

사지말초부의 피복면적이 쾌적성과 체온조절반응에 미치는 영향

정 운 선

안동대학교 생활과학대학 의류학과

Effect of Covering the Extremities with Garment on Thermal Comfort and Thermoregulation

Woon Seon Jeong

Dept. of Clothing & Textiles, Andong National University
(1993. 9. 13 접수)

Abstract

This study was carried on to investigate the effect of physiological significance of hand and foot on thermoregulation and thermal pleasantness in clothed man. Oral and skin temperatures after immersing hands and feet in the cold or the warm water at T_a of 25 and 20°C, respectively, were compared with four types of garment worn by two healthy male subjects. Four types of garment expressed as A, B, C, D, were determined by the exposed areas of extremities: hands only are exposed in A, feet only are exposed in B, both hands and forearms are exposed in C, and both feet and legs are exposed in D.

Major findings observed reveals that oral temperatures in D were generally maintained higher than those in A, B, and C. This is probably because the size of exposed areas rather than skin temperatures seem to determine the level of core temperature. Also, obtained result that thermal sensations felt by the subjects in foot are more closely related to local skin temperatures when they are compared to those in hand. From these findings it would be suggested that the significance of hand and foot in temperature regulation appears to be connected more with behavioral than with physiological.

I. 서 언

인체의 사지부가 체열방산에 있어서 radiator로서의 역할을 하고 있다는 것은 주지의 사실이다. 특히 손끝과 발끝에는 동정맥문합(AVA)이 있어 신체주위의 온도변

화에 따라 피부혈류량을 적절히 조절하여 체온을 일정하게 유지하는 체온조절 기능에 중요한 역할을 담당하고 있으며, 인체의 사지말초부는 환경온도의 변화에 따라서 피부혈류량이 구간부보다 크게 변화하며, 그 변화폭은 상지부보다 하지부에서 더 크다.¹⁻³⁾

이 논문은 1990년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 지방대육성 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

선행연구⁴⁻⁶⁾에서는 중등은 이하의 한랭환경하에서 피험자가 신체 구간부의 피부상태는 같으나 사지부를 노출한 의복을 착용하였을 때, 사지부 전체를 피복한 의복을 착용하였을 때보다 직장온이 높게 유지되었으며 그 변화폭이 작았다는 결과를 얻었다. 그러나, 사지부를 상하로 구분하지 않았으므로, 상지부와 하지부 중에서 구체적으로 어느 부분이 심부체온에 크게 영향을 미쳤는지에 대해서는 확실한 평가를 할 수가 없다. 또한, 단순히 사지부의 피복과 노출면적의 차이에 기인한 결과였다면, 상지부와 하지부는 체표면적이 다르므로 이 부분의 피복면적을 다르게 하였을 때의 체온을 비교 검토하는 것이 필요하다고 생각된다.

한편, 인간의 착의행동을 행동적 체온조절의 관점에서 볼 때, 사지부의 피복상태가 사람의 주관적 온열 쾌적감에 영향을 미칠 것으로 생각되며, 또한 온열 쾌적감은 착의행동에 영향을 미칠 것이므로 온열 쾌적감과 생리적 체온조절 반응은 밀접하게 관련되어 있다고 하겠다. 실제로, 이와 관련한 연구가 국내외에서 활발히 수행되고 있음은 주지의 사실이다.

따라서, 본 연구에서는 인체의 사지부를 손과 전완 및 발과 하퇴로 나누어 각각의 피복면적을 다르게 한 형태의 의복을 사람이 착용하였을 때의 체온조절반응을 비교하고, 행동성 체온조절로서의 착의행동에 영향을 미칠 수 있는 온열 쾌적감과 전신 및 부위별 온열감각과의 연관성을 의복의 형태별로 검토하고자 한다.

II. 재료 및 방법

상지부와 하지부의 피복 또는 노출면적의 차이가 심부체온에 영향을 미쳤는지를 알아보기 위하여, 본 연구에서는 구체적으로 사지부를 손, 발, 전완, 하퇴로 구분하여 피복하였으며, 이에 따라 의복의 종류도 4가지로 하였다.

상지부와 하지부에서 생리반응의 차이를 비교하기 위해서는 피부온을 같게하고 그 변화를 살피는 것이 바람직하다고 생각된다. 그러나, 팔다리 전체의 온도를 같게 하는 것은 현실적으로 어려움이 많으며, 팔다리의 피부온은 손발과 같은 말초부로부터의 환류정맥의 영향을 크게 받는다는 Hirata¹⁾의 연구도 있어, 본 연구에서는 손과 발의 피부온을 같게 하도록 하였다. 손과 발의

피부온을 일정하게 같은 수준으로 유지시키기 위해서는 비열이 큰 물을 사용하는 것이 효과적이므로, 본 연구에서는 물에 손과 발을 동시에 담그는 방법을 택하였다.

1. 피험자 및 실험의복

피험자는 신체 건강한 남자 대학생 2명으로서 Table 1에 피험자의 체격을 나타내었다. 피험자는 면 100%의 셔츠와 팬티를 입고 그 위에 PET 95%와 면 5% 혼방의 스포츠 웨어를 입었으며, 필요에 따라 면장갑과 면혼방 양말을 착용하였다. 상지부와 하지부의 피복면적은 Fig. 1과 같이 구분하였다. 즉, 손(a)만 노출한 형태를 A, 발(b)만 노출한 형태를 B, 손(a)과 전완(a')을 동시에 노출한 형태를 C, 발(b)과 하퇴(b')를 동시에 노출한 형태를 D라 하였으며, C와 D는 A와 B로부터 각각 전완과 하퇴부분을 잘라 만든 것으로서, 벨크로를 이용하여 다시 A와 B로의 전환이 가능하도록 하였다. 4종류의 실험의복의 재료는 모두 같으며, Table 2에는 의복의 종류, 장갑 및 양말의 착용여부, 전체 입은 옷무게, 사지부의 피복유무를 의복의 형태별로 나타내었다.

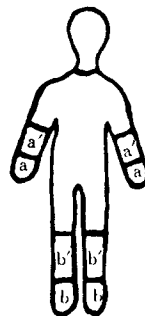


Fig. 1. Exposed parts of body surface

Table 1. Physical characteristics of subjects

Subject	Age	Height(cm)	Weight(kg)	BSA*(m ²)
T.K.	19	169.0	55.7	1.65
K.K.	19	162.0	59.6	1.65

* BSA(Body Surface Area) = Height^{1.725} × Weight^{0.425} × 72.46

2. 실험방법

(1) 피험자는 실온 약 28°C의 방에 앉아 30분간 휴식을

Table 2. Characteristics of experimental garments

Types of garment	Underwear		Outerwear				Extra garments	Total weight of garments (g)	Exposed area of extremities ⁷⁾ (%)
	Shirts	Shorts	Shirts		Trousers				
			Long sleeves	Half sleeves	Long	Half			
A	0	0	0		0		socks	1,072	5.3
B	0	0	0		0		gloves	1,057	7.2
C	0	0		0	0		socks	988	11.4
D	0	0	0			0	gloves	922	20.6

0 indicates whether the garments were worn by the subjects.

취한 후, 비교적 외기온의 영향이 적으며 실험기간중 환경온은 25±1℃, 65±3, %R.H.(SATO, Thermohygrograph R-704, Japan)로 유지된 실험실에 입실하여 실험의복(셔츠, 반소매 상의, 반바지)으로 갈아입고, 피부온 측정용 PR 타입의 Thermocouple probe를 피부표면 7개소에 반창고로 부착시킨 후 의자에 앉아 편안한 자세를 취한다. 30분이 경과한 후 손등과 발등에 부착된 probe를 제거하고 손과 발을 17~18℃의 찬물에 약 10분간 담근 후 손발의 온도가 23~24℃(디지털 표면온도측정기)가 되었을 때 물에서 꺼내어 마른 수건으로 물기를 제거한다. 다시 손등과 발등에 probe를 반창고로 고정시키고 피험자가 편안한 자세로 의자에 앉은 상태에서 60분간 체온을 측정하였다. 이 실험은 편의상 냉수처리 실험이라고 하였으며, 1991년 5월에 예비실험을 거쳐 8월에 실시하였다.

(2) 반복실험의 목적으로 다시 10월에 실험을 실시하였다. 실험실의 온도와 손발의 침수처리전 피험자가 착용한 의복의 형태는 계절을 고려하여 8월과 다르게 설정하였다. 피험자는 약 20℃의 방에 앉아 30분간 휴식을 취한 후 환경온은 20±1℃, 65±5 %R.H.로 유지된 실험실에 입실하여 실험의복(셔츠, 긴소매 상의, 긴바지)으로 갈아 입고 전술한 방법으로 실험에 입한다. (1)의 실험결과 손과 발의 피부온 반응이 다르게 나타났으며, 이 실험에서는 (1)의 실험보다 환경온이 낮으므로, 손과 발을 더운물에 담근 후의 반응을 살피고자, 피험자가 30분간 안정자세를 취한 후 손과 발을 42~43℃의 항온수조에 약 10분간 담그어 손발의 온도가 33~34℃가 되도록 하였다. 이 실험 역시 편의상 온수처리 실험이라고 하였다.

실험기간 중 피부온 외에 구강온(전자식 체온계),

혈압과 맥박(대우 가정용 전자혈압계, DH-300), 의복내 온도와 습도(SHINYEI, Thermo-Hyrometer TRH-CZ, Japan)를 15분 간격으로 측정하였다. 평균 피부온(\bar{T}_{sk})은 Hardy와 DuBois의 공식을 이용하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\bar{T}_{sk} = 0.07T_{head} + 0.05T_{hand} + 0.13T_{leg} + 0.07T_{foot} + 0.35T_{trunk} + 0.14T_{arm} + 0.19T_{thigh}$$

또한, 피험자가 느끼는 온열 쾌적감과 온열감각을 15분 간격으로 조사하였다. 온열 쾌적감은 4등급으로 분류하였고, 온열감각은 일본 空調衛生工學會의 온열감소위원회 시안⁹⁾을 참고하여 9등급으로 분류하여 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Thermal comfort and thermal sensation

	Thermal comfort	Thermal sensation
1	comfortable	very hot
2	slightly uncomfortable	hot
3	uncomfortable	warm
4	very uncomfortable	slightly warm
5		neutral
6		slightly cool
7		cool
8		cold
9		very cold

피험자는 실험에 익숙한 상태였으며, 실험은 체온의 일일변동을 고려하여 하루 중 같은 시각에 시작하였다. 또한, 피험자에게 그날의 컨디션을 물어 수면, 활동, 식사 등의 조건에 이상이 없음을 확인한 후에 실험을 하였

다.

이상의 방법으로 실험하여 얻은 결과는 t-test 및 상관관을 구하여 체온조절반응과 온열감각을 의복의 형태별로 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

냉수 및 온수처리후 측정된 혈압과 맥박은 처리간, 의복간에 유의한 차이가 없었다. 수축기 및 이완기혈압의 평균치는 냉수처리후 133 mmHg와 79 mmHg였고 1분간의 맥박수는 66회였으며, 온수처리후는 각각 131 mmHg와 85 mmHg 및 65회였다. 의복내 온도 및 습도 역시 처리간, 의복간에 유의한 차이가 없었으며, 냉수처리후는 34.1℃, 42%R.H.였고, 온수처리후는 33.7℃, 42%R.H.였다.

1. 구강온 및 직장온

피험자 2명의 평균 구강온을 Fig. 2에 나타내었다.

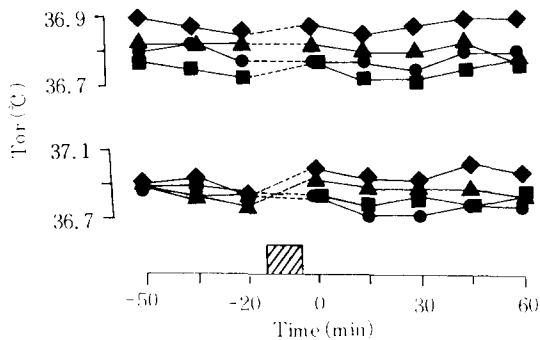


Fig. 2. Average oral temperatures (T_{or}) of the two subjects worn in A (●), B (■), C (▲) and D (◆). Top : at 25°C, Bottom : at 20°C. Slashed areas represent immersion of hands and feet in the cold water (Top) and warm water (Bottom).

구강온은 냉수 및 온수처리전은 의복간에 차이가 없었으나 ($p>0.05$), 냉수처리후는 A-D ($p<0.01$), B-D ($p<0.01$), C-D ($p<0.01$)에서, 온수처리후는 A-C ($p<0.05$), A-D ($p<0.01$), B-D ($p<0.01$), C-D ($p<0.05$)

에서 유의한 차이를 나타내어, D를 착용하였을 때 가장 높게 유지되는 경향을 보였다.

체온에 직접적인 영향을 미친 부위가 있는지를 알아보기 위하여 각 부위의 피부온과 구강온과의 상관관을 구하여 의복의 형태별로 검토한 결과, 신체 각부위의 피부온과 구강온 사이에는 유의한 상관관이 인정되지 않았다. ($p>0.05$). 따라서, 구강온에서 나타난 의복간의 차이는, 본 실험에서 피부혈류량을 측정하지 못하여 단정할 수는 없겠으나, 상지부와 하지부 혈관운동의 차이에 의한 결과라고 판단하기는 어렵다. 사지부 노출면적의 차이가 A와 B는 1.9%, B와 C는 4.2%인데 (Table 2) 이들 간에 구강온의 차이가 없으나, A와 C의 차이는 6.1%, A와 D는 15.3%, B와 D는 13.4%, C와 D는 9.2%인데 이들간에 구강온의 차이를 나타낸 것으로 미루어 보아, 체온에 직접적으로 영향을 미친 요인은 사지부의 피부 또는 노출면적이라고 판단된다. 즉, 사지부의 노출면적이 가장 큰 D가 A, B, C보다 체온이 높게 유지된 것은 Burton¹¹⁾이 지적한대로 강한 혈관수축으로 인한 체온의 과잉보상(overcompensation)에 의한 결과라고 단정할 수만은 없으며, 또한 사지부 노출부위의 안분비율을 단위면적당의 냉점 수¹²⁾로 곱하여 산출한 사지부의 부위별 냉점의 밀도 차이만으로 설명하는 것도 불충분하므로, 사지부의 혈관운동과 온도수용기(thermoreceptor)의 복합적인 작용에 의한 것이라고 생각된다.

Table 4. Comparison between rectal and oral temperatures of the two subjects during 60 minutes after immersing hands and feet in warm water

Garment type	rectal temperature(°C)	oral temperature(°C)
A	36.97 ± 0.05	36.88 ± 0.07
B	37.17 ± 0.02	36.89 ± 0.09
C	37.09 ± 0.06	36.93 ± 0.08
D	37.14 ± 0.05	36.98 ± 0.07

Values are mean ± S. D.

본 실험이 피험자가 의자에 앉은 자세를 취한 안정 상태에서 실시되기는 하였으나 구강온만으로 심부체온을 평가하기에는 다소 불충분하다고 판단되어, 1993년 2월에서 3월에 걸쳐 온수처리실험과 같은 방법으로 Thermistor (TECHNOL SEVEN, Hybrid Recorder K370, Japan)를 사용하여 피험자 2명의 직장온을 연속적으로

측정하고, 아울러 구강온을 15분 간격으로 측정한 결과를 Table 4에서 비교하였다. 대체로, 직장온은 구강온보다 약 0.2°C 높게 유지되었으며, 직장온과 구강온 모두 D에서 가장 높게 유지되는 경향을 나타내었다. 의복의 형태별로는 A와 B ($p < 0.01$), A와 C ($p < 0.05$), A와 D ($p < 0.05$)에서 직장온의 차이를 보여 온수처리 실험에서와 비슷한 결과를 나타내고 있다. 그러나, 보다 명확한 결과를 얻기 위해서는 피험자의 수를 늘려 검토할 필요가 있다고 생각된다.

2. 피부온

냉수 및 온수처리후 모두 평균피부온은 4종류의 의복간에 유의한 차이가 없었으며, 사지부의 피부온은 하퇴에서만 A-D ($p < 0.05$)에서 차이를 나타낸 것 외에는 의복간에 유의한 차이가 없었다. 구간부를 대표한 가슴의 피부온은 냉수처리 후에는 A-C ($p < 0.01$), B-C ($p < 0.05$), C-D ($p < 0.01$)에서, 온수처리 후에는 A-C ($p < 0.05$)에서만 유의한 차이가 있었으며, 두 처리 후 모두 가슴의 피부온은 C에서 가장 낮게 유지되는 경향이였다. 선행연구^{4,6)}에서는 팔다리를 노출하였을 때가 피복하였을 때보다도 가슴의 피부온이 높게 유지되었으나, 본 연구에서는 전완을 노출한 C가 피복한 A, B, D보다 냉수처리후에 낮았다는 것은 주목할 만한 사실이다.

일반적으로, 손을 찬물에 담그면 혈관수축이 일어나므로, 대향류열교환(countercurrent heat exchange)에 의하여 환류정맥은 동맥의 열을 전달받아 인체의 심부로 흘러 들어가서, 심부의 온도를 적절하게 유지하게 된다. 선행연구^{4,6)}의 결과는 손을 비롯한 사지말초부가 물속이 아닌 공기 중에 노출된 상태였지만, 환경온이 낮았으므로 이러한 사실을 뒷받침하기에 좋은 예라 할 수 있다. 그러나, Livingstone 등¹²⁾의 연구에서는 운동후 손을 찬물에 담근 직후에 전완을 흐르는 환류정맥의 온도가 낮다는 것이 관찰되었다. 이러한 사실로 미루어 볼 때, 본 연구에서는 손과 발이 냉수처리후 냉각은 되었으나 대향류열교환이 유발될 정도의 강한 혈관수축이 일어나지 않으므로 말미암아, 전완이 노출된 C의 경우는 손에서 이미 온도가 낮아진 환류정맥이 심부에 그대로 유입되어 가슴의 피부온이 다소 낮게 유지된 것이 아닌가 생각되며, 그 정도는 심부체온에 영향을 미치지

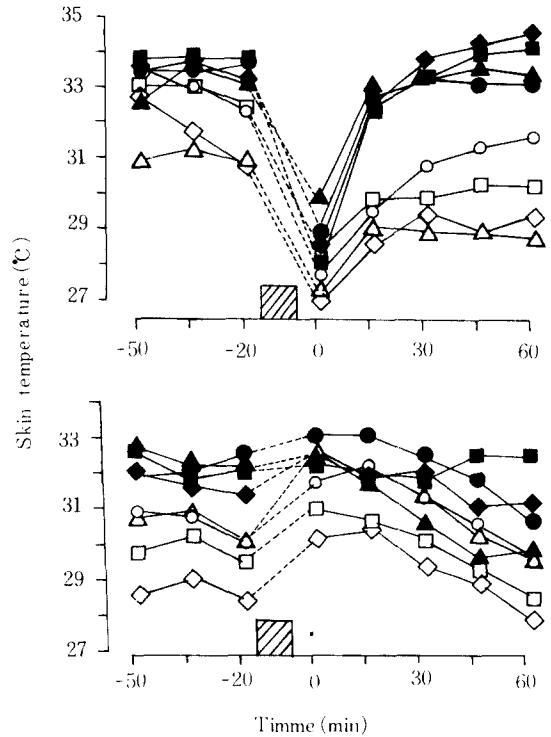


Fig. 3. Average skin temperatures of hands (closed symbols) and feet (open symbols) of the two subjects worn in A (●, ○), B (■, □), C (▲, △) and D (◆, ◇). Top : at 25°C, Bottom : at 20°C. Slashed areas represent immersion of hands and feet in the cold water (Top) and warm water (Bottom).

않은 수준인 것으로 판단된다. 그러나, 이것은 앞으로 더욱 검토되어야 할 것으로 생각된다.

Fig. 3에는 손과 발의 피부온의 변화를 의복의 형태별로 비교하였다. 손과 발의 온도변화는 냉수 및 온수처리후 모두, 손을 노출한 A와 C, 발을 노출한 B와 D끼리 대체로 비슷한 반응을 나타내는 경향이이며, 특히 냉수처리후 손이 발보다 현저하게 빠른 속도로 처리 전의 온도로 회복되고 있는 것은 주목할 만한 사실이다(Fig. 3: Top). 이는 손과 발이 일단 냉각된 후에는 원래의 수준으로 회복되는 과정에서 의복의 형태에 관계없이 발보다 손에서 vasoconstrictor tone의 이완이 빠르게 일어난 것이 아닌가 생각된다. 온수처리후 손과 발의 반응의 차이는 냉수처리 후만큼 뚜렷하지 않아 보임으로(Fig. 3: Bottom), 온열자극에 대한 손과 발의 반응의

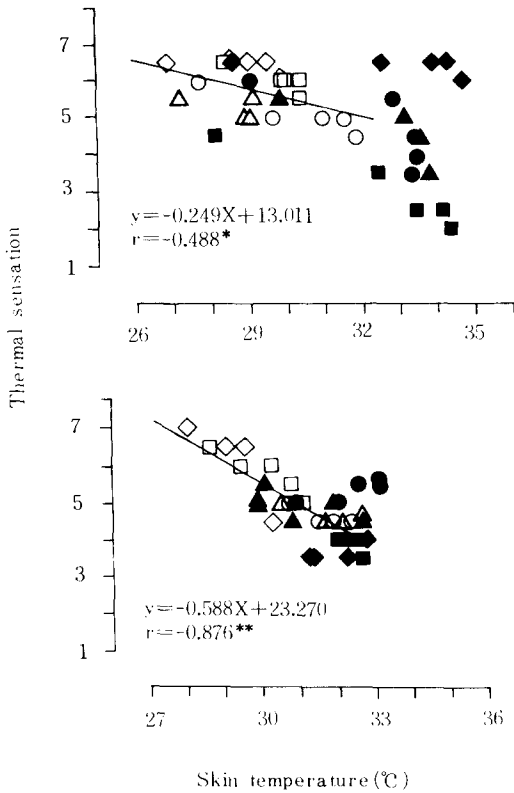


Fig. 4. Correlations between thermal sensations and local skin temperatures of hands (closed symbols) and feet (open symbols) in A (●, ○), B (■, □), C (▲, △) and D (◆, ◇) after immersing hands and feet in the cold and warm water. Top : at 25°C, Bottom : at 20°C. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

차이는 손발의 가온 후보다 냉각 후에 더욱 뚜렷한 경향을 나타낸다고 할 수 있겠다.

3. 피부온과 온열감각과의 상관

실제의 피부온과 피험자가 느끼는 온열감각이 일치하는 지를 알아보고자 Fig. 4에 손과 발의 온열감각과 피부온의 관계를 나타내었다. 의복의 형태에 관계없이 냉수처리후와 온수처리후 모두, 손에서는 피부온과 온열감각간에 상관이 보이지 않았으나, 발에서는 상관이 인정되었다(Top : $p < 0.05$, Bottom : $p < 0.01$). 이러한 결과는, 일반적으로 사람은 발의 온도가 낮으면 차게 느

끼고 온도가 높으면 따뜻하게 느끼는 경향이, 손의 경우는 실제의 피부온과 주관적 감각이 반드시 일치하지 않을 수도 있다는 것을 의미한다. 그러나, 의복의 형태별로 보면 손은 냉수처리후 B ($r = -0.898$, $p < 0.01$)와 D ($r = -0.911$, $p < 0.01$)에서는 두 인자간에 상관이 뚜렷한 경향으로서, 장갑을 착용한 손은 피부온이 상대적으로 높게 유지되어 피복의 효과가 있다는 것을 나타내었다. 발 역시 B($r = 0.718$, $p < 0.05$)와 D($r = 0.574$, $p < 0.1$)에서 상관이 인정되기는 하였으나, 발은 피부온이 높아도 차게 느끼거나 또는 피부온이 낮아도 불구하고 따뜻하게 느끼는 모순된 관계를 보였다. 이는, 사지부의 피복유무에 관계없이, 대체로 손보다는 발이 온열자극을 보다 정확하게 판정하는 인자로 사용될 수 있다는 것과, 발은 일단 냉각된 후 온열자극에 대하여 감각적으로 올바른 판단을 하기 위해서 보온이 필요하다는 것을 시사하는 결과라고 하겠다.

Vokac 등¹³⁾은 일찌기 의복의 쾌적성을 평가하는데에 노출면적의 보온, 특히 사지부를 싸는 의복의 역할을 강조하였으며, Hanada 등¹⁵⁾은 평균피부온이 같더라도 인체의 노출부위에 따라 온열감각이 달라진다고 하였다. 본 연구에서도 평균피부온에는 차이가 없으나, 손발을 냉각시킨 후 손을 보온한 경우는 피부온의 반응이 주관적감각과 잘 일치하였는데, 이는 습관상 발보다는 손의 노출이 많은 일반적인 착의형태로 말미암아 손의 보온효과가 두드러진 경향을 나타낸 것이 아닌가 추측된다. 이러한 의미에서 손발이 냉각된 경우 양발보다는 장갑을 착용할 때 기대되는 보온효과가 더 크지 않을까 생각되며, 손과 발은 생리적 체온조절보다는 행동적 체온조절로서의 의미가 더 크게 부여된다는 것으로 판단된다.

한편, 냉수 및 온수처리후 피험자가 느낀 전신의 온열쾌적감은 모두 쾌적하다고 응답하였고, 전신의 온열감각은 중립이상 따뜻한 쪽으로 응답하였으며, 두항목 모두 의복의 형태간에는 유의한 차이가 없었다. 또한, 전신의 온열감각에 영향을 미치는 요인을 알아내기 위하여, 의복의 형태별로 신체 각 부위의 피부온 및 온열감각과 전신의 온열감각간의 상관관계를 구하였으나 뚜렷한 경향을 발견할 수 없었다.

IV. 요약 및 결론

인체 사지부의 피부면적이 다른 A (손만 노출), B (발만 노출), C (손과 전완만 동시노출), D (발과 하퇴만 동시노출)의 4종류의 의복을 신체 건강한 2명의 남자 대학생이 착용하였을 때, 환경온 25±1℃와 20±1℃에서 각각 체온조절반응을 검토하고 온열감각과의 상관성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 사지부의 노출면적이 가장 큰 D에서 구강온과 직장온이 가장 높게 유지되는 경향을 나타내어, 사지부의 피부면적이 심부체온에 영향을 미친다는 것을 시사하였다.

2. 손발이 냉각된 후 피부온이 회복되는 과정에서 발이 손보다 회복속도가 현저하게 느려, 발보다 손에서 혈관수축후의 이완속도가 더 빠르다는 것을 알 수 있다.

3. 손보다는 발이 주어진 온열자극을 보다 정확하게 판정할 수 있는 인자가 되며, 손발이 냉각된 후에는 발보다 손을 보온하는 것이 온열감각적인 면에서 볼 때 효과적이라고 할 수 있겠다.

이상의 사실을 종합해 보면, 손과 발의 역할은 생리적 체온조절 보다는 행동적 체온조절로서의 의미가 더 크다고 생각된다. 그러나, 본 연구는 기초적인 자료만 제시하였을 뿐이며, 보다 확실한 결론을 내리기 위해서는 피험자의 수를 늘리는 등 앞으로 더욱 깊고 다양한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1) Maddock W.G. and Collier F.A. (1933) The role of the extremities in the dissipation of heat. *Am. J. Physiol.*, 106 : 589-596.
 2) Hardy J.D. and DuBois E.F. (1938) Basal metabolism, radiation, convection and vaporization at temperatures of 22 to 35°C. *J. Nutr.*, 15(5) : 477-497.
 3) Witzleb E.(1983) Functions of the vascular system. In : Schmidt R.F. and Thews G.(ed) *Human Physiology*. Springer-Verlag, pp 398-455.
 4) Jeong W.S. and Tokura H.(1988) Effects of wearing

two different forms of garment on thermoregulation in men resting at 10°C. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 57 : 627-631.
 5) Jeong W.S. and Tokura H.(1989) Effects of wearing two different types of clothing on body temperatures during and after exercise. *Int. J. Biometeor.*, 33 : 77-81.
 6) Jeong W.S. and Tokura H. (1993) Different thermal conditions of the extremities affect thermoregulation in clothed man. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, in press.
 7) 弓削治(1988) 衣服衛生學. 朝倉書店, p. 35.
 8) Hirata K. (1989) Skin circulation and clothing comfort : How thermal features of the extremities vary by changing type of clothing. In : Tokura H.(ed) *Proceedings of international symposium on clothing comfort studies in Mt. Fuji*. The Japan Research Association for Textile End-Uses, Osaka, pp 61-79.
 9) 田村照子 (1985) 基礎被服衛生學. 文化出版局, p.76.
 10) Burton A.C. (1963) The pattern of response to cold in animals and the evolution of homeothermy. In : Herzfeld, C.M.(ed) *Temperature*. Vol. 3, Part 3. Reinhold, pp 363-371.
 11) 이순원, 조성교, 최정화(1991) 피부환경학. 한국방송통신대학출판부, p 75.
 12) Livingstone S.D., Nolan R.W., and Cattroll S.W. (1989) Heat loss caused by immersing the hands in water. *Aviat. Space Environ. Med.*, 60 : 1166-1171.
 13) Vokac Z., Köpke V., and Keül, P. (1971) Effect of cooling of peripheral parts of the body on general comfort. *Textile Res. J.*, 41 : 827-833.
 14) Vokac Z., Köpke V., and Keül P. (1972) Evaluation of the properties and clothing comfort of the Scandinavian ski dress in wear trials. *Textile Res. J.*, 42 : 125-134.
 15) Hanada K., Mihira K., and Kamisasa H. (1982) The effect of unevenly distributed thermal stimuli on the sensation of warmth and coolness. *Applied Ergonomics*, 13 : 49-53.