

## 고령자용 피트니스 압박웨어 착용시의 객관적 인체생리 평가 및 주관적 만족도 평가

전은진 · 김희은<sup>†</sup>

경북대학교 의류학과/장수생활과학연구소

### Objective Physiology Evaluation and Subjective Satisfaction Evaluation when Wearing Fitness Compression Wear for the Elderly

Eun-Jin Jeon and Hee-Eun Kim<sup>†</sup>

Dept. of Clothing & Textiles/Center for Beautiful Aging, Kyungpook National University; Daegu, Korea

**Abstract:** Muscle reduction owing to aging causes changes in physical function among the elderly. Fitness compression wear reduces fatigue by compressing the main muscles, expanding blood vessels, and rapidly discharging lactic acid. The effect of clothing pressure when wearing fitness compression wear for the elderly was objectively and subjectively evaluated for six women aged 55–64 years. The evaluation clothes were three types of tops and bottoms, one type of design (A) preferred among the existing compression wear, and two types of design (B and C). The objective evaluation items included clothing pressure, blood flow, surface temperature, and subjective satisfaction. It was found that clothing A had the highest clothing pressure in the straight posture and five fitness movements. Blood flow increased the most when wearing the evaluation clothing. The surface temperature was found to be the highest for clothing C, and subjective satisfaction was found to be the best when wearing evaluation clothing B. If the tensile strength was low and the tensile elongation was high, as in evaluation clothing B, it was recognized as appropriate clothing pressure, and the subject was subjectively satisfied. When manufacturing fitness compression wear in the future, it will be possible to increase users' objective and subjective satisfaction with wearing it, if the incision of the garment were placed at the location of the line of non-extension (LoNE), and appropriate material characteristics are applied.

**Key words:** elderly (고령자), fitness compression wear (피트니스 압박웨어), objective physiology evaluation (객관적 생리 평가), subjective satisfaction evaluation (주관적 만족도 평가)

## 1. 서 론

현재 우리나라는 급속한 고령화로 노인들의 만성 질환 치료에 소요되는 의료비 증가가 심각한 사회적 문제로 대두되고 있다. 우리나라의 고령 인구 비율은 2023년1월 기준 18.1%에 이르렀으며, 2030년에는 24.3%, 2060년에는 40.1%로 OECD 국가 중 최고 수준에 이를 것으로 예측되고 있다(“Aging Population Ratio”, 2023; Life table, 2016). 또한, 2021년 기준 고령자 진료비는 39조 5320억원으로 총 진료비의 42.4%이며, 연평균 10.3% 증가하는 추세이다(“Medical Expenses”, 2022). 고령화에 따른 근육 감소 및 근력 저하는 노인들의 신체 기능에 많은 변화를 초래하며, 만성 질환뿐 아니라 낙상으

로 인한 골절과 같은 문제를 유발해 노인들의 삶과 건강에 심각한 악영향을 주게 된다. 고령자의 신체 기능 저하는 주로 근골격계 기능 저하와 관절의 움직임 및 균형 감각의 소실에 기인한 것이다(Kim et al, 2004).

고령자의 신체 기능 저하를 예방하기 위해서는 다양한 신체 활동이 필요하며, 신체 활동은 근골격계 기능을 강화함으로써 독립적인 생활을 가능하게 하고 잠재적인 만성 질환을 예방하는 효과적인 방법이다(Goldspink, 2005). 고령자들은 자신의 집에서 건강하게 독립적으로 살고자 하는 Aging-in-Place에 대해 높은 관심이 있으며, 근력과 신체 기능 향상에 주목하고 있다(Cho et al., 2018). 따라서, 근력 향상을 위한 피트니스 운동과 운동 시 근육 활성화에 도움을 줄 수 있는 피트니스 압박웨어에 대한 연구가 필요하다(Hong et al., 2015; Kim & Chun, 2013).

피트니스 압박웨어는 착용 시 주동 근육을 압박함으로써 혈관을 확장하고 동작할 때 발생하는 젖산을 빠르게 배출하여 피로감을 감소시키는 효과가 있다. 또한, 피트니스 압박웨어는 근육 고정 및 보조 근육의 역할을 함으로써(Lee, et al., 2015), 근력 향상과 생리적 부담을 완화해 주는 효과가 있다(Kim & Song, 2010; Park & Chun, 2013). 특히, 압박 웨어를 착용하

<sup>†</sup>Corresponding author: Hee-Eun Kim  
Tel. +82-53-950-6224, Fax. +82-53-950-6219  
E-mail: hekim@knu.ac.kr

©2023 Fashion and Textile Research Journal (FTRJ). This is an open access journal. Articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

고 운동을 할 경우 미세한 근육의 진동과 떨림이 억제되므로 불필요한 에너지 소모를 줄여 운동 기능성을 향상시킬 수 있다 (Bochmann et al., 2005; Doan et al., 2003). 그러나 고령자 착용 시에는 부위별 과도한 압박감으로 동작이 원활하게 수행되지 못하는 단점이 있으므로(Jeon et al., 2019) 피트니스 압박웨어는 고령자의 인체 특성과 동작 특성을 고려하여 적절한 의복압을 제공할 수 있어야 한다.

따라서, 이러한 문제점을 개선한 피트니스 압박웨어의 개발이 필요하며, 고령자들의 피트니스 압박웨어 착용 시에 느끼게 되는 의복압, 혈류량, 체열 등과 같은 생리학적 측면의 검증이 필요하다. 인체생리학 측면의 연구로는 의복압과 관련하여 혈류량, 대사량 등의 변화에 대한 사례가 보고되고 있다(Bringard et al., 2006; Kim & Lee, 2019; Mayrovitz & Sims, 2003). 그러나, 피트니스 압박웨어 착용 시의 긍정적 효과에도 불구하고 피트니스 압박웨어에 대한 인체생리학 측면의 객관적 성능 평가에 대한 연구는 부족할 실정이다.

고령자용 피트니스 압박웨어는 노인들의 인체 치수 및 체형 특성을 반영하여 설계되어야 하며, 착용했을 때의 인체생리학 측면의 객관적 평가 및 검증이 병행되어야 한다. 고령자의 신체적 변화를 반영하지 않은 의복은 의복압과 관절 가동영역에 영향을 미쳐 동작성이 저하되고 피로감을 유발시킨다(Hong et al., 2015). 또한 고령자의 만성 질환은 노인의 생리적 기능 감소와 밀접하게 연관되어 있어 고령자가 의복 착용 시에 느끼는 인체 생리 반응은 건강한 삶의 유지에 중요한 요인이다. 인체생리적 기능 저하는 호흡 기능, 신진대사 기능, 혈액 순환, 소화 기능을 저하해 피로감을 유발하고 삶의 질을 떨어뜨리게 된다. 피트니스 압박웨어 착용시 의복압의 수준에 따라 혈류량과 피부온에 긍정 또는 부정적 영향을 초래할 수 있으므로 부위별로 적절한 의복압 제공이 필요하다. 특히, 의복압이 과도할 경우 혈류량을 떨어뜨려 동작성이 저하되고 피로감이 누적됨으로써 다양한 사고를 유발시킬 수 있다. 의복압 관련 연구로는 의복압과 혈류량과의 관계를 정량적으로 검증한 연구(Kakkos et al., 2018; Kim, 2016; Mosti & Partsch, 2014)와 혈류 변화를 피부온 또는 표면온도 측정을 통해 평가한 연구(Duffield &

Portus, 2007; Formenti et al., 2017; Hadžić, et al., 2019; Kim & Hong, 2016; Quesada et al., 2015)등이 있다. 선행 연구 결과에서와 같이 의복압, 혈류량, 체열과의 관계를 분석할 경우 피트니스 압박웨어의 객관적 성능 검증이 가능하고 부위별 적절한 의복압 범위에 대한 객관적 지표를 제공할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 고령자 피트니스 압박웨어 착용 시의 인체 부위별 의복압이 혈류에 미치는 영향을 객관적으로 평가하고, 주관적 만족도에 대한 평가를 수행하여 연구자가 개발한 피트니스 압박웨어의 착용 쾌적성을 검증하고자 한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 피험자

피험자는 일상생활에서 주 3회 이상 운동을 수행하고 사전에 피트니스 압박웨어의 착용 경험이 있는 55~64세 여성으로 BMI가 25(kg/m<sup>2</sup>)에 포함되는 6명을 선정하였다. 피험자는 Size Korea(2015)에서 제시한 50~69세 계측치의 평균에 속하고 피트니스 압박웨어 large size에 해당하는 체형을 선정하였으며, 피험자의 신체적 기본 특성은 Table 1에 정리하였다. Table 1에 정리하였다. 평가 참여자의 인체치수의 평균은 나이 58.7세, BMI 24.0(kg/m<sup>2</sup>), 몸무게 59.8 cm, 신장 157.8 cm, 가슴둘레 91.2 cm, 허리둘레 83.3 cm, 엉덩이둘레 93.8 cm, 허벅지 둘레 52.8 cm, 종아리 둘레 35.9 cm로 파악되었다.

### 2.2. 평가용 피트니스 압박웨어













평가복 3종은 고령자를 대상으로 한 피트니스 압박웨어 착용 특성 평가를 진행한 선행 연구(Jeon et al., 2019)에서 고령자가 가장 선호하는 디자인으로 선정된 기존 제품 1종(A)과 개발한 평가복 디자인 2종(B, C)으로 구성하였다. 개발복 2종은 피트니스 동작 유형별 체표면적 분석(Jeon et al., 2020) 연구 결과와 피트니스 동작시 사용되는 주동 근육의 조사 결과를 기반으로 디자인과 근육 압박 라인을 설정하였다.

평가복은 전신을 커버하는 긴소매와 긴바지 형태이며, 부착

Table 1. Characteristics of subjects for the study

Subject	Age (year)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Weight (Kg)	Height (mm)	Bust Cir. (mm)	Waist Cir. (mm)	Hip Cir. (mm)	Thigh Cir. (mm)	Calf Cir. (mm)
S1	64	23.4	57	156	90	82	93	53	36
S2	57	25.1	61	156	94	86	95	53	39
S3	57	24.2	62	160	89	82	92	53	35
S4	57	24.8	61	157	91	80	94.5	53	34.5
S5	57	24.4	61	158	93	85	96	53	36
S6	60	22.3	57	160	90	85	92	52	35
Mean	58.7	24.0	59.8	157.8	91.2	83.3	93.8	52.8	35.9
SD	2.88	1.03	2.23	1.83	1.94	2.34	1.67	0.41	1.63
Size Korea mean		24.6	59.0	154.7	90.6	82.5	92.9	54.2	34.4

Table 2. Clothing designs evaluation

Existing clothing (A type)		Developed clothing (B type)		Developed clothing (C type)	
Front	Back	Front	Back	Front	Back
					
					

된 압박 라인은 고령자들이 피트니스 운동시 사용하게 되는 주동 근육(중삼각근, 상완이두근, 상완 삼두근, 대퇴직근, 슬굴곡근, 비복근)의 위치를 기준으로 설계하였다. 부착된 압박 라인은 패턴 설계시에 주동 근육을 압박하되 동작에 불편함을 주지 않는 위치에 배치하였다. 평가복 B와 C의 차이점은 2개 평가복 모두 주동 근육을 압박하도록 설계하였으나 압박 라인의 디자인과 위치는 상이하게 배치하였으며 평가복의 상세 디자인과 착장 형태는 Table 2와 같다.

평가복 소재는 폴리에스테르, 폴리우레탄으로 구성되었으며, 평가복 A는 기능성 피트니스 웨어로 폴리에스테르 80%, 폴리우레탄 20%로 구성되었으며, 무시접 봉제법(flat lock stitching)으로 제작된 형태이다. 개발 평가복 B는 폴리에스테르 88.1%, 폴리우레탄 11.9%의 구성으로 탄성률과 신장률이 우수한 기능성 소재를 사용하여 제작하였으며, 개발 평가복 C는 폴리에스테르 70%, 폴리우레탄 20%, 나일론 10%의 구성으로 편물 소재(knitted fabric)의 봉제선이 없는 환편성물(seamless) 형태로 제작하였다. 소재 특성은 한국 의류 시험연구소 의뢰를 통해 혼

용율(KS K 0210)을 확인하였으며, 직물 및 편성물 시험 방법(KS K 0642)을 통해 인장 강도, 인장 신도, 신장 회복률을 확인하였다(Table 3).

개발 평가복 패턴 설계를 위해 먼저, 피트니스 압박웨어의 적정 신축율을 조사하였으며, 패턴 축소율은 Size Korea(2015)에서 제시된 60~69세 고령자 인체 치수 데이터와 기존 피트니스 압박웨어의 제품 사이즈를 비교하여 산출하였다(Table 4). 예를 들어 Table 4에서 large size의 경우 Size Korea 인체 치수 가슴둘레 범위(91.0~94.4 cm)의 최대 치수인 94.4 cm를 기준으로 하여 시판용 피트니스 압박웨어 가슴둘레 치수의 패턴 축소율을 5%(90 cm)로 파악한 후 개발복 패턴 제작에 적용하였다. 개발 평가복 패턴과 부위별 상세 치수는 Fig. 1과 같다.

평가복 디자인의 특성은 평가복 B는 상의 앞, 뒤판은 세로 방향의 라인을 적용하고 등 부위에 승모근, 척추기립근을 지지하는 곡선 형태의 압박 라인이 적용되었으며, 소매는 라그란 형태로 상완 삼두근과 승모근을 지지하는 압박 라인이 삽입된 형태이다. 평가복 B 하의는 엉덩이 복직근, 대둔근, 대퇴직근, 대

**Table 3.** Evaluation clothing sewing method and material properties

		Existing clothing (A type)	Developed clothing (B type)	Developed clothing (C type)
Sewing method		Flat lock stitching (4 needle)	Flat lock stitching (4 needle)	Knitted fabric (seamless)
Material properties	Composion (%)	Ployester (80) Polyurethane (20)	Ployester (88.1) Polyurethane (11.9)	Ployester (70) Polyurethane (20) Nylon (10)
	Tensile strength (N/5 cm)	Wale (579.6) Course (217.9)	Wale (404.1) Course (433.1)	Wale (501.1) Course (294.4)
	Tensile elongation (%)	Wale (26.3) Course (111.1)	Wale (105.5) Course (106.5)	Wale (62.4) Course (132.0)
	Extension Recovery(%)	Wale (97.3) Course (99.2)	Wale (98.7) Course (97.5)	Wale (97.5) Course (95.3)

**Table 4.** Size Korea data(2015) and commercially fitness wear pattern reduction rate

Women		Pattern reduction rate(%)	X-Small 85	Small 90	Medium 95	Large 100	X-large 105
Bust	Size Korea	-5	79.7-83.6	83.6-87.4	87.4-91.0	91.0-94.4	94.4-99.6
	Pattern size		79.4	83	86.4	90	94.6
Waist	Size Korea	-5	68.7-72.1	72.1-76.0	76.0-80.5	80.5-86.0	86.0-91.4
	Pattern size		68.5	72.2	76.0	81.7	86.8
Shoulder width	Size Korea	-2	30.6-32.6	32.6-33.3	33.3-34.4	34.4-35.5	35.5-36.5
	Pattern size		31.9	32.6	33.7	34.8	35.8
Back length	Size Korea	0	36.0-37.0	37.0-38.4	38.4-39.6	39.6-41.1	41.1-44.6
	Pattern size		37.0	38.4	39.6	41.1	44.6

퇴 이두근을 지지하는 라인이 적용되어 다리 뒤쪽 근육을 지지하는 형태로 설계되었다. 평가복 C의 상의 앞, 뒤판은 가로 격자 방향의 압박 라인을 적용하고 앞판은 복부를 지지하는 교차(X 자형) 형태의 압박 라인과 뒤판은 승모근, 척추기립근을 지지하는 곡선 형태의 라인이 적용되었다. 평가복 C의 소매는 진동 들레에 절개선이 있는 셋 인 슬리브 형태이며, 압박 라인은 평가복 B와 동일하게 상완 삼두근과 승모근을 지지하는 형태이다. 평가복 C 하의는 엉덩이 복직근, 대둔근, 대퇴직근과 종아리 비복근, 전경골근을 지지하는 라인이 적용되어 다리 앞쪽의 허벅지, 무릎, 종아리 부위 근육을 지지하는 형태로 설계되었다. 패턴 신출율의 예로 평가복 B의 패턴에서 허리 들레치수는 앞판(30 cm), 뒤판(30 cm), 옆판(11 cm × 2개)의 치수를 합산한 82 cm로 Table 4에 제시한 large size 허리 들레 축소율(-5%)을 적용한 치수인 81.7 cm에 부합하는 것으로 확인되었다.

**2.3. 평가 항목 및 평가 장비**

평가 항목은 인체생리 측면의 객관적 평가 항목과 착용쾌적성 측면의 주관적 평가 항목으로 구성하였다. 객관적 평가 항목은 의복압, 혈류량, 표면온도 3개 항목이며, 주관적 평가 항목은 호흡 용이성, 압박감, 근육 지지감, 동작 적합성, 착용 쾌적성, 소재 적합성 6개 항목이다. 피트니스 압박웨어의 의복압 측정에는 공기주입식 센서 장비(AMI 3037-2, AMI Techno, co, Ltd, Japan)를 사용하였으며, 획득된 데이터는 필터링 과정을 거

친 후 분석을 진행하였다. 의복압 센서 부착 위치는 피트니스 동작 시 주동 근육들과 관련된 8개 부위(가슴, 상완, 배, 옆엉덩이, 허벅지, 등, 뒤엉덩이, 종아리)로 의복압 평가 및 컴프레션 웨어 개발 관련 선행 연구(Kim & Lee, 2019; Kim et al., 2015; Lee et al., 2015)를 참고하여 선정하였다(Table 5).

의복압 평가 자세는 정자세, 피트니스 5개 동작으로 분류하였다. 정자세는 서있는 자세이며, 피트니스 5개 동작은 상체 뒤젓히기(trunk extension), 상체 앞 구부리기(trunk flexion), 팔 들기(shoulder abduction), 다리 들기(leg flexion), 다리 구부리기(leg extension) 동작이다. 피트니스 동작은 한국 중앙 치매센터(<https://www.nid.or.kr>)에서 제공하는 노인인 위한 운동 요령(“Exercise Tips”, 2012)의 운동법을 참고하여 선정하였다(Table 5).

피트니스 압박웨어 착용에 따른 혈류량 측정은 레이저 도플러 혈류 측정 장비(FLO-C1 OMEGAWAVE., INC., Japan)를 사용하였으며, 혈류량 측정 센서는 오른손 세 번째 손가락 안쪽에 부착하여 데이터 수집기(HP Agilent 34970A)를 활용하여 데이터를 획득하였다.

피트니스 압박웨어 착용 시 표면온도는 열화상 카메라(FLIR, Sweden)를 사용하여 측정하였으며, 피트니스 동작 전과 동작 후 전면과 후면을 각각 2회씩 촬영하였다. 표면온도는 의복압 센서가 부착된 8개 부위를 기준으로 범위를 지정하고 분석 소프트웨어(FLIR Tools+(Ver. 6.4), Sweden)를 활용하여 표면온도 평균값을 분석하였다.

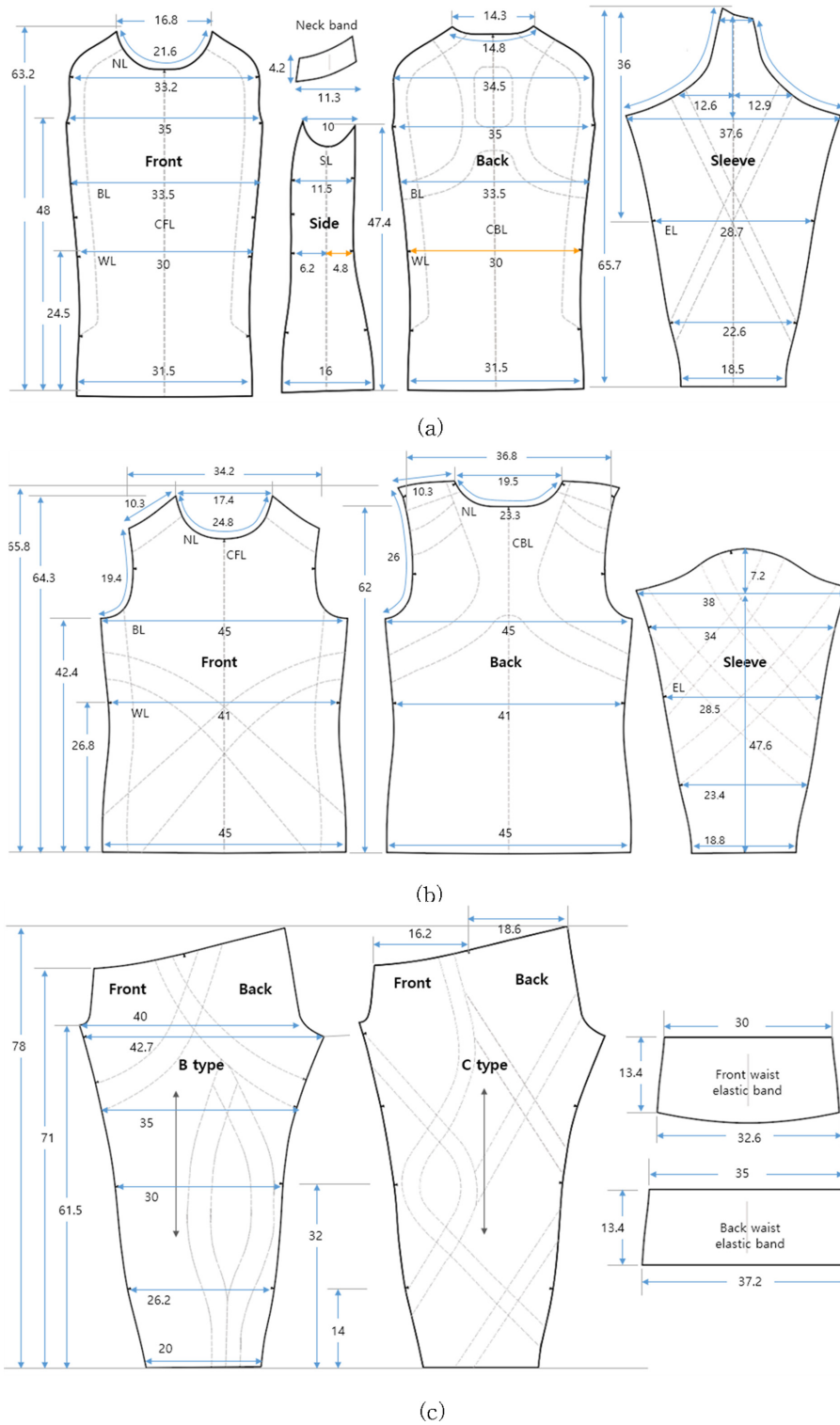


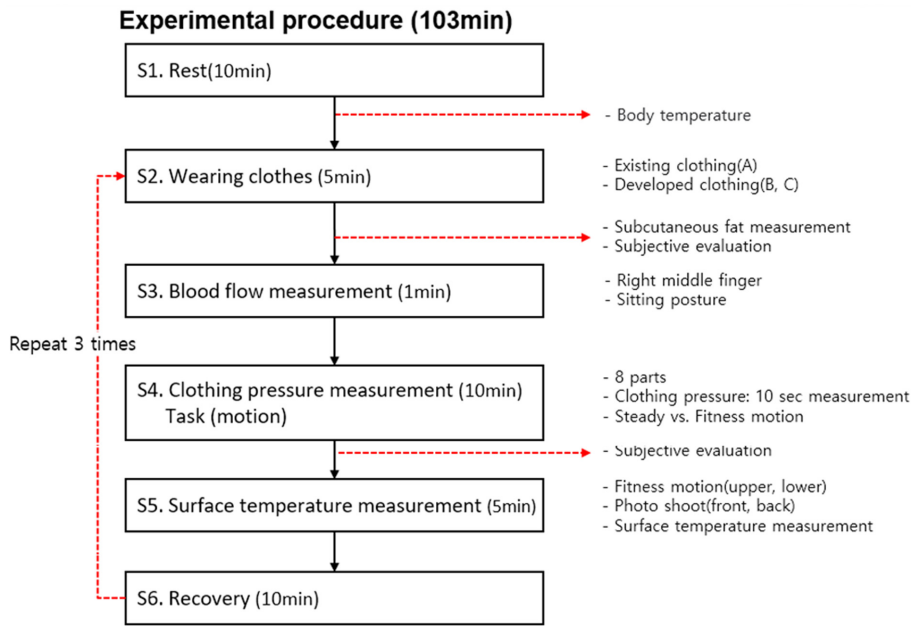
Fig. 1. Development clothing pattern and dimensions; (a) B type top pattern and dimensions, (b) C type top pattern and dimensions, (c) B type & C type slacks pattern and dimensions.

주관적 착용쾌적성 평가 항목은 호흡 용이성, 압박감, 근육 지지감, 동작 적합성, 착용 쾌적성, 소재 적합성 6개 항목으로

7점 likert scale(1점: 매우 불만, 2점: 불만, 3점: 약간 불만, 4점: 보통, 5점: 약간 만족, 6점: 만족, 7점: 매우 만족)로 평

**Table 5.** Clothing pressure sensor attachment location and fitness motion

Sensor location	Motion	Sensor location (Korean Agency for Technology and Standards, 2021)	Motion image (Exercise tips for the elderly, 2012)	
F1 Bust	Trunk extension		<p>Trunk extension Trunk flexion</p>	
F2 Brachium	Shoulder abduction		<p>Shoulder abduction</p>	
F3 Abdomen	Trunk flexion		<p>Leg flexion</p>	
F4 Buttocks(S)	Leg flexion/extension			<p>Leg extension</p>
F5 Thigh	Leg flexion/extension			
B1 Back	Trunk flexion			
B2 Buttocks(B)	Leg flexion/extension			
B3 Calf	Leg flexion/extension			



**Fig. 2.** Evaluation protocol.

가하였으며, 평가복 별로 정자세 동작 시로 구분하여 평가하였다.

**2.4. 평가 절차**

평가 절차는 Fig. 2와 같이 6단계(S1~S6)로 진행하였으며, 안정기를 제외하고 평가복 3종(기존 제품 A, 개발복 B, C)을 무작위로 착용한 후 평가 절차를 3회 반복하였다. 평가 시간은 총 103분이 소요되었으며, 안정기(10min), 의복 착용(5min), 혈류량 측정(1min), 동작 수행 및 의복압 측정(10min), 표면 온

도 측정(5min), 회복기(10min)의 절차로 진행하였다. 안정기(S1)에는 피험자가 앉은 자세로 편안한 상태를 유지하도록 하였으며, 안정기 이후 의복 착용 전에 상완 삼두근 부위의 피하지방을 측정한 후 평가복을 착용하고(S2) 평가복에 대한 안정 시 주관적 평가를 진행하였다. 다음으로 앉은 자세에서 혈류량을 1분간 측정(S3)하였으며, 의복압 측정(S4)은 정자세, 피트니스 동작 조건에서 진행하였으며, 측정 센서가 부착된 8개 부위에 의복압을 정자세와 5개 피트니스 동작 유형별 각각 10초간 연속 측정하였다. 동작 시 주관적 평가는 피트니스 동작을 5회

반복한 후 진행하였으며, 표면온도 측정(S5)은 선 자세에서 앞면과 뒷면 전체를 촬영하였다. 평가복 1종에 대한 평가가 완료된 후 10분간 회복기(S6)를 가졌으며, 피험자가 완전히 안정된 상태를 확인한 후 다음 평가복을 착용하고 동일한 절차로 평가를 진행하였다.

### 3. 결과 및 논의

#### 3.1. 의복압

피트니스 압박웨어의 인체 8개 부위별 의복압 평가 결과에서 기존 제품인 평가복 A가 정자세에서 6개 부위, 피트니스 동작 시 8개 부위의 의복압이 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로 개발 평가복 B의 의복압이 높은 것으로 나타났으며, 개발 평가복 C가 의복압이 가장 낮은 것으로 파악되었다. 평가복 A는 평가복 B, C에 비해 경사 방향 인장 강도는 579.6(N/5 cm)로 높고 인장 신도는 26.3(%)로 낮은 소재 특성으로 의복압이 높게 나타난 것으로 사료된다. 정자세에서 평가복 A의 의복압 범위는 0.000 kPa~1.619 kPa이며, 평가복 B는 0.000 kPa~0.850 kPa, 평가복 C는 0.000 kPa~0.320 kPa로 나타났다. 인체 부위별 의복압은 정지 자세에서 평가복 A 착용 시 장골극점(1.619 kPa), 종아리 중앙(1.510 kPa), 복부(1.316 kPa), 엉덩이 중앙(0.832 kPa), 허벅지 중앙(0.767 kPa), 가슴(0.064 kPa) 6개 항목에서 평가복 B, C보다 의복압이 높은 것으로 나타났다

(Table 6).

평가복 B 착용 시에는 평가복 A 대비 등(0.035 kPa) 부위에서 의복압이 높은 것으로 나타났으며, 평가복 C에서는 상완(0.320 kPa) 부위에서 의복압이 높은 것으로 확인되었다. 평가복 C는 상완을 제외한 대부분의 부위에서 A, B 평가복 대비 의복압이 낮은 것으로 확인되었으며, 특히 종아리 중앙(0.821 kPa), 허벅지 중앙(0.587 kPa), 복부(0.350 kPa), 장골 극점(0.259 kPa), 엉덩이 중앙(0.149 kPa) 부위는 3종류의 평가복 중 의복압이 가장 낮은 것으로 나타났다.

피트니스 동작 시의 인체 부위별 의복압 평가 결과에서도 기존 제품인 평가복 A가 8개 부위에서 의복압이 높게 나타났으며, 다음으로 개발 평가복인 B와 C의 순으로 정지 자세에서의 결과와 유사한 것으로 확인되었다. 피트니스 동작시 평가복 A의 의복압 범위는 0.162 kPa~1.775 kPa이며, 평가복 B는 0.000 kPa~1.516 kPa, 평가복 C는 0.333 kPa~1.131 kPa로 나타났다.

평가복 A 착용 시 의복압이 높은 부위로는 다리 뒤 들기 동작 시 장골 극점(1.215 kPa)과 엉덩이 중앙(0.804 kPa) 부위, 다리 앞 들기 동작 시 종아리 중앙(1.775 kPa) 부위, 다리 뒤 들기 동작 시 종아리 중앙(1.276 kPa)과 엉덩이 중앙(0.804 kPa) 부위로 나타났다. 상체 동작에서는 뒤젓힘 동작시 복부(0.984 kPa), 가슴(0.566 kPa) 부위와 앞젓힘 동작 시 등(0.462 kPa) 부위에서 의복압이 높은 것으로 확인되었다. 평가복 B는 다리 앞들기

**Table 6.** Clothing pressure analysis result for each clothing(standing & motion)

Sensor location		Posture and motion		Evaluation clothing					
				A	B	C	A-B	B-C	A-C
F1	Bust	Standing posture		0.064	0.000	0.000	0.042*	0.123	0.006**
F2	Brachium		0.245	0.063	0.320	0.005**	0.180	0.383	
F3	Abdomen		1.316	0.795	0.350	0.011*	0.032*	0.006**	
F4	Buttocks(S)		1.619	0.819	0.259	0.021*	0.025*	0.000***	
F5	Thigh		0.767	0.680	0.587	0.087**	0.036*	0.052	
B1	Back		0.000	0.035	0.024	0.169	0.420	0.048*	
B2	Buttocks(B)		0.832	0.477	0.149	0.003**	0.006**	0.000***	
B3	Calf		1.510	0.850	0.821	0.023*	0.106	0.007**	
F1	Bust		Trunk	Extension	0.566	0.042	0.395	0.136	0.118
F2	Brachium	Shoulder	Abduction	0.162	0.000	0.576	0.026*	0.012*	0.064
F3	Abdomen	Trunk	Flexion	0.984	0.735	0.369	0.037*	0.029*	0.007**
F4	Buttocks(S)	Leg	Flexion	1.296	1.516	0.539	0.324	0.040*	0.022*
			Extension	1.215	0.853	0.630	0.171	0.201	0.410
F5	Thigh	Leg	Flexion	1.099	0.984	0.915	0.309	0.387	0.308
			Extension	0.731	0.771	0.695	0.138	0.094	0.024*
B1	Back	Trunk	Flexion	0.462	0.058	0.333	0.097**	0.091	0.307
B2	Buttocks(B)	Leg	Flexion	1.102	1.088	1.131	0.377	0.375	0.401
			Extension	0.804	0.572	0.482	0.285	0.024*	0.017*
B3	Calf	Leg	Flexion	1.775	0.760	0.611	0.010*	0.233	0.007**
			Extension	1.276	0.788	0.813	0.034*	0.034*	0.125

\*\*\* $p < .001$ , \*\* $p < .01$ , \* $p < .05$

동작시 장골 극점(1.516 kPa) 부위와 다리 뒤 들기 동작 시 허벅지 중앙(0.771 kPa) 부위에서 의복압이 높게 나타났다. 평가복 C는 다리 앞 들기 동작 시 엉덩이 중앙(1.131 kPa) 부위와 팔 들기 동작 시 상완(0.576 kPa) 부위에서 의복압이 높은 것으로 확인되었다. 평가복 C는 상완과 엉덩이 중앙을 제외한 부위에서 의복압이 3종류의 평가복 중 가장 낮은 것으로 확인되었으며, 특히 뒤 젖힘 동작 시 복부(0.369 kPa) 부위, 다리 앞 들기, 다리 뒤들기 동작시 장골 극점(0.539 kPa, 0.630 kPa) 부위, 허벅지 중앙(0.915 kPa, 0.695 kPa) 부위, 다리 뒤 들기 동작 시 엉덩이 중앙(0.482 kPa) 부위, 다리 앞 들기 동작 시 종아리 중앙(0.611 kPa) 부위에서 의복압이 가장 낮은 것으로 나타났다.

**3.2. 혈류량**

피트니스 압박웨어를 착용하고 피트니스 동작 수행 후 혈류량을 측정한 결과 기존 제품인 평가복 A 착용시에 혈류량이 가장 많이 증가하는 것으로 확인되었으며, 다음으로 개발 평가복 B와 C의 순으로 나타났다. 평가복 A를 착용했을 때 혈류량 평균은 49.2 ml/s로 나타났으며, 평가복 B 착용시에 혈류량 평균은 47.4 ml/s, 평가복 C 착용 시에 혈류량 평균은 45.0 ml/s로 확인되었으며, 피험자별 평가복 착용 시 표준편차는 0.33~0.67 범위로 피험자별 혈류량 측정값에 대한 편차는 크지 않은 것으로 확인되었다(Table 7).

의복압 평가 결과에서 의복압이 가장 높게 나타난 기존 제품인 평가복 A 착용시에 혈류량이 가장 증가하는 것으로 확인되었는데 이는 Kim and Lee(2019)의 연구에서 압박이 낮은 의복보다 상대적으로 의복압이 높은 의복을 착용할 경우 혈류량이 증가한다고 한 결과와 유사하다.

**3.3. 표면온도**

피트니스 동작 수행 후 피트니스 압박웨어의 표면온도를 측정한 결과 개발 평가복 C가 인체 부위 8개 항목에서 표면온도가 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로 개발 평가복 B, 기존 제품인 평가복 A의 순으로 표면온도가 낮은 것으로 확인되었

다. 평가복 C 착용시 인체 부위의 평균 표면 온도는 30.88°C, 평가복 B는 30.45°C, 평가복 A는 30.10°C로 나타났다.

평가복 C 착용시 인체 부위별 표면온도는 장골 극점(F4) 31.60°C, 가슴(F1) 31.20°C, 종아리 중앙(B3) 31.15°C, 등(B1) 31.07°C 부위 순으로 표면온도가 높은 것으로 확인되었으며, 평가복 B 착용 시에는 종아리 중앙(30.90°C), 등(30.70°C), 복부(30.67°C), 가슴(30.58°C)의 순이었으며, 평가복 A 착용시에는 종아리 중앙(B3) 30.70°C, 장골극점(F4) 30.67°C, 가슴(F1) 30.52°C, 허벅지 중앙(F5) 30.40°C의 순으로 나타났다. 평가복 3종에서 표면온도가 높게 나타난 부위를 비교한 결과 가슴, 장골 극점, 등, 종아리 중앙이 공통으로 표면온도가 높은 인체 부위로 확인되었다(Fig. 3, Table 8).

평가복 B 착용 시에 상체 표면온도가 높은 인체 부위는 복부 부위이며, 하체에서는 종아리 중앙부가 높은 것으로 확인되었다. 평가복 A 착용 시에 상체 표면온도가 높은 인체 부위는 장골 극점 부위이며, 하체에서는 종아리 중앙 부위로 확인되었다. 평가복 C가 표면온도가 가장 높게 나타난 이유로는 환편성물 형태로 제작되어 인체에서 발생하는 열이 편물조직 내의 공기층에 머무르고 있어 빠르게 발산되지 않은 결과로 사료되며, 이는 주관적 만족감과 상관계 확인이 필요한 중요한 요소이다. 또한 표면 온도가 높은 부위인 가슴, 장골 극점, 등, 종아리 중앙 부위는 인체의 돌출 부위로 의복 착용 시 의복압을 가장 많이 받는 부위이며, 의복과의 밀착으로 인체 내부 온도가 가장 빠르게 반영되는 것으로 확인되었다.

**3.4. 주관적 만족도**

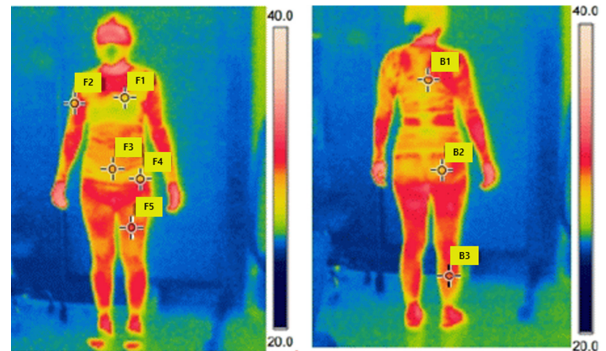
주관적 만족도 측정 항목인 호흡 용이성, 압박감, 근육 지지감, 동작 적합성, 착용 쾌적성, 소재 적합성에 대한 평가 결과는 Table 9에 정리하였다. 피트니스 동작 수행 후 피트니스 압박웨어의 주관적 만족도를 평가한 결과, 평가복 B 착용 시에 호흡 용이성(6.2점), 압박감(5.8점), 근육 지지감(5.4점), 동작 적합성(5.8점), 착용 쾌적성(6.3점), 소재 적합성(6.2점) 항목 등 모든 항목에서 가장 우수한 것으로 파악되었다.

호흡 용이성에서는 B(6.2점) > A(4.1점) > C(4.0점)으로 나타

**Table 7.** Blood flow analysis result for each clothing

Subject	A type		B type		C type	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
S1	49.6	0.3	49.1	1.0	35.4	0.8
S2	43.9	0.6	48.8	1.9	35	3.0
S3	53.4	1.3	58.4	1.2	66.9	0.5
S4	54.6	1.1	54	0.9	40.4	1.7
S5	43	0.4	43	0.4	24.8	3.6
S6	46	0.7	58.9	0.4	36	0.9
Mean	49.2	0.52	47.4	0.33	45.0	0.67
t-value	A-B	0.203*	B-C	0.038*	A-C	0.062

\*p < .05



**Fig. 3.** Example of surface temperature analysis when wearing evaluation clothes (after fitness motion).

났으며, 압박감은 B (5.8점) > A(4.5점) > C(4.4점)로 호흡 용이성 결과와 유사한 형태로 파악되었다. 근육 지지감은 B(5.4점) > A(4.7점) > C(4.6점)로 나타났으며, 동작 적합성은 B(5.8점) > C(4.9점) > A(4.7점)로 근육 지지감과 동작 적합성에서도 평가

복 B가 우수한 것으로 확인되었다.

착용 쾌적성은 B(6.3점) > A(4.6점) > C(3.7점)이었으며, 소재 적합성은 B(6.2점) > A(4.6점) > C(2.8점)으로 C 평가복에 적용한 편직물 형태의 소재를 선호하지 않은 것으로 확인되었다. 이

**Table 8.** Evaluation result of surface temperature analysis for each clothing

Measurement position	A type		A-B	B type		B-C	C type		A-C
	Mean	SD	t-value	Mean	SD	t-value	Mean	SD	t-value
F1	30.52	1.0	0.464	30.58	1.2	0.018*	31.20	1.1	0.155
F2	29.53	0.8	0.273	29.77	1.0	0.044*	30.37	0.7	0.026*
F3	29.45	1.1	0.054	30.67	0.8	0.074	31.15	0.7	0.006**
F4	30.67	1.0	0.424	30.52	0.8	0.067	31.60	0.7	0.006**
F5	30.40	0.6	0.364	30.57	1.0	0.161	30.88	0.6	0.108
B1	29.98	0.8	0.022*	30.70	0.6	0.070	31.07	0.3	0.007**
B2	29.58	0.7	0.193	29.82	0.5	0.156	29.97	0.5	0.141
B3	30.70	0.6	0.344	30.90	0.9	0.244	31.15	0.7	0.079

\*\*\* $p < .001$ , \*\* $p < .01$ , \* $p < .05$

**Table 9.** Subjective satisfaction assessment result

	Evaluation item	Body parts	A type	B type	C type
Ease of breathing	Ease of breathing when wearing clothing	Whole body	4.1	6.2	4.0
		Whole body	4.5	5.8	4.1
Feeling of pressure	Appropriate degree of pressure and fitting when wearing clothing	Bust	4.8	5.7	4.4
		Abdomen	4.2	5.9	4.2
		Waist	3.7	6.2	4.5
		Back	4.8	5.8	4.6
		Arm	4.6	5.7	4.6
		Leg	4.7	5.7	4.5
		Average	4.5	5.8	4.4
		Average	4.5	5.8	4.4
Muscle support	Appropriate degree of ease for each part when wearing clothing	Whole body	4.7	5.3	4.4
		Bust	4.6	5.2	4.3
		Abdomen	4.6	5.7	4.8
		Waist	4.3	5.5	4.6
		Back	4.8	5.3	4.4
		Arm	4.6	5.3	4.8
		Leg	5.3	5.7	4.8
		Average	4.7	5.4	4.6
Motion suitability	Degree of smooth movement during exercise	Whole body	5.3	6.3	4.8
		Bust	4.9	5.6	4.9
		Abdomen	4.8	5.8	5.0
		Waist	4.0	5.7	4.8
		Back	4.9	5.7	4.7
		Arm	4.6	5.8	4.9
		Leg	4.7	5.8	5.0
		Average	4.7	5.8	4.9
Wearing comfort	Degree of comfort when wearing clothing	Whole body	4.6	6.3	3.7
Material suitability	Degree of material satisfaction	Whole body	4.6	6.2	2.8
Average			4.6	5.7	4.5

러한 결과는 평가복 C의 표면온도가 높게 나타난 이유와 상관관계가 있는 것으로 사료되며, 탄력성이나 근육 지지감이 우수한 소재의 경우에도 주관적 만족도 측면이 고려되어야 함을 확인하였다.

주관적 만족도 모든 항목에서 평가복 B가 가장 우수한 것으로 나타난 이유를 의복압, 혈류량, 체열 평가 결과와 소재 측면에서 분석한 결과, 평가복 B는 의복압과 혈류량, 체열 평가 결과에서 모두 중간 순위(A>B>C)로 의복 전반의 적절한 압력을 제공함으로써 혈류량과 체열의 결과도 유사한 경향으로 나타난 것으로 사료된다. 특히, 주관적 만족도와 체열의 경우는 개발 평가복 2종(B, C) 중에서도 평가복 B가 C보다 우수하게 나타났는데 이는 개발복의 소재 성분과 소재 특성에 기인한 것으로 사료된다. 평가복 3종 모두 소재 성분(폴리에스테르, 폴리우레탄)과 비율은 유사하나 강도, 신도와 같은 소재 특성이 다른 점이 의복압과 혈류량의 결과에 영향을 미친 것으로 피트니스 압박웨어 제작에는 소재 특성에 대한 고려가 중요한 요소임을 확인하였다. 평가복 B는 소재의 경사, 위사 강도(경사: 404.1 N/5 cm, 위사: 433.1 N/5 cm)와 신도(경사: 105.5%, 위사: 106.5%)의 비율이 유사한 특성을 가지고 있어 착용시 인체에 자연스럽게 밀착됨으로써 의복압으로 인한 신체 부담을 줄여 준 것으로 사료된다. 평가복 C는 소재가 심리스 형태의 편성물 조직으로 압박감에 해당하는 의복압과 혈류량은 비교적 낮게 나타났으나 경사, 위사로 구성된 일반 직물에 비해 통기성이 낮아 주관적 만족도의 착용 쾌적성(3.7점), 소재 적합성(2.8점)에서 불만족한 것으로 사료된다.

인체 부위별 의복압과 주관적 만족도 평가 결과를 비교한 결과, 동작시 가슴과 복부에 의복압이 높게 나타난 평가복 A가 평가복 B 대비 호흡용이성(4.1점)과 압박감에서 복부(4.2점)와 허리(3.7점) 부위에서 점수가 낮게 나타났다. 또한 근육 지지감과 동작 적합성 항목에서도 복부(4.6점, 4.8점), 허리(4.3점, 4.0점) 부위에서 평가복 B 대비 주관적 만족도가 낮게 나타났다. 의복압이 과도하게 큰 의복을 착용할 경우 오히려 근육 지지 효과와 동작성을 저해할 수 있으며, 피트니스 압박웨어는 인체에 부담을 주지 않는 적절한 압력과 인체의 근육 구조를 기반으로 설계되어야 할 필요가 있다. 반면, 평가복 C는 평가복 B 대비 전신에서 느끼는 의복압이 낮게 나타났으나 주관적 만족도의 호흡 용이성(4.0점)과 압박감(4.1점), 착용 쾌적성(3.7점), 소재 적합성(2.8점)에서 불만족한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 위에서 언급한 평가복 C의 소재 물질 및 편성물 형태의 제작 방식의 적용에 기인한 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 55세~64세 여성을 대상으로 피트니스 압박웨어 착용 시 인체 부위별 의복압의 수준이 혈류에 미치는 영향을 객관적으로 평가하고 주관적 평가를 통해 효과를 검증하였다. 평가용 피트니스 압박웨어 3종 착용 시의 의복압, 혈류량,

표면 온도의 변화와 호흡 용이성, 압박감, 근육 지지감, 동작 적합성, 착용 쾌적성, 소재 적합성에 대한 주관적 만족도를 조사하였다.

의복압 평가 결과 기존 제품인 평가복 A는 정자세 및 피트니스 동작 시에 부위별 의복압이 가장 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 평가복 B이며, 평가복 C가 의복압은 가장 낮은 것으로 확인되었다. 평가복 A는 전체적으로 의복압이 높았으나 개발 평가복 B와 C는 등과 상완 부위에서 의복압이 높게 나타났다. 이러한 결과는 평가복 B의 경우 등 상단 부위에 압박 라인 적용에 따른 영향인 것으로 사료되며, 평가복 C는 팔 전체를 압박하는 교차 형태의 압박 라인 적용에서 기인한 것으로 사료된다. 따라서, 피트니스 압박웨어 디자인과 패턴 설계 시 절개선과 압박 라인의 적용 위치가 중요하며, 반드시 주동 근육을 고려하고 동작에 부담이 없는 부위에 적용하여야 한다. 이는 피부 무변형선(LoNE: Line of Non-Extension)에 디자인 라인을 생성하여 착의 평가를 진행한 Kim et al.(2015)의 연구에서 실험 의복의 의복압이 1 kPa 미만이며, 주관적 평가에서도 구속감이 없다는 결과에서도 확인할 수 있다.

혈류량 평가 결과 기존 제품인 평가복 A 착용 시 혈류량이 가장 많이 증가하였는데, 이는 의복압 평가 결과에서 평가복 A 착용 시에 의복압이 높게 나타난 결과와 상관관계가 있으며, 의복압이 높은 경우 혈류량이 증가한다고 보고한 Kim and Lee(2019) 연구 결과와 유사하다. 그러나 고령자의 경우 의복압을 과도하게 적용할 경우 착용 쾌적감과 동작 용이성이 저하되어 예기치 못한 사고로 연결될 수 있음을 고려하여 적절한 의복압의 범위를 파악하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

피트니스 동작 수행 후 피트니스 압박웨어의 표면 온도를 측정 한 결과 개발 제품인 평가복 C가 인체 부위 8개 항목에서 표면 온도가 가장 높은 것으로 확인되었다. 평가복 3종에서 표면 온도가 높게 나타난 부위는 가슴, 장골 극점, 등, 종아리로 인체의 돌출부위가 공통적으로 표면 온도가 높은 것으로 확인되었다. 의복압과 혈류량과 표면 온도의 변화를 비교한 결과 의복압과 혈류량이 가장 높게 나타난 평가복 A는 표면 온도는 가장 낮은 것으로 나타났으며, 의복압과 혈류량이 가장 낮은 것으로 확인된 평가복 C는 표면 온도가 가장 높은 것으로 확인되었다. 이러한 결과로 자율적인 체온 조절 기능이 저하된 고령자가 착용하는 피트니스 압박웨어의 경우 혈류량의 증가를 위해 과도한 의복압을 적용할 경우 체온 저하 등의 부작용이 유발될 수 있다. 따라서, 고령자의 피트니스 압박웨어 설계 시에 적용하는 소재 및 패턴의 신축률은 고령자가 느끼는 의복압, 혈류량, 표면 온도의 변화를 검증한 후에 적용하여야 할 것이다.

주관적 만족도는 평가복 B에서 6개 항목 모두 가장 우수한 것으로 나타났다. 주관적 만족도 항목 6개 항목 중에서 평가복 C는 착용 쾌적성과 소재 적합성에서 불만족도가 높은 것으로 보여 착용 쾌적성과 소재 적합성에 대한 개선이 필요한 것으로 확인되었다. 의복압과 혈류량이 가장 높은 평가복 A, 표면온도가 가장 높게 나타난 평가복 C에 비해 평가복 B는 의복압, 혈

류량, 표면온도에서 중간 범위의 결과를 보였지만 가장 만족하는 것으로 확인되었다. 이와 같이 적절한 의복압이 적용된 의복은 착용자에게 호흡 용이성, 압박감, 근육 지지감, 동작 적합성, 착용 쾌적성, 소재 적합성 측면에서의 주관적인 만족감을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 피트니스 압박웨어의 소재는 소재 특성과 함께 착용자의 주관적 만족도를 고려해야 함을 확인할 수 있다. 평가복 A는 경사 방향 인장 강도는 579.6(N/5 cm)로 높고 인장 신도는 26.3(%)로 비교적 낮은 소재 특성으로 인해 의복압이 높게 나타난 것으로 파악된다. 또한, 주관적 만족도가 가장 우수한 것으로 나타난 평가복 B는 경사 방향 인장 강도는 404.1(N/5 cm)로 가장 낮고 인장 신도는 105.5(%)로 가장 높은 소재 특성으로 주관적 만족도가 가장 우수한 것으로 사료된다.

피트니스 압박웨어는 착용자의 인체 특성을 고려하여 디자인과 패턴이 설계되어야 하며, 근육 지지를 위한 적절한 압박과 인체 생리학적 착용 쾌적성을 제공할 수 있어야 한다. 특히, 고령자용 피트니스 압박웨어는 고령자 인체의 주동 근육을 지지하여 동작을 용이하도록 디자인되어야 하며, 적절한 압력을 제공할 수 있는 패턴 신축율의 적용이 필요하다. 따라서 피트니스 압박웨어는 착용시에 인체에는 적절한 압박으로 근육을 지지하고 일상 생활이나 운동시의 동작에는 부담이 없도록 설계되어야 한다. 피트니스 압박웨어 소재는 제작 방법과 경사, 위사의 강도와 신도의 비율이 중요하며, 착용시 인체에 압력을 골고루 분산하여 동작에 불편함이 없고 인체 생리적 만족감과 착용 쾌적성을 제공해야 한다.

본 연구에서는 여성 노인을 대상으로 피트니스 압박웨어 착용 시 인체 부위별 의복압과 혈류량을 정지 상태와 피트니스 동작 시로 분류하여 평가하여 개발 평가복 B가 가장 우수하다는 것을 확인하였다. 그러나 평가복 B를 대상으로 실제 장시간 피트니스 운동 시 변화량은 파악하지 않았다는 한계가 있다. 또한, 본 연구는 고령자용 피트니스 압박웨어에 대한 평가 항목과 방법 제시에 연구 의의가 있으나 피험자수가 적어 평가 결과에 대한 신뢰도가 낮은 한계가 있다. 따라서, 평가복 B 착용 후 장시간 운동시 의복압, 혈류량, 표면온도, 주관적 만족도에 대한 검증과 평가에 참여한 피험자의 3차원 인체 형상을 획득하고 가상착의 평가를 통해 부위별 의복압에 대한 추가 검증이 필요하다. 또한, 피트니스 압박웨어 착용시 의복내 습도, 발한량과 같은 인체 생리학적 측면의 평가 및 검증도 병행되어야 한다.

## References

- ‘Aging population ratio’. (2023). KOSIS. Retrieved July 5, 2023, from [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\\_1YL20631&conn\\_path=I2](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1YL20631&conn_path=I2)
- Bochmann, R. P., Seibel, W., & Haase, E. (2005). External compression increases forearm perfusion. *Journal of Applied Physiology*, 99(6), 2337-2344. doi:10.1152/jappphysiol.00965.2004
- Bringard A., Denis, R., & Belluye, N. (2006). Effects of compression tights on calf muscle oxygenation and venous pooling during quits resting in supine and standing positions. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 46(4), 548-554.
- Cho, M. E., Kim, M. J., & Oh, Y. J. (2018) Development of a health smart home model for the elderly. *Journal of the Korean Housing Association*, 29(2), 81-90.
- Doan B. K., Kwon, Y., & Newton, R. U. (2003). Evaluation of a lower-body compression garment. *Journal of Sports Sciences*, 21(8), 601-610. doi:10.1080/0264041031000101971
- Duffield, R., & Portus. M. (2007). Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. *British Journal of Sports Medicine*, 41(7), 409-14. doi: 10.1136/bjism.2006.033753
- ‘Exercise tips for the elderly’. (2012). *National Institute of Dementia*. Retrieved October 5, 2019, from [https://www.nid.or.kr/info/dataroom\\_view.aspx?BID=43](https://www.nid.or.kr/info/dataroom_view.aspx?BID=43)
- Formenti, D., Ludwig, N., Rossi, A., Trecroci, A., Alberti, G., Gargano, M., & Caumo, A. (2017). Skin temperature evaluation by infrared thermography: comparison of two image analysis methods during the nonsteady state induced by physical exercise. *Infrared Physics & Technology*, 81, 32-40. doi:10.1016/j.infrared.2016.12.009
- Goldspink, D. F. (2005). Ageing and activity - Their effects on the functional reserve capacities of the heart and vascular smooth and skeletal muscle, *Ergonomic*, 48, 1334-1351. doi:10.1080/00140130500101247
- Hadžić, V., Širok, B., Malneršič A., & Čoh, M. (2019). Can infrared thermography be used to monitor fatigue during exercise? A case study. *Journal of Sport and Health Science*, 8(1), 89-92. doi:10.1016/j.jshs.2015.08.002
- Hong, K. H., Kim, S. Y., & Choi, J. Y. (2015). Design of fitness body wear and responses of human body. *The Korean Fiber Society, Fiber Technology and Industry*, 19(3), 185-200.
- Jeon, E. J., Jung, H. Y., Kim, H. E., & You, H. C. (2020). Analysis of body surface area by fitness motion using 3D scan data of Korean elderly female. *Fashion & Textile Research Journal*, 22(5), 650-659. doi:10.5805/SFTI.2020.22.5.650
- Jeon, E. J., You, H. C., Kim, D. M., & Kim, H. E. (2019). Evaluation of preference and wearing characteristics of fitness compression wear for Korean elderly women. *Fashion & Textile Research Journal*, 21(3), 336-345. doi:10.5805/SFTI.2019.21.3.336
- Kakkos, S. K., Timpilis, M., Patrinos, P., Nikolakopoulos, K. M., Papageorgopoulou, C. P., Kouri, A. K., & Tsolakis, I. A. (2018). Acute effects of graduated elastic compression stockings in patients with symptomatic varicose veins - A randomised double blind placebo controlled trial. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 55(1), 118-125. doi:10.1016/j.ejvs.2017.10.004
- Kim, H. J., Choi, J. H., Lee, G. M., & Chang, B. W. (2004). Effect of perception-action coupling exercise on posture balance in the elderly. *Korean Journal of Physical Education*, 43(3), 949-959.
- Kim, N. Y. (2016). *Development of functional compression wear considering pressure levels and blood velocity of upper body*. Unpublished doctoral dissertation, Chungnam National University, Daejeon.
- Kim, N. Y., & Hong, K. H. (2016). The effect of compression knee band and heat treatment on blood velocity of the elderly with osteoarthritis. *Fashion & Textile Research Journal*, 18(5), 716-

723. doi:10.5805/SFTL.2016.18.5.716
- Kim, N. Y., & Lee, H. J. (2019). Influence of clothing pressure on blood flow and subjective sensibility of commercial sports compression wear. *Fashion & Textile Research Journal*, 21(4), 459-467. doi:10.5805/SFTL.2019.21.4.459
- Kim, N. Y., Wu, Y. J., & Hong, K. H. (2015). Design of 3D compression upper wear based on skin deformation during arm abduction. *Korean Journal of Human Ecology*, 24(5), 687-700. doi:10.5934/kjhe.2015.24.5.687
- Kim, S. H., & Chun, Y. J. (2013). The analysis of literature - Fall prevention program for the elderly. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 53(2), 711-721.
- Kim, T. G., & Song, M. K. (2010). Effect of wearing compression clothing on body shape. *Journal of Fashion & Textile Research*, 12(2), 233-239. doi:10.5805/KSCI.2010.12.2.233
- Korean Agency for Technology and Standards. (2015). *The 7th Size Korea 3D scan & measurement technology report*. Seoul: Government Printing Office.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2021). *The 8th Size Korea 3D scan & measurement technology report*. Seoul: Government Printing Office.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2018). *KS K 0210: 2018 Test methods for quantitative analysis of fibre mixtures of textiles - Test methods for quantitative analysis of fibre mixtures*, Seoul: Korean Standards Association.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2022). *KS K 0642:2022 Test methods for woven and knitted fabrics*, Seoul: Korean Standards Association.
- Lee, H. J., Eom, R. I., & Lee Y. J. (2015). Research papers - Analysis of wearing propensities, wearing comfort, mobility of movement, and 3D shape for advanced baseball leg guards design. *Journal of Korean Society of Clothing and Textile*, 39(1), 63-76. doi:10.5850/jksct.2015.39.1.63
- 'Life table'. (2016). *Statistics Korea*. Retrieved April 1, 2017, from [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/2/7/index.board?bmode=read&aSeq=365073](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/2/7/index.board?bmode=read&aSeq=365073)
- Mayrovitz, H. N., & Sims, N. (2003). Effects of ankle-to-knee external pressures on skin blood perfusion under and distal to compression. *Advances in skin & Wound Care*, 16(4), 198-202.
- 'Medical expenses for seniors aged 65 and over' (2022). kpanews Retrieved July 5, 2023, from <https://www.kpanews.co.kr/article/show.asp?category=C&idx=235473>
- Mosti, G., & Partsch, H. (2014). Improvement of venous pumping function by double progressive compression stockings - Higher pressure over the calf is more important than a graduated pressure profile. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 47(5), 545-549. doi:10.1016/j.ejvs.2014.01.006
- Park, J. H., & Chun, J. S. (2013). Comparison of evaluation methods for measuring pressure of compressionwear. *The Research Journal of the Costume Culture*, 21(4), 535-545. doi:10.7741/rjcc.2013.21.4.535
- Quesada, J. I., Lucas-Cuevas, A.G., Gil-Calvo, M., Giménez, J.V., Aparicio, I., Cibrián Ortíz de Anda, R. M., Salvador Palmer, R., Llana-Belloch, S., & Pérez-Soriano, P. (2015). Effects of graduated compression stockings on skin temperature after running. *Journal of Thermal Biology*, 52, 130-136. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d6848e

(Received June 14, 2023; 1st Revised July 5, 2023;  
2nd Revised July 26, 2023; 3rd Revised July 28, 2023;  
Accepted August 2, 2023)