creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

의류학박사 학위논문

압박수준에 따른 인체 부위별 의복압 정량화 및 의복압에 따른 생리·심리 반응

Quantifying Body-Regional Clothing Pressure and Psycho-Physiological Responses by Clothing Pressure

2022년 8월

서울대학교 대학원

의류학과

송 은 영

의류학박사 학위논문

압박수준에 따른 인체 부위별 의복압 정량화 및 의복압에 따른 생리·심리 반응

Quantifying Body-Regional Clothing Pressure and Psycho-Physiological Responses by Clothing Pressure

2022년 8월

서울대학교 대학원

의류학과

송 은 영

압박수준에 따른 인체 부위별 의복압 정량화 및 의복압에 따른 생리·심리 반응

지도교수 이 주 영

이 논문을 의류학박사 학위논문으로 제출함

2022년 05월

서울대학교 대학원
의류학과
송 은 영

송은영의 박사 학위논문을 인준함
2022년 06월

위 원 장 박 주연 (인)

부위원장 최 정화 (인)

위 원 남 윤자 (인)

위 원 송 명견 (인)

위 원 이 주영 (인)

국문초록

다양한 환경온도에서 인체부위별 압박수준에 따른 의복압, 주관적 압박감에 의한 적정 의복압 및 의복압이 착용자의 생리·심리반응에 미친 영향을 분석하고자 하였다.

구체적으로는 첫째, 서늘, 쾌적, 따뜻한 환경온도에서 인체에 저, 중, 고도의 압박을 가했을 때 인체 부위별 의복압을 정량화하였다. 둘째, 피험자가 응답한 압박감으로부터 인체 부위별 적정 의복압 범위를 분석하였다. 셋째, 압박 부위별 의복압에 따른 인체 생리·심리적 부담 정도를 분석하였다.

이를 위해 20대 성인 여성 5인(나이 23.4 ± 3.0 y, 신장 161.7 ± 5.2 ㎝, 체표면적 1.56 ± 0.03 ㎡)이 피험자로 참여하였다. 모든 피험자는 세 가지 환경온 조건(21°C, 27°C, 34°C; 습도 50 ± 5%RH)과 세 부위 압박 조건(허리, 넓적다리, 종아리), 세 단계 압박 조건(0단계_인체 둘레 100%, 1단계_인체 둘레 약 6~8% 감소, 2단계_인체 둘레 약 12~17% 감소)에 참여하였다(총 27 조건; 피험자 5인 × 27 조건 = 135회). 인체 부위별 압박을 위해 개별 맞춤 압박밴드(겉감: 나일론/폴리우레탄 80/20, 안감: 나일론/폴리우레탄 91/9)를 제작하였다. 실험은 총 60분(앉은 자세 50분 후 선 자세 10분 유지)으로 인공기후실에서 실시되었다. 의복압은 의복압 측정기(load cell type 센서, 압력측정범위 0~500 g)를 이용하여 허리, 넓적다리, 종아리 부위에서 10분 간격으로 측정하였다. 직장온, 아홉 부위 피부온(이마, 배, 아래팔, 손등, 넓적다리, 종아리, 발등, 손가락 온도, 압박밴드내 피부온), 압박밴드내 온·습도, 심박수는 1분 간격으로 연속 측정하였다. 혈압과 체중은 실험 전과 후에 측정하였다. 평균피부온은 Hardy & Dubois의 식을 응용하여 7점법으로 계산하였다. 한서감, 습윤감, 발한감, 압박감, 주관적 힘들기는 7점 척도로, 온열 쾌적감은 4점 척도를 이용하여 10분 간격으로 자가 응답하게 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 압박수준별 의복압은 허리와 종아리 가압시 모든 자세에서 2단계가 0단계와 1단계 보다 유의하게 높았다($P<0.01$). 넓적다리는 앉은 자세에서는 압박수준이 높을수록 의복압이 증가했고($P<0.05$), 선 자세에

서는 1단계와 2단계 간 의복압 차이 없이 0단계보다 유의하게 높게 나타났다(P<0.001). 압박부위별 의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 다른 두 부위에 비해 높았다(P<0.001). 그러나 선 자세에서는 0단계 가압시에는 부위별 유의한 차이를 보이지 않았고, 1단계와 2단계 가압시에는 넓적다리, 종아리, 허리 부위 순으로 높게 나타나(P<0.01) 자세에 따른 차이를 보였다. 부위별 혹은 압박 수준별 의복압에서 환경온도에 따른 차이는 발견되지 않았다.

둘째, 산점도와 신뢰구간을 통하여 피험자가 응답한 압박감 점수 -0.5와 0.5 사이에 해당하는 의복압 값을 통해 자세별 최적 의복압 범위를 도출한 결과, 허리 가압시 앉은 자세에서 4.5~13.8 mmHg, 선 자세에서 5.2~11.6 mmHg, 넓적다리 가압시 앉은 자세에서 10.7~24.9 mmHg, 선 자세에서 6.7~22.1 mmHg, 종아리 가압시 앉은 자세에서 4.9~17.2 mmHg, 선 자세에서 3.3~15.1 mmHg 범위가 얻어졌으며, 넓적다리가 허리와 종아리보다 비교적 높은 수준이었다.

셋째, 의복압과 생리·심리반응과의 상관관계를 본 결과 환경온도에 따라서는 21°C에서, 인체 부위에 따라서는 넓적다리를 가압했을 때가 더 높은 상관도를 보였다. 생리반응은 21°C에서 넓적다리 가압시 의복압이 높을수록 손가락온도와 압박밴드내 습도가 상승하는 경향을(P<0.05), 27°C에서 허리(P<0.01)와 넓적다리(P<0.05) 가압시 평균피부온이 강하하는 경향을, 넓적다리 가압시 압박밴드내 피부온이 강하하는 경향을(P<0.01), 34°C에서 허리가압시 체중감소량이 감소하는 경향을 보였다(P<0.05). 인체 가압시 심리반응은 의복압이 높을수록 압박밴드내 부위를 더 건조하게 느끼는 것으로 나타났으며(P<0.05), 더 조인다고 응답하였다(P<0.05). 특히, 허리와 넓적다리 가압시 의복압이 높을수록 온열적으로 더 불쾌하게(P<0.05), 더 힘들게 느끼는 것으로 나타났다(P<0.05). 그러나, 직장온, 심박수 및 한서감 반응에서 압박수준에 따른 유의한 차이는 발견되지 않았다.

본 연구를 통해 허리와 넓적다리, 종아리 압박 시 적정 압박 수준이 도출되었다. 넓적다리의 적정 압박수준이 허리와 종아리에 비해 높았기 때문에, 이는 압박 하의류 제작 시 패턴 및 소재 선택에 적용 가능하다. 동일한 인체 부위에 동일한 수준의 압박이 가해져도 자세에 따른 차이가 관찰되며, 피하지방 수준에 따라 압력이 달라지기 때문에 편안하고 기능

적인 압박복 제작을 위해서는 추후 보다 다양한 체형의 피험자를 대상으로 체형별 분류를 통한 보다 다양한 자세와 동작에서의 의복압을 분석할 필요가 있다.

……

주요어 : 의복압, 적정의복압, 환경온도, 압박단계, 압박부위, 생리반응, 주관감

학 번 : 2004-30542

목 차

제 1 장 서론 ····· 1

제 2 장 이론적 배경 ····· 5

제 1 절 의복압 ····· 5

1. 의복압과 생리반응 ····· 5

2. 의복압과 주관적 반응 ····· 11

제 2 절 환경온도와 생리반응 ····· 14

1. 저온환경에서의 생리반응 ····· 16

2. 고온환경에서의 생리반응 ····· 19

제 3 장 연구방법 ····· 23

제 1 절 피험자 ····· 24

제 2 절 환경조건 ····· 25

제 3 절 실험의복 ····· 25

제 4 절 압박밴드 제작 및 압박방법 ····· 27

1. 압박밴드 제작 ····· 27

2. 압박방법 ····· 29

3. 의복압 측정 ····· 31

제 5 절 실험순서 ····· 32

제 6 절 측정항목 ····· 33

1. 인체생리반응 ····· 33

2. 주관적 감각 ····· 35

제 7 절 통계분석 ····· 36

제 4 장 연구 결과 ····· 37
제 1 절 의복압과 적정 의복압 범위 ····· 37
1. 압박단계별 의복압 ····· 37
2. 압박부위별 의복압 ····· 46
3. 부위별 적정 의복압 범위 ····· 53

제 2 절 압박단계별 생리·심리반응 ····· 55
1. 압박단계별 생리반응 ····· 55
2. 압박단계별 주관감 ····· 70
3. 의복압과 생리·심리반응과의 상관관계 ····· 84

제 3 절 압박부위별 의복압과 생리·심리반응 ····· 88
1. 압박부위별 생리반응 ····· 88
2. 압박부위별 주관감 ····· 108

제 5 장 고찰 ····· 122
제 1 절 의복압과 적정의복압 범위 ····· 122
제 2 절 의복압과 생리·심리반응 ····· 127

제 6 장 결론 및 제언 ····· 132

CONTENTS OF TABLE

Table 3.1. Anthropometric characteristic of subjects ····· 24
Table 3.2. Environmental condition ····· 25
Table 3.3. Characteristics of experimental garments ····· 26
Table 3.4. Characteristics of experimental compression band ····· 27
Table 3.5. Reduction ratio of compression band according to clothing pressure level ····· 29
Table 3.6. Subjective responses Ⅰ ····· 35
Table 3.7. Subjective responses Ⅱ ····· 36
Table 4.1. Clothing pressure according to clothing pressure level during press the waist ····· 39
Table 4.2. Clothing pressure according to clothing pressure level during press the thighs ····· 42
Table 4.3. Clothing pressure according to clothing pressure level during press the calves ····· 45
Table 4.4. Clothing pressure according to the pressed body part during level 0 ····· 48
Table 4.5. Clothing pressure according to the pressed body part during level 1 ····· 50
Table 4.6. Clothing pressure according to the pressed body part during level 2 ····· 52
Table 4.7. Physiological responses according to clothing pressure level during press the waist ····· 57
Table 4.8. Physiological responses according to clothing pressure level during press the thighs ····· 58
Table 4.9. Physiological responses according to clothing pressure level during press the calves ····· 59
Table 4.10. Subjective sensation responses according to clothing pressure level during press the body ····· 71
Table 4.11. Correlation of clothing pressure and physiological responses according to environmental temperature during press the body ····· 85

Table 4.12. Correlation of clothing pressure and subjective responses according to environmental temperature during press the body 87
Table 4.13. Physiological responses according to the pressed body part during level 0 compression 89
Table 4.14. Physiological responses according to the pressed body part during level 1 compression 91
Table 4.15. Physiological responses according to the pressed body part during level 2 compression 93
Table 4.16. Subjective sensation according to the pressed body part 109

CONTENTS OF FIGURE

Figure 3.1. Experimental design ····· 23
Figure 3.2. Basic garments for experiment ····· 26
Figure 3.3. Pressed body parts and covering area ratio ····· 28
Figure 3.4. Compression band for the waist ····· 30
Figure 3.5. Compression band for the thighs ····· 30
Figure 3.6. Compression band for the calves ····· 30
Figure 3.7. Measurement points of clothing pressure ····· 31
Figure 3.8. Experimental protocol ····· 32
Figure 3.9. Measurement points of temperature and humidity ····· 34
Figure 4.1. Optical clothing pressure range according to subjective tightness sensation during press the body ····· 54
Figure 4.2. Rectal temperature according to clothing pressure level during press the body ····· 61
Figure 4.3. Mean skin temperature according to clothing pressure level during press the body ····· 62
Figure 4.4. Fingertip temperature according to clothing pressure level during press the body ····· 63
Figure 4.5. Skin temperature inside compression band according to clothing pressure level during press the body ····· 65
Figure 4.6. Temperature inside compression band according to clothing pressure level during press the body ····· 66
Figure 4.7. Relative humidity inside compression band according to clothing pressure level during press the waist ····· 67
Figure 4.8. Heart rate according to clothing pressure level during press the body ····· 69
Figure 4.9. Thermal sensation according to clothing pressure level during press the body ····· 74
Figure 4.10. Humidity sensation according to clothing pressure level during press the body ····· 75
Figure 4.11. Thermal sensation inside compression band according to clothing pressure level during press the body ····· 76
Figure 4.12. Humidity sensation inside compression band according to

clothing pressure level during press the body ····· 77
Figure 4.13. Thermal comfort according to clothing pressure level during press the body ····· 79
Figure 4.14. Sweat & shivering sensation according to clothing pressure level during press the body. ····· 80
Figure 4.15. Subjective tightness sensation according to clothing pressure level during press the body ····· 81
Figure 4.16. Subjective workload sensation according to clothing pressure level during press the body ····· 83
Figure 4.17. Rectal temperature according to the pressed body part ··· ····· 95
Figure 4.18. Mean skin temperature according to the pressed body part ····· 97
Figure 4.19. Fingertip temperature according to the pressed body part ····· 99
Figure 4.20. Skin temperature inside compression band according to the pressed body part ····· 101
Figure 4.21. Temperature inside compression band according to the pressed body part ····· 103
Figure 4.22. Relative humidity inside compression band according to the pressed body part ····· 105
Figure 4.23. Heart rates according to the pressed body part ····· 107
Figure 4.24. Thermal sensation according to the pressed body part ···· . ····· 112
Figure 4.25. Thermal sensation inside compression band according to the pressed body part ····· 113
Figure 4.26. Humidity sensation according to the pressed body part114
Figure 4.27. Humidity sensation inside compression band according to the pressed body part ····· 115
Figure 4.28. Sweating & shivering sensation according to the pressed body part. ····· 117
Figure 4.29. Thermal comfort according to the pressed body part ·· 118
Figure 4.30. Tightness sensation according to the pressed body part ·· ····· 120
Figure 4.31. Subjective workload according to the pressed body part ·· ····· 121

LIST OF ABBREVIATIONS

BP	Blood pressure
BMI	Body mass index (kg/㎡)
BSA	Body surface area (㎡)
SBP	Systolic blood pressure
ΔSBP	Changes in Systolic pressure
DBP	Diastolic blood pressure
ΔDBP	Changes in Diastolic pressure
DF	Degree of freedom
HR	Heart rate (bpm)
I	Independence variables
RH	Relative humidity (%)
SD	Standard deviation
SS	Sum of square
T_{air}	Air temperature (℃)
T_{re}	Rectal temperature (℃)
$\overline{T}_{sk}$	Mean skin temperature (℃)
T_{head}	Head skin temperature (℃)
T_{arm}	Arm skin temperature (℃)
T_{hand}	Hand skin temperature (℃)
T_{foot}	Foot skin temperature (℃)
T_{leg}	Leg skin temperature (℃)
T_{thigh}	Thigh skin temperature (℃)
$T_{abdomen}$	Abdomen skin temperature (℃)
V_{air}:	Air velocity (m/s)

제 1 장 서론

의복압이란 의복중량, 의복형태, 착의방법에 따라 인체에 가해지는 힘으로서, 일반적으로 인체에 미치는 수직 방향의 힘을 말한다(Choi & Kim, 2011). 인체는 휴식 상태에서는 주로 의복 간의 조임에 의해 발생되는 결속 압력과 의복의 무게에 의한 압력을 받으며, 움직이는 상태에서는 스트레칭, 압축 및 굽힘 등 다양한 부분의 곡률 변화로 인한 압력을 받게 된다(Zhang, 2021).

이러한 의복압을 활용한 압박의류는 인체에 밀착되는 신축성 원단을 사용하여 외부 압력을 가하도록 설계되었으며(Jacquet, 2015), 실제 신체보다 작게 만들어졌다는 사실 때문에 신체에 압력을 가하는 탄성 의류로 정의된다(Macintyre & Baird, 2006). 압박의류는 밴드, 슬리브(sleeve), 반바지, 스타킹, 레깅스, 티셔츠 및 바디슈트 등의 다양한 형태로 생산되고 있다(MacRae et al., 2016; Wang et al., 2011). 체형 보정과 운동 후 회복 개선 효과, 정맥류 및 심부정맥, 혈전증 및 화상 등의 치료 효과가 입증되어 미용, 패션, 스포츠, 의료 등 다양한 분야에서 광범위하게 사용되고 있다(Moseley et al.., 2007; Zakaria & Gupta, 2019). 특히 스포츠 압박 의류보다 더 높은 수준의 압력을 가하는 의료 치료용 압박 의류는(Agu et al., 2004) 기성복으로 제공되거나 환자의 개별 치수에 따라 제작되며(Li & Dai, 2006), 재현 가능하고 정확한 압력을 전달해야 한다(Jacquet, 2015). 의료용 압박 의류는 과도한 붓기를 방지하기 위해 설계되었으며(Moseley et al., 2007; Mosti & Partsch, 2014), 정맥 직경의 감소 및 역류 감소, 밸브 능력 향상 등의 효과가 있으며(Mosti & Partsch, 2012), 혈전 후 증후군(PTS: Post thrombotic syndrome) 치료에도 주요 요법으로 사용되고 있다(Biss et al., 2009; Montoya et al., 2016). 화상 치료를 위한 압박복은 1970년대 초부터 50년 넘게 사용되고 있으며(Ladak & Tredget, 2009; Macintyre & Baird, 2006; Tredget et al., 2014), 화상 정도에 따라 최대 2년 동안 또는 흉터가 성숙될 때 까지 지속적으로 착용하게 된다(Macintyre & Ferguson, 2013). 또한, 압박 의류 중 하나인 압

박 스타킹은 심장에서 먼 곳은 강하게 가까운 곳은 약한 압력을 가해 정체되어있는 혈액을 원활하게 순환시킴으로서 혈액의 정체로 인해 발생하는 질환들을 개선하고(Agu et al., 1999; Aryal et al., 2002; Swedbordg, 1984), 하지정맥환자의 부종 및 혈액 정체를 방지하는 효과가 있다고 알려져 있다(Veraart & Neumann, 1996).

최근 삶의 질이 높아지고 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 운동을 취미로 하는 사람들이 증가하고 있다(Liu et al., 2021). 신체활동, 스포츠 및 피트니스 참여는 만성 질환의 위험을 줄일 수 있는 하나의 방법으로서 건강한 생활 방식의 필수 요소가 되었으며(Parkkari et al., 2001), 이러한 흐름과 함께 신체의 움직임과 운동효율을 높일 수 있는 기능성 스포츠웨어에 대한 관심이 증가하고 있다(Vasile et al., 2019). 그 중 인체를 가압하는 컴프레션웨어는 운동선수의 성능 및 피로 회복 속도 향상 등의 착용효과가 알려지면서 다양한 스포츠 활동에서 착용하는 사람들이 많아지고 있다(Doan et al., 2003; Kim & Lee, 2019). 컴프레션웨어의 착용은 근육의 떨림을 잡아주고 신체 및 활성 근육에 혈액 순환 및 산소 전달을 향상시켜 근육의 피로를 보다 빨리 회복시키고 착용자의 신체 보호 및 기능 강화, 부상 예방 등에 효과가 있다고 하였다(Doan et al., 2003; Jakeman et al., 2010; Kraemer et al., 2001; Kurz & Anders, 2018; Lawrence & Kakkar, 1980; MacRae et al., 2011; Mayberry et al., 1991). 이러한 이유로 인해 실내 스포츠인 요가나 필라테스, 플라잉 요가 등의 스포츠 활동 중에도 여성들은 몸에 달라붙는 타이즈 형태의 레깅스를 즐겨 입는다. 특히, 레깅스는 젊은 여성들 사이에서 인기 있는 패션 아이템으로 스포츠 활동에서 뿐만 아니라 산행이나 야외활동을 위한 아웃도어 활동, 평상시에도 즐겨 입는 일상복이 되었다(Cha, 2021). 이와 같이 2000년대 초반부터 일상생활과 스포츠의 경계 없이 언제 어디서든지 자유롭게 착용할 수 있고, 스포츠웨어의 기능적인 측면과 디자인을 강조한 패션인 애슬레저룩(Athleisure look)[1]이 유행하고 있다(Brice &

1) 애슬레저(Athleisure), 1980년대 생겨난 용어로 운동 경기를 뜻하는 '애슬레틱(Athletic)'과 일상에서 즐길 수 있다는 뜻의 '레저(Leisure)'의 합성어로, '가벼운 스포츠'를 의미(박주하, 전재훈, 2018).

Thorpe, 2021; Lipson et al., 2020; Lee & Lim, 2021; Cha, 2021). 애슬레저룩 시장은 트렌드에 관심 많은 20-30대 청년층 여성들뿐만 아니라 탄탄한 경제력을 바탕으로 건강관리에 많은 관심을 갖고 있는 40-50대 중년층 여성들에까지 확대되고 있는 추세이다(Lee & Lim, 2021). 애슬레저웨어의 대표적인 아이템으로 상의는 브래지어 형태의 브라탑이나 어깨와 팔이 노출된 형태의 탱크탑(tank top), 하의는 레깅스 또는 스판덱스 반바지가 있으며 이 외에도 다양한 스타일이 있다(Cheng, 2018). 패션넷(2022) 보고서에 따르면 애슬레저복인 레깅스와 요가복도 2020년을 기점으로 폭발적인 인기를 얻고 있으며, 시장 전망 또한 밝은 것으로 전망되고 있으며 실제 룰루레몬의 경우 5년간 주가 상승률이 514.7%에 달했다는 보고도 있다. 한국패션산업 연구원에 따르면 “2016년 6380억 원이었던 국내 레깅스 시장 규모는 2017년 6800억 원, 2018년 6950억 원으로 꾸준히 성장하고 있으며 인터넷쇼핑몰에서 레깅스판매량이 전년 같은 기간에 비해 69% 증가되었다”는 발표는 레깅스의 인기를 증명해주고 있다(Kim & Oh, 2018). 그러나, Shim and Choi(1994)의 연구에 따르면 슬랙스 착용은 스커트에 비해 혈류량을 감소시키고 하지부의 구속은 근육의 활동에 많은 부담을 준다고 하였으며, 밀착되는 청바지를 장시간 착용할 경우에 압박으로 인한 요통 및 종아리 부종이 유발될 수 있다고 하는 등(Kweon, 2012) 하체 압박에 대한 부정적인 영향을 보고한 연구들이 있다. Rauter et al.(2017)은 사이클을 타는 젊은 남성들을 대상으로 무릎과 종아리 둘레를 측정한 결과 오른쪽과 왼쪽 다리가 달라 시중에 판매하는 압박 의류는 한쪽 다리에 더 많은 압력을 유도할 수 있다고 지적하기도 하였다. 또한, 최근 연구에서 요가용 브라탑 착용은 일반 루즈핏(loose fit) 형태의 의복을 착용했을 때 보다 혈류량 및 혈류속도를 감소시켰다고 하였으며(Park et al., 2021), Leoz-Abaurrea and Aguado-Jiménez(2017)는 더운 환경(40°C)에서 운동 후 회복기에 상체 압박복을 착용한 그룹이 직장온과 심박수가 유의하게 높게 나타나 더운 환경에서 운동시 압박복 착용은 인체에 부담을 줄 수 있어 피해야 한다고 하였다.

반면에, Bringard et al.(2006)은 중등정도의 운동 강도(12km/h)에서 압박스타킹을 착용할 때 에어로빅 에너지소비량이 낮았으며 전반적인 순환을 향상시킬 수 있다고 하였으며, 이와 같이 적정 수준의 압력은 운동 효과를 높이고, 혈류순환개선 등에 효과가 있다고 하였다(Duffield & Kalkhoven, 2016; Engel et al., 2016). 추운 10°C와 더운 32°C 환경에서 하체 컴프레션웨어(LBCG: Lower Body Compression Garments)의 착용이 달리기 성능에 미치는 영향을 조사한 결과 10°C환경에서 LBCG를 착용한 경우 하지부의 피부 온도가 1.5°C 정도 유의하게 높았으나, 추운 환경과 더운 환경에서의 직장온과, 산소 소비량 및 심박수는 유의한 차이가 관찰되지 않아 운동 중 하체 컴프레션웨어의 착용은 부작용이 없다고 보고한 연구도 있다(Goh et al., 2011).

이와 같이 의복압에 대한 선행 연구들에서 과도한 의복압은 인체에 부정적인 영향을, 적절한 의복압은 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 것이 제시되었다. 그러나, 우리가 일상에서 빈번하게 노출될 수 있는 착의 및 탈의에 의한 환경, 실내·외 및 계절의 변화에 따른 다양한 온열 환경이 반영된 의복압에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 인체가 다양한 환경 온도에 노출 시 인체 부위별로 가해지는 의복압 수준이 인체 생리적·주관적 반응에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 분석하여 쾌적하고 건강한 의생활을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

이를 위한 세부목적은 다음과 같다.

첫째, 서늘, 쾌적, 따뜻한 환경온도에서 인체에 저, 중, 고도의 압박을 가했을 때 인체 부위별 의복압을 정량화하고자 하였다. 둘째, 피험자가 응답한 압박감으로부터 인체 부위별 적정 의복압 범위를 분석하고자 하였다. 셋째, 압박 부위별 의복압에 따른 인체 생리·심리적 부담 정도를 분석하고자 하였다.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 의복압

의복압이란 의복과 인체가 접촉하면서 발생하는 접촉 압력으로서 의복의 구속성과 운동 기능성을 결정짓는 중요한 요인이며, 의복압에는 두 가지 종류가 있다. 첫째는 의복이 인체를 압박하면서 발생하는 의복압으로 의복중량으로 인한 무게감, 의복소재 및 맞음새로 부터 비롯된 조임 혹은 당김에 의한 압박이다. 둘째는 인체의 동작에 의해 발생된 직물이나 의복변형이 인체를 구속하면서 생기는 압박이다(Baek, 2003). 의복의 압력 수준은 디자인, 착용자의 자세, 맞음새, 체형 및 신체 부위의 모양, 피부 조직 특성, 의복 소재, 직물의 기계적 특성에 따라 달라지며, 다양한 착용 상황에 따라 크게 달라진다(Apurba & Alagirusamy, 2010; Teyeme et al., 2022).

1. 의복압과 생리반응

의복압 연구는 1950년대 중반부터 착의에 따른 과도한 압박이 인체의 생리, 위생학적 측면에 악영향을 미친다는 관점에서 출발하였다(Makabe et al., 1993). 일반적으로 착의에 따른 구속은 인체에 불쾌감을 주고 피로를 증가시켜 운동효율을 저하시킴은 물론, 생리적인 측면에서도 유해한 자극을 초래한다. 과도한 의복압은 단순한 동작 구속성을 넘어 혈행 장애 유발, 위장이나 심장의 위치를 변화시키고 중국 전족처럼 형태 변이를 발생시키는 등 여러 건강 장해를 유발한다고 하였다(Ahn, 1986; Park, 1990). 또한, 지나친 의복 중량에 의한 의복압은 성장기 어린이들에게 성장 장애를 일으킬 수 있으며 동작의 불편함, 의복 무게로 인해 보온력 상승을 저해해 쾌적한 의복내 기후의 형성을 방해하기도 한다

(Lee et al., 1997). 기존 높은 압력의 브래지어조차도 자율 신경계 기능에 부정적인 영향을 미치고 온도 조절 교감 신경 활동의 현저한 감소를 유발할 수 있다고 하였다(Miyatsuji et al., 2002). Shim(1996b)은 장기간에 걸쳐 거들을 착용시켰을 때 스트레스 지수를 예측할 수 있는 카테콜아민(에피네프린과 노에피네프린)의 배설량은 보통체형보다 비만체형이, 착용방법에 있어서는 연일 착용자가 격일 착용자보다 많은 배설량을 나타냈으며, 의복압이 지나치게 되면 근육활동에 많은 부담을 주고, 혈류량을 점차 감소시켜 근육피로와 혈류순화 장해를 일으키는 등 의복압의 부정적인 측면에 대해 보고하였다(Shim et al., 1994). Lee(2004)는 피험자들에게 일상에서 취하는 동작을 하게 했을 때 의복에 의한 압박이 강할수록 의복압은 높게 나타났으며, 발한이 충분하게 일어나지 못한다고 하였다. Kim and Choi(1987)는 거들착용은 인체생리반응 및 의복기후에 유의한 영향을 미친다고 하였으며, 휴식 중인 남녀 피험자들에게 하체에 높은 압력(28.8 ± 8.3 mmHg)을 가했을 때가 낮은 압력(2.2 ± 1.4 mmHg)과 중간 정도의 압력(12.9 ± 3.9 mmHg)을 가했을 때 보다 더 높은 심박출량과 1회 박출량을 보였다고 하였다(Lee et al., 2020).

반면에 적당한 의복압은 의복 착용감을 좋게 하고 신체활동을 용이하게 하면서, 작업 능률을 향상시킬 뿐만 아니라 건강의 유지 증진에도 중요하게 작용하여 내장하수를 방지하고 오랫동안 서 있는 사람들의 부종 방지 및 하체혈액순환을 도와준다고 하였다(Yoneda, 1967). MacRae et al.(2012)은 24℃ 환경에서 싸이클링 운동 시 전신 압박의류의 착용은 체온에 부정적인 영향을 미치지 않으면서, 피복된 부위의 피부 온도 및 혈류량을 약간 증가시켰다고 보고하였다. 피부 압박은 말초 순환 및 정맥 환류로 이어질 뿐만 아니라 산소 섭취량 및 동맥 젖산 농도와 같은 특정 생리적 활동에 영향을 주어 신체 능력 향상을 촉진한다고 하였다(Bernhardt & Anderson, 2005). Sawada(2003)는 장기간의 과도한 국소 압력은 순환 장애 또는 조직 파괴를 유발할 수 있다고 보고하였으며, 정상 조직에서는 팔다리 전체에 30 mmHg 미만의 압력이 가해지면 안전하다고 하였다. 이처럼 과도한 의복압은 인체에 부정적인 영향을 적당한

의복압은 긍정적인 영향을 주기 때문에 인체 부위별 적정 수준의 의복압을 제시하는 것은 중요하다.

Yoneda(1967)는 기모노의 오비 착용 시 인체적 영향의 허용 압력수치를 40g/㎠ (29.4 mmHg)로 제시하였는데 이 수치에 대해 의복의 종류에 관계없이 의복압의 허용한계로서 사용하는 것에 대해서는 고려해야 한다는 의견들이 있으나, 현재까지 각종 의복압 허용한계로 사용되어져 오고 있다. Cho(2015)는 의료용 압박복의 치료 효과를 위한 압박범위는 15~60 mmHg로 압력단계는 4단계 또는 5단계로 표시되고 있으며, 대체로 나라별 압박 등급 1단계는 18~21 mmHg(light), 2단계는 23~32 mmHg(medium), 3단계는 34~46 mmHg(strong) 4단계는 49 mmHg이상(extra strong)으로 구성되어 있다고 하였다. 유럽에서는 압박 의류의 단계별 압력 범위를 규정하고 있는데, CEN TC 205 표준(European Committee for Standardization, 1996)에서는 가벼운 압력 수준인 classI(15~21 mmHg), 적당한 압력 수준인 classII(23 mmHg), 강한 압력 수준인 classIII(34 mmHg), 매우 강한 압력인 classIV(49 mmHg 이상)로 분류하였다. 영국의 경우(BS-6612; 1985) class Ⅰ(14~17 mmHg), classⅡ(18~24 mmHg), classⅢ(25-35 mmHg), 프랑스는 class Ⅰ(10-15 mmHg), classⅡ(15~20 mmHg), classⅢ(20~36 mmHg), 독일은 class Ⅰ(18~21 mmHg), classⅡ(23-32 mmHg), classⅢ(36-46 mmHg)로 분류하였으며 나라별로 압박수준 체계는 상이하다(Todd, 2015).

의료용 압박복에 있어 최적의 효과를 낼 수 있는 압력은 15 mmHg이며, 더 높은 압력이 더 큰 효과를 낼 수 있지만 40 mmHg 이상이 되면 합병증을 초래할 수 있다고 하였다(Naismith, 1980). Van den Kerckhove et al.(2005)은 평균 15 mmHg의 압력이 부상 후 3개월 동안 평균 10 mmHg의 압력인 경우 보다 흉터가 더 얇았다고 보고했다. 흉터의 압박 치료를 사용할 때 얼마나 많은 압박이 효과적인지는 분명하지 않지만, 대다수의 연구에서 25 mmHg 이상의 경계면 압력이 필요하다고 제안했다(Sawada, 2003). Giele et al.(1997)은 화상치료를 위한 압박복은 해부학적 부위에 따라 부드러운 피부에서는 9~3 mmHg, 골격부위 에서는 47~90 mmHg의 압력을 발생시킨다고 하였다. Cho(2019)는 시판 맞춤형 화상환자 압박복의 의복압을 측정한 결과 가장 높게 나타난 부위는

위팔이며, 가장 낮게 나타난 부위는 견갑골이었다고 하였으며 의복압 범위는 2.5~17.9 mmHg로 신체 부위별 차이가 있다고 하였다. Liu et al.(2008)은 정맥 혈류량의 변화를 일으키기 위해서는 18 mmHg 이상의 압력이 필요하다고 제안했으며, Bochmann et al.(2005)은 사지의 혈류량을 높이기 위해서는 20 mmHg 이상의 압력이 필요하다고 하였다.

인체 부위별 의복압의 허용한계를 규명한 Baek(2003)의 연구에서 위팔은 20~25 gf/㎠(14.7~18.4 mmHg), 허리는 30~35 gf/㎠(22.1~25.7 mmHg) 사이로 추정되나, 허벅지의 허용 한계에 대해서는 심도있는 연구가 필요하다고 하였다. Kim(2004)은 평상복 착용 시 배 부위 의복압은 남성은 2.0~13.2 gf/㎠(1.5~9.7 mmHg), 여성은 7.0~23.7 gf/㎠(5.2~17.4 mmHg), 하지부의 경우 남성은 0~8 gf/㎠(0~13.2 mmHg), 여성은 3.0~33.6 gf/㎠(2.2~24.7 mmHg)로 남성은 배꼽 부위가, 여성은 옆구리 부위가 높았으며, 하체의 경우 의복압은 선 자세에서는 부위별 유의차가 없었으나 의자나 바닥에 앉았을 때 무릎 부위가 더 높았다고 보고하였다. 선 자세는 근육의 수축을 필요로 하며, 이는 근육 수축(즉, 골격근 펌프)으로 인한 압박의 영향을 감소시킬 수 있다고 하였다. Nam and Lee(2002)는 디자인에 따른 맞춤 거들의 의복압 및 착용감을 조사한 결과 거들은 부위에 따라 10~33 gf/㎠(7.4~24.3 mmHg)의 의복압을 나타냈다고 하였으며, Na and Lee(2010)는 스키니진의 의복압을 측정한 결과 자세에 상관없이 엉덩이 최대돌출 부위에서 가장 높았고, 다음은 무릎 부위였으며, 일부 자세와 부위에서 의복압의 허용한계인 40 gf/㎠(29.4 mmHg)를 넘는 수치를 보였다고 하였다. Engel and Sperlich(2016)는 일반적인 스킨-스포츠웨어의 압력은 6 mmHg 사이, 스타킹은 10~20 mmHg, 압축 양말의 경우 최대 20~30 mmHg 이상이라고 하였다.

Takasu et al.(2000)은 여섯 명의 여성을 대상으로 4일간 허리, 배, 엉덩이 부위에 약 12.6~17.1 mmHg(1.67~2.26 kPa)의 압박을 가하는 거들을 착용한 경우와 그렇지 않은 경우에 거들 착용 시 소화기관에 부정적인 영향을 미쳤다고 했다. 상완에 가해지는 압력이 50~60 mmHg 수준으로 높아질 경우 손가락에서 심장으로, 동맥에서 피부 모세혈관으

로의 정맥혈류를 모두 방해하고, 혈액 순환을 저해해 심각한 건강 문제로 이어질 수 있다고 하였다(Gan et al., 2012). Baek(2003)의 연구에서 위팔 가압 시 심박수, 직장온 및 평균피부온이 매우 높게 나타나 생리적 부담이 컸다고 하였다.

Yamaguchi et al.(1986)은 하지 부위에 50 mmHg의 압력을 가하면 말초 순환을 감소시키지만 30 mmHg의 압박은 유의한 영향을 미치지 않았다고 보고하였으며, 40 mmHg의 압박을 가하면 근육 혈류가 크게 감소했다고 보고하였다(Campion et al., 1968). Styf(1990)에 의하면 1.8 ~5.3 kPa(13.5-39.8 mmHg) 수준으로 하지를 가압하면 근육으로의 혈류가 감소하고 혈행을 방해하는 것으로 나타났다고 하였으며, 발목 2.4 ± 0.3 kPa(18.0 ± 2.3 mmHg), 종아리 3.6 ± 0.4 kPa(27.0 ± 3.0 mmHg) 정도의 의복압은 루즈핏 보다 정맥 박출량을 유의미하게 증가시켰다는 보고도 있다(Mosti & Partsch, 2014). 사지에 특정 압력을 가할 수 있는 압력 의류 설계를 위한 연구에서 직물의 장력이 증가함에 따라 가해지는 압력이 증가했다고 하였다(Macintyre, 2007). Gianesini et al.(2016)은 압박스타킹을 착용하고 보행 시 하지 부종을 감소시키기 위해서는 최소 23 mmHg의 압력이 필요하다고 하였다. Watanuki(1994)는 거들 압력이 착용자의 심박출량에 미치는 영향을 조사한 결과 사타구니에 가해지는 압력이 증가함에 따라 심박출량이 선형적으로 감소하는 것을 발견했고, 혈액순환에 악영향을 미칠 수 있는 최소 압력은 14.1 mmHg로 추정했다. Tanaka and Hirata(1998)는 거들 압력이 피부 혈류의 변화에 미치는 영향을 조사한 결과 거들 압력이 15.0~25.0 mmHg 범위일 때 피부 혈류가 증가함을 보였다고 하였다. Watanabe et al.(1969)은 벨트와 거들의 내부 압력을 측정한 결과 벨트가 허리둘레보다 3cm 짧을 때 가해지는 의복압은 건강에 좋지 않으며, 허리둘레보다 5.5cm 짧은 거들이 가하는 압력은 40 g/㎠(29.4 mmHg)를 초과한다고 하였다. Lawrence and Kakkar(1980)는 가장 빠른 정맥혈류를 생성하기 위한 최적의 압력은 발목에서 18 mmHg, 종아리에서 14 mmHg, 무릎에서 8 mmHg, 아래 허벅지에서 10 mmHg, 위 허벅지에서 8 mmHg라고 제안했으며, 이것은 주

로 사지에 적용되지만 몸통에는 적용되지 않는다고 하였다. Kim and Lee(2019)는 20대 남성을 대상으로 시판용 스포츠 컴프레션웨어 하의 5종의 의복압을 측정한 결과 발목 0.6~1.1 kPa(4.5~8.3 mmHg), 종아리 0.7~2.3 kPa(5.3~17.3 mmHg), 허벅지 0.9~1.9 kPa(6.8~14.3 mmHg)로 나타났으며, 컴프레션웨어의 가압수준은 혈류량, 혈류속도, 표면온도, 그리고 주관적 감성평가에 모두 영향을 주었다고 하였다.

O'Riordan et al.(2021)은 주니어 남자 농구선수들을 대상으로 연구한 결과 다리 전체를 덮는 타이즈가 종아리만 압박하는 양말이나 반바지 형태의 압박 쇼츠 보다 정맥 순환 및 근육 혈류 증가에 가장 효과적이며, 근육 혈류의 증가는 모세혈관의 개선된 혈류로 이어져 근육에 전달되는 산소의 양을 증가시킬 수 있다고 하였다. Nakahashi(1998)는 하퇴부의 압박이 강할수록 체온 조절 등에 관계하는 피부온의 저하와 활동근의 부담증가, 피부혈류량의 감소 등이 발생한다고 하였으며, Kweon(2012)은 타이트한 스키니진 착용 시 혈류량이 적었으며, 동작에 따른 혈류량은 앉았다 일어서기<0자 다리 하기<노 젓기<발차기<제자리 뛰기의 순으로 혈류량이 높아 무릎을 많이 굽히거나 앉는 동작을 할 때 혈행이 원활하지 않았다고 보고하였다. Kim and Nam(2016)은 슬랙스 맞음새의 동작적합성과 관련한 정량적 평가 기준을 제시한 연구에서 엉덩이둘레 체표의 신장률이 최대가 되는 의자에 바로 앉기 동작 시 엉덩이, 밑위, 무릎 부위에서 의복압의 생리적 한계 3.92 kPa(29.4 mmHg)를 초과하는 의복압이 발생하였다고 하였다.

Sung and Ryu(1995)는 20°C의 저온환경에서 고탄력 스타킹의 착용으로 인해 평균피부온은 약 0.5°C 상승하였으며, 하지부 압박으로 인해 상지부, 특히 손바닥의 피부온도 상승이 현저하였다고 하였다. Lee(2000)는 18°C 환경에서 고탄력 팬티스타킹 착용은 직장온의 하강 폭을 크게 하고, 열 손실을 크게 하여 저온 환경에서의 고탄력 팬티스타킹의 착용은 인체 보온 측면에서 불리하다고 하였다. Lee et al.(2002)은 기능성 압박스타킹 착용 시 부위별 피부온은 하지부 보다 상지부가 높게 나타났으며, 평균피부온은 압력이 작은 스타킹을 착용했을 때 보다 압력이 큰 스

타킹을 착용했을 때가 더 높게 나타났다고 하였다. Li et al.(2006)은 브래지어의 효과적인 압력은 0에서 20 gf/㎠(14.7 mmHg)까지 다양하며, 가장 편안한 브래지어 샘플의 압력은 32.40 gf/㎠(24 mmHg)였다고 하였다.

Na and Kim(2011)은 비신축성 코르셋 착용 시 의복압과 주관적 압박감이 높아졌으며, 혈행 방해 및 신체 좌우의 혈류량에서 불균형이 초래되었고, 코르셋의 불편함이 무효대사량으로 나타나 에너지대사량 및 산소소비량이 증가되었으며, 흉곽의 움직임을 방해함으로써 폐환기량, 호흡 교환율, 최대 호기량 등이 감소하였다고 하였다. 또한, 발한량에도 영향을 미쳐서 압박을 받는 신체 구간부에서는 발한량이 감소하였다고 하였다. Lee et al.(2013)은 웨이스트 니퍼와 거들 착용 시 의복압을 평가한 결과 거들은 약 2.1 kPa(15.8 mmHg), 웨이스트 니퍼는 약 1.5 kPa(11.3 mmHg)이 쾌적한 착용을 위한 허용한계였으며 하체가 상체보다 더 강한 압박이 가능하다고 하였다. Park et al.(2021)은 시판 요가용 브라탑 착용은 일반 루즈핏 형태의 의복을 착용했을 때 보다 혈류량 및 혈류속도가 감소하는 경향이 나타내, 요가용 브라탑 개발 시 압박에 의한 혈행 저하를 고려하여 설계할 필요성이 있다고 하였다. Leoz-Abaurrea et al.(2019)은 상체 압박의류의 착용은 발한 속도를 감소시켜 피부에서의 발한량을 제한해 참가자의 심한 탈수를 방지할 수 있다고 하였다.

2. 의복압과 주관적 반응

의복의 맞음새와 압박 쾌적감은 꽉 끼는 스포츠웨어의 중요한 속성 중 하나이며(Gascon et al., 2018), 압박은 신체와 의복 변형에 관련된 힘 사이의 동적 상호작용 중에 발생하는 힘의 결과로 압박감을 유발한다(Teyeme et al., 2022). Shim and Choi(1994)는 체격이 같은 사람이 동일한 의복을 입는다고 하더라도 개인이 평소에 얼마나 의복을 조이게 입느냐 헐렁하게 입느냐에 따라 의복압을 느끼는 정도가 다르며, 지속적인 의복압은 인체 압박에 따른 감각을 둔화시키고 호흡과 맥박에 영향을 미

칠 수 있다고 하였다(Jung & Ryu, 2002). Apurba and Alagirusamy(2010)는 의복 착용감과 압박감으로 인한 편안함 평가는 일반적으로 착용 실험을 통해 수행되며, 코르셋과 허리띠를 착용하는 동안 의복압에 의한 편안함 평가 시 낮은 의복 압력 범위 0~15 gf/㎠(0~11.0 mmHg)에서는 불편감이 없었으며, 중간 의복압 범위인 15~25 gf/㎠(11.0~18.4 mmHg)에서는 무시할 수 있거나 약간의 불편함을 감지하였으며, 더 높은 의복압 범위인 25 gf/㎠(18.4 mmHg)를 초과하면 극심한 불편함을 느낀다고 하였다. 또한, 신체 곡률이 증가함에 따라 신체에 대한 의복압이 증가한다고 하였으며, 평균적인 여성의 허리는 옆구리의 신체 곡률이 앞보다 약 3.5배 더 크므로, 허리 옆구리에 가해지는 압력은 앞면의 압력보다 3.5배 더 크다고 하였다. Li and Dai(2006)는 흉벽, 가슴, 얼굴 부위와 같이 덜 둥근 부위보다는 팔다리와 같은 특정 신체 부위에 압력을 가하는 것이 더 쉽다는 것을 의미한다고 했다. Watanabe et al.(1969)은 허리둘레보다 5.5cm 짧은 거들이 가하는 압력은 40 g/㎠(29.4 mmHg)를 초과하며 이 때 착용자는 편안함을 느낄 수 없다고 하였다. Chan and Fan(2002)은 거들의 압박감에 대해 조사한 연구에서 주관적인 조임감은 거들의 효과를 나타내는 척도인데, 너무 느슨하면 거들이 몸을 형성하는 데 효과적이지 않다는 것을 의미하고 너무 조이면 거들이 편안하지 않고 해로운 생리학적 영향을 미칠 수 있음을 의미한다고 하였다. Nam and Lee(2002)의 연구에서 스키니진 착용 시 엉덩이 최대 돌출부위보다는 허리벨트, 허벅지, 무릎부위 등이 대체로 압박감이 높게 나타났으며, 허벅지 부위의 경우 피하지방으로 인해 의복압이 낮게 측정되었을지라도 주관적 압박감은 높을 수 있으며, 따라서 혈류를 방지하는 등 인체에 위험할 수 있다는 것을 내포한다고 하였다. Kim & Ham(1994)은 바디슈트의 의복압과 구속감을 알아보기 위해 3단계 사이즈 3가지 바디슈트로 실험한 결과 의복 사이즈가 작을수록 의복압이 커졌으며 쾌적한 의복압 평균치는 23.0 ± 1.5 g/㎠(16.9 ± 1.1 mmHg)라고 보고하였다. Jeong(2006)은 스트레치 소재로 제작된 바디 슈트인 경우 둘레방향 압박보다는 세로방향 압박이 더욱 민감하였는데, 이는 살과 같

은 민감한 신체부위에 국소압력이 형성되면 인체가 매우 불쾌하게 반응함을 알 수 있다고 하였다.

Kim and Lee(2019)는 의복압이 2.0 kPa(15.0 mmHg)을 넘지 않는 0.67~1.82 kPa(5.0~13.7 mmHg) 수준의 컴프레션웨어가 주관적으로 가장 선호되었으며, 컴프레션웨어 설계 시 의복압이 너무 높거나 낮지 않은 적정한 수준의 의복압을 부여할 때, 착용자들로 하여금 심리적 만족감을 줄 수 있을 것이라고 하였다. Shim(1996b)은 장기간에 걸쳐 거들을 착용시켰을 때 체형별로는 비만체형보다 보통체형이, 착용방법에서는 연일 착용자가 격일 착용자보다 전신적으로 피로감을 더 느꼈다고 하였다. 스키니진의 주관적 압박감을 조사한 연구에서는 모든 자세에서 허리벨트, 허벅지, 무릎 부위 순으로 압박감을 높게 느낀다고 하였으며(Na & Lee, 2010), 자세에 따라서는 쪼그려 앉은 자세>바닥에 앉은 자세>선 자세의 순으로 압박감이 높게 평가되었으며, 신체 부위별로는 무릎 앞, 무릎 뒤, 종아리, 엉덩이, 허리 앞 부위가 압박감을 크게 느끼는 것으로 나타났다(Kweon, 2012). Kim & Nam(2016)은 슬랙스의 부위별 여유분이 커질수록 착용감은 좋게 나타났으며 의복압은 낮게 나타났다.

제 2 절 환경온도와 생리반응

기온, 상대습도, 기류 및 복사열 등의 온열환경은 다양한 열 교환 방법을 통해 인체의 피부온 및 체온 조절에 직접적으로 영향을 미친다(Zhang et al., 2021). 주변 온도가 특정 범위로 제한될 때 인체는 혈관 확장 및 수축, 발한 및 전율 등의 생리학적 반응을 통해 체온을 일정하게 유지하게 되며(Castellani et al., 2021), 인체의 온도 조절 시스템에서 가장 중요한 기관 중 하나인 피부에는 주변 온도 변화에 반응할 수 있는 앞쪽 시상하부(anterior hypothalamus)에 속해있는 냉·온각 신경에 연결된 많은 수의 냉점과 온점이 흩어져 있으며, 주변 온도에 반응하여 혈관을 확장하거나 수축하여 일정한 체온을 유지하는 데 기여한다(Thevenard & Humphries, 2005). Liu et al.(2013)은 피부온도는 일반적으로 상대습도가 30~70%, 풍속이 0.1m/s 미만, 대사활성도가 약 1 METs(Metabolic Equivalents: METs)일 때 허용 가능한 환경에서 주변 온도에 따라 선형적으로 증가하거나 감소한다. 따라서, Janta et al.(2014)은 추운 조건에서 신체 중심부의 가온, 따뜻한 조건에서 머리 부분의 냉각이 가장 편안함을 주었으며, 혹독한 스키 환경이나 더운 환경에서 일시적인 국부 가온(heating)이나 냉각(cooling) 요법이 상당한 편안함을 줄 수 있다고 하였다. Jacquot et al.(2014)은 어깨가 온열감과 가장 강하게 연관되어 있으며, 평균피부온과 손가락 온도가 그 뒤를 이었다고 했다. Ivanova et al.(2021)은 가슴, 쇄골, 어깨 부위가 발이나 종아리 부위에 온열쾌적감과 더 강하게 연관되어 있으며, 손가락 온도와 온열감 사이에는 양의 상관관계가, 겨드랑이와 손가락과의 온도 차이는 온열감과 음의 상관관계를 보였다고 하였다. 혈압은 겨울에 가장 높고 여름에 가장 낮은데(Alpérovitch et al., 2009; Jansen et al., 2001), 추위 노출에 의한 교감 활동 및 혈관 수축 증가로 혈압이 증가하기 때문이라고 하였다(Youn et al., 2007). 반면에 더운 날씨에는 혈관 확장 및 수분과 염분의 손실로 인해 혈압이 감소될 수 있다(Proppe, 1987). Madaniyazi et al.(2016)은 기온이 27°C 미만인 경우 온도가 하강함에 따라 혈압은 상승

하지만, 기온이 27°C보다 높은 환경에서는 온도가 상승할수록 혈압이 상승한다고 하였다. Luo et al.(2016)은 주변 온도가 16°C에서 28°C로 상승했을 때 심박수가 현저히 감소하였으며, Lan et al.(2011)은 30°C에서 보다 22°C 환경에서 심박수가 일관되게 낮았다고 보고하였다. 그러나, 신체가 대응할 수 있는 한계를 초과하는 극한의 덥고 추운 환경에서는 더 이상 환경과의 열 균형을 유지하기 어렵기 때문에(Wan & Fan, 2008), 인간은 의복의 착·탈의, 건물의 냉·난방, 환기 및 공조(HVAC: Heating, Ventilating and Air Conditioning) 시스템 등의 도움을 받아 체온을 유지하게 된다(Joshi et al., 2022). 또한, 한 기후에 적합한 의복 시스템은 각 기후에 따라 요구되는 의복 단열이 다르기 때문에 또 다른 기후에는 적합하지 않을 수 있다고 하였다(Ogulata, 2007).

Zhang et al.(2022)은 환경 온도는 기생충에 대한 주요 항체이며 호흡기 점막의 면역 지표가 될 수 있는 타액의 S-IgE(salivary secretary immunoglobulin E) 농도에 크게 영향을 미쳤다고 하였다. 평균 S-IgE 농도는 환경 온도가 18°C에서 24°C에서 30°C로 증가했을 때 점차 증가했으며, 18°C와 비교하여 24°C와 30°C에서 S-IgE의 농도가 각각 7.7%, 32.7% 증가했으며, S-IgE 농도는 온열 환경에서 피부온도, 온열감 및 온열 쾌적감과 관련이 있다고 하였다. Muller et al.(2012)은 참가자들이 2시간 동안 추위 노출(10°C)과 2시간의 재가온(25°C)을 경험하는 실험을 수행한 결과, 기준 조건에 비해 급성 추위 노출 후 재가온 단계에서 인지 기능의 저하가 발견되었다. Seppänen et al.(2006)은 25°C~32°C 범위에 있을 때 온도가 1°C 증가할 때 인지 성능이 2% 감소하는 것을 관찰했으며, Lan et al.(2011)은 온도가 22°C에 가까울 때 또는 온열감이 '0'에 가까울 때 최적의 인지 수행이 달성되었다고 하였다.

1. 저온환경에서의 생리반응

인체가 저온환경에 노출되면 우선 한냉감을 느끼고 항체온을 유지하기 위해 말초혈관이 수축하여 혈류량을 최소화하여 피부온이 하강하고 피부온과 심부온과의 차이를 크게 함으로써 피부에서 환경으로의 열 손실을 줄인다(Castellani et al., 2021; Hirata et al., 1988). 즉, 인체가 추운 환경에 노출되면 항체온을 유지하기 위해 손끝이나 발끝 등에 많이 존재하고 있는 동정맥 문합의 혈관이 신체 주위의 온도 변화에 따라 반사적으로 열리고 닫힘으로 피부 혈류량을 조절하여 심부온을 일정하게 유지하려는 한랭 혈관 반응이 일어나게 되는 것이다(Hirata et al., 1988; Westerterp-Plantenga et al., 2002). 혈관 수축은 평균피부온도가 34°C~35°C 이하로 떨어질 때 시작되고(Savage & Brengelmann, 1996) 지속적인 추위 노출에 의해 피부 온도가 18°C 이하로 떨어지면 혈류의 초기 감소 후 보상적 증가가 뒤따르게 된다(Swenson et al., 1996). 또한, 불감증설량의 감소, 입모 및 골격근에서의 산열 증가 등의 기전을 발휘하여 열손실을 최소화 하려한다(Itoh S, 1974; Wu, Hu, Han et al., 2021; Choi & Kim, 2011). 피부 혈류는 혈관 수축에 의해 감소되며, 이는 팔다리에서 더 두드러진다(Nisha, 2010). 또한, 추위 노출은 수축기(SBP) 및 확장기 혈압(DBP) 증가와 피부 온도 및 심박수 감소로 이어질 수 있다(Wu, Hu, Han et al., 2021). 심박수의 또 다른 중요한 특징은 심박수가 온도 단계에 민감하지만 극도로 차가운 노출 정도는 심박수 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것이다(Wu, Hu, Han et al., 2021). 혈압은 매우 추운 환경에서 생리적 반응을 평가하는 중요한 지표로서 혈압의 증가는 열손실을 줄이기 위한 피부 혈관 수축과 이에 따른 혈액량 증가에 기인할 수 있다. 추위에 노출되면 교감신경계는 흥분하고 카테콜아민을 분비하여 말초 혈관을 동시에 수축시켜 차가운 환경으로부터 인체를 보호하기 위해 혈압 상승을 초래하며(Gavhed, 2003), 추위 노출로 인한 혈압 상승은 심혈관 및 뇌혈관 질환이 있는 사람들에게 심혈관 부담을 증가시킬 수 있어 주의가 필요하다(Gavhed et al., 2000).

또한, 인체가 갑작스런 추위에 노출되면 체온이 상승할 수 있는데, 이는 혈관 수축과 골격근의 떨림으로 인해 체온이 초반에 미세하게 상승할 수 있다고 하였다. 이것은 체온이 상승하는 동안 한랭자극에 대한 열조절 민감도 증가에 기인한다(Ozaki et al., 2001). 반면에 피부에는 더 많은 냉점이 존재하며, 그들은 주변 온도의 급격한 변화에 더 민감하다(Xiong et al., 2016). 온도에 가장 민감한 신체 부위는 귀이며, 체온 조절에서 귀의 온도는 환경의 영향을 받기 쉽기 때문에 추운 환경에 노출시 특히 귀의 보호가 중요하다고 하였다(Wu, Sun, Hu et al., 2021). 추위 노출시 얼굴의 온도 변화는 초반 10분 동안은 귀와 손가락의 온도 변화보다 적은데, 이것은 얼굴 피부는 중심부(core)의 일부이기 때문이며(Nunneley & Maldonado, 1983), 몸통(가슴과 등)과 머리의 피부온은 혈관이 풍부하고 체내의 조직을 보호하기 때문에 사지보다 높은 온도를 유지한다고 하였다(Gwosdow & Berglund, 1987).

또한, 특정 신체 부위의 국부적 온열 쾌적감이 신체 전체의 온열 쾌적감에 상당한 영향을 미친다고 하였다(Zhang, 2003). 인체는 따뜻한 자극(+2°C/4°C)보다 차가운 자극(-2°C)에 더 민감하며, 여성이 남성보다 온열 환경 변화에 더 민감하다고 하였다(Zhang & Zhu, 2021). Karjalainen(2012) 또한, 일반적으로 여성이 남성보다 주변 온도에 더 민감하며 특히 시원하거나 추운 환경에서 더 큰 불쾌감을 느낄 가능성이 높다고 하였다. Khosravipouret et al.(2021)은 여성은 남성에 비해 대사율이 낮고 한랭방어 효율이 낮아 추운 환경에 더 민감하고 취약하며 저온의 영향을 받기 쉽다고 하였다. Hanada et al.(1982)은 주변 환경에 노출된 신체 부위에 따라 동일한 평균피부온에서 다른 온열감을 느낀다고 보고했으며, Gonzalez and Nishi(1976)는 다리 부위의 국소적 열 감각이 전신의 한랭 불쾌감을 예측하는 좋은 지표라고 보고했다. 손이나 발과 같은 말초부위는 추위에 대한 불쾌감과 상관관계가 있으며(Arens et al., 2006), 손이나 손가락 끝의 말초부위 피부온은 한랭 불쾌감의 위험도를 나타내는 지표가 될 수 있다고 하였다(Veselý et al., 2017).

Sung and Lee(1997)는 10°C의 추운환경에서 노출된 부위에 따른 체

온조절 반응을 조사한 결과 머리와 목 부위의 노출은 직장온에 영향을 미친 반면 사지부의 노출은 직장온에 크게 영향을 미치지 않았으며, 피부온의 차이도 아래팔이 가장 커 추운환경에서 머리와 목 부위를 피복시키고 팔 부위의 피복과 노출을 통해 체온 조절을 하는 것이 바람직하다고 하였다. Wang et al.(2007)은 추운 환경에서 손을 따뜻하게 하는 것이 편안함을 느끼는 데 상당히 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. Iampietro and Buskirk(1960)는 성인 남성들이 추운 환경에 노출 시 피부온은 환경이 인체 미치는 영향을 예측할 수 있는 가장 확실한 인덱스 중 하나라고 하였으며, 직장온, 산소소비량 및 심박수는 피부온 만큼 민감하지 않다고 하였다. Raven and Horvath(1970)는 백인 남성 11명이 5 ± 1°C, 70 ± 2%RH에 2시간 동안 노출 시 손가락과 발가락의 온도를 제외한 모든 피부온은 마지막 30분 동안 안정적인 값에 접근했으며, 평균피부온과 허벅지 온도 사이의 상관관계가 높아 대략적인 평균 피부 온도로 허벅지 온도의 사용을 제안하기도 했다. Shimazaki et al.(2015)은 주변 온도가 낮아지면 평균피부온도가 낮아지고 바람 강도가 증가하면 피부 온도가 다시 감소하다고 했다. 저온의 겨울 환경조건에서 온열감이 커질수록, 평균피부온이 높아질수록 쾌적하게 느끼는 것으로 나타났다(Li, 2005). 극심한 추위 노출과 큰 온도 단계의 변화는 생리적 부담, 수동 수행의 장애를 유발할 수 있으며, 인간의 건강, 안전 및 직업 성능에 큰 부작용이 있다고 하였다(Melnikov et al., 2018; Ray, 2019). Liu et al.(2018)은 여성이 남성보다 추운환경에 더 민감하며, 손, 허벅지, 종아리 및 발의 피부 온도는 다른 신체 부위보다 온열 환경에 더 민감하다고 했다. 추위에 노출되면 특히 사지에서 남성보다 여성의 피부 온도가 더 크게 감소하며(Piver et al., 1999), 사지를 따뜻하게 유지하는 능력도 여성이 남성보다 적다고 하였다(Wagner & Horvath, 1985). 서늘한 조건(14/16/18/20°C)에서 여성은 남성에 비해 피부온이 낮았으며, 추위에 노출되는 동안 대사열 생산 능력이 낮기 때문에 서늘한 환경 노출 시 열에 대한 불쾌감 또한 더 컸다(Yang et al., 2021). 20°C 이하의 손과 손가락 온도에서 작업 기능이 손상될 수 있으며, 중요한 손 기능 손상은 약 15°C에서 발생한다

(Heus et al., 1995).

온도의 변화가 대사 건강에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 연구 보고도 있는데, 예를 들어 가벼운 추위는 (비)떨림 열 생성을 통해 일일 에너지 소비를 증가시킬 수 있으며(Van Ooijen et al., 2001), 이는 건강한 체중을 유지하고 포도당 대사를 개선하는 데 기여할 수 있다고 하였다(Ivanova et al., 2021). 그리고, 추위에 노출되면 교감신경계가 활성화되어 말초혈관이 수축되고 이완기 혈압이 상승하며(Kingma et al., 2011), 추위에 적응 후에는 감소하는 것으로 나타났다(Van der Lans et al., 2012). 이러한 일시적인 혈압 증가는 운동 중에도 관찰되며 운동의 많은 이점은 교감 신경계의 일시적인 활성화에 기인함으로(Laukkanen & Kurl, 2012), 반드시 부정적인 효과로 간주되어서는 안된다고 하였다(Ivanova et al., 2021). 극저온 자극 시 수축기 혈압은 124 ± 7.5 mmHg에서 151 ± 1.2 mmHg로, 이완기 혈압은 75 ± 6 mmHg에서 82 ± 7 mmHg로 상승했으며, 동시에 극저온 자극 직후 10 ± 4 bpm의 심박수 감소를 관찰되었다고 했다(Lubkowska & Suska, 2011). 저온 노출 시 혈액 점도 증가, 동맥압 및 혈장 콜레스테롤 농도 증가, 심박수 증가, 심장 작업 부하 증가, 혈장 섬유소원 증가, 혈관 수축 및 그 결과로 인한 혈압 변동 증가 및 혈액학적 변화 증가를 통한 동맥 혈전증의 가능성을 증가시키고 심혈관계의 부담을 증가시킨다고 하였다(Borghei et al., 2020).

2. 고온환경에서의 생리반응

주변 온도와 인체의 열 균형의 관계에 따르면 35°C를 초과하는 온도의 생활환경은 고온 환경으로 간주될 수 있으며, 온도가 32°C를 초과하고 상대 습도가 60%를 초과하는 작업환경은 고습 환경으로 간주될 수 있다(Shen & Zhu, 2015). 열 스트레스 수준의 증가는 탈수, 열경련, 열탈진, 열사병을 유발하고 치료하지 않고 방치할 경우 사망으로 이어질 수

있으며(Armstrong, 2007), 열과 관련된 생리적 장애 및 사망을 최소화하려면 37°C의 안정 시 체온을 ±3.5°C 이내로 유지해야 한다(Gisolfi et al., 2000). 인체생리학의 핵심 방어 메커니즘은 땀의 증발이며, 이는 피부 냉각을 통해 체온을 줄이는 효과적인 방법이지만, 이 메커니즘은 습도의 영향을 크게 받는다(Parsons, 2007). 습도가 높으면 땀이 증발하는 능력이 감소하여 몸을 식히는 능력이 크게 저하하며, 충분한 열 발산이 불가능해지면 이상 고체온(높은 심부온도 및 피부온도)으로 인해 신체 능력 저하 및 열 질환의 위험을 증가시킬 수 있다(Lee et al., 2015). 또한, 땀으로 인한 증발열 손실은 주변 온도가 피부온도 보다 높은 더운 환경이나 근육 운동 중에 체온을 조절하는 방열 과정에서 중요한 역할을 하게 된다(Kondo et al., 2001). 고체온 시에는 방열을 증가시키기 위해 피부 혈류량이 증가하고 심장이나 복부 내장을 순환하는 혈액량은 감소한다(Rowell, 1986). 특히, 근육 운동은 신체 내부에서 상당한 양의 과도한 열을 생성하므로 체온 상승은 활동적인 육체노동을 수행하는 사람들의 경우 훨씬 낮은 환경 온도에서 시작될 수 있어 주의가 필요하다(Parsons, 2007). Oppermann et al.(2021)은 생리학적으로 극심한 열에 만성적 또는 매일 노출하여 열 순응이 높은 수준이더라도 열 스트레스의 위험을 증가시킬 수 있으며, 고온의 작업환경에 많이 노출되고 물리적 작업을 통해 체내에서의 열 생산이 많은 사람들은 더 위험하다고 하였다.

인체가 고온에 노출되었을 때 제일 먼저 일어나는 체온조절 반응은 냉방기기를 사용하거나 옷을 벗는 등의 '행동성 조절'이다. 이러한 행동이 유효하지 않을 경우 열균형을 유지하기 위해 피부 혈관 확장을 통해 코어에서 피부로의 열전달을 촉진시켜 피부온을 상승시키고, 피부온과 환경과의 온도 차이를 크게 하여 체열을 신속하게 방열한다. 더위가 지속되어 심하게 되면 피부 혈관 조절만으로 방열이 충분하지 못하게 되어 호흡량 증가 및 발한이 일어난다(Castellani et al., 2021; Choi & Kim, 2011). 온점은 냉점보다 피부에서 더 깊이 위치해 있어(Hensel et al., 1974) 신경 신호의 전달이 훨씬 느리며(Hensel, 1981), 열 자극에 대한 인체의 반응 속도가 냉 자극 보다 느려 인체는 열 노출에서 더 큰 위험

에 직면할 수 있다고 하였다(Zhang et al., 2021). 탈수 증상 또는 열경련은 인체의 체온 조절 시스템이 신체의 열을 발산하기 위한 오랜 시간 동안 발한의 결과로 인해 발생할 수 있으며, 이는 체온을 안전한 범위 내로 유지하려는 시도이며, 일사병, 열사병, 열실신과 같은 심각한 상태는 신체가 더 이상 체온을 조절할 수 없을 때 발생할 수 있다고 하였으며(Del Ferraro et al., 2021; Piver et al., 1999), 회복 중 열과민증은 피로, 불면증 및 생산성 저하로 이어질 수 있다고 하였다(Glass et al., 2007; Feng & Ceng, 2005).

이와 관련된 연구들을 보면 Opitz-Stapleton et al.(2016)은 27°C, 40%RH에서 일부 건강한 사람들은 장기간의 활동이나 노출로 인한 열 스트레스를 경험하기 시작할 수 있다고 하였다. 또한, 높은 환경 온도와 높은 습도를 동반할 때 인체에 엄청난 스트레스를 줄 수 있으며, 심부온이 지속기간 동안 37°C(피부온 35°C)를 초과하면 온열이 발생할 수 있다고 하였다(Sherwood & Huber, 2010). Bates and Schneider(2008)은 WBGT(Wet Bulb Globe Temperature index)가 32°C인 매우 뜨거운 주변 조건에서 중간 정도의 활동을 위한 권장 작업 시간은 약 45분~50분이라고 하였다. Monazzam et al.(2015)에 의하면 심박수(HR)는 사람이 열에 노출될 때 증가하는 또 하나의 생리학적 지표라고 하였으며, 체온이 1°C 증가할 경우 심박수는 평균 1분당 33비트 증가시킨다고 하였다(Yang et al., 2017). 또한, Kim(2001)의 연구에서도 고온 환경에서가 저온에서 보다 높은 심박수를 나타낸다고 하였으며, Kim et al.(2017)은 20대 성인 남성들을 고온 환경에 노출시켰을 때 35°C 환경에서가 30°C에서 보다 심부온도, 피부온도, 심박수의 유의미한 증가를 보였다고 하였다. 환경온도가 21°C에서 29°C로 상승했을 때 발의 피부 온도가 가장 크게 변했으며, 다음으로 종아리 앞면, 손, 전완, 허벅지 앞면이었으며, 이마, 가슴, 복부, 견갑골의 피부 온도는 가장 적은 변화도를 보였으며, 가슴, 견갑골, 허리, 허벅지 뒷면의 피부온도는 최소 5°C 이상의 변화에 대해서는 환경온도에 의해 영향을 덜 받을 것이라고 하였다(Yao et al., 2008). Zhang et al.(2022)은 0.67clo의 의류를 착용한 피험자가 중립의

24°C와 따뜻한 30°C 환경에 노출 시 평균피부온은 처음 10분 동안 급격하게 증가하고 25분 후에 일정하게 유지되었다고 하였다.

Psikuta et al.(2012)에 의하면 심부온은 가장 중요한 생리학적 변수 중 하나이며 피부온도는 신체에 유용한 지표라고 하였으며, Benzinger(1963)는 심부온도와 한냉감은 평균피부온도와 깊은 관련이 있다고 하였다. Sim(1996a)은 나체의 성인남자가 20°C, 28°C, 32°C에 노출 시 피부온의 변화를 본 결과 구간부는 대체로 안정된 고온을, 사지부는 환경기온 변화에 따라 커다란 변화를 보였으며, 맥박은 환경기온의 변화에 따라 변하였으며, 쾌적하다고 느낄 때의 가슴 피부온이 선행연구보다 약간 높은 35℃였다고 보고하였다. 또한, Shim(1997)은 성인 남녀를 다양한 환경에 노출 시 남자의 경우 저온·고온 환경에서 환경 노출 90분 시점에서 피부온이 대체로 안정화 되었으나, 여성의 경우에는 저온 환경에서 계속적인 변화를 나타냈으며, 평균피부온이 약 3.6°C 저하하였음에도 불구하고 체온은 커다란 변화를 보이지 않았는데 이는 피하지방의 발달과 피부혈관 수축 정도의 남녀 차이에 의한 것이라고 하였다. 혈압은 겨울 조건보다 여름 조건의 최고, 최저혈압이 낮게 나타났는데 그 이유는 혈압은 주로 심박출량과 말초혈관 저항의 크기에 의해 결정되기 때문에 겨울에는 평균피부온이 여름 조건보다 낮아 혈관이 수축하므로 말초혈관의 저항이 커졌기 때문이라고 하였다(Lee et al., 2009). Du et al.(2018)은 32°C 이하의 온도에서는 풍속을 증가시키면 평균피부온과 온열감이 개선되었지만, 34°C에서는 효과가 없었으며 오히려 온도와 압력의 추가적인 효과를 초래하여 온열 쾌적감을 저하시켰다고 하였다.

제 3 장 연구방법

본 연구에서는 다양한 환경온도에서 인체 부위별 압박수준에 따른 의복압, 최적 의복압 및 의복압이 착용자의 생리·심리반응에 미친 영향을 분석하고자 하였다

이를 위해 첫째, 세 가지 환경조건(21°C, 27°C, 34°C; 습도 50 ± 5%RH)에서 인체 세 부위(허리, 넓적다리, 종아리)에 저, 중, 고도의 압박을 가했을 때 인체 부위별 의복압을 정량화하였다. 둘째, 피험자가 응답한 압박감으로부터 인체 부위별 최적 의복압 범위를 분석하였다. 셋째, 압박 부위별 의복압에 따른 인체 생리·심리적 부담 정도를 분석하였다. 이를 위한 연구 설계는 그림 Fig.3.1과 같다.

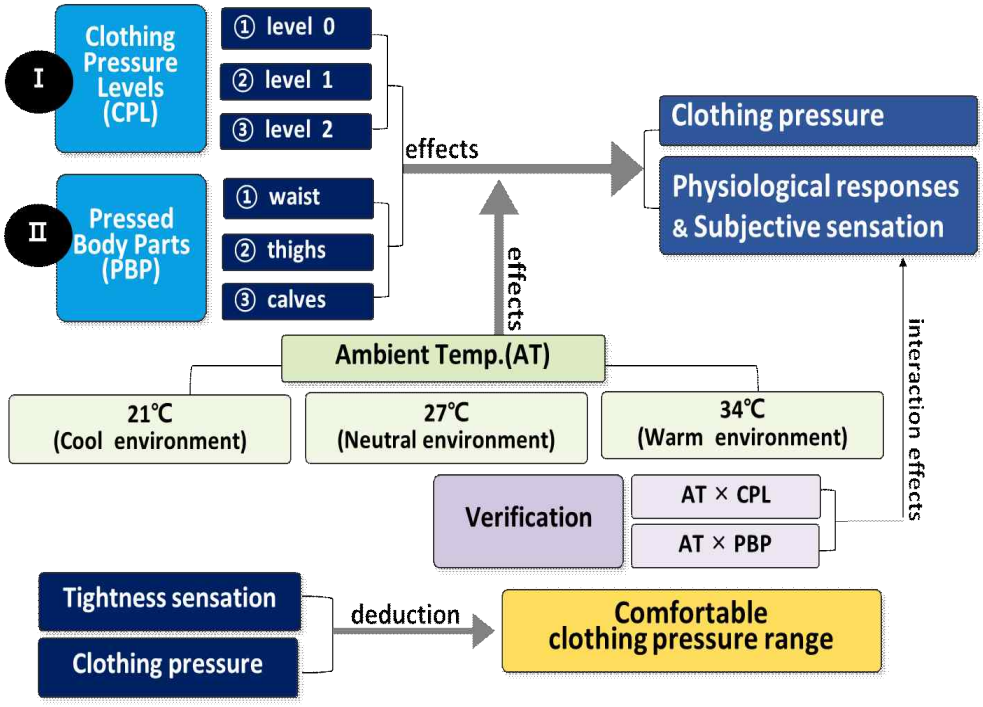


Figure 3.1. Experimental design

본 연구는 20대 성인여성 다섯 명을 대상으로 환경기온 3조건(21°C, 27°C, 34°C)에서 (밑 가슴부터 아랫배까지 해당하는)허리, 넓적다리, 종아리 인체 세 부위에 무압박(압박을 가하지 않고 일정한 보온 유지를 위해 시행)을 포함한 3단계의 압박을 가했을 때 의복압 (허리, 넓적다리: 4지점, 종아리: 3지점)이 인체생리반응 및 주관감에 미치는 영향을 측정하였다. 실험은 1회 당 1조건의 실험만을 실시하였으며, 자세한 내용은 다음과 같다.

제 1 절 피험자

피험자는 건강한 20대 여성 다섯 명이었으며, 피험자들의 신체적 특성은 아래와 같다(Table 3.1).

Table 3.1. Anthropometric characteristic of subjects

Subject No.	Age (yr)	Height (㎝)	Weight (㎏)	BSA* (㎡)	BMI** (㎏/㎡)	Body*** fat(%)
1	27	160.5	55.1	1.58	21.5	26.3
2	21	156.6	51.7	1.51	21.1	23.8
3	23	168.3	50.9	1.58	18.0	16.9
4	20	165.8	52.6	1.59	19.1	22.9
5	26	157.1	54.6	1.55	22.1	21.1
Mean	23.4	161.7	53.0	1.56	20.4	22.2
SD	3.0	5.2	1.9	0.03	1.7	3.5

*BSA(Body Surface Area;㎡)=height(cm)0.725×weight(kg)0.425×0.007246

**BMI(Body Mass Index)=weight(㎏)/height^2(㎡)

***Body fat(%): (5.03/Body density-4.50)×100

Body density=1.0994921-0.0009929×(upper arm cir.+abdomen cir.+thigh cir.)+0.000002×(upper arm cir.+abdomen cir.+thigh cir.)2-0.000139×age

cir.: circumference

제 2 절 환경조건

인공기후실 환경은 예비실험을 통하여 실험 의복인 스포츠 브라와 숏 팬츠만을 착용한 5명의 피험자가 유사한 한서감을 느끼는 환경온도로 설정하였으며, 전율과 발한에 의한 영향을 최대한 배제하고 의복압에 의한 영향만을 보기 위해 선정된 서늘한 21°C, 쾌적한 27°C, 따뜻한 34°C로 중등 정도의 환경 세 조건이었다(Table 3.2).

Table 3.2. Environmental condition

Item	Cool environment		Neutral environment		Warm environment	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
T_a(°C)	21.6	0.4	27.5	0.3	34.1	0.4
RH(%)	48	5	52	5	52	5
V_{air}(m/s)	below 0.1					

T_a: Air temperature(℃), RH: Realtive humidity(%), V_{air}: Air velocity(m/s)

제 3 절 실험의복

모든 피험자는 공통으로 순면 삼각팬티를 착용하였고, 그 위에 피험자의 정서적 안정을 위하여 인체에 압력을 가하지 않으면서 각 피험자의 사이즈에 맞는 면 소재의 스포츠 브라와 숏 팬츠를 각각 착용하였다(Figure 3.2). 실험 의복의 소재 특성은 아래 표에 제시하였다(Table 3.3).

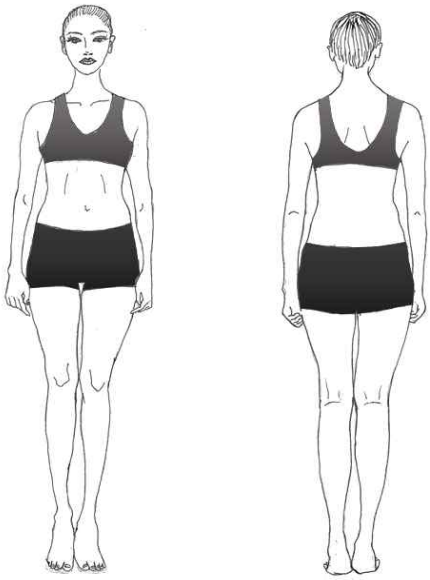


Figure 3.2. Basic garments for experiment.

Table 3.3. Characteristics of experimental garments

Item		Material	Covering area*(%)	Garment weight(g)
Upper garment	Sports bra	cotton 100%	4.1	62.0
Lower garment	Brief	cotton 100%	14.7	24.0
	Short pants	cotton 100%	20.3	48.0
Total	-	-	24.4	134.0

* Covering area(%); ISO 9920

제 4 절 압박밴드 제작 및 압박방법

1. 압박밴드 제작

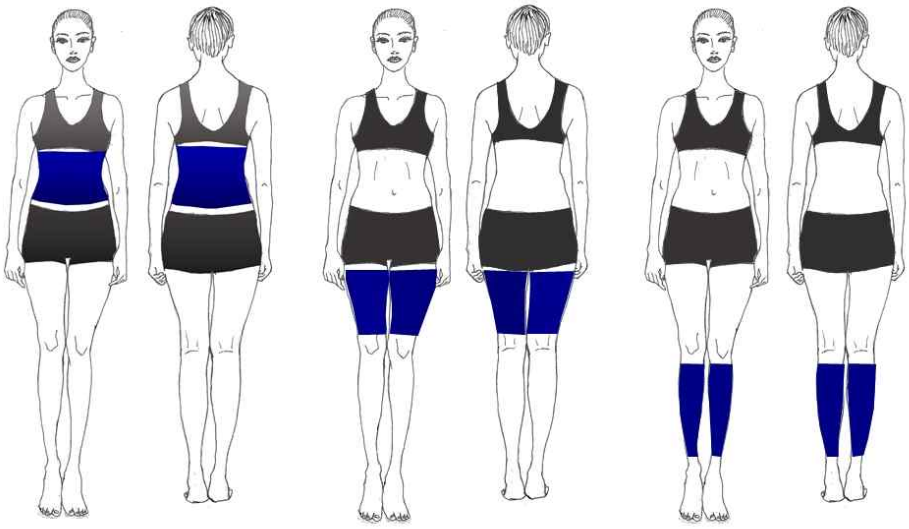
본 연구에서 압력을 가한 인체 부위는 파운데이션류, 스타킹, 레깅스 및 양말 등의 착의 생활에서 인체가 압력을 자주 받는다고 사료되는 허리, 넓적다리, 종아리 세 부위였으며, 부위별 압박밴드는 각각의 피험자들의 치수에 맞게 개별 맞춤 제작하였다. 압박실험은 1회의 실험에서 한 부위만을 압박하였으며 적응에 의한 영향을 배제하기 위하여 하루에 1회의 실험만을 시행하였다. 압박밴드의 소재적 특성은 아래 표에 제시하였다(Table 3.4).

Table 3.4. Characteristics of experimental compression band

Clothes	Material	Component (%)	Density (mesh/25㎠)	Weight (g/㎡)	Tensile strength(N)	
					wale	course
		ks k 0210	ks k 0512	ks k 0514	ks k 0815	
Outer	Nylon	80.1	3562.5	187.7	319	312
	Polyurethane	19.9				
Inner	Nylon	90.9	2337.5	142.8	307	294
	Polyurethane	9.1				

각 피험자들에게 맞는 압박밴드를 제작하기 위하여, 밑 가슴부터 아랫배에 해당하는 허리 부위는 허리둘레(허리앞점, 허리옆점, 허리뒤점을 지나는 수평둘레), 배꼽수준 허리둘레(배꼽, 배꼽옆점, 배꼽뒤점을 지나는 수평둘레)를, 넓적다리 부위는 넓적다리둘레(볼기고랑점을 지나는 수평둘레)와 넓적다리 최소둘레를, 종아리 부위는 장딴지둘레(장딴지 돌출점을 지나는 수평둘레)와 종아리 최소둘레(종아리 아래점을 지나는 최소둘레)를 측정하였다.

본 실험에서 착용한 기본 실험복의 피복면적은 ISO 9920에 근거해 산출한 결과 약 24.4%였으며, 전신 체표면적에 대한 압박밴드의 피복 면적은 허리가 약 7.9%, 넓적다리가 약 15.7%, 종아리가 약 13.1%였다 (Figure 3.3).



Waist 7.9+(24.4)%　　Thighs 15.7+(24.4)%　　Calves 13.1+(24.4)%

Figure 3.3. Pressed body parts and covering area ratio.

2. 압박방법

본 실험에서 인체에 가압한 단계별 의복압 수준은 총 3단계(0, 1, 2단계)로 피험자들 각각의 부위별 둘레 치수에서 [Table 3.5]에 제시된 비율로 각각 축소시켜 설정하였다. 0단계 압박수준은 보온력을 통제한 자료를 얻기 위해 압박 부위에 동일한 소재로 인체 치수에 맞게 제작한 후 1, 2단계 압박수준 결과와 비교·분석하기 위한 것이다. 2단계 압박수준은 예비실험에서 다섯 명의 피험자들이 '가장 조인다'고 응답할 때의 압박수준으로, 그때의 압박밴드를 펼친 상태에서의 길이와 0단계 압박밴드 길이와의 차이를 2단계 축소비율로 산출하였다. 1단계 압박수준은 2단계 압박밴드 축소비율의 1/2을 축소시킨 것이다.

Table 3.5 Reduction ratio of compression band according to clothing pressure level

clothing pressure level	Reduction ratio of bandage(%)		
	waist	thighs	calves
Level 0	100	100	100
Level 1	94(±1)	92(±1)	92(±1)
Level 2	88(±1)	83(±1)	84(±1)

부위별 압박밴드의 도식화 및 치수는 아래 그림과 같다(Figure 3.4 ~3.6).

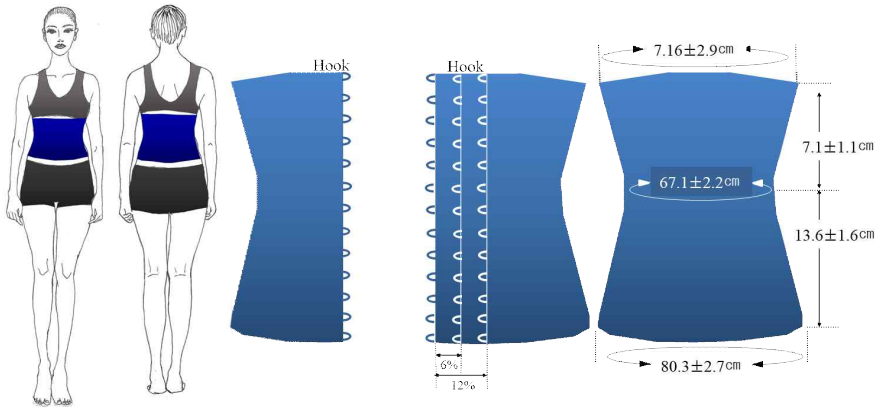


Figure 3.4. Compression band for the waist.

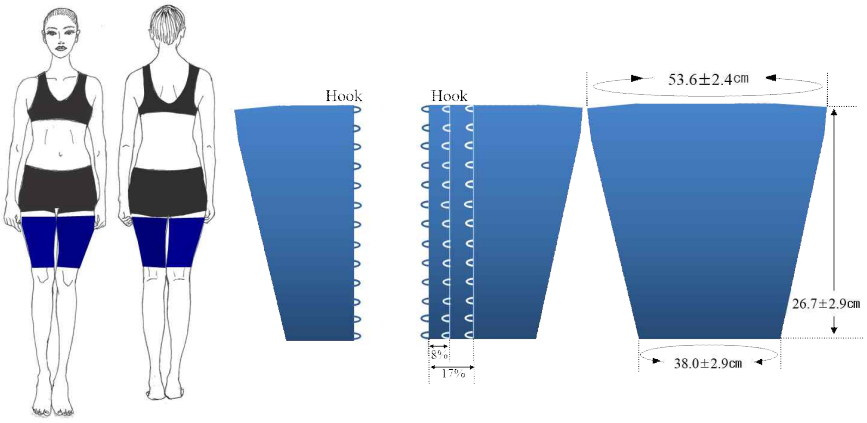


Figure 3.5. Compression band for the thighs.

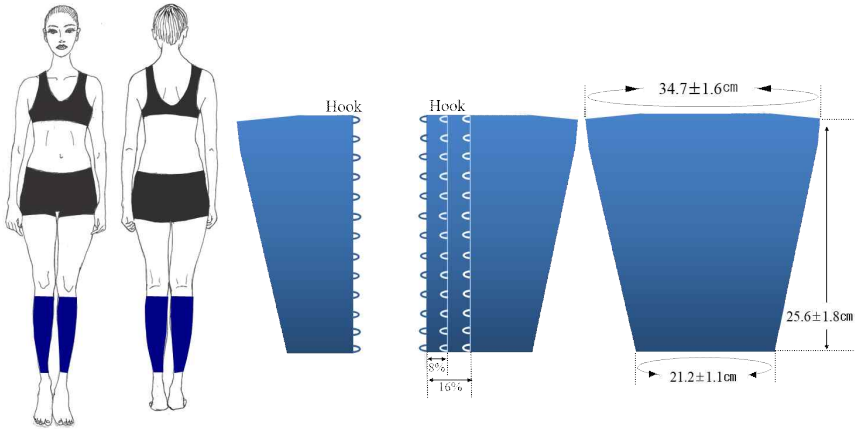


Figure 3.6. Compression band for the calves.

3. 의복압 측정

의복압 측정을 위해 본 연구실에서 자체 제작한 의복압 측정기(특허 등록 번호:102003003885, 백, 2003)를 이용하여 압박 부위에 10분 간격으로 측정하였다. Candy et al.(2009)은 센서의 이상적인 접촉 압력 장치는 작고 얇으며 유연성이 뛰어나야 하며 0~50 mmHg의 압력 범위를 감지하는데 민감해야 한다고 하였는데, 본 연구에서 사용된 의복압 측정기(load cell type 센서, 압력측정범위 0~500 g)는 10분 간격으로 1회 측정에 20초 동안 지속적으로 약 1,000여 개의 데이터를 집록할 수 있도록 설계되었다. 압박밴드를 이용하여 단계적으로 압박을 가한 부위는 밑 가슴부터 아랫배에 해당하는 허리, 넓적다리, 종아리 세 부위였다. 의복압 센서는 인체의 오른쪽 면에 부착하였으며, 허리는 허리의 전면 중 가장 돌출된 갈비뼈와 배 최대돌출부인 아랫배 지점, 허리의 옆면과, 후면의 등 부위 총 4지점이었으며, 넓적다리는 앞에서 봤을 때 가장 두꺼운 지점을 수평으로 돌린 전면, 측면, 후면 3지점과 넓적다리 전면의 아래 지점을 포함한 총 4지점이었으며, 종아리는 옆으로 섰을 때 가장 튀어나온 지점을 수평으로 돌린 전면, 측면, 후면 3지점에 부착하였다(Figure 3.7).

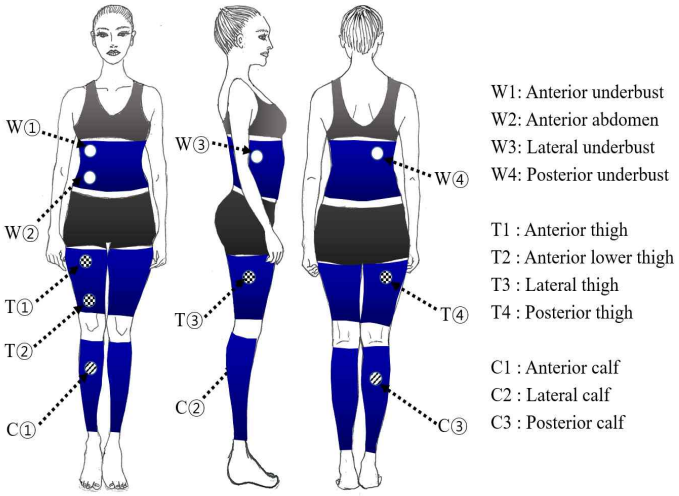


Figure 3.7. Measurement points of clothing pressure.

제 5 절 실험순서

다양한 온열 환경조건에서 부위별 의복압 수준에 따른 인체생리 반응 및 주관감을 측정하기 위해 피험자는 식후 2시간이 경과한 뒤, 25 ± 1°C로 조절된 준비실에서 체중을 측정한 후 실험 의복으로 갈아입었다. 피험자는 준비실에서 직장 온도 센서를 삽입하고, 피부온도, 심박수, 의복내 온·습도 측정 센서를 부착하고 30분간 안정 후, 각각의 온도조건으로 조절된 인공기후실로 들어가 바닥에 얇은 쿠션이 있는 등받이 의자에 앉은 상태에서 50분, 앉은 자세에서가 선 자세보다 하체 부위별 둘레가 7~17% 증가했다는 선행연구를 참고하여(Choi & Ashdown, 2010) 자세에 의한 의복압의 차이를 보기 위해 선 자세(정자세)에서 10분간, 총 60분간 실험을 진행하였다(Figure 3.8).

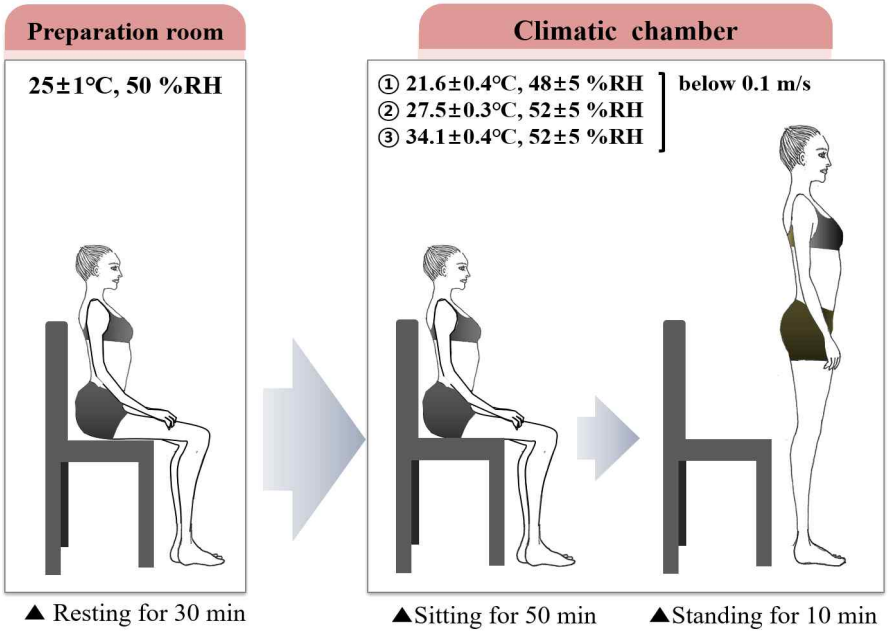


Figure 3.8. Experimental protocol.

제 6 절 측정항목

1. 인체생리반응

1) 직장온도

휴대용 피부온 측정기(LT 8A, Gram Cor., Japan)를 이용하여 인체의 심부온도로 직장온도를 측정하였다. 센서에 1회용 카테테르를 끼워 직장 내에 15㎝ 삽입하여 1시간 동안 1분 간격으로 측정하였다.

2) 부위별 피부온 및 평균피부온

휴대용 피부온 측정기(LT 8A, Gram Cor., Japan)를 이용하여 의복압 측정 위치와 겹치지 않는 인체의 왼쪽 일곱 부위(이마, 배, 아래팔, 손등, 넓적다리, 종아리, 발등)에 부착하여 1분 간격으로 측정한 후 Hardy & DuBois법에 따라 평균피부온도($\overline{T}_{sk}$)를 산출하였다 (**Equation 3.1, Figure 3.9**).

$$\overline{T}_{sk} = T_{head}\times0.07 + T_{abdomen}\times0.35 + T_{arm}\times0.14 + T_{hand}\times0.05 + T_{thigh}\times0.19 + T_{leg}\times0.13 + T_{foot}\times0.07 \quad \text{-------- Equation 3.1}$$

$\overline{T}_{sk}$: mean skin temperature, T_{head} : head skin temperature
$T_{abdomen}$: abdomen skin temperature, T_{arm} : arm skin temperature
T_{hand} : hand skin temperature, T_{thigh} : thighs skin temperature
T_{leg} : leg skin temperature, T_{foot} : foot skin temperature

손가락온도는 말초부위 혈류량 변화를 보기 위해 휴대용 피부온 측정기(LT 8A, Gram Cor., Japan) 온도 센서를 오른쪽 가운데 손가락 끝에 부착하여 1시간 동안 1분 간격으로 측정하였다(**Figure 3.9**). 손끝피부온은 체온 상태, 열 감각 및 추운 환경에서 편안함의 효과적인 지표로 간주되어 왔으며(Wang et al., 2007), 열 자극에 더 민감한 검지손가락 끝이 열 감각 테스트 위치로 선택되었다(Li et al., 2008).

3) 압박 밴드내 피부온 및 온·습도

압박밴드내 피부온은 휴대용 피부온 측정기(LT 8A, Gram Cor., Japan)를 이용하여 압박밴드내 피부에 부착하여 1분 간격으로 1시간 동안 측정하였다(**Figure 3.9**). 압박밴드내 온·습도는 휴대용 자동 온습도 기억장치(Thermo Recorder TR-72S, T&D Corp, Japan)를 이용하여 압박밴드 길이 방향으로 1/3 지점에 부착하여 1분 간격으로 1시간 동안 측정하였다(**Figure 3.9**).

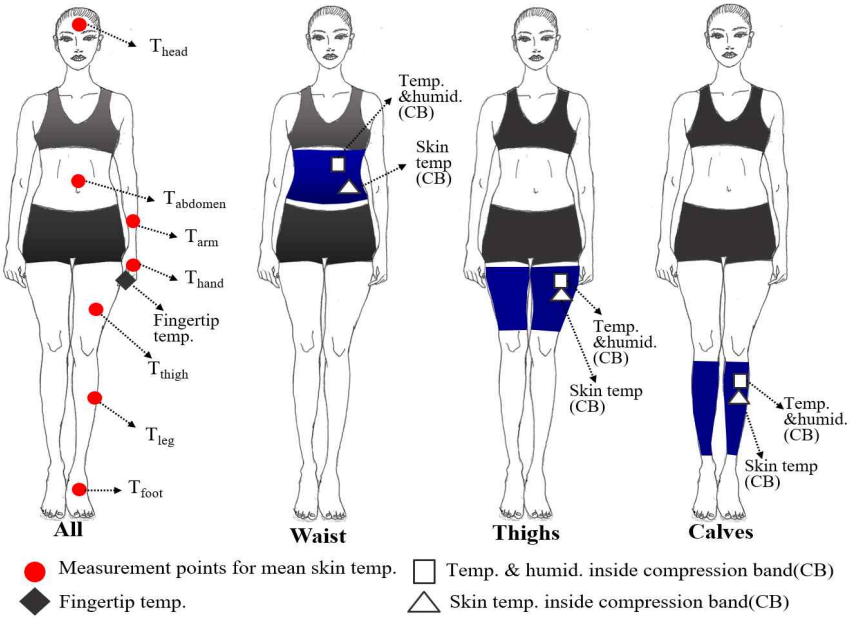


Figure 3.9. Measurement points of temperature and humidity (ISO 9886)

4) 체중감소량

실험 전과 후에 나체 상태에서 실험 가운만 착용하고 인체천칭(Fl150s, Sartorious Company, Germany, 감도 10g)으로 체중을 측정한 후, 전과 후의 체중의 차이를 1시간 동안의 체중감소량으로 간주하였다.

5) 혈압 및 심박수

혈압은 전자혈압계(HD-2000F, (주)자원메디칼, Korea)를 이용하여 수축기 혈압과 이완기 혈압을 인공 환경 노출 직전과 직후 총 2회 측정하였다. 심박수는 심박수 측정기(Polar Sports Tester, Polar Electro Inc., USA)를 이용하여 1분 간격으로 1시간 동안 측정하였다.

2. 주관적 감각

압박밴드를 착용하고 있는 동안의 주관적 온열감과 습윤감 및 압박밴드내 온열감과 습윤감은 ASHRAE(1993)의 7단계 척도를 이용하였으며, 온열 쾌적감은 일본공조위생공학회의 4단계 척도를 이용하여 10분 간격으로 피험자 스스로 기록하게 하였다(Table 3.6).

Table 3.6. Subjective responses Ⅰ

Score	Thermal sensation	Humidity sensation	Thermal comfort
-3	Very cold	Very dry	
-2	Cold	Dry	
-1	Cool	A little dry	
0	Not both	Not both	Comfortable
1	Warm	A little humid	A little uncomfortable
2	Hot	Humid	Uncomfortable
3	Very hot	Very humid	Very uncomfortable

압박밴드를 착용하고 실험하는 1시간 동안의 주관적 발한 및 전율감, 주관적 압박감 및 힘들기는 아래의 scale을 이용하여 10분 간격으로 피험자 스스로 기록하게 하였다(Table 3.7).

Table 3.7. Subjective responses Ⅱ

Score	Sweating & shivering sensation	Tightness sensation	Subjective workload
-3	Very shiver	Very loose	Very easy
-2	Shiver	Loose	Easy
-1	A little shiver	A little loose	A little easy
0	Not both	Not both	Not both
1	A little sweat	A little tight	A little hard
2	Sweat	Tight	Hard
3	Very sweat	Very tight	Very hard

제 7 절 통계분석

다섯 명의 피험자를 대상으로 인체 세 부위에 각각 3단계의 압박을 가했을 때의 측정치(피험자 5명 × 압박 3부위 × 압박 3단계 × 환경 3조건 = 135회)에 대하여 IBM SPSS 26.0 for windows 통계 패키지를 이용하여 분석하였다. 압박단계와 압박부위에 따른 의복압과 생리반응, 주관감을 분석하기 위해 One-way anova를, 환경온도와 압박단계 및 압박부위와의 상호작용 효과가 있는지 검증하기 위해 Two-way anova 분석을 수행하였다. 유의한 항목에 대해 Duncan의 사후검정을 실시하였으며, 유의차가 나타난 항목에 대해서는 p-value 및 F-value를 제시하였다. 또한 조사한 일반 항목들 간의 상관분석(Pearson's correlation)을 실시하였다. 압박감 점수를 토대로 적정의복압 범위를 도출하기 위하여 R 4.2.0 패키지의 산점도, 신뢰구간 및 추세선 분석을 실시하였다.

제 4 장 연구 결과

제 1 절 의복압과 적정 의복압 범위

1. 압박단계별 의복압

1) 허리 가압 시 압박단계별 의복압

1시간 동안 허리 가압시 압박단계에 따른 의복압 결과는 [Table 4.1]과 같다. 허리 가압 시 의복압은 압박단계에 따른 유의한 차이를 보였으며, 그 현상은 서 있는 10분보다(P<0.01) 앉아있는 50분 동안이 더 뚜렷하였다(P<0.001).

환경온도별 의복압을 살펴보면, 21°C에서 평균의복압은 앉은 자세에서는 2단계가 16.7 ± 11.2 mmHg로 가장 높게 나타났으나(P<0.05), 선 자세에서는 압박단계에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

27°C에서 평균의복압은 앉은 자세와 선 자세 모두 압박단계에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

34°C에서 평균의복압은 앉은 자세에서 19.1 ± 13.2 mmHg, 12.2 ± 9.7 mmHg, 7.8 ± 5.7 mmHg로 압박단계가 높을수록 높게 나타났으나(P<0.01), 선 자세에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정 지점별로는 허리 옆면의 경우 1, 2단계가 7.0 ± 1.1 mmHg, 8.3 ± 1.3 mmHg로 압박을 가하지 않았을 때 보다 의복압이 높게 나타났으며(P<0.01), 선 자세에서는 아랫배 부위가 2단계에서 32.2 ± 4.7 mmHg로 1단계와 압박을 가하지 않았을 때 보다 의복압이 높게 나타났다(P<0.01).

허리 가압시 전체 평균의복압은 앉은 자세(P<0.001)와 선 자세(P<0.01) 모두 15.7 ± 11.0 mmHg, 14.7 ± 8.6 mmHg로 2단계가 1단계와 무압박 보다 압박보다 높게 나타나 압박단계에 따른 유의한 차이를 보였다. 측정 지점별로는 앉은 자세에서 아랫배와 등 지점은 2단계에서 23.5 ± 9.3 mmHg, 22.2 ± 12.5 mmHg로 가장 높았으며(P<0.05), 옆면은

9.3 ± 3.7 mmHg, 8.3 ± 3.3 mmHg, 5.8 ± 2.6 mmHg로 압박단계가 높을수록 높게 나타났다($P<0.05$). 선 자세에서 아랫배 지점은 2단계가 22.0 ± 9.7 mmHg로 가장 높았으며($P<0.001$), 등 부위는 21.8 ± 13.0 mmHg, 16.8 ± 9.3 mmHg, 10.5 ± 5.6 mmHg로 압박단계가 높을수록 평균의복압도 높게 나타났다($P<0.05$). 이와 같이 허리가압시 평균의복압은 환경 21°C, 27°C에서 보다 34°C에서 더 뚜렷한 압박단계별 유의차를 보였으며, 특히 앉은 자세와 선 자세에서 1단계와 무압박이 같은 그룹으로 분리되어 2개의 압박단계로 나누어지는 경향을 보였다.

Table 4.1. Clothing pressure according to clothing pressure level during press the waist (Unit: mmHg, Mean ± SD)

Measured points \ Clothing pressure level		Sitting (50min)					Standing (10min)				
		Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value
21°C	Front①	6.5 ±3.1	5.8 ±3.5	7.2 ±3.0	6.5 ±3.0	.23	8.3 ±5.9	7.1 ±3.5	7.5 ±2.9	7.6 ±4.0	.11
	Front②	14.0 ±7.0	16.5 ±9.7	23.6 ±12.	18.0 ±10.1	1.27	12.6 ±5.7	12.7 ±10.2	20.6 ±9.0	15.3 ±8.8	1.46
	Side	7.7 ±2.2	10.6 ±4.5	12.2 ±5.0	10.2 ±4.2	1.53	8.2 ±1.8	9.3 ±5.2	10.4 ±4.8	9.3 ±4.0	.34
	Back	10.9 ±5.7	10.9 ±7.9	24.0 ±12.2	15.3 ±10.5	3.55	10.1 ±3.3	16.0 ±8.7	22.6 ±15.0	16.2 ±10.8	1.88
	Mean	9.8 ±5.4[a]	10.9 ±7.4[a]	16.7 ±11.2[b]	12.5 ±8.8	3.98*	9.8 ±4.5	11.3 ±7.6	15.3 ±10.7	12.1 ±8.2	2.48
27°C	Front①	6.5 ±1.6	5.6 ±3.8	5.0 ±2.0	5.7 ±2.4	.44	5.5 ±3.2	6.7 ±1.6	5.8 ±2.2	6.0 ±2.3	.37
	Front②	12.3 ±10.8	18.5 ±9.8	20.0 ±5.7	16.8 ±9.0	1.02	10.7 ±6.7	12.1 ±7.2	15.3 ±6.9	127 ±6.8	.59
	Side	5.2 ±2.5	6.6 ±1.0	7.2 ±1.3	6.3 ±1.9	1.61	7.0 ±3.5	7.9 ±1.7	7.85 ±1.97	7.5 ±2.4	.46
	Back	10.1 ±9.0	13.1 ±5.9	15.1 ±8.1	12.7 ±7.7	.51	10.0 ±7.4	15.9 ±7.2	16.70 ±4.64	14.2 ±6.8	1.57
	Mean	8.5 ±7.2	10.9 ±7.6	11.83 ±7.77	10.4 ±7.5	1.03	8.2 ±5.6	10.7 ±6.1	11.43 ±6.28	10.1 ±6.0	1.62
34°C	Front①	2.9 ±0.9	6.1 ±2.9	11.6 ±9.3	6.9 ±6.4	2.42	4.7 ±2.0	4.9 ±1.7	5.6 ±3.3	5.0 ±2.2	.17
	Front②	14.1 ±5.7	15.5 ±9.4	27.9 ±8.8	19.2 ±9.8	3.48	13.3 ±5.2[a]	18.1 ±8.1[a]	32.2 ±4.7[b]	21.2 ±10.1	10.19**
	Side	4.2 ±1.8[a]	7.0 ±1.1[b]	8.3 ±1.3[b]	6.5 ±2.2	8.68**	4.7 ±2.8	7.4 ±1.2	7.2 ±1.1	6.4 ±2.1	2.60
	Back	10.1 ±4.0	20.4 ±13.4	28.7 ±15.7	19.7 ±13.6	2.35	11.6 ±6.8	19.0 ±14.0	27.3 ±17.8	19.3 ±14.1	1.32
	Mean	7.8 ±5.7[a]	12.2 ±9.7[ab]	19.1 ±13.2[b]	13.1 ±10.9	5.19**	8.6 ±5.8	12.3 ±9.8	18.1 ±14.8	12.98 ±11.26	3.17
Mean	Front①	5.4 ±2.6	5.8 ±3.2	7.7 ±5.6	6.3 ±4.1	1.20	6.3 ±4.2	6.3 ±2.5	6.4 ±2.7	6.3 ±3.1	0.00
	Front②	13.4 ±7.7[a]	16.8 ±8.9[a]	23.5 ±9.2[b]	17.9 ±9.4	5.01*	12.1 ±5.6[a]	14.0 ±8.4[a]	22.0 ±9.7[b]	16.1 ±9.0	5.95**
	Side	5.8 ±2.6[a]	8.3 ±3.3[ab]	9.3 ±3.7[b]	7.8 ±3.5	4.26*	6.6 ±2.9	8.3 ±3.2	8.6 ±3.3	7.8 ±3.2	1.58
	Back	10.4 ±6.2[a]	14.5 ±9.6[a]	22.2 ±12.5[b]	15.7 ±10.8	5.22*	10.5 ±5.6[a]	16.8 ±9.3[ab]	21.8 ±13.0[b]	16.4 ±10.6	4.72*
	Mean	8.8 ±6.1[a]	11.3 ±8.1[a]	15.7 ±11.0[b]	12.0 ±9.1	9.09***	8.9 ±5.2[a]	11.4 ±7.7[a]	14.7 ±8.6[b]	11.6 ±8.6	6.95**

no significant difference | a | ab | b | c | Mean | F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (Level 0, Level 1, Level 2)

Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

I: Independent variables, AT: Ambient temp., CPL: Clothing Pressure level

2) 넓적다리 가압 시 압박단계별 의복압

1시간 동안 넓적다리 가압시 압박단계에 따른 의복압 결과는 [Table 4.2]과 같다. 넓적다리 가압 시 의복압은 압박단계에 따른 유의한 차이를 보였으며, 그 현상은 앉은 자세보다(P<0.05) 선 자세에서 더 뚜렷하였다(P<0.001).

환경 온도별로 의복압을 구체적으로 살펴보면, 21°C에서 평균의복압은 앉은 자세와 선 자세에서 압박단계에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 측정지점별로는 앉은 자세에서 앞면의 아래 지점이 35.2 ± 7.8 mmHg, 28.4 ± 11.5 mmHg, 16.7 ± 2.9 mmHg로 압박단계가 높을수록 의복압이 높게 나타났으며(P<0.05), 선 자세에서 앞면의 아래 지점과 옆면도 압박단계가 높을수록 의복압도 높게 나타났다(P<0.05).

27°C에서 평균의복압은 앉은 자세에서는 압박단계에 따른 유의차를 보이지 않았으나, 선 자세에서는 1단계와 2단계가 19.7 ± 11.9 mmHg, 22.0 ± 12.6 mmHg로 무압박 보다 더 높게 나타났다(P<0.05). 측정 지점별로는 앉은 자세에서 넓적다리 앞면의 위 지점(P<0.01)과 옆면이(P<0.05), 선 자세에서는 앞면 두 지점 모두가 1, 2단계가 무압박 보다 높게 나타나(P<0.01), 2개의 압박단계로 나뉘는 양상을 보였다.

34°C에서 평균의복압은 앉은 자세, 선 자세에서 모두 압박단계에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정 지점별로 의복압은 앉은 자세에서 앞면의 위 지점이 14.5 ± 2.3 mmHg, 12.6 ± 6.0 mmHg, 5.9 ± 3.6 mmHg로 압박단계가 높을수록 더 높았으며(P<0.05), 넓적다리 뒷면은 2단계에서 68.3 ± 14.4 mmHg로 1단계 가압시와 무압박 보다 더 높았다(P<0.01). 선 자세에서 앞면의 위 지점은 1, 2단계 가압시에가 12.3 ± 1.9 mmHg, 16.2 ± 3.1 mmHg로 압박을 가하지 않았을 때 보다 더 높게 나타났다(P<0.01).

넓적다리 가압시 전체 평균의복압은 앉은 자세에서는 29.5 ± 21.5 mmHg, 24.8 ± 18.2 mmHg, 18.5 ± 16.3 mmHg로 압박단계가 높을수록 더 높았으며(P<0.05), 선 자세에서는 1, 2단계 압박시에가 17.7 ± 11.3 mmHg, 21.7 ± 12.0 mmHg로 압박을 가하지 않았을 때 보다 더 높아 압박단계에 따른 유의한 차이를 보였다(P<0.001). 측정지점별 평균의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리 앞면 두 지점과 옆면이 1, 2단계가 무압

박 보다 더 높게 나타났다(P<0.01). 선 자세에서는 넓적다리 앞면 두 지점에서 1, 2단계가 무압박 보다 더 높았으며(P<0.001), 옆면은 2단계가 가장 높게 나타났으며((P<0.01), 뒷면은 압박단계가 높을수록 의복압도 높게 나타났다(P<0.05). 이와 같이 넓적다리 가압시 평균의복압은 허리 부위와 달리 1, 2단계가 한 그룹으로 분류되어 두 개의 압박단계로 나누어지는 양상을 보였다.

Table 4.2. Clothing pressure according to clothing pressure level during press the thighs (Unit: mmHg, Mean ± SD)

Measured points \ Clothing pressure level		Sitting (50min)					Standing (10min)				
		Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value
21℃	Front①	4.6 ±1.8	6.6 ±4.9	8.2 ±3.4	6.5 ±3.4	1.01	4.6 ±3.1	4.8 ±2.9	8.2 ±4.7	5.9 ±3.7	1.21
	Front②	16.7 ±2.9^{a}	28.4 ±11.5^{ab}	35.2 ±7.8^{b}	26.8 ±10.9	5.18*	16.1 ±3.3^{a}	24.8 ±9.2^{ab}	31.7 ±7.5^{b}	24.2 ±9.3	4.83*
	Side	4.5 ±1.6	9.0 ±5.2	11.1 ±3.6	8.2 ±4.4	3.30	5.0 ±0.8^{a}	8.9 ±4.0^{ab}	11.2 ±2.9^{b}	8.4 ±3.7	4.67*
	Back	42.7 ±6.5	51.0 ±11.6	61.9 ±10.4	51.9 ±12.1	3.94	20.0 ±8.5	21.1 ±8.9	32.5 ±12.1	24.5 ±10.7	1.97
	Mean	17.1 ±16.4	23.8 ±20.1	29.1 ±23.2	23.3 ±20.3	1.43	11.4 ±8.2	14.9 ±10.5	20.9 ±13.5	15.7 ±11.4	3.06
27℃	Front①	2.9 ±1.3^{a}	8.4 ±3.7^{b}	11.8 ±3.2^{b}	8.1 ±4.6	9.77**	2.5 ±1.2^{a}	9.9 ±3.7^{b}	11.7 ±4.1^{b}	8.4 ±5.0	5.04**
	Front②	19.0 ±7.6	31.6 ±7.2	35.0 ±14.8	28.5 ±12.0	3.26	14.4 ±6.6^{a}	27.1 ±6.6^{b}	34.3 ±7.6^{b}	26.1 ±10.5	9.21**
	Side	7.9 ±2.2^{a}	16.0 ±6.9^{b}	16.3 ±2.2^{b}	13.4 ±5.7	5.81*	7.7 ±1.1	10.5 ±5.0	14.5 ±7.2	11.2 ±5.7	1.89
	Back	48.6 ±9.1	55.9 ±10.8	53.4 ±8.6	52.6 ±9.4	.76	18.2 ±8.6	31.3 ±11.5	28.2 ±12.4	26.5 ±11.6	1.63
	Mean	20.5 ±19.1	28.0 ±19.9	29.1 ±18.7	26.0 ±19.3	1.15	10.7 ±8.0^{a}	19.7 ±11.9^{b}	22.0 ±12.6^{b}	17.9 ±12.0	4.86*
34℃	Front①	5.9 ±3.6^{a}	12.6 ±6.0^{ab}	14.5 ±2.3^{b}	11.0 ±5.4	4.56*	5.8 ±3.0^{a}	12.3 ±1.9^{b}	16.2 ±3.1^{b}	11.4 ±5.1	15.02**
	Front②	17.8 ±10.2	24.8 ±10.4	25.1 ±6.9	22.5 ±9.1	.80	15.0 ±7.9	22.4 ±10.3	23.9 ±7.1	20.5 ±8.7	1.25
	Side	11.0 ±3.8	11.4 ±2.0	13.3 ±3.3	11.9 ±3.0	.64	8.9 ±3.7	8.9 ±1.7	12.3 ±4.3	9.9 ±3.5	1.50
	Back	35.0 ±7.7^{a}	38.8 ±13.2^{a}	68.3 ±14.4^{b}	47.3 ±19.0	9.04**	22.0 ±14.5	27.8 ±14.8	35.7 ±6.2	28.5 ±12.7	1.22
	Mean	17.4 ±12.9	21.9 ±13.9	30.3 ±24.3	23.2 ±18.2	2.17	12.9 ±10.0	17.8 ±11.3	22.0 ±10.4	17.6 ±11.0	3.01
Mean	Front①	4.5 ±2.5^{a}	9.2 ±5.1^{b}	11.5 ±3.8^{b}	8.5 ±4.9	10.14***	4.3 ±2.8^{a}	9.1 ±4.2^{b}	12.0 ±4.9^{b}	8.6 ±5.1	11.33***
	Front②	17.9 ±7.0^{a}	28.5 ±9.3^{b}	32.0 ±11.1^{b}	26.1 ±10.9	8.19**	15.2 ±5.7^{a}	24.9 ±8.1^{b}	30.3 ±8.2^{b}	23.7 ±9.6	13.14***
	Side	7.8 ±3.6^{a}	12.5 ±5.8^{b}	13.8 ±3.5^{b}	11.4 ±5.0	6.53**	7.1 ±2.6^{a}	9.5 ±3.7^{a}	12.8 ±5.1^{b}	9.9 ±4.5	6.52**
	Back	42.6 ±9.4^{a}	49.1 ±13.1^{a}	60.6 ±12.0^{b}	50.8 ±13.6	8.03**	20.1 ±10.0^{a}	27.1 ±11.7^{ab}	32.4 ±10.6^{b}	26.5 ±11.7	3.91*
	Mean	18.5 ±16.3^{a}	24.8 ±18.2^{ab}	29.5 ±21.5^{b}	24.3 ±19.2	4.46*	11.7 ±8.6^{a}	17.7 ±11.3^{b}	21.7 ±12.0^{b}	17.1 ±11.5	10.76***

no significant difference	a	ab	b	c	Mean	F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above
$^{*}P<0.05$, $^{**}P<0.01$, $^{***}P<0.001$, ANOVA test was conducted for the three groups (Level 0, Level 1, Level 2)
Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)
I: Independent variables, AT: Ambient temp., CPL: Clothing Pressure level

3) 종아리 가압 시 압박단계별 의복압

1시간 동안 종아리 가압 시 압박 단계별 의복압 측정 결과는 [Table 4.3]과 같다. 종아리 가압 시 모든 환경온도에서 압박 단계는 의복압에 유의한 영향을 미친 것으로 나타났다(P<0.001).

환경온도별 의복압을 살펴보면, 21°C에서 평균의복압은 앉은 자세에서는 19.5 ± 9.7 mmHg, 13.5 ± 9.7 mmHg, 7.5 ± 4.7 mmHg로 압박단계가 높을수록 높게 나타났으며(P<0.01), 선 자세에서는 1, 2단계 가압 시에가 14.0 ± 10.9 mmHg, 19.2 ± 9.1 mmHg로 무압박보다 더 높았다(P<0.01). 측정 지점별로는 앉은 자세에서 앞면은 압박이 커질수록 의복압도 높게 나타났으며(P<0.05), 옆면은 2단계에서 9.6 ± 1.4 mmHg로 1단계와 무압박 보다 더 높게 나타났다(P<0.01). 선 자세에서의 의복압은 앞면과 옆면에서 각각 28.1 ± 2.8 mmHg, 9.9 ± 2.3 mmHg로 2단계에서 가장 높게 나타났으며(P<0.01), 종아리 뒷면은 1, 2단계가 무압박 보다 더 높게 나타났다(P<0.05).

27°C에서 평균의복압은 앉은 자세에서는 18.7 ± 7.5 mmHg, 15.1 ± 7.3 mmHg, 10.8 ± 5.5 mmHg로 압박단계가 높을수록 더 높게 나타났으며(P<0.05), 선 자세에서는 2단계가 18.3 ± 7.5 mmHg로 가장 높게 나타났다(P<0.01). 측정 지점별 의복압은 앉은 자세에서 종아리 앞면은 1, 2단계가 22.5 ± 5.7 mmHg, 24.7 ± 4.5 mmHg로 압박을 가하지 않았을 때 보다 더 높았으며(P<0.05), 선 자세에서 종아리 앞면은 압박단계가 높을수록 의복압도 높게 나타났으며(P<0.05), 뒷면은 2단계가 20.8 ± 5.7 mmHg로 가장 높게 나타났다(P<0.05).

34°C에서 평균의복압은 앉은 자세에서 23.2 ± 9.8 mmHg(P<0.01), 선 자세에서 23.6 ± 10.1 mmHg로 2단계가 가장 높았다(P<0.001). 측정 지점별 의복압은 앞면에서 32.2 ± 3.5 mmHg로 2단계가 가장 높게 나타났으며, 뒷면은 1단계와 2단계가 무압박보다 높게 나타났다(P<0.01). 선 자세에서는 앞면이 32.4 ± 4.7 mmHg로 2단계가 가장 높았으며(P<0.01), 뒷면은 1단계와 2단계가 무압박 보다 더 높았다(P<0.01).

종아리 가압 시 전체 평균의복압은 앉은 자세에서는 20.5 ± 9.1

mmHg, 14.9 ± 7.8 mmHg, 10.2 ± 5.9 mmHg, 선 자세에서는 20.4 ± 9.1 mmHg, 14.5 ± 8.5 mmHg, 9.3 ± 5.2 mmHg로 압박단계가 높을수록 더 높게 나타나 압박단계에 따른 유의한 차이를 보였다(P<0.001). 측정 지점별 평균의복압은 종아리 앞면은 2단계가 28.1 ± 5.7 mmHg로 가장 높았으며(P<0.001), 옆면은 1단계와 2단계가 무압박 보다 더 높았으며(P<0.01), 뒷면은 압박단계가 높을수록 의복압도 높게 나타났다(P<0.001). 선 자세에서 종아리 앞면은 2단계가 28.2 ± 5.3 mmHg로 가장 높았으며, 종아리 옆면(P<0.01과 뒷면(P<0.001은 1단계와 2단계가 무압박 보다 더 높은 경향을 보였다. 이와 같이 종아리 가압 시 평균의복압은 허리와 넓적다리와는 달리 압박단계별로 의복압이 유의하게 달라지는 경향을 보였다.

Table 4.3. Clothing pressure according to clothing pressure level during press the calves (Unit: mmHg, Mean ± SD)

Measured points \ Clothing pressure level		Sitting (50min)					Standing (10min)				
		Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value
21°C	Front	10.1 ±5.6^{a}	16.6 ±10.1^{ab}	27.5 ±6.8^{b}	18.1 ±10.6	5.96*	8.9 ±5.3^{a}	14.8 ±10.1^{a}	28.1 ±2.8^{b}	17.3 ±10.4	10.55**
	Side	3.2 ±1.5^{a}	5.4 ±3.40^{a}	9.6 ±1.4^{b}	6.1 ±3.5	10.07**	3.3 ±1.4^{a}	5.7 ±3.6^{a}	9.9 ±2.3^{b}	6.3 ±3.7	8.44**
	Back	9.1 ±3.0	18.6 ±8.7	21.4 ±8.7	16.4 ±8.7	3.89	7.1 ±2.6^{a}	21.3 ±11.9^{b}	19.5 ±8.4^{b}	16.0 ±10.3	4.12*
	Mean	7.5 ±4.7^{a}	13.5 ±9.7^{ab}	19.5 ±9.7^{b}	13.5 ±9.6	7.74**	6.4 ±4.0^{a}	14.0 ±10.9^{b}	19.2 ±9.1^{b}	13.2 ±9.9	8.52**
27°C	Front	13.6 ±5.4^{a}	22.5 ±5.7^{b}	24.7 ±4.5^{b}	20.6 ±6.8	5.58*	12.6 ±4.7^{a}	18.6 ±5.2^{ab}	24.0 ±5.0^{b}	18.8 ±6.7	5.87*
	Side	5.6 ±4.7	9.5 ±3.9	11.1 ±3.9	8.9 ±4.5	1.97	6.6 ±3.7	9.1 ±3.8	10.1 ±2.9	8.7 ±3.5	1.23
	Back	13.3 ±2.3	13.1 ±5.3	20.3 ±6.3	15.9 ±5.9	2.98	12.7 ±2.6^{a}	11.0 ±5.4^{a}	20.8 ±5.7^{b}	15.3 ±6.4	5.29*
	Mean	10.8 ±5.5^{a}	15.1 ±7.3^{ab}	18.7 ±7.5^{b}	15.2 ±7.5	4.37*	10.6 ±4.5^{a}	12.9 ±6.1^{a}	18.3 ±7.5^{b}	14.3 ±7.0	5.38**
34°C	Front	17.6 ±7.7^{a}	16.3 ±5.7^{a}	32.2 ±3.5^{b}	22.0 ±9.3	11.34**	15.0 ±8.0^{a}	15.3 ±6.0^{a}	32.4 ±4.7^{b}	20.9 ±10.3	12.11**
	Side	7.8 ±3.2	10.8 ±2.7	11.5 ±2.7	10.0 ±3.1	2.33	7.8 ±2.0	10.4 ±3.1	11.6 ±4.0	9.9 ±3.3	1.94
	Back	11.8 ±3.9^{a}	21.2 ±4.2^{b}	25.9 ±5.9^{b}	19.6 ±7.5	11.43**	10.5 ±4.1^{a}	23.0 ±7.4^{b}	26.8 ±5.5^{b}	20.1 ±9.0	10.73**
	Mean	12.4 ±6.4^{a}	16.1 ±6.0^{a}	23.2 ±9.8^{b}	17.2 ±8.7	7.86**	11.1 ±5.8^{a}	16.2 ±7.6^{a}	23.6 ±10.1^{b}	17.0 ±9.4	9.19***
Mean	Front	13.8 ±6.7^{a}	18.2 ±7.9^{a}	28.1 ±5.7^{b}	20.2 ±9.0	17.09***	12.2 ±6.4^{a}	16.1 ±7.2^{a}	28.2 ±5.3^{b}	19.0 ±9.3	25.64***
	Side	5.5 ±3.6^{a}	8.5 ±3.9^{b}	10.7 ±2.8^{b}	8.3 ±4.0	8.26**	5.8 ±3.0^{a}	8.3 ±3.8^{b}	10.5 ±3.0^{b}	8.29 ±3.8	7.37**
	Back	11.3 ±3.4^{a}	17.9 ±6.8^{b}	22.5 ±7.0^{c}	17.4 ±7.5	12.83***	9.9 ±3.8^{a}	19.0 ±9.8^{b}	22.4 ±7.0^{b}	17.21 ±8.9	11.31***
	Mean	10.2 ±5.9^{a}	14.9 ±7.8^{b}	20.5 ±9.1^{c}	15.3 ±8.7	19.41***	9.3 ±5.2^{a}	14.5 ±8.5^{b}	20.4 ±9.1^{c}	14.8 ±9.0	21.87***

no significant difference	a	ab	b	c	Mean	F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (Level 0, Level 1, Level 2)
Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)
I: Independent variables, AT: Ambient temp., CPL: Clothing Pressure level

2. 압박부위별 의복압

예비실험을 통하여 피험자들에 의해 결정된 서늘한 21°C, 쾌적한 27°C, 따뜻한 34°C 환경기온에서 60분간 노출하는 동안 압박부위별 의복압 결과이다.

1) 무압박시 압박부위별 의복압

무압박시 압박 부위별 의복압 측정 결과는 [Table 4.4]과 같다.

무압박시 의복압은 앉은 자세에서가 선 자세보다 압박 부위에 따른 유의한 차이가 더 뚜렷하였다(P<0.001).

환경온도별 인체 부위별 의복압을 자세히 살펴보면, 21°C에서 평균의복압은 앉은 자세에서 넓적다리가 17.1 ± 16.4 mmHg로 가장 높았으며(P<0.05), 선 자세에서는 압박부위별 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정 지점별로는 앉은 자세에서 옆면은 허리가 7.7 ± 2.2 mmHg로(P<0.01), 뒷면은 넓적다리가 42.7 ± 6.5 mmHg로 가장 높았다(P<0.001). 선 자세에서는 옆면은 허리가 8.2 ± 1.8 mmHg로, 뒷면은 넓적다리가 20.0 ± 8.5 mmHg 로 가장 높게 나타나 압박 부위별 유의차를 보였다(P<0.01).

27°C에서 평균의복압은 넓적다리가 20.5 ± 19.1 mmHg로 가장 높았으나(P<.05), 선 자세에서는 압박부위별 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정 지점별로는 앉은 자세에서 뒷면은 넓적다리가 48.6 ± 9.1 mmHg로 가장 높았으나(P<0.001), 선 자세에서는 측정지점별 압박부위에 따른 유의차를 보이지 않았다.

34°C에서 평균의복압은 앉은 자세에서 17.4 ± 12.9 mmHg, 12.4 ± 6.4 mmHg, 7.8 ± 5.7 mmHg로 넓적다리, 종아리, 허리 부위 순으로 높게 나타났으나(P<0.05), 선 자세에서는 압박부위별 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정 지점별로는 앉은 자세에서는 옆면은 넓적다리, 종아리, 허리 부위 순으로 높았으며(P<0.05), 뒷면은 넓적다리가 35.0 ± 7.7 mmHg로 가장 높게 나타났다(P<0.001). 그러나, 선 자세에서는 측정 지점별 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

무압박시 전체 평균의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 18.5 ± 16.3 mmHg로 가장 높게 나타났으나(P<0.001), 선 자세에서는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정지점별 평균의복압은 뒷면에서 앉은 자세(P<0.001), 선 자세(P<0.01) 각각 42.6 ± 9.4 mmHg, 20.1 ± 10.0 mmHg로 넓적다리가 가장 높게 나타났다. 이와 같이 0단계 압박 시 평균의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 가장 높았으나, 선 자세에서는 압박부위별 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 4.4 Clothing pressure according to the pressed body part during level 0 (Unit: mmHg, Mean ± SD)

Measured points \ Pressed body part		Sitting (50min)					Standing (10min)				
		waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	waist	Thighs	Calves	Mean	F-value
21°C	Front①	6.5 ±3.1	4.6 ±1.8	–	5.6 ±2.6	-	8.3 ±5.9	4.6 ±3.1	–	6.7 ±5.0	-
	Front②	14.0 ±7.0	16.7 ±2.9	10.1 ±5.6	13.4 ±5.9		12.6 ±5.7	16.1 ±3.3	8.9 ±5.3	12.3 ±5.4	
	Side	7.7 ±2.2	4.5 ±1.6	3.2 ±1.5	5.2 ±2.7		8.2 ±1.8	5.0 ±0.8	3.3 ±1.4	5.5 ±2.5	
	Back	10.9 ±5.7	42.7 ±6.5	9.1 ±3.0	19.3 ±16.0		10.1 ±3.3	20.0 ±8.5	7.1 ±2.6	11.8 ±7.3	
	Mean	9.8 ±5.4[a]	17.1 ±16.4[b]	7.5 ±4.7[a]	11.4 ±10.7	3.98*	9.8 ±4.5	11.4 ±8.2	6.4 ±4.0	9.3 ±6.3	2.99
27°C	Front①	6.5 ±1.6	2.9 ±1.3	–	4.9 ±2.3	-	5.5 ±3.2	2.5 ±1.2	–	4.1 ±2.9	-
	Front②	12.3 ±10.8	19.0 ±7.6	13.6 ±5.4	15.0 ±8.4		10.7 ±6.7	14.4 ±6.6	12.6 ±4.7	12.4 ±5.9	
	Side	5.2 ±2.5	7.9 ±2.2	5.6 ±4.7	6.3 ±3.2		6.6 ±3.5	7.7 ±1.1	6.6 ±3.7	6.9 ±2.8	
	Back	10.1 ±9.0	48.6 ±9.1	13.3 ±2.3	24.7 ±19.9		10.0 ±7.4	18.2 ±8.6	12.6 ±2.6	13.4 ±7.1	
	Mean	8.5 ±7.2[a]	20.5 ±19.1[b]	10.8 ±5.5[a]	13.5 ±13.7	4.60*	8.2 ±5.6	10.7 ±8.0	10.6 ±4.5	9.6 ±6.2	.93
34°C	Front①	2.9 ±0.9	5.9 ±3.6	–	4.4 ±2.9	-	4.7 ±2.0	5.8 ±3.0	–	5.2 ±2.4	-
	Front②	14.1 ±5.7	17.8 ±10.2	17.6 ±7.7	16.6 ±7.5		13.3 ±5.2	15.0 ±7.9	15.0 ±8.0	14.5 ±6.7	
	Side	4.2 ±1.8	11.0 ±3.8	7.8 ±3.2	7.7 ±3.9		4.7 ±2.8	8.6 ±3.7	7.8 ±2.0	7.1 ±3.1	
	Back	10.1 ±4.0	35.0 ±7.7	11.8 ±3.9	18.4 ±12.5		11.6 ±6.8	22.0 ±14.5	10.5 ±4.1	14.4 ±9.9	
	Mean	7.8 ±5.7[a]	17.4 ±12.9[b]	12.4 ±6.4[ab]	12.6 ±9.7	4.53*	8.6 ±12.9	12.9 ±10.0	11.1 ±7.6	10.8 ±7.6	1.34
Mean	Front①	5.4 ±2.6	4.5 ±2.5	–	5.0 ±2.6	-	6.3 ±4.2	4.3 ±2.8	–	5.4 ±3.6	-
	Front②	13.4 ±7.7	17.9 ±7.0	13.8 ±6.7	15.0 ±7.3		12.1 ±5.6	15.2 ±5.7	12.2 ±6.4	13.0 ±5.9	
	Side	5.8 ±2.6	7.8 ±3.6	5.5 ±3.6	6.4 ±3.4		6.6 ±2.9	7.1 ±2.6	5.8 ±3.0	6.5 ±2.8	
	Back	10.4 ±6.2	42.6 ±9.4	11.3 ±3.4	20.9 ±16.3		10.5 ±5.6	20.1 ±10.0	9.9 ±3.8	13.2 ±8.0	
	Mean	8.8 ±6.1[a]	18.5 ±16.3[b]	10.2 ±5.9[a]	12.5 ±11.5	12.33***	8.9 ±5.2	11.7 ±8.6	9.3 ±5.2	9.9 ±6.6	2.64

no significant difference	a	ab	b	c	Mean	F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups(waist, thighs, and calves)
Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

2) 1단계 압박시 압박부위별 의복압

1단계 압박 시 압박부위별 의복압 측정 결과는 [Table 4.5]과 같다.

1단계 압박 시 앉은 자세와 선 자세 모두 압박부위별 차이를 보였으며, 앉은 자세에서 그 차이는 더 뚜렷하였다(P<0.001).

환경온도별 압박부위에 따른 의복압을 자세히 살펴보면, 21℃에서 평균의복압은 넓적다리가 23.8 ± 20.1 mmHg로 가장 높게 나타났으나(P<0.05), 선 자세에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정 지점별 의복압은 앉은 자세에서 뒷면은 넓적다리가 51.0 ± 11.6 mmHg로 가장 높게 나타났으나(P<0.001), 선 자세에서는 측정지점별 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

27℃에서 평균의복압은 앉은 자세와 선 자세에서 각각 28.0 ± 19.9 mmHg, 19.7 ± 11.9 mmHg로 넓적다리가 가장 높게 나타났다(P<0.01). 측정지점별 의복압은 앉은 자세(P<0.001), 선 자세(P<0.05)에서 각각 뒷면이 55.9 ± 10.8 mmHg, 31.3 ± 11.5 mmHg로 넓적다리가 가장 높았으며, 앞면은 넓적다리, 종아리, 허리부위 순으로 높게 나타났다(P<0.05).

34℃에서 평균의복압은 앉은 자세에서 21.9 ± 13.9 mmHg, 16.1 ± 6.0 mmHg, 12.2 ± 9.7 mmHg로 넓적다리, 종아리, 허리 순으로 높게 나타났으나(P<0.05), 선 자세에서는 압박부위별 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정지점별 의복압은 앉은 자세에서 옆면은 넓적다리가 11.4 ± 2.0 mmHg로 가장 높았으나(P<0.05), 선 자세에서는 측정지점별 유의한 차이를 보이지 않았다.

1단계 가압 시 전체 평균의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 24.8 ± 18.2 mmHg로 가장 높았으며(P<0.001), 선 자세에서는 넓적다리, 종아리, 허리 부위가 17.7 ± 11.3 mmHg, 14.5 ± 8.5 mmHg, 11.4 ± 7.7 mmHg 순으로 높게 나타나 압박부위별 유의한 차이를 보였다(P<0.01). 측정지점별 의복압은 앉은 자세에서 앞면, 옆면, 뒷면 모두 28.5 ± 9.3 mmHg(P<0.01), 12.5 ± 5.8 mmHg(P<0.05), 49.1 ± 13.1 mmHg로(P<0.001) 넓적다리가 가장 높았으며, 선 자세에서는 앞면과 뒷면에서 24.9 ± 8.1 mmHg(P<0.01), 27.1 ± 11.7 mmHg로 넓적다리가 가장 높게 나타났다(P<0.05). 이와 같이 1단계 가압 시 압박부위별 평균의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 가장 높았으며, 선 자세에서는 넓적다리, 종아리 허리 순으로 높게 나타나 압박부위별 유의한 차이를 보였다.

Table 4.5. Clothing pressure according to the pressed body part during level 1 (Unit: mmHg, Mean ± SD)

Measured points \ Pressed body part		Sitting (50mins)					Standing (10mins)				
		waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	waist	Thighs	Calves	Mean	F-value
21°C	Front①	5.8 ±3.5	6.7 ±4.9	-	6.2 ±3.9	-	7.1 ±3.5	4.8 ±2.9	-	6.1 ±3.3	-
	Front②	16.5 ±9.7	28.4 ±11.5	16.6 ±10.9	19.9 ±11.3		12.7 ±10.2	24.8 ±9.2	14.8 ±10.1	16.9 ±10.5	
	Side	10.6 ±4.5	9.0 ±5.2	5.4 ±3.4	8,3 ±4.6		9.3 ±5.2	8.9 ±4.0	5.7 ±3.6	7.9 ±4.3	
	Back	10.9 ±7.9	51.0 ±11.6[b]	18.6 ±8.7	25.1 ±19.4		16.0 ±8.7	21.1 ±8.7	21.3 ±11.9	19.3 ±9.6	
	Mean	10.9 ±7.4[a]	23.8 ±20.1[b]	13.5 ±9.7[a]	15.7 ±14.1	4.47*	11.3 ±7.6	14.1 ±10.5	14.0 ±10.9	13.2 ±9.5	.71
27°C	Front①	5.6 ±3.8	8.4 ±3.7	-	7.1 ±3.8	-	6.7 ±1.6	9.9 ±3.7	-	8.3 ±3.1	-
	Front②	18.4 ±9.8	27.0 ±12.8	22.5 ±5.7	23.3 ±10.3		12.1 ±7.2	27.1 ±6.6	18.6 ±5.2	19.3 ±8.9	
	Side	6.6 ±1.0	16.0 ±6.9	13.3 ±9.0	12.3 ±7.5		7.9 ±1.7	10.5 ±5.0	9.1 ±3.8	9.2 ±3.6	
	Back	13.1 ±5.9	55.9 ±10.8	16.2 ±8.2	29.5 ±22.0		15.9 ±7.2	31.3 ±11.5	11.0 ±5.4	20.0 ±12.0	
	Mean	10.9 ±7.6[a]	28.0 ±19.9[b]	15.1 ±7.3[a]	19.1 ±15.9	7.10**	10.7 ±6.1[a]	19.7 ±11.9[b]	12.9 ±6.1[a]	14.7 ±96	5.56**
34°C	Front①	6.1 ±2.9	12.6 ±6.0	-	9.4 ±5.6	-	4.9 ±1.7	12.3 ±1.9	-	8.6 ±4.3	-
	Front②	15.5 ±9.4	24.8 ±10.4	16.3 ±5.7	18.6 ±8.8		18.1 ±8.1	22.4 ±10.3	15.3 ±6.0	18.3 ±8.0	
	Side	7.0 ±1.1	11.4 ±2.0	10.8 ±2.7	9.8 ±2.8		7.4 ±1.2	8.9 ±1.7	10.4 ±3.1	9.0 ±2.5	
	Back	20.4 ±13.4	38.8 ±13.2	21.2 ±4.2	26.3 ±13.0		19.0 ±14.0	27.8 ±14.8	23.0 ±7.4	23.2 ±11.6	
	Mean	12.2 ±9.7[a]	21.9 ±13.9[b]	16.1 ±6.0[ab]	16.8 ±11.0	3.46*	12.3 ±9.8	17.8 ±11.3	16.3 ±7.6	15.4 ±9.8	.267
Mean	Front①	5.8 ±3.2	9.2 ±5.1	-	7.5 ±4.5	-	6.3 ±2.5	9.1 ±4.2	-	7.7 ±3.6	-
	Front②	6.8 ±8.9	28.5 ±9.3	18.2 ±7.9	21.1 ±9.99		14.0 ±8.4	24.9 ±8.1	16.1 ±7.2	18.2 ±9.1	
	Side	8.3 ±3.3	12.5 ±5.8	8.59 ±3.99	9.79 ±4.79		8.3 ±3.2	9.5 ±3.7	8.3 ±3.8	8.7 ±3.6	
	Back	14.5 ±9.6	49.1 ±13.1	17.9 ±6.8	27.0 ±18.5		16.8 ±9.3	27.1 ±11.7	19.0 ±9.8	20.8 ±10.9	
	Mean	11.3 ±8.1[a]	24.8 ±18.2[b]	14.9 ±7.8[a]	17.2 ±13.8	15.89***	11.4 ±7.7[a]	17.7 ±11.3[b]	14.5 ±8.5[ab]	14.4 ±9.6	6.21**

no significant difference	a	ab	b	c	Mean	F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (waist, thighs, and calves)
Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

3) 2단계 가압시 압박부별 의복압

2단계 압박시 압박부위별 의복압 측정 결과는 [Table 4.6]과 같다.

2단계 압박시 두 자세에서 모두 압박부위별 유의차를 보였다(P<0.01).

환경온도별 압박부위에 따른 의복압을 자세히 살펴보면, 21°C에서 평균의복압은 두 자세에서 압박부위별 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정 지점별 의복압은 앉은 자세 뒷면에서 넓적다리가 61.9 ± 10.4 mmHg로 가장 높게 나타난 것을 제외하고(P<0.001), 압박부위별 유의한 차이는 보이지 않았다.

27°C에서 평균의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 29.1 ± 18.7 mmHg로 가장 높았으며(P<0.001), 선 자세에서는 넓적다리와 종아리가 20.0 ± 12.6 mmHg, 18.3 ± 7.5 mmHg로 허리보다 높았다(P<0.01). 측정 지점별 의복압은 앉은 자세에서 옆면은 넓적다리, 종아리, 허리 부위 순으로 높게 나타났으며(P<0.01), 뒷면은 넓적다리가 53.4 ± 8.6 mmHg로 가장 높게 나타났다(P<0.001). 선 자세 앞면에서 넓적다리가 34.3 ± 7.6 mmHg로 가장 높게 나타나(P<0.01), 압박부위별 유의한 차이를 보였다.

34°C에서 평균의복압은 두 자세 모두에서 압박부위별 유의한 차이를 보이지 않았다. 측정 지점별 의복압은 앉은 자세 뒷면에서 넓적다리가 68.3 ± 14.4 mmHg로 가장 높게 나타난 것을 제외하고(P<0.01) 압박부위별 유의한 차이를 보이지 않았다.

2단계 가압 시 전체 평균의복압은 앉은 자세에서 넓적다리가 29.5 ± 21.5 mmHg로 가장 높았으며(P<0.001), 선 자세에서는 넓적다리와 종아리가 21.7 ± 12.0 mmHg, 20.4 ± 9.2 mmHg로 허리보다 높게 나타나 압박부위별 유의한 차이를 보였다(P<0.01). 측정부위별 평균의복압은 앉은 자세에서는 옆면과 뒷면에서 각각 13.8 ± 3.5 mmHg(P<0.01), 60.6 ± 12.0 mmHg로 넓적다리가 가장 높게 나타났다(P<0.001). 선 자세 앞면에서 넓적다리와 종아리가 30.3 ± 8.2 mmHg, 28.2 ± 5.3 mmHg로 허리보다 더 높은 평균의복압을 보였으며(P<0.05), 옆면은 넓적다리, 종아리, 허리 순으로 높게 나타났으며(P<0.05), 뒷면은 넓적다리가 32.4 ± 12.0 mmHg로 가장 높게 나타나(P<0.05), 압박부위별 유의한 차이를 보였다.

이와 같이 2단계 가압 시 압박부위별 평균의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 가장 높았으며, 선 자세에서는 넓적다리, 종아리 허리 순으로 높게 나타나 1단계와 유사한 양상을 보였다.

Table 4.6. Clothing pressure according to the pressed body part during level 2 (Unit: mmHg, Mean ± SD)

Measured points \ Pressed body part		Sitting (50mins)					Standing (10mins)				
		Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value
21℃	Front①	7.2 ±3.0	8.2 ±3.4	-	7.6 ±3.0	-	7.5 ±2.9	8.2 ±4.7	-	7.8 ±3.5	-
	Front②	23.6 ±12.2	35.2 ±7.8	27.8 ±6.8	28.3 ±9.9		20.6 ±9.0	31.7 ±7.5	28.1 ±2.8	26.5 ±7.9	
	Side	12.2 ±5.0	11.1 ±3.6	9.6 ±1.4	11.0 ±3.5		10.4 ±4.8	11.2 ±2.9	9.9 ±2.3	10.4 ±3.3	
	Back	24.0 ±12.2	61.9 ±10.4	21.4 ±8.6	33.9 ±20.8		22.6 ±15.0	32.5 ±12.1	19.5 ±8.4	24.3 ±12.5	
	Mean	16.7 ±11.2	29.1 ±23.2	19.5 ±9.7	21.4 ±16.3	2.95	15.3 ±10.7	20.9 ±13.5	19.2 ±9.1	18.2 ±11.3	1.20
27℃	Front①	5.0 ±2.0	11.8 ±3.2	-	8.4 ±4.4	-	5.8 ±2.2	11.7 ±4.1	-	8.8 ±4.4	-
	Front②	20.0 ±5.7	35.0 ±14.8	24.7 ±4.5	26.6 ±11.0		15.3 ±6.9	34.3 ±7.6	24.0 ±5.0	24.6 ±10.1	
	Side	7.2 ±1.3	16.3 ±2.2	11.1 ±3.9	11.5 ±4.6		7.9 ±2.0	14.5 ±7.2	10.1 ±2.9	10.8 ±5.1	
	Back	15.1 ±8.1	53.4 ±8.6	20.3 ±6.3	29.6 ±19.0		16.7 ±4.6	29.0 ±14.1	20.8 ±5.7	21.7 ±9.4	
	Mean	11.8 ±7.8[a]	29.1 ±18.7[b]	18.7 ±7.5[a]	20.0 ±14.7	9.16***	11.4 ±6.3[a]	20.0 ±12.6[b]	18.3 ±7.5[b]	17.1 ±10.2	6.54**
34℃	Front①	11.6 ±9.3	14.5 ±2.3	-	13.1 ±6.5	-	5.8 ±2.2	13.0 ±3.2	-	9.0 ±4.6	-
	Front②	27.9 ±8.8	25.1 ±6.9	32.2 ±3.5	28.7 ±6.7		32.2 ±4.7	23.9 ±7.1	32.4 ±4.7	29.7 ±6.5	
	Side	8.3 ±1.3	13.3 ±3.3	11.5 ±2.7	11.1 ±3.2		7.2 ±1.1	12.3 ±4.3	11.6 ±4.0	10.5 ±3.9	
	Back	28.7 ±15.7	68.3 ±14.4	25.9 ±5.9	39.8 ±22.8		27.3 ±17.8	35.7 ±6.1	26.8 ±5.5	29.7 ±10.8	
	Mean	19.1 ±13.2	30.3 ±24.3	23.2 ±9.8[b]	24.2 ±17.3	1.76	18.1 ±14.8	22.0 ±10.4	23.6 ±10.1	21.2 ±12.0	.89
Mean	Front①	7.7 ±5.7	11.5 ±3.8	-	9.5 ±5.1	-	6.4 ±2.7	12.0 ±4.9	-	9.1 ±4.8	-
	Front②	23.5 ±9.2	32.0 ±11.1	26.1 ±5.7	27.8 ±9.3		22.0 ±9.7	30.3 ±8.2	28.2 ±5.3	26.8 ±8.5	
	Side	9.3 ±3.7	13.8 ±3.5	10.7 ±2.8	11.2 ±3.8		8.6 ±3.3	12.8 ±5.1	10.5 ±3.0	10.6 ±4.1	
	Back	22.2 ±12.5	60.6 ±12.0	22.5 ±7.0	34.2 ±20.7		21.8 ±13.0	32.4 ±10.6	22.4 ±7.0	25.1 ±11.2	
	Mean	15.7 ±11.0[a]	29.5 ±21.5[b]	20.5 ±9.1[a]	21.8 ±16.0	11.67***	14.7 ±11.0[a]	21.7 ±12.0[b]	20.4 ±9.2[b]	18.7 ±11.2	6.29**

no significant difference | a | ab | b | c | Mean | F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (waist, thighs, and calves)

Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

3. 부위별 적정 의복압 범위

R 4.2.0 패키지의 산점도와 신뢰구간 분석을 통하여 인체 가압시 피험자가 응답한 압박감 점수 -0.5와 0.5 사이에 해당하는 의복압 값을 통해 자세별 적정 의복압 범위를 도출하였다(**Figure 4.1**).

허리 가압 시 적정 의복압은 앉은 자세에서 4.5~13.8 mmHg, 선 자세에서 5.2~11.6 mmHg로 선 자세가 앉은 자세보다 적정의복압 범위가 넓었다.

넓적다리 가압 시 적정 의복압은 앉은 자세에서 10.7~24.9 mmHg, 선 자세에서 6.7~22.1 mmHg로 선 자세보다 앉은 자세가 더 높았으며, 허리와 종아리 두 부위보다 비교적 더 높은 수준이었다.

종아리 가압 시 적정 의복압은 앉은 자세에서 4.9~17.2 mmHg, 선 자세에서 3.3~15.1 mmHg 범위였으며 허리 부위보다는 더 높은, 넓적다리보다는 더 낮은 수준이었다.

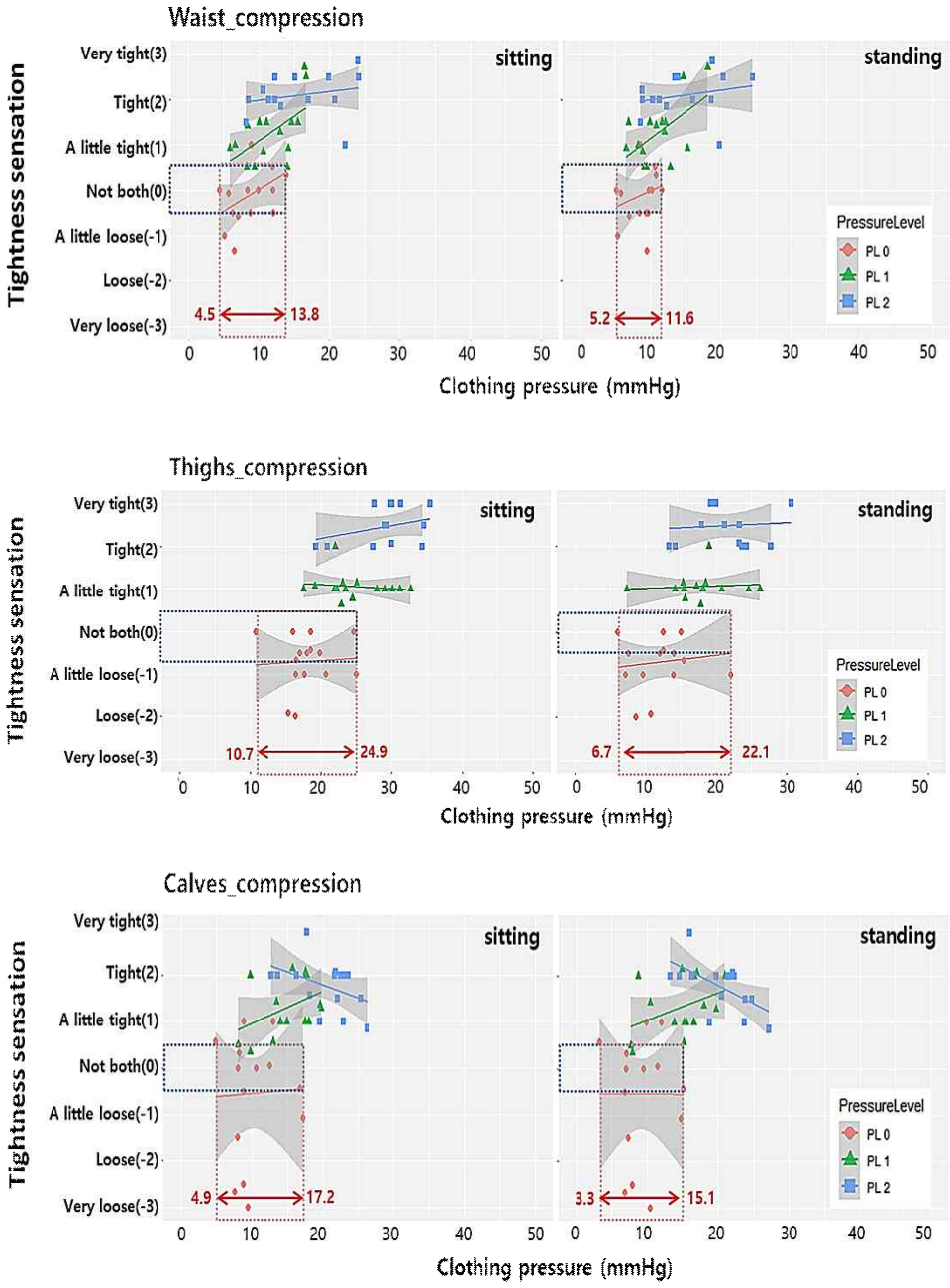


Fig.4.1 Optical clothing pressure range according to subjective tightness sensation during press the body

제 2 절 압박단계별 생리·심리반응

1. 압박단계별 생리반응

1) 허리 가압 시 압박단계별 생리반응

허리 가압 시 압박단계에 따른 생리반응 결과는 [Table 4.7]과 같다.

허리 가압 시 체중감소량, 직장온, 평균피부온, 손끝피부온, 압박밴드내 피부온, 압박밴드내 온도 및 습도, 수축기 혈압 및 이완기 혈압과 심박수는 모든 환경 온도에서 압박단계에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 허리 가압 시 생리반응 변화에 환경온도와 압박단계의 상호작용 효과가 있는지 보기 위한 이원분산분석 결과 체중감소량($P<0.05$), 평균피부온, 손끝피부온, 압박밴드내 피부온, 압박밴드내 온도와 습도, 심박수는 환경온가 높아질수록 증가 및 상승하는 경향을 보여 환경온도에 의한 영향을 받은 것으로 나타났으나($P<0.001$), 환경온도와 압박단계의 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

2) 넓적다리 가압 시 압박단계별 생리반응

넓적다리 가압 시 압박단계가 인체생리반응에 미친 결과는 [Table 4.8]과 같다.

넓적다리 가압 시 체중감소량, 직장온, 평균피부온, 손끝피부온, 압박밴드내 피부온, 압박밴드내 온도 및 습도, 수축기 혈압 및 이완기 혈압과 심박수는 모든 환경 온도에서 압박단계에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

넓적다리 가압 시 생리반응 변화에 환경온도와 압박단계의 상호작용 효과가 있는지 보기 위한 이원분산분석 결과 체중감소량($P<0.01$), 평균피부온, 손끝피부온, 압박밴드내 피부온, 압박밴드내 온도와 습도($P<0.001$), 심박수는($P<0.05$) 환경온도가 높을수록 증가 및 상승하는 경향을 보여 환경 온도에 의한 영향을 받은 것으로 나타났으며, 압박을 가한 후의 수축기 혈압과($P<0.05$) 이완기 혈압은($P<0.01$) 21°C에서가 27°C

와 34°C에서 보다 더 높게 나타나 환경온에 의한 영향을 받은 것으로 나타났다. 그러나 환경온도와 압박단계의 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

3) 종아리 가압 시 압박단계별 생리반응

종아리 가압 시 압박단계에 따른 생리반응 결과는 [Table 4.9]와 같다. 종아리 가압 시 체중감소량은 모든 환경조건에서 압박단계가 높을수록 감소하는 경향을 보였으나, 통계적으로는 유의하지 않았다.

이 외에도 종아리 가압 시 직장온, 평균피부온, 손끝피부온, 압박밴드내 피부온, 압박밴드내 온도 및 습도, 수축기 혈압 및 이완기 혈압과 심박수는 모든 환경 온도에서 압박단계에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

종아리 가압 시 생리반응 변화에 환경온도와 압박단계의 상호작용 효과가 있는지 보기 위한 이원분산분석 결과 평균피부온, 손끝피부온, 압박밴드내 피부온, 압박밴드내 온도와 습도($P<0.001$), 심박수는($P<0.01$) 환경온도가 높을수록 증가 및 상승하는 경향을 보여 환경 온도에 의한 영향을 받은 것으로 나타났으며, 압박 전후의 이완기 혈압의 상승도는 21°C에서가 27°C와 34°C에서 보다 높게 나타나 환경온에 의한 영향을 받은 것으로 나타났다($P<0.01$). 그러나 환경온도와 압박단계의 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

Table 4.7. Physiological responses according to clothing pressure level during press the waist (Mean ± SD)

Items		21°C					27°C					34°C					F-value (two-way Anova)		
		Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	AT	CPL	AT*CPL
Total weight loss(g/㎡/hr)		21.1 ±2.4	19.8 ±3.1	20.4 ±4.5	20.4 ±3.3	.19	25.8 ±10.9	23.0 ±2.4	25.7 ±7.0	24.8 ±7.2	.22	28.7 ±7.2	27.6 ±4.3	23.3 ±2.9	26.5 ±5.3	1.53	4.64 *	.58	.57
Rectal temp.(°C)		37.0 ±0.2	37.1 ±0.0	37.1 ±0.2	37.1 ±.0.2	.44	37.0 ±0.2	37.0 ±0.1	37.0 ±0.2	37.0 ±0.1	.54	37.1 ±0.2	37.2 ±0.3	37.0 ±0.2	37.1 ±0.2	.98	2.08	1.60	.30
Mean skin temp.(°C)		31.0 ±0.6	30.9 ±0.4	30.8 ±0.8	30.9 ±0.6	.15	32.8 ±0.6	32.5 ±0.5	32.4 ±0.5	32.6 ±0.5	.88	34.6 ±0.4	34.9 ±0.2	34.6 ±0.6	34.7 ±0.4	.77	187.29 ***	.69	.42
Finger tip temp.(°C)		27.4 ±1.3	27.9 ±2.4	27.7 ±2.3	27.7 ±1.9	.08	33.4 ±1.0	33.7 ±0.8	34.0 ±0.7	33.7 ±0.8	.49	36.0 ±0.3	36.2 ±0.2	36.1 ±0.2	36.1 ±0.3	1.09	170.60 ***	.36	.05
Skin temp. inside CB(°C)		33.0 ±0.4	32.6 ±0.4	33.1 ±0.5	32.9 ±0.5	1.40	34.2 ±0.4	34.5 ±0.3	34.2 ±0.5	34.3 ±0.4	.59	35.6 ±0.3	35.8 ±0.2	35.6 ±0.4	35.7 ±0.3	.63	174.13 ***	.00	1.40
Temp. inside CB(°C)		31.2 ±1.2	31.1 ±0.9	30.9 ±1.1	31.1 ±1.0	.14	32.9 ±0.4	33.3 ±0.3	33.0 ±0.6	33.1 ±0.4	1.32	35.1 ±0.3	35.2 ±0.4	35.3 ±0.4	35.2 ±0.3	.20	132.75 ***	.17	.33
Humidity inside CB(%RH)		38.3 ±2.1	37.7 ±3.0	36.9 ±2.1	37.6 ±2.3	.43	43.7 ±2.0	43.2 ±2.3	44.0 ±2.2	43.6 ±2.0	.20	56.0 ±6.6	56.9 ±1.1	53.8 ±3.7	55.6 ±4.3	.63	124.23 ***	.56	.50
SBP (mmHg)	Before	100.2 ±3.1	97.1 ±1.5	97.9 ±3.2	98.4 ±2.9	1.75	94.1 ±3.4	99.4 ±7.2	95.7 ±3.6	96.4 ±5.2	1.48	98.1 ±2.2	97.8 ±8.3	96.2 ±4.1	97.4 ±5.1	.17	.71	.41	1.13
	After	102.1 ±3.0	101.2 ±7.4	100.8 ±3.7	101.3 ±4.7	.09	97.0 ±5.6	98.4 ±4.9	98.0 ±4.6	97.8 ±4.7	.10	102.5 ±6.8	98.8 ±1.0	98.5 ±5.4	99.9 ±5.0	.96	1.88	.33	.41
	ΔSBP	1.9 ±4.1	4.2 ±8.4	2.9 ±5.9	3.0 ±6.0	.16	3.0 ±5.1	-0.1 ±7.0	2.3 ±5.0	1.4 ±5.7	.68	4.6 ±7.5	1.0 ±7.6	2.2 ±6.7	2.6 ±6.9	.32	.23	.28	.41
DBP (mmHg)	Before	60.3 ±4.6	59.8 ±4.1	59.9 ±6.6	60.0 ±4.8	.01	59.9 ±4.3	61.8 ±5.7	60.2 ±3.5	60.6 ±4.3	.25	61.9 ±7.0	63.5 ±4.8	61.7 ±5.0	62.4 ±5.3	.14	.84	.20	.09
	After	65.1 ±6.6	66.6 ±8.6	66.4 ±4.8	66.0 ±6.4	.07	63.0 ±6.4	64.7 ±5.4	61.8 ±4.8	63.1 ±5.3	.33	67.9 ±7.1	64.0 ±3.2	64.4 ±6.3	65.4 ±5.6	.69	.93	.14	.42
	ΔDBP	4.9 ±4.6	6.8 ±9.9	6.5 ±7.0	6.0 ±7.0	.10	3.0 ±5.2	2.8 ±6.6	1.6 ±2.8	2.5 ±4.8	.12	6.0 ±5.2	0.6 ±5.3	2.7 ±5.0	3.1 ±5.3	1.42	1.49	.18	.54
Heart rate (bpm)		72.8 ±6.9	70.6 ±6.9	71.6 ±3.5	71.7 ±5.6	.16	76.0 ±2.2	75.7 ±4.7	74.7 ±2.6	75.5 ±3.2	.20	80.1 ±4.5	82.1 ±2.9	80.9 ±6.1	81.1 ±4.4	.24	14.55 ***	.05	.26

Shading when statistically significant difference occurs between groups

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (Level 0, Level 1, Level 2 or 21°C, 27°C, 34°C)

Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

CB: Compression band, SBP: Systolic pressure, DBP: Diastolic pressure

I: Independent variables, AT: Ambient temp., CPL: Clothing pressure level

Table 4.8 Physiological responses according to clothing pressure level during press the thighs (Mean ± SD)

Item		21℃					27℃					34℃					F-value (two-way Anova)		
		Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	AT	CPL	AT*CPL
Total weight loss(g/㎡/hr)		21.3 ±4.1	21.2 ±3.6	21.7 ±2.5	21.4 ±3.2	.03	20.4 ±3.7	25.4 ±4.8	22.0 ±3.5	22.2 ±4.2	2.03	28.8 ±4.3	27.3 ±6.0	25.5 ±3.5	27.3 ±4.6	.51	7.91 **	.40	.85
Rectal temp.(℃)		37.0 ±0.2	37.1 ±0.1	37.1 ±0.3	37.1 ±0.2	.20	37.1 ±0.1	37.0 ±0.1	37.1 ±0.1	37.1 ±0.1	.70	37.2 ±0.1	37.0 ±0.2	37.0 ±0.2	37.1 ±0.2	2.16	.13	.80	1.01
Mean skin temp.(℃)		30.7 ±0.3	30.8 ±0.5	31.0 ±0.4	30.9 ±0.4	.83	33.0 ±0.1	32.9 ±0.4	33.0 ±0.6	33.0 ±0.4	.27	34.9 ±0.4	35.0 ±0.4	34.7 ±0.4	34.9 ±0.4	.64	304.23 ***	.08	.87
Finger tip temp.(℃)		26.1 ±2.3	25.7 ±2.1	26.5 ±1.3	26.1 ±1.8	.23	33.3 ±0.7	33.4 ±0.4	32.9 ±2.0	33.2 ±1.2	.20	36.1 ±0.3	36.1 ±0.2	35.8 ±0.2	36.0 ±0.3	1.50	196.89 ***	.03	.38
Skin temp. inside CB(℃)		31.9 ±1.1	32.1 ±1.1	31.9 ±1.2	32.0 ±1.1	.06	33.5 ±0.7	33.3 ±0.6	33.2 ±1.2	33.3 ±0.8	.19	34.9 ±0.7	34.5 ±0.6	34.4 ±0.6	34.6 ±0.6	.83	24.58 ***	.39	.28
Temp. inside CB(℃)		29.2 ±0.8	29.9 ±0.8	29.8 ±1.0	29.6 ±0.9	.83	31.6 ±0.6	32.1 ±0.4	32.1 ±1.1	31.9 ±0.7	.71	34.2 ±0.4	34.3 ±0.5	34.2 ±0.3	34.2 ±0.4	.15	130.62 ***	1.50	.23
Humidity inside CB(%RH)		39.8 ±1.9	38.5 ±2.6	40.3 ±1.7	39.6 ±2.3	.97	49.1 ±2.6	48.3 ±3.4	51.0 ±2.7	49.5 ±2.9	1.12	63.6 ±4.4	62.3 ±4.0	62.9 ±3.7	63.0 ±3.8	.13	183.96 ***	1.16	.23
SBP (mmHg)	Before	100.9 ±6.6	100.4 ±7.3	99.4 ±6.7	100.2 ±6.4	.06	98.5 ±4.0	97.0 ±3.9	102.3 ±5.9	99.7 ±4.8	1.71	96.9 ±5.4	97.8 ±2.9	98.8 ±3.4	97.7 ±3.8	.24	.77	.31	.42
	After	105.6 ±7.6	103.0 ±4.5	104.0 ±4.6	104.2 ±5.4	.26	98.0 ±5.1	97.9 ±4.4	101.8 ±4.4	99.6 ±4.5	1.17	100.9 ±4.2	101.9 ±4.5	100.3 ±2.6	101.1 ±3.7	.18	3.40 *	.08	.61
	ΔSBP	4.8 ±7.0	2.6 ±8.2	4.6 ±7.1	4.0 ±7.0	.13	-0.6 ±4.2	1.1 ±2.4	-0.4 ±5.2	0.0 ±4.0	.21	4.0 ±4.0	4.1 ±4.0	1.6 ±5.1	3.3 ±4.1	.47	1.98	.09	.29
DBP (mmHg)	Before	65.5 ±7.0	64.9 ±9.5	64.3 ±4.4	64.9 ±6.8	.04	62.8 ±4.8	58.6 ±6.9	64.2 ±6.4	62.7 ±5.4	1.16	60.3 ±6.4	58.0 ±5.5	65.3 ±3.4	60.9 ±5.8	2.10	1.34	1.03	.53
	After	68.1 ±4.7	67.5 ±3.6	69.4 ±5.8	68.3 ±4.5	.21	59.3 ±7.1	61.6 ±4.8	64.6 ±6.0	61.9 ±6.3	.96	65.5 ±3.3	63.9 ±6.8	62.6 ±2.5	64.1 ±4.5	.43	5.49 **	.23	.73
	ΔDBP	2.6 ±3.7	2.6 ±7.1	5.1 ±5.3	3.4 ±5.3	.35	-3.5 ±8.7	1.1 ±3.6	0.4 ±4.0	-0.8 ±6.0	.77	5.3 ±7.0	5.9 ±12.0	-2.7 ±4.7	3.2 ±8.9	1.29	1.46	.40	1.29
Heart rate (bpm)		70.2 ±6.4	72.0 ±9.3	69.2 ±7.8	70.8 ±7.9	.16	76.1 ±7.9	73.2 ±5.3	74.1 ±7.2	74.5 ±6.5	.24	80.9 ±7.9	86.3 ±11.0	79.3 ±3.3	80.6 ±8.4	.82	4.46 *	.35	.32

Shading when statistically significant difference occurs between groups

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (Level 0, Level 1, Level 2 or 21℃, 27℃, 34℃)

Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

CB: Compression band, SBP: Systolic pressure, DBP: Diastolic pressure

I: Independent variables, Ambient temp.: AT, Clothing Pressure level: CPL

Table 4.9 Physiological responses according to clothing pressure level during press the calves (Mean ± SD)

Item		21°C					27°C					34°C					F-value (two-way Anova)		
		Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	AT	CPL	AT*CPL
Total weight loss(g/㎡/hr)		22.1 ±2.3	23.2 ±6.2	20.0 ±2.5	21.8 ±4.0	.80	31.1 ±15.0	30.1 ±15.3	21.8 ±2.5	27.7 ±12.3	.83	29.5 ±5.1	27.6 ±5.9	23.2 ±1.9	26.8 ±5.1	2.44	2.36	2.44	.29
Rectal temp.(°C)		37.2 ±0.3	37.1 ±0.2	37.1 ±0.1	37.1 ±0.2	.33	37.0 ±0.2	37.0 ±0.2	37.0 ±0.3	37.0 ±0.2	.02	37.0 ±0.2	37.0 ±0.2	37.0 ±0.1	37.0 ±0.2	.04	2.92	.22	.10
Mean skin temp.(°C)		30.7 ±0.7	30.9 ±0.9	30.8 ±0.6	30.8 ±0.7	.03	33.2 ±0.8	33.2 ±0.9	32.9 ±0.5	33.0 ±0.7	.34	34.6 ±0.9	34.4 ±0.7	34.5 ±0.3	34.5 ±0.6	.07	103.06 ***	.11	.10
Finger tip temp.(℃)		27.8 ±2.7	26.9 ±2.9	27.6 ±3.1	27.4 ±2.7	.12	34.6 ±0.3	34.3 ±1.4	33.6 ±1.0	34.1 ±1.0	1.22	36.00 ±0.5	35.9 ±0.1	35.8 ±0.2	35.9 ±0.3	.41	93.49 ***	.38	.16
Skin temp. inside CB(°C)		29.3 ±0.4	29.6 ±0.5	29.5 ±0.5	29.4 ±0.4	.67	31.9 ±0.7	31.5 ±0.8	31.3 ±0.6	31.6 ±0.7	.84	33.2 ±0.7	33.0 ±0.6	32.9 ±0.4	33.0 ±0.6	.49	136.57 ***	.54	.73
Temp. inside CB(°C)		28.6 ±0.4	29.0 ±0.6	28.6 ±0.4	28.8 ±0.5	1.13	31.3 ±0.6	31.1 ±0.6	31.3 ±0.7	31.3 ±0.6	.21	33.0 ±0.7	32.7 ±0.5	33.0 ±0.5	32.9 ±0.6	.29	200.53 ***	.00	.61
Humidity inside CB(%RH)		40.4 ±1.9	40.6 ±3.7	40.7 ±2.3	40.5 ±2.6	.02	50.8 ±2.9	52.4 ±4.8	49.1 ±6.4	50.8 ±4.6	.55	64.5 ±4.6	64.1 ±8.2	63.1 ±9.1	63.9 ±7.0	.04	71.28 ***	.37	.24
SBP (mmHg)	Before	99.2 ±4.5	91.7 ±7.6	91.0 ±9.7	94.0 ±8.0	1.80	97.7 ±5.5	97.7 ±4.4	95.1 ±2.5	96.8 ±4.2	.61	96.9 ±1.7	99.7 ±4.4	97.7 ±3.3	98.1 ±3.3	.95	2.32	1.45	1.43
	After	100.1 ±3.5	99.5 ±4.8	98.7 ±4.2	99.4 ±4.0	.14	100.9 ±8.3	100.5 ±4.4	98.1 ±8.3	99.8 ±6.8	.22	98.4 ±6.5	99.4 ±2.4	100.5 ±7.5	99.4 ±5.5	.16	.02	.07	.24
	ΔSBP	0.9 ±6.9	7.8 ±4.1	7.7 ±10.9	5.5 ±8.0	1.26	2.8 ±13.4	2.9 ±1.9	3.0 ±8.0	2.9 ±8.4	.00	1.3 ±6.1	-0.3 ±4.8	2.8 ±7.5	1.4 ±5.9	.30	1.12	.50	.48
DBP (mmHg)	Before	61.2 ±6.2	56.8 ±8.8	57.0 ±3.8	58.3 ±6.5	.69	58.0 ±2.0	62.8 ±6.2	57.8 ±6.7	59.5 ±5.5	1.37	60.8 ±4.0	61.8 ±2.3	62.2 ±6.1	61.6 ±4.1	.12	1.35	.28	1.04
	After	65.6 ±.8.4	66.0 ±6.9	62.9 ±5.8	64.8 ±6.7	.28	62.3 ±5.9	58.9 ±10.6	58.6 ±7.8	59.9 ±7.9	.31	60.6 ±5.4	63.8 ±6.2	61.0 ±3.7	61.8 ±5.1	.58	1.90	.43	.31
	ΔDBP	4.5 ±7.3	9.2 ±3.5	5.9 ±3.4	6.5 ±5.1	1.15	4.3 ±5.8	-3.8 ±6.9	0.8 ±2.8	0.4 ±6.1	2.79	0.7 ±5.5	2.0 ±6.1	-1.2 ±6.5	0.5 ±5.8	.36	6.07 **	.21	1.95
Heart rate (bpm)		70.4 ±8.5	71.3 ±4.5	70.5 ±6.8	70.7 ±6.3	.03	74.3 ±6.5	74.5 ±6.5	75.5 ±5.8	74.8 ±5.8	.05	83.2 ±6.3	78.0 ±4.8	78.0 ±4.6	79.7 ±5.5	1.59	8.04 **	.23	.52

Shading when statistically significant difference occurs between groups

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (Level 0, Level 1, Level 2 or 21°C, 27°C, 34°C)

Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

CB: Compression band, SBP: Systolic pressure, DBP: Diastolic pressure

I: Independent variables, Ambient temp.: AT, Clothing Pressure level: CPL

인체 가압 시 압박단계가 생리 반응에 미친 결과를 시간 경과에 따라 자세히 살펴보면 다음과 같다.

허리 가압 시 직장온은 21°C에서는 초반에는 미세하게 상승하다가 차츰 강하하는 경향을 보였으며, 이 현상은 2단계 가압 시 더 뚜렷하였다(Figure 4.2). 27°C와 34°C 환경에서는 초반에는 강하하다가 점차 상승하는 경향을 보였으며, 이 현상은 34°C에서, 2단계 가압 시 더 뚜렷하였다. 넓적다리 가압 시 직장온은 21°C에서 초반에는 유지·상승하다가 점차 강하하는 경향을, 27°C와 34°C에서 초반에는 강하하다가 점차 상승하는 경향을 보였으며 이 현상은 34°C에서 넓적다리에 압박을 가했을 때가 더 뚜렷하였다. 압박단계별로는 27°C와 34°C에서 1, 2단계 압박을 가했을 때가 압박을 가하지 않았을 때 보다 직장온을 더 낮게 유지하였다. 종아리 가압 시 직장온은 21°C에서 초반에는 미세하게 상승하다가 강하하는 경향을 보였으며, 27°C와 34°C환경에서 초반에는 강하하다가 상승하는 경향을 보였으며 이 현상은 34°C에서 더 뚜렷하였다. 압박단계에 따른 직장온은 21°C에서 2단계 가압 시 가장 낮은 직장온을 유지하였으나, 27°C와 34°C에서는 압박단계별 큰 차이를 보이지 않았다.

허리, 넓적다리, 종아리 가압 시 평균피부온은 21°C에서 점차 강하하는 경향을, 27°C에서 유지·상승하다가 미세하게 강하하는 경향을, 34°C에서 차츰 상승하는 경향을 보였으나 압박단계에 따른 차이는 보이지 않아, 평균피부온은 압박단계 보다는 환경온도에 따른 차이를 보인 것으로 사료된다(Figure 4.3).

말초부위 혈류량의 변화를 보기 위해 측정한 손가락온도는 허리, 넓적다리, 종아리 가압 시 21°C와 27°C환경에서는 점차 강하하는 경향을 보였으며, 그 현상은 21°C에서 더 뚜렷하였다(Figure 4.4). 손끝피부온 변화에 있어 압박단계에 따른 차이는 보였으나, 일관된 경향은 아니었다. 34°C에서의 손가락온도는 미세하게 상승하는 경향을 보였으나, 압박단계에 따른 차이는 전혀 보이지 않았다.

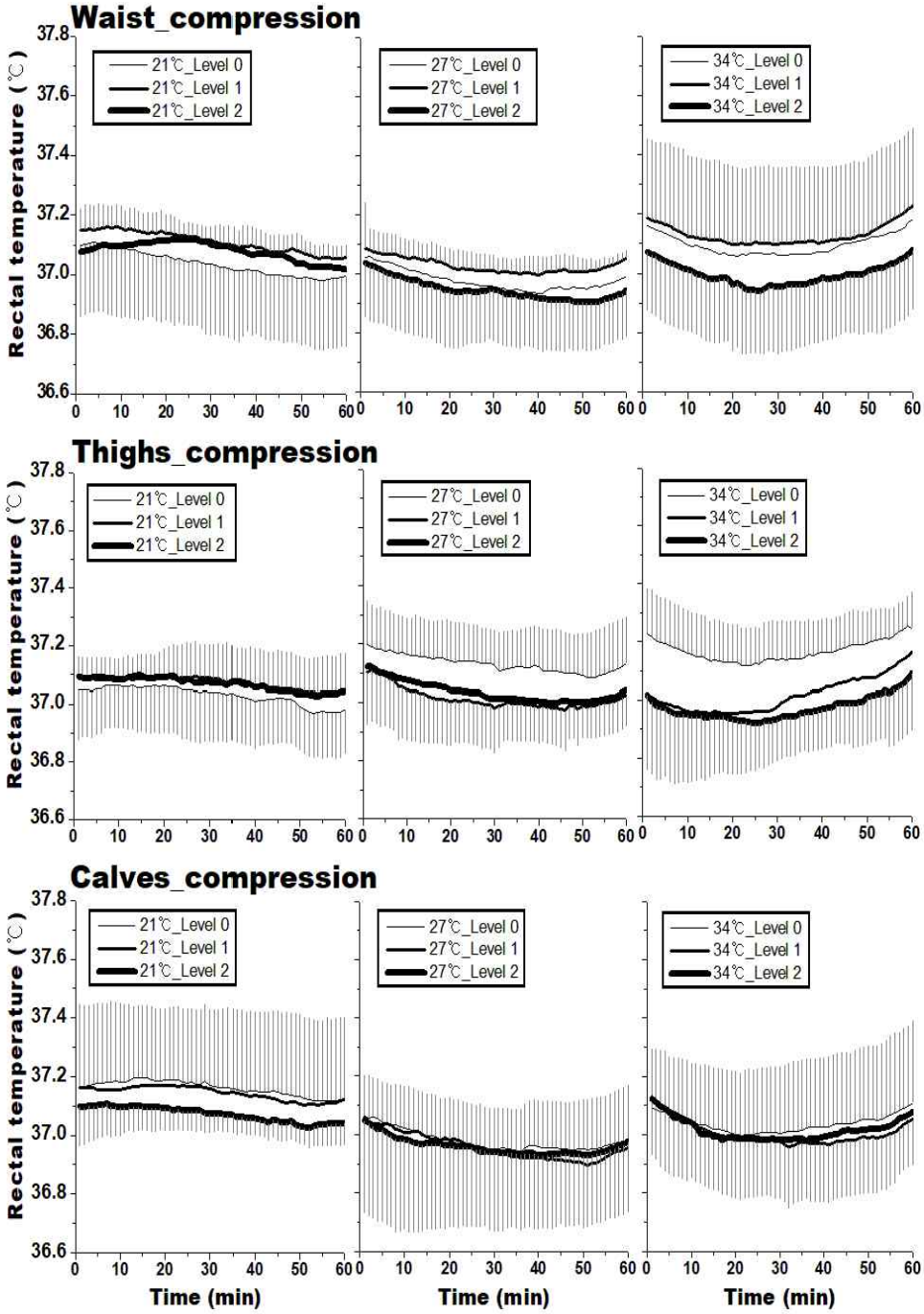


Figure 4.2. Rectal temperature according to clothing pressure level during press the body

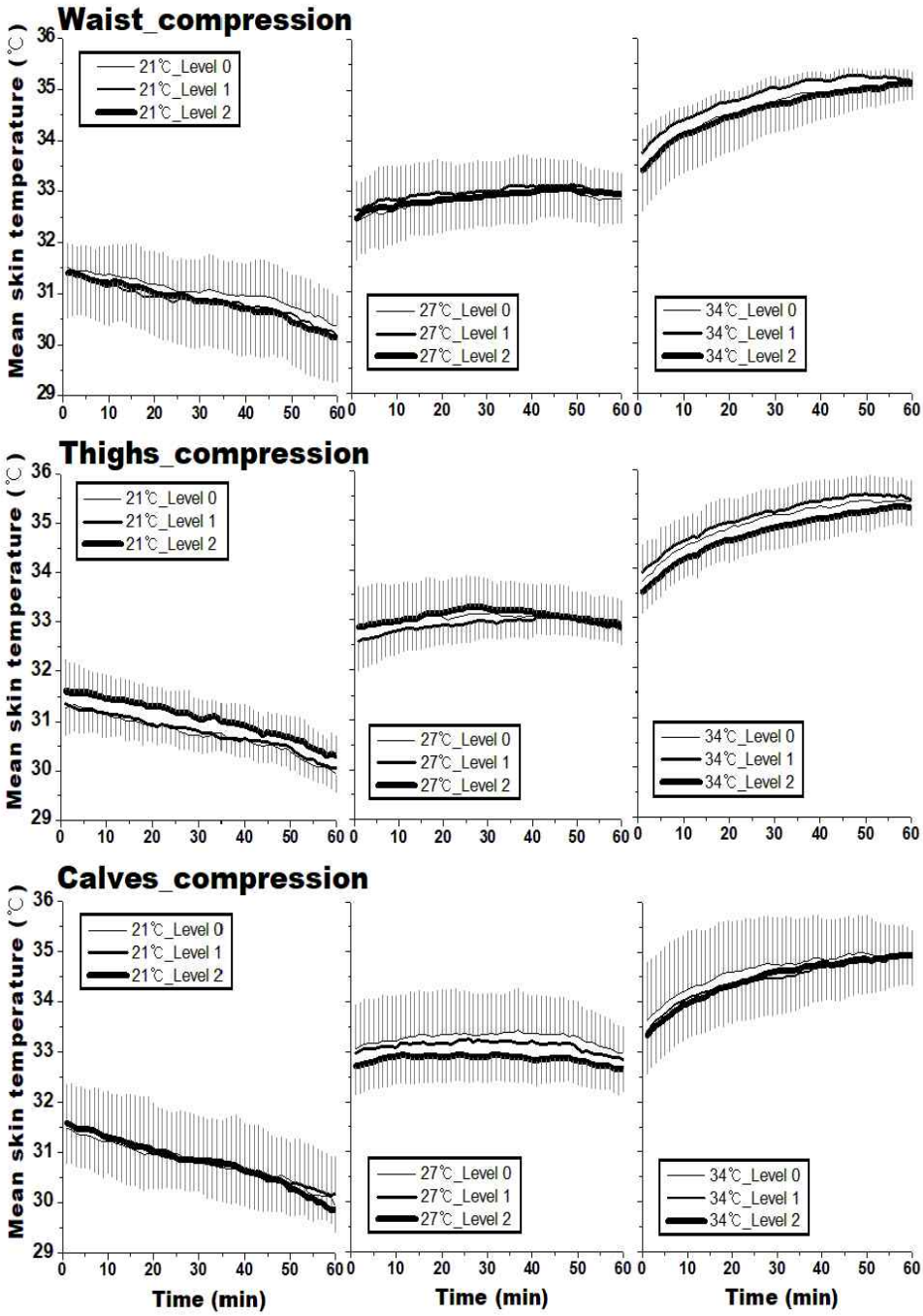


Figure 4.3. Mean skin temperature according to clothing pressure level during press the body

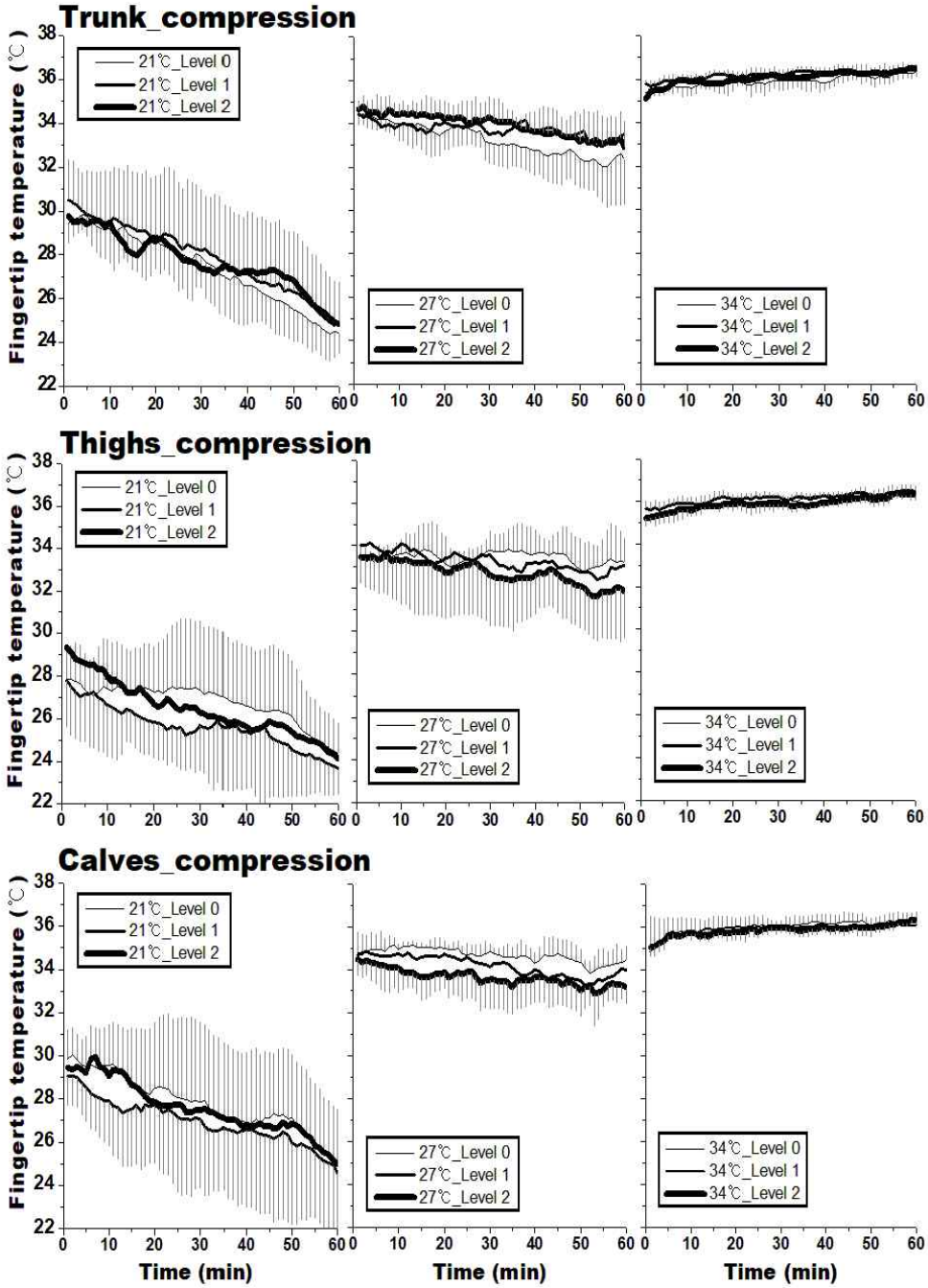


Figure 4.4. Fingertip temperature according to clothing pressure level during press the body

허리 가압 시 압박밴드내 피부온은 21°C에서 미세하게 상승하다가 점차 강하하는 경향을, 27°C와 34°C에서 점차 상승하는 경향을 보였으나, 압박단계에 따른 차이는 보이지 않았다(Figure 4.5). 넓적다리 가압 시 압박 밴드내 피부온은 모든 환경 온도에서 앉아있는 50분 동안은 상승하다가, 서있는 10분 동안은 급격하게 강하하는 경향을 보였으며 그 현상은 환경 온도가 낮을수록 더 뚜렷하였으며 압박단계에 따른 차이는 보이지 않았다. 종아리 가압 시 압박밴드내 피부온은 34°C에서 점차 상승하는 경향을 보인 반면, 21°C와 27°C에서는 점차 강하하는 경향을 보였으며, 그 현상은 21°C에서 더 뚜렷하였다, 그러나, 압박단계에 따른 압박밴드내 피부온 차이는 보이지 않았다.

허리 가압 시 압박밴드내 온도는 모든 환경온도에서 초반에는 급격하게 상승하다가 10분 정도 이후부터는 21°C에서는 유지하는 경향을, 27°C와 34°C에서는 미세하게 상승하는 경향을 보였으나, 압박단계에 따른 차이는 보이지 않았다(Figure 4.6). 넓적다리 가압 시 압박밴드내 온도는 21°C와 27°C에서 앉은 자세에서는 점차 상승하다가 서 있는 10분 동안은 강하하는 경향을 보였으며, 이 현상은 21°C에서 더 뚜렷하였다. 반면, 34°C에서 압박밴드내 온도는 점차 상승하는 경향을 보였으며 압박단계별 차이는 보이지 않았다. 종아리 가압 시 압박밴드내 온도는 모든 환경 온도에서 초반에는 상승하는 경향을 보이다가 21°C에서는 점차 강하하는 경향을, 27°C에서는 미세하게 강하하는 경향을, 34°C에서는 점차 상승하는 경향을 보였으나 압박단계에 따른 차이는 보이지 않았다.

허리와 넓적다리 가압 시 압박밴드내 습도는 21°C에서는 초반에는 강하하다가 유지하는 경향을, 27°C에서는 점차 강하하는 경향을, 34℃에서는 점차 상승하는 경향을 보였으며, 환경 조건에 따라서는 환경 온도가 높을수록 높았다(Figure 4.7). 압박단계별 압박밴드내 습도는 대부분 압박단계에 따른 차이는 보이지 않았으나, 허리 가압 시 34°C에서 2단계 가압 시 가장 낮게 유지하였다. 종아리 가압 시 압박밴드내 습도는 21°C와 27°C에서는 초반에는 미세하게 강하하다가 유지하는 경향을, 34°C에서는 점차 상승하는 경향을 보였으나, 압박단계별 차이는 보이지 않았다.

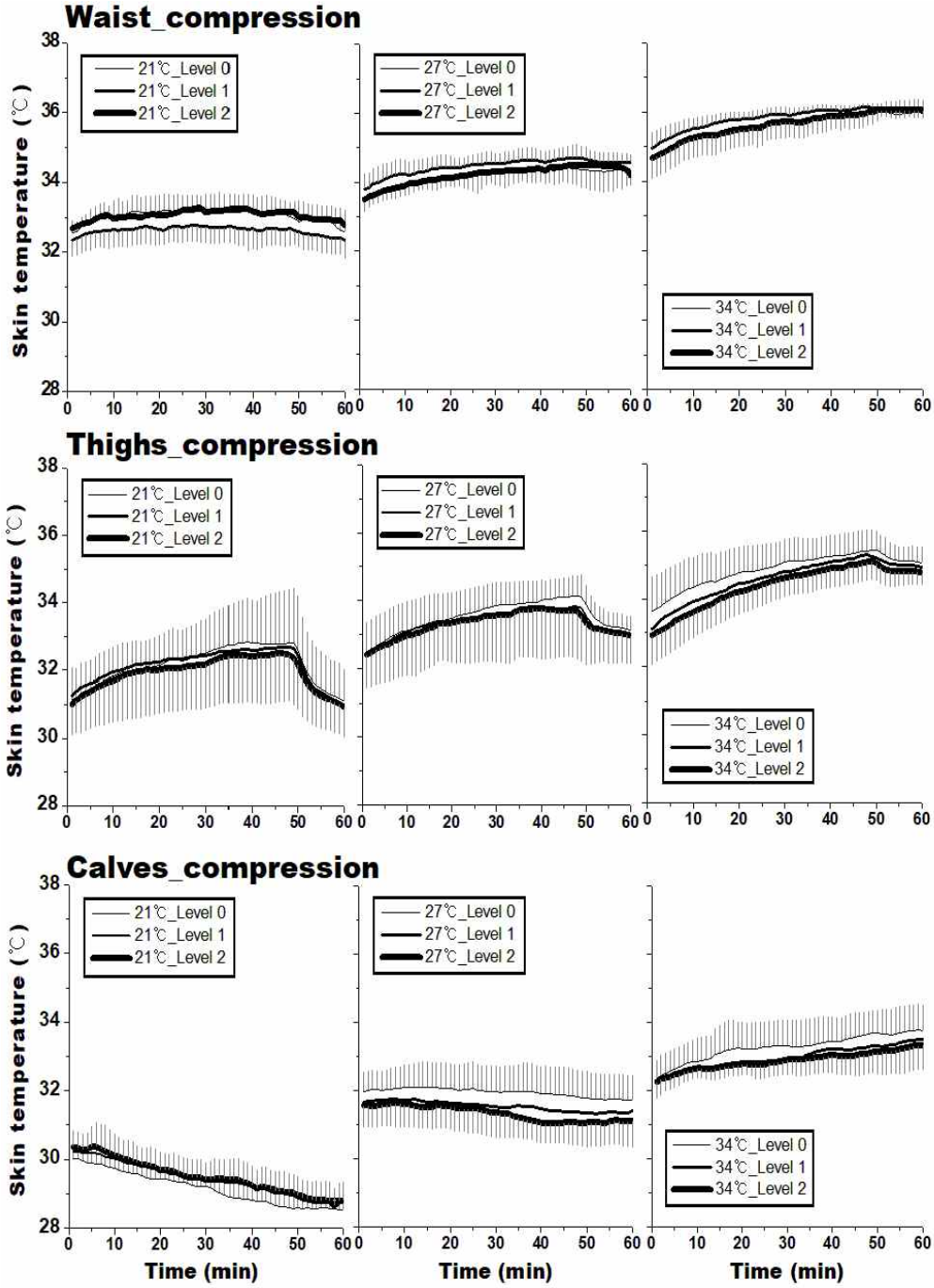


Figure 4.5. Skin temperature inside compression band according to clothing pressure level during press the body

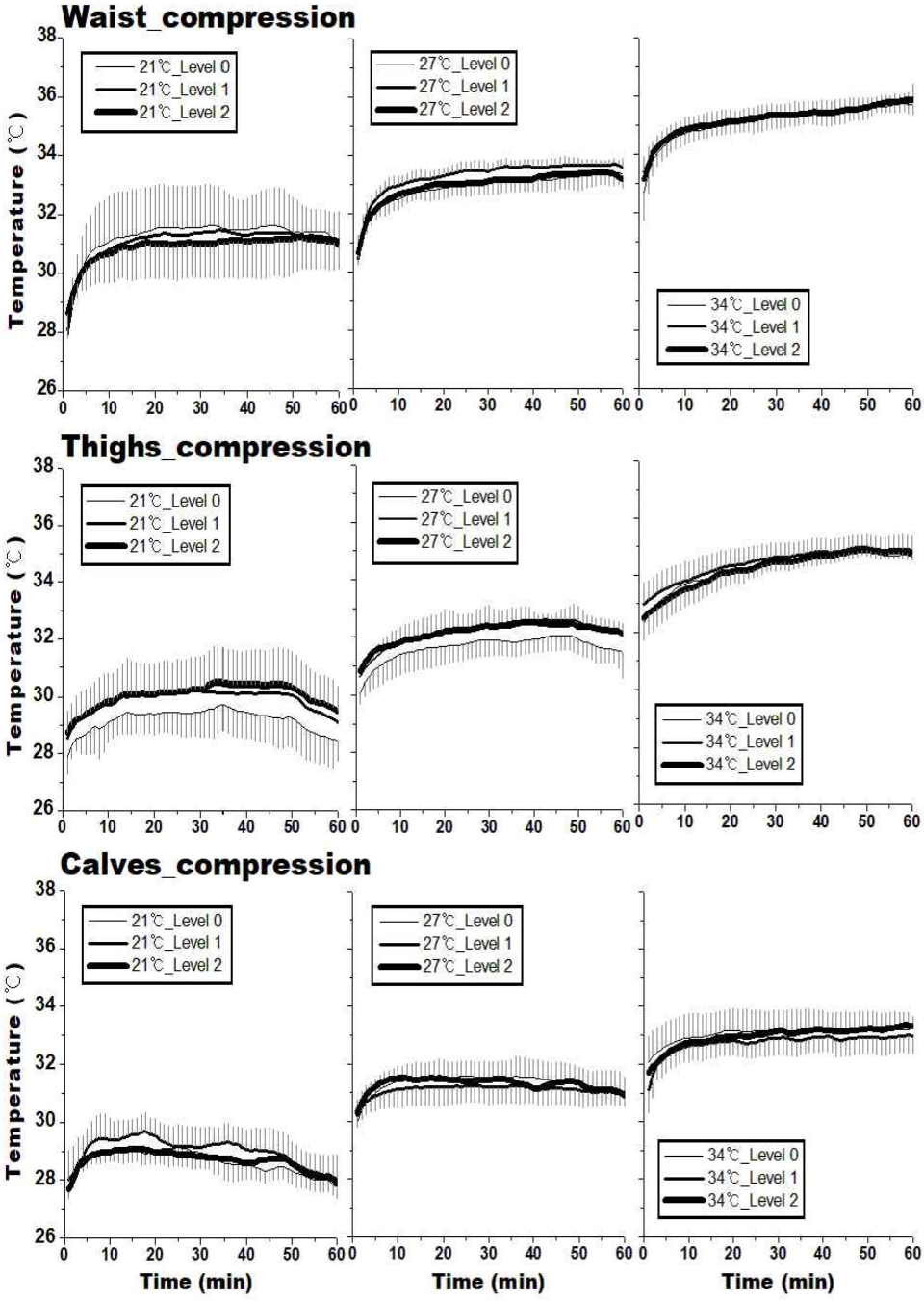


Figure 4.6. Temperature inside compression band according to clothing pressure level during press the body

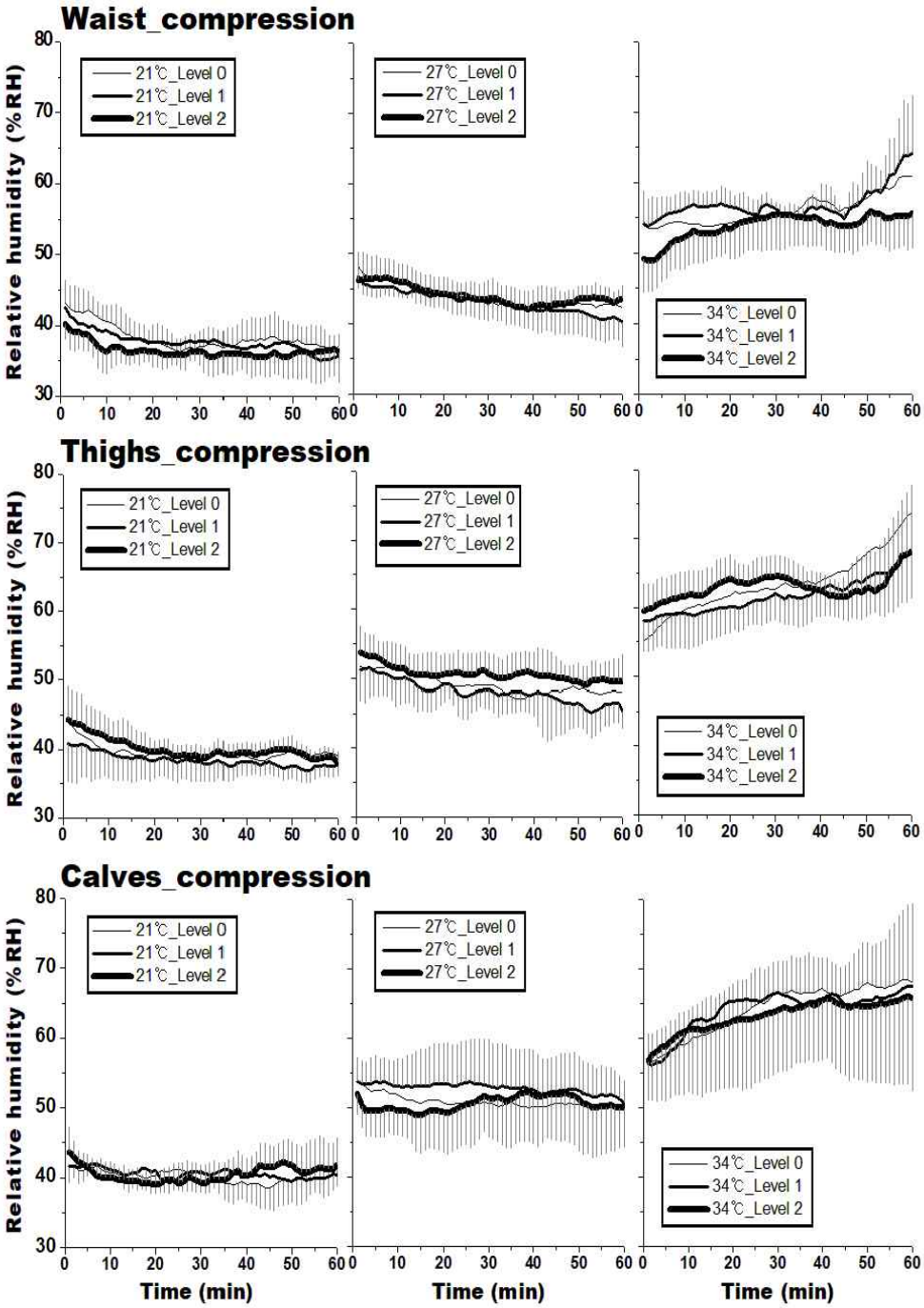


Figure 4.7. Relative humidity inside compression band according to clothing pressure level during press the body

허리와 종아리 가압 시 심박수는 앉은 자세에서는 유지·강하하다가 서 있는 10분 동안 상승하는 경향을 보였는데, 이 현상은 환경온도가 높을수록 더 뚜렷하였으며, 압박단계에 따른 심박수 차이는 보이지 않았다 (**Figure 4.8**). 넓적다리 가압 시 심박수는 모든 환경온도에서 50분 동안 앉은 자세에서는 미세한 상승 또는 유지하다가 서 있는 10분 동안 급격하게 상승하였는데, 이 현상은 21℃와 34℃에서 뚜렷하였으며 압박단계별로는 1단계 가압시가 가장 높은 심박수를 보였다.

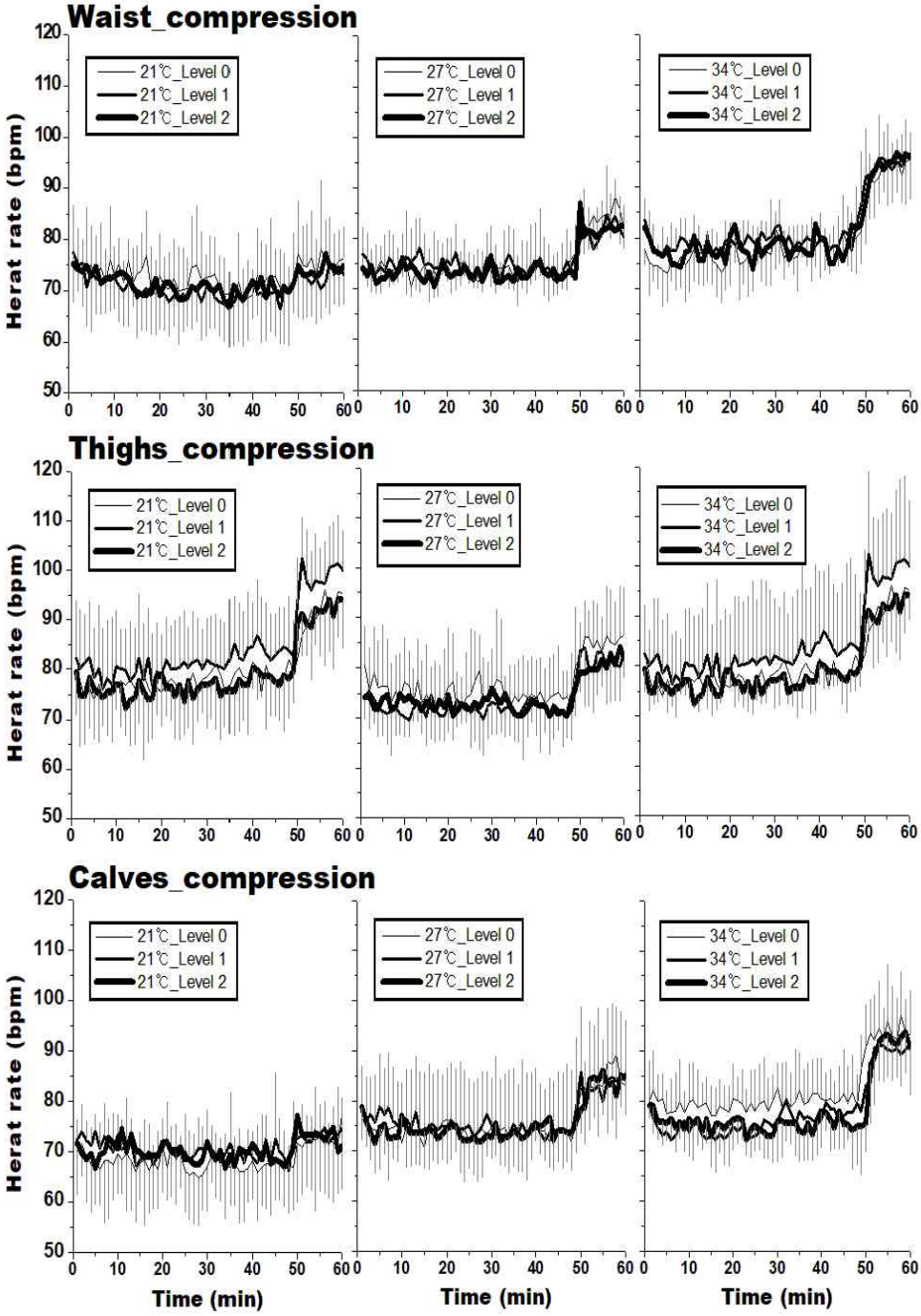


Figure 4.8. Heart rate according to clothing pressure level during press the body

2. 압박단계별 주관감

인체 가압 시 압박단계에 따른 주관감 결과는 [Table 4.10]과 같다.

인체 가압 시 온열감과 습윤감, 압박밴드내 온열감과 습윤감, 온열 쾌적감, 발한 및 전율감, 주관적 힘들기는 압박단계에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으나, 압박감은 압박단계가 높을수록 더 조인다고 느껴 압박단계에 의한 유의한 차이를 보였다($P<0.001$).

그리고, 인체 가압 시 환경온도(AT)와 압박단계(CPL)의 상호작용이 주관감에 영향을 미쳤는지 보기 위해 이원분산분석을 실시한 결과, 허리와 넓적다리 가압 시에는 온열감, 습윤감, 압박밴드내 온열감과 습윤감, 온열쾌적감과 발한 및 전율감, 주관적 힘들기는 환경온도에 의한 유의한 영향을 받았다($P<0.05$). 그러나, 허리 가압 시에는 압박감과 주관적 힘들기가($P<0.01$) 넓적다리 가압 시에는 압박감만 압박단계에 의한 영향을 받았으나($P<0.001$) 환경온도와 압박단계의 상호작용에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다.

종아리 가압 시에는 온열감, 습윤감, 압박밴드내 온열감, 온열쾌적감과 발한 및 전율감($P<0.001$), 주관적 힘들기는 환경온도에 의한 유의한 영향을 받았으며($P<0.05$), 압박감은 압박단계에 의한 영향을 받았으나($P<0.001$) 환경온도와 압박단계의 상호작용에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다.

Table 4.10. Subjective sensation responses according to clothing pressure level during press the body

(Mean ± SD

Items		21°C					27°C					34°C					F-value (two-way Anova)		
		Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	AT	CPL	AT*CPL
Trunk	Thermal S.	-1.4 ±0.4	-1.4 ±0.5	-1.5 ±0.6	-1.4 ±0.5	.10	-0.1 ±0.2	-0.1 ±0.2	-0.1 ±0.1	-0.1 ±0.2	.02	1.3 ±0.3	1.1 ±0.3	1.2 ±0.6	1.2 ±0.4	.23	170.03 ***	.14	.14
	Humidity S.	0.2 ±0.4	-0.2 ±0.4	0.0 ±0.1	0.0 ±0.3	1.49	0.1 ±0.1	0.0 ±0.0	-0.1 ±0.2	0.0 ±0.1	.38	-0.8 ±0.6	-0.8 ±0.7	-0.6 ±0.6	-0.7 ±0.6	.23	14.51 ***	.34	.57
	Thermal S. (CB)	-0.5 ±0.5	-0.7 ±0.6	-0.7 ±0.4	-0.6 ±0.5	.22	0.1 ±0.2	-0.1 ±0.2	-0.4 ±0.8	-0.1 ±0.5	1.06	1.2 ±0.4	0.6 ±1.2	0.7 ±1.6	0.8 ±1.2	.29	12.48 ***	.90	.13
	Humidity S.(CB)	0.0 ±0.0	-0.2 ±0.4	-0.2 ±0.4	-0.1 ±0.3	.50	0.1 ±0.2	-0.1 ±0.2	-0.4 ±0.8	-0.1 ±0.5	1.06	-0.3 ±0.6	-0.7 ±0.6	-0.8 ±0.8	-0.6 ±0.7	.54	3.89 *	1.78	.15
	Thermal comfort	0.8 ±0.7	0.7 ±0.5	0.8 ±0.6	0.8 ±0.6	.04	0.1 ±0.3	0.2 ±0.4	0.2 ±0.4	0.2 ±0.4	.12	1.1 ±0.6	1.2 ±0.8	1.1 ±0.7	1.1 ±0.6	.06	9.85 ***	.06	.06
	Sweating &shivering S.	-0.8 ±0.6	-0.7 ±0.6	-0.8 ±0.7	-0.8 ±0.6	.06	0.0 ±0.0	-0.1 ±0.2	0.0 ±0.0	0.0 ±0.1	.77	0.4 ±0.4	0.4 ±0.3	0.4 ±0.5	0.4 ±0.4	.01	27.01 ***	.00	.09
	Tightness S.	-0.1 ±0.4[a]	1.0 ±0.5[b]	1.9 ±0.5[c]	0.9 ±1.0	21.36***	-0.3 ±0.6[a]	1.1 ±0.4[b]	2.1 ±0.4[c]	1.0 ±1.1	29.19***	0.1 ±0.9[a]	1.8 ±0.8[b]	2.3 ±0.4[b]	1.4 ±1.2	12.38**	2.84	54.75 ***	.57
	Workload S.	0.1 ±0.3	-0.3 ±0.3	-0.5 ±0.4	-0.2 ±0.4	3.74	0.7 ±0.8	0.1 ±0.3	0.0 ±0.3	0.3 ±0.6	2.32	0.1 ±0.1	-0.2 ±0.5	-0.2 ±0.5	-0.1 ±0.4	1.05	5.13 *	6.30 **	.25
Thighs	Thermal S.	-1.3 ±0.4	-1.4 ±0.4	-1.6 ±0.4	-1.4 ±0.4	.55	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	1.00	1.2 ±0.3	1.3 ±0.4	1.2 ±0.3	1.2 ±0.3	.12	296.42 ***	.44	.32
	Humidity S.	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	.00	0.0 ±0.1	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	.29	-0.7 ±0.5	-0.7 ±0.5	-0.9 ±0.6	-0.7 ±0.5	.15	32.94 ***	.13	.18
	Thermal S. (CB)	-1.0 ±0.6	-1.0 ±0.4	-1.0 ±0.4	-1.0 ±0.5	0.04	0.0 ±0.0	0.2 ±0.4	0.1 ±0.2	0.1 ±0.3	.66	1.0 ±0.6	1.3 ±0.4	1.2 ±0.2	1.2 ±0.4	.67	96.78 ***	.68	.20
	Humidity S.(CB)	0.0 ±0.0	-0.1 ±0.2	0.0 ±0.0	0.0 ±0.1	1.00	0.0 ±0.0	0.2 ±0.4	-0.1 ±0.2	0.0 ±0.3	1.23	-0.2 ±0.5	-0.6 ±0.5	-0.7 ±0.6	-0.5 ±0.5	1.23	10.12 ***	1.08	1.40
	Thermal comfort	0.6 ±0.8	0.6 ±0.8	0.8 ±1.0	0.7 ±0.8	.12	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	1.00	1.1 ±0.7	1.2 ±0.8	0.9 ±0.6	1.1 ±0.6	.19	10.63 ***	.00	.22
	Sweating &shivering S.	-0.9 ±0.7	-0.8 ±0.7	-1.1 ±0.7	-0.9 ±0.7	.17	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	.00	0.4 ±0.2	0.5 ±0.4	0.3 ±0.3	0.4 ±0.3	.84	32.01 ***	.58	.16
	Tightness S.	-0.8 ±0.7[a]	1.1 ±0.5[b]	2.5 ±0.5[c]	0.9 ±1.5	39.51***	-0.6 ±0.4[a]	0.6 ±0.9[b]	2.5 ±0.5[c]	0.8 ±1.4	29.34***	-0.7 ±0.8[a]	1.1 ±0.5[b]	2.5 ±0.4[c]	0.9 1.4	29.97***	.22	96.34 ***	.53
	Workload S.	0.2 ±0.7	-0.2 ±0.5	-0.5 ±0.4	-0.1 ±0.6	2.18	0.7 ±0.8	0.6 ±0.6	0.0 ±0.7	0.4 ±0.7	1.86	0.1 ±0.3	0.0 ±0.2	0.1 ±0.3	0.1 ±0.3	.22	4.34 *	2.84	1.08

	Items	21°C					27°C					34°C					F-value (two-way Anova)		
		Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	Level0	Level1	Level2	Mean	F-value	AT	CPL	AT*CPL
Calves	Thermal S.	−1.0 ±0.3	−1.0 ±0.3	−1.1 ±0.3	−1.0 ±0.3	.44	−0.1 ±0.1	−0.1 ±0.1	0.0 ±0.0	−0.1 ±0.1	2.21	1.3 ±0.5	1.2 ±0.3	1.1 ±0.3	1.2 ±0.4	.45	237.25 ***	.44	.52
	Humidity S.	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	.00	0.0 ±0.1	−0.1 ±0.2	0.0 ±0.1	0.0 ±0.1	.83	−0.8 ±0.5	−0.7 ±0.6	−0.8 ±0.5	−0.8 ±0.5	.02	24.16 ***	.01	.10
	Thermal S. (CB)	−0.9 ±0.4	−0.7 ±0.7	−1.0 ±0.9	−0.9 ±0.7	.24	0.2 ±0.4	−0.2 ±0.6	−0.2 ±0.8	−0.1 ±0.6	.72	1.2 ±0.9	0.8 ±1.1	0.4 ±1.5	0.8 ±1.1	.48	14.63 ***	.88	.26
	Humidity S.(CB)	−0.1 ±0.3	−0.2 ±0.4	−0.4 ±0.9	−0.2 ±0.6	.31	−0.1 ±0.3	−0.3 ±0.4	−0.3 ±0.7	−0.2 ±0.5	.41	−0.7 ±0.6	−0.7 ±0.7	−0.9 ±0.9	−0.7 ±0.7	.13	2.95	.59	.08
	Thermal comfort	0.9 ±0.7	0.9 ±0.9	0.9 ±0.9	0.9 ±0.8	.00	0.0 ±0.0	0.2 ±0.2	0.1 ±0.2	0.1 ±0.2	1.09	1.1 ±0.7	1.1 ±0.6	1.1 ±0.7	1.1 ±0.6	.01	10.57 ***	.02	.05
	Sweating &shivering S.	−0.7 ±0.5	−0.6 ±0.6	−0.8 ±0.7	−0.7 ±0.5	.12	0.0 ±0.0	0.0 ±0.1	0.0 ±0.0	0.0 ±0.1	.60	0.5 ±0.5	0.4 ±0.5	0.2 ±0.2	0.4 ±0.4	1.08	28.19 ***	.66	.30
	Tightness S.	−0.7 ±1.4[a]	1.0 ±0.6[b]	2.0 ±0.0[b]	0.8 ±1.4	12.51***	−0.4 ±1.5[a]	1.0 ±0.4[b]	2.1 ±0.5[b]	0.9 ±1.4	8.76***	−0.5 ±1.3[a]	0.9 ±0.5[b]	1.9 ±0.3[b]	0.8 ±1.3	10.12***	.13	30.97 ***	.06
	Workload S.	0.1 ±0.4	−0.1 ±0.3	−0.2 ±0.2	−0.1 ±0.3	1.70	0.7 ±1.2	0.4 ±0.8	0.4 ±0.4	0.5 ±0.8	.15	0.0 ±0.5	0.0 ±0.2	−0.1 ±0.2	0.0 ±0.3	.18	5.00 *	.79	.08

no significant difference	a	ab	b	c	Mean	F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (Level 0, Level 1, Level 2 or 21°C, 27°C, 34°C)

Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

CB: inside compression band, AT: Ambient temp, CPL: Clothing Pressure level

인체 가압 시 압박단계가 주관감에 미친 결과를 시간 경과에 따라 자세히 살펴보면 다음과 같다.

인체 가압 시 온열감은 21°C에서는 '시원하다'에서 점차 춥게, 27°C에서는 춥지도 덥지도 않게 느꼈으며, 34°C에서는 점차 덥게 느꼈다(**Figure 4.9**). 인체 가압 시 전체적으로 압박단계에 따른 온열감에는 유의한 차이는 보이지 않았으나, 종아리 가압 시 21°C에서는 시간이 경과함에 따라 2단계 가압 시 더 춥게 느꼈으며, 34°C에서는 오히려 압박을 가하지 않았을 때가 더 따뜻하게 느껴 다른 경향을 나타냈으나 통계적으로는 유의하지는 않았다.

인체 가압 시 습윤감은 21°C와 27°C에서는 '건조하지도 습하지도 않다'고 느꼈으며, 34°C에서는 초반에는 '건조하지도 습하지도 않다'고 느꼈으나 점차 '약간 습하다'고 느꼈으며 이 현상은 허리와 종아리 가압 시 더 뚜렷하였다(**Figure 4.10**). 그러나, 압박단계에 따른 습윤감은 유의한 차이는 보이지 않았다.

인체 가압 시 압박밴드내 온열감은 21°C에서는 허리 가압 시에는 '시원하다'라고 느꼈으나, 넓적다리와 종아리 가압 시에는 점차 '춥다'고 느꼈다(**Figure 4.11**). 27°C에서는 '춥지도 덥지도 않다'라고 느꼈으나 종아리 가압 시 1, 2단계 압박을 가했을 때는 시간이 경과함에 따라 점차 '시원하다'라고 느껴 압박단계에 따른 다른 양상을 보였다. 34°C에서는 인체 가압 시 '따뜻하다'라고 느꼈으나, 허리와 종아리 가압 시 압박을 가하지 않았을 때 보다 1, 2단계 가압 시 좀 더 시원하게 느껴 압박단계에 따른 차이를 보였다.

인체 가압 시 압박밴드내 습윤감은 21°C와 27°C에서는 '건조하지도 습하지도 않다'고 느꼈으며, 34℃에서는 초반에는 '건조하지도 습하지도 않다'고 느꼈으나 점차 '약간 습하다'고 느꼈으며 이 현상은 종아리 가압 시 더 뚜렷하였다(**Figure 4.12**). 특히, 넓적다리 가압 시에는 1, 2단계

압박을 가했을 때 보다 압박을 가하지 않았을 때가 시간이 경과함에 따라 '약간 건조하다'라고 느껴 압박단계에 따른 차이를 보였다.

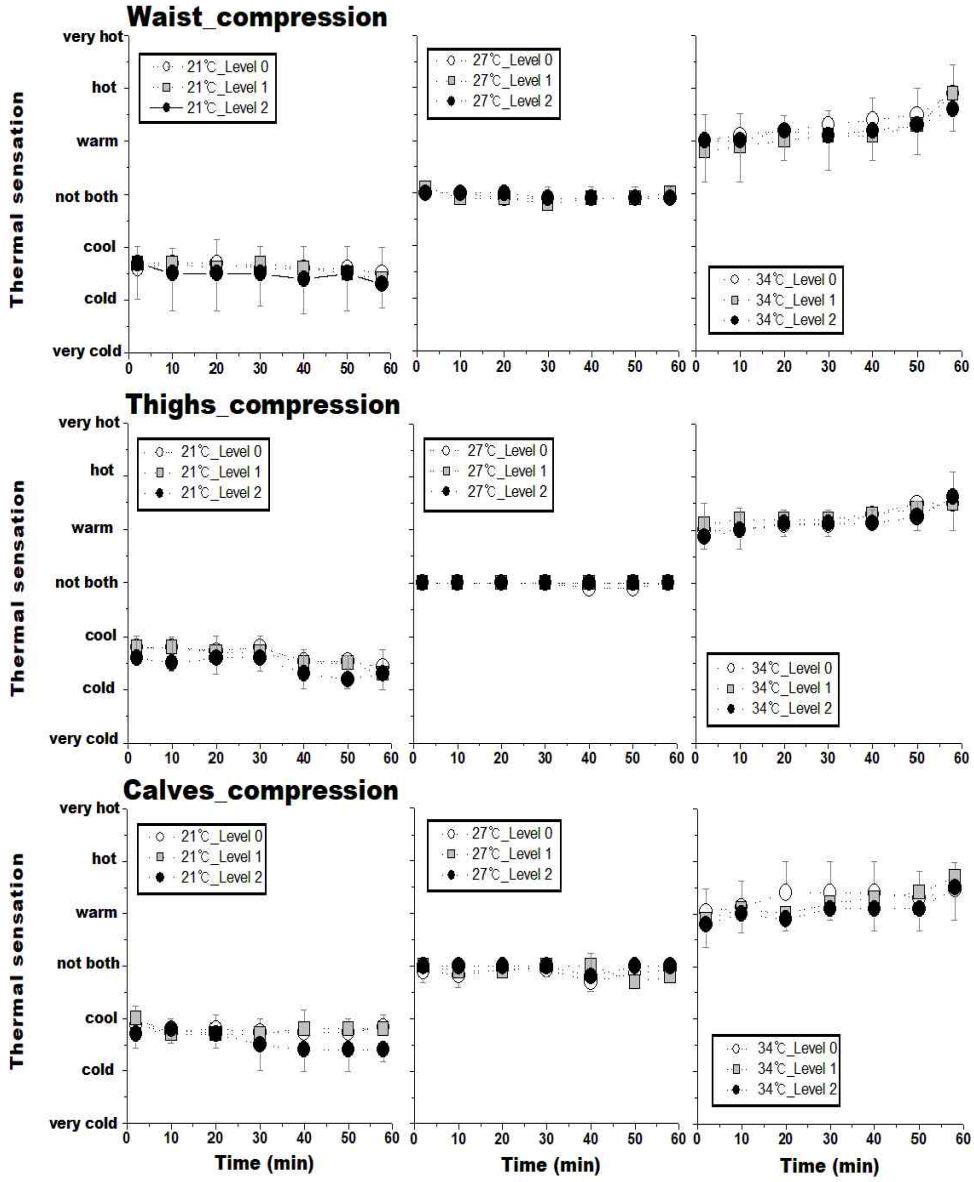


Figure 4.9. Thermal sensation according to clothing pressure level during press the body.

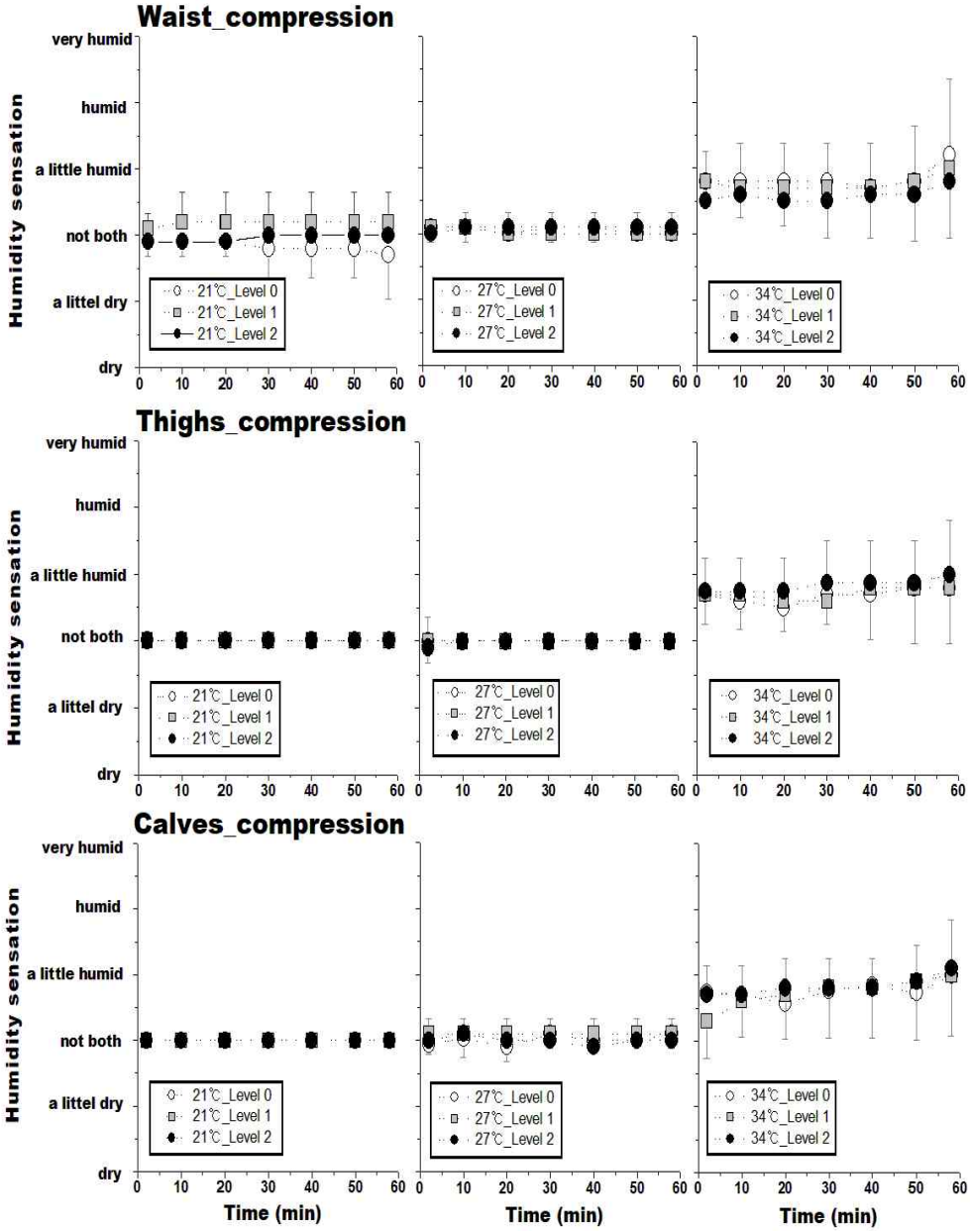


Figure 4.10 Humidity sensation according to clothing pressure level during press the body.

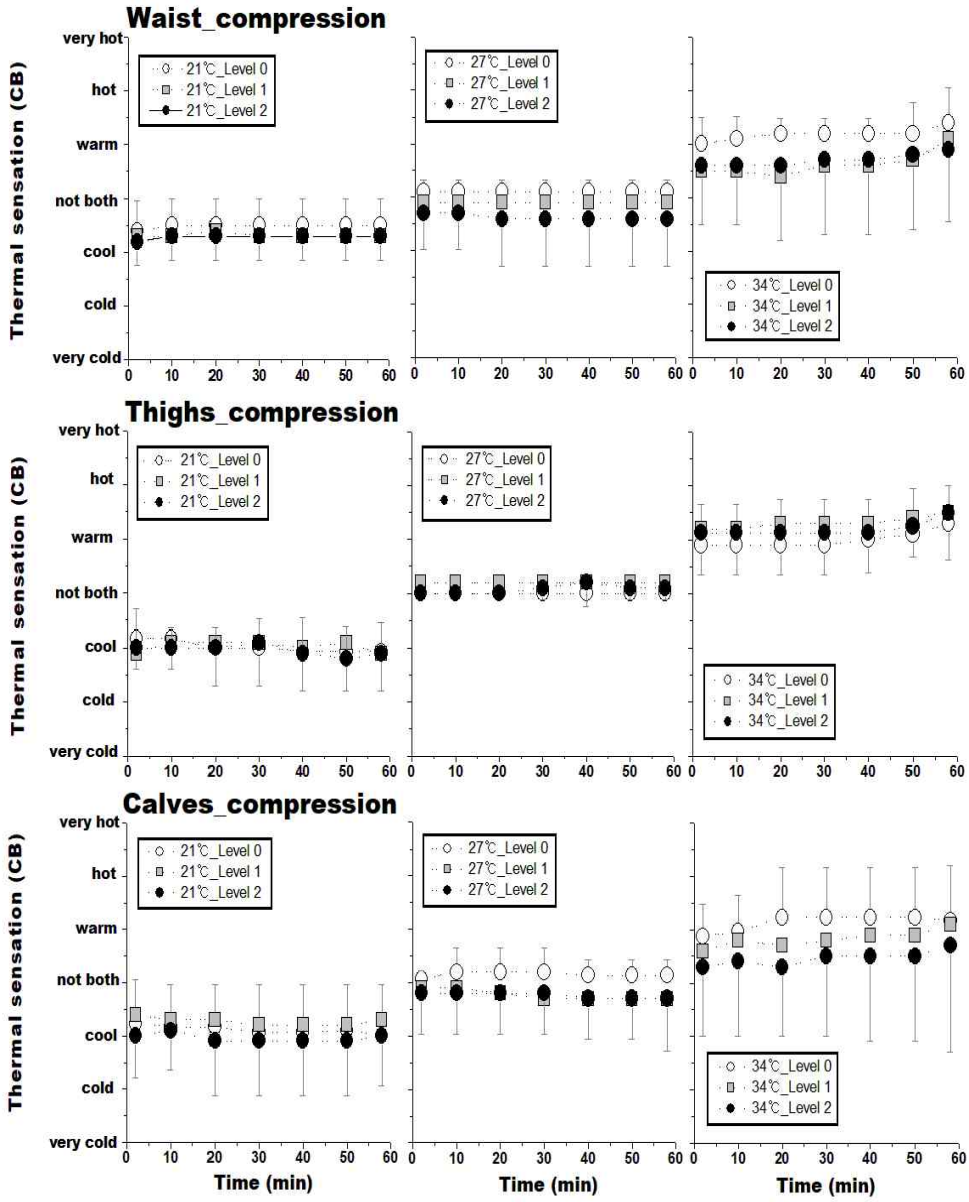


Figure 4.11. Thermal sensation inside compression band according to clothing pressure level during press the body.

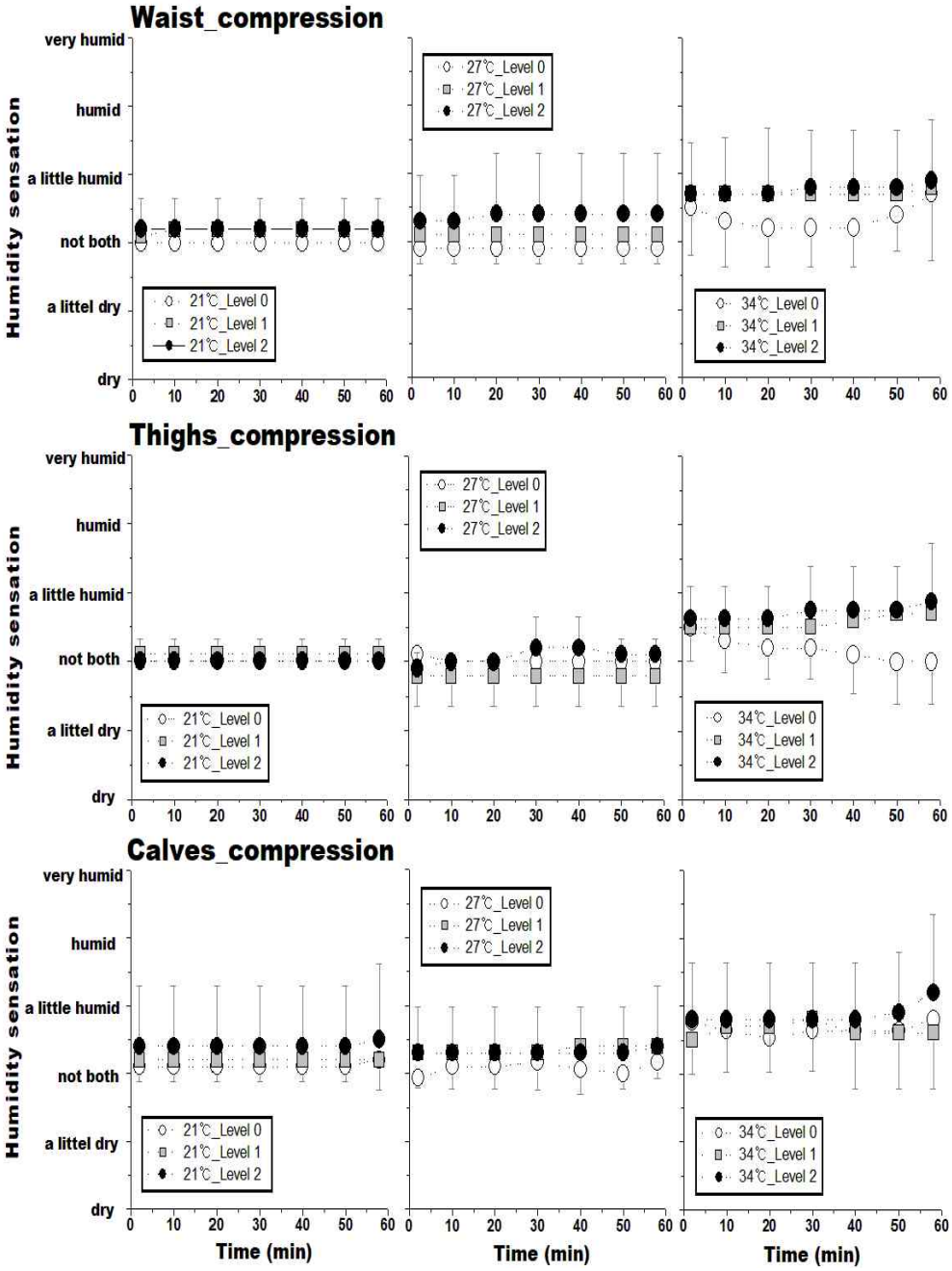


Figure 4.12. Humidity sensation inside compression band according to clothing pressure level during press the body.

인체 가압 시 온열 쾌적감은 21°C에서는 '약간 불쾌하다'고 응답했으며, 27°C에서는 '쾌적하다'고 응답하였다(**Figure 4.13**). 34°C에서는 '약간 불쾌하다'에서 시간이 경과함에 따라 '불쾌하다'고 응답해 압박단계에 따른 유의한 차이는 보이지 않았다.

인체 가압 시 발한 및 전율감은 21°C에서는 초반에는 '떨리지도 땀이 나지도 않는다'에서 점차 '약간 떨린다'고 응답했으며, 27°C에서는 '떨리지도 땀이 나지도 않는다'고 응답하였다(**Figure 4.14**). 34℃에서는 초반에는 '떨리지도 땀이 나지도 않는다'고 응답했으나 시간이 경과함에 따라 '약간 땀이 난다'고 응답했다.

인체 가압 시 압박감을 살펴보면, 허리와 종아리의 경우 압박을 가하지 않았을 때는 '잘 맞는다', 1단계 가압시에는 '약간 조인다', 2단계 가압 시에는 '조인다'고 응답해 압박단계에 따른 유의차를 보였다($P<0.001$). 특히 34℃에서 허리 부위에 1단계 가압 시 시간이 경과함에 따라 더 조인다고 응답하였으며, 종아리 가압 시에는 선 자세에서 '아주 조인다'고 응답해 시간과 자세에 따른 차이를 보였다(**Figure 4.15**). 넓적다리 가압 시 압박을 가하지 않았을 때는 '약간 느슨하다', 1단계 가압 시에는 '약간 조인다', 2단계 가압 시에는 '아주 조인다'고 응답해 압박단계에 따른 차이를 보였다.

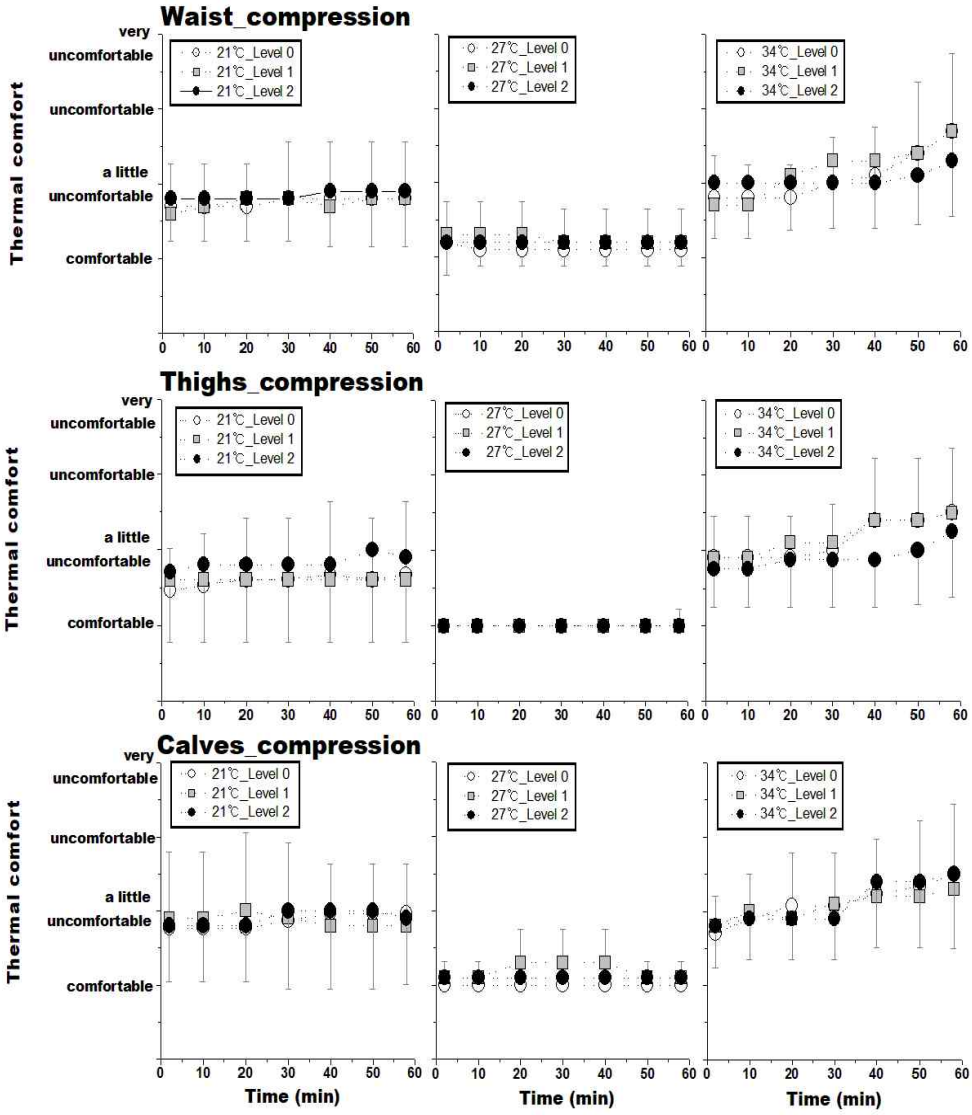


Figure 4.13. Thermal comfort according to clothing pressure level during press the body.

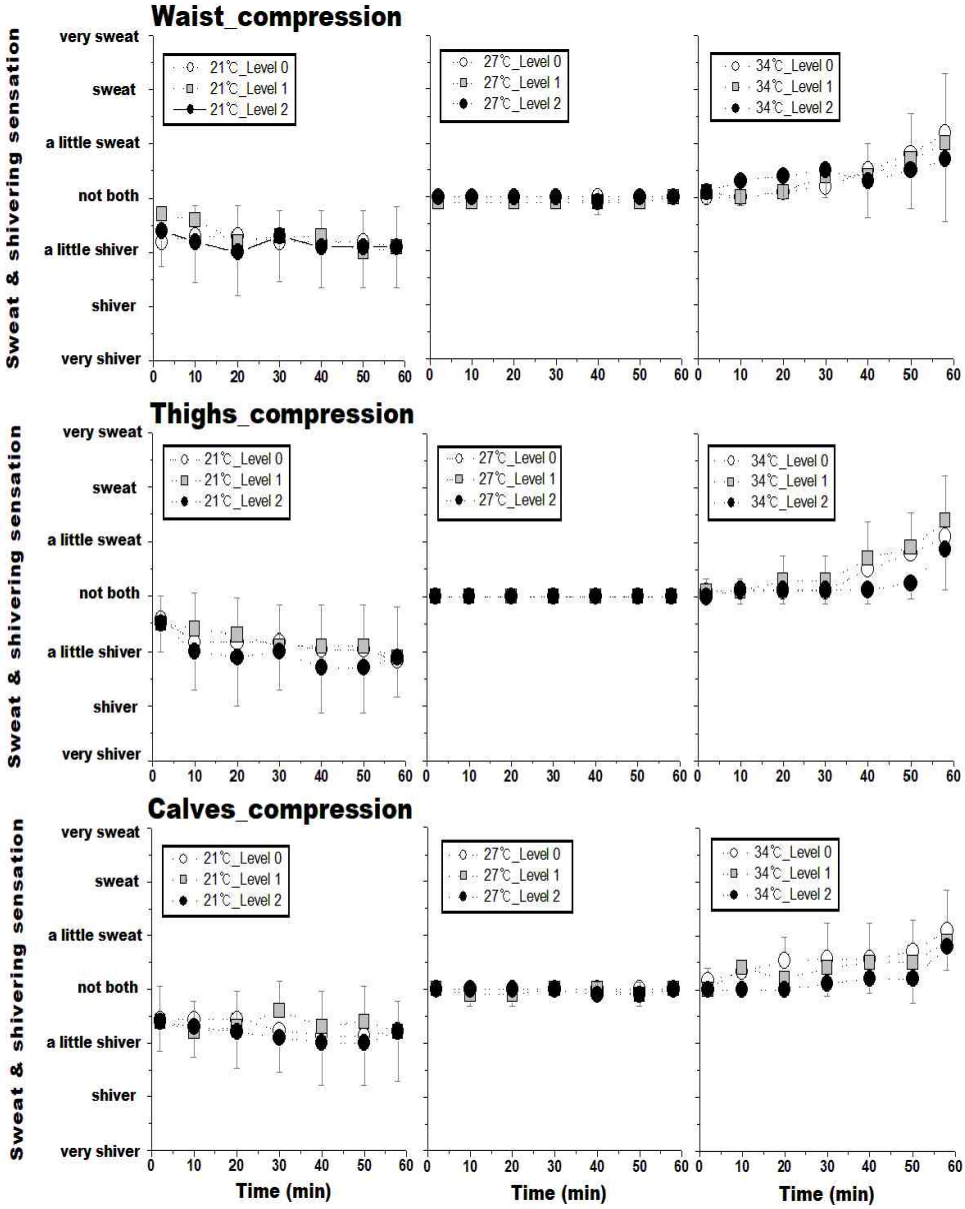


Figure 4.14. Sweat & shivering sensation according to clothing pressure level during press the body.

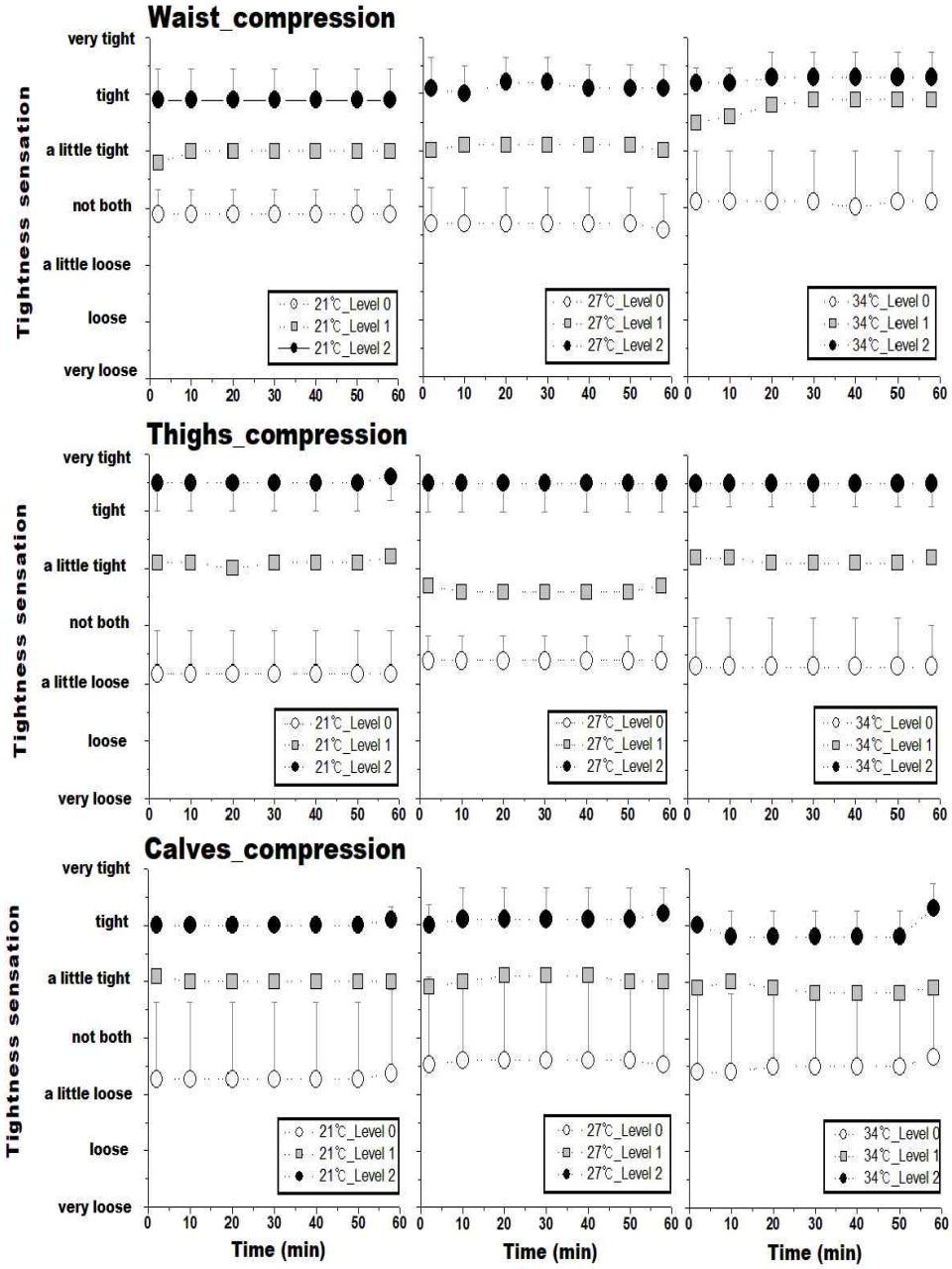


Figure 4.15. Subjective tightness sensation according to clothing pressure level during press the body.

주관적 힘들기는 허리 가압 시 21°C에서는 초반에는 모든 압박단계에서 '쉽지도 힘들지도 않다'고 응답하였으나 시간이 경과함에 따라 1, 2단계 압박 시에는 '약간 힘들다'고 응하였으며, 27°C에서는 압박을 가하지 않았을 때가 1, 2단계 가압 시 보다 좀 더 쉽게 느껴 압박단계에 따른 차이를 보였다(**Figure 4.16**). 반면에 34°C에서는 모든 압박단계에서 시간이 경과함에 따라 초반보다 더 힘들게 느껴 압박단계에 따른 유의한 차이는 보이지 않았다.

넓적다리 가압 시 주관적 힘들기는 21°C와 27°C에서는 압박을 가하지 않았을 때가 2단계 압박을 가했을 때 보다 좀 더 쉽게 느껴 압박단계에 따른 차이를 보였으나, 34°C에서는 초반에는 '쉽지도 힘들지도 않다'고 응답하였으나 시간이 경과함에 따라 좀 더 힘들다고 응답하였으나 압박단계에 따른 차이는 없었다.

종아리 가압 시 주관적 힘들기는 21°C에서는 '쉽지도 힘들지도 않다', 27°C와 34℃에서는 '약간 쉽다'라고 응답해 환경온도에 따른 차이는 보였으나, 압박단계에 따른 차이는 보이지 않았다.

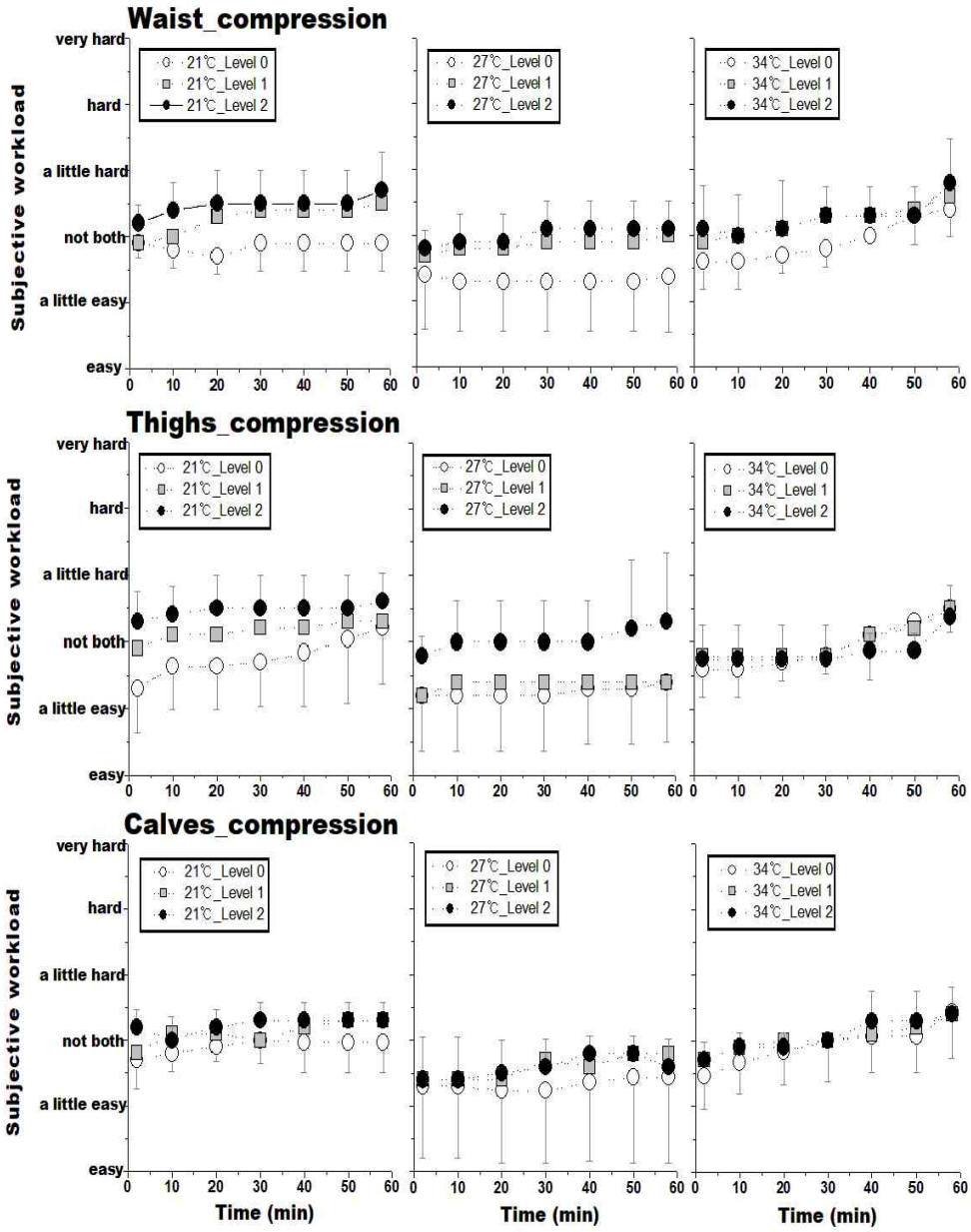


Figure 4.16 Subjective workload sensation according to clothing pressure level during press the body.

3. 의복압과 생리·심리반응과의 상관관계

1) 의복압과 생리반응과의 상관관계

1시간 동안 인체 가압 시 의복압과 생리반응 간의 상관관계는 [Table 4.11]과 같다.

허리 가압 시 21°C에서 의복압은 생리반응과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, 27°C에서는 의복압과 평균피부온이 부적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 평균피부온이 낮아지는 경향을 보였다($P<0.01$). 34°C에서는 체중감소량과 부적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 체중감소량이 감소하는 경향을 보였다($P<0.05$).

넓적다리 가압 시 21°C에서 의복압은 손가락온도와 압박밴드내 습도와 정적 상관관계를 보여 의복압이 높을수록 손가락온도는 상승하는 경향을, 압박밴드내 습도는 증가하는 경향을 보였다($P<0.05$). 27°C에서 의복압은 평균피부온($P<0.05$)과 압박밴드내 피부온($P<0.01$)과 부적상관관계를 보여 의복압이 높아질수록 평균피부온과 압박밴드내 피부온이 하강하는 경향을 보였다. 34°C에서는 의복압과 생리반응은 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 그러나, 환경온에 상관없이 넓적다리 가압 시 의복압은 수축기혈압 변화도와 부적상관관계를 보여 의복압이 높아질수록 수축기 혈압 변화도는 감소하는 경향을 보였다($P<0.05$).

종아리 가압 시 의복압은 환경별로는 생리반응과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, 환경온에 상관없이 압박밴드내 습도와 정적상관관계를 보여 의복압이 높아질수록 압박밴드내 습도가 상승하는 경향을 보였다($P<0.05$).

Table 4.11. Correlation of clothing pressure and physiological responses according to environmental temperature during press the body

Items \ Clothing pressure	Waist				Thighs				Calves			
	21℃	27℃	34℃	Total	21℃	27℃	34℃	Total	21℃	27℃	34℃	Total
Total weight loss	-.162	.180	-.532*	-.246	-.190	.062	-.521	-.198	-.403	-.501	-.343	-.271
Rectal temp.	-.434	.447	-.330	-.139	.334	.103	-.416	.003	-.095	-.301	.113	-.139
Mean skin temp.	-.476	-.647**	-.317	.041	-.018	-.624*	-.525	-.087	-.022	-.185	-.236	.197
Fingertip temp.	.196	.350	.087	.132	.559*	.149	-.232	.094	.187	-.096	-.070	.267
Skin temp(CB)	.384	-.329	-.055	.161	-.319	-.671**	-.284	-.256	.293	-.206	-.298	.226
Air temp.(CB)	-.010	.277	.470	.189	.014	-.251	-.414	-.073	-.031	-.206	-.151	.225
Relative humidity(CB)	-.076	.008	.021	.182	.587*	.461	.302	.123	.232	.011	.168	.303*
ΔSBP	.208	.336	-.272	-.110	-.326	-.139	-.493	-.334*	.360	.004	.211	.124
ΔDBP	.092	-.124	-.279	-.079	-.074	-.103	-.378	-.214	.294	-.241	.174	-.043
Heart rate	.017	-.257	.053	.109	.214	-.065	-.329	-.061	.349	.210	-.302	.235

-1.0 -0.8 -0.6 -0.4 -0.2 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

CB: inside Compression Band, SBP: Systolic pressure, DBP: Diastolic pressure

Thick border when statistically significant difference occurs between groups

2) 의복압과 주관적 반응과의 상관관계

1시간 동안 인체 가압 시 의복압과 주관적 반응 간의 상관관계는 [Table 4.12]와 같다.

허리 가압 시 21°C에서는 의복압은 압박밴드내 습윤감과 부적상관관계를 나타내 의복압이 높아질수록 압박밴드 부위를 더 건조하게 느끼는 것으로 나타났으며($P<0.05$), 주관적 힘들기와는 정적상관관계를 나타내 의복압이 높을수록 더 힘들게 느끼는 것으로 나타났다($P<0.05$). 34°C에서 의복압은 압박감과는 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 더 큰 압박감을 느끼는 것으로 나타났다($P<0.01$). 그리고 환경온에 상관없이 의복압은 압박밴드내 습윤감과 부적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 압박밴드 부위를 더 건조하게 느끼는 것으로 나타났으며($P<0.01$), 온열쾌적감($P<0.05$), 압박감($P<0.001$), 주관적 힘들기와는 정적상관관계 나타내($P<0.05$) 의복압이 높을수록 더 불쾌하게, 더 조이게, 더 힘들게 느끼는 것으로 나타났다.

넓적다리 가압 시 21°C에서 의복압은 온열쾌적감($P<0.05$), 압박감($P<0.01$), 주관적 힘들기와는 정적상관관계를($P<0.05$), 전율 및 발한감과는 부적상관관계를 나타내($P<0.05$) 의복압이 높을수록 더 불쾌하게, 더 조이게, 더 힘들게, 더 떨리는 느낌이 든다고 응답하였다. 34°C에서 의복압은 압박밴드내 습윤감과는 부적상관관계를($P<0.01$), 압박감과는 정적상관관계를 보여($P<0.01$) 의복압이 높을수록 압박밴드 부위를 더 건조하게, 더 조이게 느끼는 것으로 나타났다. 넓적다리 가압 시 환경온도에 상관없이 압박감과 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 더 조이게 느끼는 것으로 나타났다($P<0.001$).

종아리 가압 시 21°C($P<0.01$), 27°C에서($P<0.05$) 의복압은 압박감과 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 더 조인다고 느꼈으며, 환경온에 상관없이 습윤감과 압박밴드내 습윤감과는 부적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 더 건조하게 느끼는 것으로 나타났으며($P<0.05$) 압박감과는 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 더 조인다고 응답하였다($P<0.001$).

Table 4.12. Correlation of clothing pressure and subjective responses according to environmental temperature during press the body

Items \ Clothing pressure	Waist				Thighs				Calves			
	21℃	27℃	34℃	Total	21℃	27℃	34℃	Total	21℃	27℃	34℃	Total
Thermal sensation	-.495	-.357	.175	.097	-.484	.077	-.322	-.073	-.473	.391	.133	.241
Humidity sensation	-.038	-.158	-.101	-.218	.000	-.037	-.520	-.156	.000	-.132	-.272	-.303*
Thermal sensation (CB)	-.305	-.250	-.134	-.012	-.246	.155	-.026	-.025	-.361	-.246	-.005	.067
Humidity sensation (CB)	-.548*	-.250	.462	-.471**	.168	.169	-.794**	-.245	-.271	-.354	-.255	-.347*
Thermal comfort	.101	-.156	.485	.366*	.626*	.127	.119	.226	.287	.311	.292	.264
Sweating and shivering sensation	-.230	.310	.236	.067	-.632*	.000	-.150	-.203	-.358	-.107	.051	.105
Tightness sensation	.489	.259	.748**	.557***	.747**	.408	.726**	.616***	.701**	.556*	.326	.511***
Workload sensation	.563*	-.183	.495	.351*	.614*	.123	.021	.226	.453	.098	.194	.156

-1.0 -0.8 -0.6 -0.4 -0.2 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

CB: inside Compression Band, SBP: Systolic pressure, DBP: Diastolic pressure

Thick border when statistically significant difference occurs between groups

제 3 절 압박부위별 의복압과 생리·심리반응

1. 압박부위별 생리반응

1) 무압박시 압박부위별 생리반응

무압박시 압박 부위에 따른 생리반응 결과는 [Table 4.13]과 같다.

체중감소량, 직장온, 평균피부온은 모든 환경온도에 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

손가락온도는 21°C와 34°C환경에서는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으나, 27°C에서는 종아리 가압 시에 34.6 ± 0.3°C로 허리와 넓적다리 가압 시의 33.4 ± 1.0°C, 33.3 ± 0.7°C 보다 더 높았다($P<0.05$).

압박밴드내 피부온은 21℃에서는 허리, 넓적다리, 종아리가 33.0 ± 0.4°C, 31.9 ± 1.1°C, 29.3 ± 0.4°C 순으로($P<0.001$), 27°C와 34°C에서는 허리와 넓적다리, 종아리 순으로 높게 나타났다($P<0.001$).

압박밴드내 온도는 21°C와 27°C에서는 허리가 31.2 ± 1.2°C, 32.9 ± 0.4°C로 넓적다리와 종아리 부위보다 높게 나타났으며($P<0.01$), 34°C에서는 35.1 ± 0.3°C, 34.2 ± 0.4°C, 33.0 ± 0.7°C로 허리, 넓적다리, 종아리 순으로 높게 나타났다($P<0.001$).

압박밴드내 습도는 21°C와 34°C에서는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으나, 27°C에서는 종아리와 넓적다리가 50.8 ± 2.9%RH, 49.1 ± 2.6%RH로 허리 43.7 ± 2.0%RH 보다 더 높게 나타났다($P<0.01$).

이 외에 수축기와 이완기 혈압, 심박수는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

무압박시 생리반응에 미치는 환경온도와 압박부위의 상호작용 효과가 있는지 보기 위한 이원분산분석 결과 체중감소량(($P<0.05$), 평균피부온, 손가락온도, 압박밴드내 피부온과 온도, 압박밴드내 습도($P<0.001$), 심박수는 환경온도에 따른 유의한 차이를 보였다($P<0.01$). 압박밴드내 피부온, 온도와 습도는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보였으나($P<0.001$), 환경온도와 압박부위의 상호작용에 의한 유의한 차이는 보이지 않았다.

Table 4.13. Physiological responses according to the pressed body part during level 0 compression (Mean±SD)

Items		21°C					27°C					34°C					F-value (two-way Anova)		
		Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	AT	PBP	AT*PBP
Total weight loss (g/㎡/hr)		21.1 ±2.4	21.3 ±4.1	22.1 ±2.3	21.5 ±2.9	.15	25.8 ±10.9	20.4 ±3.7	31.1 ±15.0	25.8 ±11.1	1.20	28.7 ±7.2	28.8 ±4.3	29.5 ±5.1	29.0 ±5.3	.03	3.96*	1.18	.77
Rectal temp. (°C)		37.0 ±0.2	37.0 ±0.1	37.2 ±0.2	37.1 ±0.2	.53	37.0 ±0.2	37.1 ±0.1	37.0 ±0.2	37.0 ±0.2	2.15	37.1 ±0.2	37.2 ±0.1	37.0 ±0.2	31.1 ±0.2	.84	.79	.86	1.01
Mean skin temp. (°C)		31.0 ±0.6	30.7 ±0.3	30.7 ±0.7	30.8 ±0.5	.57	32.8 ±0.6	33.0 ±0.1	33.2 ±0.8	33.0 ±0.6	.45	34.6 ±0.4	34.9 ±0.4	34.6 ±0.9	34.7 ±0.6	0.42	172.82 ***	.04	.69
Finger tip temp. (°C)		27.4 ±1.3	26.1 ±2.3	27.8 ±2.7	27.1 ±2.2	.85	33.4 ±1.0[a]	33.3 ±0.7[a]	34.6 ±0.3[b]	33.8 ±0.9	4.93*	35.9 ±0.3	36.1 ±0.3	35.0 ±0.5	36.0 ±0.4	0.20	178.05 ***	2.04	.80
Skin temp. inside CB (°C)		33.0 ±0.4[c]	31.9 ±1.1[b]	29.3 ±0.4[a]	31.4 ±1.8	35.40***	34.2 ±0.4[b]	33.5 ±0.7[b]	31.9 ±0.7[a]	33.2 ±1.2	19.88***	35.6 ±0.3[b]	34.9 ±0.7[b]	33.2 ±0.7[a]	34.6 ±1.2	21.16***	91.72 ***	76.32 ***	2.10
Temp. inside CB (°C)		31.2 ±1.2[b]	29.2 ±0.8[a]	28.6 ±0.4[a]	26.7 ±1.4	12.16**	32.9 ±0.4[b]	31.6 ±0.6[a]	31.3 ±0.6[a]	31.9 ±0.9	14.10**	35.1 ±0.3[c]	34.2 ±0.4[b]	33.0 ±0.7[a]	34.1 ±1.1	21.32***	169.83 ***	40.35 ***	1.46
Humidity inside CB(%RH)		38.3 ±2.1	39.8 ±1.9	40.4 ±1.9	39.5 ±2.1	1.46	43.7 ±2.0[a]	49.1 ±2.6[b]	50.8 ±2.9[b]	47.9 ±3.9	10.57**	56.0 ±6.6	63.6 ±4.4	64.5 ±4.6	61.4 ±6.3	3.88	142.30 ***	11.51 ***	1.38
SBP (mmHg)	Before	100.2 ±3.2	100.9 ±6.6	99.2 ±4.5	100.1 ±4.7	.14	94.1 ±3.4	98.5 ±4.0	97.7 ±5.5	96.7 ±4.5	1.45	98.1 ±2.2	96.9 ±5.4	96.9 ±1.7	97.3 ±3.3	.20	2.58	.34	.74
	After	102.1 ±3.0	105.6 ±7.6	100.1 ±3.5	102.6 ±5.3	1.45	97.0 ±5.6	98.0 ±5.1	100.9 ±8.3	98.6 ±6.3	.48	102.5 ±6.8	100.9 ±4.2	98.4 ±6.5	100.6 5.8	.60	1.72	.31	1.00
	ΔSBP	1.9 ±4.1	4.8 ±7.0	0.9 ±6.9	2.5 ±5.9	.52	3.0 ±5.1	−0.6 ±4.2	2.8 ±13.4	1.7 ±8.2	.27	4.6 ±7.5	4.0 ±4.0	1.3 ±6.1	3.3 ±5.8	.42	.19	.18	.47
DBP (mmHg)	Before	60.3 ±4.6	65.5 ±7.0	61.2 ±6.2	62.3 ±6.1	1.09	59.9 ±4.3	62.8 ±4.8	58.0 ±2.0	60.2 ±4.2	1.90	61.9 ±7.0	60.3 ±6.4	60.8 ±4.0	61.0 ±5.6	.10	.58	1.14	.67
	After	65.1 ±6.6	68.1 ±4.7	65.6 ±8.4	66.3 ±6.4	.28	63.0 ±6.4	59.3 ±7.2	62.3 ±5.9	61.5 ±6.2	.45	67.9 ±7.1	65.5 ±3.3	60.6 ±5.4	64.7 ±6.0	2.32	2.23	.61	.99
	ΔDBP	4.9 ±4.6	2.6 ±3.7	4.5 ±7.3	4.0 ±5.1	.26	3.0 ±5.2	−3.5 ±8.7	4.3 ±5.8	1.3 ±7.1	1.92	6.0 ±5.2	5.3 ±7.0	0.7 ±5.5	4.0 ±6.0	1.17	.99	1.04	1.33
Heart rate (bpm)		72.8 ±6.9	70.2 ±6.4	70.4 ±8.5	71.1 ±6.9	.19	76.0 ±2.2	76.1 ±7.9	74.3 ±6.5	75.5 ±5.7	.14	80.1 ±4.5	79.3 ±7.7	81.2 ±6.3	80.9 ±6.1	.52	8.26 **	.11	.36

no significant difference | a | ab | b | c | Mean | F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (waist, thighs, calves or 21°C, 27°C, 34°C)

Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

CB: Compression band, SBP: Systolic pressure, DBP: Diastolic pressure, AT: Ambient temperature, PBP: Pressed body parts

2) 1단계 압박 시 압박부위별 생리반응

1단계 압박 시 압박 부위에 따른 생리반응 결과는 [Table 4.14]와 같다.

체중감소량, 직장온, 평균피부온은 모든 환경온도에 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

손가락온도는 21°C와 27°C환경에서는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으나, 34°C에서는 허리와 넓적다리 가압 시에가 36.2 ± 0.2°C, 36.1 ± 0.2°C로 종아리 가압 시 35.9 ± 0.1°C 보다 더 높았다 ($P<0.05$).

압박밴드내 피부온은 21°C에서는 허리와 넓적다리 가압 시에가 32.6 ± 0.4°C, 32.1 ± 1.1°C로 종아리 가압 시 29.6 ± 0.5°C보다 더 높았으며 ($P<0.001$), 27°C와 34°C에서는 허리와 넓적다리, 종아리 순으로 높게 나타났다($P<0.001$).

압박밴드내 온도는 21°C에서는 허리를 가압했을 때가 31.1 ± 0.9°C로 넓적다리와 종아리를 가압했을 때인 29.9 ± 0.8°C, 29.0 ± 0.6°C 보다 더 높았으며($P<0.01$), 27°C와 34°C에서는 허리, 넓적다리, 종아리 부위 순으로 높게 나타났다($P<0.001$). 압박밴드내 습도는 21°C와 34°C에서는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으나, 27°C에서는 종아리와 넓적다리가 52.4 ± 4.8%RH, 48.3 ± 3.4%RH로 허리 부위 43.2 ± 2.3%RH 보다 더 높게 나타났다($P<0.01$). 이 외에 수축기와 이완기 혈압, 심박수는 1단계 가압 시 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

1단계 가압 시 생리반응에 미치는 환경온도와 압박부위의 상호작용 효과가 있는지 보기 위한 이원분산분석 결과 평균피부온, 손가락온도, 압박밴드내 피부온과 온도, 압박밴드내 습도($P<0.001$), 심박수는 환경온도에 따른 유의한 차이를 보였다($P<0.01$). 압박밴드내 피부온과 온도 ($P<0.001$), 습도는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보였으나($P<0.01$), 환경온도와 압박부위의 상호작용에 의한 유의한 차이는 보이지 않았다.

Table 4.14. Physiological responses according to the pressed body part during level 1 compression (Mean±SD)

Items		21°C					27°C					34°C					F-value (two-way Anova)		
		Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	AT	PBP	AT*PBP
Total weight loss(g/㎡/hr)		19.8 ±3.1	21.2 ±3.6	23.2 ±6.2	21.4 ±4.4	.75	23.0 ±2.4	25.4 ±4.8	30.1 ±15.3	26.1 ±9.5	.75	27.6 ±4.3	27.3 ±6.0	27.6 ±5.9	27.5 ±5.1	.01	3.22	1.06	.36
Rectal temp. (°C)		37.1 ±0.0	37.1 ±0.1	37.1 ±0.2	37.1 ±0.1	.67	37.0 ±0.1	37.0 ±0.1	37.0 ±0.2	37.0 ±0.1	.25	37.2 ±0.3	37.0 ±0.2	37.0 ±0.2	37.1 ±0.2	1.13	2.23	1.18	.74
Mean skin temp.(°C)		30.9 ±0.4	30.8 ±0.5	30.9 ±0.9	30.8 ±0.6	.02	32.5 ±0.5	32.9 ±0.4	33.2 ±0.9	32.9 ±0.7	1.73	34.9 ±0.2	35.0 ±0.4	34.4 ±0.7	34.8 ±0.5	1.70	153.76***	.48	.86
Finger tip temp.(°C)		27.9 ±2.4	25.7 ±2.1	26.9 ±2.9	26.8 ±2.5	1.00	33.7 ±0.8	33.4 ±0.4	34.3 ±1.4	33.8 ±1.0	1.28	36.2 ±0.2[b]	36.1 ±0.2[b]	35.9 ±0.1[a]	36.1 ±0.2	4.70*	137.79***	1.31	.80
Skin temp. inside CB(°C)		32.6 ±0.4[b]	32.1 ±1.1[b]	29.6 ±0.5[a]	31.4 ±1.5	25.99***	34.5 ±0.3[c]	33.3 ±0.7[b]	31.5 ±0.8[a]	33.1 ±1.4	30.14***	35.8 ±0.2[c]	34.5 ±0.6[b]	33.0 ±0.6[a]	34.4 ±1.3	41.92***	74.36***	83.98***	1.38
Temp. inside CB(°C)		31.1 ±0.9[b]	29.9 ±0.8[a]	29.0 ±0.6[a]	30.0 ±1.2	8.59**	33.3 ±0.3[c]	32.1 ±0.4[b]	31.1 ±0.6[a]	32.2 ±1.0	33.69***	35.2 ±0.4[c]	34.3 ±0.5[b]	32.7 ±0.5[a]	34.1 ±1.1	34.88***	162.67***	50.81***	.51
Humidity inside CB(%RH)		37.7 ±3.0	38.5 ±2.6	40.6 ±3.7	39.0 ±3.2	1.07	43.2 ±2.3[a]	48.3 ±3.4[b]	52.4 ±4.8[b]	48.0 ±5.2	8.08**	56.9 ±1.1	62.3 ±4.0	64.1 ±8.2	61.1 ±5.8	2.54	95.71***	9.01**	1.04
SBP (mmHg)	Before	97.1 ±1.5	100.4 ±7.3	91.7 ±7.6	96.4 ±6.8	2.57	99.4 ±7.2	97.0 ±3.9	97.7 ±4.4	98.4 ±5.1	.28	97.8 ±8.3	97.8 ±2.9	99.7 ±4.4	98.4 ±5.3	.20	.59	.65	1.26
	After	101.2 ±7.4	103.0 ±4.5	99.5 ±4.8	101.2 ±5.5	.49	98.4 ±4.9	97.9 ±4.4	100.5 ±4.4	99.3 ±4.2	.47	98.8 ±1.0	101.9 ±4.5	99.4 ±2.4	100.0 ±3.1	1.43	.65	.67	.46
	ΔSBP	4.2 ±8.4	2.6 ±8.2	7.8 ±4.1	4.8 ±7.0	.69	-1.0 ±7.0	1.0 ±2.4	2.9 ±1.9	1.0 ±4.5	.90	1.0 ±7.6	4.1 ±4.0	-0.3 ±4.8	1.6 ±5.6	0.78	1.78	.46	.90
DBP (mmHg)	Before	59.8 ±4.1	64.9 ±9.5	56.8 ±8.8	60.5 ±8.0	1.37	61.8 ±5.7	58.6 ±6.9	62.8 ±6.2	61.8 ±5.5	.61	63.5 ±4.8	58.0 ±5.5	61.8 ±2.3	61.1 ±4.7	2.07	.15	.15	1.59
	After	66.6 ±8.6	67.5 ±3.6	66.0 ±6.9	66.7 ±6.2	.06	64.7 ±5.4	61.6 ±4.8	58.9 ±10.6	61.8 ±7.6	.75	64.0 ±3.2	63.9 ±6.8	63.8 ±6.2	63.9 ±5.2	.00	1.93	.40	.28
	ΔDBP	6.8 ±9.9	2.6 ±7.1	9.2 ±3.5	6.2 ±7.4	1.06	2.8 ±6.6	1.1 ±3.6	-3.8 ±6.9	-0.1 ±6.3	1.61	0.6 ±5.3	5.9 ±12.0	2.0 ±6.1	2.8 ±8.1	.55	2.57	.07	1.40
Heart rate (bpm)		70.6 ±6.9	72.0 ±9.3	71.3 ±4.5	71.3 ±6.7	.05	75.7 ±4.7	73.2 ±5.3	74.5 ±6.5	74.5 ±5.2	.27	82.1 ±2.9	82.8 ±12.3	78.0 ±4.8	81.0 ±7.5	.57	5.99**	.36	.43

no significant difference | a | ab | b | c | Mean | F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (waist, thighs, calves or 21°C, 27°C, 34°C)
Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)
CB: Compression band, SBP: Systolic pressure, DBP: Diastolic pressure, AT: Ambient temperature, PBP: Pressed body parts

3) 2단계 압박 시 압박부위별 생리반응

2단계 압박 시 압박 부위에 따른 생리반응 결과는 [Table 4.15]와 같다.

체중감소량, 직장온, 평균피부온, 손가락온도는 모든 환경온도에 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

압박밴드내 피부온은 34°C에서는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으나, 21°C에서는 33.1 ± 0.5°C, 31.9 ± 1.2°C, 29.5 ± 0.5°C로 허리, 넓적다리, 종아리 순으로 높게 나타났으며(P<0.001), 27°C에서는 허리와 넓적다리가 34.2 ± 0.5°C, 33.2 ± 1.2°C로 종아리 31.3 ± 0.6°C보다 더 높게 나타났다(P<0.01).

압박밴드내 온도는 모든 환경온도에서 허리(P<0.01), 넓적다리(P<0.05), 종아리(P<0.001) 부위 순으로 높게 나타났다. 압박밴드내 습도는 34°C에서는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으나, 21°C에서는 종아리와 넓적다리가 40.7 ± 2.3%RH, 40.3 ± 1.7%RH로 허리 부위 36.9 ± 2.1%RH 보다 더 높게 나타났으며(P<0.05), 27°C에서는 넓적다리, 종아리, 허리 부위가 51.0 ± 2.7%RH, 48.9 ± 5.5%RH, 44.0 ± 2.2%RH 순으로 높게 나타났다(P<0.05). 이 외에 수축기와 이완기 혈압, 심박수는 2단계 가압 시 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

2단계 가압 시 생리반응에 미치는 환경온도와 압박부위의 상호작용효과가 있는지 보기 위해 이원분산분석을 실시한 결과 평균피부온, 손가락온도, 압박밴드내 피부온과 온도, 압박밴드내 습도(P<0.001), 이완기 혈압의 변화도와 심박수는 환경온도에 따른 유의한 차이를 보였다(P<0.01). 압박밴드내 피부온과 온도(P<0.001), 습도는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보였으나(P<0.05), 환경온도와 압박부위의 상호작용효과는 없었다.

Table 4.15. Physiological responses according to the pressed body part during level 2 compression (Mean±SD)

Items		21°C					27°C					34°C					F-value (two-way Anova)		
		Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	AT	PBP	AT*PBP
Total weight loss (g/㎡/hr)		22.4 ±4.5	21.7 ±2.5	20.0 ±2.5	20.7 ±3.2	.35	25.7 ±7.0	22.0 ±3.5	21.8 ±2.5	23.2 ±4.8	1.03	23.3 ±2.9	25.5 ±3.5	23.2 ±1.9	23.9 ±2.8	.94	3.09	.72	.89
Rectal temp. (°C)		37.1 ±0.2	37.1 ±0.3	37.1 ±0.1	37.1 ±0.2	.06	37.0 ±0.2	37.1 ±0.1	37.0 ±0.3	37.0 ±0.2	.46	37.0 ±0.2	37.0 ±0.2	37.0 ±0.1	37.0 ±0.2	.07	1.36	.18	.22
Mean skin temp. (°C)		30.8 ±0.8	31.0 ±0.4	30.8 ±0.6	30.9 ±0.6	.18	32.4 ±0.5	33.0 ±0.6	32.9 ±0.5	32.8 ±0.6	1.80	34.6 ±0.6	34.7 ±0.4	34.5 ±0.3	34.6 ±0.4	0.35	158.89 ***	1.21	.49
Finger tip temp. (°C)		27.7 ±2.3	26.5 ±1.3	27.6 ±3.1	27.3 ±2.3	.36	34.0 ±0.7	32.9 ±2.0	33.6 ±1.0	33.5 ±1.3	.81	36.1 ±0.2	35.8 ±0.2	35.8 ±0.2	35.9 ±0.2	1.66	114.27 ***	.98	.17
Skin temp. inside CB (°C)		33.1 ±0.5[c]	31.9 ±1.2[b]	29.5 ±0.5[a]	31.5 ±1.7	24.20***	34.2 ±0.5[b]	33.2 ±1.2[b]	31.3 ±0.6[a]	32.9 ±1.5	15.29**	35.6 ±0.4	34.4 ±0.6	32.9 ±0.4	34.3 ±1.3	3.00	52.50 ***	66.86 ***	.59
Temp. inside CB (°C)		30.9 ±1.1[b]	29.8 ±1.0[ab]	28.6 ±0.4[a]	29.8 ±1.3	8.21**	33.0 ±0.6[b]	32.1 ±1.1[ab]	31.3 ±0.7[a]	32.1 ±1.0	5.22*	35.3 ±0.4[c]	34.2 ±0.3[b]	33.0 ±0.5[a]	34.1 ±1.1	37.31***	125.75 ***	29.30 ***	.29
Humidity inside CB (%RH)		36.9 ±2.1[a]	40.3 ±1.7[b]	40.7 ±2.3[b]	39.3 ±2.1	5.18*	44.0 ±2.2[a]	51.0 ±2.7[b]	48.9 ±5.5[ab]	48.0 ±4.6	4.55*	53.8 ±3.7	63.0 ±3.7	63.1 ±9.1	59.8 ±7.3	3.53	83.77 ***	10.49 ***	.83
SBP (mmHg)	Before	97.9 ±3.2	99.4 ±6.7	91.0 ±9.7	96.1 ±7.5	1.99	95.7 ±3.6[a]	102.3 ±5.9[b]	95.1 ±2.5[a]	97.7 ±5.2	4.49*	96.2 ±4.1	98.8 ±3.4	97.7 ±3.2	97.5 ±3.5	.58	.43	4.13*	1.24
	After	100.8 ±3.7	104.0 ±4.6	98.7 ±4.2	101.1 ±4.5	2.01	98.0 ±4.6	101.8 ±4.4	98.1 ±8.3	99.3 ±5.9	.66	98.5 ±5.4	100.3 ±2.6	100.5 ±7.5	99.7 ±5.3	.18	.48	1.44	.35
	ΔSBP	2.9 ±5.9	4.6 ±7.1	7.7 ±10.9	5.1 ±7.9	.43	2.3 ±5.0	−0.4 ±5.2	3.0 ±8.0	1.6 ±6.0	.43	2.2 ±6.7	1.6 ±5.1	2.8 ±7.5	2.2 ±6.1	0.04	1.01	.54	.20
DBP (mmHg)	Before	59.9 ±6.6	64.3 ±4.4	57.0 ±3.8	60.4 ±5.6	2.55	60.2 ±3.5	64.2 ±6.4	57.8 ±6.7	60.7 ±5.9	1.64	61.7 ±5.0	65.3 ±3.4	62.2 ±6.1	62.9 ±4.9	.63	1.06	4.22*	.24
	After	66.4 ±4.8	69.4 ±5.8	62.9 ±5.8	66.2 ±5.7	1.75	61.8 ±4.8	64.6 ±6.0	58.6 ±7.8	61.7 ±6.4	1.15	64.4 ±6.3	62.6 ±2.5	61.0 ±3.7	62.6 ±4.5	.71	2.81	2.82	.36
	ΔDBP	6.5 ±7.1	5.1 ±5.3	5.9 ±3.4	5.8 ±5.1	0.08	1.6 ±2.8	0.4 ±4.0	0.8 ±2.8	0.9 ±3.0	.018	2.7 ±5.0	−2.7 ±4.7	−1.2 ±6.5	−0.2 ±5.6	1.19	6.71**	1.13	.32
Heart rate (bpm)		71.6 ±3.5	69.2 ±7.8	70.5 ±6.8	70.4 ±5.9	.17	74.7 ±2.6	74.1 ±7.2	75.5 ±5.2	74.8 ±5.2	.07	80.9 ±6.1	79.3 ±3.3	78.0 ±4.6	79.4 ±4.7	.44	9.16 **	.28	.17

no significant difference | a | ab | b | c | Mean | F-value

Shading when statistically significant difference occurs between groups as above

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (waist, thighs, calves or 21°C, 27°C, 34°C)

Groups with the same letter have means that are not statistically different (a<b<c)

CB: Compression band, SBP: Systolic pressure, DBP: Diastolic pressure, AT: Ambient temperature, PBP: Pressed body parts

무압박시 시간에 따른 압박 부위별 생리반응의 변화를 살펴보면, 직장온은 모든 압박단계에서 초반에는 상승·유지하다가 점차 강하하는 경향을, 서 있는 10분 동안에는 미세하게 상승하는 경향을 보였으며, 그 현상은 34°C에서 더 뚜렷하였다(**Figure 4.17**). 서늘한 21°C에서 직장온은 종아리 부위가 허리와 넓적다리 부위를 압박했을 때 보다 더 높았으며, 27°C와 34°C에서는 넓적다리, 허리, 종아리 순으로 높게 나타났다.

1단계 가압 시 압박 부위별 직장온은 모든 환경온도에서 초반에는 강하하다가 점차 상승하는 경향을 보였으며, 그 현상은 21°C와 27°C보다 34°C에서 더 뚜렷하였다. 21°C와 27°C에서는 종아리 보다 허리와 넓적다리를 가압했을 때가 더 높았으며, 34°C에서는 허리가 넓적다리와 종아리 부위를 가압했을 때 보다 더 높았으며, 특히 넓적다리의 경우 시간이 경과함에 따라 직장온 상승도가 다른 두 부위에 비해 더 크게 나타났다.

2단계 가압 시 압박 부위별 직장온은 21°C에서는 초반에는 유지하다가 점차 강하하는 경향을, 27°C와 34°C에서는 초반에는 강하하다가 점차 상승하는 경향을 보였으며, 그 현상은 34°C에서 더 뚜렷하였다. 서늘한 21°C에서 직장온은 허리, 넓적다리, 종아리 부위 모두 초반에는 유지하다가 차츰 미세하게 강하하는 유사한 경향을 보였다. 27°C에서는 넓적다리 부위가 허리와 종아리를 가압했을 때 보다 더 높았으며, 34°C에서는 종아리와 허리를 가압했을 때가 넓적다리 부위를 가압했을 때 보다 더 높게 나타났다.

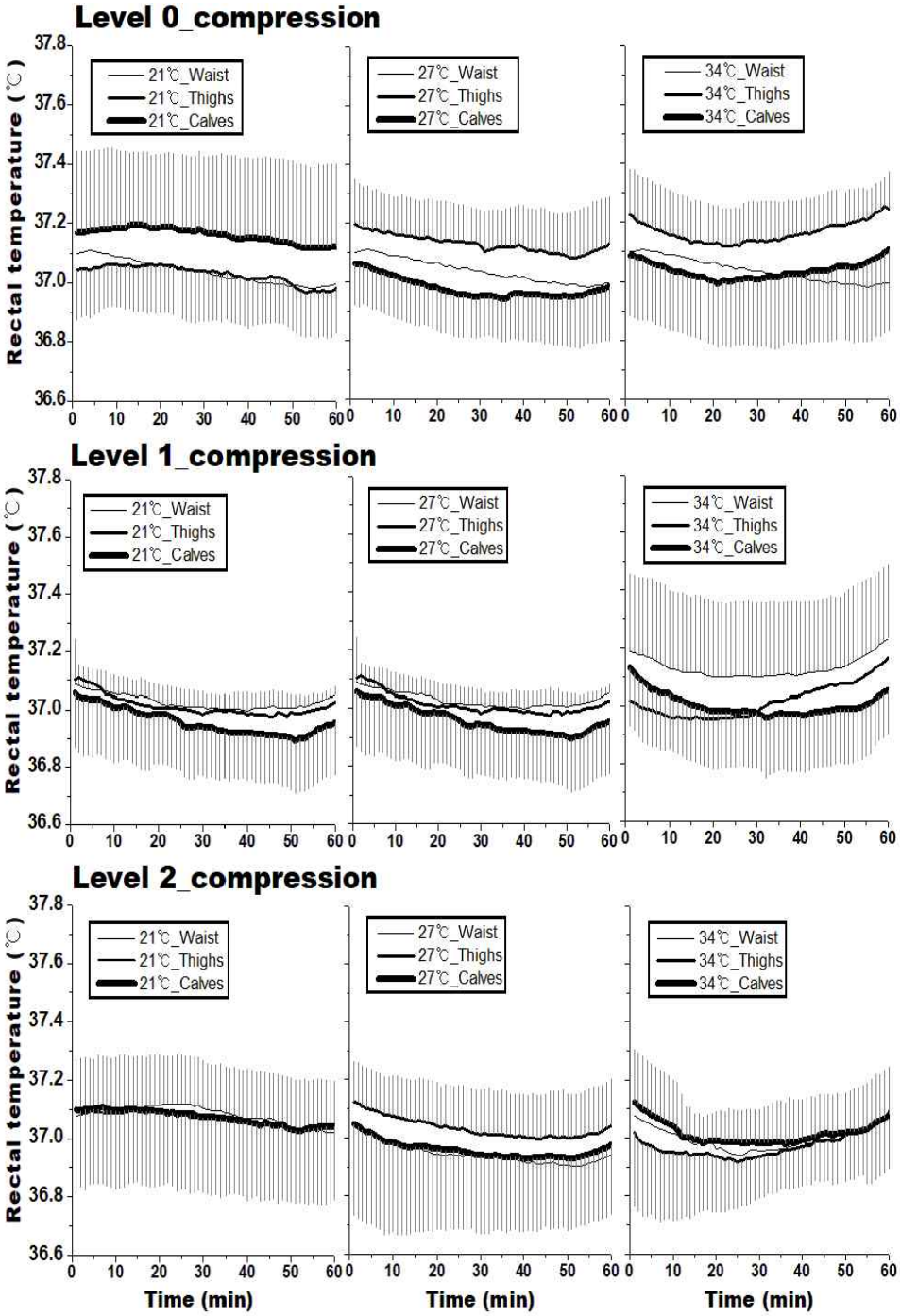


Figure 4.17. Rectal temperature according to the pressed body part

모든 압박단계에서 압박부위별 평균피부온은 서늘한 21°C에서는 차츰 강하하는 경향을, 27°C에서는 미세하게 상승하다가 서 있는 10분 동안은 강하하는 경향을, 34°C에서는 차츰 상승하는 경향을 보여 환경온도에 따라 다른 경향을 보였다(Figure 4.18).

무압박시 압박 부위별 평균피부온은 서늘한 21°C에서는 허리 부위가 넓적다리와 종아리를 가압했을 때 보다 더 높았으며, 27°C에서는 초반에는 종아리, 넓적다리, 허리 부위 순으로 높았으나, 시간이 경과함에 따라 세 부위의 평균피부온이 모두 유사해지는 경향을 보였다. 34°C에서 평균피부온은 넓적다리가 종아리와 허리를 가압했을 때 보다 더 높았다.

1단계 가압 시 압박부위별 평균피부온은 21°C에서는 모든 압박부위가 유사하게 나타났으며, 27°C에서는 종아리 부위가 허리와 넓적다리 가압 시 보다 더 높게 나타났으며, 34°C에서는 허리와 넓적다리가 종아리 부위를 가압했을 때 보다 더 높게 나타났다.

2단계 가압 시 압박부위별 평균피부온은 모든 환경온도에서 압박부위에 따른 큰 차이를 보이지 않았다.

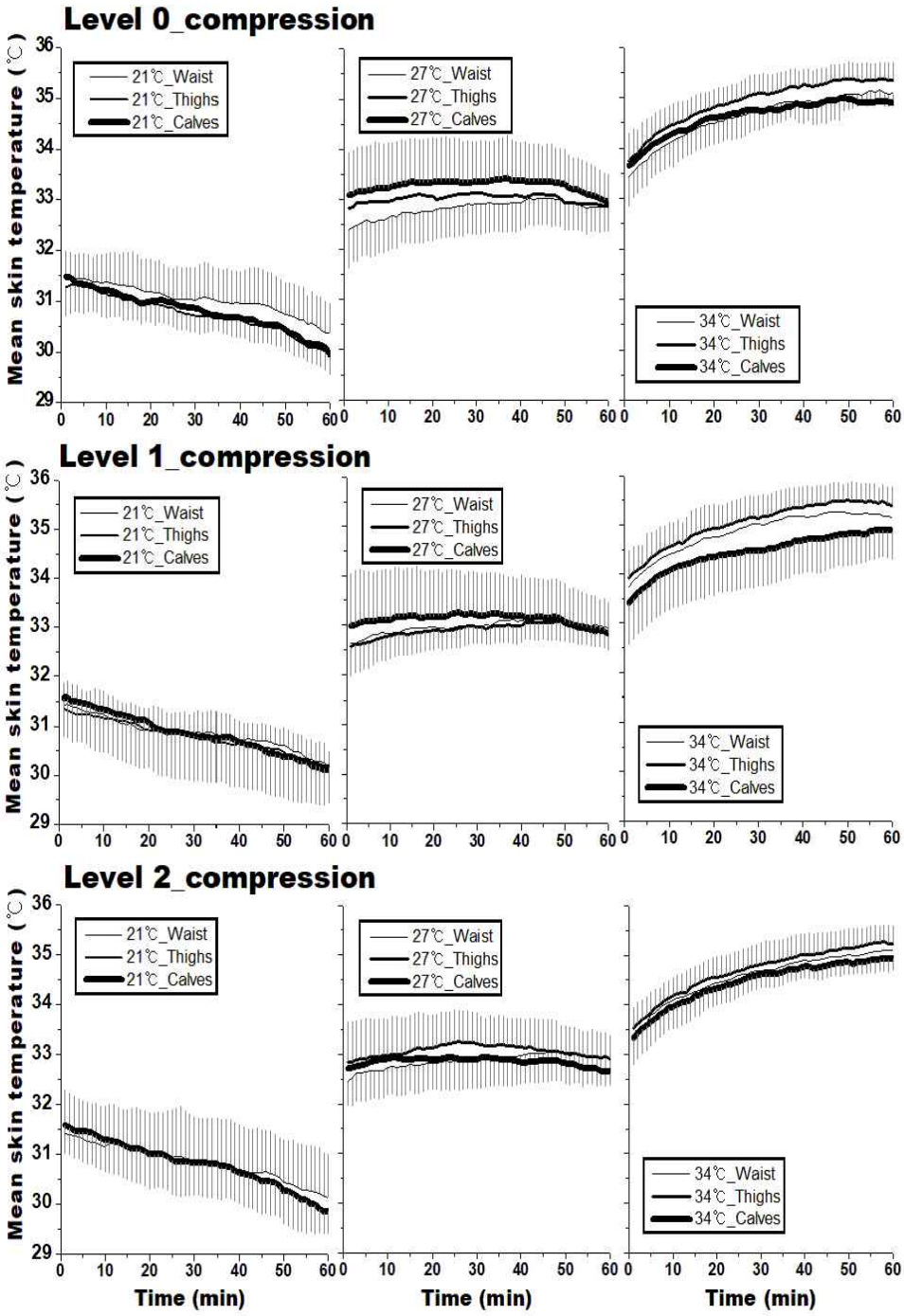


Figure 4.18. Mean skin temperature according to the pressed body part

모든 압박단계에서 압박부위별 손가락온도는 서늘한 21°C에서는 점차 강하하는 경향을, 27°C에서는 초반에는 유지하다가 미세하게 강하하는 경향을, 34°C에서는 미세하게 상승하는 경향을 보였다(Figure 4.19).

무압박시 말초부위 혈류량의 변화를 보기 위해 측정한 손가락온도는 21°C에서는 허리와 종아리가 넓적다리를 가압했을 때 보다 더 높았으며, 27°C에서는 허리, 넓적다리, 종아리 순으로 높게 나타났으며 특히, 종아리는 시간이 경과함에 따라 강하하는 경향을 보였다. 그러나 따뜻한 34°C에서는 압박부위별 차이를 보이지 않았다.

1단계 가압 시 손가락온도는 21°C에서는 허리, 종아리, 넓적다리 순으로 높게 나타났으며, 27°C에서는 종아리, 허리, 넓적다리 순으로 높게 나타났다. 34℃에서는 세 부위 압박 시 모두 상승하는 경향을 보였으나, 압박부위별 차이는 보이지 않았다.

2단계 가압 시 손가락온도는 21°C와 27°C에서는 허리와 종아리가 넓적다리를 가압했을 때 보다 높았으며, 34°C에서는 압박부위별 차이를 보이지 않았다.

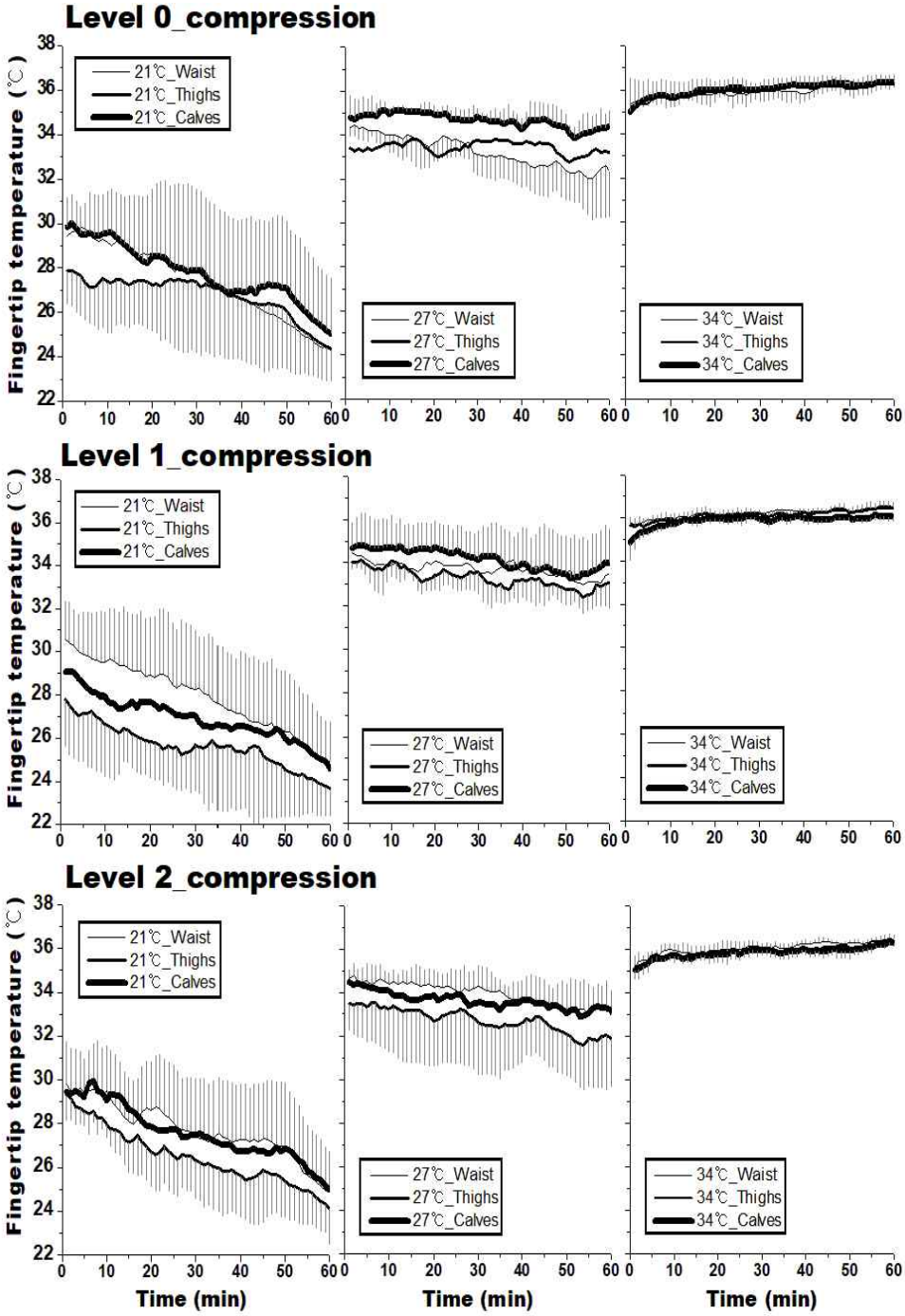


Figure 4.19 Fingertip temperature according to the pressed body part

모든 압박단계에서 압박밴드내 피부온은 모든 환경온도에서 허리, 넓적다리, 종아리 순으로 높게 나타났으며, 허리는 21°C에서는 초반 상승하다 유지하는 하는 경향을, 27°C와 34°C에서는 미세하게 상승하는 경향을 보였다(Figure 4.20). 넓적다리 가압 시 초반에는 상승하다가 선 자세에서는 강하하는 경향을 보였는데, 이 현상은 환경온도가 낮을수록 더 뚜렷하였다. 종아리 가압 시 21°C와 27°C에서는 차츰 강하하는 경향을 34°C에서는 차츰 상승하는 경향을 보였다.

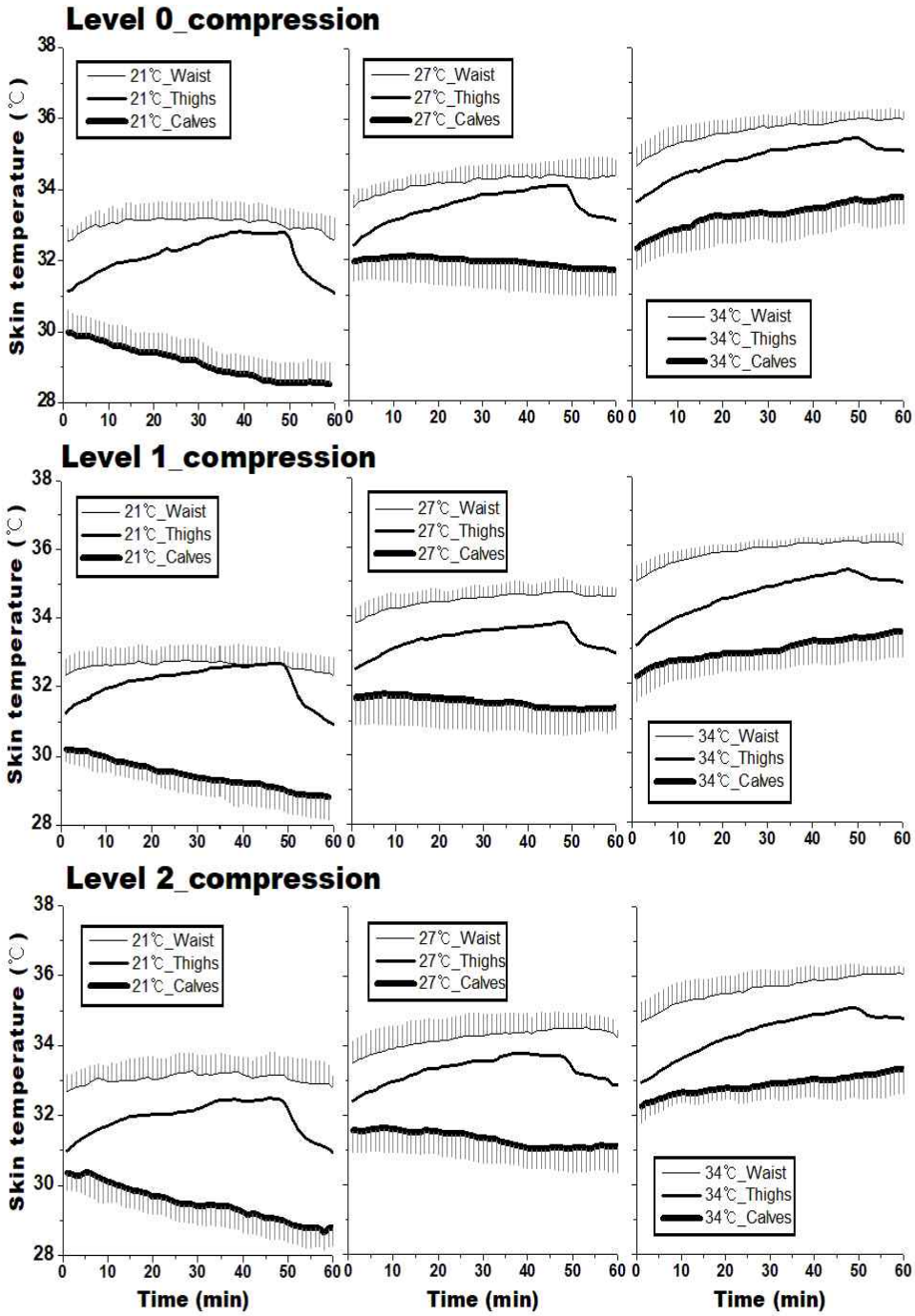


Figure 4.20. Skin temperature inside compression band according to the pressed body part.

무압박시 압박밴드내 온도는 모든 환경 온도에서 허리, 넓적다리, 종아리 순으로 높게 나타났다(Figure 4.21). 허리 압박 시 21°C에서는 초반에는 상승하다가 유지하는 경향을, 27°C와 34°C에서는 점차 상승하는 경향을 보였다. 넓적다리 가압 시 21°C에서는 초반에는 상승하다가 점차 강하하는 경향을 27°C에서는 초반에는 상승하다가 점차 유지·강하하는 경향을, 34°C에서는 점차 상승하는 경향을 보였다. 종아리 가압 시 21°C와 27°C에서는 초반에는 상승하다가 점차 강하하는 경향을, 34°C에서는 초반에는 상승하다가 유지하는 경향을 보였다.

1단계 압박 시 압박밴드내 온도는 모든 환경 온도에서 허리, 넓적다리, 종아리 순으로 높게 나타났다. 허리 압박 시 21°C에서는 초반에는 상승하다가 유지하는 경향을, 27°C와 34°C에서는 점차 상승하는 경향을 보였다. 넓적다리 가압 시 21°C와 27°C에서는 초반에는 상승하다가 서 있는 10분 동안에는 강하하는 경향을, 34°C에서는 점차 상승하는 경향을 보였다. 종아리 가압 시 21°C에는 점차 강하하는 경향을, 27°C에서는 초반에는 상승하다가 유지하는 경향을, 34°C에서는 미세하게 상승하는 경향을 보였다.

2단계 압박 시 압박밴드내 온도는 모든 환경 온도에서 허리, 넓적다리, 종아리 순으로 높게 나타났다. 허리 압박 시에는 모든 환경온도에서 점차 상승하는 경향을 보였으며 이 현상은 환경온도가 높을수록 더 뚜렷하였다. 넓적다리 가압 시 21°C와 27°C에서는 초반에는 상승하다가 서 있는 10분 동안 강하하는 경향을, 34°C에서는 점차 상승하는 경향을 보였다. 종아리 가압 시 21°C와 27°C에서는 초반에는 상승하다가 점차 강하하는 경향을, 34°C에서는 점차 상승하는 경향을 보였다.

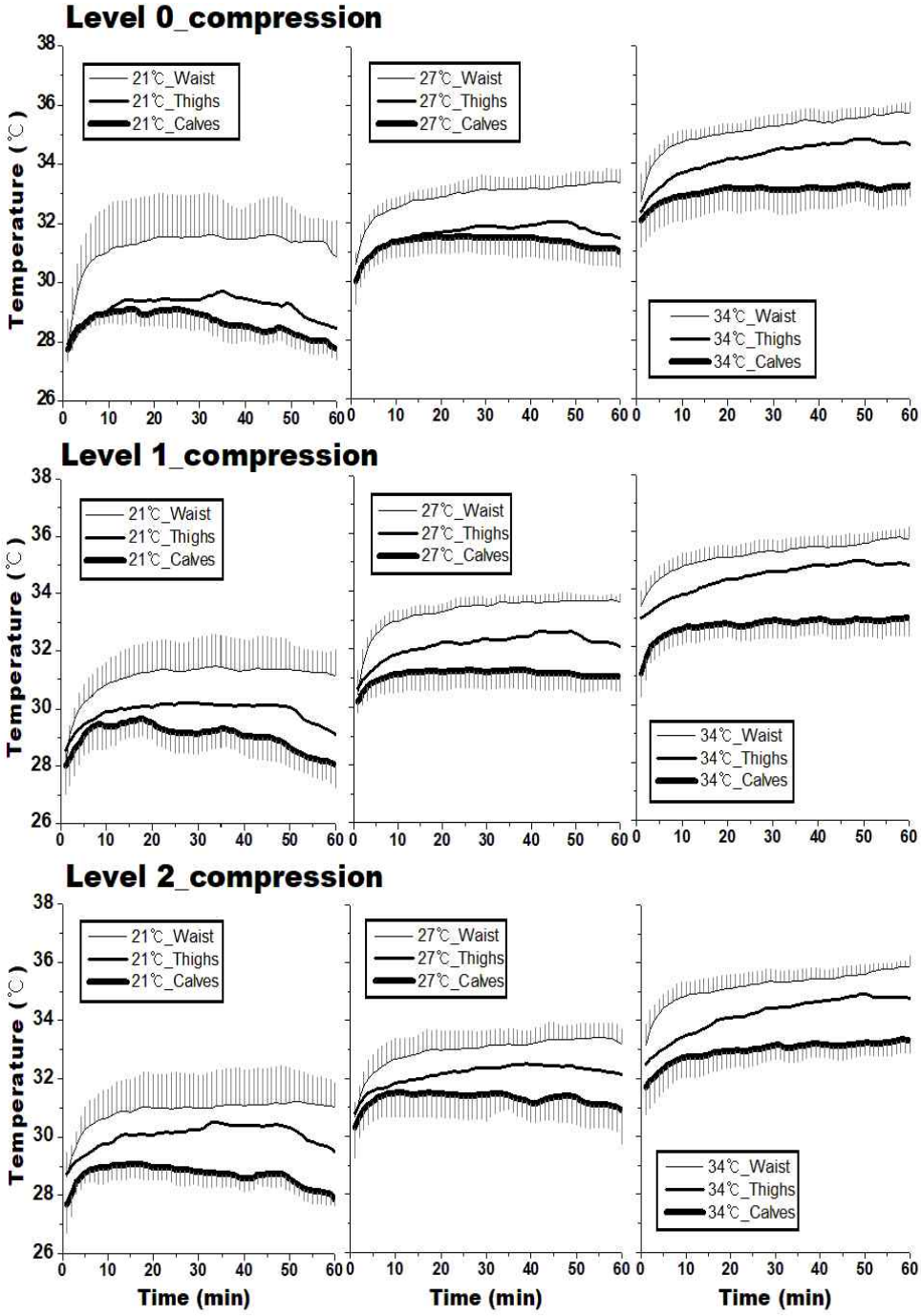


Figure 4.21. Temperature inside compression band according to the pressed body.

모든 압박단계에서 압박밴드내 습도는 21°C와 27°C에서는 시간이 경과함에 따라 미세하게 강하하는 경향을, 34°C에서는 차츰 증가하는 경향을 보였다(**Figure 4.22**).

무압박시 압박부위별 압박밴드내 습도는 종아리와 넓적다리가 허리부위보다 더 높았으며, 이 차이는 환경 온도가 높을수록 더 뚜렷하였다.

1단계 가압 시 압박밴드내 습도는 21°C와 27°C에서는 강하하는 경향을 보였으며, 34°C에서는 차츰 증가하는 경향을 보였다. 압박부위별 압박밴드내 습도는 21°C에서는 종아리가 넓적다리와 종아리 가압시보다 더 높았으며, 27°C와 34°C에서는 종아리, 넓적다리, 허리 순으로 높게 나타났다.

2단계 가압 시 압박밴드내 습도는 21°C와 27°C에서는 강하하는 경향을 보였으며, 34°C에서는 차츰 증가하는 경향을 보였다. 압박부위별 압박밴드내 습도는 21°C와 27°C에서는 종아리와 넓적다리가 허리 가압 시 보다 더 높았으며, 34°C에서는 종아리와 넓적다리가 허리 가압 시 보다 더 높았다.

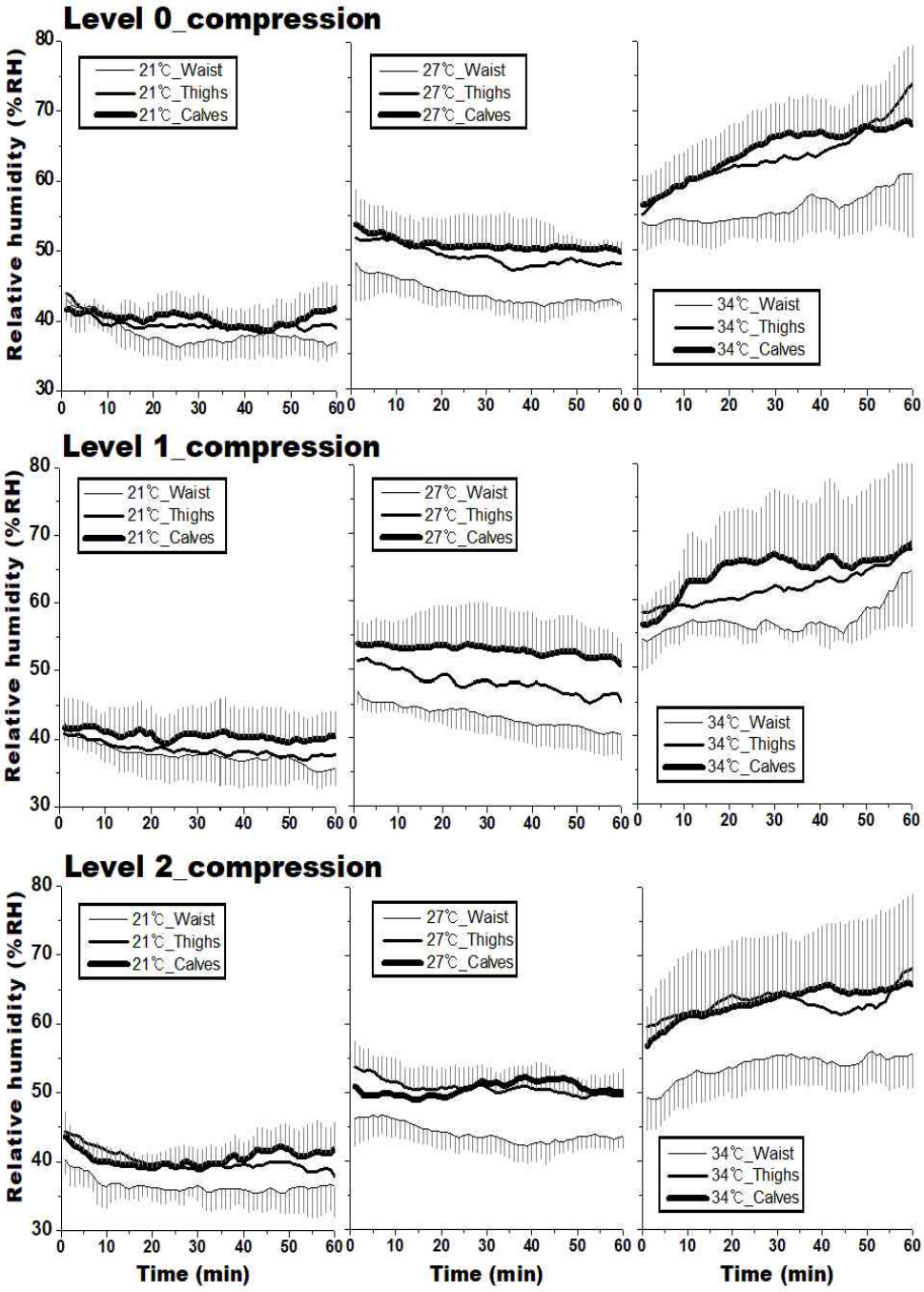


Figure 4.22. Relative humidity inside compression band according to the pressed body part.

심박수는 모든 압박단계에서 앉아 있는 50분 동안은 미세하게 유지·강하하다가 서 있는 10분 동안은 급격하게 상승하는 경향을 보였으며, 이 현상은 환경온도가 높을수록 더 뚜렷하였다(Figure 4.23).

인체에 압박을 가하지 않았을 때와 2단계 가압 시에는 압박부위별 큰 차이를 보이지 않았으나, 1단계 가압 시 21℃에서는 넓적다리가 허리와 종아리를 가압했을 때 보다 34℃에서는 넓적다리, 허리, 종아리를 가압했을 때 순으로 심박수가 높게 나타났다.

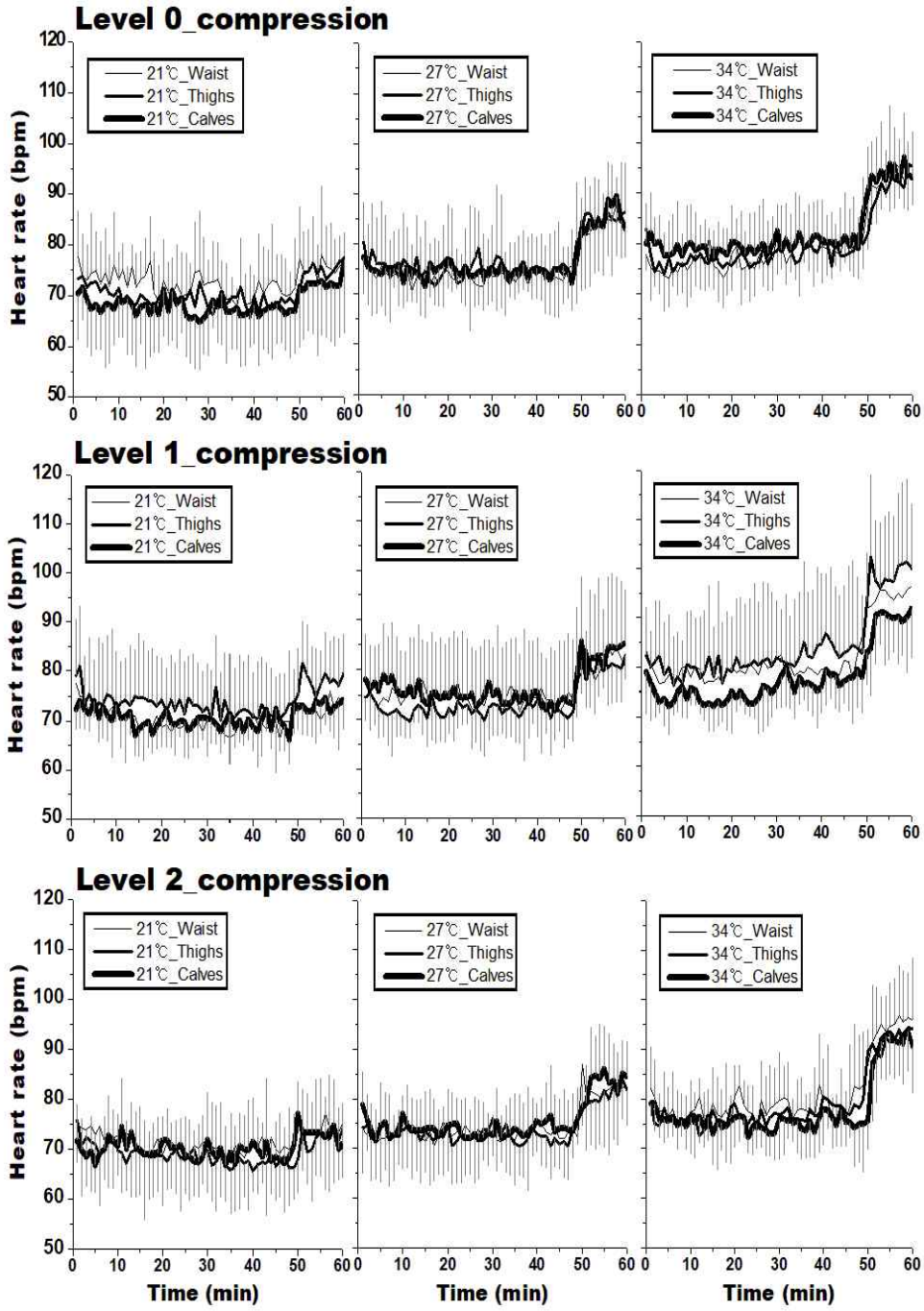


Figure 4.23. Heart rate according to the pressed body part.

2. 압박부위별 주관감

압박부위에 따른 주관감 결과는 [Table 4.16]과 같다.

모든 압박단계에서 주관감은 압박부위별 유의한 차이를 보이지 않았다.

주관감 변화에 환경온도와 압박부위의 상호작용 효과가 있는지 보기 위한 이원분산분석 결과는 무압박과 1단계 압박단계에서는 온열감($P<0.001$), 습윤감($P<0.001$), 압박밴드내 온열감($P<0.001$)과 압박밴드내 습윤감($P<0.01$), 온열쾌적감($P<0.001$)과 발한및전율감($P<0.001$), 주관적 힘들기는 환경온도에 의한 유의한 영향을 받았으나($P<0.05$), 압박부위 또는 환경온도와 압박부위의 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

2단계 압박단계에서는 온열감($P<0.001$), 습윤감($P<0.001$), 압박밴드내 온열감($P<0.001$), 온열쾌적감($P<0.01$)과 발한및전율감($P<0.001$), 주관적 힘들기는 환경온도에 의한 유의한 영향을 받았으며($P<0.01$), 압박감은 압박부위에 따른 유의한 영향을 받았으나($P<0.01$), 환경온도와 압박부위의 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다.

Table 4.16. Subjective sensation according to the pressed body part (Mean ± SD)

	Items	21℃					27℃					34℃					F-value (two-way Anova)		
		Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	AT	PBP	AT*PBP
Level 0	Thermal S.	-1.4 ±0.4	-1.3 ±0.4	-1.0 ±0.3	-1.2 ±0.4	2.28	-0.1 ±0.2	0.0 ±0.0	-0.1 ±0.1	-0.1 ±0.1	.83	1.3 ±0.3	1.2 ±0.3	1.3 ±0.5	1.3 ±0.4	.14	263.23 ***	.77	1.20
	Humidity S.	0.2 ±0.4	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.1 ±0.2	1.00	0.0 ±0.1	0.0 ±0.1	0.0 ±0.1	0.0 ±0.1	.62	-0.8 ±0.6	-0.7 ±0.5	-0.8 ±0.5	-0.8 ±0.5	.11	26.37 ***	.04	.36
	Thermal S.(CB)	-0.5 ±0.5	-1.0 ±0.6	-0.9 ±0.4	-0.8 ±0.5	1.11	0.1 ±0.2	0.0 ±0.0	0.2 ±0.4	0.1 ±0.2	.55	1.2 ±0.4	1.0 ±0.6	1.2 ±0.9	1.1 ±0.6	.11	56.04 ***	.89	.33
	Humidity S.(CB)	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-0.1 ±0.3	0.0 ±0.2	1.00	0.1 ±0.2	0.0 ±0.0	-0.1 ±0.3	0.0 ±0.2	.98	-0.3 ±0.6	-0.2 ±0.5	-0.7 ±0.6	-0.4 ±0.6	.86	5.61 **	1.70	.48
	Thermal comfort	0.8 ±0.7	0.6 ±0.8	0.9 ±0.7	0.7 ±0.7	.16	0.1 ±0.3	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.2	1.00	1.1 ±0.6	1.1 ±0.7	1.1 ±0.7	1.1 ±0.6	.01	13.16 ***	.09	.13
	Sweating& shivering S.	-0.8 ±0.6	-0.9 ±0.7	-0.7 ±0.5	-0.8 ±0.6	.07	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	.00	0.4 ±0.4	0.4 ±0.2	0.5 ±0.5	0.4 ±0.3	.24	35.78 ***	.22	.06
	Tightness S.	-0.1 ±0.4	-0.8 ±0.7	-0.7 ±1.4	-0.6 ±0.9	.88	-0.3 ±0.6	-0.6 ±0.4	-0.4 ±1.5	-0.4 ±0.9	.10	0.1 ±0.9	-0.7 ±0.8	-0.5 ±1.3	-0.4 ±1.0	.71	.13	1.42	.13
	Workload S.	0.1 ±0.3	0.2 ±0.7	0.1 ±0.4	0.2 ±0.4	.08	0.7 ±0.8	0.7 ±0.8	0.7 ±1.2	0.7 ±0.9	.01	0.1 ±0.1	0.1 ±0.3	0.0 ±0.5	0.1 ±0.3	.02	4.24 *	.05	.01
Level 1	Thermal S.	-1.4 ±0.5	-1.4 ±0.4	-1.0 ±0.3	-1.2 ±0.4	1.75	-0.1 ±0.2	0.0 ±0.0	-0.1 ±0.1	-0.1 ±0.1	.88	1.1 ±0.3	1.3 ±0.4	1.2 ±0.3	1.2 ±0.3	.20	213.17 ***	.98	1.16
	Humidity S.	-0.2 ±0.4	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-0.1 ±0.2	1.00	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-0.1 ±0.2	0.0 ±0.1	.81	-0.8 ±0.7	-0.7 ±0.5	-0.7 ±0.7	-0.7 ±0.6	.02	15.49 ***	.21	.14
	Thermal S.(CB)	-0.7 ±0.6	-1.0 ±0.4	-0.7 ±0.7	-0.8 ±0.5	.36	-0.1 ±0.2	0.2 ±0.4	-0.2 ±0.6	0.0 ±0.4	1.28	0.6 ±1.2	1.3 ±0.4	0.8 ±1.1	0.9 ±1.0	.67	22.72 ***	.54	.76
	Humidity S.(CB)	-0.2 ±0.4	-0.1 ±0.2	-0.2 ±0.4	-0.2 ±0.3	.10	-0.1 ±0.2	0.2 ±0.4	-0.3 ±0.4	-0.1 ±0.4	2.57	-0.7 ±0.6	-0.6 ±0.5	-0.7 ±0.7	-0.6 ±0.6	.09	6.52 **	1.13	.39
	Thermal comfort	0.7 ±0.5	0.6 ±0.8	0.9 ±0.9	0.7 ±0.7	.15	0.2 ±0.4	0.0 ±0.0	0.2 ±0.2	0.1 ±0.3	1.10	1.2 ±0.8	1.2 ±0.8	1.1 ±0.6	1.2 ±0.7	.06	9.99 ***	.19	.17
	Sweating& shivering S.	-0.7 ±0.6	-0.8 ±0.7	-0.6 ±0.6	-0.7 ±0.6	.09	-0.1 ±0.2	0.0 ±0.0	0.0 ±0.1	0.0 ±0.1	.60	0.4 ±0.3	0.5 ±0.4	0.4 ±0.5	0.4 ±0.4	.20	25.98 ***	.05	.17
	Tightness S.	1.0 ±0.5	1.1 ±0.5	1.0 ±0.6	1.0 ±0.5	.08	1.1 ±0.4	0.6 ±0.9	1.0 ±0.4	0.9 ±0.6	.83	1.8 ±0.8	1.1 ±0.5	0.9 ±0.5	1.3 ±0.7	2.73	1.36	1.32	1.32
	Workload S.	-0.3 ±0.3	-0.2 ±0.5	-0.1 ±0.3	-0.2 ±0.4	.22	0.1 ±0.3	0.6 ±0.6	0.4 ±0.8	0.4 ±0.6	.89	-0.2 ±0.5	0.0 ±0.2	0.0 ±0.2	-0.1 ±0.3	.80	7.05 **	1.60	.25

Items		21°C					27°C					34°C					F-value (two-way Anova)		
		Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	Waist	Thighs	Calves	Mean	F-value	CPL	PBP	CPL*PBP
Level 2	Thermal S.	-1.5 ±0.6	-1.6 ±0.4	-1.1 ±0.3	-1.4 ±0.5	1.57	-0.1 ±0.1	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.1	.70	1.2 ±0.6	1.2 ±0.3	1.1 ±0.3	1.2 ±0.4	.11	189.58 ***	.47	1.06
	Humidity S.	0.0 ±0.1	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.1	1.00	-0.1 ±0.2	0.0 ±0.0	0.0 ±0.1	0.0 ±0.1	1.08	-0.6 ±0.6	-0.9 ±0.6	-0.8 ±0.5	-0.7 ±0.5	.32	24.79 ***	.22	.47
	Thermal S.(CB)	-0.7 ±0.4	-1.0 ±0.4	-1.0 ±0.9	-0.9 ±0.6	.42	-0.4 ±0.8	0.1 ±0.2	-0.2 ±0.8	-0.2 ±0.7	.60	0.7 ±1.6	1.2 ±0.2	0.4 ±1.5	0.8 ±1.3	.36	12.18 ***	.52	.40
	Humidity S.(CB)	-0.2 ±0.4	0.0 ±0.0	-0.4 ±0.9	-0.2 ±0.6	.61	-0.4 ±0.8	-0.1 ±0.2	-0.3 ±0.7	-0.3 ±0.6	.34	-0.8 ±0.8	-0.7 ±0.6	-0.9 ±0.9	-0.8 ±0.7	.04	3.10	.59	.10
	Thermal comfort	0.8 ±0.6	0.8 ±1.0	0.9 ±0.9	0.9 ±0.8	.01	0.2 ±0.4	0.0 ±0.0	0.1 ±0.2	0.1 ±0.3	.60	1.1 ±0.7	0.9 ±0.6	1.1 ±0.7	1.0 ±0.6	.09	8.70 **	.15	.04
	Sweating& shivering S.	-0.8 ±0.7	-1.1 ±0.7	-0.8 ±0.7	-0.9 ±0.7	.17	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	.50	0.4 ±0.5	0.3 ±0.3	0.2 ±0.2	0.3 ±0.3	.67	27.09 ***	.26	.25
	Tightness S.	1.9 ±0.5	2.5 ±0.5	2.0 ±0.0	2.1 ±0.5	3.07	2.1 ±0.4	2.5 ±0.5	2.1 ±0.5	2.2 ±0.5	1.15	2.3 ±0.4	2.5 ±0.4	1.9 ±0.3	2.2 ±0.4	2.84	.21	5.51 **	.53
	Workload S.	-0.5 ±0.4	-0.5 ±0.4	-0.2 ±0.2	-0.4 ±0.4	.63	0.0 ±0.3	0.0 ±0.7	0.4 ±0.4	0.1 ±0.5	1.39	-0.2 ±0.5	0.1 ±0.3	-0.1 ±0.2	-0.1 ±0.4	1.08	5.92 **	1.57	.84

Shading when statistically significant difference occurs between groups
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, ANOVA test was conducted for the three groups (waist, thighs, and calves)
CB: inside compression band, I: Independent variables, AT: Ambient temp, PBP: Pressed body parts

인체 가압 시 압박 부위가 주관감에 미친 결과를 시간 경과에 따라 자세히 살펴보면 다음과 같다.

인체 가압 시 온열감은 21°C에서는 초반에는 '시원하다'에서 차츰 '춥다'고 응답하였으며, 27°C에서는 압박하는 60분 동안 '춥지도 덥지도 않다'고 응답해 시간에 따른 변화를 보이지 않았으며, 34°C에서는 초반에는 '따뜻하다'에서 차츰 '덥다'고 응답하여 시간에 따른 차이를 보였으며, 압박부위에 따른 차이는 보이지 않았다(Figure 4.24).

인체 가압 시 압박밴드내 온열감은 21°C에서 무압박시에는 허리부위는 춥지도 덥지도 않게, 넓적다리와 종아리 가압 시에는 점차 시원하다고 응답하였으나, 1, 2단계 가압 시에는 모든 압박부위에서 '시원하다'고 응답해 압박부위별 차이를 보이지 않았다. 27°C에서는 모든 압박단계에서 '춥지도 덥지도 않다'고 응답하였으며(Figure 4.25), 압박부위별 차이도 보이지 않았다. 34°C에서 무압박시에는 '따뜻하다'라고 응답하였으나, 1, 2단계 압박시에는 넓적다리 가압 시에는 따뜻하게, 종아리 가압 시에는 춥지도 덥지도 않다고 응답해 압박부위별 차이를 보였다.

인체 가압 시 습윤감은 21°C와 27°C에서는 '건조하지도 습하지도 않다', 34°C에서는 '약간 습하다'고 응답해 압박부위별 차이를 보이지 않았다(Figure 4.26).

인체 가압 시 압박밴드내 습윤감은 21°C와 27°C에서는 '건조하지도 습하지도 않다'고 응답하였으며 압박부위별 차이는 보이지 않았다. 34°C에서 무압박시에는 허리와 종아리 가압 시에는 '약간 습하다'고 응답하였으나 넓적다리 가압 시에는 초반에는 '약간 습하다'에서 시간이 지남에 따라 '건조하지도 습하지도 않다'라고 응답하여 압박부위에 따른 차이를 보였다. 그러나 1, 2단계 압박 시에는 초반에는 '건조하지도 습하지도 않다'에서 점차 '약간 습하다'고 응답하였으며 압박부위별 차이는 보이지 않았다(Figure 4.27).

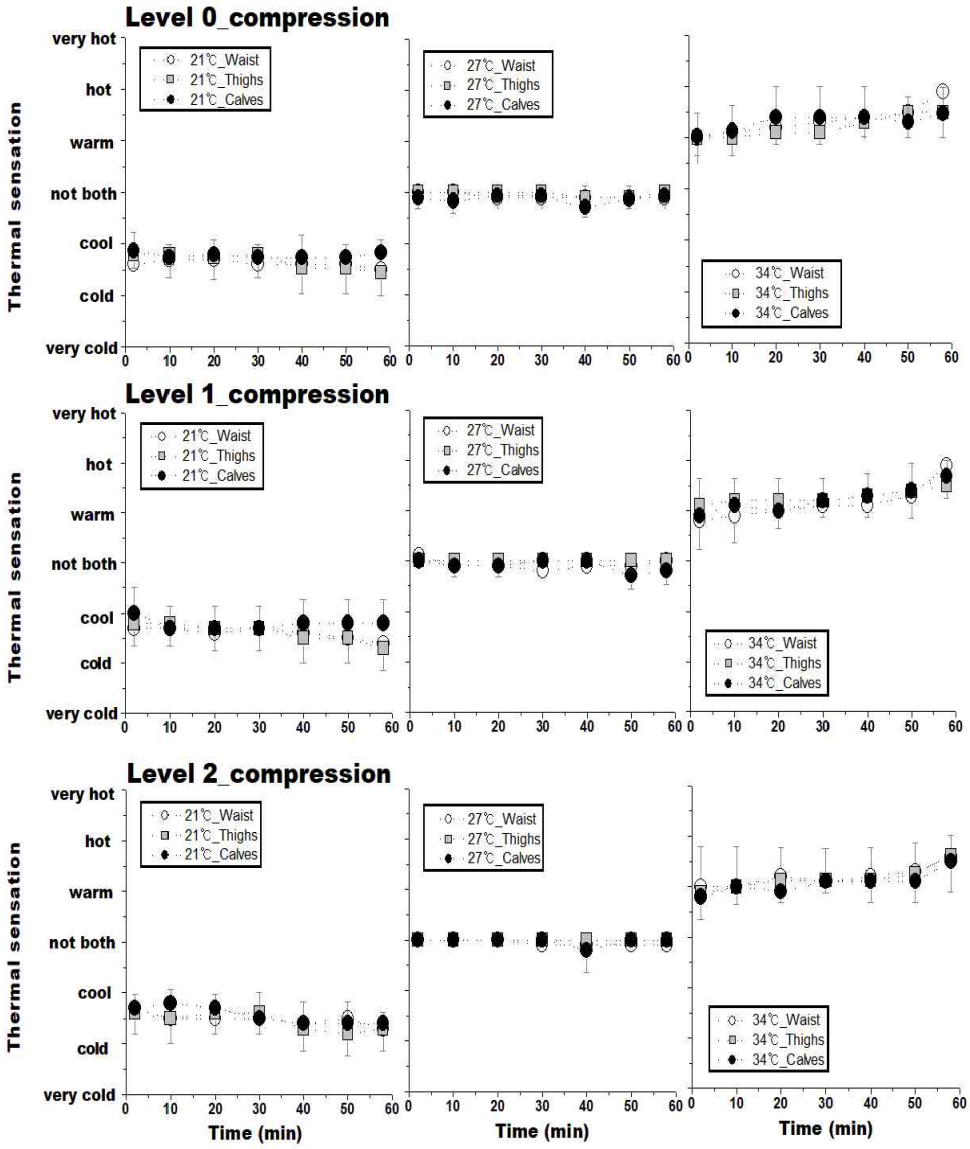


Figure 4.24. Thermal sensation according to the pressed body part.

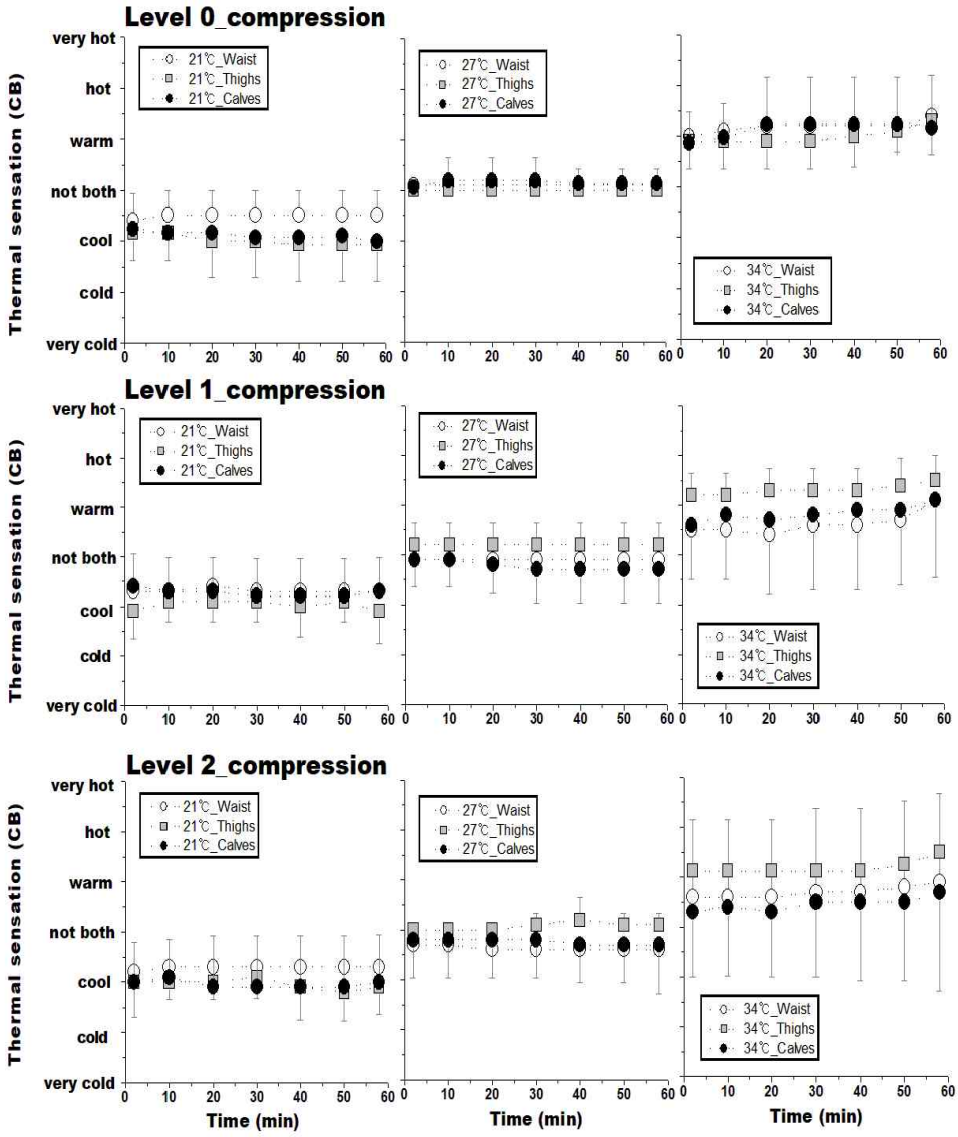


Figure 4.25. Thermal sensation inside compression band according to the pressed body part.

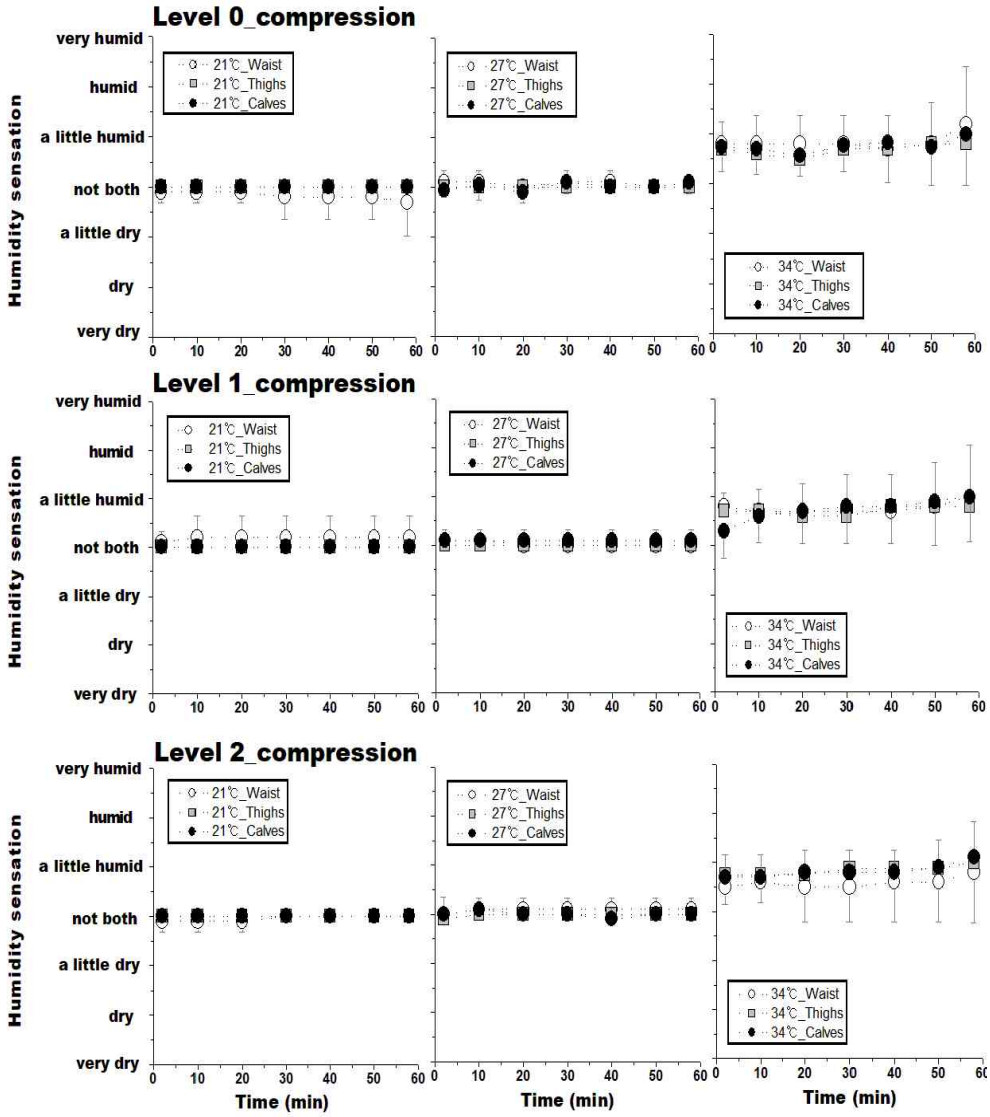


Figure 4.26. Humidity sensation according to the pressed body part.

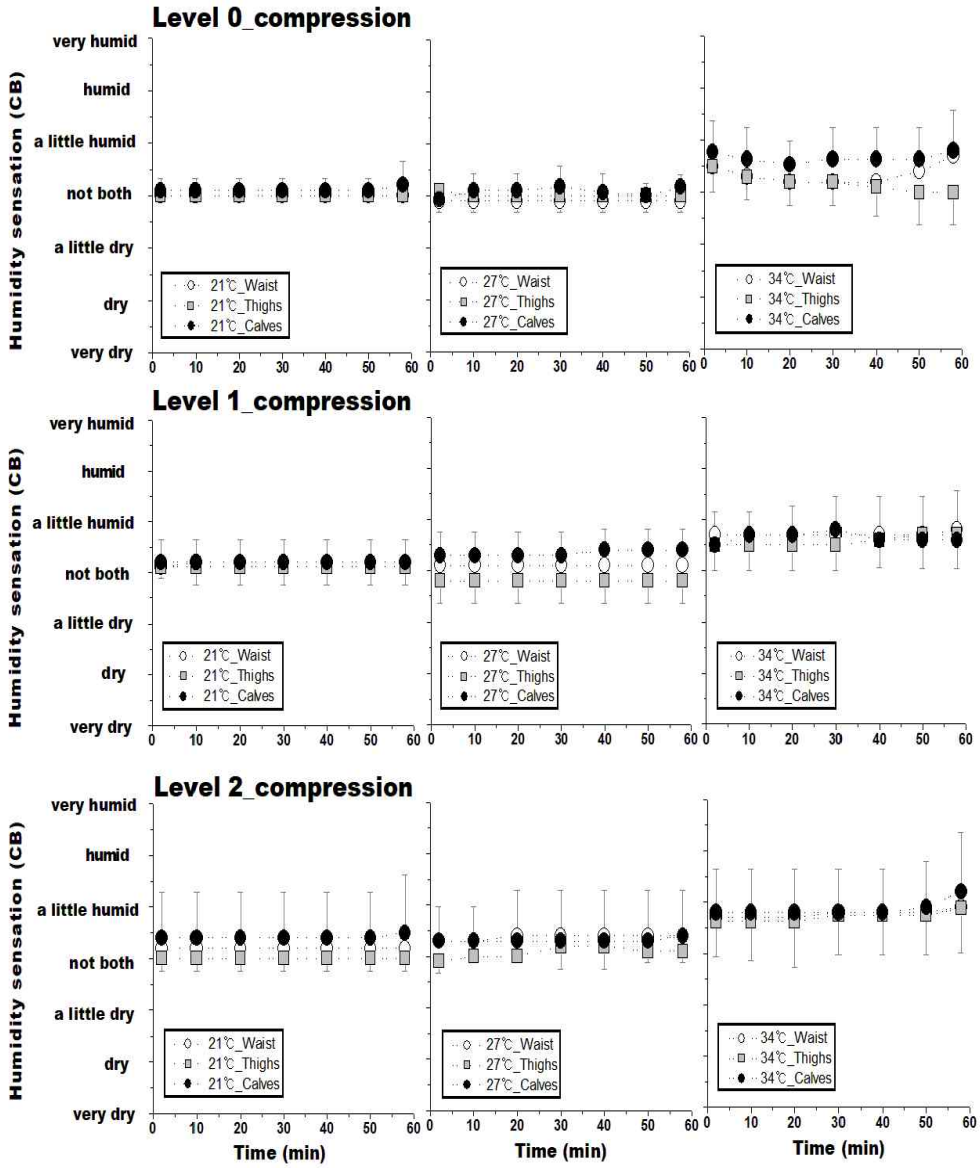


Figure 4.27. Humidity sensation inside compression band according to the pressed body part.

인체 가압 시 압박부위별 발한 및 전율감은 21℃에서는 초반에는 ‘떨리지도 땀이 나지도 않는다’고 응답하였으나 점차 ‘약간 떨린다’고 응답하였으며, 압박부위별 차이는 보이지 않았다(**Figure 4.28**). 27℃에서는 ‘떨리지도 땀이 나지도 않는다’고 응답하였으며, 34℃에서는 초반에는 ‘떨리지도 땀이 나지도 않는다’에서 점차 ‘약간 땀이난다’고 응답하였으며 압박부위별 차이는 보이지 않았다.

온열 쾌적감은 21℃에서는 모든 압박부위에서 ‘약간 불쾌하다’고 응답하였으며, 27℃에서는 ‘쾌적하다’고 응답하였으며 압박부위별 차이는 보이지 않았다(**Figure 4.29**). 34℃에서는 초반에는 ‘약간 불쾌하다’에서 점차 ‘불쾌하다’고 응답하였으며 이 현상은 2단계 가압 시 보다 무압박과 1단계 가압 시에 더 뚜렷하였으며, 압박부위별 유의한 차이는 보이지 않았다.

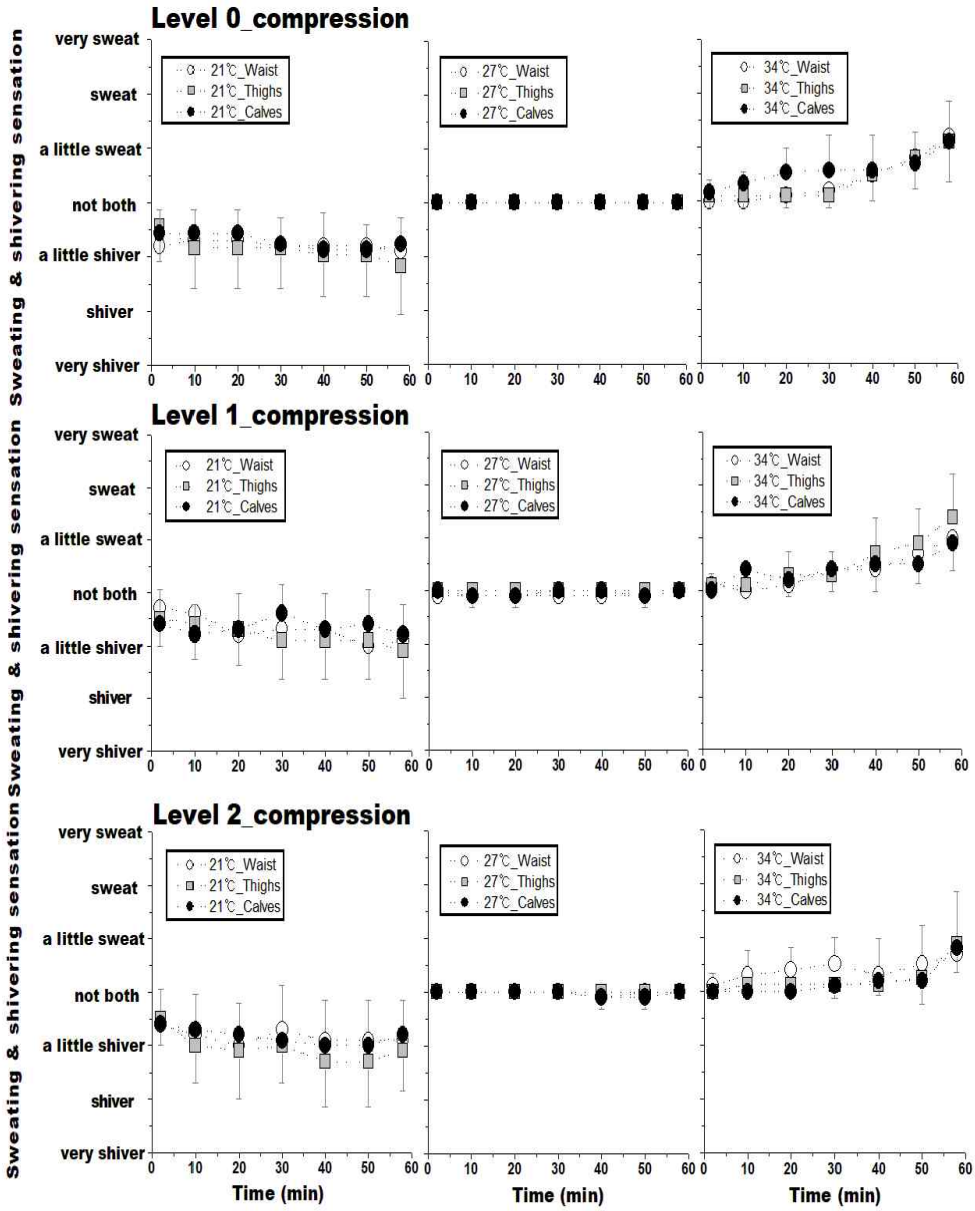


Figure 4.28. Sweating & shivering sensation according to the pressed body part.

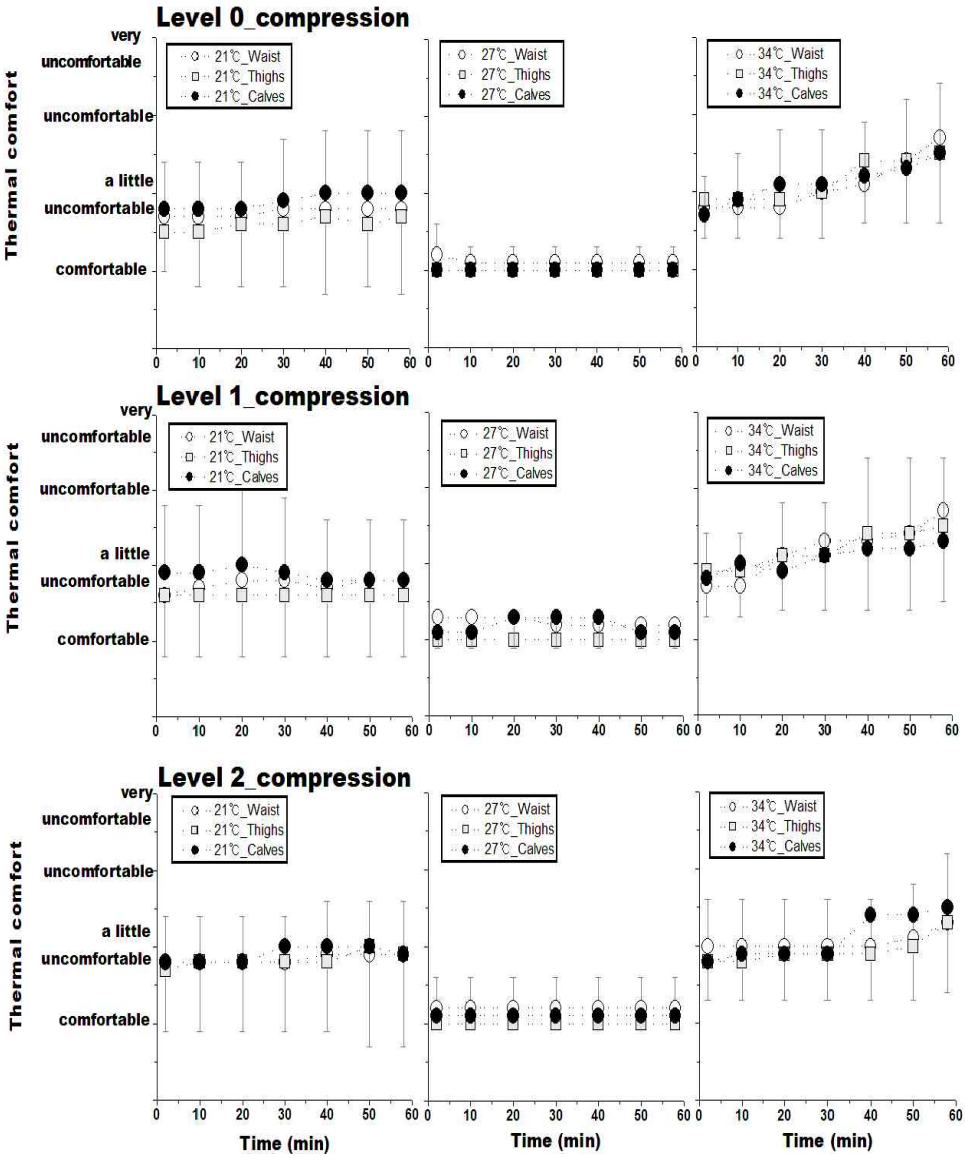


Figure 4.29. Thermal comfort according to the pressed body part.

압박감은 21℃에서 무압박시에는 넓적다리와 종아리 가압 시에는 '약간 느슨하다'고 응답하였으며, 허리 가압 시에는 '조이지도 느슨하지도 않다'고 응답해 압박부위별 차이를 보였으며, 1단계 가압 시에는 '약간 조인다', 2단계 가압 시에는 '조인다'고 응답해 압박부위별 차이를 보이지 않았다(**Figure 4.30**). 27℃에서는 무압박시에는 '조이지도 느슨하지도 않다'고 응답하였으며, 1단계 가압 시에는 '약간 조인다'고 응답하였으며 그 현상은 종아리와 허리 가압 시 더 뚜렷하였다. 2단계 가압 시에는 '조인다'라고 응답하였으며 그 현상은 넓적다리 가압시 더 뚜렷하였다. 34℃에서 무압박시 종아리와 넓적다리 가압 시에는 '약간 느슨하다'고 응답하였으며, 허리 가압 시에는 '조이지도 느슨하지도 않다'고 응답해 압박부위별 차이를 보였다. 1단계 가압 시에는 종아리와 넓적다리 가압 시에는 '약간 조인다', 허리 가압시에는 '조인다'고 응답해 허리 부위를 좀 더 조인다고 느꼈으며, 2단계 가압 시 종아리 가압 시에는 '조인다'고 응답하였으며, 허리와 넓적다리 가압 시에는 좀 더 조이게 느끼는 것으로 나타났다.

주관적 힘들기는 21℃에서는 초반에는 '힘들지도 편안하지도 않다'고 응답하였으나 점차 '약간 힘들다'고 응답하였으나 압박부위별 차이는 보이지 않았다(**Figure 4.31**). 27℃에서는 초반에는 '약간 편안하다'고 응답하였으나 점차 '힘들지도 편안하지도 않다'고 응답하였으며, 34℃에서는 초반에는 '힘들지도 편안하지도 않다'라고 응답하였으나 점차 '약간 힘들다'고 응답하였으며 압박부위별 유의한 차이는 보이지 않았다.

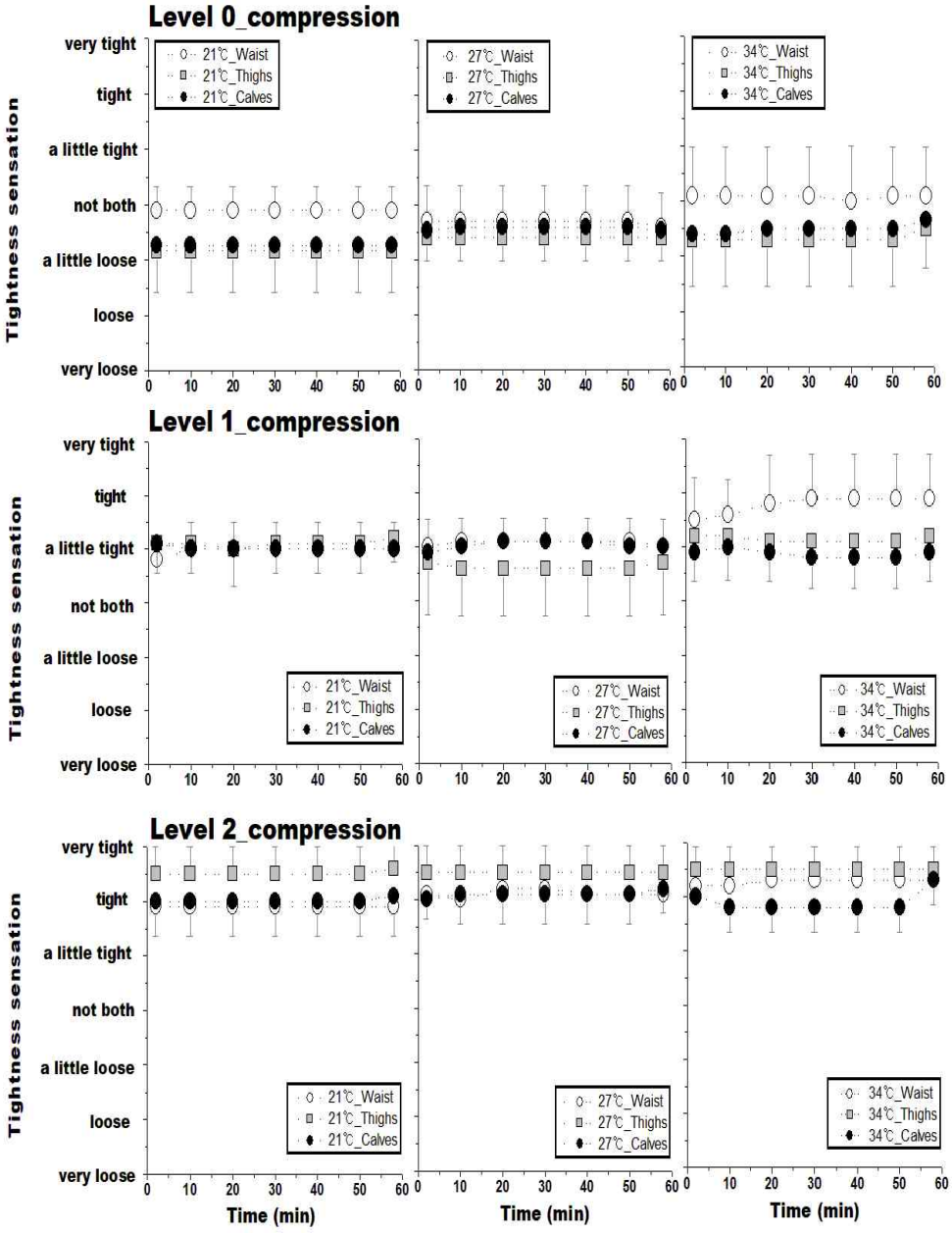


Figure 4.30. Tightness sensation according to the pressed body part.

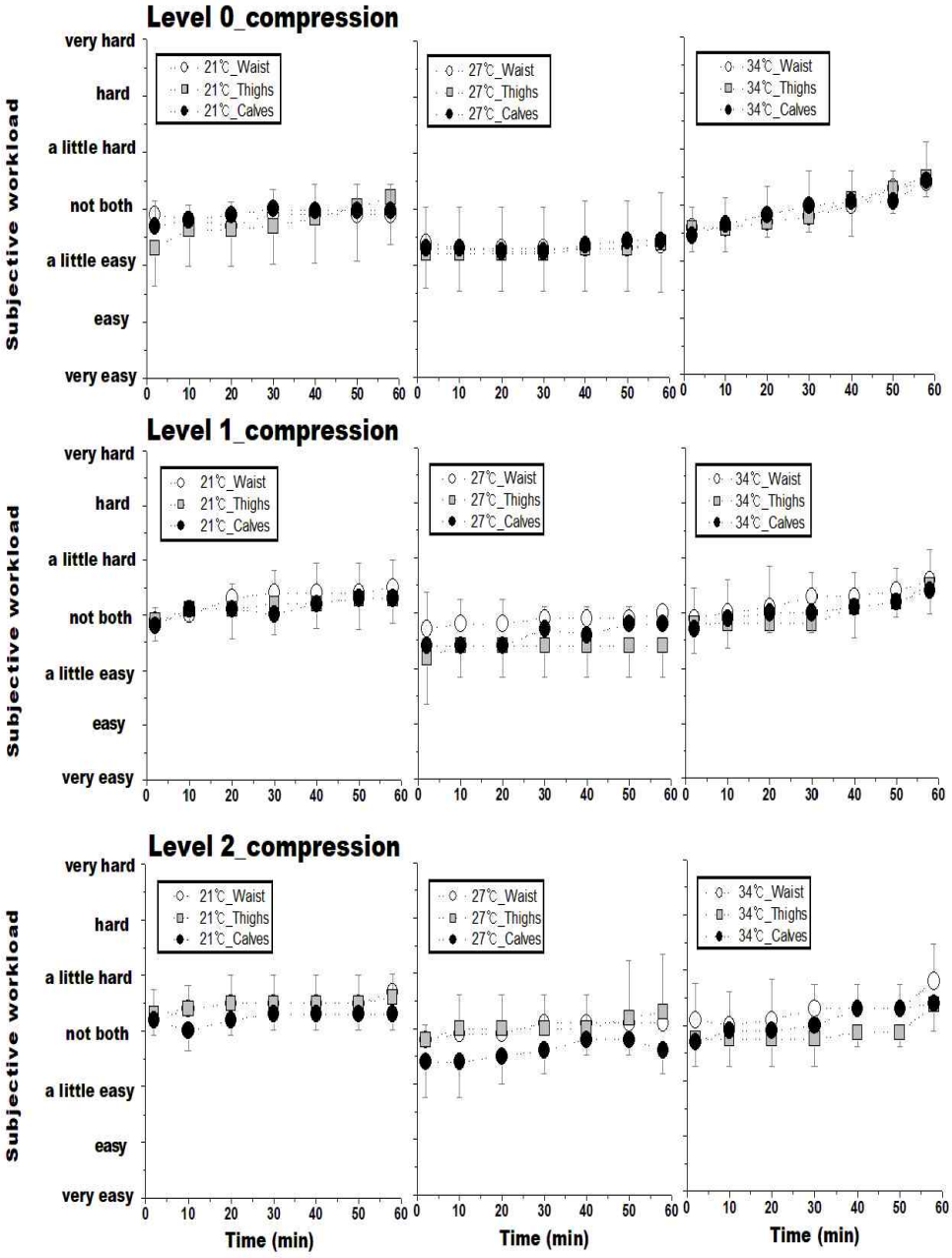


Figure 4.31. Subjective workload according to the pressed body part.

제 5 장 고찰

제 1 절 의복압과 적정의복압 범위

본 연구를 통해 다양한 환경온도에서 인체부위별 압박수준에 따른 의복압을 측정하고, 피험자가 응답한 압박감 점수에 의한 부위별 적정 의복압 범위를 도출하고, 부위별 의복압이 착용자의 생리·심리반응에 미친 영향을 규명하고자 하였다.

첫째, 서늘, 쾌적, 따뜻한 환경온도에서 인체에 3단계(무압박, 1단계, 2단계)의 압박을 가했을 때 인체 부위별 의복압을 측정하였다. 그 결과, 허리 가압 시 평균의복압은 앉은 자세와 선 자세에서 모두 2단계(12 ± 1% 축소)가 1단계(6 ± 1% 축소)와 무압박 보다 더 높게 나타났다. 1단계와 무압박이 동일한 의복압 그룹으로 분류되어 의복압 값을 반영하면 본 연구에서 압박밴드의 축소비율에 맞춰 나누었던 3개의 압박단계 아닌 2개의 압박단계로 나뉘는 양상을 보였다.

넓적다리 가압 시 평균의복압은 앉은 자세에서는 압박단계가 높을수록 더 높았으며($P<0.05$), 선 자세에서는 1단계(8 ± 1% 축소)와 2단계(17 ± 1% 축소)가 압박을 가하지 않았을 때 보다 더 높아 압박단계에 따른 유의한 차이를 보여($P<0.001$), 앉은 자세에서는 실험에서 설정한 3개의 압박단계로 나누어지지만, 선 자세에서는 두 개의 압박단계로 나뉘는 양상을 보였다. 실제 인간의 사지는 더 작은 반경으로 압축될 수 있으며, 이는 의복의 장력을 감소시키고 예상보다 낮은 압력을 생성할 수 있다고 하였는데(Christopher et al., 2020), 이런 이유에서 압박밴드 착용 시 인체에 가해진 실제 의복압 측정값이 압박밴드의 축소비율에 의해 설정된 압박단계와는 다른 결과를 보인 것으로 사료된다.

종아리 가압 시 평균의복압은 앉은 자세, 선 자세 모두에서 0단계, 1단계(8± 1% 축소), 2단계(16 ± 1% 축소) 순으로 압박단계가 높을수록 의복압도 높게 나타나 압박단계에 따른 유의한 차이를 보여, 허리와 넓

적다리를 가압했을 때와는 다르게 3개의 압박단계로 나누어지는 경향을 보였다. Li & Dai(2006)는 압박복에 의해 가해지는 압력은 신체 부위의 모양, 사용된 직물의 종류 및 사용 기간, 그리고 의복의 디자인과 맞음새에 의해 영향을 받으며 곡률 정도가 클수록 가해지는 압력이 더 커지기 때문에 기본적인 신체 윤곽이 의복압에 중요한 영향을 미친다고 하였는데, 본 연구에서 압력을 가한 허리, 넓적다리, 종아리 부위의 모양과 곡률로 인해 압박단계별 의복압이 다르게 나타났을 것이라 사료된다. 또한, 이 결과는 추후 의복압과 생리·심리 반응과의 상관관계를 분석할 때 축소비율을 기준으로 설정된 압박단계보다는 실제 인체에 가해진 의복압 값과의 상관관계를 분석해야 할 것으로 보인다.

압박부위별 의복압을 측정한 결과 무압박시 앉은 자세에서는 넓적다리가 18.5 ± 16.3 mmHg로 가장 높게 나타났으나(P<0.001), 선 자세에서는 압박부위에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. Choi and Ashdown(2010)은 선 자세보다 앉은 자세에서 하체 부위별 둘레가 7~17% 증가했다고 보고하였는데, 본 연구를 위해 사용된 압박밴드는 선 자세에서의 넓적다리와 종아리 둘레 치수를 기준으로 제작되었기 때문에 인체둘레 치수에 맞게 제작된 0단계의 압박밴드 착용 시 선 자세에서는 부위별 의복압이 유의한 차이를 보이지 않았으나 앉은 자세에서는 넓적다리 둘레의 증가로 인해 의복압이 증가했을 것이라 사료된다. 특히 넓적다리의 경우 앉은 자세에서는 의자 바닥과 인체가 닿는 부위의 압력이 현저히 높아 다른 두 부위에 비해 평균 의복압이 유의하게 높게 나타난 것으로 사료된다.

1단계 가압 시 의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 24.8 ± 18.2 mmHg로 가장 높게 나타나(P<0.001) 허리와 종아리 부위보다 유의하게 높았으며, 선 자세에서는 넓적다리, 종아리, 허리 부위가 17.7 ± 11.3 mmHg, 14.5 ± 8.5 mmHg, 11.4 ± 7.7 mmHg 순으로 높게 나타나 압박부위별 유의한 차이를 보였다(P<0.01). 이 의복압 수치는 CEN TC 205 표준(European Committee for Standardization, 1996)에 따르면 앉은 자세에서 넓적다리의 의복압은 적당한 압력 수준인 classII (23 mmHg)와

강한 압력 수준인 classIII (34 mmHg)에 해당하는 수치이며, 선 자세에서 세 부위의 의복압은 가벼운 압력 수준인 classI(15~21 mmHg)과 적당한 압력 수준인 classII(23 mmHg)에 해당하는 수치로 앉은 자세에서가 선 자세 보다 의복압이 더 높게 나타나 자세에 따른 차이를 보여준다. Kim(2004)의 연구에서 평상복 착용 시 의복압은 하체의 경우 선 자세에서는 인체 부위별 유의차가 없었으나 의자나 바닥에 앉았을 때 무릎 부위가 더 높았다고 보고하였다. 또한, 선 자세는 근육의 수축을 필요로 하며 이는 근육 수축(즉, 골격근 펌프)으로 인한 압박의 영향을 감소시킬 수 있다고 하였는데 본 연구에서 앉은 자세보다 선 자세에서 의복압이 낮게 나타난 것과 관련이 있는 것으로 사료된다. 또한, 위 결과는 넓적다리의 경우 다른 인체 부위에 비해 동일한 사이즈의 압박복을 착용하더라도 자세에 따른 의복압 차이가 커 압박 하의류 제작에 있어 고려되어야 할 부분으로 사료된다.

2단계 가압 시 평균의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 29.5 ± 21.5 mmHg로 가장 높게 나타났으며($P<0.001$), 허리와 종아리는 각각 15.7 ± 11.0 mmHg, 20.5 ± 9.1 mmHg로 유의한 차이를 보이지 않았다. 선 자세에서는 넓적다리와 종아리가 21.7 ± 12.0 mmHg, 20.4 ± 9.2 mmHg로 유의한 차이를 보이지 않았으나, 허리 14.7 ± 11.0 mmHg 보다 높게 나타나 압박 부위별 차이를 보였다($P<0.01$). 특히, 넓적다리의 경우 허리와 종아리 부위와 다르게 자세에 따른 큰 의복압 차이를 보였다. Shim & Choi(1994)는 의복의 구속성에 관한 연구에서 선 자세 보다 앉은 자세에서, 동작 변화에 있어서는 정지 자세보다 앞으로 굽혔을 때 의복압이 높았다고 보고하였다. 또한, Kweon(2012)은 스키니진 착용 시의 의복압과 압박감은 쪼그린 자세, 바닥에 앉은 자세, 선 자세 순으로 높게 나타났다고 하였으며, Sung and Kim(1994)의 연구에서 치마말기 치수에 따른 한복의 의복압을 측정한 결과 바닥에 앉은 자세, 의자에 앉은 자세, 선 자세 순으로 높게 나타났다고 하였다. 본 연구에서는 넓적다리 압박 시 앉은 자세에서의 의복압이 개인차가 유독 크게 나타났으며, 피험자에 따라서는 CEN TC 205 표준에 따라 강한 압력 수준인 classIII(34 mmHg)와

매우 강한 압력인 classIV(49 mmHg 이상)에 해당할 수 있어, 앉은 자세에서 장시간 착용해야 하는 압박 하의류 제작 시 개인별 체형별 특성이 잘 반영되어야 할 것으로 사료된다. 또한, Baek(2003)은 압박할 의복압 수준을 설정하는 실험에서 순간적 의복압 허용한계는 넓적다리의 경우 25.7 mmHg(35 gf/㎠)로 제시하였는데, 본 실험에서 넓적다리 2단계 가압 시 앉은 자세에서의 압박수준은 29.5 ± 21.5 mmHg로 이를 넘는 수준이었으며, 피험자들도 2단계 가압 시에는 아주 조인다고 응답해 높은 압박감을 느끼는 것으로 나타났다. Lee et al.(2013)은 30~40대 중년여성을 대상으로 쾌적한 착용을 위한 웨이스트 니퍼의 의복압 허용한계는 약 11.3 mmHg(1.5 kPa)라고 보고하였는데, 본 연구에서 허리의 2단계(12 ± 1%감소) 수준에서의 평균 의복압이 이보다 더 높은 수준으로 압박의류 설계 시 고려되어야 할 것이다. Baek and Choi(2008)는 성인여성(31~46세) 6명을 대상으로 한 인체 부위별 압박복의 가압 수준에 관한 연구에서 종아리의 가압 수준은 17.7 mmHg(24 gf/㎠)이라고 하였는데, 본 연구에서 2단계(16 ± 1%감소)의 압박수준에 조금 못 미치는 수준으로 종아리 압박을 위한 압박복 개발 시 단계별 축소비율을 참고하여 제작해야 할 것이다.

둘째, 산점도와 신뢰구간을 통하여 피험자가 응답한 압박감 점수 -0.5와 0.5 사이에 해당하는 의복압 값을 통해 인체부위별, 자세별 적정 의복압 범위를 도출하였다. 허리 가압 시 적정 의복압 범위는 앉은 자세에서는 4.5~13.8 mmHg, 선 자세에서는 5.2~11.6 mmHg로 종아리와 넓적다리보다 비교적 낮은 수치였다. Makabe et al.(1993)에 따르면 옷 압력에 미치는 허리 부분 피복의 영향에 관한 연구에서 허리 부위의 압력이 0~11.0 mmHg(0~15 gf/㎠)일 때 감각이 없거나 불편함이 없다고 하였으며, 11.0~18.4 mmHg(15~25 gf/㎠)일 때 무시할 수 있거나 단지 약간의 불편함을 느끼며, 압력이 18.4 mmHg(25 gf/㎠)를 초과할 때 극심한 불편함을 느꼈다고 보고하였는데, 본 연구에서 도출된 선 자세에서의 적정의복압 범위는 불편함이 없는 범위에 속하는 압박수준이었으나, 앉은

자세에서의 적정의복압 범위는 좀 더 높은 수준으로 약간 불편함을 느낄 수 있는 의복압 범위에 속해 자세별 차이를 보였다.

넓적다리 가압 시 적정의복압 범위는 앉은 자세에서는 10.7~24.9 mmHg, 선 자세에서는 6.7~22.1 mmHg로 다른 두 부위에 비해 비교적 높은 수준이었다. Lee et al.(2013)은 30~40대 중년여성을 대상으로 거들의 쾌적한 의복압 범위를 측정한 결과 약 15.8 mmHg(2.1 kPa)라고 하였는데, 본 연구에서 도출된 적정의복압 범위에 포함되는 수치였다. Yamaguchi et al.(1986)은 하지 부위에 50 mmHg의 압력을 가하면 말초순환을 감소시키지만 30 mmHg의 압박은 유의한 영향을 미치지 않았다고 보고하였는데, 본 연구에서 도출된 넓적다리의 적정의복압 범위는 말초순환을 감소시키지 않는 범위 내에 속하는 수치였다.

종아리 가압 시 적정의복압은 앉은 자세에서는 4.9~17.2 mmHg, 선 자세에서는 3.3~15.1 mmHg 범위가 얻어졌다. Mosti and Partsch(2014)의 연구에서 발목 18.0 ± 2.3 mmHg(2.4 ± 0.3 kPa), 종아리 27.0 ± 3.0 mmHg(3.6 ± 0.4 kPa) 정도의 의복압은 루즈핏 보다 정맥 박출량을 유의미하게 증가시켰다고 보고하였으며, Gianesini et al.(2016)은 압박스타킹을 착용하고 보행 시 하지 부종을 감소시키기 위해서는 최소 23 mmHg의 압력이 필요하다고 하였다. 본 연구에서 피험자의 압박감으로부터 도출한 적정의복압 범위는 기능성 압박 의류에서 요구되는 의복압 수준보다는 낮은 수치로 생리적 반응에 유의한 영향을 미치지 않는 범위에 속하는 것으로 사료된다.

제 2 절 의복압과 생리·심리반응

마지막으로 압박 부위별 의복압에 따른 인체 생리·심리적 부담 정도를 분석하였다. 인체 가압 시 압박단계는 압박감 항목을 제외한 모든 생리·심리반응과 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 앞서 압박단계별 의복압을 분석한 결과 허리는 1단계와 무압박이 동일한 의복압 단계로 분류되어 두 개의 압박단계로 나누어졌으며, 넓적다리는 앉은 자세에서는 세 개의 압박단계로, 선 자세에서는 1단계와 2단계가 하나의 그룹으로 분류되어 두 개의 압박단계로 나누어져 본 연구에서 설정한 압박단계와는 다른 결과를 보여 압박단계가 아닌 인체 가압 시 측정된 의복압과 생리·심리반응과의 상관관계를 분석하였다.

그 결과 의복압과 생리반응과의 상관관계는 인체 부위 중에는 넓적다리가 환경온도 중에는 21°C와 27°C에서 좀 더 높은 상관관계를 보였다. 27°C에서 의복압과 생리반응이 상관관계가 더 뚜렷했던 이유는 서늘한 21°C나 따뜻한 34°C에서 보다 쾌적한 27°C에서가 비교적 환경온도에 따른 영향을 적게 받아 의복압의 영향이 더 뚜렷하게 나타났을 것이라 사료된다.

의복압과 생리반응과의 상관관계를 자세히 살펴보면, 허리 가압 시 27°C에서 의복압은 평균피부온과 부적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 평균피부온이 낮아지는 경향을 보였다($P<0.01$). Liu et al.(2008)은 정맥 혈류량의 변화를 일으키기 위해서는 18 mmHg 이상의 압력이 필요하다고 제안하였는데, 본 연구에서 2단계 허리 가압 시 평균의복압은 앉은 자세에서 15.7 ± 11.0 mmHg, 선 자세에서 14.7 ± 8.6 mmHg로 선행연구에서 제시한 의복압 수치보다는 낮은 수준이었으나, 측정지점별 의복압은 아랫배와 등 부위가 각각 23.5 ± 9.2 mmHg, 22.2 ± 12.5 mmHg로 위에 제시한 수치보다 높아 실제로 인체에 가해진 부위별 의복압이 평균피부온 변화에 유의한 영향을 미친 것으로 사료된다. 허리 가압 시 34°C에서 의복압은 체중감소량과 부적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 체중감소량이 감소하는 경향을 보였다($P<0.05$). Lee(2004)는 피험자들

에게 일상에서 취하는 동작을 하게 했을 때 의복에 의한 압박이 강할수록 발한이 충분하게 일어나지 못한다고 하였으며, Leoz-Abaurrea et al.(2019)은 상체 압박의류 착용은 발한 속도를 감소시켜 피부에서의 발한량을 제한해 참가자의 심한 탈수를 방지할 수 있다고 하였다. 본 연구에서 의복압은 21°C와 27°C에서는 체중감소량과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나 34°C에서 유의한 상관관계를 보여 따뜻하거나 고온의 환경에서 허리 압박 의류 착용은 체중감소량에 유의한 영향을 미칠 수 있어 압박의류 착용 시 주의가 필요할 것으로 사료된다.

넓적다리 가압 시 의복압은 21°C에서 손가락온도, 압박밴드내 습도와 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 손가락온도와 압박밴드내 습도가 상승하는 경향을 보였다($P<0.05$). Guyton et al.(1974)은 열적 쾌적 범위인 대기온 22°C에서 말초혈관 수축이 일어나기 시작한다고 하였으며, Murayama et al.(1997)은 인체가 저온환경에 노출되면 체온의 방산을 막기 위해 말초혈관 수축에 의한 피부온 저하가 나타나게 된다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 말초부위의 피부온이 강하하는 저온의 환경에서 손가락 온도가 상승한 것은 넓적다리에 가해진 의복압이 영향을 미친 것으로 사료된다. Sung & Ryu(1995)는 20°C의 저온환경에서 고탄력 스타킹의 착용으로 인해 평균피부온은 약 0.5°C 상승하였으며, 하지부 압박으로 인해 상지부, 특히 손바닥의 피부온도 상승이 현저하였다고 하였다. Bochmann et al.(2005)은 사지의 혈류량을 높이기 위해서는 20 mmHg 이상의 압력이 필요하다고 하였는데, 본 연구에서 넓적다리 가압 시 의복압은 앉은 자세에서는 1단계 가압 시 24.8 ± 18.2 mmHg, 2단계 가압 시 29.5 ± 21.5 mmHg 수준으로 나타나 손가락 온도 상승에 유의한 영향을 미친 것으로 사료된다. 21°C에서 넓적다리 가압 시 의복압이 높을수록 압박밴드내 습도가 상승하는 경향을 보였는데, Na and Kim(2011)은 인공기후실(24°C, 50%RH)에서 저속과 고속의 운동을 수행한 결과 비신축성 코르셋 착용은 발한량에 영향을 미쳐 압박을 받는 신체 구간부에서의 발한량이 감소하였다고 하였는데 본 연구와는 다른 결과였다.

넓적다리 가압 시 의복압은 27°C에서 평균피부온(P<0.05), 압박밴드 내 피부온과 부적상관관계를 보여(P<0.01) 의복압이 높을수록 평균피부온과 압박밴드내 피부온이 강하한 것으로 나타났다. Nakahashi(1998)는 하퇴부의 압박이 강할수록 체온 조절 등에 관계하는 피부온의 저하와 활동근의 부담증가, 피부혈류량의 감소 등이 발생한다고 하였다. Yamaguchi et al.(1986)은 하지 부위에 50 mmHg의 압력을 가하면 말초순환을 감소시키지만 30 mmHg의 압박은 유의한 영향을 미치지 않았다고 보고하였으며, Campion et al.(1968)은 40 mmHg의 압박을 가하면 근육 혈류가 크게 감소했다고 보고하였다. 본 연구에서 넓적다리 가압 시 평균의복압은 21.7 ± 11.5~29.5 ± 11.5 mmHg 수준이었으나, 앉은 자세에서 의자에 맞닿는 부위인 넓적다리 뒷면의 경우 1단계 가압 시 49.1 ± 13.1 mmHg, 2단계 가압 시 60.6 ± 12.0 mmHg로 근육 혈류 감소에 영향을 줄 수 있는 높은 수준으로 평균피부온 및 압박밴드 부위의 피부온 변화에 유의한 영향을 미친 것으로 사료된다.

의복압과 주관적 감각과의 상관관계는 인체 부위에 따라서는 넓적다리를 가압했을 때가, 환경온도에 따라서는 21°C에서 더 높은 상관관계를 보였다. 의복압과 주관감과의 상관관계를 자세히 살펴보면 허리 가압 시 의복압은 21°C에서 압박밴드내 습윤감과 부적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 압박부위를 더 건조하게 느끼는 것으로 나타났으며(P<0.05), 주관적 힘들기와는 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 더 힘들게 느끼는 것으로 나타났다(P<0.05). Na and Kim(2011)의 연구에서 비신축성 코르셋 착용은 발한량에 영향을 미쳐 압박을 받는 신체 구간부에서 발한량이 감소하였다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 21°C에서 허리 가압 시 압박밴드내 습도를 측정한 결과 압박단계에 따른 유의한 변화는 보이지 않았으나, 피험자는 의복압이 높을수록 압박밴드 부위를 더 건조하게 느껴 서늘한 환경에서의 허리 압박은 습윤감에 유의한 영향을 미친 것으로 사료된다. 그리고, 허리 가압 시 의복압과 압박감과의 상관관계를 살펴본 결과 21°C와 27°C에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, 34°C에서는 정적상관관계를 보여(P<0.01) 따뜻한 환경에서 의복압이 높

을수록 압박감을 더 크게 느끼는 것으로 나타났다. Jeong and Kim(2006)은 의복압과 주관적 감각의 상관관계분석에 있어서 브래지어와 거들 대부분의 부위에서 의복압이 높을수록 압박감을 더 느낀다고 보고하였는데, 본 연구에서는 34°C 환경에서만 이와 동일한 결과를 보였다. Jeong and Kim(2006)의 연구에서 브래지어 착용 시 의복압은 종류에 따라 20.1 ± 11.5~46.2 ± 14.8 gf/cm^2(14.8 ± 8.5~34.0 ± 10.9 mmHg) 수준이었으며, 거들 착용 시에는 소프트 타입의 경우 15.3 ± 7.3 ~45.4 ± 11.1 gf/cm^2(11.3 ± 5.4~33.4 ± 8.2 mmHg), 하드타입의 경우 17.0 ± 7.9~46.2 ± 14.6 gf/cm^2(12.5 ± 5.8~3.40 ± 10.7 mmHg) 수준이라고 하였다. 본 연구에서 사용된 압박밴드는 소프트 타입으로 허리 가압 시 의복압은 8.8 ± 6.1~15.7 ± 11.0 mmHg 수준으로 선행연구에서의 수치보다 낮은 수준으로, 서늘한 21°C와 쾌적한 27°C에서 허리 가압 시 의복압은 압박감에 유의한 영향을 미치지 않는 수준이었다고 사료된다.

넓적다리 가압 시 의복압은 21°C에서 온열쾌적감과 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 온열적으로 더 불쾌하게 느끼는 것으로 나타났으며($P<0.05$), 발한 및 전율감과는 부적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 더 떨린다고 응답한 것으로 나타났다($P<0.05$). 또한, 의복압은 21°C에서 주관적 힘들기와도 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 더 힘들게 느끼는 것으로 나타났다. 쾌적한 27°C와 따뜻한 34°C에서 넓적다리 가압 시 의복압은 온열쾌적감과 발한 및 전율감, 주관적 힘들기에 유의한 영향을 미치지 않았으나, 21°C에서는 유의한 영향을 미쳐 서늘한 환경에서 착용하는 하의 압박복 설계·제작시 주관감에 부정적인 영향을 미치지 않는 적절한 의복압이 적용되도록 주의가 필요할 것으로 사료된다. 넓적다리 가압 시 의복압은 27°C에서는 압박감과 유의한 상관관계를 보이지 않았으나 서늘한 21°C와 따뜻한 34°C에서는 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 더 조이게 느끼는 것으로 나타났다($P<0.01$). 또한, 의복압은 34°C에서 압박밴드내 습윤감과는 부적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 압박부위를 좀 더 건조하게 느끼는 것으로 나타났다($P<0.01$). 34°C에서 넓적다리 가압 시 측정된 압박밴드내 습도는 62.3 ±

4.0~63.6 ± 4.4%RH로 압박단계별로 유의한 차이를 보이지 않았으나, 의복압은 주관감 변화에는 유의한 영향을 미쳐 생리반응과 심리반응에 미치는 영향이 다르게 나타났다.

종아리 가압 시 의복압은 21°C($P<0.01$)와 27°C($P<0.05$)에서 압박감과 정적상관관계를 보여 의복압이 높을수록 압박감을 크게 느꼈으나, 다른 주관감 항목들과는 유의한 상관관계를 보이지 않아 본 연구에서 가해진 9.3 ± 5.2 ~ 20.5 ± 9.2 mmHg 수준의 종아리 압박은 압박감을 제외한 주관감 항목들에는 유의한 영향을 미치지 않는 의복압 수준이라고 사료된다. 이처럼, 허리, 넓적다리, 종아리 가압 시 압박단계에 따라 다양한 생리·심리반응을 보여 각 부위에 해당하는 압박복 설계·제작시 환경조건에 맞는 적절한 의복압 수준을 적용해야 할 것으로 사료된다.

제 6 장 결론 및 제언

다양한 환경온도에서 인체부위별 압박수준에 따른 의복압, 적정 의복압 범위 도출 및 의복압이 착용자의 생리·심리반응에 미친 영향을 규명하고자 다음과 같은 실험 및 분석을 실시하였다. 구체적으로는 첫째, 서늘, 쾌적, 따뜻한 환경온도에서 인체에 저, 중, 고도의 압박을 가했을 때 인체 부위별 의복압을 정량화하였다. 둘째, 피험자가 응답한 압박감으로부터 인체 부위별 적정 의복압 범위를 분석하였다. 셋째, 압박 부위별 의복압에 따른 인체 생리·심리적 부담 정도를 분석하였다.

이를 위해 20대 성인 여성 5인(나이 23.4 ± 3.0 y, 신장 161.7 ± 5.2 ㎝, 체표면적 1.56 ± 0.03 ㎡)이 피험자로 참여하였다. 모든 피험자는 세 가지 환경온 조건(21°C, 27°C, 34°C; 습도 50 ± 5%RH)과 세 부위 압박 조건(허리, 넓적다리, 종아리), 세 단계 압박 조건(0단계_인체 둘레 100%, 1단계_인체 둘레 약 6~8% 감소, 2단계_인체 둘레 약 12~17% 감소)에 참여하였다(총 27 조건; 피험자 5인 × 27 조건 = 135회). 인체 부위별 압박을 위해 개별 맞춤 압박밴드(겉감: 나일론/폴리우레탄 80/20, 안감: 나일론/폴리우레탄 91/9)를 제작하였다. 실험은 총 60분(앉은 자세 50분 후 선 자세 10분 유지)으로 인공기후실에서 실시되었다. 의복압은 의복압 측정기(load cell type 센서, 압력측정범위 0~500 g)를 이용하여 허리, 넓적다리, 종아리 부위에서 10분 간격으로 측정하였다. 직장온, 아홉 부위 피부온(이마, 배, 아래팔, 손등, 넓적다리, 종아리, 발등, 손가락 온도, 압박밴드내 피부온), 압박밴드내 온·습도, 심박수는 1분 간격으로 연속 측정하였다. 혈압과 체중은 실험 전과 후에 측정하였다. 평균피부온은 Hardy & Dubois의 식을 응용하여 7점법으로 계산하였다. 한서감, 습윤감, 발한감, 압박감, 주관적 힘들기는 7점 척도로, 온열 쾌적감은 4점 척도를 이용하여 10분 간격으로 자가 응답하게 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 압박수준별 의복압은 허리와 종아리 가압 시 모든 자세에서 2단계가 0단계와 1단계 보다 유의하게 높았다($P<0.01$). 넓적다리는 앉은

자세에서는 압박수준이 높을수록 의복압이 증가했고(P<0.05), 선 자세에서는 1단계와 2단계 간 의복압 차이 없이 0단계보다 유의하게 높게 나타났다(P<0.001). 압박부위별 의복압은 앉은 자세에서는 넓적다리가 다른 두 부위에 비해 높았다(P<0.001). 그러나 선 자세에서는 0단계 가압 시에는 부위별 유의한 차이를 보이지 않았고, 1단계와 2단계 가압 시에는 넓적다리, 종아리, 허리 부위 순으로 높게 나타나(P<0.01), 자세에 따른 차이를 보였다. 부위별 혹은 압박 수준별 의복압에서 환경온도에 따른 차이는 발견되지 않았다.

둘째, 산점도와 신뢰구간을 통하여 피험자가 응답한 압박감 점수 -0.5와 0.5 사이에 해당하는 의복압 값을 통해 자세별 적정 의복압 범위를 도출한 결과, 허리 가압 시 앉은 자세에서 4.5~13.8 mmHg, 선 자세에서 5.2~11.6 mmHg, 넓적다리 가압 시 앉은 자세에서 10.7~24.9 mmHg, 선 자세에서 6.7~22.1 mmHg, 종아리 가압 시 앉은 자세에서 4.9~17.2 mmHg, 선 자세에서 3.3~15.1 mmHg 범위가 얻어졌으며, 넓적다리가 허리와 종아리보다 비교적 높은 수준이었다.

셋째, 의복압과 생리·심리반응과의 상관관계를 본 결과 환경온도에 따라서는 21°C에서, 인체 부위에 따라서는 넓적다리를 가압했을 때가 더 높은 상관도를 보였다. 생리반응은 21°C에서 넓적다리 가압 시 의복압이 높을수록 손가락온도와 압박밴드내 습도가 상승하는 경향을(P<0.05), 27°C에서 허리(P<0.01)와 넓적다리(P<0.05) 가압 시 평균피부온이 강하하는 경향을, 넓적다리 가압 시 압박밴드내 피부온이 강하하는 경향을(P<0.01), 34°C에서 허리 가압 시 체중감소량이 감소하는 경향을 보였다(P<0.05). 인체 가압 시 심리반응은 의복압이 높을수록 압박밴드내 부위를 더 건조하게 느끼는 것으로 나타났으며(P<0.05), 더 조인다고 응답하였다(P<0.05). 특히, 허리와 넓적다리 가압 시 의복압이 높을수록 온열적으로 더 불쾌하게(P<0.05), 더 힘들게 느끼는 것으로 나타났다(P<0.05). 그러나, 직장온, 심박수 및 한서감 반응에서 압박수준에 따른 유의한 차이는 발견되지 않았다.

본 연구를 통해 허리, 넓적다리, 종아리 압박 시 적정 압박수준이 도

출되었다. 넓적다리의 적정 압박수준이 허리와 종아리에 비해 높았기 때문에, 이는 압박 하의류 제작 시 패턴 및 소재 선택에 적용 가능하다. 동일한 인체 부위에 동일한 수준의 압박이 가해져도 자세에 따른 차이가 관찰되며, 피하지방 수준에 따라 압력이 달라지기 때문에 편안하고 기능적인 압박복 제작을 위해서는 추후 보다 다양한 체형의 피험자를 대상으로 체형별 분류를 통한 보다 다양한 자세와 동작에서의 의복압을 분석할 필요가 있다.

참 고 문 헌

Apurba, D., & Alagirusamy, R.(2010). Science in clothing comfort. *Woodhead Publishing Limited*.

Agu, O., Hamilton, G., & Baker, D.(1999). Graduated compression stockings in the prevention of venous thromboembolism. *Journal of British Surgery*, 86(8), 992-1004.

Ahn, Y.(1986). *A Study on the Actual Wearing State of Foundation.* (Unpublished master's thesis). Ewha Womens University.

Alpérovitch, A., Lacombe, J. M., Hanon, O., Dartigues, J. F., Ritchie, K., Ducimetière, P., & Tzourio, C.(2009). Relationship between blood pressure and outdoor temperature in a large sample of elderly individuals: the Three-City study. *Archives of Internal Medicine*, 169(1), 75-80.

Arens, E., Zhang, H., & Huizenga, C.(2006). Partial-and whole-body thermal sensation and comfort－Part I: Uniform environmental conditions. *Journal of Thermal Biology*, 31(1-2), 53-59.

Armstrong, L. E. (2007).Assessing hydration status: the elusive gold standard. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(sup5), 575-584.

Aryal, K., Dodds, S. R., & Chukwulobelu, R.(2002). Effect of posture on the pressure exerted by below-knee class II compression stockings on normal subjects. *Phlebology*, 17(1), 32 - 35

Baek, Y.(2003). *Permissible safety limits in garment pressure focused on the parts of human body*(Unpublished doctoral dissertation), Seoul National University, Seoul.

Baek, Y. & Choi, J.(2007). Selection of the Measurement Points for Garment Pressure of the Girdle and the All-in-one. *The Korean Journal of Community Living Science*, 18(4), 609-616.

Baek, Y. & Choi, J.(2008). Determination of the garment pressure level using the elastic bands by human body parts. *Journal of the*

Korean Society of Clothing and Textiles, 32(10), 1651-1658.

Bates, G. P., & Schneider, J.(2008). Hydration status and physiological workload of UAE construction workers: A prospective longitudinal observational study. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 3(1), 1-10.

Benzinger, T. H.(1963). Peripheral cold-and central warm-reception, main origins of human thermal discomfort. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 49(6), 832.

Bernhardt, T., & Anderson, G. S.(2005). Influence of moderate prophylactic compression on sport performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 292-297.

Bringard, A., Perrey, S., & Belluye, N.(2006). Aerobic energy cost and sensation responses during submaximal running exercise-positive effects of wearing compression tights. *International Journal of Sports Medicine*, 27(05), 373-378.

Biss, T. T., Kahr, W. H., Brandao, L. R., Chan, A. K., Thomas, K. E., & Williams, S.(2009). The use of elastic compression stockings for post thrombotic syndrome in a child. *Pediatric Blood & Cancer*, 53(3), 462-463.

Bochmann, R. P., Seibel, W., Haase, E., Hietschold, V., Rodel, H., & Deussen, A.(2005). External compression increases forearm perfusion. *Journal of Applied Physiology*, 99(6), 2337-2344.

Borghei, Y., Moghadamnia, M. T., Sigaroudi, A. E., & Ghanbari, A. (2020). Association between climate variables (cold and hot weathers, humidity, atmospheric pressures) with out-of-hospital cardiac arrests in Rasht, Iran. *Journal of Thermal Biology*, 93, 102702.

Brice, J., & Thorpe, H.(2021). The lively intra-actions of athleisure: A Baradian analysis of fit femininity. *Somatechnics*, 11(2), 228-245.

Campion, E. C., Hoffmann, D. C., & Jepson, R. P. (1968). The effects

of external pneumatic splint pressure on muscle blood flow. *Australian and New Zealand Journal of Surgery*, 38(2), 154-157.

Candy H.Y. Lai, Cecilia W.P. Li-Tsang.(2022). Validation of the Pliance X System in measuring interface pressure generated by pressure garment. *Burns*, 35(6), 845-851.

Castellani, M. P., Rioux, T. P., Castellani, J. W., Potter, A. W., & Xu, X.(2021). A geometrically accurate 3 dimensional model of human thermoregulation for transient cold and hot environments. *Computers in Biology and Medicine*, 138, 104892.

Cha, S. J.(2021). A Pilot Study for the Development of Athleisure Leggings for 20's Women. *Journal of Korean Traditional Costume*, 24(3), 75-91.

Chan, A.P. and Fan, J.(2002). "Effect of clothing pressure on the tightness sensation of girdles". *International Journal of Clothing Science and Technology*, 14(2), 100-110.

Charkoudian, N.(2010). Mechanisms and modifiers of reflex induced cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans. *Journal of Applied Physiology*, 109(4), 1221-1228.

Cheng, A.(2018). The Athleisure Trend Isn't Taking A Rest. *Forbes*, Retrieved from https://www.forbes.com/sites/andriacheng/2018/02/09/here-are-some-more-signs-athleisure-trend-still-has-legs/?sh=212b521133cb

Cho, S.(2015). Comparison of medical compression garments by manufacturing country. *Journal of the Korea Fashion and Costume Design Association*, 17(4), 31-39.

Cho, S.(2019). Analysis of clothing pressure for commercially customized burn patient's medical compression garments for men in their 20s. *Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association*, 21(4), 55-67.

Choi, J., & Kim, M.(2011). *Clothing and health*, gyomoonsa, 240-242

Choi, S. Y., & Ashdown, S. P.(2010). Application of lower body girth

change analysis using 3D body scanning to pants patterns. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(6), 955-968.

Christopher J. Richards, Julie R. Steele, Geoffrey M. Spinks.(2020). Experimental evaluation and analytical model of the pressure generated by elastic compression garments on a deformable human limb analogue. *Medical Engineering & Physics*, 83, 93-99.

Del Ferraro, S., Falcone, T., Morabito, M., Messeri, A., Bonafede, M., Marinaccio, A., & Molinaro, V.(2021). Cooling garments against environmental heat conditions in occupational fields: measurements of the effect of a ventilation jacket on the total thermal insulation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 86, 103230.

Doan, B., Kwon, Y. H., Newton, R., Shim, J., Popper, E. V. A., Rogers, R., & Kraemer, W.(2003). Evaluation of a lower-body compression garment. *Journal of Sports Sciences*, 21(8), 601-610.

Du, C., Li, B., Liu, H., Wei, Y., & Tan, M.(2018). Quantifying the cooling efficiency of air velocity by heat loss from skin surface in warm and hot environments. *Building and Environment*, 136, 146-155.

Duffield, R., & Kalkhoven, J.(2016). Effects of compression garments in strength, power and speed based exercise. In Compression garments in sports: Athletic performance and recovery. *Springer, Cham*. 63-78.

Engel, F.A., Holmberg, H. C., & Sperlich, B.(2016). Is there evidence that runners can benefit from wearing compression clothing?. *Sports Medicine*, 46(12), 1939-1952

Engel, F.A., & Sperlich, B.(2016). Compression garments in sports: Athletic performance and recovery. *Cham: Springer International Publishing*. 33-61

European Committee for Standardization (CEN)(1996), *Medical Compression Hosiory*.

Feng, X. L., & Ceng, R. H.(2005). Research and development on

air-cooling in deep high-temperature mines at home and abroad. *Yunnan Metallurgy*, 34(1), 7-10.

Gan, Y., Liu, Y., Ding, X., & Pan, N.(2012). Thermal sensation at index finger while applying external pressure at upper arm. *Journal of Thermal Biology*, 37(7), 502-509.

Gascon,S. S., Gilmer, G. G., Hanks, M. M., Washington, J. K., and Oliver, G. D.(2018). Biomechanical influences of a postural compression garment on scapular positioning. *International Journal of Sports Medicine*, 13(4), 700 - 706.

Gavhed, D.(2003). *Human responses to cold and wind.* Arbetslivsinstitutet

Gavhed, D., Mäkinen, T., Holmér, I., & Rintamäki, H.(2000). Face temperature and cardiorespiratory responses to wind in thermoneutral and cool subjects exposed to -10℃. *European Journal of Applied Physiology*, 83(4), 449-456.

Gianesini, S., Tessari, M., Menegatti, E., Spath, P., Vannini, M. E., Occhionorelli, S., & Zamboni, P.(2016). Comparison between the effects of 18-and 23-mmHg elastic stockings on leg volume and fatigue in golfers. *International Angiology: A Journal of the International Union of Angiology*, 36(2), 129-135.

Giele, H. P., Liddiard, k., Currie, K., & Wood, F. M.(1997). Direct measurement of cutaneous pressures generated by pressure garment. *Burns*, 23(2), 137-141.

Gisolfi, C. V., Mora, M. T., Mora, F., Teruel, F. M., & Gisolfi, L. (2000). *The hot brain: survival, temperature, and the human body.* MIT Press.

Glass, S., Dwyer, G. B., & American College of Sports Medicine (Eds.).(2007). *ACSM's metabolic calculations handbook*. Lippincott Williams & Wilkins.

Goh, S. S., Laursen, P. B., Dascombe, B., & Nosaka, K.(2011). Effect of lower body compression garments on submaximal and maximal

running performance in cold (10℃) and hot (32℃) environments. *European Journal of Applied Physiology*, 111(5), 819-826.

Gonzalez, R. R., & Nishi, Y.(1976). Effect of cool environments on local thermal sensation, discomfort and clothing sensation. *Ashrae Trans*, 82, 76-86

Guyton, A. C., Horrobin, D., & Robertshaw, D.(1974). *Environmental physiology*. University Park Press.

Gwosdow, A. R., & Berglund, L. G.(1987). Clothing distribution influences thermal responses of men in cool environments. *Journal of Thermal Biology*, 12(2), 91-95.

Hanada, K., Mihira, K., & Kamisasa, H.(1982). The effect of unevenly distributed thermal stimuli on the sensation of warmth and coolness. *Applied Ergonomics*, 13(1), 49-53.

Hensel, H.(1981). *Thermoreception and temperature regulation*. Academic Press, London.

Heus, R., Daanen, H. A., & Havenith, G.(1995). Physiological criteria for functioning of hands in the cold: a review. *Applied Ergonomics*, 26(1), 5-13.

Hirata, K., Nagasaka, T., Nunomura, T., & Cabanac, M.(1988). Local thermal sensation and finger vasoconstriction in the locally heated hand. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 58(1), 92-96.

Iampietro, P. F., & Buskirk, E. R.(1960). Effect of high and low humidity on heat exchanges of lightly clothed men. *Journal of Applied Physiology*, 15(2), 212-214.

ISO 9920(1995). *Ergonomics of the thermal environment-Estimation of the thermal insulation and evaPorative resistance of a clothing ensemble*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Itoh, S.(1974). Physiology of cold-adapted man. *Hokkaido University Medical Library Series*, 7, 1-173.

Ivanova, Y. M., Pallubinsky, H., Kramer, R., & van Marken Lichtenbelt, W.(2021). The influence of a moderate temperature drift on thermal physiology and perception. *Physiology & Behavior*, 229, 113257.

Jacquot, C. M., Schellen, L., Kingma, B. R., van Baak, M. A., & van Marken Lichtenbelt, W. D.(2014). Influence of thermophysiology on thermal behavior: the essentials of categorization. *Physiology & Behavior*, 128, 180-187.

Jacquet, R.(2015). Treatment of lower limb varicose veins in 2015: the present and the future. *Annales De Dermatologie Et De Venereologie*, 142, 483-492.

Jakeman, J. R., Byrne, C., & Eston, R. G.(2010). Efficacy of lower limb compression and combined treatment of manual massage and lower limb compression on symptoms of exercise-induced muscle damage in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 3157-3165.

Jansen, P. M., Leineweber, M. J., & Thien, T.(2001). The effect of a change in ambient temperature on blood pressure in normotensives. *Journal of Human Hyoertension*, 15(2), 113-117.

Janta, M., Prestel, J., Senner, V., & Bengler, K.(2014). Dynamic Thermal Receptor Response and Comfort in Cold and Warm Environments. *Procedia Engineering*, 72, 103-107.

Jeong, J., & Kim, H.(2006). Comparative Evaluation of Clothing Pressure and Subjective Sensation Exerted by Foundation. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 30(11), 1531-1537.

Jeong, Y., Hong, K., & Kim, S. J.(2006). 3D pattern construction and its application to tight-fitting garments for comfortable pressure. *Fibers and Polymers*, 7(2), 195-202.

Joshi, A., Wang, F., Kang, Z., Yang, B., & Zhao, D.(2022). A three-dimensional thermoregulatory model for predicting human thermophysiological responses in various thermal environments. *Building and Environment*, 207, 108506.

Jung, M., & Ryu, D.(2002). The Effect of Physical Characteristics of Foundation Knitted Fabrics on the Wearing Sensation. *Journal of the Korean Society of Living Environment System,* 11 (1), 79-93.

Karjalainen, S.(2012). Thermal comfort and gender: a literature review. *Indoor Air*, 22(2), 96-109.

Khosravipour, M., Khanlari, P., Khazaie, S., Khosravipour, H., & Khazaie, H.(2021). A systematic review and meta-analysis of the association between shift work and metabolic syndrome: The roles of sleep, gender, and type of shift work. *Sleep Medicine Reviews*, 101427.

Kim, E., Park, J., & Jeong, U.(2017). *Analysis of the physiological/psychological response of the human body due to heat stress[열 스트레스에 의한 인체의 생리적/심리적 반응 분석에 대한 연구]*. In Proceedings of the Korean Environmental Sciences Society Conference, 58.

Kim, H., & Choi, J.(1987). A study on the physiological responses and the microclimate in girdle. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 11(2), 57-67.

Kim, H. & Ham O.(1994). The clothing pressure of the bodysuits on various sizes and movements. *Journal of the Korean Society of Living Environmental System*, 1(2), 129-138.

Kim, K.(2001). Effects of heat condition on the changes of physiological responses during submaximal exercise and recovery phase in obese. *The Korean Journal of Physiological education*, 40(4), 601-610

Kim, N., & Lee, H.(2019). Influence of Clothing Pressure on Blood Flow and Subjective Sensibility of Commercial Sports Compression Wear. *Fashion & Textile Research Journal*, 21(4), 459-467

Kim, S., & Nam, Y.(2016). Establishing quantitative evaluation standards for the mobility test of slacks. *Fashion & Textile Research Journal*, 18(1), 80-90.

Kim, S., & Oh, K.(2018). A Comparative Study on Purchase Behavior

of Athleisure Wear by Segmental Market according to Sports and Leisure Participation. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textile*, 42(6), 1025-1038.

Kim, Y.(2004). Effects of body postures on garment pressure in daily wear. *Korean Journal of Human Ecology*, 13(1), 153-158

Kingma, B. R. M., Frijns, A. J. H., Saris, W. H. M., Van Steenhoven, A. A., & van Marken Lichtenbelt, W. D.(2011). Increased systolic blood pressure after mild cold and rewarming: relation to cold induced thermogenesis and age. *Acta Physiologica*, 203(4), 419-427.

Kondo, N., Shibasaki, M., Aoki, K., Koga, S., Inoue, Y., & Crandall, C. G.(2001). Function of human eccrine sweat glands during dynamic exercise and passive heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 90(5), 1877-1881.

Kraemer, W. J., Bush, J. A., Wickham, R. B., Denegar, C. R., Gómez, A. L., Gotshalk, L. A., & Sebastianelli, W. J.(2001). Influence of compression therapy on symptoms following soft tissue injury from maximal eccentric exercise. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(6), 282-290.

Kurz, E., & Anders, C.(2018). Effects of wearing lower leg compression sleeves on locomotion economy. *Journal of Sports Sciences*, 36(18), 2105-2110.

Kweon, S. A.(2012). The Effect of the Skinny Pants on the Physiological Responses and Subjective Pressure. *Korean Journal of Human Ecology*, 21(3), 567-576.

Ladak, A., & Tredget, E. E.(2009). Pathophysiology and management of the burn scar. *Clinics in Plastic Surgery,* 36(4), 661-674.

Lan, L., Wargocki, P., Wyon, D. P., & Lian, Z.(2011). Effects of thermal discomfort in an office on perceived air quality, SBS symptoms, physiological responses, and human performance. *Indoor Air*, 21(5), 376-390.

Laukkanen, J. A., & Kurl, S.(2012). Blood pressure responses during

exercise testing—is up best for prognosis?. *Annals of medicine*, 44(3), 218-224.

Lawrence, D., & Kakkar, V. V.(1980). Graduated, static, external compression of the lower limb: a physiological assessment. *Journal of British Surgery*, 67(2), 119-121.

Lee, D. C., Law, H. K. W., Ali, A., Sheridan, S. E., Wong, S. H., & Lee, S. W. Y.(2020). Compression garment-induced leg changes increase hemodynamic responses in healthy individuals. *International Journal of Sports Medicine,* 41(01), 3-11.

Lee, H.(2004). *Effects of garments pressure on perspiration* (Unpublished master's thesis). Seoul National University, Seoul.

Lee, H., Hong, K., Kim, Y. W., & Park, S. J.(2013). Clothing pressure evaluation of girdle and waist nipper and related wearing conditions. *Science of Emotion and Sensibility*, 16(1), 1-10.

Lee, J.(2000). Effects of Wearing Support Panty Stocking on Thermoregulatory Responses When Exposed to the Cool Environment. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 24(5), 696-701

Lee, J. & Lim, H.(2021). A Study on Purchasing and Wearing Status of Korean Women's Athleisure Wear Products -Focusing on Women in Their 20s to 50s-. *Fashion & Textile research Journal*, 23(3), 370-379

Lee, J. K., Kenefick, R. W., & Cheuvront, S. N.(2015). Novel cooling strategies for military training and operations. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 29, 77-81.

Lee, J., Song, M., & Kim, H.(2009). Physiological responses and subjective sensations by age through seasonal condition. *Fashion & Textile Research Journal*, 11(5), 833-839.

Lee, S., Cho, S., & Choi, J.(1997). *Clothing and Environment*.

Lee, W., Cho, H., & Jo, J.(2002). Evaluation of Physiological Responses and Subjective Sensation on Functional Support Pantyhose. *Journal of The Korean Society of Thermal*

Environmental System, 9(3), 238-244

Leoz-Abaurrea, I., & Aguado-Jiménez, R.(2017). Upper body compression garment: physiological effects while cycling in a hot environment. *Wilderness & Environmental Medicine*, 28(2), 94-100.

Leoz-Abaurrea, I., Tam, N., & Aguado-Jiménez, R.(2019). Heat dissipating upper body compression garment: Thermoregulatory, cardiovascular, and perceptual responses. *Journal of Sport and Health Science*, 8(5), 450-456.

Li, Y.(2005). Perceptions of temperature, moisture and comfort in clothing during environmental transients. *Ergonomics*, 48(3), 234-248.

Li, Y., and X. Q. Dai.(2006). Clothing comfort and compression therapy. *Biomechanical Engineering of Textiles and Clothing*, 145-159.

Li, Y., Zhang, X., & Yeung, K.(2006). Biomechanical engineering of a sports bra. *Biomechanical Engineering of Textiles and Clothing,* Woodhead Publishing, 320-331

Lipson, S. M., Stewart, S., & Griffiths, S.(2020). Athleisure: A qualitative investigation of a multi-billion-dollar clothing trend. *Body Image*, 32, 5-13.

Liu, H., Wu, Y., Lei, D., & Li, B.(2018). Gender differences in physiological and psychological responses to the thermal environment with varying clothing ensembles. *Building and Environment*, 141, 45-54.

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.

Liu, W., Yao, T., Yao, C., & Liu, P.(2021). Research on Pressure Comfort of Yoga Suit and Optimization Scheme of Pattern Based on CLO 3D Software. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1790(1), 012016

Liu, Y., Wang, L., Di, Y., Liu, J., & Zhou, H.(2013). The effects of clothing thermal resistance and operative temperature on human skin temperature. *Journal of Thermal Biology*, 38(5), 233-239.

Lubkowska, A., & Suska, M.(2011). The increase in systolic and

diastolic blood pressure after exposure to cryogenic temperatures in normotensive men as a contraindication for whole-body cryostimulation. *Journal of Thermal Biology*, 36(5), 264-268.

Luo, M., Zhou, X., Zhu, Y., & Sundell, J.(2016). Revisiting an overlooked parameter in thermal comfort studies, the metabolic rate. *Energy and Buildings*, 118, 152-159.

Macintyre, L.(2007). Designing pressure garments capable of exerting specific pressures on limbs. *Burns*, 33(5), 579-586.

Macintyre, L., & Baird, M.(2006). Pressure garments for use in the treatment of hypertrophic scars－a review of the problems associated with their use. *Burns*, 32(1), 10-15.

Macintyre, L., & Ferguson, R.(2013). Pressure garment design tool to monitor exerted pressures. *Burns*, 39(6), 1073-1082.

MacRae, B. A., Cotter, J. D., & Laing, R. M.(2011). Com┐pression garments and exercise: Garment considerations. *Physiology and Performance. Sports Medicine*, 41(10), 815-843.

MacRae, B. A., Laing, R. M., Niven, B. E., & Cotter, J. D.(2012). Pressure and coverage effects of sporting compression garments on cardiovascular function, thermoregulatory function, and exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1783-1795.

MacRae, B. A., Laing, R. M., & Partsch, H.(2016). General considerations for compression garments in sports: Applied pressures and body coverage. *Compression Garments in Sports: Athletic Performance and Recovery*, 1-32.

Madaniyazi, L., Zhou, Y., Li, S., Williams, G., Jaakkola, J. J., Liang, X., ... & Guo, Y.(2016). Outdoor temperature, heart rate and blood pressure in Chinese adults: effect modification by individual characteristics. *Scientific Reports*, 6(1), 1-9.

Makabe, H., Momota, H., Mitsuno, T., & Ueda, K.(1993). Effect of covered area at the waist on clothing pressure. *Sen'i Gakkaishi*, 49(10), 513-521.

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.

Melnikov, V., Krzhizhanovskaya, V. V., Lees, M. H., & Sloot, P. M.(2018). System dynamics of human body thermal regulation in outdoor environments. *Building and Environment*, 143, 760-769.

Miyatsuji, A., Matsumoto, T., Mitarai, S., Kotabe, T., Takeshima, T., & Watanuki, S.(2002). Effects of clothing pressure caused by different types of brassieres on autonomic nervous system activity evaluated by heart rate variability power spectral analysis. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 21(1), 67-74.

Monazzam, M., Golbabaei, F., Hematjo R., Hosseini, M., Nassiri, P., & Dehghan, S. F.(2014). Evaluation of DI, WBGT, and SWreq/PHS heat stress indices for estimating the heat load on the employees of a petrochemical industry. *International Journal of Occupational Hygiene*, 6(1), 6-10.

Montoya, M. I., Avila, M. L., Vincelli, J., Williams, S., & Brandão, L. R. (2016). Understanding the barriers in compliance to elastic compression garments in the treatment of pediatric post-thrombotic syndrome: A qualitative study. *Thrombosis Research*, 144, 113-115.

Moseley AL, Carati CJ, Piller NB.(2007). A systematic review of common conservative therapies for arm lymphoedema secondary to breast cancer treatment. Annals Of Oncology. *Official Journal Of The European Society For Medical Oncology*, 18(4), 639 - 646.

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.

Mosti, G., & Partsch, H.(2012). High compression pressure over the calf is more effective than graduated compression in enhancing venous pump function. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 44(3),

332-336.

Muller, M. D., Gunstad, J., Alosco, M. L., Miller, L. A., Updegraff, J., Spitznagel, M. B., & Glickman, E. L.(2012). Acute cold exposure and cognitive function: evidence for sustained impairment. *Ergonomics*, 55(7), 792-798.

Murayama, M., Nakahashi, M., & Fukuchi, N.(1997). Study of Thermal Threshold and Countermeasures for Human Body in Oceanic Working Environment (2nd Report) Degree of Countermeasures against Heat Storage in Human body. *Journal of the Society of Naval Architects of Japan*, 1997(182), 507-519.

Na, Y. & Kim, Y.(2011). Changes in Physiological Responses by the Pressure of Non-Elastic Corset. *Fashion & Textile Research Journal,* 13(6), 943-951

Na, Y., & Lee, D.(2010). Clothing pressure sensation and discomfort experience of skinny jean. *Korean Journal of Human Ecology*, 19(4), 655-665.

Naismith, R. S.(1980). *Hypertrophic scar therapy: pressure-induced remodelling and its determinants*. Doctoral dissertation, University of Strathclyde.

Nakahashi, M.(1998). An effect of a compressed region on a lower leg on the peripheral skin blood flow. *Journal of the Japan Research Association for Textile End-Uses*, 39(6), 64-69.

Nam, Y., & Lee, J.(2002). A study on feeling of wearing and clothing pressure of custom-made girdles. *Journal-Korean Fiber Society*, 39(4), 503-513.

Nisha, C.(2010). Mechanisms and modifiers of reflex induced cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans Journal of applied physiology. *Am. Physiol. Soc.,* 109(4), 1221-1228.

Nunneley, S. A., & Maldonado, R. J.(1983). Head and/or torso cooling during simulated cockpit heat stress. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 54(6), 496-499.

Oğulata, R. T.(2007). The effect of thermal insulation of clothing on human thermal comfort. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 15(2), 61.

Opitz-Stapleton, S., Sabbag, L., Hawley, K., Tran, P., Hoang, L., & Nguyen, P. H.(2016). Heat index trends and climate change implications for occupational heat exposure in Da Nang, Vietnam. *Climate Services*, 2, 41-51.

Oppermann, E., Kjellstrom, T., Lemke, B., Otto, M., & Lee, J. K. W. (2021). Establishing intensifying chronic exposure to extreme heat as a slow onset event with implications for health, wellbeing, productivity, society and economy. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 50, 225-235.

O'Riordan, S. F., McGregor, R., Halson, S. L., Bishop, D. J., & Broatch, J. R. (2021). Sports compression garments improve resting markers of venous return and muscle blood flow in male basketball players. *Journal of Sport and Health Science.* 00, 1-10

Ozaki, H., Nagai, Y., & Tochihara, Y.(2001). Physiological responses and manual performance in humans following repeated exposure to severe cold at night. *European Journal of Applied Physiology*, 84(4), 343-349.

Park, S., Kim, N., Hong, K., & Lee, Y.(2021). Clothing Pressure, Blood Flow, and Subjective Sensations of Women in Their 50s and 60s When Wearing a Commercial Yoga Bra Top. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 45(4), 586-597.

Park, Y.(1990). A study on the influence of wearing-girdle on the various physiological function. *Journal of the Korean Home Economics Association*, 28(1), 1-7.

Parkkari, J., Kujala, U. M., & Kannus, P.(2001). Is it possible to prevent sports injuries?. *Sports Medicine*, 31(14), 985-995.

Parsons, K.(2007). *Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and*

performance. CRC press.

Piver, W. T.., Ando, M., Ye, F., & Portier, C. J.(1999). Temperature and air pollution as risk factors for heat stroke in Tokyo, July and August 1980-1995. *Environmental Health Perspectives*, 107(11), 911-916.

Proppe, D. W.(1987). Effect of sodium depletion on peripheral vascular responses to heat stress in baboons. *Journal of Applied Physiology*, 62(4), 1538-1543.

Psikuta, A., Fiala, D., Laschewski, G., Jendritzky, G., Richards, M., Błażejczyk, K., ... & Havenith, G.(2012). Validation of the Fiala multi-node thermophysiological model for UTCI application. *International Journal of Biometeorology*, 56(3), 443-460.

Rauter, S., Vodicar, J., & Simenko, J.(2017). Body Asymmetries in Young Male Road Cyclists. *International Journal of Morphology,* 35(3), 907-912.

Raven, P. R., & Horvath, S. M.(1970). Variability of physiological parameters of unacclimatized males during a two-hour cold stress of 5° C. *International Journal of Biometeorology*, 14(3), 309-320.

Ray, M., King, M., & Carnahan, H.(2019). A review of cold exposure and manual performance: implications for safety, training and performance. *Safety Science*, 115, 1-11.

Rowell, L. B.(1986). *8. Thermal Stress*. Human Circulation Regulation During Physical Stress, 174-212.

Savage, M. V., & Brengelmann, G. L.(1996). Control of skin blood flow in the neutral zone of human body temperature regulation. *Journal of Applied Physiology*, 80(4), 1249-1257.

Sawada, Y.(1993). Pressure developed under pressure garment. *British Journal of Plastic Surgery*, 46(6), 538-541.

Seppänen, O., Fisk, W. J., & Lei, Q. H.(2006). *Room temperature and productivity in office work, Scholarship Repository.* Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California.

Shen, D., & Zhu, N.(2015). Influence of the temperature and relative humidity

on human heat acclimatization during training in extremely hot environments. *Building and Environment*, 94, 1-11.

Sherwood, S. C., & Huber, M.(2010). An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(21), 9552-9555.

Sim, B.(1996a). A study on the variation of skin temperature on the adult male at environment temperature. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 15(2), 71-88.

Shim, B.(1996b). Effects of long term wearing a girdle on physiological reaction. *Journal of the Korean Society of Living Environmental System*, 3(2), 1-10.

Shim, B.(1997). A Comparision Study on the Variation of Skin Temperature on the Adult Male·Female at Environmental Temperature. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 16(2), 39-59.

Shim, B., & Choi, S.(1994). Studies on Garment Restraint (IV) -Effect of Slacks Restraint on Lower Extremity-. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textile*, 18(3), 387-394.

Shimazaki, Y., Yoshida, A., & Yamamoto, T.(2015). Thermal responses and perceptions under distinct ambient temperature and wind conditions. *Journal of Thermal Biology*, 49, 1-8.

Styf, J.(1990). The influence of external compression on muscle blood flow during exercise. *The American Journal of Sports Medicine*, 18(1), 92-95.

Sung, S., & Kim, J.(1994). The clothing pressure of Korean women's folk clothes on movements and size of Cheema-malgi. *Journal of the Korean Society of Living Environmental System*, 1(3), 201-208.

Sung, S., & Ryu, H.(1995). The changes of clothing pressure and skin temperature in wearing on support type panty stocking. *Journal of The Korean Society of Thermal Environmental System*, 2(4), 251-258.

Sung, Y., & Lee, S.(1997). Effects of Exposed Parts of Body with Garments on Human Thermoregulatory Responses to Cold Environments, *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 21(6), 977-987

Swedborg, I.(1984). Effects of treatment with an elastic sleeve and intermittent pneumatic compression in post-mastectomy patients with lymph-edema of the arm. *Journal of Rehabilitation Medicine,* 16, 35-41.

Swenson, C., Swärd, L., & Karlsson, J.(1996). Cryotherapy in sports medicine. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 6(4), 193-200.

Takasu, N., Furuoka, S., Inatsugi, N., Rutkowska, D., & Tokura, H. (2000). The effects of skin pressure by clothing on whole gut transit time and amount of feces. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 19(3), 151-156.

Tanaka, M., & Hirata, K.(1998). P-15 Effect of clothing pressure by the Girdle on toe skin blood flow and skin humidity (Proceedings of the 38th Meeting of Japan Society of Physiological Anthropology). *Applied Human Science: Journal of Physiological Anthropology*, 17(2), 87.

Teyeme, Y., Malengier, B., Tesfaye, T., Vasile, S. & Van Langenhove, L.(2022). Fit And Pressure Comfort Evaluation On A Virtual Prototype Of A Tight-Fit Cycling Shirt. *Autex Research Journal*, 0(0), 1-11

Thevenard, D. J., & Humphries, R. G.(2005). The Calculation of Climatic Design Conditions in the 2005 ASHRAE Handbook-Fundamentals. *ASHRAE Transactions*, 111(1).

Todd, M.(2015). Compression hosiery choices for managing chronic oedema. *Br J Community Nurs*, 20(7), 218-20.

Tredget, E. E., Levi, B., & Donelan, M. B.(2014). Biology and principles of scar management and burn reconstruction. *Surgical*

Clinics, 94(4), 793-815.

Van den Kerckhove, E., Stappaerts, K., Fieuws, S., Laperre, J., Massage, P., Flour, M., & Boeckx, W.(2005). The assessment of erythema and thickness on burn related scars during pressure garment therapy as a preventive measure for hypertrophic scarring. *Burns*, 31(6), 696-702.

Van der Lans, A. A., Hoeks, J., Brans, B., Vijgen, G. H., Visser, M. G., Vosselman, M. J., ... & van Marken Lichtenbelt, W. D.(2013). Cold acclimation recruits human brown fat and increases nonshivering thermogenesis. *The Journal of Clinical Investigation*, 123(8), 3395-3403.

Van Ooijen, A. M. J., Van Marken Lichtenbelt, W. D., & Westerterp, K. R.(2001). Individual differences in body temperature and the relation to energy expenditure: the influence of mild cold. *Journal of Thermal Biology*, 26(4-5), 455-459.

Vasile, S., Cools, J., De Raeve, A., Malengier, B., & Deruyck, F. (2019). Effect of rowing posture on body measurements and skin - sportswear interface pressure and implications on garment fit. *Journal of Industrial Textiles*, 51(2), 206-224

Veraart, J. C., & Neumann, H. A.(1996). Effects of medical elastic compression stockings on interface pressure and edema prevention. *American Society for Dermatologic Surgery*, 22(10), 867－871.

Veselý, M., Molenaar, P., Vos, M., Li, R., & Zeiler, W.(2017). Personalized heating - Comparison of heaters and control modes. *Building and Environment*, 112, 223-232.

Wan, X., & Fan, J.(2008). A transient thermal model of the human body - clothing - environment system. *Journal of Thermal Biology*, 33(2), 87-97.

Wang, D., Zhang, H., Arens, E., & Huizenga, C.(2007). Observations of upper-extremity skin temperature and corresponding overall-body thermal sensations and comfort. *Building and*

Environment, 42(12), 3933-3943.

Wang, L., Felder, M., & Cai, J. Y.(2011). Study of properties of medical compression garment fabrics. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 4(1), 15-22.

Wagner, J. A., & Horvath, S. M.(1985). Cardiovascular reactions to cold exposures differ with age and gender. *Journal of Applied Physiology*, 58(1), 187-192.

Watanabe, M., Nakahashi, M., & Tanaka, K.(1969). Study on the Clothing Pressure (Part 1) The Pressure of the Girdles on the Body. *Journal of Home Economics of Japan*, 20(4), 252-259.

Watanuki, S.(1994). Improvements on a design of girdle by using cardiac output and pressure sensation. *The Annals of Physiological Anthropology*, 13(4), 157-165.

Westerterp-Plantenga, M. S., Van Marken Lichtenbelt, W. D., Strobbe, H., & Schrauwen, P.(2002). Energy metabolism in humans at a lowered ambient temperature. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(4), 288-296.

Wu, J., Hu, Z., Han, Z., Gu, Y., Yang, L., & Sun, B.(2021). Human physiological responses of exposure to extremely cold environments. *Journal of Thermal Biology*, 98, 102933.

Wu, J., Sun, B., Hu, Z., Li, L., & Zhu, H.(2021). Physiological responses and thermal sensation during extremely cold exposure (-20°C). *Building and Environment*, 206, 108338.

Xiong, J., Lian, Z., & Zhang, H.(2016). Effects of exposure to winter temperature step-changes on human subjective perceptions. *Building and Environment,* 107, 226-234.

Yamaguchi, K., Gans, H., Yamaguchi, Y., & Hagisawa, S.(1986). External compression with elastic bandages: its effect on the peripheral blood circulation during skin traction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 67(5), 326-331.

Yang, L., Zhao, S., Gao, S., Zhang, H., Arens, E., & Zhai, Y.(2021). Gender

differences in metabolic rates and thermal comfort in sedentary young males and females at various temperatures. *Energy and Buildings*, 251, 111360.

Yang, Y. C., Wei, M. C., Hong, S. J.(2017). Evaluation of occupation hot exposure in industrial workplaces in a subtropical country. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 30, 379-395

Yao, Y., Lian, Z., Liu, W., & Shen, Q.(2008). Experimental study on physiological responses and thermal comfort under various ambient temperatures. *Physiology & Behavior*, 93(1-2), 310-321.

Yoneda S.(1967). 衣服衛生學[Clothing hygiene]. Kagakudojin, 142-154

Youn, J. C., Rim, S. J., Park, S., Ko, Y. G., Kang, S. M., Choi, D., ... & Chung, N.(2007). Arterial stiffness is related to augmented seasonal variation of blood pressure in hypertensive patients. *Blood Pressure*, 16(6), 375-380.

Zakaria, N., & Gupta, D.(2019). *Anthropometry, apparel sizing and design*. Woodhead Publishing.

Zhang, H.(2003). *Human thermal sensation and comfort in transient and non-uniform thermal environments.* University of California, Berkeley.

Zhang, S., Zhu, N., & Lu, S.(2021). Responses of human perception and skin temperature to directed thermal radiation in hot environments. *Building and Environment*, 197, 107857.

Zhang, S., & Zhu, N.(2021). Human thermal responses to temperature ramps in moderate built environments. *Building and Environment*, 208, 108571.

Zhang, X., Hu, S., Ji, Y., Ma, H., & Liu, G.(2022). Comfortable and partial warm environment increases salivary S-IgE concentration in healthy adults. *Energy and Buildings*, 256, 111686.

Abstract

Quantifying Body-Regional Clothing Pressure and Psycho-Physiological Responses by Clothing Pressure

Song Eunyoung
Dept of Textiles, Merchandising and Fashion design
The Graduate School
Seoul National University

The purpose of this study was to analyze the effects of clothing pressure, optical clothing pressure range, and psycho-physiological responses according to the clothing pressure level for each pressed body part in various environmental temperatures. Specifically, first, when low, medium, and high clothing pressure was applied to the human body in a cool, comfortable, and warm environmental temperature, the clothing pressure for each body part was quantified. Second, the optical range of clothing pressure for each body part was analyzed from the subjective tightness sensation. Third, psycho-physiological responses according to the clothing pressure for each compression area was analyzed.

For this purpose, five adult females in their 20s (age 23.4 ± 3.0 y,

height 161.7 ± 5.2 cm, body surface area 1.56 ± 0.03 ㎡) participated as subjects. All subjects were subjected to three environmental temperature conditions (21°C, 27°C, 34°C; humidity 50 ± 5%RH), three-body part compression conditions (waist, thigh, calf), and three-level compression conditions (level 0_body circumference 100%, level 1_body circumference decreased by about 6~8%, and level 2_body circumference decreased by about 12~17%) (27 conditions in total; 5 subjects × 27 conditions = 135 times). Individually customized compression bands (outer material: nylon/polyurethane 80/20, inner: nylon/polyurethane 91/9) were made for compression according to the body part. The experiment was conducted in an artificial climate room for a total of 60 minutes (50 minutes in a sitting position, then 10 minutes in a standing position). Clothing pressure was measured at 10-minute intervals in the waist, thighs, and calves using a load cell type sensor (pressure measuring range 0 to 500 g). Rectal temperature, skin temperature in nine areas (forehead, abdomen, forearm, back of hand, thigh, calf, foot, finger, skin temperature in the compression band), temperature and relative humidity in the compression band, and heart rate were continuously measured at 1-minute intervals. Blood pressure and body weight were measured before and after the experiment. The mean skin temperature was calculated using the 7-point method by applying the equation of Hardy & Dubois. A subjective sensation responses were self-responses every 10 minutes (thermal, himidity, Sweating & shivering, Tightness, workload were scored on a 7-point scale, thermal comfort was scored on a 4-point scale). The results are as follow.

First, the clothing pressure according to the clothing pressure level was significantly higher in level 2 than level 0 and level 1 in all

postures while pressing the waist and calves (P<0.01). In the sitting position, the clothing pressure increased as the clothin pressure level increased (P<0.05), and in the standing position, there was no significant difference in the clothing pressure between the level 1 and level 2, which was significantly higher than the level 0 (P<0.001). For each pressed body part, the thigh was higher than the other two body parts in the sitting position (P<0.001). However, in the standing position, there was no significant difference by body part during the level 0, and the level 1 and level 2 clothing pressure showed a high level in the order of the thigh, calf, and waist (P<0.01), showing a difference according to the posture. There was no difference according to the environmental temperature in the clothing pressure by body part.

Second, through the scatter plot and confidence interval, the optical clothing pressure range for each posture was derived through the tightness sensation between -0.5 and 0.5 for the pressure score. The optical clothing pressure ranges of 4.5~13.8 mmHg in sitting, 5.2~11.6 mmHg in standing position during pressing the waist, 10.7~24.9 mmHg in sitting, 6.7~22.1 mmHg in standing positiong during the thighs, 4.9~17.2 mmHg in sitting, and 3.3~15.1 mmHg in standing position during pressing the calves were obtained. The optical clothing pressure range on the thigh was relatively higher than that of the waist and calf.

Third, Clothing pressure and psycho-physiological responses showed a high correlation at 21°C and when the thigh was pressed. The mean skin temperature decreased as the clothing pressure increased at 27°C(P<0.01), and the weight loss decreased at 34°C (P<0.05) during press the waist. The finger temperature and the humidity in the compression band increased at 21°C(P<0.05), and the

mean skin temperature($P<0.05$) and the skin temperature in the compression band decreased at 27°C($P<0.01$) as the clothing pressure increased during press the thigh($P<0.05$). When the waist, thigh, and calf were pressed, the higher the clothing pressure, the drier the part inside the compression band and the tighter was felt($P<0.05$). In particular, the higher the clothing pressure, the more thermally uncomfortable($P<0.05$) and harder($P<0.05$) during press the waist and thigh. However, there was no significant correlation between clothing pressure and rectal temperature, heart rate, thermal sensation.

Through this study, the optical clothing pressure range was derived during pressing the waist, thigh, and calf. Since the optical clothing pressure range of the thigh was higher than that of the waist and calf, this is applicable to the selection of patterns and materials when making compression undergarments. Even when the same clothing pressure level is applied to the same body part, differences are observed depending on the posture, and the clothing pressure varies according to the subcutaneous fat level. Therefore, it is necessary to analyze the clothing pressure in more diverse postures and motions for subjects with more diverse body types in the future.

.....

Keywords : clothing pressure, optical clothing pressure range, environmental temperature, clothing pressure level, pressed body part, psycho-physiological responses

Student number **: 2004-30542**