

# 혈압 관리를 위한 4주간의 착의훈련이 고혈압 전단계자의 내열성에 미치는 영향

최정화·박준희\*

서울대학교 의류학과/생활과학연구소·경희대학교 의상학과\*

## Effects of a Four-week Clothing Program for Improving Vascular Compliance on Heat Tolerance

Choi, Jeong Wha · Park, Joon Hee\*

Dept. of Clothing & Textiles / Research Institute of Human Ecology, Seoul National University, Seoul, Korea

Dept. of Clothing & Textiles, Kyung Hee University, Seoul, Korea\*

### ABSTRACT

This study was performed on 5 prehypertensive male participants to investigate the effects of the clothing program for improving the vascular compliance on heat tolerance. The clothing program means the alternate stimulation of the temperature using clothes. The participants wore two different garments with 1.5°C difference in the temperature inside clothing in a climatic chamber (18.8±0.2°C, 38±3%RH) alternately for 4 weeks. Heat tolerance tests were conducted in the climatic chamber of 35.2±0.5°C, 54±3%RH before and after the clothing program. The results were as follows. The  $\bar{T}_{sk}$ ,  $T_r$  and heart rate were lower in the post test than in the pre test ( $p<.01$ ). The whole body and local sweat rates as well as systolic and diastolic blood pressures had reduced the tendencies in the post test. Participants felt less wet and more comfortable in the post test than in the pre test( $p<.01$ ). These results showed that the clothing program through the alternate stimulation of the temperature positively affected the improvement of heat tolerance.

Key words: clothing, alternate stimulation of the temperature, heat tolerance, prehypertension

### I. 서론

최근 질병의 예방 및 치료 측면에서 의복의 활용 가능성에 대한 화두가 제시되고 있다(최정화 2008; 최정화 2009). 이는 의복을 이용한 적절

한 추위 및 더위 자극이 혈관의 빈번한 수축과 확장을 유도하고 이를 통해 혈관을 단련시킬 수 있으며, 나아가 질병의 치료에까지 활용될 수 있다고 보는 관점에서 비롯된다. 건강한 사람들을 대상으로 한 선행연구에 따르면, 의생활을 어떻

접수일: 2011년 9월 7일 심사일: 2011년 9월 16일 채택일: 2011년 9월 26일

Corresponding Author: Park, Joon Hee Tel: 82-2-961-0269

e-mail: joonhee0521@gmail.com

게 영위하느냐에 따라 기초대사(永田 1985) 및 안정 시 대사(황수경 등 1999)가 달라질 수 있고, 감기이환율과 피로도에 영향을 미치며(안필자 1994), 운동 능력이 향상된다고(송명건·최정화 1988) 보고되는 등 의복과 건강의 관련성에 관한 연구가 꾸준히 진행되어 왔으나, 질병의 예방 및 치료 방법으로서의 의복의 적극적인 역할을 증명한 사례는 드물다.

고혈압은 수축기 및 이완기 혈압 중 어느 한 쪽이 높은 상태로 지속되는 증상을 말하며, 대표적인 생활습관병 중 하나이다. 성인의 혈압은 정상혈압, 고혈압 전단계, 1기 고혈압, 2기 고혈압으로 분류되는데, 고혈압 전단계란 수축기혈압이 120~139mmHg 혹은 이완기혈압이 80~89mmHg인 경우를 말한다(Chobanian et al. 2003). 고혈압 관리를 위한 생활습관 개선 방법으로는 운동 및 식이 요법 외에 의복요법이 가능하다. 이는 의복이 인체를 둘러싼 하나의 온열환경으로서, 인체의 생리반응을 유발시키는 추위 및 더위 자극을 제공할 수 있는 하나의 도구이기 때문이다. 특히 고혈압의 개선 방안으로는 추위와 더위 자극을 번갈아 부여하는 온열교대 자극의 착의훈련을 제안할 수 있다(최정화 2009). 이러한 착의훈련의 핵심은 더위 및 추위 자극을 받을 때 인체의 체온조절 반응에 있다. 즉, 인체는 한랭환경이나 서열환경에 노출되면 우선적으로 혈관의 수축 및 확장을 통해 체온조절을 함으로써 외부의 환경에 대응하게 되기 때문에(Frisancho 1993), 의복을 이용하여 혈관운동을 유도할 수 있는 것이다. 실제, 선행연구에서 이러한 온열교대자극을 통한 착의훈련이 고혈압 전단계자들의 혈압 강하 및 혈중 지질성분의 개선과 내한성 증진에 도움이 된다는 가능성이 확인된 바 있다(최정화 등 2010; 최정화·박준희 2011).

한편, 내열성은 더위 혹은 고온의 환경에 견디는 능력을 말하는데(IUPS Thermal Commission 2001), 내열성 판정 척도로는 체온변화, 총발한량, 발한 패턴, 부위별 발한량, 능동 땀샘 수, 능동 땀샘의 동원률, 땀의 Cl<sup>-</sup>농도, 기초대사의 계절 변동 등이 사용된다(최정화 2009). 이러한 내열성은 열대 기후, 사우나 및 찜질에 지속적으로 노출될 경우

나 여름철에 의복을 다소 두껍게 입을 경우에 증진되는 것으로 알려져 있다. 그러나 지금까지 수행된 다수의 연구에서는 더위라는 단일의 자극만을 이용하는 방법으로 내열성 증진의 효과를 검토하였을 뿐(고은숙 2011; 이효현 2010; 최정화 등 2007), 추위 및 더위의 온열교대 자극 훈련이 내열성에 미치는 영향을 검토한 경우는 거의 없다. 뿐만 아니라 내한성 증진을 위한 훈련의 경우에는 내열성이, 내열성 증진을 위한 훈련의 경우에는 내한성이 감퇴될 수 있다고 보고되므로(고은숙 2011; 박주희 등 2010), 온열교대 자극을 지속적으로 부여하는 착의훈련이 내열성에 미치는 영향에 대해 살펴볼 필요성이 제기된다. 또한 고혈압 환자의 경우 정상인에 비해 외부의 환경 온도 변화에 대응하는 능력이 부족하므로(Kellogg et al. 1998), 온열교대 착의훈련이 내열성에 미치는 부적 혹은 정적 영향이 규명된다면 그들의 혈압관리 방안으로 의복요법의 의의나 활용방법을 제시하는 것에 도움이 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 고혈압 환자를 대상으로 온열교대자극을 통한 착의훈련이 내열성에 미치는 효과를 검토해 보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 피험자

피험자는 고혈압 전단계의 남자 5명(연령 29.8±4.2세, 키 177.6±4.0cm, 체중 83±10kg, BSA 2.0±0.1m<sup>2</sup>, 수축기혈압(SBP) 127.0±8.1mmHg, 이완기혈압(DBP) 84.3±9.8mmHg)을 대상으로 하였다. 피험자 모집 방법은 다음과 같다. 실험 참여를 희망하는 대상자들을 실험 참여 전에 연구실에 방문하도록 한 다음, 온열적으로 쾌적한 실내 환경(22±1℃)에서 충분히 안정을 취한 후 2회 이상 측정된 혈압의 결과가 수축기혈압 120~139mmHg 혹은 이완기혈압 80~89mmHg의 고혈압 전단계에 속하면서, 동시에 연구에 참여하는 동안에 혈압 강하를 목적으로 약물 복용, 식이조절, 운동요법을 수행하지 않을 것에 동의한 대상자만을 실험에 참여하게 하였다. 또한 혈압에 직접적으로 관련되는 혈관탄성의 경우 성별 및 흡연의

영향력이 크므로(Lu 2002; Tomiyama et al. 2003), 피험자는 남성 및 비흡연자로 제한하였다. 모든 피험자에게 착의훈련 기간 및 내열성 평가 전, 후에 측정 변인에 영향을 줄 수 있는 무리한 신체활동이나 별도의 운동, 사우나 및 찜질방 등의 이용을 자제하도록 통제하였으며, 연구의 목적 및 내용에 대하여 충분히 설명한 후 자발적 참여에 대한 서면 동의서를 받았다.

## 2. 혈압 관리를 위한 착의훈련 방법

의복을 이용하여 추위와 더위 자극을 부여하는 온열교대 자극의 착의훈련은 혈관탄성 향상에 도움이 된다(최정화 2009). 이에 고혈압 전단계자들을 대상으로 혈관탄성 향상을 위한 착의훈련을 4주간 수행하였다. 착의훈련 방법은 다음과 같다.

서늘한 환경( $18.8 \pm 0.2^\circ\text{C}$ ,  $38 \pm 3\% \text{RH}$ )의 인공기후실에서 의복을 이용하여 피험자에게 더위 및 추위 자극을 부여하였다. 추위 자극은 기본의복(반소매 티셔츠(153g), 반바지(231g), 추정 보온력 0.37 clo)만을 착용시키는 방법을 이용하였다. 반대로, 더위 자극은 추위 자극 시 착용하였던 기본의복에 보온력이 높은 훈련용 의복(1,700g, 추정 보온력 1.70 clo)을 덧입는 방법을 이용하였다. 훈련용 의복(소재: 폴리에스터 100%)은 얼굴을 제외한 손, 발, 머리 부위를 모두 피복하는 형태로 제작되었다. 각 의복 조건에서의 평균 의복내 온도는 추위 자극 시에  $30.13 \pm 1.1^\circ\text{C}$ , 더위 자극 시에  $31.65 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 로, 온열 자극의 온도 차이는 평균  $1.5^\circ\text{C}$  정도였고, 평균 의복내습도는 추위 자극 시에  $22 \pm 7\% \text{RH}$ , 더위 자극 시에  $30 \pm 9\% \text{RH}$ 였다. 이상과 같은 온열교대자극을 통한 1회의 착의훈련은 3시간 동안 더위 및 추위의 온열교대 자극이 2회 반복(더위 자극 60분→추위 자극 30분→더위 자극 60분→추위 자극 30분)되는 것으로 진행되었다. 각 피험자들은 본 착의훈련에 4주간 총 12회(3회/주) 참여하였다. 보다 자세한 내용은 선행연구에 수록되었다(최정화·박준희 2011).

## 3. 내열성 평가

내열성 평가는 착의훈련 전(사전평가, Pre test)과 후(사후평가, Post test)로 구성되었으며, 인공

기후실( $35.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ,  $54 \pm 3\% \text{RH}$ )에서 진행되었다. 일반적으로 20대 남자를 대상으로 수행되는 내열성 평가는  $40 \sim 42^\circ\text{C}$ 에서 수행되었으나(고은숙 2011; 최정화·황경숙 2006; Park et al. 2009), 고혈압 환자들이 체온조절에 다소 문제가 있다는 선행연구(Kellogg et al. 1998)를 고려하여 환경온도를 하향 조정하였다.

피험자들은 실험 시작 전 최소 2시간 동안 물 이외의 음식물은 섭취하지 않게 하였다. 인공기후실에 입실 전 체중을 측정한 후, 실험의복(면 100%의 반바지, 반소매티셔츠, 팬티)으로 갈아입고 측정기기를 부착하였으며, 안정을 취한 후 인공기후실에 입실하여 60분간 의자에 앉은 자세를 유지하였다. 60분 후에는 인공기후실에서 퇴실하여 부착한 측정기기를 떼어내고, 다시 체중을 측정하였다. 또한 체온의 일주 리듬을 고려하여 사전 및 사후평가 시 동일 시간대에 실험하였다.

측정항목은 다음과 같다. 혈관탄성을 파악하는 측정 항목으로 혈압과 맥파전달시간(Pulse transit time, PTT)을 측정하였다. 혈압은 상완용 자동혈압측정기(MD-650, Meditec, Korea)를 이용하여 수축기혈압(Systolic blood pressure, SBP), 이완기혈압(Diastolic blood pressure, DBP)을 30분 간격으로 측정하였으며, 매 측정시마다 2회씩 반복 측정하였다. 평균혈압(Mean blood pressure, MBP= $\text{SBP} + (\text{SBP} - \text{DBP}) / 3$ ) 및 맥압(Pulse pressure, PP= $\text{SBP} - \text{DBP}$ )을 계산하였다. 맥압은 수축기혈압과 이완기혈압의 차이를 말하며, 맥압이 높을수록 혈관이 경직되어 있음을 의미한다. 맥파전달시간(PWV 3.0, KM tec, Korea)은 혈관탄성 측정기 리드(lead)의 양극(+)을 오른쪽 아래팔, 음극(-)과 접지를 왼쪽 아래팔에 부착하고, 맥파(pulse wave) 센서를 왼손과 오른손의 엄지손가락에 각각 고정하여 10분 간격으로 측정하였다. 본 측정 기기의 단위는 ms(millisecond)로, 값이 클수록 혈관탄성이 우수한 것으로 판정한다(최정화·박준희 2009).

피부온은 휴대용 써미스터(LT 8A, Gram Corp., Japan)를 이용하여, 7부위(이마, 배, 전완, 손등, 대퇴, 종아리, 발등)에서 측정하였고, 직장온( $T_{\text{r}}$ )은 1회용 튜브를 끼운 직장은 전용센서를 직장 내에 약 15cm 삽입하여 1분 간격으로 측정하였

다. 평균피부온( $\bar{T}_{sk}$ )은 7점법으로 계산하였고(Hardy & Dubois 1937), 평균체온( $\bar{T}_b$ )은 심부온과 피부온을 2:1로 가중 평균한 식을 이용하였다.

심박수는 심박수 측정기(Polar Sports Tester, POLAR ELECTRO Inc., Finland)를 이용하여 1분 간격으로 측정하였다. 총발한량은 인체천평(F150S, Sartorius Corp., Germany, 감도 1g)을 이용하여 실험 전후의 체중감소량으로 계산하였다. 국소발한량은 여과지법을 이용하여, 12cm<sup>2</sup>(3×4cm)의 여과지(Filter Paper, ADVANTEC TOYO 2, Japan)를 등, 위팔, 넓다리의 3 부위에 부착하여 실험 전후 무게 차이로 계산하였다.

주관적 감각으로 한서감, 쾌적감, 습윤감, 정신적 인내 항목을 측정하였다. 한서감(+5=very hot, -5=very cold), 쾌적감(+5=comfortable, -5=extremely uncomfortable), 습윤감(+5=very wet, -5=very dry)은 11점 척도를 이용하였고(Winakor 1982), 정신적 인내는 5점 척도(0=Perfectly tolerable, 4=Intolerable)(ISO 10551 1995)를 이용하여 점수화하였다. 10분 간격으로 피험자가 직접 기록하게 하였다.

#### 4. 통계 분석

PASW Statistics 18.0 통계 패키지를 이용하였다. 샘플수가 많고 Kolmogrov-Smirnov 검정 결과 정규분포가 가정되었던 피부온, 직장온, 심박수 등의 측정 항목의 경우에는 대응 표본 t-검정을 수행하였고, 샘플수가 적은 혈압, 맥파전달시간, 주관적 감각 등의 측정 항목의 경우에는 정규분포를 가정할 수 없어서 비모수 통계분석법인 대응 2표본(Wilcoxon signed rank test) 검정을 실시하였다(p<.05).

### III. 결과

혈관운동을 유도하기 위한 목적으로 수행한 온열교대 착의훈련의 효과가 내열성에 미치는 영향을 검토하고자 착의 훈련 전과 후에 내열성을 비교한 결과는 다음과 같다.

#### 1. 직장온과 피부온

평균피부온은 사전평가에서 34.71±0.62℃, 사후평가에서 34.42±1.62℃였고, 직장온은 사전평가에서 37.37±0.20℃, 사후평가에서 37.28±0.36℃으로 나타나 사후평가에서 평균피부온 및 심부온이 낮았다(p<.01). 부위별 피부온의 경우에도, 사후평가에서 모두 낮았다(p<.05, Table 1).

일반적으로 서열환경에 노출된 후에도 체온이 안정적으로 유지될 때 더위에 적응된 것으로 판단할 수 있다(최정화 등 2007). 즉 착의훈련이라는 실험 처치 후, 처치 전과 동일한 조건의 서열환경에서 직장온과 평균피부온의 상승도가 감소될 때, 체온조절 측면에서의 내열성이 증진된 것으로 볼 수 있다. 이러한 측면에서 볼 때, 혈관운동을 위한 착의훈련은 내열성 증진에 긍정적인 도움이 되는 것을 확인할 수 있다.

한편, 고혈압과 서열환경에서의 체온조절의 관련성에 대해서 보고한 선행연구에 따르면, 고혈압 쥐는 정상혈압 쥐에 비해 서열환경(37℃)에서는 심부온을 높이고, 반대로 한랭환경(4℃)에서는 심부온을 낮추는 체온조절반응을 나타내어 혈압이 높은 경우, 체온조절에 어려움이 있다고 하였다(O'donnell & Volicer 1981). 또 다른 선행연구(Kellogg et al. 1998)에서도 고혈압 환자는 정상인에 비해 서열환경에서 혈류량이 덜 증가하는 등의 반응을 나타낸다고 보고하는 등, 고혈압 환자들은 정상 혈압자에 비해 체온조절 능력이 부

Table 1. Skin and rectal temperatures

	(unit: ℃)		
	Pre test	Post test	p-value
Forehead	36.10±0.47	35.59±0.55	0.000
Abdomen	35.18±1.14	35.05±1.38	0.013
Arm	34.92±0.72	34.80±1.10	0.015
Hand	35.49±0.69	35.31±0.87	0.000
Thigh	34.96±0.88	33.92±1.09	0.000
Leg	31.99±0.93	31.56±1.21	0.000
Foot	33.84±1.17	33.26±1.61	0.000
Mean skin temperature	34.71±0.62	34.42±1.06	0.000
Rectal temperature	37.37±0.20	37.28±0.36	0.000
Mean body temperature	36.49±0.26	36.33±0.53	0.000

족하다는 것이 공통된 연구결과이다. 그러므로 고혈압 환자들의 혈압 관리를 위해서는 혈관의 근본적인 개선이 요구됨을 알 수 있다. 본 연구 결과를 통해서 온열교대 자극을 지속적으로 부여할 경우, 체온조절능력이 향상되는 것으로 확인되었는데, 이는 온열자극을 통해 혈관운동이 빈번하게 수반됨으로써 혈관탄성이 향상되어 서열 환경에서의 체온조절 또한 용이해진 것으로 판단할 수 있다. 따라서 이러한 착의훈련을 오랜 기간 지속적으로 수행한다면 혈관의 근본적인 개선에도 도움을 줄 수 있으리라 생각된다.

## 2. 발한량

발한량의 경우, 통계적인 유의차는 없었으나 전신 및 부위별 발한량 모두에서 사후평가 시 감소한 것으로 나타났다(Fig. 1). 부위별로는 등 부위의 발한량이 가장 많았고, 사전평가와의 비교 시 감소량 또한 등 부위에서 0.20g/12cm<sup>2</sup>로 가장 높았다.

인체가 서열 환경에 노출되거나 운동이나 작업을 하게 되면 체온이 상승하게 된다. 이 때 인체로부터의 땀의 증발은 체온을 유지하기 위한 가장 효과적인 방열수단이다(Havenith et al. 2008). 즉 혈류량의 조절만으로 체온 조절이 어려울 경우, 인체는 발한을 통하여 체온의 항상성을 유지하게 된다. 발한량은 개인의 체력 및 적응수준, 환경조건, 의복 등에 영향을 많이 받지만, 가슴 부위에 비해 등 부위에서 발한량이 많으며, 사지

보다는 구간부에서 발한량이 많은 것으로 알려져 있다(염희경 1992; Havenith et al. 2008; Machado-Moreira et al. 2006). 본 연구에서도 사지부인 팔과 다리에서보다 구간부인 등 부위에서 발한량이 가장 많은 것으로 나타나 선행 연구결과와 일치하였다. 또한 사전평가에서는 상완에서보다 넓다리에서의 발한량이 높았으나, 반대로 사후평가에서는 넓다리에서보다 상완에서의 발한량이 높아, 착의훈련 전과 후의 넓다리 및 상완의 발한량의 변화가 관찰되었다

더위에 적응하는 훈련을 꾸준히 하게 되면 땀을 낼 수 있는 땀샘(능동한선)의 동원률을 적게 하면서도 체온조절을 원활히 수행할 수 있고, 체내 전해질 평형을 유지하는 생리적 적응 결과에 따라 땀의 염분 농도도 감소하는 등 내열성이 우수해진다. 즉 여름에 의복내온도가 높게 생활하거나 더위에 적응한 사람들은 서열환경에 노출되었을 때, 적은 땀량으로도 체온 조절을 원활히 할 수 있고, 증발 효율을 높이고자 사지부에서의 발한 비율이 증가하는 등 더위 적응에 유리해진다고 하였다(김소영 2005; 설향 1996; Aoyagi et al. 1994; Mclellan & Selkirk 2004). 본 연구 결과에서도 단일의 더위 자극만이 아닌 의복을 이용한 추위 및 더위의 교대자극 또한 발한량 측면에서 내열성 증진에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

## 3. 심박수

심박수는 사전평가에서는 77.4±1.7beats/min, 사후평가에서는 75.8±2.2beats/min로 나타나, 사후평가에서 유의하게 낮았다(p<.01). 10분 간격으로 평균하여 살펴본 심박수의 변화도에서도(Fig 2), 사전평가에서는 서열환경에의 노출 시간 동안 심박수가 지속적으로 상승되는 경향을 보인 반면, 사후평가에서는 전체적으로 사전평가에 비해서 변화가 적었고, 상승과 하강의 등요 현상을 보이는 것과 같이 노출 초기의 심박수 수준을 유지하고자 한 것으로 보인다. 내열성이 증진된 경우, 서열환경에 노출되어서도 안정 상태의 체온 유지에 심혈관계의 부담을 줄여주기 때문에 심박수도 안정된다고 하였다(김소영 2005; 최정화 등 2007).

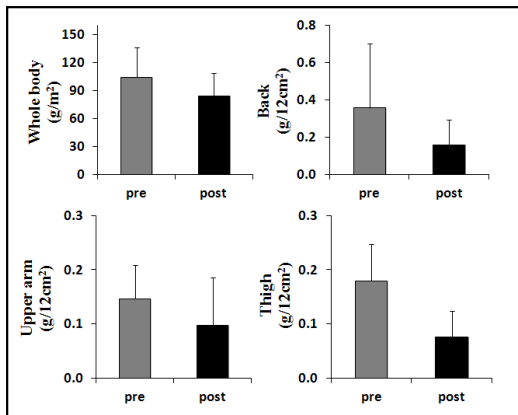


Fig. 1. Sweat rates in a hot environment

사후평가에서의 심박수 강하 현상은 온열교대 자극을 통한 착의훈련이 내열성 증진에도 긍정적이라는 가능성을 보여주는 결과라 생각된다.

규칙적인 찜질, 사우나, 환경온 등을 이용한 다수의 선행연구에서도 인체가 서열 환경에 지속적으로 노출되면, 동일한 조건의 환경에서도 직장온과 평균피부온의 상승도가 감소하고, 심혈관계 부담이 적어져 심박수가 감소하며, 총 발한량이 감소하여 내열성이 증진된다고 하였다(설향 1996; 최정화 등 2007; 緒方 1973; Andrew et al. 2007; James et al. 1997; Libert et al. 1983; Nielsen et al. 1993). 본 연구에서도 체온, 심박수, 발한량의 측정 항목에서 일관되게 내열성 증진의 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 단일의 더위 자극을 지속적으로 부여하는 착의훈련 뿐만 아니라 서늘한 환경에서 얇은 옷과 두꺼운 옷을 혈관운동 향상을 목적으로 교대로 착용하게 했던 착의훈련 또한 체온조절능력 향상에 긍정적인 영향을 미쳐 내열성 증진에도 기여한다는 사실을 시사한다. 의복이 아닌 극단적인 환경온도를 이용하여 매일 더위(35℃, 3시간)와 추위(3~6℃, 3시간) 자극을 1회씩 교대로 9일간 반복 노출 훈련을 한 선행연구(Glaser & Shephard 1963)에서도 내열성이 모두 증진된 것으로 조사된 바 있다. 따라서 혈관운동을 유도하기 위한 온열교대 자극 착의훈련과 의복을 적정 착의량보다 약간 두껍게 입는 단일자극 착의훈련의 두 가지 실험방법을 활용하여 내열성 증진 정도를 비교해보는 것도 의미있

을 것으로 생각된다.

#### 4. 혈압과 맥파전달시간

서열환경 노출 시의 수축기, 이완기 및 평균혈압의 경우, 통계적인 유의차는 없었으나 사후평가에서 낮은 것으로 나타났다. 맥압의 경우, 사후평가에서 높아진 경향을 보였다. 맥파전달시간의 경우, 통계적인 유의차는 없었다(Table 2).

고혈압 환자를 대상으로 일정기간 운동 프로그램에 참여하게 한 연구결과에서는 수축기 및 이완기 혈압 모두 감소하는 것으로 나타난 반면(박시영·선우섭 2003), 적응 측면에서의 온열 자극이 혈압에 미치는 영향은 수축기 및 이완기 혈압의 반응에서 다소 차이를 보인다. 더위 및 추위의 단일 자극을 이용하여 적응 훈련을 수행한 선행연구에서의 수축기 및 이완기 혈압의 변화양상을 살펴보면, 첫째, 환경온도 및 의복을 이용하여 단일의 추위 자극을 부여하는 훈련의 경우 수축기 혈압은 감소되었으나, 이완기혈압은 적응 현상을 보이지 않았고(Leppaluoto et al. 2001; Park et al. 2009), 둘째, 사우나, 반신욕 및 의복을 이용하여 단일의 더위 자극을 부여하는 훈련의 경우에도 수축기 혈압은 감소되었으나, 이완기 혈압에서는 유의한 강하를 나타내지 않았다(김일곤 2006; 설향 1996; 이효현 2010). 이상에서 다양한 온열환경을 이용하여 단일의 추위 혹은 더위 자극을 부여하는 방법이 수축기 혈압의 강하

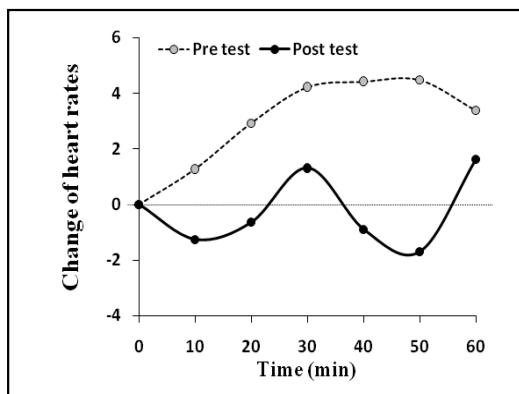


Fig. 2. Changes of heart rates in a hot environment

Table 2. Blood pressures and pulse transit time

	Pre test	Post test	p-value
Systolic blood pressure (mmHg)	120.27±9.49	118.97±10.11	0.432
Diastolic blood pressure (mmHg)	78.20±8.36	75.53±6.78	0.060
Pulse pressure (mmHg)	42.07±6.80	43.43±6.83	0.346
Mean blood pressure (mmHg)	134.29±10.83	133.44±11.90	0.730
Pulse transit time (ms)			
Right	227.30±19.30	227.96±17.05	0.570
Left	224.86±21.16	226.01±13.66	0.532

에는 도움이 되나 이완기 혈압에는 도움이 되지 않는 것으로 결론내릴 수 있다. 그러나 추위 및 더위의 온열교대자극 훈련을 수행한 후의 내한성 평가 시에는 수축기 혈압이 아닌 이완기 혈압에서 유의한 감소를 나타내었다(최정화·박준희 2011). 온열교대자극 훈련을 수행한 후 내열성 평가를 수행한 본 연구에서도 수축기 혈압( $p=.432$ )에 비해 이완기 혈압( $p=.060$ )에서 보다 의미있는 혈압 강하의 결과를 보여주었다. 이상의 결과를 통해 추위 및 더위라는 단일의 온도 자극에 지속적으로 노출되어 적응된 경우에는 수축기 혈압에 긍정적인 반응을 유도하는 반면, 온열교대 자극을 지속적으로 수행한 경우에는 이완기혈압에 긍정적인 반응을 유도하는 것이 아닌가 생각된다. 그러나 보다 명확한 결론은 피험자의 수, 성별, 연령, 고혈압 단계 등을 다양하게 확대한 관련 연구의 축적을 통해 내릴 수 있을 것이다.

한편, 서열환경 노출 동안의 시간 경과에 따른 혈압의 변화도를 살펴보면(Fig. 3), 내열성 측정을 위한 서열환경 입실 전의 수축기 및 이완기 혈압 자체가 사후평가에서 강화된 것으로 나타났다. 또한 서열환경 입실 동안의 수축기 혈압과 이완기 혈압은 사전평가와 사후평가 모두에서 노출 시간이 경과됨에 따라 강하하는 현상을 보였다. 그러나 전반적으로는 사후평가에서 수축기 및 이완기 혈압이 대부분 낮아진 것으로 나타났다. 이러한 결과는 온열교대자극의 착의훈련이 안정 시 혈압 강하에 영향을 미칠 뿐만 아니라 서열환경 노출 시에도 혈압의 유지라는 긍정적인 반응을 유도한 것으로 생각된다. 그러나 맥압에서는 쾌적한 환경에서 측정하였을 때, 측정시기 즉 사전 및 사후평가 간에 차이가 없었으며, 서열환경에 노출된 경우에는 사전평가에서는 노출 60분 동안 거의 동일한 값을 유지한 반면, 사후평가에서는 시간경과에 따라 오히려 증가하는 것으로 나타났다. 사후평가에서 맥압의 증가는 수축기혈압의 감소 정도에 비해 이완기혈압의 감소 정도가 컸기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

맥파전달시간과 혈압은 혈관탄성을 파악할 수 있는 주요 지표이다. 이들 두 지표는 서로 반비례 관계에 있어(Nitzan et al. 2002), 혈압이 높을

수록 맥파전달시간은 짧다. 본 연구에서는 뚜렷한 경향을 파악할 수는 없었으나, 사후평가에서 혈압은 감소하고 맥파전달시간은 증가하는 경향을 보인다는 측면에서는 선행연구와 일치하였다.

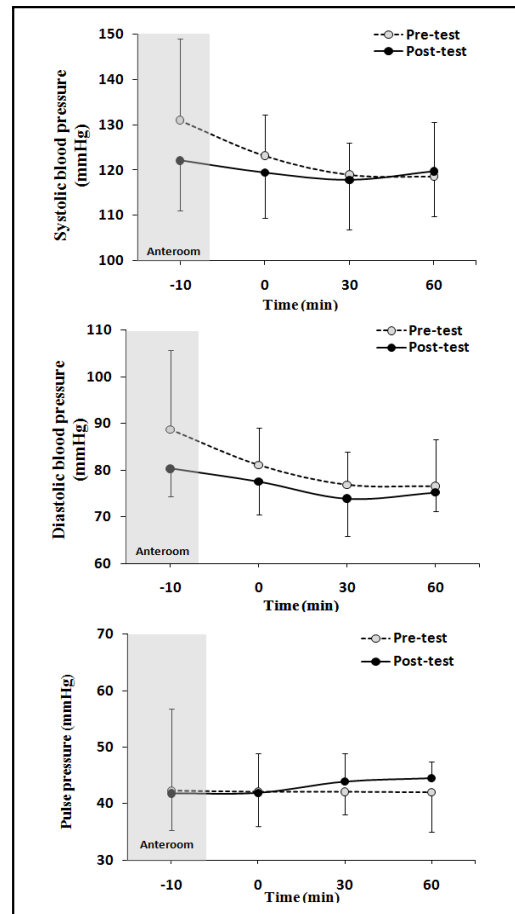


Fig. 3. Time courses of blood pressures in a hot environment

### 5. 주관적 감각

주관적 감각에서는 한서감 및 정신적 인내 항목은 사전 및 사후평가에서 유의한 차이가 없었고, 습윤감 및 쾌적감 항목에서는 사후평가에서 덜 습하고 더 쾌적하게 느끼는 것으로 나타났다( $p<.01$ , Table 3).

일반적으로 서열환경에 지속적으로 노출될수록 적응의 기전을 통해 동일한 서열환경을 덜 덥

Table 3. Subjective sensations

	Pre test	Post test	p-value
Thermal sensation	2.39±0.76	2.17±0.80	0.116
Wet sensation	0.43±2.60	0.09±2.17	0.019
Thermal comfort	-1.81±1.18	-0.57±1.31	0.000
Tolerance	0.44±1.07	0.53±0.61	0.791

고, 덜 습하며, 덜 불쾌하게 느끼게 된다(김미경 등 1995; 설향 1996; 최정화 등 2007). 온열교대 자극의 착의훈련이 내열성에 미치는 영향을 검토한 본 연구에서도 사후평가에서 덜 습하며, 더 쾌적한 것으로 나타나 일치하였다. 유의한 차이가 없었던 한서감과 정신적 인내 항목의 경우, 본 연구에서 수행한 적응 훈련이 단순히 내열성 증진을 위한 더위의 단일 자극만을 제공한 착의훈련이 아니었기 때문에 적응의 정도가 상쇄되는 부분이 있었을 것으로 생각된다. 동일한 방법의 온열교대 착의훈련이 내한성에 미치는 영향을 살펴본 선행연구(최정화·박준희 2011)에서도 일부 주관적 감각 항목 등에서 온열교대 착의훈련의 효과가 뚜렷이 나타나지 않는 등 유사한 결과를 나타내었다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 5명의 고혈압 전단계자들을 대상으로 혈압 강하 및 혈관탄성 개선을 위해 수행한 온열교대 자극의 착의훈련이 내열성에 미치는 영향을 조사하고자 수행되었다. 온열교대 자극을 통한 착의훈련은 서늘한 환경(18.8±0.2℃, 38±3% RH)에서 의복내온도가 1.5℃ 차이 나는 의복차림을 교대로 착용하게 하는 방법으로 이루어졌고, 각 피험자들은 4주간 12회(3시간/회)씩 참여하였다. 내열성 평가는 착의 훈련 전과 후에 35.2±0.5℃, 54±3%RH의 인공기후실에서 수행되었으며 측정항목은 피부온, 직장온, 심박수, 발한량, 혈압, 맥파전달시간, 주관적 감각이었다. 결과는 다음과 같다.

평균피부온, 직장온의 경우 사전평가에 비해 사후평가에서 낮게 나타났다(p<.01). 전신 및 부

위별 발한량 모두에서 사전평가에 비해 사후평가 시 감소한 것으로 나타났다. 심박수 또한 사후평가에서 낮았다(p<.01). 수축기, 이완기 및 평균 혈압 모두에서 사후평가에서 낮은 경향을 나타내었다. 주관적 감각의 경우, 전신 한서감에서는 사후평가에서 덜 덥게 느끼는 경향을 보였고, 습윤감과 쾌적감은 사후평가에서 덜 습하고 더 쾌적하게 느끼는 것으로 나타났다(p<.01).

이상의 피부온, 직장온, 심박수, 혈압 등의 객관적인 인체생리반응 및 습윤감과 쾌적감 같은 주관적 평가 항목의 결과를 통해서 본 연구에서 적용한 온열교대 자극의 착의훈련이 땀을 유도할 만큼의 단일의 더위 자극을 지속적으로 부여한 것은 아니었지만, 내열성 증진에도 어느 정도 도움이 될 수 있는 가능성이 시사되었다. 이는 착의훈련 동안에 부여한 더위 자극의 강도가 크지는 않았지만, 혈관의 수축과 확장을 유도하는 물리적인 혈관운동을 지속적으로 부여함으로써 혈관조절력 및 체온조절 기능이 향상되어 나타난 것으로 생각된다. 본 연구는 의도적으로 혈관운동을 발휘할 기회를 많이 제공하는 의생활 방법이 혈압 강하 뿐만 아니라 내열성 측면에서의 건강 증진에 도움이 된다는 가능성을 정량적으로 보여주었다는 점에서 의의가 있다. 그러나 의복요법의 활성화를 위해서는 단계별 온도 자극 수준이 혈압강하에 미치는 영향에 대한 정량화 및 실생활에서 적용 가능한 의복 프로그램의 개발 등이 선행되어야 하고, 이를 위해서는 성별, 연령, 고혈압 수준 등이 다양한 피험자를 대상으로 하는 다수의 연구들이 축적되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

- 고은숙(2011) 주관적 한서감각에 따른 착의훈련이 내한내열성에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
- 김소영(2005) 의복기후와 내한내열성과의 관련성. 서울대학교 박사학위 논문
- 김일곤(2006) 사우나와 반신욕 참여가 중년남성의 수축기혈압, 심박수 및 혈관탄성에 미치는 영향. 한국스포츠리서치 17(5), 319-328.
- 박시영·선우섭(2003) 10주간의 탄성밴드 운동이 고령여성 고혈압 환자의 혈압, 혈중 지질농도



- 및 생활체력에 미치는 영향. 한국학교체육학회지 13(2), 115-127.
- 박주희·황수경·최정화(2010) 찜질 훈련에 따른 인체의 내열성과 내한성과의 관련성. 한국생활환경학회지 17(4), 395-408.
- 설향(1996) 사우나욕이 인체의 내열성 증진에 미치는 영향. 서울대학교 석사학위 논문.
- 송명건·최정화(1988) 착의량이 운동능력에 미치는 영향에 관한 연구 - 유치원 아동을 중심으로-. 한국의류학회지 12(1), 13-26.
- 안필자(1994) 여고생 착의습관이 기후적응에 미치는 영향. 한국의류학회지 18(5), 615-621.
- 염희경(1992) 의복형태에 따른 성인여성의 발한반응에 관한 연구. 서울대학교 석사학위 논문.
- 이효현(2010) 내열성 증진을 위한 정량적 착의훈련의 효과. 서울대학교 박사학위논문.
- 최정화(2008) 의복도 질병의 예방 및 치료에 직접 기여할 수 있는가?. 한국의류학회 추계학술발표대회집 24-40.
- 최정화(2009) 의복과 건강. 섬유기술과 산업 13(2), 91-100.
- 최정화·박준희(2009) 온·냉족욕을 이용한 온도 자극이 혈관 반응 및 체온 조절 반응에 미치는 영향. 한국생활환경학회지 16(2), 172-185.
- 최정화·박준희(2011) 온열 교대 자극을 통한 착의 훈련이 고혈압 전단계자의 내한성에 미치는 영향. 한국생활환경학회지 18(4), 인쇄중.
- 최정화·박준희·박주희·손일나·김현진(2010) 의복을 이용한 온열 교대 자극 훈련이 혈관탄성, 혈압, 혈액내 지질성분에 미치는 영향. 한국의류학회 추계학술발표대회 논문집 170.
- 최정화·송은영·황수경(2007) 정기적인 찜질 훈련이 청년과 노년여성의 내열성 증진에 미치는 영향. 한국의류학회지 31(9/10), 1465-1474.
- 최정화·황경숙(2006) 에너지대사의 계절변동과 내한내열성으로 본 한국농업인의 환경적응 능력. 한국지역사회생활과학회지 17(2), 49-60.
- 황수경·최정화·성화경(1999) 계절별 착의량이 안정시 에너지대사량에 미치는 영향. 한국의류학회지 23(3), 483-494.
- 永田照子(1985) 被服衛生學. 東京; 南江堂.
- 緒方維弘(1973) 適應 -氣候風土の對する適應-. 東京; 醫齒藥出版.
- Andrew SW, Denise NL, Anna GJ, Hein AMD(2007) Quantification of the decay and re-induction of heat acclimation in dry-heat following 12 and 26 days without exposure to heat stress. Eur J Appl Physiol 102(1), 57-66.
- Aoyagi Y, Mclellan TM, Shepherd, RJ(1994) Effects of training and acclimation on heat tolerance in exercising men wearing protective clothing. Eur J Appl Phy 68, 234-245.
- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright JT, Roccella EJ(2003) Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. Hypertension 42, 1206-1252.
- Glaser, EM, Shephard, RJ(1963) Simultaneous experimental acclimatization to heat and cold in man. J Physiol 169, 592-602.
- Hardy JD, DuBois EF(1937) The technic of measuring radiation and convection. The Journal of Nutrition 15(5), 461-475.
- Havenith G, Fogarty A, Bartlett R, Smith CJ, Ventenat V(2008) Male and female upper body sweat distribution during running measured with technical absorbents. Eur J Appl Phy 104(2), 245-255.
- ISO 10551(1995) Ergonomics of the thermal environment -Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales-. Geneva: International Standard Organization.
- James DC, Mark JP, Nigel AST(1997) Sweat distribution before and after repeated heat exposure. Eur J Appl Physiol 76, 181-186.
- Kellogg DL, Morris SR, Rodriguez SB, Liu Y, Grossmann M, Stagni G, Shepherd AMM(1998) Thermoregulatory reflexes and cutaneous active vasodilation during heat stress in hypertensive humans. J Appl Physiol 85(1), 175-180.
- Leppaluoto J, Korhonen I, Hassi J(2001) Habituation of thermal sensations, skin temperatures, and norepinephrine in men exposed to cold air. J Appl Physiol 90, 1211-1218.
- Libert JP, Candas V, Vogt JJ(1983) Modifications of sweating responses to thermal transients following heat acclimation. Eur J Appl Physiol 50, 235-246.
- Machado-Moreira, CA, Smith FM, van den Heuvel AM, Mekjavic, IB, Taylor NA(2008) Sweat secretion from the torso during passively-induced and exercise-related hyperthermia. Eur J Appl Phy 104, 265-270.
- Mclellan, TM, Selkirk, GA(2004) Heat stress while wearing long pants or short under firefighting protective clothing. Ergonomics 47(1), 75-90.
- Nitzan M, Khanokh B, Slovik Y(2002) The difference in pulse transit time to the toe and finger measured by photoplethysmography. Physiol Meas 23, 85-93.
- Nielsen B, Hales JRS, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, Saltin B(1993) Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. J Physiology 460, 467-485.
- O'donnell A, Volicer L(1981) Thermoregulation in spontaneously hypertensive rats: Effects of antihypertensive treatments. Clinical and experimental hypertension 3(3), 555-567.
- Park JH, Choi JW, Son IN(2009) Effects of wear

- training on blood pressure and pulse transit time. Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Ergonomics.
- The Commission for Thermal Physiology of the International Union of Physiological Sciences (IUPS Thermal Commission)(2001) Glossary of terms for thermal physiology(3<sup>rd</sup> edition). The Japanese Journal of Physiology 51(2), 245-280.
- Winakor G(1982) A questionnaire to measure environmental and sensory factors associated with personal comfort and acceptability of indoor environments. ASHRAE transactions 88(2), 470-471.