와 다리를 구분하여 피복하는 구조를 고려하여 허리둘레선에서 대퇴상부둘레선까지, 대퇴상부둘레선에서 무릎둘레선까지로 구분하여 변화량을 살펴보았다.

III. 결과 및 고찰

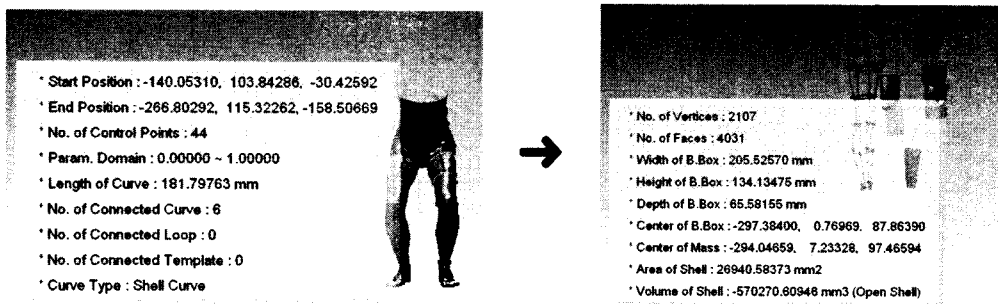
1. 자세에 따른 가로방향의 신축율

1) 무릎굽힘각도에 따른 가로방향의 신축

정자세에 대한 무릎굽힘각도에 따른 체표면의 변화에 대하여 <표 2>에 각 블록별로, 앞판의 둘레에 해당하는 블록과 뒤판에 해당하는 블록으로, 또 전체앞뒤 둘레로 구분하여 이에 해당하는 변화량과 신축율을 제시하였다. 이것은 인체의 한쪽 다리에서 추출한 데이터로 너비 및 둘레치수는 전체의 1/2에 해당하는 치수이다.

[그림 3]은 무릎굽힘각도에 따라 가로방향의 피부에서의 신축율을 그래프로 나타낸 것이다. 60도 무릎굽힘동작에 따른 대퇴사두근과 대퇴이두근의 이완과 수축으로 앞대퇴상부너비의 신장과 뒤대퇴너비의 수축이 두드러진다.

또 무릎굽힘각도를 30도와 45도로 한 자세에서는 가로방향의 신축경향이 유사하나 60도 굽힌 자세에서는 앞대



[그림 2] 분할선 생성 및 Block별 분할

<표 2> 무릎굽힘각도에 따른 가로방향의 치수변화 및 신축율

mm(신축율%)

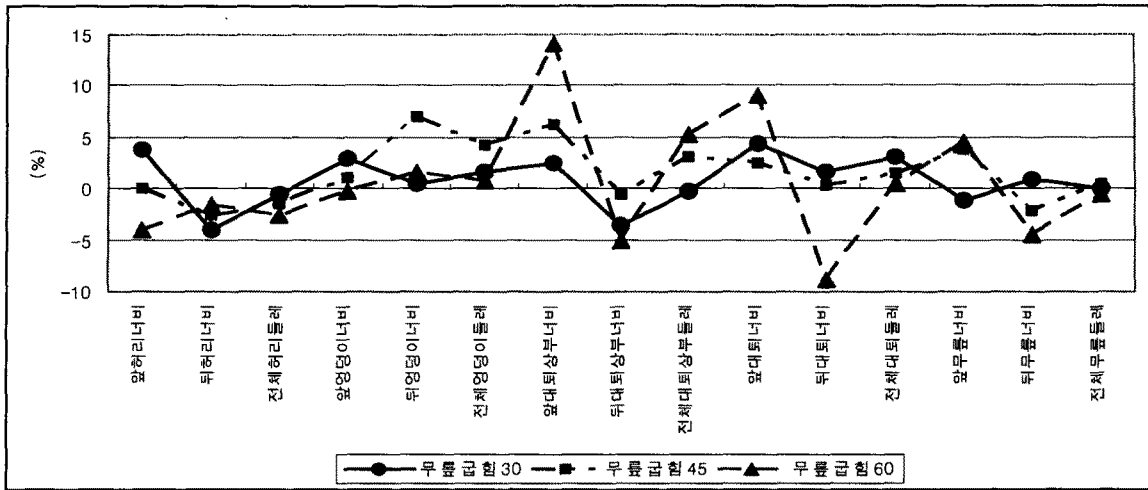
구분	정자세	무릎굽힘30도	무릎굽힘45도	무릎굽힘60도
FW1*	96.5	100.4 (4.0)	95.6 (-0.9)	95.9 (-0.6)
FW2	91.6	94.9 (3.6)	92.5 (1.0)	84.6 (-7.6)
배꼽수준 앞허리너비/2	188.1	195.3 (3.8)	188.1 (0.0)	180.5 (-4.0)
BW1	98.6	91.9 (-6.8)	100.6 (2.0)	93.1 (-5.6)
BW2	130.0	127.6 (-1.8)	122.0 (-6.2)	132.1 (1.6)
배꼽수준 뒤허리너비/2	228.6	219.5 (-4.0)	222.6 (-2.6)	225.2 (-1.5)
배꼽수준 전체허리둘레/2	416.7	414.8 (-0.5)	410.7 (-1.4)	405.7 (-2.6)
FH1	105.5	110.9 (5.1)	110.7 (4.9)	104.8 (-0.7)
FH2	127.3	129.0 (1.3)	124.7 (-2.0)	127.3 (0.0)
앞엉덩이너비/2	232.8	239.9 (3.0)	235.4 (1.1)	232.1 (-0.3)
BH1	113.8	114.2 (0.4)	125.2 (10.0)	112.6 (-1.1)
BH2	135.1	135.7 (0.4)	141.2 (4.5)	140.4 (3.9)
뒤엉덩이너비/2	248.9	249.9 (0.4)	266.4 (7.0)	253.0 (1.6)
전체엉덩이둘레/2	481.7	489.8 (1.7)	501.8 (4.2)	485.1 (0.7)
FC1	154.0	160.9 (4.5)	166.5 (8.1)	184.4 (19.7)
FC2	150.6	151.4 (0.5)	157.4 (4.5)	163.4 (8.5)
앞대퇴상부너비	304.6	312.3 (2.5)	323.9 (6.3)	347.8 (14.2)
BC1	131.1	122.0 (-6.9)	132.2 (0.8)	118.2 (-9.8)
BC2	131.2	130.8 (-0.3)	128.5 (-2.1)	130.9 (-0.2)
뒤대퇴상부너비	262.3	252.8 (-3.6)	260.7 (-0.6)	249.1 (-5.0)
전체대퇴상부둘레	566.9	565.1 (-0.3)	584.6 (3.1)	596.9 (5.3)
FT1	109.6	115.4 (5.3)	121.6 (10.9)	128.8 (17.5)
FT2	127.3	132.0 (3.7)	121.3 (-4.7)	129.6 (1.8)
앞대퇴너비	236.9	247.4 (4.4)	242.9 (2.5)	258.4 (9.1)
BT1	106.0	113.6 (7.2)	105.7 (-0.3)	93.2(-12.1)
BT2	115.3	111.3 (-3.5)	116.3 (0.9)	108.4 (-6.0)
뒤대퇴너비	221.3	224.9 (1.6)	222.0 (0.3)	201.6 (-8.9)
전체대퇴둘레	458.2	472.3 (3.1)	464.9 (1.5)	460.0 (0.4)
FK1	80.5	74.8 (-7.1)	78.0 (-3.1)	101.9 (26.6)
FK2	87.2	90.9 (4.2)	96.1 (10.2)	73.5(-15.7)
앞무릎너비	167.7	165.7 (-1.2)	174.1 (3.8)	175.4 (4.6)
BK1	118.4	111.3 (-6.0)	109.1 (-7.9)	98.5(-16.8)
BK2	108.1	117.2 (8.4)	112.6 (4.2)	117.9 (9.1)
뒤무릎너비	226.5	228.5 (0.9)	221.7 (-2.1)	216.4 (-4.5)
전체무릎둘레	394.2	394.2 (0.0)	395.8 (0.4)	391.8 (-0.6)

*F는 front(앞판), B는 back(뒤판), W는 waist(허리둘레), H는 hip(엉덩이둘레), C는 crotch(대퇴상부둘레), T는 thigh(대퇴둘레), K는 knee(무릎둘레)를 의미하며 1, 2는 block의 순서로 1은 중심쪽, 2는 옆선쪽의것을 의미함.
신축율 $\pm 10\%$ 이상의 경우에 음영 처리하였음.

퇴상부너비와 뒤대퇴너비에서 큰 변화를 나타내었다. 무릎 60도 굽힐시 앞대퇴상부너비와 뒤대퇴상부너비, 앞대퇴너비와 뒤대퇴너비, 앞무릎너비와 뒤무릎너비가 각각 신장과 수축을 보이고 이는 전체 둘레로 보면 서로 상쇄되어 신축율이 작음을 알 수 있다.

2) 동작에 따른 가로방향의 신축

정자세에 대한 동작 즉 걷기와 허리굽힘 동작에 따른 체표면의 변화에 대하여 <표 3>에 제시하였다.



[그림 3] 무릎급힘각도별 가로방향의 신축율

<표 3> 각 동작에 따른 가로방향의 치수변화 및 신축율

mm(신축율%)

구분	정자세	걸기1	걸기2	허리급힘1	허리급힘2
FW1*	96.5	87.7 (-9.1)	111.6 (15.6)	99.0 (2.6)	87.5 (-9.3)
FW2	91.6	91.5 (-0.1)	91.2 (-0.4)	93.0 (1.5)	99.7 (8.8)
배꼽수준 앞허리너비/2	188.1	179.2 (-4.7)	202.8 (7.8)	192.0 (2.1)	187.2 (-0.5)
BW1	98.6	90.3 (-8.4)	105.4 (6.9)	100.4 (1.8)	95.2 (-3.4)
BW2	130.0	130.0 (0.0)	126.0 (-3.1)	125.4 (-3.5)	139.3 (7.2)
배꼽수준 뒤허리너비/2	228.6	220.3 (-3.6)	231.4 (1.2)	225.8 (-1.2)	234.5 (2.6)
배꼽수준 전체허리둘레/2	416.7	399.5 (-4.1)	434.2 (4.2)	417.8 (0.3)	421.7 (1.2)
FH1	105.5	100.2 (-5.0)	108.8 (3.1)	102.1 (-3.2)	94.2(-10.7)
FH2	127.3	122.7 (-3.6)	117.1 (-8.0)	126.7 (-0.5)	132.5 (4.1)
앞엉덩이너비/2	232.8	222.9 (-4.3)	225.9 (-3.0)	228.8 (-1.7)	226.7 (-2.6)
BH1	113.8	131.9 (15.9)	128.5 (12.9)	128.1 (12.6)	140.5 (23.5)
BH2	135.1	119.4(-11.6)	155.2 (14.9)	154.5 (14.4)	164.7 (21.9)
뒤엉덩이너비/2	248.9	251.3 (1.0)	283.7 (14.0)	282.6 (13.5)	305.2 (22.6)
전체엉덩이둘레/2	481.7	474.2 (-1.6)	509.6 (5.8)	511.4 (6.2)	531.9 (10.4)
FC1	154.0	168.6 (9.5)	180.5 (17.2)	156.7 (1.8)	144.9 (-5.9)
FC2	150.6	107.0(-29.0)	104.8(-30.4)	133.5(-11.4)	145.8 (-3.2)
앞대퇴상부너비	304.6	275.6 (-9.5)	285.3 (-6.3)	290.2 (-4.7)	290.7 (-4.6)
BC1	131.1	127.7 (-2.6)	132.1 (0.8)	128.8 (-1.8)	126.9 (-3.2)
BC2	131.2	153.5 (17.0)	151.4 (15.4)	156.6 (19.4)	172.5 (31.5)
뒤대퇴상부너비	262.3	281.2 (7.2)	283.5 (8.1)	285.4 (8.8)	299.4 (14.1)
전체대퇴상부둘레	566.9	556.8 (-1.8)	568.8 (0.3)	575.6 (1.5)	590.1 (4.1)
FT1	109.6	112.5 (2.6)	120.3 (9.8)	121.9 (11.2)	120.9 (10.3)
FT2	127.3	114.8 (-9.8)	124.5 (-2.2)	123.0 (-3.4)	120.1 (-5.7)
앞대퇴너비	236.9	227.3 (-4.1)	244.8 (3.3)	244.9 (3.4)	241.0 (1.7)
BT1	106.0	111.9 (5.6)	114.5 (8.0)	116.9 (10.3)	105.3 (-0.7)
BT2	115.3	116.8 (1.3)	111.4 (-3.4)	121.5 (5.4)	123.7 (7.3)
뒤대퇴너비	221.3	228.7 (3.3)	225.9 (2.1)	238.4 (7.7)	229.0 (3.5)
전체대퇴둘레	458.2	456.0 (-0.5)	470.7 (2.7)	483.3 (5.5)	470.0 (2.6)
FK1	80.5	103.3 (28.3)	103.2 (28.2)	103.3 (28.3)	100.8 (25.2)
FK2	87.2	105.8 (21.3)	97.1 (11.4)	101.3 (16.2)	95.3 (9.3)
앞무릎너비	167.7	209.1 (24.7)	200.3 (19.4)	204.6 (22.0)	196.1 (16.9)
BK1	118.4	74.2(-37.3)	120.4 (1.7)	94.8(-19.9)	95.9(-19.0)
BK2	108.1	94.3(-12.8)	97.3(-10.0)	95.2(-11.9)	102.5 (-5.2)
뒤무릎너비	226.5	168.5(-25.6)	217.7 (-3.9)	190 (-16.1)	198.4(-12.4)
전체무릎둘레	394.2	377.6 (-4.2)	418.0 (6.0)	394.6 (0.1)	394.5 (0.1)

앞엉덩이너비에서는 수축을 보이는 반면에 뒤엉덩이너비에서는 10%이상의 높은 신장을 나타내었다. 가볍게 걷는 동작보다 큰 걸음에서, 허리굽힘이 적은 동작보다 큰 동작에서 뒤엉덩이너비의 신장율이 더 높았으며 앞엉덩이너비에서는 수축을 보여 전체 엉덩이둘레로 보면 큰걸음에서 5.8%, 허리굽힘I에서 6.2%, 허리굽힘II에서 10.4%를 나타내었다. 대퇴상부둘레에서도 앞대퇴상부너비에서는 수축을, 뒤대퇴상부너비에서는 신장을 보였으며 이 부위에서도 동작이 클수록 신장이 증가되는 경향을 나타내었다. 그러나 전체대퇴상부둘레에서보면 10%이하의 신축율을 나타내었다.

또 무릎에서는 앞무릎너비의 신장과 뒤무릎너비에서의 수축이 두드러졌으며 앞무릎의 신장의 경우 중심쪽 블록이 바깥쪽 블록에서보다 신장이 더 큼을 알 수 있었다. 전체무릎둘레에서는 10%이하의 신장율을 나타내었다.

[그림 4]는 동작에 따라 가로방향의 피부에서의 신축율을 그래프로 나타낸 것이다. 허리둘레에서나 대퇴둘레에서의 신축변화율은 대체로 적었으며, 반면에 가벼운 걸음인 걷기I을 제외한 다른 동작에서 엉덩이둘레와 무릎둘레에서의 앞뒤너비의 신장과 수축이 두드러졌다.

2. 자세에 따른 세로방향의 신축율

1) 무릎굽힘각도에 따른 세로방향의 신축

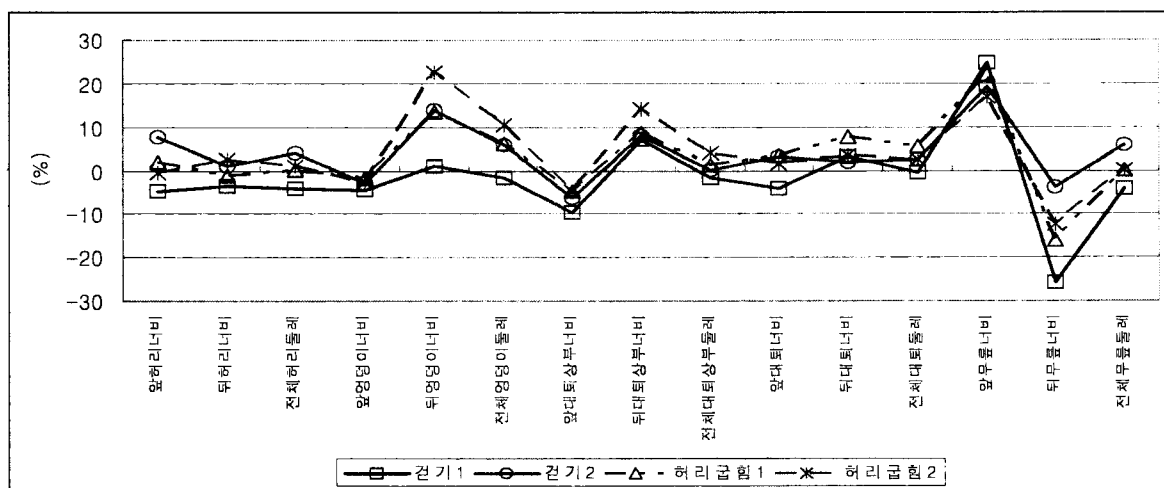
<표 4>는 무릎굽힘각도에 따른 세로방향으로의 신축율을 나타낸 것이다. 앞살과 뒤살길이를 합하여 전체 앞뒤살길이로 보았다. 또 바지가 골반부와 다리로 구분되는

골격형태를 피복해야 하므로 허리둘레선에서 대퇴상부둘레선까지를 중심으로 한 엉덩이부위(H)와 대퇴상부둘레선에서 무릎에 이르는 다리부위(L)로 구분하여 신축율을 구하였다. 바지 구조상 다리부위의 여유량은 엉덩이부위의 여유량에 영향을 미치지 못하므로 구분하여 고찰할 필요가 있다.

앞살길이는 수축을, 뒤살길이는 신장을 나타내어 전체 살길이로 보면 10%이하의 신축율을 나타내었다. 특히 허리둘레선에서 엉덩이둘레선에 이르는 앞살길이의 수축이, 엉덩이둘레선에서 대퇴상부둘레선에 이르는 앞살길이의 수축보다 두드러졌다. 반면에 뒤살길이에서는 엉덩이둘레선에서 대퇴상부둘레선에 이르는 뒤살길이가 더 두드러졌는데 무릎굽힘각도 60도에서는 상체도 약간 숙여짐에 따라 허리둘레선에서 엉덩이둘레선에 이르는 뒤살길이가 많은 신장율을 나타내었다.

따라서 동작이 편안한 바지 제작시 허리둘레선에서 엉덩이둘레선에 이르는 앞살길이의 수축을 고려할 때 앞허리둘레선을 내려주어 외관뿐만 아니라 착용감에서도 우수한 바지를 제작할 수 있으며, 뒤편에서는 엉덩이둘레선에서 밑위선에 이르는 신장율을 고려할 때 이 부위에 충분한 여유량이 요구된다는 것을 알 수 있다.

엉덩이부위에서의 뒤편접힘선은 길이방향으로의 큰 신장율을 보였으나, 다리부위에서의 뒤편접힘선은 대퇴상부둘레선에서 대퇴둘레선까지는 신장을, 대퇴둘레선에서 무릎둘레선까지는 수축을 보여 다리부위에서의 뒤편접힘선의 길이방향의 수축율은 10%이하를 나타내었다. 옆선에서의 신축율은 10%이하로 낮았으며, 안술기선에서는 대퇴상부둘레선에서 대퇴둘레선까지의 길이 신장율이 매우 높았고 무릎굽힘각도가 클수록 더욱 높게 나타났다.



[그림 4] 동작별 가로방향의 신축율

<표 4> 무릎굽힘각도에 따른 세로방향의 치수변화 및 신축율

mm(신축율%)

구분	정자세	무릎굽힘30	무릎굽힘45	무릎굽힘60
*FWH1	158.1	149.3 (-5.6)	140.1(-11.4)	109.5(-30.7)
FHC1	200.7	197.4 (-1.6)	185.2 (-7.7)	182.6 (-9.0)
앞살길이	358.8	346.7 (-3.4)	325.3 (-9.3)	292.1(-18.6)
BWH1	154.9	164.6 (6.3)	162.1 (4.6)	188.1 (21.4)
BHC1	156.4	175.1 (12.0)	182.8 (16.9)	176.8 (13.0)
뒤살길이	311.3	339.7 (9.1)	344.9 (10.8)	364.9 (17.2)
전체 앞뒤살길이	670.1	686.4 (2.4)	670.2 (0.0)	657.0 (-1.9)
FWH2	150.0	141.9 (-5.4)	136.2 (-9.2)	114.0(-24.0)
FHC2	104.3	103.8 (-0.5)	90.1(-13.6)	68.3(-34.5)
앞바지접힘선(H)	254.3	245.7 (-3.4)	226.3(-11.0)	182.3(-28.3)
FCT2	184.4	180.6 (-2.1)	178.3 (-3.3)	177.8 (-3.6)
FTK2	176.5	181.1 (2.6)	197.3 (11.8)	204.5 (15.9)
앞바지접힘선(L)	360.9	361.7 (0.2)	375.6 (4.1)	382.3 (5.9)
앞바지접힘선(H+L)	615.2	607.4 (-1.3)	601.9 (-2.2)	564.6 (-8.2)
FWH3	155.0	156.8 (1.2)	149.7 (-3.4)	148.5 (-4.2)
FHC3	111.5	110.7 (-0.7)	115.2 (3.3)	114.7 (2.9)
옆선(H)	266.5	267.5 (0.4)	264.9 (-0.6)	263.2 (-1.2)
FCT3	182.7	185.6 (1.6)	189.3 (3.6)	187.7 (2.7)
FTK3	167.7	167.8 (0.1)	174.4 (4.0)	170.9 (1.9)
옆선(L)	350.4	353.4 (0.9)	363.7 (3.8)	358.6 (2.3)
옆선(H+L)	616.9	620.9 (0.6)	628.6 (1.9)	621.8 (0.8)
BWH2	154.7	160.6 (3.8)	164.0 (6.0)	182.0 (17.6)
BHC2	119.1	131.8 (10.7)	141.3 (18.6)	164.6 (38.2)
뒤바지접힘선(H)	273.8	292.4 (6.8)	305.3 (11.5)	346.6 (26.6)
BCT2	166.8	182.6 (9.5)	194.7 (16.7)	204.8 (22.8)
BTK2	166.8	147.8(-11.4)	143.1(-14.2)	127.6(-23.5)
뒤바지접힘선(L)	333.6	330.4 (-1.0)	337.8 (1.3)	332.4 (-0.4)
뒤바지접힘선(H+L)	607.4	622.8 (2.5)	643.1 (5.9)	679.0 (11.8)
FCT1	169.7	190.1 (12.0)	218.8 (28.9)	229.1 (35.0)
FTK1	171.2	178.2 (4.1)	178.9 (4.5)	174.8 (2.1)
안슬기(L)	340.9	368.3 (8.0)	397.7 (16.7)	403.9 (18.5)

*F는 front(앞판), B는 back(뒤판), WH는 waist-hip, HC는 hip-crutch, CT는 crotch-thigh, TK는 thigh-knee까지의 길이를 의미하며 1, 2, 3은 block을 넘버링한 것으로 1은 종심쪽-3은 옆선쪽의 block을 가리킨다. H은 엉덩이부위에 해당하는 블록, L은 다리에 해당하는 블록임.

신축율 $\pm 10\%$ 이상의 경우에 음영 처리하였음.

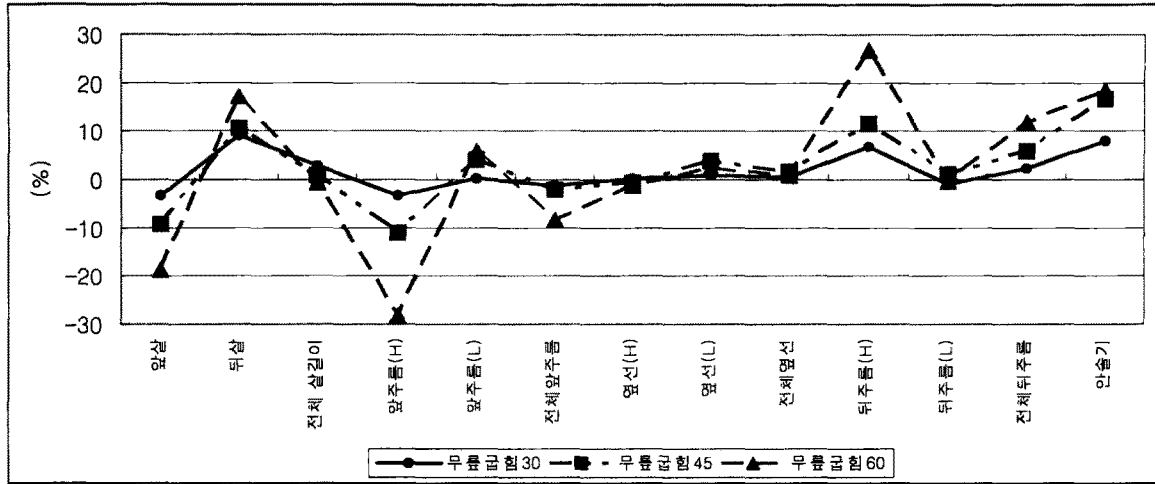
세로방향의 신축율을 고려해볼때 엉덩이부위의 동작에 따른 신장이 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또 무릎굽힘동작에 따른 대퇴상부둘레선에서 무릎둘레선까지의 앞바지접힘선이나 뒤바지접힘선, 옆선의 신축율에 비해 안슬기에서의 신장율이 큰 것은 둔구내측신전선(나가자와 스스무, 1999) 즉 대둔부→둔구부→대퇴내측부→무릎에 이르는 신전으로 바지의 운동기능을 도모하는 주된 코스이므로 기능적인 바지 제작시 이 부위에서의 여유량 설정이 요구됨을 알 수 있었다.

[그림 5]는 무릎굽힘동작에 따른 세로방향의 신축율을 그래프로 나타낸 것이다. 특히 엉덩이부위에서의 앞살과

앞바지접힘선인 앞주름에서는 수축율, 뒤살과 뒤바지접힘선인 뒤주름에서는 신장을 나타내는 것이 두드러지며 무릎굽힘각도가 클수록 그 신축율도 크게 나타났다. 반면에 옆선에서의 신축율은 낮고, 안슬기에서의 신축율은 높음을 알 수 있었다.

2) 동작에 따른 세로방향의 신축

정자세에 대한 걷기 및 허리굽힘 동작에 따른 세로방향의 체표면 변화를 <표 5>에 제시하였다.



[그림 5] 무릎굽힘각도에 따른 세로방향의 신축률

<표 5> 각 동작에 따른 세로방향의 치수변화 및 신축율

mm(신축율%)

구분	정자세	걸기1	걸기2	허리굽힘1	허리굽힘2
FWH1	158.1	155.6 (-1.6)	145.1 (-8.2)	114.9(-27.3)	79.7(-49.6)
FHC1	200.7	219.4 (9.3)	223.4 (11.3)	194.9 (-2.9)	172.9(-13.9)
앞살길이	358.8	375.0 (4.5)	368.5 (2.7)	309.8(-13.7)	252.6(-29.6)
BWH1	154.9	162.9 (5.2)	159.9 (3.2)	174.8 (12.8)	186.7 (20.5)
BHC1	156.4	169.1 (8.1)	161.2 (3.1)	174.9 (11.8)	195.8 (25.2)
뒤살길이	311.3	332.0 (6.6)	321.1 (3.1)	349.7 (12.3)	382.5 (22.9)
전체 앞뒤살길이	670.1	707.0 (5.5)	689.5 (2.9)	659.5 (-1.6)	635.1 (-5.2)
FWH2	150.0	145.9 (-2.7)	147.9 (-1.4)	121.2(-19.2)	101.5(-32.3)
FHC2	104.3	90.5(-13.2)	88.2(-15.4)	82.5(-20.9)	62.3(-40.3)
앞바지접힘선(H)	254.3	236.4 (-7.0)	236.1 (-7.2)	203.7(-19.9)	163.8(-35.6)
FCT2	184.4	183.0 (-0.8)	179.1 (-2.9)	172.1 (-6.7)	165.5(-10.2)
FTK2	176.5	198.6 (12.5)	198.5 (12.5)	164.8 (-6.6)	153.8(-12.9)
앞바지접힘선(L)	360.9	381.6 (5.7)	377.6 (4.6)	336.9 (-6.7)	319.3(-11.5)
앞바지접힘선(H+L)	615.2	618.0 (0.5)	613.7 (-0.2)	540.6(-12.1)	483.1(-21.5)
FWH3	155.0	161.8 (4.4)	161.9 (4.5)	163.9 (5.7)	167.7 (8.2)
FHC3	111.5	105.7 (-5.2)	102.0 (-8.5)	102.8 (-7.8)	101.8 (-8.7)
옆선(H)	266.5	267.5 (0.4)	263.9 (-1.0)	266.7 (0.1)	269.5 (1.1)
FCT3	182.7	190.6 (4.3)	186.7 (2.2)	187.7 (2.7)	181.5 (-0.7)
FTK3	167.7	164 (-2.2)	162.8 (-2.9)	164.0 (-2.2)	158.9 (-5.2)
옆선(L)	350.4	354.6 (1.2)	349.5 (-0.3)	351.7 (0.4)	340.4 (-2.9)
옆선(H+L)	616.9	622.1 (0.8)	613.4 (-0.6)	618.4 (0.2)	609.9 (-1.1)
BWH2	154.7	171.9 (11.1)	165.4 (6.9)	178.9 (15.3)	193.1 (24.8)
BHC2	119.1	137.1 (15.1)	142.9 (20.0)	139.7 (17.3)	158.3 (32.9)
뒤바지접힘선(H)	273.8	309.0 (12.9)	308.3 (12.6)	318 (16.1)	351.4 (28.3)
BCT2	166.8	182.8 (9.6)	179.7 (7.7)	188.6 (13.1)	193.3 (15.9)
BTK2	166.8	135.0(-19.1)	112.7(-32.4)	167.3 (0.3)	170.2 (2.0)
뒤바지접힘선(L)	333.6	317.8 (-4.7)	292.4(-12.4)	355.9 (6.7)	363.5 (9.0)
뒤바지접힘선(H+L)	607.4	626.8 (3.2)	600.7 (-1.1)	673.9 (10.9)	714.9 (17.7)
FCT1	169.7	172.0 (1.4)	173.5 (2.2)	174.1 (2.6)	176.9 (4.2)
FTK1	171.2	173.0 (1.1)	168.1 (-1.8)	171.2 (0.0)	179.2 (4.7)
안솔기(L)	340.9	345.0 (1.2)	341.6 (0.2)	345.3 (1.3)	356.1 (4.5)

걷는 동작에서는 엉덩이돌레션에서 대퇴상부돌레에 이르는 앞바지접힘선이 수축을, 다리부위인 대퇴상부돌레션에서 대퇴에 이르는 앞바지접힘선은 수축을, 대퇴돌레션에서 무릎돌레션에 이르는 앞바지접힘선에서는 큰 신장을 나타내었다. 이는 걷는 동작이 용이한 바지설계시 대퇴위보다는 대퇴아래에 여유량을 주는 주름이 필요함을 의미하며 이는 무릎관절에 따른 무릎부위의 신축과 관계된다고 할 수 있다. 또 엉덩이부위의 뒤바지접힘선에서는 큰 신장을, 다리부위에서의 뒤바지접힘선에서는 수축을 나타내었다. 한편 앞의 무릎굽힘각도에 따라 큰 신축을 나타내었던 뒤살길이와 안술기의 길이변화가 걷는 동작에서는 적게 나타났다. 즉 앉는 자세를 따르는 무릎굽힘자세에 비해 걷는 자세는 뒤엉덩이부위의 길이방향의 신축에 영향을 적게 줄을 알 수 있다.

허리굽힘 동작에서는 앞살의 길이는 수축을, 뒤살의 길이는 큰 신장을 나타내며, 앞살의 길이에서는 허리돌레션에서 엉덩이돌레션에 이르는 살의 길이가 엉덩이돌레션에서 대퇴상부돌레션에 이르는 살의 길이보다 수축율이 더 큼을 알 수 있었다.

또 뒤살에서는 허리돌레션에서 엉덩이돌레션에 이르는 뒤살길이와 엉덩이돌레션에서 대퇴상부돌레션에 이르는 뒤살길이가 모두 높은 신장율을 나타내었는데 이는 앞의 무릎굽힘동작시와는 차이를 보이는 것으로써, 상체는 그대로 있으면서 무릎을 굽히는 동작에서는 허리돌레션에서 엉덩이돌레션에 이르는 뒤살길이는 변화가 적으면서 엉덩이돌레션에서 대퇴상부돌레션에 이르는 뒤살길이의 변화가 컸던 것과는 차이가 있음을 알 수 있다.

앞바지접힘선에서는 엉덩이부위와 다리부위 모두 수축을 보였으며 특히 엉덩이부위에서의 수축율이 컸고 이는

허리굽힘시 대퇴상부돌레의 바지의 가로방향의 주름으로 짐작해볼 수 있다. 뒤바지접힘선에서도 뒤살의 신축율과 마찬가지로 허리돌레션에서 엉덩이돌레션에 이르는 뒤바지접힘선의 길이와 엉덩이돌레션에서 대퇴상부돌레션에 이르는 뒤바지접힘선의 길이 모두 높은 신장율을 나타내었다.

한편 앞의 무릎굽힘동작과는 달리 허리굽힘동작에서는 안술기선에서의 신장율은 적게 나타났다.

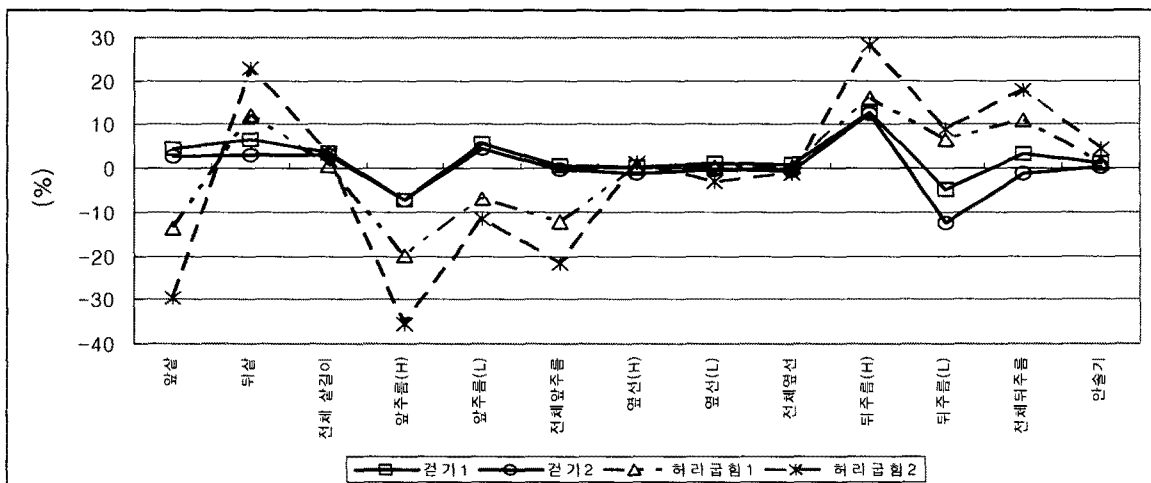
[그림 6]은 동작에 따른 세로방향의 신축율을 나타낸 것이다.

걷는 동작에서는 뒤바지접힘선인 뒤주름에서만 10% 이상의 신축율을 나타내었다. 허리굽힘동작에서는 옆선과 안술기에서의 신축율은 작지만 그 외의 길이방향으로의 신축율은 10%이상이었으며 허리굽힘각도가 클수록 대체로 더 높게 나타났다.

3. 피부신축율에 대한 기존 바지패턴에서의 고찰

<표 6>에 바지 패턴제도법 중에서 각 부위의 인체 치수를 반영하고 있는 제도법(Ann Hagggar, 2004)의 일례를 제시하였으며 이를 바탕으로 기존 패턴의 여유량과 본 실험동작에 따른 신축율을 비교 고찰하였다.

밑위길이는 옆선(H+L)의 허리돌레션에서 대퇴상부돌레션까지의 세로길이에서의 신축율로 비교했으며, 허리돌레션~무릎돌레션까지의 길이는 허리돌레션에서 무릎돌레션까지의 앞뒤바지접힘선의 세로길이 신축율로 비교하였다. 또 살냄분은 앞뒤살길이의 엉덩이돌레션에서 대퇴상부돌레션까지의 길이방향의 신축율로 비교하였다.



[그림 6] 동작에 따른 세로방향의 신축율

<표 6> 바지 패턴제도법(Ann Hagggar, 2004)

필요치수	기존 바지 필요치수		동작에 따른 피부신축율
		밑위길이	
필요치수	허리둘레선~무릎둘레선까지의 길이		앞: -21.5~ 0.5% 뒤: 2.5~ 28.3%
	Total hip(엉덩이둘레+5cm)		0.7~ 10.4%
	Total waist(허리둘레+1cm)		-4.1~ 4.2%
	Total knee(무릎둘레+20cm)		-4.2~ 6.0%
길이항목	허리둘레선~엉덩이둘레선+1cm		앞: -49.6~ -1.6% 뒤: 3.2~ 21.4% 옆: -4.2~ 8.2%
	허리둘레선~밑위둘레선(밑위길이)		-1.1~ 1.9%
	허리둘레선~무릎둘레선+1cm		앞: -21.5~ 0.5% 뒤: 2.5~ 28.3%
너비항목	허리둘레	앞판: Total waist/4+3.2cm(dart포함)	앞: -4.7~ 7.8%
		뒤판: Total waist/4+4cm(dart포함)	뒤: -4.0~ 2.6%
	엉덩이둘레	앞판: Total hip/4-1cm	앞: -4.3~ 3.0%
		뒤판: Total hip/4+1.2cm	뒤: 0.4~ 22.6%
살넬분	앞판: Total hip/10-2.5cm	앞: -13.9~ 11.3%	
	뒤판: Total hip/10+0.5cm	뒤: 3.1~ 25.2%	
무릎둘레	앞판: Total knee/2-1.1cm	앞: -1.2~ 24.7%	
	뒤판: Total knee/2+1.3cm	뒤: -25.6~ 0.9%	

기존 바지패턴에서 전체 허리둘레와 엉덩이둘레를 보면 엉덩이둘레의 여유량이 더 많이 설정되는데 신축율에 있어서도 허리둘레의 신장율보다 엉덩이둘레에서의 신장율이 더 큼을 알 수 있다. 이는 허리둘레보다 엉덩이부위에 더 많은 여유량이 요구됨을 의미한다.

길이항목의 허리둘레선에서 엉덩이둘레선까지의 길이를 앞, 뒤, 옆으로 구분하여 보면 앞은 높은 수축율을, 뒤는 높은 신장율을 나타낸다. 이는 바지패턴에서 허리둘레선의 높이를 앞허리선은 낮추고 뒤허리선은 높여 외관뿐만 아니라 기능면에서도 바람직한 바지를 설계할 수 있을 것이다.

너비항목의 엉덩이둘레는 앞은 동작에 따라 -4.3~3.0%의 신축율을, 뒤는 0.4~22.6%의 높은 신장율을 나타내어 기존 바지패턴에서 앞엉덩이 너비보다 뒤엉덩이너비를 더 크게 설정하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 기존 바지패턴에서 앞뒤살넬분은 뒤판에서 더 크며, 실제로 신축율로 보았을 때 앞살에서는 -13.9~11.3%를, 뒤살에서는 3.1~25.2%로 뒤살에서의 신장이 더 큼을 알 수 있다. 이는 앞뒤 살넬분에 대한 연구(김효숙, 1998)에서 앞 살넬분은 적게 하고 뒤 살넬분은 많이 하여 엉덩이부분의 신축량을 충족시킨 패턴이 외관과 기능평가에서 우수하였다는 연구 결과로 해석될 수 있다.

IV. 결론

본 연구는 무릎굽힘 자세와 걷기 및 허리굽힘 동작에 대한 3차원 인체 표면 스캔 데이터를 가지고 자세에 따른 인체 하반신의 신축율을 구하여 동작에 따른 인체신축 특성을 살펴보고 이를 바지패턴과 비교 고찰함으로써 이후 3차원 인체 스캔정보를 이용하여 바지 패턴을 전개하는 과정에서 여유량 설정과 여유량 부여에 관한 기초자료를 제공하고자 하였다. 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

무릎굽힘동작이 클수록 대퇴사두근과 대퇴이두근의 이완과 수축으로 앞대퇴상부너비의 신장과 뒤대퇴너비의 수축이 크다. 또 허리굽힘각도가 클수록 뒤엉덩이너비의 신장율이 높았으며, 뒤엉덩이너비, 뒤대퇴상부너비는 신장율, 앞엉덩이너비, 앞대퇴상부너비, 앞무릎너비는 수축을 보였다. 동작에 따른 신축율을 고려할 때 바지패턴에서의 엉덩이둘레의 여유량이 허리둘레의 여유량보다 더 많이 설정되는 것이 타당하며 앞엉덩이너비보다 뒤엉덩이너비를 더 크게 설정하는 것이 바람직하다. 앞뒤살넬분도 앞살넬분은 적게 하고 뒤살넬분은 많이 하여 엉덩이부분의 신축량을 반영해야 한다. 엉덩이부위의 동작에 따른 신장으로 앞살길이는 수축하고, 뒤살길이는 신장을 보여 바지패턴 제작시 앞허리둘레선은 내리고 뒤허리선은 높이는

것이 타당하다. 무릎굽힘동작에 따른 대퇴상부들레선에서 무릎들레선까지의 안솔기에서의 신장율이 크다. 이는 둔구내측신전선에 해당하며 기능적인 바지 제작시 이 부위에서의 여유량 설정이 요구된다.

이상과 같이 동작별 3차원 인체표면 스캔 데이터를 이용하여 인체의 신축율과 기존 바지패턴에서의 여유량을 비교 고찰함에 있어서 본 연구의 제한점은 1인에 대한 데이터로, 신축율을 그대로 사용하기 보다는 인체 부위별 신축 비율을 참고하거나, 동작에 따른 하반신의 신축을 변화를 파악하는데 활용되어야 할 것이다. 또한 특정 동작을 스캔하는데 아직 어려움이 있으며 피부의 신축을 이외의 직물의 전단변형이나 피부와 직물간 또는 직물과 직물간의 슬립현상(slip) 등이 관여하기 때문에 여유량 설정에 있어서 신축율을 그대로 반영하는 데에도 무리가 있다.

주제어 : 3차원 인체 스캐너, 하반신, 신축율, 바지, 패턴

참 고 문 헌

- 김민효, 남윤자(2001). 인체측정용 3차원 스캐너 제작. 대한 인간공학회지, 20, 77-88.
- 김혜경, 석은영, 서추연(2000). 3차원 Scanner를 이용한 인체계측방법 및 플레이어스커트의 착의형태평가방법에 관한 연구. 한국의류학회지, 24(6), 895-906.
- 김효숙(1998). 여성바지 패턴에 관한 연구(1). 복식문화연구, 6(3), 418-427.
- 나가자와 스스무(1999). 의복과 체형, 예학사, 112-113.
- 손부현(2008). 3차원 인체형상 스캔데이터를 이용한 남자 바지패턴 설계, 대한가정학회지, 46(9).
- 윤미경, 남윤자, 최경미(2007). 3차원 인체 형상을 이용한 20대 여성의 하반신 전개패턴에 관한 연구. 한국의류학회지, 31(5), 34-46.
- 이정임, 주소령, Susan p. Ashdown(2004). 노년 여성 체형의 표준화된 3차원 측정 데이터 추출을 위한 기초 연구. 한국의류학회지, 28(2), 344-353.
- 이희란(2005). 3차원 레플리카를 이용한 여성용 밀착 상의의 패턴 전개 방법. 한국의류학회지, 29(7), 1008-1017.
- 정연희, 홍경희(2006). 3차원 스캔 데이터를 활용한 밀착 패턴원형 개발. 한국의류학회지, 30(1), 157-166.
- 최명해·최영림·남윤자·최경미(2007). 20대 성인 남성 상반신앞판형상의 평면 전개를 위한 표준화 연구. 한국 의류산업학회지, 9(4), 418-424.
- 최영림·남윤자·최경미(2006). Grid method에 의한 3차원 형상의 평면전개를 위한 optimal matrix 표준화 연구. 한국의류학회지, 30(8), 74-84.
- 함옥상(1981). Slacks의 機能性에 關한 人間工學的 研究. 대한가정학회지, 19(2), 151-163.
- 間壁治子(2000). 被服 のための 人間因子, 244-247.
- Ann Hagggar(2004). *Pattern cutting for lingerie, beachwear and leisurewear*, Blackwell publishing, 22-24.
- Jeong, Y., Hong, K. and Kim, S.(2006). 3D pattern construction and its application to tight-fitting garments for comfortable pressure sensation, *Fibers and Polymers*, 7(2), 195-202.
- Krzywinski, S., Siegmund, J., and Rodel, H.(2005). Virtual product development for close-fitting sportswear, *Avantex symposium*.

(2008. 7. 7 접수; 2009. 5. 20 채택)