

# 밀착 의복 개발을 위한 원단의 방향에 따른 부위별 변화량 및 의복압 연구

## Amount of Change in Length and Clothing Pressure over the Pressure Measurement Area Depending on the Direction of the Fabric for the Development of Compression Garment

이옥경<sup>1)</sup> · 이희란<sup>2)</sup> · 이예진<sup>3)</sup> · 김소영\*

충남대학교 강사<sup>1)</sup> · 금오공과대학교 소재디자인공학과 조교수<sup>2)</sup>  
· 충남대학교 의류학과 교수<sup>3)</sup> · 충남대학교 생활과학연구소 전임연구원\*

Lee, Okkyung<sup>1)</sup> · Lee, Heeran<sup>2)</sup> · Lee, Yejin<sup>3)</sup> · Kim, Soyoung<sup>1)</sup>  
Department of Clothing and Textiles, Chungnam National University<sup>1),3)</sup>  
Materials Design Engineering, Kumoh National Institute of Technology<sup>2)</sup>  
Research Institute of Human Ecology, Chungnam National University\*

### Abstract

It is a generally accepted fact that % fabric stretch of the stretch fabric differs depending on the direction of the grainline. Subtle differences in the direction of the grainline would affect the performance of compression garments. In this study, compression garments, which have the same pattern size, were made by 4 types of grainline combinations. Then, clothing pressure was measured directly on the human body and the mannequin used, and an air-pack type sensor was used to determine whether different grainlines of patterns affect the clothing pressure of four compression garments. Also, fabric strain, load, and displacement were compared with real clothing pressure to investigate their relationships. In the results, it was noted that an accurate % fabric stretch of each grainline direction should be ascertained to design a compression garment that has an optimal pressure distribution.

**Keywords:** Compression garment, Clothing pressure, Grainline, % Fabric stretch, Pattern reduction rate

## I. 서론

밀착 의복은 언더웨어, 보정웨어, 홈트레이닝 웨어, 의료용 컴프레션 웨어에서부터 퍼포먼스 향상을 위한 고기능성 스포츠웨어에 이르기까지 다양한 분야에서 활용도가 점점 증가하고 있다. 최근 스마트웨어의 발달로

다양한 센서들이 의복에 부착되며 인체의 생체데이터를 측정하는데 인체와의 밀착 정도가 데이터의 안정적인 수집과 전달에 중요한 요소로 부각되며 밀착 의복의 활용영역과 중요성은 더욱 확대되고 있다(Lee et al., 2021). 이러한 밀착 의복은 착용 시 인체에 잘 밀착되고 안정적으로 동작 및 활동성을 증진시킬 수 있도록 주로 스트레치 원단을 사용하여 제작된다. 인체는 활동

이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2020R111A1A01052793).

\* Corresponding author: Kim, Soyoung

Tel: +82-42-821-7804, Fax: +82-41-821-8887

E-mail: soykim@cnu.ac.kr

© 2021, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

시 부위에 따라 15~40%까지 신장 될 수 있는데, 이러한 변화에 유연하게 대응할 수 있는 밀착 의복을 디자인하기 위해서는 스트레치 소재의 신장 특성을 정확하게 파악하고 설계하는 것이 중요하다. 즉, 스트레치 소재는 대부분 웨일과 코스가 각기 다른 신장률을 갖기 때문에 맞음새가 좋은 밀착 의복을 만들기 위해서는 소재의 신장 특성을 잘 파악하고, 신장률을 측정하여 밀착 의복의 용도에 맞도록 적절한 축소량을 설정해야 한다. 지금까지 스트레치 소재의 신장률을 측정하고 패턴을 축소하는 방법에 관한 여러 연구가 진행되었다.

원단의 신장 특성을 평가하는 규격화된 방법에는 ASTM D 2594, KS K 0352, Ziegert와 Keil(1988), Watkins(2011), Armstrong(2000)이 제안한 방법 등 다양한 방법이 있는데, 의류학 분야에서는 Ziegert와 Keil(1988)의 방법을 많이 활용하고 있다. Ziegert와 Keil(1988)은 신장률을 측정하기 위해, 의복 원형 설계의 방안으로 ASTM D 2594에 따라 20cm×20cm 크기의 시편을 준비하고 길이 방향으로 500g의 추를 매달아 하중을 주어 30분 뒤에 신장한 길이를 재어 20cm 원 길이에 대한 신장률을 측정하였다. 이때 측정한 원단의 신장률은 코스 8.0~43.0%, 웨일 6.5~30.0%로 다양하였으며, 패턴의 축소는 측정된 신장률의 50%에 해당하는 축소량을 계산하여 이를 패턴에 배분하였을 때 바디수트 원형이 적절한 외관을 갖는 것을 확인함으로써 밀착 의복설계용 패턴 축소법을 제안하였다. 패턴 축소법은 연구자마다 다양해서 Watkins(2011)는 5cm×10cm의 시편에 250g의 추를 매달아 측정하였는데 이때의 신장률은 코스 18~56%, 웨일 14~48%이었으며, 패턴 축소 시에는 코스 방향으로 원단 신장률의 60%, 웨일 방향은 40%를 적용하였다. Armstrong(2000)은 코스 또는 웨일 방향으로 원단을 반으로 접은 후, 5인치(12.7cm) 간격을 핀으로 고정하고 원단의 변형이 일어나지 않는 수준까지 잡아당겼을 때 발생하는 원단의 신장률을 측정하였다. 이때, 스트레치 소재의 패턴 축소 방법으로 원단의 신장률이 18~25% 사이의 원단의 경우, 둘레 방향으로 1인치(2.54 cm), 길이 방향으로 1/4인치(0.64cm)를 축소하였으며, 원단의 신장률이 25~50%인 원단은 둘레 방향으로 1.5인치(3.8cm), 길이 방향으로 3/8인치(0.95cm)를 축소하였다. Tsai et al.(2002)는 직물 스트레치 원단을 이용한 의복을 디자인하기 위해 26cm×5cm의 시편을 준비하고, 바이어스 방향(웨일·코스 45도)에서의 원단 신장률을 측정하였는데 이때 신장률은 코스는 20~30%, 바이어스는 10~30%이었으며, 패턴의

축소는 인체 동작 시의 가로 세로의 길이 변화를 측정하여 가로 방향으로서는 패턴의 길이를 축소하고 세로 방향으로서는 패턴의 길이를 증가시켜 최종 패턴을 제안하였다.

이처럼 밀착 의복에 관련된 설계법은 아직 정립되지 않은 상태로 다양한 방법이 계속 시도되고 있다. 밀착 의복 착용 시에는 의복압이 발생하는데, 이러한 의복압은 의복과 인체가 접촉하면서 생기는 접촉압력으로 의복의 구속성과 운동 가능성을 결정짓는 매우 중요한 요인이다. 의복압은 의복 중량으로 인한 무게감, 의복 소재 및 맞음새에서 비롯된 조임 또는 당김에 의해서 발생하거나 인체의 형상에 맞게 신장한 스트레치 소재의 변형이 인체를 구속하면서 발생한다. 이러한 의복압은 밀착 의복 착용 시 착용 쾌적성에 영향을 미치는 중요한 요소로 작용하기 때문에 의복압의 정도에 따라 인체에 미치는 영향에 관련한 연구들이 수행되었다(김남임, 이효정, 2019; 백윤정, 2003; Anthony et al., 2004; Ito et al., 2001; Tomoko et al., 2001). 적절한 의복압을 부여하여 밀착 의복을 제작하면 인체의 퍼포먼스를 향상하거나 부상을 방지하기도 하고(Doan et al., 2003; Kraemer et al., 2010; MacRae et al., 2011; Mills et al., 2011), 화상 환자의 치료나 성형 후의 보정(Engrave et al., 2010; Kerckhove et al., 2005; Shelton et al., 1998)에도 효과를 보이는 것으로 나타났다.

따라서, 밀착 의복 제작 시 적절한 압력을 주는 것이 매우 중요하며, 적절한 압력에 영향을 주는 주요 요인은 원단의 신장률과 그에 따른 패턴 축소율인 것으로 파악되었다. 이때, 신장률은 원단의 방향(웨일, 코스, 바이어스)에 따라 다르다는 것은 잘 알려져 온 사실인데 원단의 신장률과 관련된 의복설계에 관한 선행연구를 살펴보면 신축성 니트의 울 방향에 따른 신장률을 측정하여 축소율을 정하고 이를 패턴 설계에 반영한 연구(허은영, 2004; 허은영, 조진숙, 2004), 원단 방향의 신장률과 인체의 물성 및 의복압을 측정하고 모델링을 한 연구(Hong et al., 2011), 원단의 신장에 따른 하중을 측정하여 의복압을 예측한 연구(이예진, 홍경희, 2005; Yamada & Masuto, 2011), 원단 소재의 방향과 그 위에 부착하는 필름 부착 면적과 인장의 방향이 고려되어야 한다는 연구(최지영, 홍경희, 2012) 등이 있다. 일반 의복에서 원단 방향의 변화는 스커트 헴라인의 단면 형상에 영향을 미치기도 하였는데(이연순 외, 2007) 앞중심과 옆선이 식서 방향을 이루면 플레어의 형상이 가장 골고루 분포하는 것으로 나타나 원단 방향이 의복의 외관에도 영향을 미침을 알 수 있었다. 이러

한 연구 결과를 토대로 살펴보면, 절개선의 형태가 매우 다양하고 패턴의 형태도 일정하지 않은 밀착 의복 제작 시, 패턴별 원단의 방향을 다르게 하여 재단하면 최종 외관 및 기능에 영향을 미칠 것이 예상된다.

종합적으로 착용 쾌적성이 우수한 기능성 밀착 의복을 개발하기 위해서는 신축성 원단에 대한 특성 파악 및 신장률을 반영한 패턴 축소 설계 및 축소된 의복을 실제 착용하고 원단의 변화, 인체에 미치는 압력의 변화를 복합적으로 파악하여 설계에 반영하는 것이 필요하다. 그러나 실제로 스트레치 원단의 신장과 하중을 측정하고 밀착 의복을 제작하여 인체에 착용 후, 의복압을 측정하여 원단의 특성과 의복압 사이의 관련성을 규명한 연구는 이루어지지 않았다.

이에 본 연구에서는 곡면의 절개선이 들어간 기능성 밀착 패턴에 원단의 방향을 다르게 배치한 후 이를 의복으로 제작하고 착용하였을 때 생기는 의복압과 원단 신장의 변화를 분석하고 이들 사이의 관련성을 파악하고자 하였다. 이를 통하여 기능성 밀착 의복 제작 시 패턴에 대한 원단의 올 방향의 배치 방법에 기여하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 밀착 의복 패턴 선정 및 원단의 방향을 변형한 실험복 제작

밀착 의복을 제작하기 위한 패턴은 동적 자세와 피부분절을 이용한 기능성 밀착 의복 제작 프로세스에 관한 선행 연구(김소영, 홍경희, 2012)를 통하여 개발된 네 가지 패턴 중 3차원 정자세 패턴을 이용하였다. 본 연구에서 사용된 밀착 의복 패턴은 피부분절을 이용하여 절개선을 설

정하였고, 인체의 3차원 정자세 형상으로부터 [그림 1]과 같이 기능적 절개선인 L4를 이용하여 앞판과 뒤판의 두 부분으로 구성하였고, 앞·뒤 중심선이 있도록 설계하였다.

사용된 소재는 나일론 91%, 폴리우레탄 19% 원단으로, ASTM D 2594의 방법에 따라 20cm×20cm 면적에서 500g의 하중을 주어 원단의 신장률(Z)을 측정하였다. 본 연구에 사용된 원단의 신장률(Z)은 아래의 식 <Equation 1>로 계산하였으며, 측정값은 <표 1>에서 보는 바와 같이 원단 방향의 신장률은 웨일(Wale) 15%, 코스(Course) 27.5%, 바이어스(Bias) 22.5%이었다.

밀착 의복 패턴의 축소는 선행 연구(김소영, 홍경희, 2012)를 결과를 참고하여 실시하였다. 선행연구에서는 기능성 밀착 의복의 적정 축소율을 선정하기 위하여 네 단계의 축소율로 패턴을 축소하여 평가하였는데, 총 원단의 신장률을 100%로 하였을 때 단계별 적용신장률은 웨일 60%, 코스 76%를 적용한 패턴의 착용감이 가장 우수하였기에 웨일 60%, 코스 76%를 적용하여 아래의 식 <Equation 2>로 패턴 축소율(Pattern reduction rate)을 구하였으며 Yuka CAD에서 패턴을 축소하기 위하여 계산한 웨일의 패턴 축소율은 10.8%, 코스의 패턴 축소율은 24.3%이었다.

$$\text{Pattern reduction rate} = \% \text{ fabric stretch}(Z) \times \text{적용신장률} \times 0.01 \quad \text{<Equation 2>}$$

$$\% \text{ fabric stretch}(Z) : \text{wale}=18\%, \text{ course}=32\% \\ \text{적용신장률} : \text{wale}=60\%, \text{ course}=76\%$$

스트레치 원단의 방향에 따른 신장 특성 및 의복압의 변화를 고찰하기 위하여 [그림 1]과 같이 네 가지 패턴에 대하여 동일 축소율을 이용하되 패턴 방향만 다르게 배치

<표 1> 실험 원단의 신장률

실험 원단	웨일	코스	바이어스
A	20.0cm	20.0cm	20.0cm
C	23.6cm	26.4cm	24.5cm
원단 신장률(Z)	18.0%	32.0%	22.5%

$$\% \text{ fabric stretch}(Z) = 100 \times \left[ \frac{(C-A)}{A} \right] \quad \text{<Equation 1>}$$

A: Distance between two solid lines before extension

C: Distance between two solid lines after loading

하여 원단을 재단한 후 실험 의복을 제작하였다. P1은 앞판 웨일, 뒤판 웨일의 원단 방향을 사용하였으며, P2는 앞판 웨일, 뒤판 바이어스를 이용하였다. P3는 앞, 뒤 모두 바이어스를 사용하였으며, P4는 앞판 바이어스 뒤판 웨일의 원단 방향을 사용하여 밀착 의복을 제작하였다.

이때 피험자와 인대에서의 의복압 측정 부위는 [그림 2]와 같이 밀착 의복의 전면 2부위(Point 5=내측광근, Point 6=슬개골), 측면 3부위(Point 3=장골극, Point 4=외측광근, Point 7=대둔근), 후면 2부위 (Point 1=엉덩이돌출점, Point 2=대내전근) 등 총 7부위 이었다.

2. 밀착 의복의 의복압 측정 장치 및 위치

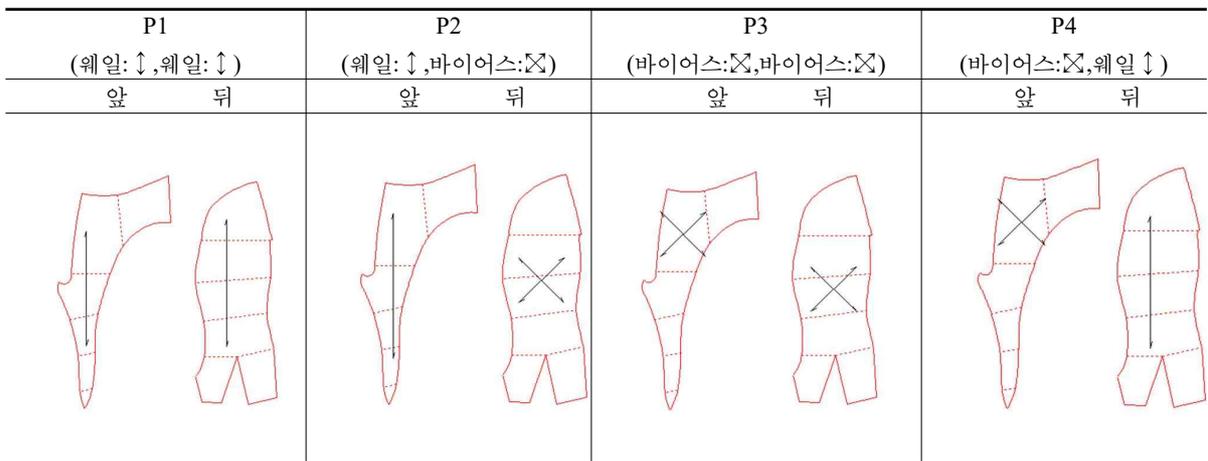
제작된 밀착 의복의 의복압은 선행 연구(김소영, 홍경희, 2012)의 3차원 정자세 밀착 패턴 제작에 사용된 피험자와 비슷한 체격의 20대 남성 피험자 3인과 경질의 남성 인대 1종을 대상으로 측정하였으며 각각의 치수는 <표 2>와 같다.

의복압 측정은 공기주입식 센서 AMI-3037-2(AMI Techno. Co, Ltd., Japan)를 사용하였으며, 정자세에서 부위별로 10초 동안 3회 측정된 평균 의복압을 구하였다.

3. 밀착 의복 착용 시 웨일·코스 방향의 길이 변화량 측정

기본원형을 축소하여 스트레치 원단으로 제작된 밀착 의복을 인체에 착용하면 인체의 형상에 따라 둘레와 길이 방향으로 원단의 변형이 일어난다. 원단 방향에 따른 길이의 변화량을 측정하기 위하여 제작된 밀착 의복을 남성용 경질 인대에 착용 한 다음 스트레치 원단의 변화량을 측정하였다.

측정 방법은 먼저 밀착 의복 착용 전의 상태에서 웨일



[그림 1] 원단의 방향에 따른 4가지 유형의 밀착 의복 패턴

<표 2> 피험자 및 인대의 부위별 측정 치수

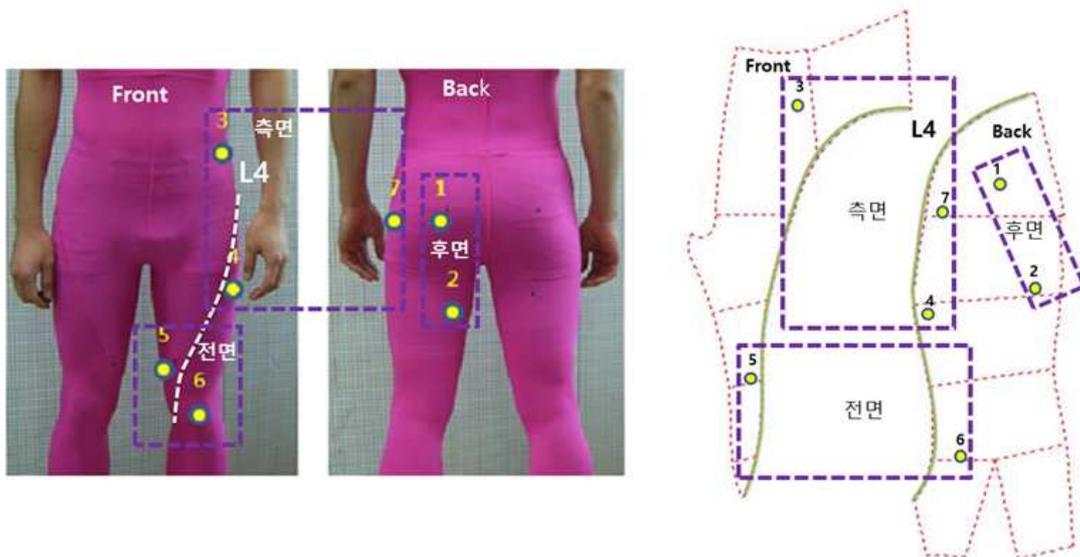
(unit: cm)

측정항목	S1	S2	S3	남성 인대
신장	186.0	187.0	187.0	190.0
가슴둘레	91.5	94.0	97.0	98.0
허리둘레	78.2	79.0	80.0	74.0
엉덩이둘레	99.0	99.0	101.0	97.0
허리높이	116.7	117.0	117.8	118.0
무릎높이	50.2	50.0	51.7	52.0

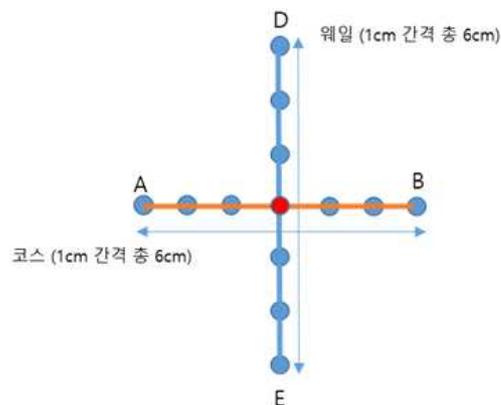
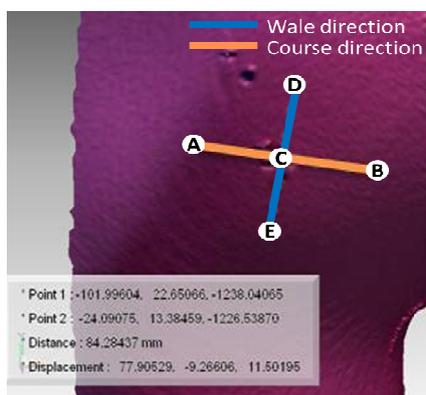
과 코스 방향을 표시하였다. 측정 부위는 화이트 마커를 사용하여 압력측정 기준점(7 부위)을 중심으로 원단 웨일·코스 방향에 맞춰 각각 1cm 간격으로 세 개의 점을 찍었다. 원단 변형량 측정은 제작된 밀착 의복을 남성 인대에 착장 후 [그림 3]과 같이 3D 스캐너(Vivid310, Konica Minolta, Japan)를 이용하여 7 부위의 측정점에서 3D 스캔한 다음 분석 프로그램인 RapidForm2004 (INUS Technology, INC., Korea)의 서피스 메저(surface measure) 기능을 이용하여 웨일(D~E)과 코스(A~B) 방향의 길이 변화량을 측정하였다.

스트레치 원단의 변형과 의복압 사이의 관련성을 파악하기 위하여 원단의 신장 시 인장력을 하중으로 측정하였다. 인장시험은 만능재료 시험기(Unitech, R&B)를 사용하였고 편성물의 경우 파열이 되기 전에 원단이 조에서 이탈되는 특성이 있으므로 조에서 이탈되기 전까지 원단의 신장률 범위에서(약 57% 신장) 인장시험을 실시하였다. 시료는 원단의 웨일, 코스, 바이어스 방향에서 가로 10cm 세로 15cm로 각각 3개씩 제작하였으며 만능재료 시험기의 조의 크기에 따라서 가로 2.5cm 파지 거리 7.6cm에서 총 3회 측정하였고 평균값을 사용하였다. 만능재료 시험기에서 측정된 시간에 따른 하중과 변위를 분석하였다.

4. 원단의 인장 특성에 따른 하중 측정



[그림 2] 인체 착장 시 및 밀착 의복 패턴에 표시된 의복압 측정 부위



[그림 3] 3D 프로그램을 이용한 웨일·코스 길이 변화량 측정

## 5. 자료 분석

자료 분석은 통계프로그램인 IBM SPSS Statistics 24.0을 사용하였다. 각 측정점에서 패턴 간 의복압 차이는 일원분산분석으로, 패턴 간 평균 압력의 차이는 이원분산 분석으로 분석하였으며 이때 Tukey에 의한 다중비교를 하였다. 패턴별 평균 변화량은 일원분산분석을 실시하였고 Duncun에 의한 다중비교를 하였다. 또한, 피험자와 인대에서 측정된 의복압과 원단의 변화량에 따른 하중과의 상관관계(Pearson)를 분석하였다.

## Ⅲ. 결과 및 해석

### 1. 의복압 측정 결과

실험복 네 벌의 치수는 모두 같으나, 실제 원단의 방향이 다른 P1, P2, P3, P4 밀착 의복의 의복압 측정 일곱 부위에서의 피험자에 대한 의복압 측정 결과는 <표 3>과 같다. 먼저 <표 3>의 하단에 제시한 바와 같이 부위별 전체(Point 1 ~ Point 7)에서 네 가지 의복 간의 압력 평균과 유의차를 살펴본 결과 P1은 1.02 kPa로 가장 낮았고

P2, P3, P4는 1.08 kPa~1.11 kPa로 유사한 경향을 나타내었다( $p<.01$ ). 표준편차를 보면 바이어스로 재단된 P3의 압력이 고르게 분포하는 경향이 나타났다. 포인트 별로 의복압 차이를 분석하여 보면 Point 1(영덩이 돌출점)과 Point 5(내측광근)를 제외한 다섯 부위에서 네 개의 패턴 간에 의복압은 유의한 차이가 있었다( $p<.01$ ,  $p<.001$ ). Point 2(대내전근)에서는 P1 패턴의 압력이 0.73 kPa로 P2, P3, P4 패턴(0.87~0.89 kPa)에 비하여 상대적으로 낮았고, Point 3(장골극)에서는 P1, P2 패턴의 압력(0.58, 0.59 kPa)이 유사하고, P3, P4 패턴의 압력(1.06, 1.15 kPa)이 유사하였다. Point 4(외측광근)에서의 압력은 P1 패턴이 가장 낮았고(1.02 kPa), P2와 P3 패턴은 유사하였으며(1.18, 1.11 kPa), P4 패턴(1.31 kPa)에서 가장 높게 나타났다. Point 6(슬개골)에서는 P3, P4 패턴이 유사하게 P4, P2 패턴이 유사하게, P2와 P1 패턴이 유사하게 나타났다(P3=1.60, P4=1.74, P2=1.84, P1=2.02 kPa). Point 7(대둔근)의 압력은 P1, P4 패턴(0.73, 0.70 kPa)이 유사하였고, P2, P3 패턴(0.90, 0.99 kPa)이 유사하였다. 이처럼 원단 방향에 따라 Point 별로 의복압이 달라진 결과는 추후에 부위별 압력을 조절하기 위한 목적으로 활용될 수 있을 것이다.

<표 3> 밀착 의복의 의복압 측정 결과

(unit: kPa)

측정 위치	P1(↓, ↓)	P2(↓, ↘)	P3(↘, ↘)	P4(↘, ↓)	F
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	
Point 1 (영덩이 돌출점)	1.04 (0.12)	1.07 (0.21)	1.06 (0.12)	1.06 (0.27)	.182
Point 2 (대내전근)	0.73 <sup>a</sup> (0.26)	0.89 <sup>b</sup> (0.18)	0.89 <sup>b</sup> (0.17)	0.87 <sup>b</sup> (0.23)	4.410 <sup>**</sup>
Point 3 (장골극)	0.58 <sup>a</sup> (0.18)	0.59 <sup>a</sup> (0.10)	1.06 <sup>b</sup> (0.11)	1.15 <sup>b</sup> (0.31)	75.539 <sup>***</sup>
Point 4 (외측광근)	1.02 <sup>a</sup> (0.21)	1.18 <sup>b</sup> (0.08)	1.11 <sup>b</sup> (0.10)	1.31 <sup>c</sup> (0.15)	21.672 <sup>***</sup>
Point 5 (내측광근)	1.01 (0.32)	1.09 (0.43)	0.99 (0.18)	0.92 (0.20)	1.605
Point 6 (슬개골)	2.02 <sup>c</sup> (0.61)	1.84 <sup>bc</sup> (0.11)	1.60 <sup>a</sup> (0.17)	1.74 <sup>ab</sup> (0.41)	6.401 <sup>***</sup>
Point 7 (대둔근)	0.73 <sup>a</sup> (0.23)	0.90 <sup>b</sup> (0.10)	0.99 <sup>b</sup> (0.29)	0.70 <sup>a</sup> (0.30)	9.832 <sup>***</sup>
Point1~Point7	1.02 <sup>a</sup> (0.48)	1.08 <sup>b</sup> (0.39)	1.10 <sup>b</sup> (0.23)	1.11 <sup>b</sup> (0.34)	5.891 <sup>**</sup>

\*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

2. 웨일·코스 방향의 길이 변화 측정 결과

실험을 위해 제작된 밀착 의복을 남성용 인대에 착장한 다음 측정된 점간 길이 변화에 따른 웨일·코스의 변화량은 <표 4>와 같다. 웨일 방향에서 약 2.0 cm 이상 길이 변화가 발생한 부위는 P2에서는 Point 1(영덩이 돌출점), Point 2(대내전근), P3에서는 Point 1(영덩이 돌출점), Point 6(슬개골), Point 7(대둔근)인 것으로 나타났다. 반면, 코스 방향으로 약 2.0 cm 이상 길이 변화가 있는 경우를 살펴보면, P1에서는 Point 1(영덩이 돌출점), Point 2(대내전근), Point 6(슬개골), P2에서는 Point 2(대내전근), P3에서는 Point 1(영덩이 돌출점), Point 5(내측광근), P4에서는 Point 1(영덩이 돌출점), Point 2(대내전근), Point 7(대둔근)이었다. 전체적으로 길이 변화량은 Point 1(영덩이 돌출점)과 Point 2(대내전근)가 위치한 후면이 큰 것을 알 수 있었다. 패턴별 평균 변화량을 살펴보면 웨일 방향에서는 패턴 간 차이가 있었고( $p < .05$ ) 코스 방향으로는 차이가 나타나지 않았다. 이때 웨일 방향에서 평균 변화

량이 가장 큰 패턴은 P3이었다.

<표 5>는 각각의 측정점에서의 길이 변화가 가장 많은 패턴과 원단 방향을 정리한 것이다. 웨일·코스 방향으로의 길이 변화가 가장 많은 패턴의 원단 방향을 살펴보면 앞판 바이어스, 뒤판 바이어스로 재단된 P3가 대체로 길이 변화가 큰 것을 알 수 있었으며, 절개선 L4에 근접하게 위치한 Point 5(내측광근)와 Point 6(슬개골) 부위에서도 역시 바이어스 방향으로 재단되었을 때의 길이 변화가 큰 것으로 나타났다. 즉, P3는 <표 3>에서 포인트 별 의복압의 표준편차가 가장 작아 의복압의 분포가 고른데 반해 원단의 신장은 가장 컸다. P1의 경우는 <표 3>에서 의복압이 가장 작았는데 <표 5>에서도 빈도가 가장 작아 신장이 크지 않았다.

3. 착용 시 원단의 양방향 길이 변화에 따른 하중

본 연구에서 사용된 원단 방향의 패턴 축소율은 웨일 10.8%, 코스 24.3%, 바이어스 17.4%이었다. 밀착 의복은

<표 4> 웨일·코스 방향의 길이 변화량

(unit: cm)

측정 위치	전면		측면			후면		Mean	(SD)	F
	Point5 (내측광근)	Point 6 (슬개골)	Point 3 (장골극)	Point 4 (외측광근)	Point 7 (대둔근)	Point 1 (영덩이 돌출점)	Point 2 (대내전근)			
웨일	P1 (↓, ↓)	1.39	1.91	0.58	0.58	1.29	0.80	1.54	1.16 <sup>a</sup>	3.1850*
	P2 (↓, ⊗)	1.19	1.63	0.82	0.82	1.15	2.20	2.28	1.44 <sup>ab</sup>	
	P3 (⊗, ⊗)	1.64	2.04	1.49	1.49	2.35	2.49	1.46	1.85 <sup>b</sup>	
	P4 (⊗, ↓)	1.11	1.64	1.38	1.38	1.10	0.91	0.61	1.16 <sup>a</sup>	
코스	P1 (↓, ↓)	1.49	2.75	1.42	1.42	1.32	2.40	2.37	1.88	.992
	P2 (↓, ⊗)	1.94	1.37	1.89	1.89	1.33	1.90	2.03	1.76	
	P3 (⊗, ⊗)	2.66	1.65	1.09	1.09	1.11	2.30	0.13	1.43	
	P4 (⊗, ↓)	1.69	1.89	1.20	1.20	2.60	2.82	2.47	1.98	

\* $p < .05$

축소율을 적용하여 제작되어 기본패턴보다 작게 제작되었으므로 인체에 착용하면 신장하게 된다. 이때 인체에 착용되기 전에는 같은 길이일지라도 원단의 방향에 따라 신장률이 다르므로 인체에 착용되면 길이가 다르게 변화한다. 착용 전에 1cm 간격으로 표시한 웨일·코스 방향의 점들이 인체에 의복을 착용했을 때 늘어난 길이를 측정한 후 이때 신장한 길이에 해당하는 하중을 인장-하중 곡선에서 찾아 각 포인트에서 인장력(하중)을 계산하였다. 양

방향 신장률에 해당하는 하중을 원단의 인장-하중 곡선에서 찾고 측정점에서의 양방향 곡률을 알면 해당 부위의 의복압을 예측할 수 있으므로 (이예진, 홍경희, 2005; Kirk & Ibrahim, 1966) 인체 착용 시 신장한 원단의 길이에 해당하는 양방향 하중과 그 합을 7개의 측정점에서 구하여 <표 6>에 제시하였다. 네 개의 밀착 의복 간 평균 하중을 살펴보면 원단의 방향을 바꾼 네 가지 패턴의 경우 P1과 P4가 0.43kgf로 P2(0.46kgf), P3(0.51kgf)보다

<표 5> 길이 변화가 가장 큰 밀착 패턴의 원단 방향

포인트와 위치		웨일		코스	
		길이 변화가 가장 큰 패턴	원단 방향	길이 변화가 가장 큰 패턴	원단 방향
전면	Point 5(내측광근)	P3(↘,↘)	바이어스	P3(↘,↘)	바이어스
	Point 6(슬개골)	P3(↘,↘)	바이어스	P1(↓,↓)	웨일
측면	Point 3(장골극)	P3(↘,↘)	바이어스	P2(↓,↘)	웨일
	Point 4(외측광근)	P3(↘,↘)	바이어스	P2(↓,↘)	바이어스
	Point 7(대둔근)	P3(↘,↘)	바이어스	P4(↘,↓)	웨일
후면	Point 1(엉덩이 돌출점)	P3(↘,↘)	바이어스	P4(↘,↓)	웨일
	Point 2(대내전근)	P2(↓,↘)	바이어스	P4(↘,↓)	웨일

<표 6> 길이 변화에 따른 웨일·코스 방향의 하중과 그 합

(unit: kgf)

측정 위치	P1(↓,↓)			P2(↓,↘)			P3(↘,↘)			P4(↘,↓)		
	웨일	코스	합									
Point 1(엉덩이 돌출점)	0.17	0.32	0.49	0.39	0.21	0.60	0.46	0.21	0.67	0.17	0.35	0.52
Point 2(대내전근)	0.28	0.25	0.53	0.42	0.21	0.63	0.28	0.14	0.42	0.10	0.32	0.42
Point 3(장골극)	0.10	0.14	0.24	0.17	0.17	0.34	0.28	0.14	0.42	0.26	0.14	0.40
Point 4(외측광근)	0.28	0.14	0.42	0.24	0.21	0.45	0.28	0.31	0.59	0.24	0.14	0.38
Point 5(내측광근)	0.31	0.32	0.63	0.31	0.14	0.45	0.35	0.17	0.52	0.31	0.17	0.48
Point 6(슬개골)	0.28	0.14	0.42	0.24	0.14	0.38	0.42	0.10	0.52	0.24	0.29	0.53
Point 7(대둔근)	0.17	0.14	0.31	0.24	0.14	0.38	0.17	0.24	0.41	0.14	0.14	0.28
평균	0.23	0.21	0.43	0.29	0.17	0.46	0.32	0.19	0.51	0.21	0.22	0.43

낮은 경향을 나타내었다. 선행연구 (Kirk & Ibrahim, 1966)에 의하면 각 측정점에서의 곡률과 인장력을 알아야 하는데 본 연구에서는 인대 위에서 네 개의 실험 의복의 측정점이 같으므로 곡률을 측정하지 않고도 각 방향에서의 신장에 의한 인장력(하중)의 합을 알면 의복압의 상대적인 크기의 대소를 예측할 수 있다. 이에, 원단 신장에 따른 하중의 합과 인체와 인대에서 측정된 의복압의 관련성을 알아보기 위하여 먼저 해당하는 값들을 <표 7>에 제시하였다. 같은 패턴이라도 원단의 원단방향이 바뀔에 따라 의복압과 신장에 따른 하중합이 서로 상이하였다. 인대에서 측정된 압력의 평균은 P1이 1.29 kPa로 가장 작았는데 웨일 코스 방향의 하중의 합 역시 0.46 kgf로 가장 작은 것을 알 수 있었다. 실제 의복압과 하중합과의 상호 관련성을 알기 위하여 피험자와 인대에서 측정된 의복압과 하중합과의 피어슨 상관관계를 <표 8>에 제시하였다.

이때 <표 3>에서 Point 6(슬개골)은 곡면이 불규칙한 슬개골 위에서 측정된 값으로 표준편차가 상대적으로 커서 Point 6(슬개골)을 제외하고 상관계수를 구하였다. 피험자와 인대에서 측정된 압력과 하중합은 정적 상관관계에 있었고, 피험자와 인대의 압력의 피어슨 상관계수는 0.60( $p<.01$ )이었다. 피험자에게서 측정된 의복압과 원단 신장으로 인한 양방향 하중합에 대한 피어슨 상관계수는 0.45( $p<.05$ )였고, 인대 위에서 측정된 의복압과 원단 신장에 의한 하중합은 0.48( $p<.05$ )로 인대를 이용한 상관관계가 다소 높았다.

#### 4. 결론 및 제언

본 연구에서는 밀착성이 향상되어 착용 쾌적성이 우수한 기능성 밀착 의복을 개발하기 위하여 웨일과 코스의 신장률을 측정하여 패턴을 축소하고, 동일한 축소율의 패

<표 7> 피험자와 인대에서 측정된 압력과 하중합 (unit: kgf)

측정 위치	P1(↓,↓)			P2(↓,↘)			P3(↘,↘)			P4(↘,↓)		
	피험자	인대	하중합									
Point 1 (영덩이돌출점)	1.04	1.26	0.49	1.07	1.80	0.60	1.06	2.05	0.67	1.06	1.70	0.52
Point 2 (대내전근)	0.73	1.09	0.53	0.89	1.65	0.63	0.89	1.53	0.42	0.87	1.46	0.42
Point 3(장골극)	0.58	0.90	0.24	0.59	1.00	0.34	1.06	1.33	0.42	1.15	1.20	0.40
Point 4 (외측광근)	1.02	1.65	0.42	1.18	1.72	0.45	1.11	1.64	0.59	1.31	2.00	0.38
Point 5 (내측광근)	1.01	0.71	0.63	1.09	1.14	0.45	0.99	1.04	0.52	0.92	0.99	0.48
Point 6(슬개골)	2.02	2.71	0.42	1.84	3.35	0.38	1.60	2.76	0.52	1.74	3.13	0.53
Point 7(대둔근)	0.73	0.69	0.31	0.90	0.72	0.38	0.99	0.79	0.41	0.70	0.64	0.28
평균	1.02	1.29	0.43	1.08	1.63	0.46	1.10	1.59	0.51	1.11	1.59	0.43

<표 8> 피험자와 인대에서 측정된 압력과 하중합의 상관관계

상관 관계	피험자	인대	하중합
피험자	1	-	-
인대	.60**	1	-
하중합	.45*	.48*	1

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

턴을 원단 방향을 다르게 하여 밀착 의복을 제작한 다음 의복압과의 연관성을 파악하고자 하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 원단 방향의 변화가 착용 시 의복압에 미치는 영향을 분석한 결과, 패턴별 평균 의복압을 살펴보면 앞판 웨일, 뒤판 웨일 방향으로 재단되어 제작된 P1의 의복압이 다른 패턴에 비하여 낮았고, P3, P4는 높은 경향을 보였다. 각 의복압 측정점에서의 압력이 고르게 분포한 패턴은 앞판 바이어스 뒤판 바이어스로 재단된 P3이었다. 둘째, 웨일·코스 길이 변화를 측정할 결과 웨일 방향에서는 길이 변화량의 평균값이 패턴 간에 유의하게 차이가 있었으며 길이 변화가 가장 큰 패턴은 앞판 바이어스, 뒤판 바이어스로 재단된 P3이었다. 셋째, 원단의 인장 특성을 측정하여 하중을 구한 결과, 앞판 웨일, 뒤판 웨일 방향으로 재단되어 제작된 P1이 원단의 신장에 따른 하중이 작은 것으로 나타났다. 넷째, 인대에서 측정된 압력과 웨일 코스 방향의 하중의 합은 정적 상관관계에 있었으므로 실제 의복압을 측정할 수 없을 때 양방향의 신장 특성을 보면 의복압의 상대적 크기를 예측할 수 있는 가능성이 보였다. 신장에 따른 양방향 인장력 즉, 웨일과 코스 방향에서의 신장된 길이에 해당하는 하중의 합으로 보았을 때 P1의 값이 적게 나타났는데 실측한 의복압 역시 P1이 가장 적었다. 차후에는 각 점에서의 양방향 곡률을 측정하면 의복압 예측의 정확성이 개선될 것으로 생각된다.

본 연구 결과 원단의 방향이 변화하면 밀착 의복의 압력에 영향을 미치는 것으로 나타나 부위별로 압력이 다르게 설계된 밀착 의복 제작 시에는 부위별로 적정 압력을 유지하기 위해서는 원단 각각의 방향(웨일, 코스, 바이어스)에 맞는 정확한 원단의 신장률을 적용하여 패턴을 축소하여 제작해야 하는 것을 알 수 있었다. 또한, 연구에 사용된 원단은 신장률이 웨일(Wale) 15%, 코스(Course) 27.5%, 바이어스(Bias) 22.5%로써 패턴의 축소를 웨일 10.8%, 코스 24.3%를 적용하여 밀착 의복을 제작하였을 때, 평균 압력이 0.43 kPa~0.51 kPa로 매우 낮은 수준의 압력임에도 불구하고 원단의 방향이 달라짐에 따라 압력의 차이가 나타나는 것을 알 수 있었다. 이렇듯 적은 압력을 주는 의복에서도 원단 방향의 변화가 압력에 영향을 미치기 때문에 밀착 의복 제작 시 원단의 방향이 중요한 요소임을 알 수 있었다.

따라서 부위별로 조건에 따라 다르게 압력을 조절해야 하는 고기능성 밀착 의복 제작 시에는 원단 방향의 변화가 압력에 더 많은 영향을 미칠 것으로 예상되므로, 기능

에 따른 적정 압력을 유지할 수 있는 밀착 의복을 제작하기 위해서는 원단의 방향에 따른 신장률을 측정하고 이에 따른 적정한 패턴의 배치와 축소가 필요함을 알 수 있었다. 나아가 본 연구에서 사용한 밀착 패턴은 앞판과 뒤판의 2개로 이루어진 디자인이었지만 패턴의 구획이 많이 나누어진 디자인에서는 봉제선도 기능성 밀착 의복의 압력에 영향을 줄 것이 예상되므로 이에 관한 후속 연구도 이루어져야 할 것을 제안하고자 한다.

주제어: 밀착 의복, 의복압, 원단 방향, 원단 신장률, 패턴 축소를

## REFERENCES

- 김남임, 이효정(2019). 시판 스포츠 컴프레션 웨어의 의복압이 혈류 및 주관적 감성에 미치는 영향. *한국의류산업학회지*, 21(4), 459-467.
- 김소영, 홍경희(2012). 동적 자세와 피부분절을 이용한 기능성 밀착의복 제작 프로세스. *한국생활과학회지*, 21(3), 551-565.
- 백윤정(2003). 신체부위별 의복압 허용 한계에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.
- 이연순, 류지현, 김경아(2007). 하반신 체형 유형에 따른 플레어 스커트의 햄라인 단면형상 비교. *한국의상디자인학회지*, 9(3), 35-46.
- 이예진, 홍경희(2005). 인체의 복곡면과 직물변형특성을 이용한 의복압 예측법의 개선. *한국의류학회지*, 29(8), 1168-1175.
- 최지영, 홍경희(2012). 파워 필름 부착과 인장축 방향 변화에 따른 스포츠웨어용 트리코트의 인장특성. *한국섬유공학회지*, 49(4), 200-209.
- 허은영, 조진숙(2004). 여성용 Knit Block의 신장률 배분 방식에 관한 연구. *대한가정학회지*, 42(8), 203-218.
- 허은영(2004). 니트 패턴의 기준 신장률 설계에 관한 연구. *대한가정학회지*, 42(10), 153-171.
- Armstrong, H. J. (2000). *Pattern marking for fashion design (3rd ed.)*. Hoboken: Prentice hall.
- Anthony, S. W. W., Li, Y., & Zhang, X. (2004). Influence of fabric mechanical property on clothing dynamic pressure distribution and pressure comfort on tight-fit sportswear. *SEN-I GAKKAISHI*, 60(10),

- 293-299.
- Doan, B. K., Kwon, Y. H., & Newton, R. U. (2003). Evaluation of a lower-body compression garment. *Journal of Sports Science, 21*, 601-610.
- Engrave, L. H., Heimbach, D. M., Rivara, F. P., Moore, M. L., ... Gibran, N. S. (2010). 12-year within-wound study of the effectiveness of custom pressure garment therapy. *Burns, 36*, 975-983.
- Hong, L., Dongsheng, C., Qufu, W., & Ruru, P. (2011). A study of the relationship between clothing pressure and garment bust strain, and Young's modulus of fabric, based on a finite element model. *Textile Research Journal, 81(13)*, 1307-1319.
- Ito, N., Kotake, M., Santo, R., & Yamada, T. (2001). Effects of mean clothing pressure on compressive sensation of women's underwear. *Japan Society of Home Economics, 52(9)*, 865-875.
- Kerckhove, E. V., Stappaerts, K., Fieuws, S., Laperre, J., ... & Boeckx, W. (2005). The assessment of erthema and thickness on burn related scars during pressure garment therapy as a preventive measure for hyperphic scarring. *Burns, 31*, 696-702.
- Kirk, W., & Ibrahim, S. M. (1966). Fundamental relationship of fabric extensibility to anthropometric requirements and garment performance. *Textile Research Journal, 36(1)*, 37-47.
- Kraemer, W. J., Flanagan, S. D., Comstock, B. A., Fragala, M. S., ... & Maresch, C. M. (2010). Effects of whole body compression garment on markers of recovery after a heavy resistance work out in men and women. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 24(3)*, 804-814.
- MacRae, B. A., Cotter, J. D., & Laing, R. M. (2011). Compression garments and exercises: Garment considerations, physiology and performance. *Sports Medicine, 41(10)*, 815-848.
- Mills, C., Scurr, J., & Wood, L. (2011). A protocol for monitoring soft tissue motion under compression garments during drop landings. *Journal of Biomechanics, 44*, 1821-1823.
- Shelton, F., Barnett, R., & Meyer, E. (1998). Full-body interface pressure testing as a method for performance evaluation of clinical support surfaces. *Applied Ergonomics, 29(6)*, 491-497.
- Tomoko, Y., Yuriko, T., & Noriko, I. (2001). Factors of affecting comfort and comfortable clothing pressure of tights. *Journal of Home Economics of Japan, 52(9)*, 855-863.
- Tsai, I. D., Cassidy, C., Cassidy, T., & Shen, J. (2002). The influence of woven stretch fabric properties on garment design and pattern construction. *Transactions of the Institute of Measurement and Control, 24(1)*, 3-14.
- Watkins, P. (2011). Designing with stretch fabrics. *Indian Journal of Fibre & Textile Research, 36*, 366-379.
- Yamada, T., & Matsuo, M. (2009). Clothing pressure of knitted fabrics estimated in relation to tensile load under extension and recovery processes by simultaneous measurements. *Textiles Research Journal, 79(11)*, 1021-1033.
- Ziegert, B., & Keil, G. (1988). Stretch fabric interaction with action wearables: Defining a body contouring pattern system. *Clothing and Textiles Research Journal, 6*, 54-64.

Received 23 April 2021;

1st Revised 25 May 2021;

Accepted 05 June 2021