

중년 여성의 하지 혈관계 질환 예방을 위한 의복압 연구

김 남 임 · 박 진 아⁺

공주대학교 의류상품학과 박사후연구원 · 창원대학교 의류학과 교수⁺

A Study of Beneficial Clothing Pressure to Prevent Lower Body Extreme Vascular Disease for Middle-Aged Women

Nam Yim Kim · Gin Ah Park⁺

Postdoctoral fellowship, Dept. of Fashion Design & Merchandising, Kongju National University

Professor, Dept. of Clothing & Textiles, Changwon National University⁺

(received date: 2023. 7. 14, revised date: 2023. 8. 2, accepted date: 2023. 8. 7)

ABSTRACT

The purpose of the study is to reveal the effects of clothing pressure on blood circulation in healthy middle-aged women. Eleven women aged 50-69 participated in this study as subjects. From a literature review, the most commonly used clothing pressure values for the ankle, calf, and thigh areas were selected for use in this study. The experimental garments were calf and thigh sleeves, which were used to compress both the calf and thigh simultaneously. Participants sat on a chair for blood flow measurement and performed a subjective emotional evaluation while resting. The clothing pressure was set at 2.00-2.50 kPa (ankle and calf) and 1.00-1.50 kPa (thigh). Blood flow was 24.31 ml/s in the control group, 26.77 ml/s in the thigh sleeve group, 27.84 ml/s in the calf and thigh sleeve group, and 30.47 ml/s in the calf sleeve group, showing a significant increase in blood flow from wearing calf sleeves. Blood velocity also showed a similar trend, with a significant change due to calf sleeves (2.48 mm/s). Calf sleeves with pressure of 2.44 kPa and 2.28 kPa on both the ankles and calves have been shown to promote blood flow and may help prevent venous disease of the legs as well as reduce swelling and fatigue caused by circulatory disorders. Subjective evaluation of the compression shows that the ankle has the highest compression rating and calf compression is preferred because of its excellent muscle support.

Key words: blood flow(혈류량), blood velocity(혈류속도), calf and thigh sleeves(종아리 허벅지 가압복), clothing pressure(의복압), compression therapy(압박 요법), middle-aged women(중년여성)

본 논문은 한국연구재단의 지원으로 수행된 연구결과의 일부임(NRF-2017R1A6A3A01012958).

본 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5C2A03083556).

Corresponding author: Gin Ah Park, e-mail: gpark@changwon.ac.kr

I. 서론

국민건강보험공단이 제공한 2016년부터 2020년까지의 건강보험 진료현황 보고 자료에 의하면 하지 정맥류 질환으로 치료받은 인원은 2016년의 16만 2천 명에서 2020년의 21만 2천 명으로 5만 명(30.9%)이 증가하였다. 조사기간 동안 남성은 1만 5천 명(28.7% 증가)과 여성은 3만 5천 명(32.0%의 증가)이 증가하였다. 연령대별로 진료현황을 보면 이 중 50대가 차지하는 비율이 26.9%로 가장 높았으며, 60대 23.8%, 40대 17.9% 순으로 보고되었다(National Health Insurance Service[NHIS], 2021). 하지 정맥류 질병의 발병 원인은 유전적 요인, 여성 호르몬의 영향, 직업적 영향 등을 들고 있고 직업에 의한 발병이 많이 알려져 있다. 직업적으로 하루 8시간 이상 서서 일할 경우, 중력의 영향으로 심장에서 먼 하지 말초 혈관에 혈액 또는 림프 등 체액이 오래 머물고 순환이 잘 이루어지지 않아 발생한다(Heo, Han, Jung, & Koo, 2004). 이 질환의 주요 발생 부위는 Veraart, Pronk, & Neumann(1997, cited from Callam, 1985)에 의하면 내측 발목뼈로부터 5 cm 위로 떨어진 지점 주위가 타 부위보다 80% 이상으로 높은 발병률을 보여, 하지 혈관계 질환과 관련하여 매우 중요한 위치라고 하였다. 이 질환의 주요 증상은 혈관 확장, 다리 무거움, 피로감, 저림 증상을 동반하고 통증을 유발하기도 하며 병리 증세가 악화하면 폐색전증이나 심부정맥혈전증 등과 같은 합병증을 유발할 수 있으므로 조기에 치료하거나 예방 측면의 건강 관리 행위가 무엇보다 중요하다. 현재 하지 혈관계 질환 예방 및 치료를 위한 압박 요법 가이드라인은 미국, 영국, 프랑스, 독일 등의 몇몇 국가에서 압박 등급을 3~4단계로 나누고 각 압박 등급에 적합한 압력을 제공하고 있는데 증상이 심해질수록 등급과 압력은 높아진다. 압력은 발목 영역을 기준점으로 정의하고 제시하고 있으며 종아리 영역, 허벅지 영역 외 기타

하지 영역의 압력은 발목을 기준(100%)으로 했을 때 종아리는 80%, 허벅지는 50% 수준의 압력 분포를 제시하고 있으나 국가 간의 차이가 있다(Rabe et al., 2008). 최근에는 발목보다 종아리 영역에 더 큰 압력을 적용할 때에 오히려 혈류 개선에 효과가 있다는 보고(Mosti & Partch, 2011)와, 발목과 종아리 영역에 각각 동일한 압력을 가했을 때에도 혈류가 증가했다는 보고(Zhou, Dai, Wang, & Lu, 2008)가 있어 압력 분포 방식은 연구자마다 차이를 보인다.

압박 요법을 시행하면 인체 내로 압력이 전달되어 혈관의 지름을 감소시켜 혈류 변화를 초래하게 된다(Liu, Lao, Kwok, Li, & Ying, 2008; Partsch, Mosti, & Mosti, 2010). 이와 관련하여 Blättler, Kreis, Lun, Winiger, & Amsler(2008)는 하지 혈관계 질환이 없는 건강한 사람을 대상으로 의료용 압박 슬리브 3종, 의복압이 발목에서 3.60~9.30 mmHg, 12.30~17.90 mmHg, 18.10~21.70 mmHg의 제품 착용과 미착용 시 일상생활 후 저녁에 다리 부피를 측정하고 부종 예방에 효과가 있는지 평가하였다. 의복압이 10.00 mmHg 미만의 수준은 다리 부종 증상 개선에 효과가 없었고 15.00~20.00 mmHg 범위일 때 다리 부종 증상이 개선되었으나 19.00 mmHg 수준은 압박감이 높았고 착·탈의가 불편하다고 보고하였다. 또 다른 연구는 하지 정맥류 환자를 대상으로 발목 23.00~32.00 mmHg, 허벅지 20.00 mmHg 수준의 압박 스타킹을 착용한 상태에서 통증 개선 효과에 대해 설문을 통해 평가한 결과, 압박 스타킹 착용은 통증 완화에 유의미하게 도움이 되는 것으로 보고하고 있다(Mariani et al., 2011). 위에서 언급한 두 연구 사례로 건강한 사람과 질환자 모두 압박 요법은 부종, 피로, 통증 개선에 효과가 있어 하지 혈관계 질환을 예방하는 데에도 효과가 있을 것으로 예상된다. 두 연구 사례는 의복압 정도가 다르기 때문에 압박 요법의 목적에 따라 어느 부위를 얼마만큼 압박을 가해야 할 것인가에 대한 연구가

필요함을 보여주었다. 또한 압박 요법을 시행할 때 기대하는 효과에 도달하기 위해서는 압박 제품의 사이즈가 부적합하거나 잘못된 방법으로 착용할 때는 예방 또는 치료 효과가 저해될 수 있어 최적화된 사이즈의 제품 착용이 필요하지만(Byrne, 2001), 아직까지 우리나라 국민을 위한 가이드라인은 부재중인 상태이므로 우리나라에 적합한 압박 요법 가이드라인을 제공할 필요성이 대두되고 있다(Do & Kim, 2013). 이 외에도 인체에 긍정적인 영향을 미치는 의복압 범위는 존재하고, 생리적으로 인체에 긍정적인 영향을 미치는 의복압 수준과 주관적으로 쾌적한 의복압 수준과는 차이가 있을 수 있어 객관적 측정과 주관적 착용감 평가를 진행하여 균형점을 찾을 필요성이 있음을 보여주었다.

압박 요법 시 사용하는 제품은 대체로 해외 제품이 많고, 압박 요법 가이드라인의 압력 측정치는 압박 스타킹(하지 가압복 포함) 규정에 제시된 다양한 사이즈의 목재 다리모형으로 측정하고 몇몇 연구자들도 목재형, 플라스틱 등의 다리 또는 팔 모델로 압력을 측정하였다(Lozo, Penava, Lovrićević, & Vrljićak, 2022; Mitsuno, Wang, & Padhye, 2019; Oner, Durur, & Cansunar, 2018; Partsch, Partsch, & Braun, 2006). 의복압은 착용자의 체형으로 인해 의복의 압박에 영향을 미침으로써 크기가 달라질 수 있는데(Partsch et al., 2006) 인체가 아닌 강체를 대상으로 하는 경우 인체 대상 측정치와는 차이가 나타날 수 있다. 같은 맥락으로 업체에서 제공하는 압력(목재형 다리모형 대상으로 측정값)과 인체를 대상으로 의복압을 측정했을 때 두 대상자 간에 압력 차이가 있는지 비교 분석한 연구에서 인체를 대상으로 했을 때가 의복압이 더 낮게 나타났고 인체를 대상으로 했을 때도 발목보다 종아리 부위에 더 높은 측정치를 보여 압력 분포 방식도 업체에서 제공하는 정보와는 다르다고 하였다(Liu et al., 2005; Li et al., 2022). 발목의 압력이 23.00~32.00 mmHg 범위라고 표시된 스포

츠용 제품(2XU, Victoria, Australia)을 착용한 인체를 대상으로 의복압을 측정된 연구에서, Brophy-Williams, Fell, Halson, Kitic, & Driller(2021)는 발목에서 32.00±6.10 mmHg으로 측정하였다고 보고하였고, Edgar, Beaven, Gill, & Driller(2022)는 발목에서 24.50±2.10 mmHg, 종아리에서는 21.60±2.80 mmHg라고 보고하였다. 이러한 연구결과를 고찰할 때 동일 제품임에도 불구하고 의복압은 대상자에 따라 차이가 있었을 뿐만 아니라 압력 분포의 경우에도 전자의 연구자는 발목보다 종아리 부위에서 더 높은 의복압 측정치를 보고하였으나 후자는 반대로 발목 부위에서 더 높은 측정치를 보고하여 압력 분포 결과의 양상도 일치하지 않았다. 이러한 결과를 근거로 의복압은 대상자에 따라 가변적 특성이 있다고 전제한다면, 업체에서 제공하는 정보에 의존하기보다는 실제로 인체를 대상으로 정확히 가압복 착용시 압력을 측정할 필요가 있다. 한편, 주관적으로 쾌적한 수준의 의복압은 가압복의 착용 목적, 용도뿐만 아니라 개인 성향이 미치는 영향이 강하고 인체 부위마다 평가가 다르다는 점에 더하여 대상자의 연령이 높아지면 피부층이 건조하고 얇아짐에 따라 압박에 대한 민감도가 달라진다는 점(Mitsuno & Yanagisawa, 2022; Wong, Li, & Zhang, 2004) 등을 함께 고려해야 할 것이다.

이에 본 연구는 문헌 조사를 통해 압박 요법을 시행하고 혈류역학적 관점에서 유의미한 효과를 입증한 관련 연구에서 제시한 의복압을 검토하여 50~60대 건강한 중년여성을 위하여 일상생활에서 착용 가능하고 하지 혈관계 질환 예방 효과를 제공하면서 착용 쾌적감이 우수한 발목, 종아리 및 허벅지 영역 가압복의 의복압 수준을 제안하는 것을 목적으로 한다. 연구결과는 건강한 중년여성의 밀착형 하의 제품 개발 시 기초자료로 활용될 것이 기대된다.

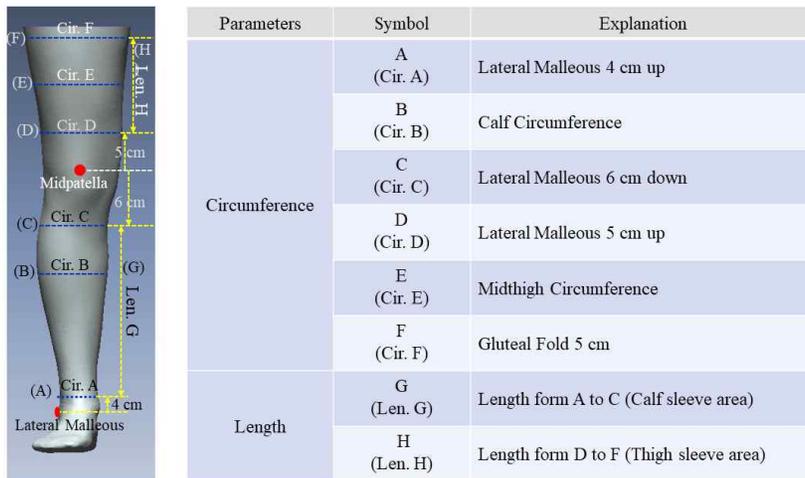
II. 연구방법

1. 피험자 선정 및 인체 사이즈 측정

연구를 위한 피험자는 50~60대 여성 11인(키: 156.7±5.4 cm)으로 퇴행성 무릎 관절염 질환을 비롯하여 하지 운동 관련 질환이 없는 건강한 사람을 대상으로 실험을 진행하였다(IRB No. 201705-SB-022-01). 실험에 앞서 사전 모임을 통해 실험 목표, 방법 및 절차에 대해 설명하고 자발적 참여 의사를 밝힌 사람을 대상으로 실험을 진행하였다. 인체 측정 항목과 위치에 대한 설명은 <Fig. 1>과 같고 피험자 11 명의 측정결과의 평균과 표준편차 값을 <Table 1>에 제시하였다.

2. 실험복 의복압 선정

문헌 조사를 통하여 하지 압박 요법을 시행하기 위해 종아리 및 허벅지 가압복, 의료용 압박 팬티스타킹을 착용하고 하지 혈관계 질환, 부종(oedema), 조직 팽창(tissue swelling), 다리 무거움(heaviness), 다리 경련(cramp), 통증(pain), 피로(fatigue) 등의 치료에 영향을 미치는 혈류량, 혈류속도 등과 같은 혈류역학적 관점에서 유의미한 효과를 보고한 관련 연구를 분석하였다. 대부분의 연구에서 실험복의 형태가 종아리 가압복 또는 허벅지 가압복(압박 스타킹 포함)을 착용했음에도 불구하고 의복압은 발목 영역에서의 측정치만 제시하였는데 이는 압박 요법을 위해 각 국가별, 유럽예비표준(European Committee for Standardization, CEN)에서 제시하는 표준화된 제품의



<Fig. 1> Parameters to Measure the Lower Body

<Table 1> Statistics of Subjects' Measurements for the Study

(unit: cm)

Measurement items	Circumference						Length	
	A	B	C	D	E	F	G	H
Mean(S.D.)	20.5 (0.8)	31.5 (1.0)	33.0 (2.5)	38.1 (2.3)	42.5 (2.9)	49.0 (2.5)	22.0 (1.1)	19.0 (1.0)

<Table 2> Clothing Pressure Levels for Medical Compression Products by Country

(unit: mmHg)

Country	Pressure levels				
	1 (Light)	2 (Mild)	3 (Moderate)	4 (Strong)	5 (Very strong)
USA/Japan	15~20	20~30	30~40	40<	-
UK	14~17	18~24	25~35	-	-
France	10~15	15~20	20~36	36<	-
Germany	18~21	23~32	24~46	49<	-
CEN	10~14	15~21	23~32	34~46	49≤

경우에도 마찬가지로였으며, 국가별로 등급 분류와 각 등급에 대응되는 의복압 범위는 어느 정도 차이가 있는 것으로 나타났다<Table 2>.

따라서 기존 문헌에서 발목 부위 의복압을 제시하고 있으며 압력 정도가 <Table 2>에서 제시한 범위에 포함된다면 발목을 제외한 종아리와 허벅지 부위의 의복압은 CEN에서 제시하는 압력 분포를 기준으로 계산하여 기재하였다(Do & Kim, 2013; Liu, Guo, Lao, & Little, 2017). 그런 후에 발목, 종아리 및 허벅지 각각의 영역에 적용한 의복압 빈도수를 조사하고 최다빈도에 해당하는 의복압의 범위를 도출하여 본 논문에서 선정한 실험복 하지 가압복에 적용할 압력으로 결정하였다<Table 3>.

3. 실험복 제작

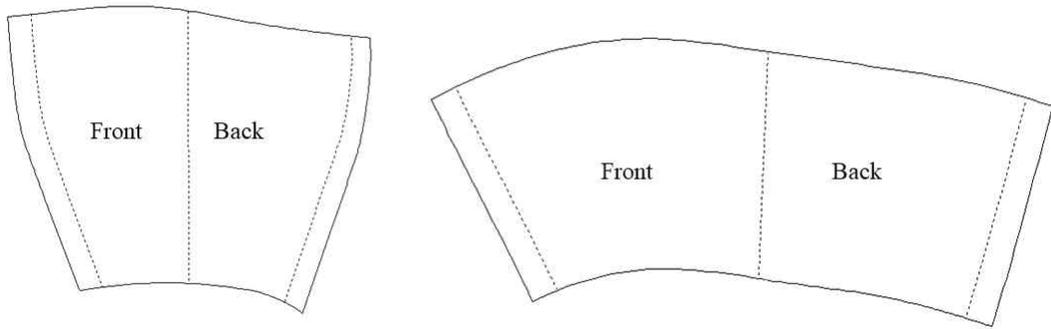
실험복 종아리 가압복과 허벅지 가압복의 원형 패턴은 제6차 한국인 인체치수 조사사업(Korean

Agency for Technology and Standards [KATS], 2016)에서 제공하는 50대 여성인체 평균치수의 3차원 인체 데이터를 사용하고 Geomagic Design X(3D systems, USA) 프로그램을 활용하여 종아리 가압복과 허벅지 가압복의 디자인 라인을 3차원 인체 표면에 도식하고 각 디자인 패널의 표면을 분리한 후 이를 '.dxf' 확장자 파일로 저장하였다. 저장된 3D의 분리된 디자인 패널은 Pepakura Designer 3 program(Tama software Ltd., Japan)에서 도입하여 2D의 삼각 조각으로 변환하였고 이를 어패럴 Yuka CAD(Youth Hitech, Japan) 소프트웨어를 활용하여 2종의 하지 가압복 원형패턴으로 완성하였다. 2종의 실험 가압복은 <Fig. 2(a)>에서 보이는 종아리 가압복과 <Fig. 2(b)>의 허벅지 가압복과 같고, 혈류 측정 수행을 위한 실험복 착용 시 피험자의 사이즈 적합성을 높이고 피험자 각각의 인체 측정치를 대입하고 맞춤형으로 패턴을 전개하였다.

<Table 3> Pressure Distribution Ration in the Calf and Thigh Areas Based on Clothing Pressure in Ankle Provided by CEN

	Pressure ration in % of pressure in ankle*				
Ankle(mmHg)	10~14	15~21	23~32	34~46	49≤
Calf(%)	80	80	70	70	70
Mid-thigh(%)	60	50	40	40	40

* Liu et al., 2017 (cited from RAL-GZ 387/1: 2008)



(a) Calf sleeve pattern (b) Thigh sleeve pattern

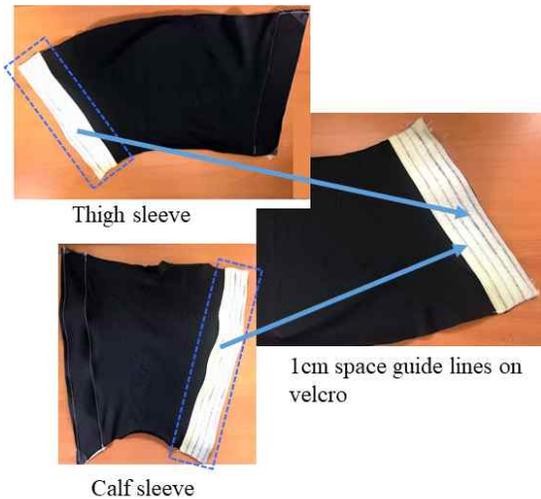
<Fig. 2> Experimental Compression Sleeves Patterns

실험복 제작 시 의복압 조절이 용이하도록 슬리브 좌·우측 양 끝에 각각 벨크로 루프지와 후크지를 부착하였고, 벨크로 위에 1cm 간격으로 의복압 조절 가이드라인을 표시하였다(Fig. 3(a)). 의복압 측정 시 문헌 조사를 통해 선정된 의복압 범위에 포함되도록 벨크로의 위치를 조절한 후에 벨크로에 십자형(+)을 표기함으로써 종아리 가압복과 허벅지 가압복을 동시에 착용할 때도 의복압이 동일하도록 통제 하였다. 실험복 제작 시 사용 소재는 두께가 0.4 mm이고 나일론 77.2%, 폴리우레탄 22.8%의 섬

유 조성률을 가진 트리코트(Tricot T) 원단이다.

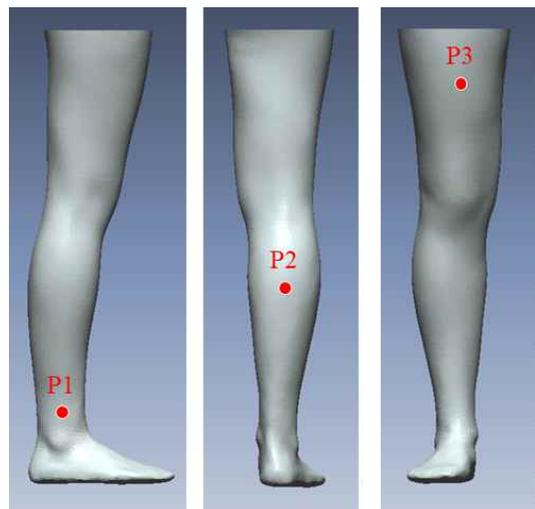
4. 의복압 측정

의복압 측정위치는 선행연구(Do & Kim, 2013)의 측정방법을 참고하여 의료용 압박 제품의 압력 측정 위치로 발목점(P1), 후면 종아리둘레최대지점(P2) 및 전면 중간 허벅지점(P3)을 선정하였다 <Fig. 3(b)>. 의복압 측정 시 문헌 조사를 통해 선정된 의복압 범위에 포함되도록 종아리 가압복과



(a) Example of experimental sleeves

<Fig. 3> Clothing Pressure Adjustment Method and Clothing Pressure Measurement Location



(b) Clothing pressure measuring points

허벅지 가압복에 부착된 벨크로 장치로 압력을 조절하였다(Fig. 3(a)). 의복압 측정기는 공기주입식 센서(AMI3037-2, AMI Techno, co, Ltd, Japan)를 이용하였고 각 측정점에 대해 1분간 측정하였다.

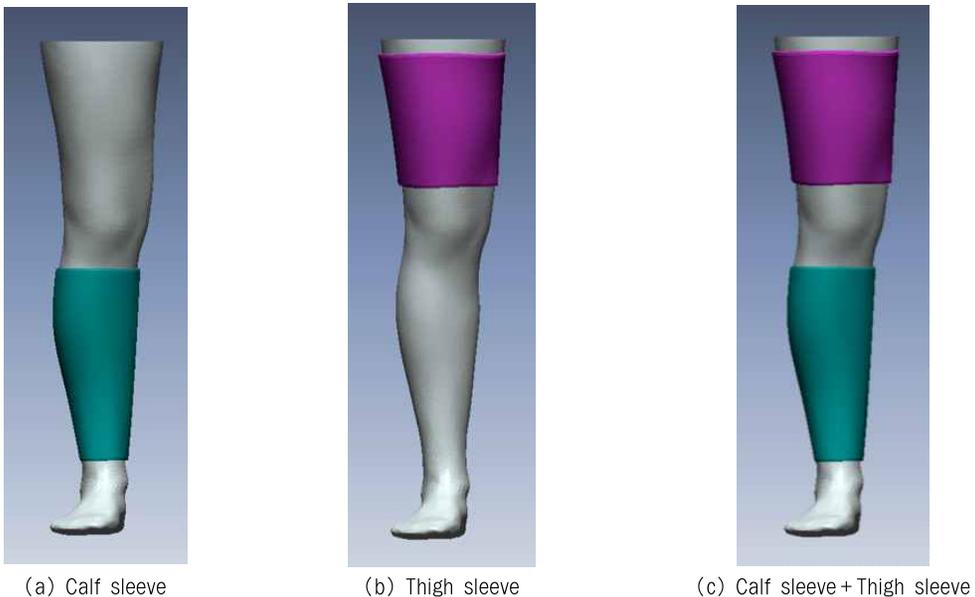
5. 혈류 측정

혈류 측정은 의복압 조절과 의복압 측정이 끝난 직후 팔걸이와 등받이가 있는 의자에 앉은 자세로 진행하였다. 실험 대조군은 상·하의 가압이 전혀 없는 면 100% 소재로 만들어진 반소매 상의와 긴 치마를 착용하였다. 가압 실험복은 <Fig. 4(a, b, c)>와 같이 종아리 가압복, 허벅지 가압복, 종아리 가압복+허벅지 가압복이고, 실험복 지급은 라틴 스퀘어 방식을 적용하였다. 혈류 측정 시 측정시간은 Kim & Hong(2016)의 연구를 참고하여 15분간 측정과 20분간 휴식을 취하는 형식으로 정하였다. 휴식시간에는 간단한 스트레칭으로 가벼운 동작을 수행하도록 하였고 200 ml의 물을 섭취하도록 하였다. 본 연구의 혈류 측정 장비(FLO-C1 OMEGAWAVE, INC., Japan)는 레이

저 도플러 혈류 측정(Laser Doppler-Flowmetry) 방식이고 혈류량(blood flow)과 혈류속도(blood velocity) 분석이 가능한 장비이다. 이 장비는 피부 표면으로부터 약 1 mm 정도 아래의 미세 순환 혈류를 측정할 수 있는 특성을 가진다. 이에 본 연구에서의 가압 위치는 비록 다리이지만, 장비의 특성을 고려하여 오른손 중지 안쪽 끝에 혈류센서를 부착하고 손가락 혈류 측정으로 실험에 따른 혈류 데이터를 획득하였다. 실험 데이터는 수집기(HP Agilent 34970A)를 통해 컴퓨터에 저장하고 혈류량과 혈류속도 항목에 대해 각각의 데이터를 획득하였다. 수집된 각 데이터에서 시작과 끝의 각 1분씩의 분량은 노이즈로 처리하고 그 가운데의 총 13분간 측정된 데이터의 평균을 구해 통계분석에 사용하였다.

6. 주관적 감성 평가

가압 실험복을 착용하고 의복압 정도에 따라 주관적으로 느끼는 압박감, 지지감, 착용 쾌적성에 대해 알아보고자 설문지 평가를 실시하였다. 이때



(a) Calf sleeve (b) Thigh sleeve (c) Calf sleeve + Thigh sleeve
 <Fig. 4> Combination of Experimental Compression Sleeves

착용 쾌적성은 압박감과 지지감을 고려한 종합적 평가 항목이다. 설문지 평가 내용은 ‘압박감이 적정한가?’, ‘지지감이 적정한가?’, ‘착용 쾌적성이 적정한가?’의 3가지 문항에 대하여 7점 리커트 척도 (1점: 매우 나쁨 (매우 비선호), 4점: 보통, 7점: 매우 좋음 (매우 선호))로 평가하도록 하였다.

7. 자료 분석

실험 결과 자료는 프로그램 SPSS 24.0(IBM Soft, USA)을 이용하여 통계 분석하였다. 혈류 측정, 주관적 착용감 평가 결과는 각 변인에 대해 일원배치 분산분석(ANOVA)과 사후분석(Duncan test)을 실시했으며, 유의 수준 $p < .05$ 에서 검정하였다. 그리고 대조군 대비 각 실험복 착용 시 혈류량과 혈류속도 각 항목에 대해 변화율(%)을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 적용 의복압 수준 선정

문헌 연구결과는 1970~2017년(IRB 심의 결과 통지서 발급 기준 시점)까지 40여 년간 수행된 연구들 중에서 압박 요법을 연구방법으로 채택하고 혈류역학적 관점에서 유의미한 영향을 미친 의복압 수준을 제시한 연구를 대상으로 하였다. 내용을 살펴보면 1999년 이후부터 2016년까지의 연구에서 사용한 실험복은 압박 등급이 표시된 제품을 착용하고 효과를 검증한 사례가 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 종아리 가압복(발목부터 무릎아래 길이)과 허벅지 가압복(발목부터 허벅지 길이, 압박 스타킹 포함)을 착용하고 혈류역학적 항목에 대해 긍정적인 효과를 입증한 36개의 연구 논문에서 연구자, 실험복, 의복압(발목, 종아리, 허벅지 부위 측정치), 그리고 의복압의 효과에 대한 내용을 조사한 것을 <Table 4>에 제시하였다. 조사된 문헌에서 선택한 실험복은 발목부터 무릎아래까지 착용하는 종아리 가압복이 25개로 가장 주

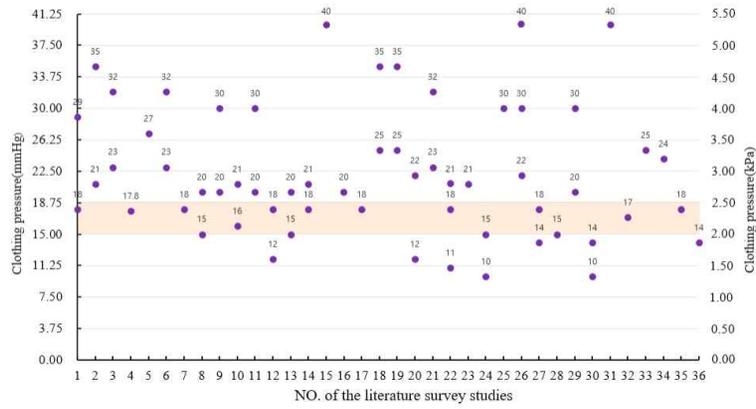
된 실험복이었고, 허벅지 가압복은 11개로 상대적으로 종아리 가압복보다 빈도수가 적게 확인되었다. 적용 의복압 범위는 발목 10.00~40.00 mmHg (1.33~5.33 kPa), 종아리 12.00~23.00 mmHg (1.59~3.06 kPa), 허벅지 6.00~15.00 mmHg(0.79~1.99 kPa)로 나타났고 연구자마다 유의미한 의복압으로 제안한 결과값은 상이한 것으로 확인되었다. 하지만 관련 연구들에서 제안하는 의복압에 관한 결과에는 일정한 경향이 나타났는데 선정된 측정 부위 중에서는 발목 영역에서의 의복압이 가장 높았고 종아리, 허벅지의 순으로 낮아지는 경향을 보인 것이었다. 문헌 조사를 통해 나타난 또 다른 의복압 연구의 특징은 여러 연구에서 실험용 의복을 발목부터 무릎아래까지(종아리 가압복) 또는 발목부터 허벅지까지(허벅지 가압복) 착용했음에도 불구하고 발목 영역의 의복압만을 제시하고 그 효과를 분석하고 있다는 것이다. 이러한 문헌 연구결과의 경향이 무엇에서 비롯된 것인지 유추해보면 앞서 서론에서도 기술했듯이 발목 영역은 하지 혈관계 질환 유발 최대 발생 부위이고 압박 의류 용품 개발 시 압력 선정의 기준이 되기 때문에 다른 측정 부위보다 우선하여 발목 부위 압력 측정치가 주목된 것으로 볼 수 있다(Veraart et al., 1997). 이들 연구는 압박 요법의 효과를 극대화하기 위해서는 착용 대상자에게 적합한 의복압을 적용할 필요성을 제안하고 있으나 여전히 압박 등급 간의 효과의 차이 또는 압박 등급의 효과를 연구자들 각자가 다양한 평가 방법으로 검증하는 양상을 보였다(Baek, Ju, Lee, & Oh, 2022; Yang et al., 2022). 연구자들이 제안한 의복압의 인체 부위별 빈도수를 분석한 결과는 발목, 종아리, 허벅지 영역의 의복압 범위가 각각 0.00 kPa~5.50 kPa(41.25 mmHg), 4.00 kPa(30.00 mmHg), 2.00 kPa(15.00 mmHg)로 나타났다. <Fig. 5>에 0.50 kPa(3.75 mmHg) 간격으로 구분하여, 발목(a), 종아리(b), 허벅지(c) 부위별로 제안된 의복압 결과치를 산점도로 나타냈다.

<Table 4> Effective Clothing Pressure for Hemodynamic Variables in Lower Body (Ankles, Calves and Thighs) Investigated in Literature Studies

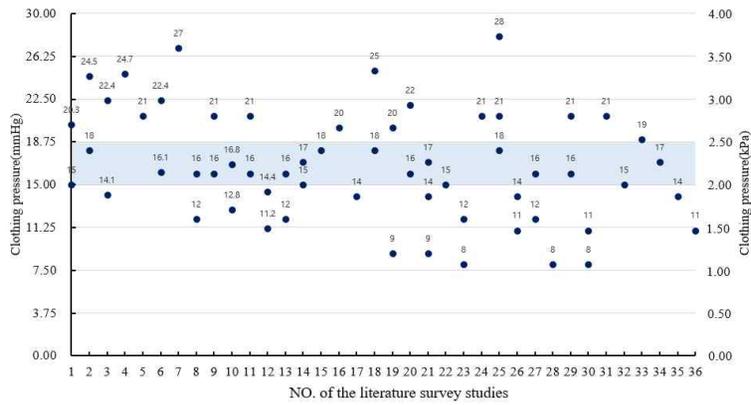
No.	Authors	Type of compression wear	Range of clothing pressure suggested (mmHg)			Effects of clothing pressure
			Ankle	Calf	Thigh	
1	Sugisawa et al. (2016)	Calf sleeve	18.0~29.0	15.0~20.0	-	Relief of prevalence of leg oedema and muscle cramp
2	Dissemond et al. (2016)	Calf sleeve	21.0~35.0	18.0~25.0	-	Venous leg ulcers
3	Lattimer, Kalodiki, Azzam, & Geroulakos (2016)	Calf sleeve	23.0~32.0	14.0~22.0	-	Venous volume and reflux rate in patients with varicose veins
4	Riebe, Korschake, Haase, & Juenger (2015)	Calf sleeve	18.0, 27.0	25.0, 21.0	-	Increase of ejection fraction venous refilling
5	Miyamoto & Kawakami (2015)	Calf sleeve	27.0	21.0	-	Reduction of muscle fatigue
6	Clarke Moloney et al. (2014)	Calf sleeve	23.0~32.0	16.0~22.0	-	Reduction of ulcer recurrence
7	Mosti & Partsch (2014)	Calf sleeve	18.0	27.0	-	Ejection fraction, Ease of donning and subjective comfort feeling
8	Hwang, Song, & Kim (2014)	Calf sleeve	20.0~30.0	16.0~21.0	-	Reduction of oedema
9	Lim, Song, Oh, & Lee (2012)	Calf sleeve	15.0~20.0	12.0~16.0	-	Relief of oedema, Reduction of muscle fatigue
10	Schul & Erdman (2011)	Thigh sleeve	20.0~30.0	16.0~21.0	10.0~12.0	Relief of aching and pain, Leg cramps, Restlessness
11	Charles et al. (2011)	Calf sleeve	16.0~21.0	13.0~17.0	-	Increase of blood flow
12	Jonker, De Boer, Ader, & Bezemer (2001)	Calf sleeve	12.0~18.0	11.0~14.0	-	Reduction of swelling
13	Blättler et al. (2008)	Calf sleeve	15.0~20.0	12.0~16.0	-	Reduction of oedema
14	Liu et al. (2008)	Thigh sleeve	18.0~21.0	15.0~17.0	6.0~7.0	Relief of aching, Reduction of swelling
15	Faneli et al. (2008)	Thigh sleeve	40.0	18.0	12.0	Increase of cardiac output
16	Zhou et al. (2008)	Calf sleeve	20.0	20.0	-	Increase of blood velocity
17	Jamieson, Calderwood, & Greer (2007)	Calf sleeve	18.0	14.0	-	Increase of blood velocity
18	Nelson et al. (2006)	Calf sleeve	25.0~35.0	18.0~25.0	-	Reduction of recurrence
19	Tan, Lockhart, Smith, & Burnand (2006)	Thigh sleeve	12.0~22.0	9.0~20.0	5.0~10.0	Increase of blood velocity

<Table 4> Continued

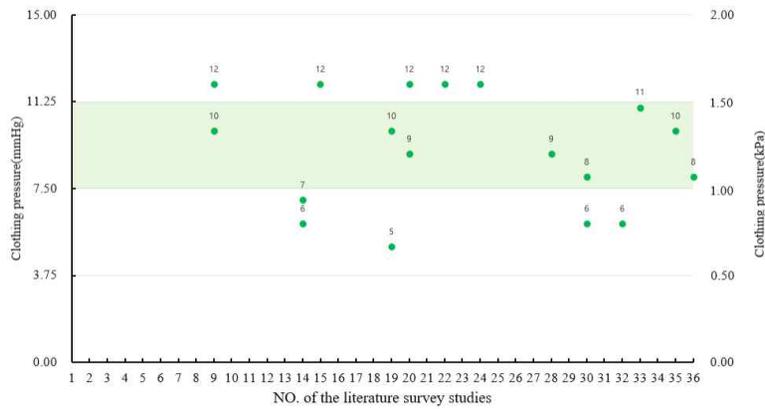
No.	Authors	Type of compression wear	Range of clothing pressure suggested (mmHg)			Effects of clothing pressure
			Ankle	Calf	Thigh	
20	Reich-Schupke, Feldhaus, Altmeyer, Mumme, & Stucker (2014)	Thigh sleeve	23.0~32.0	16.0~22.0	9.0~12.0	Reduction of oedema, Symptoms relief
21	Partsch, Winiger, & Lun (2004)	Calf sleeve	11.0, 18.0, 21.0	9.0, 14.0, 17.0	-	Reduction of oedema
22	Ibegbuna, Delis, Nicolaides, & Aina (2003)	Calf sleeve	21.0	15.0	12.0	Reduction of oedema
23	Benigni, Sadoun, Allaert, & Vin (2003)	Calf sleeve	10.0~15.0	8.0~12.0	-	Reduction of oedema
24	Blattler & Partsch (2003)	Thigh sleeve	30.00	21.0	12.0	Symptoms relief in patient with venous thrombosis
25	Hirai, Iwata, & Hayakawa (2002)	Calf sleeve	22.0, 30.0~40.0	18.0, 21.0~28.0	-	Reduction of oedema
26	Jonker et al. (2001)	Calf sleeve	14.0, 18.0	11.0, 14.0	-	Reduction of swelling
27	Sillieran-Chassany & Safran (2000)	Calf sleeve	15.0~20.0	12.0~16.0	-	Relief of symptoms
28	Kraemer et al. (2000)	Calf sleeve	15.4	8.4	8.6	Reduction of creatine kinase concentration
29	Buhs, Bendick, & Glover (1999)	Calf sleeve	20.0~30.0	16.0~21.0	-	Reduction of swelling and aching
30	Ibegbuna, Delis, & Nicolaides (1997)	Thigh sleeve	10.0, 4.0	8.0, 11.0	6.0, 8.0	Reduction of oedema, Ejection fraction
31	Brandjes et al. (1997)	Calf sleeve	40.0	21.0	-	Prevention of thrombosis progressive
32	Sparrow, Hardy, & Fentem (1995)	Thigh sleeve	16.8	14.5	6.4	Prevention of deep vein thrombosis
33	Mayberry, Moneta, De Frang, & Porter (1991)	Thigh sleeve	25.0	19.0	11.0	Increase of venous blood velocity
34	Pierson et al. (1983)	Calf sleeve	24.0	17.0	-	Reduction of lymphoedema
35	Lawrence & Kakkar (1980)	Thigh sleeve	18.0	14.0	10.0	Increase of venous blood flow
36	Sigel, Edelstein, Savitch, Hasty, & Felix (1975)	Thigh sleeve	14.0	11.0	8.0	Increase of venous blood flow



(a) Ankle area



(b) Calf area



(c) Thigh area

<Fig. 5> Results of Literature Survey on Clothing Pressure Range Affecting Blood Flow While Compressing the Ankle, Calf and Thigh Areas

조사된 인체 부위별 의복압 빈도를 살펴보면 <Table 5>와 같이 우선, 발목 영역의 의복압 빈도수는 2.00~2.50 kPa(15.00~18.75 mmHg) 범위가 15개의 연구에서 제안되어 가장 빈도가 높았고, 2.50~3.00 kPa(18.75~22.50 mmHg) 범위가 13개로 두 번째로 빈도가 높은 것으로 조사되었다. 종아리 영역에서의 적용 의복압 최대 빈도수는 발목과 동일하게 2.00~2.50 kPa(15.00~18.75 mmHg) 범주로 나타났고 1.50~2.00 kPa(11.25~15.00 mmHg)과 2.50~3.80 kPa(18.75~28.50 mmHg)이 공동으로 두 번째로 많았다. 허벅지 영역은 1.00~1.50 kPa(7.50~11.25 mmHg)이 가장 빈번했고 0.50~1.00 kPa(3.75~7.50 mmHg)과 1.50~2.00 kPa(11.25~15.00 mmHg) 범위는 두 번째로 빈도가 높았다. 따라서 연구를 위해 발목과 종아리 영역에 적용할 의복압 범위로 최다빈도를 보인 2.00~2.50 kPa(15.00~18.75 mmHg)을 선정하였는데, 이것은 국외 의료용 압박 등급을 참고할 때 미국의 1등급 수준이고 프랑스와 CEN의 2등급 수준의 압박 정도에 해당한다(Berszakiewicz, Sieroń, Krasinski, Cholewka, & Stanek, 2020). 이들 국가에서 정한 가압 제품

의 압력 분포는 발목부터 종아리, 허벅지로 갈수록 점진적으로 낮아지는 유형이고 CEN 2등급의 경우 발목을 기준으로 할 때 종아리는 발목의 80% 수준, 허벅지는 50% 수준으로 각각 12.00~17.00 mmHg(1.60~2.67 kPa)에 해당하여 본 연구에서 선정한 부위별 의복압도 이와 유사한 범주에 포함되고 압력 분포 경향도 국외의 표준화된 가압 제품의 압력 분포와 유사한 경향을 보인다.

2. 선정 의복압

문헌 조사를 통해 선정된 의복압은 발목(P1), 종아리 후면(P2), 허벅지 전면(P3)의 측정점에서 계측하고 측정치를 <Table 6>에 제시하였다. 모든 측정점의 의복압이 선정된 하지 영역별 의복압 범위에 포함하도록 조절한 결과 발목 2.44 kPa(18.30 mmHg), 종아리 2.28 kPa(17.10 mmHg), 허벅지 1.40 kPa(10.50 mmHg) 수준으로 계측되었다.

<Table 5> Frequency of Clothing Pressure Implemented for Lower Body in the Literature Review and the Selected Clothing Pressure Range for the Study

Clothing pressure range		No. of the relevant researches			Range of clothing pressure selected (kPa)		
mmHg	(kPa)	Ankle	Calf	Thigh	Ankle	Calf	Thigh
0.00~3.75	(0.0~0.5)	-	-	-			
3.50~7.50	(0.5~1.0)	-	-	5			
7.50~11.25	(1.0~1.5)	3	8	8			
11.25~15.00	(1.5~2.0)	8	14	5			
15.00~18.75	(2.0~2.5)	15	20	-			
18.75~22.50	(2.5~3.0)	13	14	-	2.00~2.50	2.00~2.50	1.00~1.50
22.50~26.25	(3.0~3.5)	7	3	-			
26.25~30.00	(3.5~4.0)	7	2	-			
30.00~33.75	(4.0~4.5)	8	-	-			
33.75~37.50	(4.5~5.0)	3	-	-			
37.50~41.25	(5.0~5.5)	3	-	-			

<Table 6> Clothing Pressure Measurement Values According to Lower Body Areas

(unit: kPa)

Subjects	Location of measuring clothing pressure		
	Ankle area (P1)	Calf area (P2)	Thigh area (P3)
Sub 1	2.32	2.12	1.23
Sub 2	2.43	2.34	1.42
Sub 3	2.51	2.12	1.34
Sub 4	2.43	2.53	1.52
Sub 5	2.54	2.32	1.54
Sub 6	2.32	2.14	1.43
Sub 7	2.41	2.33	1.32
Sub 8	2.34	2.52	1.54
Sub 9	2.51	2.14	1.52
Sub 10	2.54	2.13	1.43
Sub 11	2.42	2.42	1.31
Sub 12	2.50	2.24	1.24
Mean	2.44	2.28	1.40
(S.D.)	.08	.15	.11

3. 혈류

1) 혈류량

실험 대조군(0.00 kPa)과 가압복을 착용했을 때의 혈류 측정을 통해 혈류량 변화를 분석하였고 결과는 <Table 7>과 같다. 혈류량은 실험 대조군을 착용했을 때 24.31 ml/s로 가장 낮은 측정치를 보였고, 허벅지 가압복 착용일 때, 26.22 ml/s, 종아리 가압복 + 허벅지 가압복 착용일 때의 26.22 ml/s, 종아리 가압복 착용일 때, 30.47 ml/s 순으

로 실험 대조군에 비해 혈류량 평균값은 증가하는 경향을 보였다. 그러나 허벅지 가압복과 종아리 가압복+허벅지 가압복은 사후검증에서 서브(ab)세트로 통계적 유의차는 없는 것으로 나타났다. 반면에 종아리 가압복의 혈류량은 30.47 ml/s로 유의미한 수준으로 증가하는 것으로 검증되었고 혈류를 원활하게 하는 데에 도움이 되는 것으로 나타났다.

2) 혈류속도

혈류속도 항목에 대한 분석결과는 <Table 8>에

<Table 7> Statistics and Change Rates of Blood Flow Measurements when Wearing 4 Types of Experiments

Experiments	Blood flow(ml/s/100g)			
	Mean(S.D)	Change(%)	F	p
Control	24.31 ^a (4.62)	-		
Calf sleeve	30.47 ^b (5.69)	25.3	3.771	.017*
Thigh sleeve	26.22 ^{ab} (3.47)	7.9		
Calf sleeve + Thigh sleeve	27.84 ^{ab} (5.02)	14.5		

*p<.05, Duncan's multiple range test: a<b

제시하였다. 가압이 전혀 없는 실험 대조군과 가압수준과 가압위치가 다른 컴프레션 형태의 실험복을 착용했을 때 혈류속도 변화는 혈류량과 동일한 경향성을 나타내었다. 혈류속도는 실험 대조군 착용 시 1.93 mm/s이고 종아리 가압복을 착용했을 때 2.48 mm/s로 통계적으로 유의미하게 증가했다. 반면, 가압수준이 가장 낮은 허벅지 가압복을 착용했을 때 혈류속도는 2.12 mm/s로 실험 대조군보다 혈류속도 평균값은 증가하였으나 실험복 중에서는 가장 낮은 측정치를 나타냈다. 종아리 가압복과 허벅지 가압복을 동시에 착용했을 때의 혈류속도는 2.24 mm/s로 허벅지 가압복 단독으로 착용했을 때보다 평균값은 증가하였으나 사후검증에서 서브세트(ab)에 속함에 따라 동일한 수준으로 간주할 수 있다. 혈류속도가 유의하게 증가하는 것으로 나타난 종아리 가압복은 혈액순환 개선에 도움이 되는 것으로 판단할 수 있다. 이상과 같은 혈류 항목 분석 결과로 혈류량과 혈류속도를 유의미하게 증가시키는 실험복은 종아리 가압복으로 확인되었다. 이러한 결과는 선행연구(Williams, 1993)에서 공압 기기(pneumatic compression)를 사용하고 발목 가압, 발목+종아리 가압, 발목+종아리+허벅지 가압 시에 혈류속도를 측정된 결과인 발목과 종아리를 동시에 가압했을 때 혈류속도가 가장 증가했고, 발목+종아리+허벅지를 동시에 가압했을 때는 혈류속도가 감소하는 경향을 보고한 내용 역시 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다. 혈류측정 결과, 허벅지 가압복(1.38 kPa/10.35

mmHg)을 단독으로 착용했을 때에는 혈류량과 혈류속도의 평균값은 실험 대조군에 비해 증가하였으나 통계적 사후검증에 의하면 실험 대조군과 서브 관계로 평가되었다. 의류 제품으로 인체 외압 시 MRI 또는 초음파영상장비로 정맥 혈관 지름을 측정함으로써 가압에 의한 혈관의 지름이 감소한 결과(Downie et al., 2007; Zhuang et al., 2021)가 보고되었는데 이는 잠재적으로 혈류 변화를 유도할 수 있음을 의미한다. Partsch(2012, cited from Partsch and Mosti, 2008)의 리뷰 논문에서도 중간 허벅지 부위에 6.00 mmHg(0.80 kPa) 수준으로 가압 시 누운 자세에서 MRI 측정으로 허벅지의 표재성 정맥과 심부정맥의 지름이 감소된 것으로 보고하여 잠재적으로 혈류 변화를 유발할 가능성을 내포하고 있으나 혈류와 관련한 측정을 진행하지 않았기 때문에 본 연구의 결과와는 직접적으로 비교할 수 없다. 다만 본 연구에서 혈류 항목의 평균값이 증가하였으므로 허벅지 가압복은 허벅지의 정맥 혈관의 지름을 감소시키는 데 어느 정도 영향을 미쳤을 것으로 유추된다. 따라서 후속 연구에서 다양한 자세로 인체 가압 시 혈류의 변화를 관찰하는 것과 같이 연구의 범위를 확대할 필요가 있을 것으로 보인다. 혈류에 긍정적인 변화는 종아리 가압복(발목 18.30 mmHg/2.44 kPa, 종아리 17.10 mmHg/2.28 kPa) 단독 착용 시에만 실험 대조군보다 유의미한 수준으로 증가하였다. Charles et al.(2011)은 발목에서 16.00 ~21.00 mmHg(2.13~2.80 kPa) 정도의 의복압을

<Table 8> Statistics and Change Rates of Blood Velocity when Wearing 4 Types of Experiments

Experiments	Blood velocity(mm/s)			
	Mean(S,D)	Change(%)	F	p
Control	1.93 ^a (.37)			
Calf sleeve	2.48 ^b (.61)	28.5	3.213	.032*
Thigh sleeve	2.12 ^{ab} (.41)	9.8		
Calf sleeve + Thigh sleeve	2.24 ^{ab} (.38)	16.1		

*p<.05, Duncan's multiple range test: a<b

주도록 종아리 가압복을 제작하고 착용 전에 비해 착용 후에 혈류가 유의미한 수준으로 증가했다고 보고하였다. 압력 분포 계산식에 의하면 종아리의 의복압은 13.00~17.00 mmHg(1.73~2.67 kPa)에 해당하므로 본 연구에서 제시하는 의복압 범위에 포함되며 본 연구결과와도 일치하였다. 또 다른 연구로 Zhou et al.(2008)은 발목과 종아리 영역에 20.00 mmHg(2.67 kPa) 수준의 압력을 가하고 혈류 반응을 관찰하였는데 두 측정 영역 모두에서 실험 대조군 보다 혈류가 증가한 것으로 나타났다. 따라서 혈류 개선을 위해서는 가압위치보다는 가압수준이 더 중요한 변인이라 할 수 있을 것이다(Liu et al., 2008). Wou, Williams, & Davies (2015)는 장시간 서서 일하는 사람을 대상으로 영국 기준 압박 2등급(18.00~24.00 mmHg/ 2.40~3.20 kPa) 가압 제품 착용이 종아리 근육으로 혈류량 유입을 촉진함으로써 혈액순환 개선과 다리 부종 해소에 매우 효과적인 영향을 준다고 보고하였다. 이러한 연구결과들은 하지 부위별로 적합한 압력을 채택하여 혈류 변화를 살펴본 본 연구의 결과를 뒷받침하기에도 충분할 것으로 판단된다.

4. 주관적 감성평가

종아리 가압복 착용 시, 발목과 종아리 각 영역에서의 압박감, 지지감, 착용 쾌적감(압박감과 지지감을 함께 고려)에 대한 선호도 평가 결과와 허벅지 가압복을 착용했을 때, 허벅지 영역에서 동

일한 항목으로 평가한 결과를 <Table 9>에 제시하였다. 발목 영역(2.44 kPa/ 18.30 mmHg)은 압박감, 지지감 뿐만 아니라 착용 쾌적감 항목에서 가장 낮게 평가되었고 적용한 압력 수준을 비선호하는 것으로 나타났다. 이것은 생리적으로 혈류를 돕는 의복압 수준이 주관적으로 쾌적한 의복압 수준으로는 여겨지지 않을 수 있음을 시사하는 결과이다. 이러한 결과는 선행연구 Sigel et al.(1975)에서도 유사하게 보고되었는데, 발목 18.00 mmHg (2.39 kPa), 허벅지 8.00 mmHg(1.06 kPa)에서 정맥혈류는 증가했으나 주관적 압박감 평가에서 발목 영역의 압박감이 크다고 부정적으로 평가된 것으로 본 연구의 결과와 일치하였다. 반면에 Giancesini et al.(2020)이 발목(측정점 B)에서 19.00±5.00 mmHg(2.53±0.67 kPa)와 발목보다 5cm 위 지점(측정점 B1)에서 16.00±5.00 mmHg(2.13±0.67 kPa)의 압력으로 가압한 실험복 착용 시 불쾌감이 없다고 보고하여 본 연구와는 일치하지 않는 결과를 보였다. 따라서 유사한 범위의 정량적 의복압에 대한 주관적 착용감은 착용자에 따라 꽤와 불쾌로 상반된 결과가 나타날 수 있어 착용감 평가를 보다 세밀하게 진행하는 것이 필요하다. 한편, 발목과 유사한 수준으로 가압(2.28 kPa/ 17.10 mmHg)한 종아리 영역은 평가항목 모두 6점 이상의 점수로 평가되어 압박감, 지지감 및 쾌적감이 가장 우수한 것으로 나타났다. 허벅지 영역은 모든 평가항목에서 5점 이상으로 보통(4점) 수준 이상으로 착용감이 좋은 것으로 평가되었다. 이상

<Table 9> Evaluation of Perceived Feeling when Wearing 2 Types of Experimental Sleeves

Questionnaire	Mean (S.D.)			F	p
	Calf sleeve		Thigh sleeve		
	Ankle	Calf	Thigh		
Perceived clothing pressure	3.2 ^a (.90)	6.18 ^c (.50)	5.9 ^b (.50)	43.577	.000***
Support	3.3 ^a (.50)	6.45 ^c (.50)	5.7 ^b (.50)	72.100	.000***
Comfort	3.1 ^a (.70)	6.55 ^c (.50)	5.7 ^b (.90)	40.507	.000***

***p<.000, Duncan's multiple range test: a<b<c

의 연구결과로 볼 때, 압박감 착용감은 발목 관절, 종아리 근육 지지 효과가 우수하다고 판단되면 착용 쾌적감도 우수하며 선호하는 것으로 확인되었다. 정량적 의복압 수준에 따른 의복의 전반적인 착용 쾌적감(압박감, 지지감 고려)은 착용 목적 및 착용 부위에 따라 달라질 수 있음을 시사하고 있다. 본 연구에서 선정한 가압 영역에 대하여 건강한 50~60대 여성 피험자들이 심리적으로 가장 선호하는 의복압은 종아리 영역의 2.28 kPa(17.10 mmHg)과 허벅지 영역의 1.40 kPa (10.50 mmHg) 수준으로 확인되었다.

IV. 결론 및 제언

본 논문은 문헌 조사를 통해 압박 요법으로써 하지 부위의 혈류를 유의미하게 개선한 효과를 입증한 관련 연구들이 제시한 발목, 종아리, 허벅지 영역 가압 압력 범주를 도출하여 본 연구를 위해 적용할 의복압으로 선정하였다. 연구에서는 선정한 의복압이 적용된 실험 가압복으로써 건강한 50~60대 여성 대상으로 발목과 종아리를 가압할 때, 허벅지를 가압할 때, 그리고 발목, 종아리, 허벅지 영역을 동시에 가압할 때에 혈류 측정을 통해 혈류 개선에 효과가 있는지, 혈류와 관련된 질환 예방을 위해 어느 정도의 압력 범주가 적합한지, 그리고 그러한 압력 범주로 가압하였을 때 유의하게 선호하는지 알아보고자 하였다. 종합적 결론 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 문헌 조사 결과에서 혈류역학적 개선이 유의미한 의복압 범주는 발목과 종아리 영역 모두 2.00~2.50 kPa(16.50~18.75 mmHg)이었고, 허벅지 영역은 1.00~1.50 kPa(7.50~11.25 mmHg) 범주로 확인되어 이를 본 연구에 적용할 의복압 범주로 선정할 수 있었다. 건강한 50~60대 여성 피험자 11명 각각의 인체에 대한 실험복의 맞춤새를 높이기 위해 체표면 형상으로부터 패턴을 설계한 것을 활용하여 제작한 종아리 가압복과 허벅지

가압복을 선정한 의복압 범위로 사이즈 조절이 용이하도록 실험복에 벨크로를 부착하여 여밈을 조정하였다. 제작한 실험복 착용시 측정된 평균 의복압 측정치는 발목 영역의 2.44 kPa(18.30 mmHg), 종아리 영역의 2.28 kPa(17.10 mmHg), 허벅지의 1.38 kPa(10.35 mmHg) 값으로 나타남에 따라 의도한 의복압 조절에 성공적인 결과를 얻을 수 있었다. 둘째, 혈류 변화는 종아리 가압복, 허벅지 가압복, 종아리+허벅지 가압복 착용시 혈류 측정을 통해 혈류량, 혈류속도 항목에 대해 분석하였다. 혈류량과 혈류속도는 모든 실험복에서 증가하였지만, 특히 종아리 가압복을 착용했을 경우가 실험 대조군과 비교했을 때 통계적으로 유의하게 증가하는 것으로 분석되었다. 이로써 종아리 가압복이 혈액순환 개선에 영향을 미치는 것이 확인되었고 종아리 가압시 의복압은 발목의 2.44 kPa(18.30 mmHg)과 종아리의 2.28 kPa(17.10 mmHg) 수준을 나타냈다. 셋째, 주관적 착용감 평가에서 종아리 가압복과 허벅지 가압복을 착용했을 때 발목, 종아리, 허벅지 영역에서 주관적 압박감, 근육 지지감, 착용 쾌적감에 대한 선호도 평가 결과는 종아리 영역이 모든 항목에서 가장 긍정적으로 평가되었다. 그러나 허벅지 영역에 대한 선호도 역시 모든 평가 항목에서 보통 수준 이상으로 높게 평가됨에 따라 두 영역 모두 피험자에 의해 긍정적으로 선호되는 것으로 분석되었다. 한편, 적용된 의복압이 가장 높은 발목 영역은 주관적 압박감 선호도, 근육 지지감 및 착용 쾌적감 항목에서 평균 3점대로 가장 낮게 평가되었고 주관적 평가는 비선호의 결과를 보였다. 결론적으로 혈류역학적 측면에서 종아리 가압복의 발목 영역에 적용된 압력인 2.44 kPa(18.30 mmHg), 종아리 영역의 2.28 kPa(17.10 mmHg) 수준은 건강한 50~60대 중·장년 여성이 혈류량과 혈류속도를 증가시키는 데에 도움을 주는 효과가 있음에도 불구하고 심리적인 측면에서는 피험자들에게 압박감이 높아서 부정적인 영향을 미치고 선호되지 않는

결과를 보였다. 이로써 혈류 건강에 도움이 되는 건강 측면과 심리적 관점에서 쾌적하다고 느끼는 의복압 수준은 발목 영역에서는 일치하지 않아 발목 영역의 의복압은 연구에서 제안한 것보다 낮은 수준의 압력을 적용하면서 혈류 반응을 관찰할 필요가 있다고 판단된다.

추후 연구에서는 본 연구결과를 바탕으로 발목 영역에는 2.44 kPa(18.30 mmHg) 보다는 낮은 수준으로 가압하고 발목 위 5 cm 지점의 종아리 영역은 2.28 kPa(17.10 mmHg) 수준으로 점진적으로 증가 가압하도록 차별화된 종아리 가압복을 제작하여 인체를 대상으로 단기간 또는 간헐적으로 착용 시간을 차별화하여 실험복 착용 상태에서 혈류를 측정하고 혈액순환에 유익한 효과가 있는지를 평가하고자 한다. 이와 함께 실험복 착용감에 대한 주관적 선호도에 대해서도 착용 시간이 길어지는 경우 온열감이나 습윤감 항목(Lee, 2013)을 추가한 평가를 병행하여 분석함으로써 컴프레션 웨어의 기능성과 심리적 만족감 사이의 균형을 세심하게 검토해야 할 것이다.

References

- Baek, Y. J., Ju, H., Lee, J. Y., & Oh, K. W. (2022). Effects of wearing knee-guards on skin pressure and skin blood flow during dynamic motions. *Fashion and Textiles*, 9(1), 12. doi:10.1186/s40691-022-00288-7
- Benigni, J. P., Sadoun, S., Allaert, F. A., & Vin, F. (2003). Efficacy of class 1 elastic compression stockings in the early stages of chronic venous disease. *Int Angiol*, 22, 383-392.
- Berszakiewicz, A., Sieroń, A., Krasinski, Z., Cholewka, A., & Stanek, A. (2020). Compression therapy in venous diseases: Current forms of compression materials and techniques. *Postepy Dermatol Alergol*, 37(6), 836-841. doi:10.5114/ada.2019.86991
- Blattler, W. & Partsch, H. (2003). Leg compression and ambulation is better than bed rest for the treatment of acute deep venous thrombosis. *International Angiology*, 22(4), 393-400.
- Blättler, W., Kreis, N., Lun, B., Winiger, J., & Amsler, F. (2008). Leg symptoms of healthy people and their treatment with compression hosiery. *Phlebology*, 23(5), 214-221. doi:10.1258/phleb.2008.008014
- Brandjes, D. P., Büller, H. R., Heijboer, H., Huisman, M. V., de Rijk, M., Jagt, H., & ten Cate, J. W. (1997). Randomised trial of effect of compression stockings in patients with symptomatic proximal-vein thrombosis. *The Lancet*, 349(9054), 759-762. doi:10.1016/S0140-6736(96)12215-7
- Brophy-Williams, N., Fell, J. W., Halson, S. L., Kitic, C. M., & Driller, M. W. (2021). Pressure gradient differences between medical grade and sports compression socks. *The Journal of The Textile Institute*, 112(2), 187-191. doi:10.1080/00405000.2020.1730664
- Buhs, C. L., Bendick, P. J., & Glover, J. L. (1999). The effect of graded compression elastic stockings on the lower leg venous system during daily activity. *Journal of Vascular Surgery*, 30(5), 830-835. doi:10.1016/S0741-5214(99)70007-8
- Byrne, B. (2001). Deep vein thrombosis prophylaxis: The effectiveness and implications of using below-knee or thigh-length graduated compression stockings. *Heart & Lung*, 30(4), 277-284. doi:10.1067/mhl.2001.116009
- Charles, T., Mackintosh, D., Healy, B., Perrin, K., Weatherall, M., & Beasley, R. (2011). Merino wool graduated compression stocking increases lower limb venous blood flow: A randomized controlled trial. *Advances in Therapy*, 28, 227-237. doi:10.1007/s12325-010-0107-5
- Clarke Moloney, M., Keane, N., O'Connor, V., Ryan, M. A., Meagher, H., Grace, P. A., ... Burke, P. E. (2014). Randomised controlled trial comparing European standard class 1 to class 2 compression stockings for ulcer recurrence and patient compliance. *International Wound Journal*, 11(4), 404-408. doi:10.1111/j.1742-481X.2012.01108.x
- Dissemond, J., Assenheimer, B., Bültemann, A., Gerber, V., Gretener, S., Kohler-von Siebenthal, E., ... Partsch, H. (2016). Compression therapy in patients with venous leg ulcers. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 14(11), 1072-1087. doi:10.1111/ddg.13091
- Do, W. H. & Kim, N. S. (2013). The comparison on the compression measurement value of medical compression stockings. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 37(8), 1060-1074. doi:10.5850/JKSCT.2013.37.8.1060
- Downie, S. P., Firmin, D. N., Wood, N. B., Thom, S. A., Hughes, A. D., Wolfe, J. N., & Xu, X. Y. (2007). Role of MRI in investigating the effects of elastic compression stockings on the deformation of the superficial and deep veins in the lower leg. *Journal of Magnetic Resonance Imaging: An Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine*, 26(1), 80-85. doi:10.1002/jmri.20980

- Edgar, D. T., Beaven, C. M., Gill, N. D., & Driller, M. W. (2022). Under pressure: The chronic effects of lower-body compression garment use during a 6-week military training course. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(7), 3912. doi:10.3390/ijerph19073912
- European Committee for Standardization (CEN). (2001, December 9). Adopted European Prestandard: Medical compression hosiery, ENV 12718. *TECH-STREET@ STORE*. Retrieved from http://www.techstreet.com/products/1108619?product_id=1108619&sid=goog&gclid=CIKXhPeInLgCfCzapgod_jkA0A
- Fanelli, G., Zasa, M., Baciarello, M., Mazzani, R., Di Cianni, S., Rossi, M., & Casati, A. (2008). Systemic hemodynamic effects of sequential pneumatic compression of the lower limbs: A prospective study in healthy volunteers. *Journal of Clinical Anesthesia*, *20*(5), 338-342. doi:10.1016/j.jclinane.2008.02.005
- Gianesini, S., Raffetto, J. D., Mosti, G., Maietti, E., Sibilla, M. G., Zamboni, P., & Menegatti, E. (2020). Volume control of the lower limb with graduated compression during different muscle pump activation conditions and the relation to limb circumference variation. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*, *8*(5), 814-820. doi:10.1016/j.jvsv.2019.12.073
- Heo, K. H., Han, Y. S., Jung, H. S., & Koo, J. W. (2004). Musculoskeletal symptoms and related factors of golf caddies. *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*, *16*(1), 92-102. doi:10.35371/kjoem.2004.16.1.92
- Hirai, M., Iwata, H., & Hayakawa, N. (2002). Effect of elastic compression stockings in patients with varicose veins and healthy controls measured by strain gauge plethysmography. *Skin Research and Technology*, *8*(4), 236-239. doi:10.1034/j.1600-0846.2001.80401.x
- Hwang, B.-H., Song, S.-W., & Kim, S.-M. (2014). Effects of the application of ankle pumping exercise and elastic compression stockings for the women's lower leg edema due to continuous standing work. *Journal of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*, *12*(1), 27-31.
- Ibegbuna, V., Delis, K. T., Nicolaidis, A. N., & Aina, O. (2003). Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *Journal of Vascular Surgery*, *37*(2), 420-425. doi:10.1067/mva.2003.104
- Ibegbuna, V., Delis, K., & Nicolaidis, A. N. (1997). Effect of lightweight compression stockings on venous haemodynamics. *A Journal of the International Union of Angiology*, *16*(3), 185-188.
- Jamieson, R., Calderwood, C. J., & Greer, I. A. (2007). The effect of graduated compression stockings on blood velocity in the deep venous system of the lower limb in the postnatal period. *An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, *114*(10), 1292-1294. doi:10.1111/j.1471-0528.2007.01421.x
- Jonker, M. J., De Boer, E. M., Ader, H. J., & Bezemer, P. D. (2001). The oedema-protective effect of Lycra® support stockings. *Dermatology*, *203*(4), 294-298. doi:10.1159/000051775
- Kim, N. Y., & Hong, K. (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/SFTI.2016.18.5.716
- Korean Agency for Technology and Standards [KATS]. (2016). The 6th Size Korea 3D scan & measurement technology report. Retrieved from <https://sizekorea.kr/human-info/meas-report?measDegree=6>
- Kraemer, W. J., Volek, J. S., Bush, J. A., Gotshalk, L. A., Wagner, P. R., Gomez, A. L., & Selle, B. J. (2000). Influence of compression hosiery on physiological responses to standing fatigue in women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *32*(11), 1849-1858. doi:10.1097/00005768-200011000-00006
- Lattimer, C. R., Kalodiki, E., Azzam, M., & Geroulakos, G. (2016). Haemodynamic performance of low strength below knee graduated elastic compression stockings in health, venous disease, and lymphoedema. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, *52*(1), 105-112. doi:10.1016/j.jevs.2016.04.001
- Lawrence, D., & Kakkar, V. V. (1980). Graduated, static, external compression of the lower limb: A physiological assessment. *British Journal of Surgery*, *67*(2), 119-121. doi:10.1002/bjs.1800670214
- Lee, S.-Y. (2013). Physiological reaction to brassiere use. *Journal of the Korean Society of Costume*, *63*(4), 132-142. doi:10.7233/jksc.2013.63.4.132
- Li, Q., Sun, G., Chen, Y., Chen, X., Shen, Y., Xie, H., & Li, Y. (2022). Fabricated leg mannequin for the pressure measurement of compression stockings. *Textile Research Journal*, *92*(19-20), 3500-3510. doi:10.1177/00405175221083216
- Lim, D., Song, H., Oh, J., & Lee, M. (2012). The effects of the application of elastic compression band on lower extremity edema and fatigue in aged standing worker. *Journal of the Global Senior Health Promotion Institute*, *2*(2), 43-53.
- Liu, R., Guo, X., Lao, T. T., & Little, T. (2017). A critical review on compression textiles for compression therapy: Textile-based compression interventions for chronic venous insufficiency. *Textile Research Journal*, *87*(9), 1121-1141. doi:10.1177/0040517516646041
- Liu, R., Kwok, Y. L., Li, Y., Lao, T. T., Zhang, X., &

- Dai, X. Q. (2005). Objective evaluation of skin pressure distribution of graduated elastic compression stockings. *Dermatologic Surgery*, 31(6), 615-624. doi:10.1111/j.1524-4725.2005.31603
- Liu, R., Lao, T. T., Kwok, Y. L., Li, Y., & Ying, M. T. C. (2008). Effects of graduated compression stockings with different pressure profiles on lower-limb venous structures and haemodynamics. *Advances in Therapy*, 25(5), 465-478. doi:10.1007/s12325-008-0058-2
- Lozo, M., Penava, Ž., Lovričević, I., & Vrljičak, Z. (2022). The Structure and Compression of Medical Compression Stockings. *Materials*, 15(1), 353. doi:10.3390/ma15010353
- Mariani, F., Marone, E. M., Gasbarro, V., Bucalossi, M., Spelta, S., Amsler, F., ... Chiesa, R. (2011). Multicenter randomized trial comparing compression with elastic stocking versus bandage after surgery for varicose veins. *Journal of Vascular Surgery*, 53(1), 115-122. doi:10.1016/j.jvs.2010.08.033
- Mayberry, J. C., Moneta, G. L., De Frang, R. D., & Porter, J. M. (1991). The influence of elastic compression stockings on deep venous hemodynamics. *Journal of Vascular Surgery*, 13(1), 91-100.
- Mitsuno, T. & Yanagisawa, A. K. (2022). Comfortable pressure feeling and clothing pressure on abdomen. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 34(1), 110-118. doi:10.1108/IJCST-12-2017-0194
- Mitsuno, T., Wang, L., & Padhye, R. (2019). Differences in clothing pressure between bandages and stockings. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 12(1), 1-10. doi:10.3993/jfbim00317
- Miyamoto, N. & Kawakami, Y. (2015). No graduated pressure profile in compression stockings still reduces muscle fatigue. *International Journal of Sports Medicine*, 36(3), 220-225. doi:10.1055/s-0034-1390495
- Mosti, G. & Partsch, H. (2011). Compression stockings with a negative pressure gradient have a more pronounced effect on venous pumping function than graduated elastic compression stockings. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 42(2), 261-266. doi:10.1016/j.ejvs.2011.04.023
- 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
- National Health Insurance Service [NHIS]. (2021, October 14). Status of varicose veins in the lower body[하지 정맥류 현황]. Retrieved from <https://www.nhis.or.kr/nhis/together/wbhaea01600m01.do?mode=view&articleNo=10811705>
- Nelson, E. A., Harper, D. R., Prescott, R. J., Gibson, B., Brown, D., & Ruckley, C. V. (2006). Prevention of recurrence of venous ulceration: Randomized controlled trial of class 2 and class 3 elastic compression. *Journal of Vascular Surgery*, 44(4), 803-808. doi:10.1016/j.jvs.2006.05.051
- Oner, E., Durur, G., & Cansunar, H. E. (2018). A new technique to measure pressure in medical compression stockings. *Textile Research Journal*, 88(22), 2579-2589. doi:10.1177/0040517517725121
- Partsch, H. (2012). Compression therapy: Clinical and experimental evidence. *Annals of Vascular Diseases*, 5(4), 416-422. doi:10.3400/avd.ra.12.00068
- Partsch, H., Mosti, G., & Mosti, F. (2010). Narrowing of leg veins under compression demonstrated by magnetic resonance imaging (MRI). *International Angiology*, 29(5), 408.
- Partsch, H., Partsch, B., & Braun, W. (2006). Interface pressure and stiffness of ready made compression stockings: Comparison of in vivo and in vitro measurements. *Journal of Vascular Surgery*, 44(4), 809-814. doi:10.1016/j.jvs.2006.06.024
- Partsch, H., Winiger, J., & Lun, B. (2004). Compression stockings reduce occupational leg swelling. *Dermatologic Surgery*, 30(5), 737-743. doi:10.1111/j.1524-4725.2004.30204.x
- Pierson, S., Pierson, D., Swallow, R., & Johnson, G. (1983). Efficacy of graded elastic compression in the lower leg. *JAMA*, 249(2), 242-243. doi:10.1001/jama.1983.03330260060033
- Rabe, E., Partsch, H., Jünger, M., Abel, M., Achhammer, I., Becker, F., ... Pannier, F. (2008). Guidelines for clinical studies with compression devices in patients with venous disorders of the lower limb. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 35(4), 494-500. doi:10.1016/j.ejvs.2007.08.006
- Reich-Schupke, S., Feldhaus, F., Altmeyer, P., Mumme, A., & Stücker, M. (2014). Efficacy and comfort of medical compression stockings with low and moderate pressure six weeks after vein surgery. *Phlebology*, 29(6), 358-366. doi:10.1177/0268355513484142
- Riebe, H., Korschake, W., Haase, H., & Juenger, M. (2015). Interface pressure and venous drainage of two compression stocking types in healthy volunteers and in patients with hemodynamic disturbances of the legs. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 61(2), 175-183. doi:10.3233/CH-151989
- Schul, M. W., Eaton, T., & Erdman, B. (2011). Compression versus sclerotherapy for patients with isolated refluxing reticular veins and telangiectasia:

- A randomized trial comparing quality-of-life outcomes. *Phlebology*, 26(4), 148-156. doi:10.1258/phleb.2010.009092
- Sigel, B., Edelstein, A. L., Savitch, L., Hasty, J. H., & Felix, W. R. (1975). Type of compression for reducing venous stasis: A study of lower extremities during inactive recumbency. *Archives of Surgery*, 110(2), 171-175. doi:10.1001/archsurg.1975.01360080037005
- Silleran-Chassany, J. & Safran, D. (2000). Prophylaxis of perioperative venous thrombosis: Role of venous compression. *Phlebology*, 15(3-4), 138-142. doi:10.1177/026835550001500311
- Sparrow, R. A., Hardy, J. G., & Fentem, P. H. (1995). Effect of 'antiembolism' compression hosiery on leg blood volume. *British Journal of Surgery*, 82(1), 53-59. doi:10.1002/bjs.1800820120
- Sugisawa, R., Unno, N., Saito, T., Yamamoto, N., Inuzuka, K., Tanaka, H., ... Konno, H. (2016). Effects of compression stockings on elevation of leg lymph pumping pressure and improvement of quality of life in healthy female volunteers: A randomized controlled trial. *Lymphatic Research and Biology*, 14(2), 95-103. doi:doi.org/10.1089/lrb.2015.0045
- Tan, J., Lockhart, S., Smith, A., & Burnand, K. (2006). Venous haemodynamic effects of anti-thromboembolism stockings. *Phlebology*, 21(2), 74-79. doi:10.1258/026835506777304746
- Veraart, J. C., Pronk, G., & Neumann, H. M. (1997). Pressure differences of elastic compression stockings at the ankle region. *Dermatologic Surgery*, 23(10), 935-939. doi:10.1111/j.1524-4725.1997.tb00753.x
- Williams, D. (1993). Hemodynamic alterations in venous blood flow produced by external pneumatic compression. *J. Cardiovasc. Surg.*, 34(5), 441-447.
- Wong, A. S., 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. doi:10.2115/fiber.60.293
- Wou, J., Williams, K. J., & Davies, A. H. (2015). Compression stockings versus neuromuscular electrical stimulation devices in the management of occupational leg swelling. *International Journal of Angiology*, 25(2), 104-109. doi:10.1055/s-0035-1558646
- Yang, X., Zhang, X., Yin, M., Wang, R., Lu, X., & Ye, K. (2022). Elastic compression stockings to prevent post-thrombotic syndrome in proximal deep venous thrombosis patients without thrombus removal. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*, 10(2), 293-299. doi:10.1016/j.jvsv.2021.06.023
- Zhou, F. P., Dai, X. Q., Wang, J., & Lu, Y. H. (2008). Change of skin blood flow at lower limb under external pressure. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 1(2), 45-50. doi:10.3993/jfbi09200806
- Zhuang, Z., Wang, Y., Yao, Y., Shen, Y., Chen, D., & Jiang, Q. (2021). The impact of graduated compression stockings on calf-vein deformation and blood velocity in patients awaiting total knee arthroplasty. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 1-8. doi:10.1186/s12891-021-04603-z