

인체의 자세가 체온조절에 미치는 영향

심 현 섭 · 최 정 화

서울대학교 농가정학과

The effect of posture on the human thermoregulatory response

Hyun Sup Shim and Jeong Wha Choi

Dept. of Agricultural Home Economics, Seoul National University..

(1993. 2. 25 접수)

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the thermoregulatory responses to postures under different environmental conditions and to obtain the basal information for standard clothing weight, indoor climates, and working condition.

Two adult female(22.5yrs, 46kg) were participated in this study.

The experimental conditions were divided into three groups : 1), comfort($27 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$), 2) hot($34 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$), and 3) cold($21 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 10\%$) condition.

The postures performed were as follows; standing, sitting on the chair, sitting on the floor, and supine on the floor.

At each condition, subjective sensations, 12 points skin temperature, rectal temperature, total and local sweat rate, pulse rates, blood pressure, skin blood flow rate were measured.

The results were as follows :

1. Rectal temperature was high significant among groups in order of supine, sitting on the floor, sitting on the chair, standing posture($p < 0.001$).

2. Skin temperature was high in part of contact with the surface of the floor or wall and the effect of posture was greater in peripheral temperature than torso temperature.

Sitting on the chair and sitting on the floor posture showed higher peripheral temperature than standing and supine posture. And peripheral temperature was lower in supine posture than any other postures.

3. Total and local sweat rate were decreased in order of standing, sitting on the chair, sitting on the floor, supine posture.

4. Pulse rate and diastolic blood pressure were higher in standing posture than supine posture, and there was significant difference between two postures($p < 0.001$).

5. Blood flow rate of thigh was high in sitting on the chair and sitting on the floor posture and low in standing posture. Blood flow rate of leg was low in standing posture significantly($p < 0.01$).

6. In comfort and hot condition, temperature sensation and comfort sensation were higher in standing posture and lower in supine posture than any other postures. In cold condition, temperature sensation was lower and comfort sensation was higher in standing and supine posture than any other postures.

And supine posture was appeared positive in hot condition and negative in cold condition.

From this study, we confirmed the effects of posture on human thermoregulatory responses.

Results indicate that even under same conditions and clothing weight, the insulation of clothing will be different to postures.

Key Word : posture, thermoregulatory response, rectal temperature, skin temperature, sweat rate, blood flow rate, pulse rate

I. 서 론

인간은 환경온도의 변화에 따라 산열과 방열 기전을 통하여 체열 평형을 이루으로써 다양한 환경조건에서도 체온을 일정하게 유지하는 자율적 체온조절 기능을 가지고 있다.

그러나 자율적 조절만으로 체온을 일정하게 유지하는 데에는 한계가 있어, 이 범위를 넘어서면 저체온이나 고체온에 이르게 되며 나아가 凍死나 熱死에 이르게 된다. 그러므로 인체는 한서에 대응하여 착의량 조절, 음식, 운동, 자세변화, 냉난방기 등을 통해 행동성 체온조절을 함으로써 인체의 환경적응 범위를 넓힐 수 있다.^{30,31,32} 즉, 인간은 열대 사막에서 극지방에 이르기까지 널리 분포하여 생활하고 있으므로 그 거주 환경온도 범위가 약 100°C에 이른다. 반면에 인체의 생리적인 체온조절 능력에는 한계가 있으므로 이러한 행동성 체온조절이 필수적으로 사용되어 오고 있다. 그러므로 인체의 생리적 조절 기능의 증진을 도모하며, 한편으로는 행동성 체온조절 방법을 올바르게 이해하고 활용함으로써 인체가 가진 본래의 생리적 기능을 잃지 않고 환경적응 범위를 넓힐 수 있는 방법을 모색하는 것이 절실히 필요하다.

지금까지의 체온조절에 관련된 연구를 보면, 자율적 체온조절로서 환경과 인체와의 관계에 관한 연구가 중심이 되어 왔으며, 최근에는 행동성 체온 조절에 관한 관심이 고조되어 착의량 및 노출 체표면적 조절 등에 의한 연구^{9,28,29} 중심으로 진행되고 있다. 그러나 행동성 체온조절 방법 중에서 인체의 자세는, 일상 생활이 여러가지 자세변화의 연속으로 이루어 진다고 볼 수 있을 정도로 중요한 의미를 갖는다. 또한 자세는 반사적 조절 혹은 수의적 조절을 통해 체온조절에 영향을 미친다는

관점에서도 중요성을 가지나, 실제로 이에 관한 연구는 활발하지 못하다.

자세에 관한 지금까지의 연구를 보면, 작업 능률 증진의 관점에서 인간공학적 접근이 일반적이며, 운동시의 자세 변화에 따른 생리반응에 관한 연구^{10,11}와 장시간 서있거나 앉아 있는 자세에서 하지의 정맥혈이 제대로 순환되지 않고 고여서 생기는 장애에 관한 연구^{14,24} 및 자세를 변화시킬 때에 순간적으로 야기되는 심장혈관 반응에 관한 연구들^{3,4,13,18,22,23}이 진행되어 왔다.

또 최근에는 국소적인 가온이 자세에 의한 혈관수축에 미치는 영향에 대해 동정맥문합(arterio-venous anastomosis)이 많은 부위인 발가락과 적은 부위인 발등을 관찰하는 연구가 진행되고 있다.⁷

이와같이 최근에는 국소적으로 자세를 변화시킬 때 말초부위의 혈류량 감소에 관한 연구^{5,8,12}와 국소가온 실험을 통해 자율성 체온조절과 자세에 의한 혈관수축을 비교하는 연구가 있으며, 이는 특히 발등이나 발가락과 같이 국소 피부온을 통해 연구한 것으로 자세 변화를 통한 전반적인 생리적 반응을 알기 위해서는 보다 많은 연구가 필요하다.

B.W.Olesen 등(1982)¹⁶은 thermal manikin을 이용한 실험에서 서 있는 자세보다 앉은 자세에서 정지된 공기층(still air film)의 파괴로 인하여 의복의 보온력이 감소한다는 보고를 한 바 있으며, 孔聖勳 등(1988)³⁴은 바닥에 누운 자세일 경우에 쾌적하기 위한 작용온도가 높다는 보고를 하였다. 이는 자세의 변화가 의복의 보온력과 주관적 감각에 미치는 영향을 본 예이며 앞으로는 이에 관한 보다 깊은 연구를 통해 의복의 보온력의 factor로서 자세의 영향을 고려하도록 시도하고, 또한 주거 환경온도 설정에 있어서 입식, 좌식의 생활양식을 고려하는 연구를 진행하여야 할 것이다.

자세의 유지, 전환은 단순히 말초적인 것이 아니라 근전도, 심박수, 산소 섭취량, 눈 깜빡이는 수 등에 변화를 일으키는 등, 전신적인 생리반응을 초래한다. 또한 Amery 등(1973)²⁾에 의하면 누운 자세 보다 앉은 자세가 자세에 의한 교감성 혈관수축(sympathetic vasoconstriction)과 정수압(hydrostatic pressure)의 영향으로 하퇴 혈류량이 유의하게 적음을 보고하였다. 또한 혈류량과 피부온의 관계를 밝히는 실험을 통하여 혈류량이 적을 때 피부온이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.^{1,17,19,35)} 이와 같이 자세변화는 혈류량 변화를 초래하고 혈류량 변화는 피부온과 정의 상관관을 보임으로써 인체의 전반적인 생리적 반응을 야기시킨다.

그러므로 본연구에서는 행동성 체온조절 중에서도 특히 자세변화가 체온조절에 미치는 영향을 살펴봄으로써, 적정착의량 규명의 기초자료는 물론, 좌식·입식 등의 생활양식을 진단하거나 적정 생활 온도, 작업 환경 온도 등을 규명하기 위한 기초자료를 얻는 것을 목적으로 하였다.

II. 실험방법

본 실험에서는 환경온도를 다르게 하였을 경우 자세 변화에 따른 생리반응을 비교하기 위하여 성인 여자 2명을 대상으로 직장온, 피부온, 혈압·맥박, 국소 혈류량 및 주관적 감각을 측정하였다.

1. 실험조건

1) 실험 의복 및 피험자

본 실험에서 착의한 실험 의복은 소매 없는 셔츠와 반바지 형태의 시판제품을 선택하였으며, 실험 의복 조건은 Table 1에 제시하였다.

피험자는 건강한 성인 여자 2명으로 신체적 조건은 Table 2와 같다.

Table 1. Description of experimental clothes

Description	Fiber Content (%)	Weight (g)
Brief	Cotton 100	12
Upper wear	Cotton 100	75
Under wear	Cotton 100	85

Table 2. Physical characteristics of subjects

Subject	Sex	Age	Height(cm)	Weight(kg)	B.S.A.(m ²)*
H	F	23	159	47	1.494
J	F	22	156	45	1.421

B.S.A : Body Surface Area

* Calculated by Takahira formula³⁶⁾

2) 환경 조건 및 자세

실험시기는 1992년 7월 28일부터 10월 3일까지이며, 오후 2시에서 5시까지 1일 1회 실시하였다.

실험환경은 쾌적환경(27±1°C, 60±10%RH), 더운 환경(34±1°C, 60±10%RH), 추운 환경(21±1°C, 50±10%RH)의 세 조건을 설정하였다.

실험자세는 좌식과 입식을 겸용하는 우리나라 주거 양식에서 일반적으로 이용되고 있는 자세로서 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 서 있는 자세(standing : 자세 I), 의자에 앉은 자세(sitting on the chair : 자세 II), 바닥에 앉은 자세(sitting on the floor : 자세 III), 바닥에 누운 자세(supine on the floor : 자세 IV)의 4가지 자세를 설정하였다.

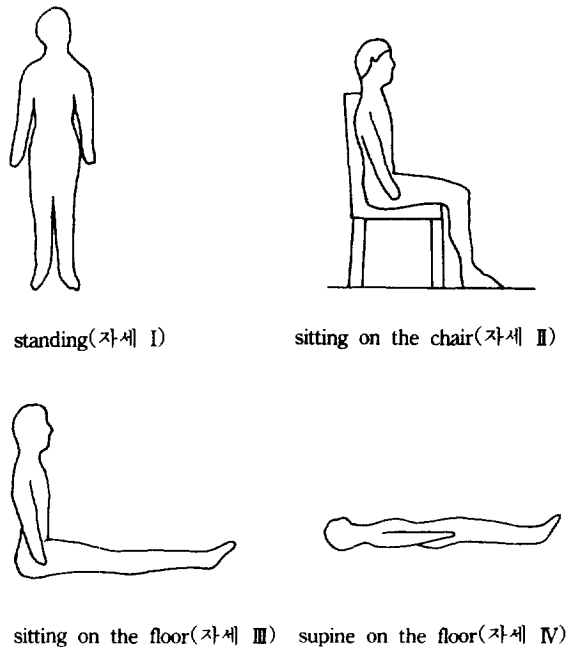


Fig. 1 Experimental postures

의자에 앉은 자세의 경우 목재(木材) 의자에 기대어 앉은 자세였으며, 모든 자세는 벽면과 차가운 바닥 표면 온도의 영향을 배제하고 자세만의 영향을 보기 위하여 0.5cm두께의 스티로폼을 벽과 바닥에 놓고 실험하였다.

2. 실험 순서

피험자는 식후 2시간이 경과 후 실험실에 도착하여 30분간 안정 후 실험의복으로 갈아입고, 인체천평으로 몸무게를 측정하고 직장은 센서를 삽입한 후 피부온 센서 및 국소 발한량 측정을 위한 캡슐을 피부에 붙인 후 인공기후실에 입실하였다. 입실 후 10분 간격으로 직장은, 피부온, 혈압·맥박, 혈류량, 주관적 감각을 측정하였다. 이때, 인공기후실에 입실하기 직전의 안정 자세의 조건을 같게하기 위하여 실험실에서의 자세는 의자에 앉은 자세로 통일 하였다.

실험은 2명의 피험자가 3종류의 환경조건(쾌적환경, 더운환경, 추운환경)에서 4가지의 자세(서있는 자세, 의자에 앉은 자세, 바닥에 앉은 자세, 바닥에 누운자세)를 2회씩 반복하여 총 48회 실시하였다.

3. 측정 항목

1) 피부온과 직장온

Thermistor(日本 TAKARA 社製) 인체의 12개 부위(이마, 가슴, 배, 등, 아랫팔, 손등, 넓적다리(옆과 뒤), 종아리(옆과 뒤), 발등, 엄지 발가락)의 피부온을 측정하였으며 평균피부온은 倉田의 11점법²⁹⁾으로 계산하였다. 직장온은 Thermistor Sensor를 직장 10cm 깊이 삽입하여 측정하였다.

2) 혈압 및 맥박

전자 혈압계(日本 NATIONAL 社製)를 이용하여 수축기·확장기 혈압 및 맥박수를 측정하였다.

3) 발한량

여과지법³⁰⁾에 의해 실험 시작부터 종료시까지 왼쪽 가슴과 왼쪽 넓적다리에서 측정하여 실험 전후의 여과지(12cm²) 무게의 차를 화학천칭(감도 0.1mg)으로 측정하였다. 여과지는 100℃에서 1시간 건조시킨 후에 데시케이터에 보관한 후 사용하였다.

4) 체중 감소량

인체 천칭(독일 SARTORIUS 社製, 감도 : 10g)을 사용하여 실험 전과 실험 후 2회 측정하여 1시간 동안의

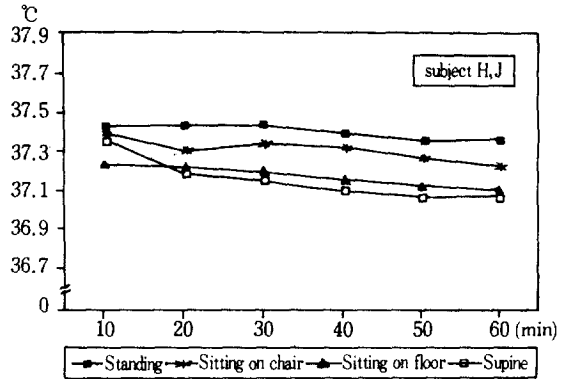


Fig. 2 Rectal temperatures under each posture in comfort condition(27±1°C)

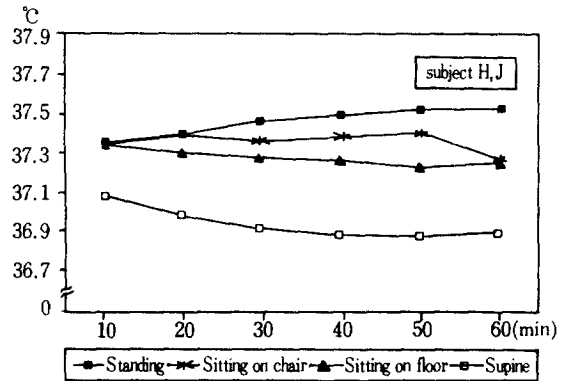


Fig. 3 Rectal temperatures under each posture in hot condition(34±1°C)

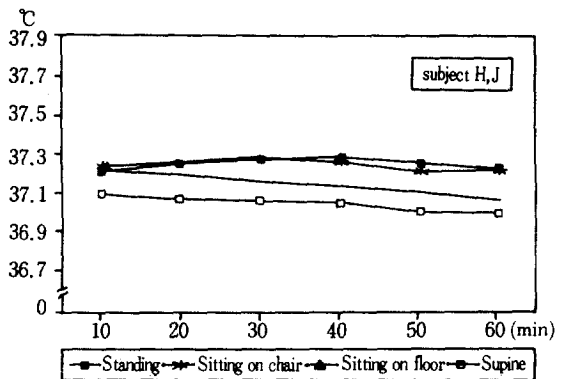


Fig. 4 Rectal temperatures under each posture in cold condition(21±1°C)

Table 3. Rectal temperatures by posture under each environmental conditions

		I		II		III		IV	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
COMFORT	H	37.3	0.04	37.4	0.07	37.2	0.02	37.2	0.04
	J	37.5	0.03	37.3	0.09	37.1	0.05	37.1	0.03
HOT	H	37.4	0.04	37.4	0.02	37.2	0.02	36.9	0.02
	J	37.5	0.02	37.3	0.07	37.4	0.05	37.0	0.03
COLD	H	37.2	0.02	37.2	0.02	37.2	0.05	37.0	0.02
	J	37.3	0.02	37.3	0.02	37.1	0.02	37.1	0.04

I : standing
 II : sitting on the chair
 III : sitting on the floor
 IV : supine on the floor

체중 감소량을 구하였다.

5) 혈류량

Laser doppler flowmeter(ALF-2100, 일본 아도반스社製)³⁵⁾를 이용하여, 넓적다리와 종아리의 혈류량을 측정하였다.

6) 주관적 감각

온열감은 ASHRAE의 정신 심리적 7등급 척도를 사용하였고, 쾌적감은 日本空調衛生工學會의 4단계 척도를 이용하여 점수화하였다.

4. 통계분석

각 실험 측정치는 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 피험자별, 환경별, 자세별로 삼원배치로 최소유의차 검정(LSD)을 한 후 유의한 항목에 한하여 Tu-key검정을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 직장온

환경온도를 달리 하였을때 자세변화에 따른 직장온의 변화는 Table 3과 같다. 피험자간에 직장온의 차이는 없었으므로 자세에 따른 직장온의 변화를 Fig. 2(쾌적 환경), Fig. 3(더운환경), Fig. 4(추운환경)에 제시하였다.

자세에 따라서 직장온은 고도로 유의한 차이를 보였으며($p<0.001$), 세 환경 모두 서 있는 자세에서는 가장 높았고 바닥에 누운 자세에서는 가장 낮았다. 서 있는 자세 다음으로는 의자에 앉은 자세, 바닥에 앉은 자세

순으로 낮아져서, 신체의 부담 정도와 일치하는 경향을 보였다.

직장온의 변동 경향은 쾌적환경에서는 모든 자세에서 감소하였으며 더운환경과 추운환경에서는 서 있는 자세의 경우 상승하였고 누운자세의 경우는 하강하였다. 이는 서 있는 자세의 경우 더운환경과 추운환경에서 인체가 받는 부담이 더 크게 나타나서 직장온이 상승한 것으로 사료된다. 누운자세의 경우는 대사량이 적게 필요하므로 환경온도에 관계없이 직장온이 감소한 것으로 사료된다. 즉, 직장온은 환경온도보다 자세가 더 크게 영향을 미치는 것으로 사료된다.

한편, Table 3에서 보는 바와 같이 자세에 따른 직장온의 변동율은 쾌적환경에서 0.24°C, 더운환경은 0.52°C, 추운환경은 0.33°C로 자세가 심부온에 미치는 영향은 덩거나 추운환경에서 더 컸으며 쾌적환경인 경우 작았다. 이는 더운환경이나 추운환경일경우 체온조절상 방열량을 증대 및 감소해야하는 필요성이 쾌적시보다 크므로, 방열량을 조절하는 중요한 인자인 노출체표면적 즉 자세의 영향이 크게 반영된 것으로 사료된다. 즉 산열량이 일정하다면 방열이 용이한 서 있는 자세에서 체온이 가장 낮아져야 한다. 그러나 본 연구 결과에서는 그 반대의 현상을 보였으므로 이는 신체의 부담 정도에 따른 산열량의 차와 체온조절에 필요한 산열량의 차가 자세에 따른 방열량의 차보다 많아졌다고 해석된다.

심부온은 체내의 화학반응 즉, 생명현상이 진행되는 내부의 온도로서 신진대사의 경로와 속도를 조절하는 중요한 인자로 체온을 일정하게 유지하여 인체의 여러 신체기능의 향상성을 유지한다.³⁰⁾ 그러므로 직장온의 0.1

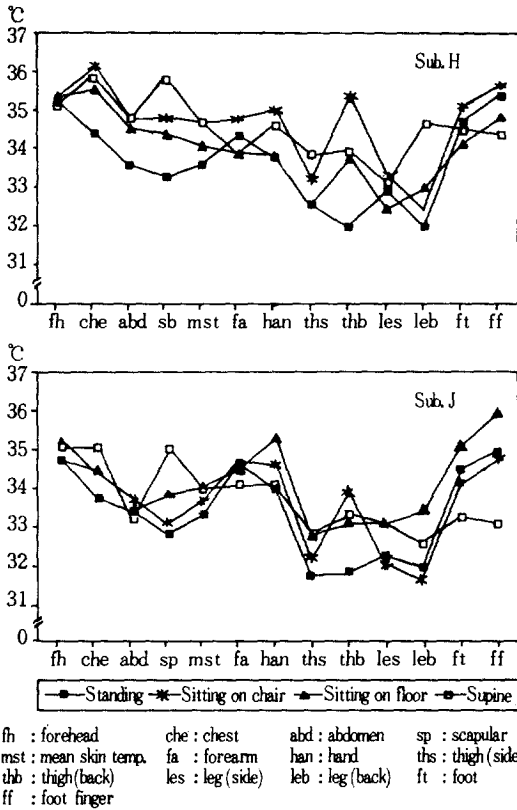


Fig. 5 Skin temperatures under each posture in comfort condition ($27 \pm 1^\circ\text{C}$)

°C 변화량 생리적으로 충분한 의미를 갖는다. 본 연구 결과 쾌적환경온도에서 조차 자세에 따라 직장온이 0.24°C의 차이를 보였다라는 것은 자세가 심부온 및 체온조절에 큰 영향을 미친다는 것을 시사한다. 특히 그 영향력은 생체에 부담이 되는 환경조건일때 더 커진다는 것도 확인할 수 있었다.

2. 피부온

Fig 5, 6, 7은 각 환경 조건에서의 자세에 따른 피부온 반응을 제시한 것이다.

피부온에 대한 자세의 영향은 바닥이나 벽면에 접촉된 부위인 등, 넓적다리(뒤)와 종아리(뒤)의 온도에서 가장 뚜렷한 경향을 보였고($p < 0.001$), 환경온도의 영향은 모든 부위에서 높은 상관을 보였다.

구간부 온도의 경우 가슴온은 쾌적환경과 더운환경에서 두 피험자 모두 자세 II와 IV에서 높았으며, 자세

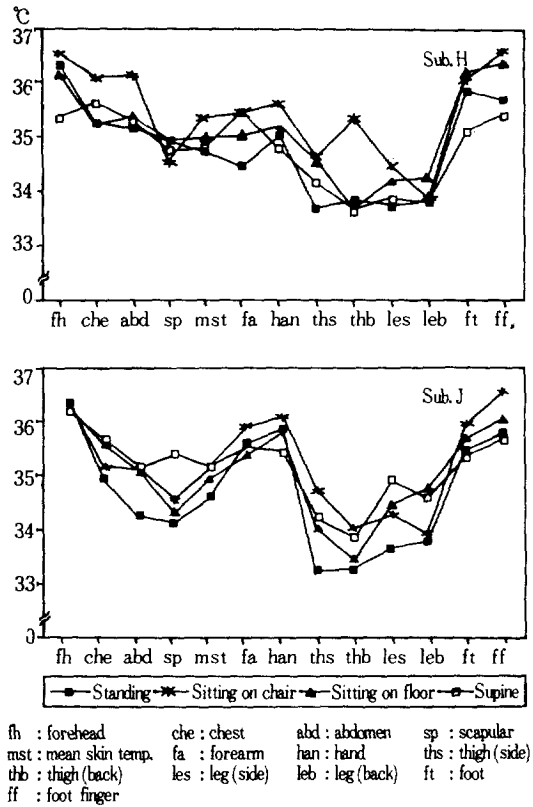


Fig. 6 Skin temperatures under each posture in hot condition ($34 \pm 1^\circ\text{C}$)

I에서 낮았다($p < 0.001$). 추운환경에서는 두 피험자 서로 다른 경향을 보여서 피험자 H의 경우 자세 III에서 가장 높고, 자세 I, IV에서 낮은 경향이었고, 피험자 J의 경우는 자세 II에서 가장 높았고 자세 III에서 낮아서 두 피험자 모두 쾌적환경, 더운환경에서와 같이 자세 IV의 경우 가슴온이 높아지는 경향은 볼 수 없었다.

즉, 구간부 온도는 쾌적환경과 더운환경에서는 두 피험자 모두 자세 II와 자세 IV에서 높고 자세 I에서 낮은 결과를 보였으며 추운환경에서는 자세 II와 III에서 비교적 높고, 자세 IV와 자세 I에서 낮은 경향이였다.

말초부위인 발등 온도와 엄지 발가락 온도의 경우 더운환경에서는 다른 부위의 온도보다 높고 추운환경에서는 낮게 나타나서 환경에 의한 차이를 보이므로 말초 부위의 혈관신축에 의한 방열량 조절을 확인할 수 있었다. 쾌적환경에서 피험자 H는 자세 II에서 피험자 J는 자세 III에서 가장 높은 온도를 보였고 다른 부위에서

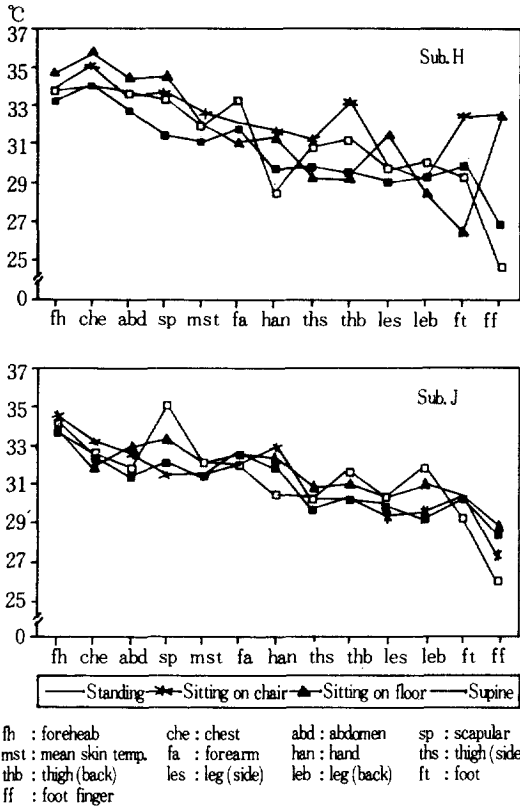


Fig. 7 Skin temperatures under each posture in cold condition(21±1°C)

높은 온도를 보인 자세 IV의 경우 오히려 낮았으며(p<0.001) 자세 I의 경우는 높았다. 더운환경에서는 두 피험자 모두 쾌적환경에서와 같이 자세 II와 III의 경우 높았고 자세 I과 IV에서 낮았다(p<0.001). 추운환경에서는 피험자 J의 경우 발등 온도에서는 자세간에 유의차를 볼 수 없었으나 자세 IV에서 낮았고 피험자 H의 경우 자세 I과 IV에서 낮아서, 발등온과 발가락온의 경우는 세 환경에서 자세 IV에서 낮은 특징을 보였다.

이와같은 경향은 말초 부위인 손등 온도에서도 볼 수 있어 쾌적환경에서의 피험자 H의 경우를 제외하고는 자세 IV에서 낮았으며 자세 I에서도 낮은 경향을 보였다.

피부온은 환경 온도가 높아지면 피부표층의 모세혈관이 확장되므로 혈류량이 증가하여 피부온이 상승하고, 반면에 환경온이 낮아지면 혈관이 수축하므로 혈류량이 줄어들어 피부온이 하강하므로써 신체의 열출납의 평형을 유지하는 기전을 갖는다.^{15,28,30)}

특히 말초 부위는 구간부에 비해 노출 체표면적이 크고 동정맥문합이 존재하며 말초혈관의 신축이 뛰어나 방열을 통한 체온조절에의 기여가 상당히 큰 것으로 알려져 있다.¹⁵⁾

그러므로 자세 IV의 경우 추운환경에서 노출 체표면적 감소와 말초온 저하로 방열량을 줄여서 혈관조절 반응을 유리하게 한 것으로 사료된다. 또한 직장온은 자세 I, II에서 상승하는데 반해 자세 III, IV에서는 하강하며, 말초 피부온은 자세 IV에서 하강 정도가 가장 커서 자세 IV의 경우 체온조절에 유리하게 반응을 하였다. 그러나 실험시간 동안 지속적으로 직장온이 하강하였으므로 누운 자세로 장시간 추운환경에 노출될 경우에는 직장온이 더욱 낮아져서 저체온으로 될 수 있을 것으로 사료된다. 한편 더운환경에서는 방열이 필요한 환경이지만 낮은 말초온으로 인하여 상대적으로 방열이 적게 일어나는 경향을 보여서 직장온과 주관적감각에서 열적 자극을 적게 받는 결과와는 다르게 말초온에서는 다른 자세에 비해 불리한 경향을 보였다. 그러나 더운환경에서 누운 자세의 경우 다른 자세보다 직장온이 낮으며 발한량이 적은 현상으로 보아 이는 피부를 통한 방열의 요구량이 다른 자세보다 적었기 때문으로 사료된다.

吉成(1972)²⁸⁾은 추운환경에서의 침상실험 결과 수면시에 부위별 피부온은 차가 크며 특히 발끝이 낮은 온도를 나타낸다고 보고한 바 있다. 본 실험결과 추운환경에서는 누운 자세일 경우 피부온이 낮으며 하강 정도도 빨라서 구간부와 말초부의 온도차가 8~9°C 정도로 다른 자세보다 큰 경향을 보여서 선행 연구 결과와 일치하는 경향이였다. 이는 Shishoo(1988)²¹⁾가 추운환경에서의 침상실험 결과 신체의 하부에서 가장 먼저 불쾌감을 느낀다고 보고한 바와 같이 낮은 환경온도에서 쾌적한 수면을 취하려고 할 경우에는 특히 사지부의 보온이 필요함을 시사한다.

혈류량은 피부온과 정(正)의 상관관계를 가지며¹⁾ 누운 자세에서 발등의 혈류량이 가장 많다는 선행 연구⁷⁾를 통해 발등의 피부온이 누운 자세에서 가장 높을 것으로 기대했으나 본 실험에서는 이와 같은 결과는 볼 수 없었다.

자세 II와 III의 경우는 모든 환경에서 말초온이 높은 경향을 보여서 피부온으로 보았을때 더운환경에서는 방열량이 많아서 체온조절상 유리할 것으로 사료되었으나 추운환경에서는 방열량의 증가로 오히려 불리할

Table 4. Skin temperatures by posture under each environmental conditions

			rec	foh	che	abd	sp	mst	foa	had	thf	lef	thb	leb	foot	foof
C O M F O R T	I	H	37.34	35.05	34.77	33.46	33.55	33.64	34.23	33.82	31.86	32.27	31.92	31.47	34.40	34.91
		J	37.48	34.83	33.93	32.82	33.28	33.56	34.62	34.37	31.78	32.26	31.76	31.99	34.40	35.03
	II	H	37.36	35.35	36.10	34.73	34.78	34.82	34.75	34.98	33.21	33.34	35.36	32.42	35.12	35.65
		J	37.29	35.17	34.29	33.60	33.04	33.79	34.64	34.53	32.12	31.99	33.79	31.54	34.02	34.63
III	H	37.22	35.34	35.53	34.53	34.34	34.21	33.86	33.85	32.57	32.42	33.74	32.96	34.12	34.78	
	J	37.14	34.79	34.00	32.76	34.10	33.76	34.10	34.67	32.46	32.44	32.50	32.45	33.82	34.40	
IV	H	37.20	35.38	35.71	35.28	35.84	35.02	34.26	34.42	34.03	33.66	34.32	34.69	34.69	34.62	
	J	37.14	35.25	35.02	33.51	35.23	34.27	35.06	34.19	32.96	33.34	33.51	33.06	33.43	33.06	
H O T	I	H	37.43	36.32	35.26	35.14	34.89	34.90	34.44	34.99	33.66	33.70	33.77	33.78	35.79	35.63
		J	37.52	36.29	34.86	34.18	34.08	34.76	35.53	35.81	33.18	33.63	33.26	33.76	35.44	35.75
	II	H	37.41	36.53	36.05	36.10	34.52	35.49	35.42	35.60	34.63	34.43	35.30	33.84	36.00	36.48
		J	37.35	36.33	35.10	35.06	34.53	35.23	35.85	36.07	34.70	34.25	33.48	33.90	35.95	36.55
III	H	37.21	36.14	35.20	35.34	34.94	35.15	35.00	35.16	34.53	34.14	33.66	34.21	36.09	36.29	
	J	37.37	36.18	35.51	35.03	34.28	35.10	35.35	35.74	34.00	34.44	33.44	34.77	35.67	36.04	
IV	H	36.86	35.33	35.60	35.27	34.74	34.94	35.43	34.76	34.12	33.81	33.61	33.76	35.05	35.35	
	J	37.04	36.08	35.59	35.11	35.35	35.32	35.49	35.44	34.18	34.89	33.83	34.56	35.34	35.67	
C O L D	I	H	37.20	33.29	34.07	32.82	31.44	31.25	31.76	29.69	29.85	29.09	29.57	29.33	28.81	26.89
		J	37.34	33.47	32.25	31.23	31.88	31.34	32.43	31.67	29.49	29.68	29.97	29.02	30.03	28.13
	II	H	37.21	34.27	34.90	33.29	33.28	32.65	32.30	31.73	30.95	29.90	32.98	29.15	32.41	32.04
		J	37.31	34.07	32.95	32.87	31.21	31.44	31.84	32.01	30.17	28.95	30.07	29.25	30.11	27.80
III	H	37.24	34.13	35.02	33.88	33.62	32.24	32.84	31.20	30.00	30.08	29.98	29.29	28.13	29.55	
	J	37.09	33.62	31.65	32.73	33.17	31.98	32.28	32.12	30.60	30.08	30.86	30.76	30.22	28.51	
IV	H	37.04	33.78	34.01	33.67	33.38	33.06	33.28	28.45	30.83	29.73	31.28	30.01	29.34	24.68	
	J	37.09	34.05	32.40	31.63	34.87	32.04	31.81	30.27	30.12	30.19	31.44	31.67	29.06	25.62	

I : standing

II : sitting on the chair

III : sitting on the floor

IV : supine on the floor

rec : rectal temperature

han : hand temperature

foh : forehead temperature

ths : thigh temperature(side)

che : chest temperature

thb : thigh temperature(back)

abd : abdomen temperature

les : leg temperature(side)

sp : scapular temperature

leb : leg temperature(back)

mst : mean skin temperature

ft : foot temperature

fa : forearm temperature

ff : foot finger temperature

것으로 사료된다.

자세 I의 경우는 서 있는 자세로 인한 하지(下肢) 부위의 근육수축시에 발생하는 열로 인하여 종아리온이 높을 것을 기대하였으나³⁷⁾ 이러한 경향은 볼 수 없었고, 발등온과 엄지 발가락온이 누운 자세보다 높은 경향을 보였는데 이는 서 있는 자세에서 정맥 혈액이 발부위에 모이면서 종아리 부위에서 발생한 열이 발부위로 전달된 것으로 사료된다.

權洙愛(1991)³⁸⁾에 의하면 여름철과 겨울철 온돌에서의 수면시 생리반응을 비교한 결과 우리나라의 온돌 난방하에서는 환경온이 낮은 겨울에 바닥의 복사열로 인해 피부순환이 커져서 전 피부에 걸쳐서 온도가 고르게 분포하려는 경향으로 구간부와 말초부의 온도차가 적어서 여름철의 피부온 반응에 가까운 반응을 보였다. 그러므로 특히 추운환경일 경우 온돌 등에 의한 복사온이 있는 조건하에서는 자세에 따라 복사열을 직접 받는

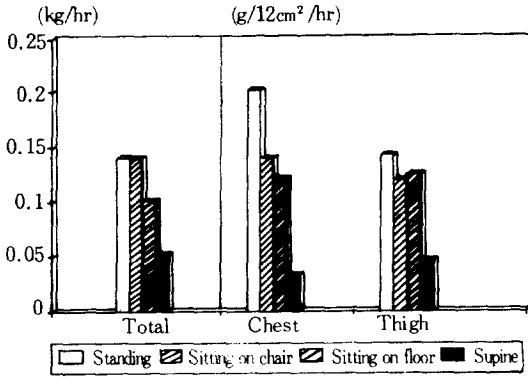


Fig. 8 Sweat rate under each posture in hot condition

면적이 다르므로 생리반응이 다르게 나타날 것으로 사료되므로 우리나라의 주거 난방방식을 고려하여 향후 이에 관한 연구가 진행되어야겠다.

3. 발한량

Fig. 8에는 더운환경 하에서의 두 피험자의 체중 감소량, 가슴 및 넓적다리 발한량의 평균치를 제시하였다.

체중 감소량은 피험자간에는 유의하지 않아서 두 피험자 평균으로 보았다. 환경에 따라서는 고도로 유의하여서($p<0.001$), 추운환경에서 가장 적고 더운환경에서 가장 많았다.

자세간에 유의차를 보인 더운환경의 경우 두 피험자의 평균으로 볼때 발한량은 서 있는 자세(자세 I), 의자에 앉은 자세(자세 II)에서 가장 많았고 바닥에 앉은 자세(자세 III), 누운 자세(자세 IV)의 순으로 누운 자세에서 유의하게 적었다($p<0.05$). 이와같은 결과는 서 있는 자세에서 발한될 수 있는 노출면적이 가장 많고 누운 자세에서 작으며, 바닥면에 가까운 자세일수록 총 체중 감소량이 적어지는 것으로 보아 바닥면 온도가 환경온도보다 약 2°C 낮은 영향도 있는 것으로 사료된다. 또한 小川(1979)²⁰⁾은 발한이 시작되는 시간은 서 있는 자세와 앉은 자세에서 비교적 빠르고, 누운 자세에서 지연되어 나타난다고 보고하였는데, 본실험에서 서 있는 자세보다 누운 자세의 발한량이 적은 것은 발한이 시작되는 시간이 지연되어 나타난 영향도 있을 것으로 사료된다.

국소 발한량도 환경에 따라 고도의 유의성을 보였으나 자세에 의한 영향은 더운환경에서만 유의차가 있었다

(가슴 $p<0.001$, 넓적다리 $p<0.01$). 그 결과 두 부위 모두 총발한량과 같이 자세 I에서 가장 많았고, 자세 II, III, IV의 순으로 적어지는 경향이였다.

小川은 더운환경 하에서의 발한량은 국부 압박에 의하여 반축발한 하는 성질이 있어서 서 있는 자세와 의자에 앉은 자세의 경우는 하반신 발한이 억제되고 상반신 발한이 증가하며 누운 자세에서는 반대로 상반신 발한이 억제되고 하반신의 발한이 증가한다고 하였다.

이에 의하면 본 실험결과는 서 있는 자세와 의자에 앉은 자세에서는 하반신으로의 압박과 바닥 혹은 벽면에 닿은 부위로의 발한 억제와 함께 반대 부위인 상반신에서 발한이 증가하는 경향을 보여서 넓적다리보다 가슴부위의 발한량이 많은 경향이였으며, 바닥에 앉은 자세와 누운 자세에서는 가슴보다 넓적다리의 발한량이 더 많은 경향을 보여서 선행연구와 같이 반축 발한을 확인할 수 있었다.

4. 혈압·맥박

맥박은 자세, 환경, 피험자별로 고도로 유의하였다($p<0.001$).

자세별로 보면 Fig. 9에 제시한 바와 같이 서 있는 자세(자세 I)와 누운 자세(자세 IV) 사이에는 두 피험자 모두 세 환경에서 자세 I의 경우 유의하게 높았고($p<0.001$), 자세 II와 III의 경우는 피험자와 환경별로 일관된 경향을 볼 수 없었다.

1분 동안의 맥박수를 환경별로 보면 쾌적환경에서 피험자 H의 경우 78회, 피험자 J의 경우 75회, 더운환경에서 피험자 H의 경우 84회, 피험자 J의 경우 77회, 추운환경에서 피험자 H는 70회, 피험자 J는 66회로 더운환경에서 높고 추운환경에서 낮았다.

수축기 혈압의 경우는 쾌적환경에서 피험자 모두 자세 I에서 가장 높았으며 더운환경과 추운환경에서는 일치하는 경향을 볼 수 없었다.

환경온에 따른 확장기 혈압의 변화는 맥박의 경우보다 적었으나 추운환경에서 약간 높아졌다.

자세에 의한 확장기 혈압 변화는 맥박과 유사한 반응을 보였으며 각 환경에서 자세 IV에 비해 자세 I에서 유 하여 높았다($p<0.001$). 즉, 쾌적환경과 추운환경에서는 서 있는 자세와 누운 자세는 차이를 보였으나 의자에 앉은 자세와 바닥에 앉은 자세간에는 차이가 없었다. 그러나 더운환경에서는 네 자세간에 유의차가

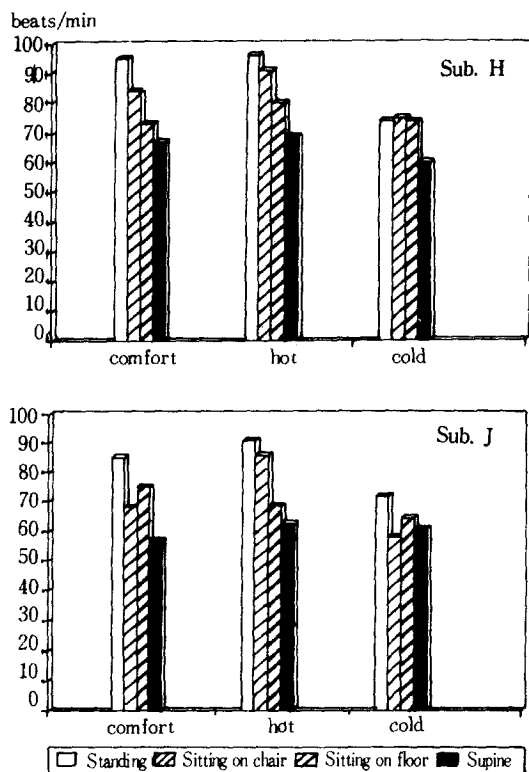


Fig. 9 Pulse rate under each posture

있었으므로 온열스트레스 환경하에서 자세에 의한 영향이 더 큰 것으로 사료된다.

자세에 의한 심장혈관 반응에 관한 연구는 누운 자세에서 서 있는 자세로 자세를 변화시킬 때의 순환반응 변화를 보는 연구가 많이 진행되었다. 이들 결과에 의하면 누운 자세에서 서 있는 자세로의 변화는 정수압 수준(hydrostatic indifferent level) 변화와 하지 동맥 혈관 압력 감소 및 동정맥압 차의 증가에 의해 서 있는 자

세에서 정맥저조(venous pooling)에 대한 상쇄반응으로 심박수가 상승한다.^{3, 18)} 본 연구에서는 안정시 자세를 의자에 앉은 자세로 하고 네가지의 자세를 취한 결과, 서 있는 자세에서 맥박과 확장기 혈압이 상승하여 상기 선행연구 결과와 일치하였다. 또한 본 실험결과 수축기 혈압 즉 동맥혈압에서는 자세에 의한 유의한 경향을 볼 수 없었는데, 이는 이러한 상쇄반응에 의해 서 있는 자세에서도 수축기 혈압이 비교적 일정하게 유지된 것으로 사료된다. 즉, 서 있는 자세로 인하여 수축기 혈압 상승보다는 확장기 혈압상승 경향이 뚜렷해서 수축기와 확장기 혈압의 차인 맥압(Pulse Pressure)은 감소하는 경향이 선행연구 결과와 일치 하였다.²⁰⁾

5. 국소 피부 혈류량

혈류량은 환경에 의해 고도의 유의차를 보였다($p < 0.001$).

자세에 따라서 보면(Table 5), 하퇴 혈류량은 서 있는 자세에서 가장 적고 누운 자세에서 가장 많은 경향을 보인다고 보고한 Amery 등(1973)²¹⁾의 연구 결과와 일치하여 본 실험 결과 모든 환경에서 서 있는 자세에서 대퇴, 하퇴 혈류량이 적고 누운 자세에서 많았다.

대퇴 혈류량의 경우에는 모든 환경에서 의자에 앉은 자세와 누운 자세에서 혈류량이 많아지는 경향이 뚜렷하였다($p < 0.01$).

하퇴 혈류량은 서 있는 자세일 경우 모든 환경에서 대퇴 혈류량과 같이 낮은 경향을 보였지만($p < 0.0001$) 의자에 앉은 자세와 바닥에 앉은 자세, 누운 자세는 각 환경에서 다르게 반응하였다. 즉, 쾌적환경에서는 누운 자세에서, 더운환경에서는 바닥에 앉은 자세에서 가장 많았으며 추운환경에서는 세 자세간에 차이가 없었다. 이는 추운환경에서 환경에 의한 혈관수축으로 인해 자세에 의한 혈관수축 반응을 확인할 수 없었던 것으로

Table 5. Blood flow rates by posture under each environmental conditions

	I		II		III		IV	
	FT	FL	FT	FL	FT	FL	FT	FL
comfort	1.25	1.22	1.37	1.12	1.15	1.15	1.42	1.55
hot	1.47	1.70	1.90	2.20	1.81	2.73	2.25	2.19
cold	0.58	0.61	0.83	0.75	0.85	0.76	0.90	0.74

FT : flow rate of thigh
FL : flow rate of leg

Table 6. Subjective sensations by posture under each environmental conditions

		I		II		III		IV	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
comfort	TS	4.59	0.14	4.34	0.14	4.34	0.07	3.96	0.74
	CS	2.42	0.15	2.04	0.04	2.00	0.00	2.00	0.00
hot	TS	6.42	0.15	6.83	0.11	5.96	0.04	5.54	0.14
	CS	3.79	0.12	4.00	0.00	3.54	0.15	2.84	0.09
cold	TS	2.00	0.08	2.29	0.12	2.42	0.15	2.00	0.00
	CS	2.63	0.11	2.59	0.15	2.67	0.14	2.75	0.08

TS : Thermal sensation
 CS : Comfort sensation

사료된다.

6. 주관적 감각

주관적 감각(Table 6)에서 온열감과 쾌적감은 피험자간에 유의하지 않았다.

쾌적환경에서 온열감은 서 있는 자세(자세 I)에서 유의하게 높아서 따뜻하게 느꼈고 누운 자세(자세 IV)에서 자세 I 보다 낮아서 춥지도 덥지도 않게 느꼈으며, 의자에 앉은 자세(자세 II)와 바닥에 앉은 자세(자세 III) 사이에는 유의차가 없었다. 쾌적감은 자세 I에서 유의하게 높아서 다른 자세에 비해 쾌적하지 않은 경향을 보였다.

더운환경에서의 온열감은 자세 I(6.4)과 자세 II(6.8)에서 유의하게 높고 자세 IV(5.5)에서 유의하게 낮았다. 쾌적감은 자세 II(4)에서 유의하게 높고 자세 IV(2.8)에서 유의하게 낮아서 자세 IV의 경우 더운 환경에서 다른 자세에서보다 열적 자극을 적게 느꼈으며 쾌적감도 좋은 결과를 보였다.

추운환경에서의 온열감은 자세 II(2.3)와 III(2.4)에 비하여 자세 I과 IV에서(2) 유의하게 낮아서 춥게 느꼈다. 쾌적감은 자세 IV(2.8)에서 가장 높아서 쾌적환경, 더운환경과는 다르게 자세 IV의 쾌적감이 높았으므로 누운 자세의 경우 다른 자세에 비하여 추위로 인한 불쾌를 많이 느꼈다고 해석된다.

더운환경에서 바닥에 누운 자세가 온열감이 낮고 쾌적에 가까운 것과 서 있는 자세의 온열감이 높고 불쾌에 가까운 것은 체중 감소량, 피부온 등의 항목과 일치하는 결과이다. 그러나 추운환경에서 바닥에 누운 자세가

주관적으로 더 춥고 불쾌하게 느낀 것은 말초부 피부온 반응에서 유리하다고 생각되는 반응과는 다른 결과로서 주관적 감각이 생리반응보다는 피부의 감각에 민감하게 반응한 결과로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본연구는 행동성 체온조절 중에서 자세 변화에 따른 체온 조절 반응을 살펴봄으로써 적정 착의량을 규명하고, 좌식·입식 등의 생활양식을 진단하거나 적정 생활온도 및 작업 환경온도 등을 규명하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 실시하였다.

이를 위하여 같은 착의량으로 쾌적 환경(27±1℃, 60±10%), 더운 환경(34±1℃, 60±10%), 추운 환경(21±1℃, 50±10%)의 세 환경 조건과 서 있는 자세(standing), 의자에 앉은 자세(sitting on the chair), 바닥에 앉은 자세(sitting on the floor), 바닥에 누운 자세(supine on the floor)의 4가지 자세를 설정하여 성인 여자 2명을 대상으로 실시하였다.

직장은, 피부온, 혈압·맥박, 국소 혈류량, 발한량 및 주관적 감각을 측정 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 자세의 영향은 직장에서 유의하게 인정되었다(p < 0.001). 직장은 온 모든 환경조건에서 서 있는 자세, 의자에 앉은 자세, 바닥에 앉은 자세, 누운 자세의 순으로 낮았으며, 서 있는 자세와 누운 자세에서의 직장은 간에는 고도의 유의차가 인정되었다.
2. 자세의 영향을 피부온에서 보면, 바닥이나 벽면에

접촉된 부위의 피부온이 높았다. 구간부 보다는 말초부에서 자세에 의한 영향을 많이 받아서 말초온은 모든 환경에서 의자에 앉은 자세와 바닥에 앉은 자세의 경우 높았고 누운 자세의 경우는 네 자세중 가장 낮았다.

3. 체중감소량과 국소 발한량은 서 있는 자세, 의자에 앉은 자세, 바닥에 앉은 자세, 누운 자세의 순으로 적어져서 누운 자세의 경우 더운환경에서 유리하게 반응하였다.

4. 혈압·맥박은 서 있는 자세에서 가장 높고 누운 자세에서 가장 낮았으며, 의자에 앉은 자세와 바닥에 앉은 자세 사이에는 일관성 있는 경향을 볼 수 없었다.

5. 대퇴 혈류량은 의자에 앉은 자세와 바닥에 누운 자세에서 유의하게 많고 서 있는 자세에서 유의하게 적었다. 하퇴 혈류량은 서 있는 자세에서 유의하게 적었으나, 다른 자세에서는 일관성 있는 경향을 확인할 수 없었다.

6. 쾌적환경과 더운환경에서 온열감과 쾌적감은 서 있는 자세에서 높았고 누운 자세에서 낮아서, 누운 자세일 경우 주관적으로 쾌적에 가까웠다. 추운환경에서 온열감은 서 있는 자세와 누운 자세에서 낮았으며 쾌적감은 누운 자세에서 가장 높아서 바닥에 누운 자세의 경우 주관적으로 더 춥고 불쾌하게 느꼈다.

이상의 결과를 통해, 자세 변화가 인체의 체온조절 반응에 영향을 미치는 것을 확인하였으며 이 결과 같은 온열 환경에서도 자세에 따라서 필요한 의복의 보온력이 달라질 것으로 사료된다. 그러므로 적정 착의량 및 적정 실내 환경 온도 설정에 있어서 자세의 영향에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 이러한 자세의 영향은 우리나라의 전통적인 난방방식인 온돌과 같이 바닥이나 벽면에 복사온이 있는 환경이 복사온이 없는 환경보다 자세의 영향이 더 클 것으로 기대되므로 향후 이에 관한 연구가 지속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Allwood, M.J. and Burry, H.S., The effect of local temperature on blood flow in the human foot, *J. Physiol.*, **124**: 135-157, (1954)
- Amery, A., Bossaert, H., Deruyttere, M., Vanderlinden, L. and Verstraete, M., Influence of body posture on leg blood flow, *Scand. J. Clin. Lab. Invest., suppl.*, **128**(3): 29-36, (1973)
- Borst, C., Brederode, J.F.M., Wieling, W., Montfrans, G.A. and Dunning, A.J., Mechanisms of initial blood pressure response to postural change, *Clinical Science*, **67**: 321-327, (1984)
- Ewing, D.J., Hume, L., Campbell, I.W., Murray, A., Neilson, J.M.M. and Clarke, B.F., Autonomic mechanisms in the initial heart rate response to standing, *J. Appl. Physiol.*, **49**(5): 809-814, (1980)
- Flynn, M.D., Hassan, A.A.K. and Tooke, J.E., Effects of postural change and thermoregulatory stress on the capillary microcirculation of the human toe, *Clinical Science*, **76**: 231-236, (1989)
- Gauer, O.H. and Thron, H.L., Postural changes in the circulation, In: *Handbook of Physiology, Sect. 2, Circulation, III*, 2409-2439, (1965)
- Hassan, A.A.K., Rayman, G. and Tooke, J.E., Effect of indirect heating on the postural control of skin blood flow in the human foot, *Clinical Science*, **70**: 577-582, (1986)
- Hassan, A.A.K. and Tooke, J.E., Effect of changes in local skin temperature on postural vasoconstriction in man, *Clinical Science*, **74**: 201-206, (1988)
- Jeong, W.S. and Tokura, H., Effects of wearing two different forms of garment on thermoregulation in man resting at 10°C, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **57**: 627-631, (1988)
- Johnson, J.M., Rowell, L.B. and Brengelmann, G.L., Modification of the skin blood flow-body temperature relationship by upright exercise., *J. Appl. Physiol.*, **37**: 880-886, (1974)
- Johnson, J.M. and Park, M.K., Effect of upright exercise on threshold for cutaneous vasodilation and sweating, *J. Appl. Physiol.*, **50**: 814-818, (1981)
- Levick, J.R. and Michel, C.C., The effects of position and skin temperature on the capillary pressures in the fingers and toes, *J. Physiol.*, **274**: 97-109, (1978)
- Matalon, S.V. and Farhi, L.E., Cardiopulmonary readjustments in passive tilt, *J. Appl. Physiol.*, **47**(3): 503-507, (1979)
- Naddeland, H. and Winkel, J., Effects of leg activity and

- ambient barometric pressure on foot swelling and lower limb skin temperature during 8h of sitting, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **57** : 409-414, (1988)
- 15) Newburgh, L.H., Physiology of heat regulation and science of clothing, Hafner Pub. Co., (1968)
- 16) Olesen, B.W., Sliwinka, E., Madsan, T.L. and Fanger, P.O., Effect of body posture and activity on the thermal insulation of clothing : Measurements by a Movable Thermal Manikin, *ASHRAE Trans.*, **88**(2) : 791-804, (1982)
- 17) Proppe, D.W., Influence of skin temperature on central thermoregulatory control of leg blood flow, *J. Appl. Physiol.*, **50**(5) : 974-978, (1981)
- 18) Rossberg, F. and Penaz, J., Initial cardiovascular response on change of posture from squatting to standing, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **57** : 93-97, (1988)
- 19) Roth, G.M., Williams, M.M.D. and Sheard, C., Changes in the skin temperature of the extremities produce by changes of posture, *Am. J. Physiol.*, **161** : 146-167, (1938)
- 20) Rowell, L.B., Cardiovascular Aspects of Human Thermoregulation, *Circulation Research*, **52**(4) : 367-379, (1983)
- 21) Shishoo, R.L., Evaluation of Comfort Characteristics of Fabric Assemblies, Developments in Sweden, Proceedings of International Symposium on Clothing Comfort Studies in Mt. fuji, 1-24, (1988)
- 22) Shvartz, E., Gaume, J. G., White, R.T. and Reibold, R.C., Hemodynamic response during prolonged sitting, *J. Appl. Physiol.*, **54** : 1973-1980, (1983)
- 23) Smith, J.J., Bush, J.E., Wiedmeier, V.T. and Tristani, F.E., Application of impedance cardiography to study of postural stress, *J. Appl. Physiol.*, **29**(1) : 133-137, (1970)
- 24) Winkel, J. and Jorgensen, K., Swelling of the foot, its vascular volume and systemic hemoconcentration during long-term constrained sitting, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **55** : 162-166, (1986)
- 25) 吉成ツヤ, 寢具の衛生學的 研究(寢具内 氣候について), 衣服誌, **16**(1, 2) : 1-7, (1972)
- 26) 小川徳雄, 伊藤路子, 宮側敏明, 朝山正己, 温熱性 發汗發現の 部位差について, 日生氣誌, **16**(1) : 22-29, (1979)
- 27) 倉田正一, 船津雄三, 平均皮膚温の 算出について, 勞動科學, **30** : 332-337, (1954)
- 28) 中山昭雄, 温熱生理學, 638pp, 理工學社, 東京, (1981)
- 29) 沼尻幸吉, 勞動の 強さと 適正 作業量, 320pp, 勞動科學研究所, 東京, (1970)
- 30) 諸方維弘, 適應, 189pp, 義齒藥出版, 東京, (1973)
- 31) 田村照子, 基礎被服衛生學, 221pp, 文化出版局, 東京, (1985)
- 32) 田中正敏, 寒冷環境の 人體影響について, 第13會 人間-熱環境界 symposium 報告集, 94-97, (1989)
- 33) 權洙愛, 温突에서 就寢時 이불種類에 따른 寢床氣候와 人體反應研究, 서울대학교 대학원 이학 박사학위논문, (1991)
- 34) 孔聖勳, 孫章烈, 李玉郷, 共同住宅의 温熱環境要素分布와 人體의 姿勢별 温熱 快適 條件에 관한 研究, 大韓建築學會 論文集, **4**(3) : 185-192, (1988)
- 35) 金祐謙, 血液・心臟・循環, 256pp, 生命의 이치, 서울, (1991)
- 36) 李順媛, 趙誠嬌, 崔正和, 被服環境學, 韓國放送通信大學, 363pp, 서울, (1991)
- 37) 차영선, 인체 생리학, 286pp, 대한 간호 협회 출판부, 서울, (1977)
- 38) 崔正和, 荒木勉, 日本 어린이의 運動生活습관에 미치는 옷을 얹게 하는 生活의 영향과 그밖의 環境要素에 의한 영향과의 비교, 서울대학교 농학연구, **7**(1) : 273-288, (1982)
- 39) 崔正和, 荒木勉, 한국 學童의 着衣重量 및 體温調節反應에 있어서의 계절적 변동에 관한 연구, 서울대학교 농학연구, **7**(1) : 289-294, (1982)