

손의 한랭자극이 인체생리반응과 의복의 쾌적성에 미치는 영향 -한랭혈관반응, 온랭감각, 한랭통증을 중심으로-

이 원 자[†]

건국대학교 의상·텍스타일학부 교수

Effect of Cooling Hands in the Cold Water for the Physiological Responses and Clothing Comfort -Focused on Vascular Hunting Reaction, Thermal Sensation and Pain Sensation-

Won-Ja Lee[†]

Professor, Division of Apparel & Textile Design, Konkuk University

(2003. 12. 01. 접수 : 2004. 2. 10. 채택)

Abstract

This study was conducted to compare the hunting reaction of finger in the cold water. Finger skin temperature is measured the left middle finger tip immersion in cold water of 5°C for 30 minutes and measurements were made on finger skin temperature(Ts), thermal comfort, and cold pain sensations during the experiment at the spring (March) and Winter(December). Results were follows. Ts before immersion was at the highest in spring and at the lowest in winter and was closely related to the indoor temperature Ts during immersion and recovery. Mean of finger skin temperature(MST), the skin temperature at the first rise(TFR) and amplitude of finger skin temperature reaction during immersion(AT) were significant higher in spring than that in winter($P<.01$). The lowest skin temperature(LST) during the cold water immersion were significantly higher in spring than that in winter ($P<.05$). The frequency of the appearance of cold-Induced vase dilation(CIVD) was higher in spring than that in winter. However, time for the first temperature(TTR) and recovery time(RT) had no seasonal variation. In addition, cold pains during immersion were felt more strongly in spring than in winter. Local thermal sensation, finger thermal sensation in dynamic state during hand immersion was different from that in the Winter. Spring was slowly cold in cold water immersion.

Key words: finger skin temperature(손가락 피부온), hand immersion(손침지), hand pain sensation(손 한랭통증), thermal sensation(온랭감각), vascular hunting reaction(한랭혈관반응).

I. 서 론

수은 일상 생활에서 빈번히 찬물에서 작업을 해

야 할 뿐만 아니라 냉동창고나 육가공실 등 인공 한랭 작업장에서 한랭자극이 강한 작업을 해야 할 때가 발생하고 있다. 이러한 한랭, 고온 환경의 특수 환경에서 장시간 작업을 할 때 급·만성의 건강장애나

이 논문은 2001년도 건국대학교의 학술진흥연구비에 의하여 연구되었음.

[†] 교신저자 E-mail : leewonja@kkucc.konkuk.ac.kr

직업병의 호소율이 늘어나고 있다¹⁾. 그러므로 작업자의 건강과 작업능률을 위해서 인체를 추위로 부터 보호하기 위해 작업자의 내한성 판정이나 손의 노출과 보온을 효과적으로 할 수 있는 방한복 및 보호장비의 연구가 필요하다. 사람은 추위나 더위에서 생리적인 내성 특히 내한능력이 제한되어 있으므로 의복이나 주거 환경들의 행동적 적응을 이용해온 것이 사실이다. 최근에는 냉·난방 등의 주거환경 변화와 극도의 쾌적성 추구로 추위나 더위 등에 견디는 생체리듬이 사라지고 생리적 내성 특히 내한 능력이 저하되고 있어 현시점에서 내한력 정도를 파악할 필요가 있다. 내한력 지표로 이용되는 방법은 여러 가지가 있지만 그 중 손을 극도의 찬물에 침지시켜 한랭 혈관 반응의 정도를 판정하는 것이 보편화되어 있다^{2,3)}. 손은 찬물에 침지시키면 손가락의 피부온은 급속히 내려가다가 상승하며 그 후 상승·하강이 반복되는 한랭 혈관 반응현상이 일어난다. 이는 인체가 추운 환경에 노출되면 항체온을 유지하기 위해 손끝이나 발끝 등에 많이 존재하고 있는 농정맥 문합(AVA)의 혈관이 신체 주위의 온도변화에 따라 반사적으로 열리고 닫힘으로 피부 혈류량을 조절하여 심부온을 일정하게 하는 한랭 혈관 반응이 일어나기 때문이다⁴⁾. 이를 혈관수축에 의한 과잉현상이라고 한다⁵⁾. 이러한 한랭 혈관 반응은 연령, 계절, 한랭순화에 따라 변화되는데 특히 추위에 자주 노출된 사람일수록 동정맥 문합이 발달하여 빨리 나타난다⁶⁾. 이와 같이 손이 인체의 방열 조절에 중요한 역할을 함으로써 손가락을 극도로 찬물에 침지시켜 한랭 혈관 반응의 강도로 내한력 정도를 파악한다. 따라서 본 연구는 현재의 생활환경 온도나 의생활 습관이 내한력 향상에 바람직한지를 검토할 목적으로 손의

한랭자극이 인체 생리 반응과 의복의 쾌적성에 미치는 영향을 알아보고자한 연구의 일부이다. 현 시점에서 건강을 위한 생활환경 온도와 올바른 의생활을 하고 있는가를 검토하고자 손가락을 찬물에 침지시킨 후 손의 인체 생리 반응 중 한랭 혈관 반응과 온랭감각, 한랭통증을 중심으로 계절별, 연령별로 측정하여 현재의 성인여성의 내한력 정도를 파악하고 더 나아가 방한복 및 보호 장비 연구의 기초 자료로 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 피험자

피험자는 신체 건강한 대학원생 8명으로 20대 4명, 30대 4명으로 구성하였으며 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

피험자는 하루의 생체리듬과 운동식사의 영향을 피하기 위해서 실험 일에는 운동을 제한하고 식사 후 2시간이 지난 오전, 오후 2회 실시하였다. 실험시기는 피험자 모두가 여성이므로 성주기의 변화를 피하였으며 예비실험을 거쳐 실험과정에 익숙한 상태에서 실시하였다.

2. 환경조건

실험일정은 추위에 대한 내한 정도를 파악하기 위한 실험이므로 향하기인 12월 초순과 인체가 한랭 환경에 생리적으로 적응된 것으로 간주되는 3월 초순으로 2회 측정하였다. 실내 환경조건은 두 계절 모두 온도 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $50 \pm 10\%$ RH, 풍속 0.2m/s 로 하였다. 의복착용은 특별히 통제하지 않았으나 실내에서 쾌적한 상태를 유지하도록 하였다. 측정

- 1) M. Tanaka, K. Nakamura, S. Shimai and H. Takahashi, "Work at Cold Storage", *J. Therm. Biol.*, 18 (1993), pp. 647-650.
- 2) T. Azuma, "A Study on the Seasonal Variation of the effect of Hand Immersion in the Cold Water upon the Finger Tip Skin Temperature and on the Pain Sensation", *Japan Journal Industrial Health* Vol. 22 (1980), pp. 24-39.
- 3) R. H. Atbrick and W. R. Lanrence, "The Vasomotor Components in the Vascular Reactions in the Finger to Cold", *Japan Journal Physiol* Vol. 136 (1942), pp. 669-672.
- 4) 下田構造, "手裝の役割, 手の溫熱生理學的背景", *衣生活研究* Vol. 20 No. 4 (1993), pp. 12-16.
- 5) S. D. Living Stone, R. W. Nolan and S. W. Catroll, "Heat Loss caused by Immersing the Hands in Water", *Air Space Environ Med* 60 (1989), p. 1167.
- 6) 横山眞太郎, 荻野弘之, 木下均三浦那弘, "局所冷却に伴う指部皮膚溫反應における加齢要因", *H本生理人類誌* Vol. 2 No. 3 (1983), pp. 143-145.

당일의 실내외환경조건은 <표 2>와 같다.

<표 1> 신체적 특성

피험자	연령 (Yrs)	키 (cm)	몸무게 (kg)	체표면적 (m ²)	Rohrer index	미혼 기혼
1	23	160.3	63.2	1.67	1.53	미혼
2	23	176.0	65.0	1.81	1.19	미혼
3	26	158.0	44.0	1.42	1.12	미혼
4	28	158.0	50.0	1.50	1.27	미혼
5	30	165.0	48.0	1.52	1.07	기혼
6	37	158.0	68.0	1.71	1.72	기혼
7	37	164.0	54.5	1.60	1.24	기혼
8	37	165.0	62.0	1.70	1.38	기혼

체표면적: 몸무게^{0.425} × 키^{0.725} × 72.46

Rohrer index : 몸무게/키³ × 10⁵

<표 2> 환경조건

환경	계절	
	봄	겨울
실내온도(℃)	22	20
습도(%)	51	42
실외온도(℃)	3.6 ± 3	-0.6 ± 2
습도(%)	53	48

3. 실험방법

손가락 냉수침지실험은 선행연구^{7,8)}에서 제시한 방법으로 왼손 가운데 손가락 둘째 마디에 피부온 측정 써미스터 센서를 투습 방수 테이프를 붙이고 바세린으로 방수하였다. 피험자는 20분간 실온에서 피부온이 안정될 때까지 안정자세를 취한 후 (안정기) 5℃의 물에 손가락을 30분간 담구어 손가락의 피부온을 측정하였다(침지기). 물의 온도를 5℃로 유지하기 위해 보온병에 봉상 온도계를 넣어 수온이 일정하도록 유지시켰다. 침지 30분 후 손가락의 물기를 없애고 30분간 휴식을 취하였다(휴식기). 실험기간동안 손가락 피부온과 온랭감각, 손가락한랭통증을 측정하였다. 실험순서는 <그림 1>과 같이 진행시켰다.

4. 측정항목 및 도구

손가락 피부온의 변화를 알아보기 위해 디지털 써미스터 (TAKARA Industry - 0.1℃)로 실험기간동안 1분 간격으로 측정하였다. 온랭감각과 손가락 한랭통증은 <표 3>과 같이 5점 척도로 5분 간격으로

<표 3> 온랭감각과 손가락 한랭통증

온랭감각(전신, 손, 발)	손가락 한랭통증
5 매우 춥다	5 심한 통증
4 춥다	4 통증
3 보통이다	3 미미한 통증
2 덥다	2 약간 떨림
1 매우 덥다	1 통증 없음

	0		20		50		80(min)			
	안정기		침지기		휴식기					
손가락 피부온	****	****	****	****	****	****	****	****	****	1분마다
온랭감각 손	**	**	**	**	**	**	**	**	**	5분마다
온랭감각 발	**	**	****	**	**	**	**	**	**	"
온랭감각전신	**	**	**	**	**	**	**	**	**	"
한랭통증	**	**	**	**	**	**	**	**	**	"

<그림 1> 측정항목 및 실험 절차.

7) S. Isaji and K. Hirata, "Thermal Sensation and Skin Temperature of Hands Immersed in Water at Different Ambient Temperature", 日本生理人類學會誌 Vol. 2 No. 1 (1997), pp. 953-958.
 8) T. Azuma, *Op. cit.*, p. 26.

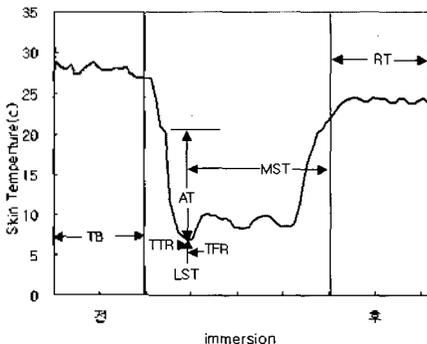
실험기간동안 측정하였다. 냉수 침지동안 손가락 피부온의 한랭 혈관 반응에 대한 정도를 파악하기 위하여 Yoshimura와⁹⁾와 Azuma와¹⁰⁾의 연구에서 제시된 항목들을 산출하였다. 산출된 8항목은 <그림 2>와 같다. 즉 냉수 침지전 손가락 피부온(TB), 냉수 침지중 손가락 평균 피부온(MST), 침지 초기 하강 후 최초 상승시의 손가락 피부온(TFR), 냉수 침지 동안 최초 상승이 일어날 때까지의 시간(TTR), 냉수 침지 동안 손가락 피부온의 최저온도(LST), 냉수 침지동안 1℃이상 상승·하강하는 한랭 혈관 반응의 발현빈도수(CIVD), 냉수 침지 중 최고치와 최저치와의 차이(AT), 냉수 침지 회복시에 침지 전 손가락 피부온까지의 회복시간(RT) 등이다.

5. 자료분석

실험기간 중 손가락피부온의 한랭 혈관 반응의 각 항목과 온랭감각, 한랭통증의 평균 및 표준편차를 산출하였다. 계절별, 연령별로 차이가 있는가를 알아보기 위해 t-검증을 실시하였으며 한랭 혈관 반응 항목간의 상관관계와 온랭감각, 손가락 한랭통증과의 관계는 Pearson's의 상관계수 및 회귀분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

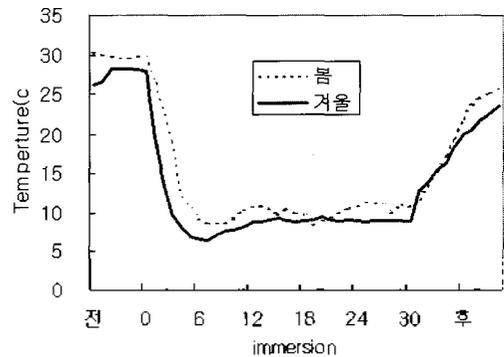
1. 냉수 침지에 의한 손가락 피부온의 변화



<그림 2> 냉수 침지동안의 한랭 혈관 반응 측정지표.

<그림 3>, <그림 4>는 계절별, 연령별 냉수 침지동안 손가락 피부온의 변화를 나타낸 것이다. <그림 3>에서 봄과 겨울에 냉수 침지동안 손가락 피부온의 변화를 보면 봄은 겨울보다 침지동안 손가락 피부온의 변화가 자주 일어나고 손가락 피부온의 하강도는 낮았다. 즉, 봄에 한랭혈관 반응이 잘 나타난 것으로 이러한 현상은 20대보다 30대에서 더 잘 나타났다(<그림 4>). 침지전 손가락 피부온(TB)은 같은 실내온도 임에도 불구하고 외기온이 낮은 겨울에는 26.91℃로 낮고 외기온이 높은 봄에 30.16℃로 높았다. 연령별로 보면 20대에서는 계절별 차이를 볼 수 없었으나 30대에서는 5.89℃로 계절별 차이를 보였다. 냉수 침지동안 손가락 피부온은 봄에 높게 유지하고 있는데 30대에서 더 높았다. 냉수 침지동안의 손가락 피부온의 최저온도도 겨울(5.64℃)보다 봄(6.95℃)에 더 높았다. 이러한 경향은 30대에서 더 현저하였다. 이는, 침지전 손가락 피부온이 침지동안의 손가락 피부온에도 영향을 미친다는 연구와도 일치한다¹¹⁾.

그런데 20대에서는 계절변동을 볼 수 없었고 30대에서만 계절변동을 나타낸 것은 30대는 겨울동안 찬물에 순화되어 내한력을 나타낸 것으로 피부온이 상승하여 한랭자극에 대처하는 계절변동의 생체리듬을 보여준 결과가 아닌가 생각된다. 이러한 결과는 손가락에 국소 냉각을 실시한 후의 반응을 살핀 연구에서 연령에 따라 변화가 있음을 지적한 것과

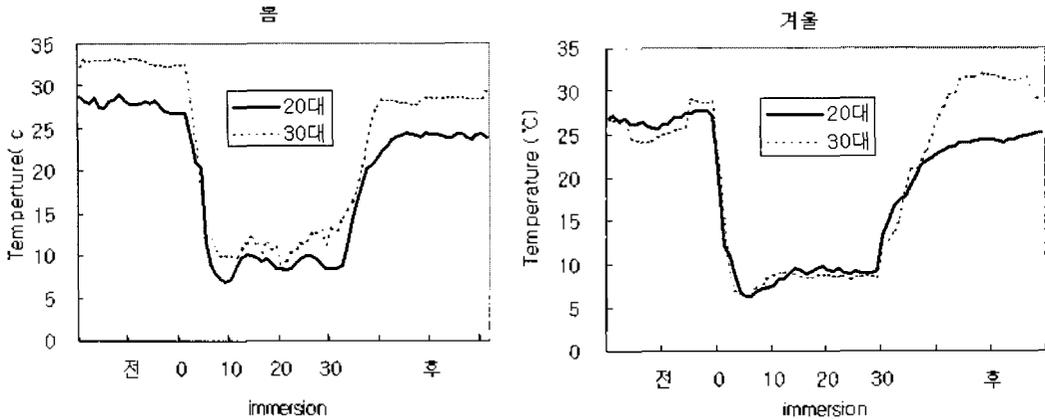


<그림 3> 계절별 냉수침지 동안의 손가락피부온.

9) H. Yoshimura and T. Iida, "Studies on the Reactivity of Skin Vessels to Extreme Cold", *Japan Physiology*, No. 1 (1951), pp. 147-159.

10) T. Azuma, *Op. cit.*, p. 29.

11) H. Yoshimura and T. Iida, *Op. cit.*, p. 150.



〈그림 4〉 계절별, 연령별 냉수침지 동안의 손가락 피부온.

일치한다¹²⁾. 봄에 30대에서는 손가락 피부온이 계속적으로 저하되는 것을 막기 위한 피부온 상승이 3.85 회로 겨울의 2.75회 보다 여러 번 일어나고 냉수 침지동안 손가락 피부온의 하강도 낮았다. 또한 봄에는 손가락 피부온이 계속적으로 저하되는 것을 막기 위한 피부온의 상승·하강의 한랭 혈관 반응 발현도 자주 일어났다. 5℃ 냉수 침지시 봄이 겨울보다 한랭 혈관 반응의 발현빈도가 많고 추위에 견디는 능력이 우수하므로 봄에 내한성이 우수해졌다고 볼 수 있다. 그러나 우리나라 해녀를 대상으로 한 연구¹³⁾에서는 해녀가 대조군보다 더 낮은 손가락 피부온과 한랭 혈관 반응이 나타나지 않았다는 결과와는 일치하지 않았는데, 이는 국소 한랭 혈관 반응이 반복적인 한랭 노출자극에 단련된 군은 한랭 혈관 반응이 발현되지 않아도 혈관수축 조절능력이 발달되어 추위를 견딜 수 있었던 것이 아닌가 생각된다. 이러한 한랭 자극에 의한 계절적 변동은 피부온과 혈류량과의 관계에서 심부온보다 말초부에서 현저하며 교감신경의 긴장과 부신피질기능의 반응으로 출고 더움의 온도 기준점(set point)에 의해 좌우되는 것보다 한랭 자극으로부터 적응되어 내한성이 증가될수록 기후변동에 민감하게 반응한다고 지적한 바 있다¹⁴⁾. 이로서 30대에서 겨울동안 한랭자극에 의해 내한성이 증가

되어 계절에 앞서 피부온이 상승되어 계절변동의 생체리듬을 보여준 결과라 생각된다. 그러나 피험자가 적기 때문에 확대해석은 무리라고 본다.

2. 냉수 침지에 의한 손가락 한랭혈관 반응

인체의 내한성은 손가락의 냉수 침지에 의한 국소 한랭 혈관 반응의 강도로 평가할 수 있는데 〈표 4〉는 냉수 침지동안의 손가락 한랭 혈관 반응의 항목간의 평균 및 표준편차를 계절별로 차이를 검증한 결과이고, 〈표 5〉는 계절별 연령에 따른 차이를 검증한 결과이다. 냉수 침지동안 손가락 피부온 변화로부터 산출된 한랭 혈관 반응을 살펴본 결과 계절별 차이를 본 항목은 침지동안의 평균 피부온(MST), 침지 후 최초 상승시의 손가락 피부온(TFR), 냉수 침지동안의 손가락 피부온의 최저온도(LST), 냉수침지동안의 최고치와 최저치와의 차이(AT), 한랭 혈관 반응 발현빈도수(CIVD)에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. MST는 겨울에 9.69℃이고 봄은 11.97℃로 봄에 높았다($P < .01$). TFR에서도 겨울은 6.35℃에서 봄은 7.97℃로 봄이 높았다($P < .01$). AT에서도 계절 차이를 보였다($P < .01$). LST에서는 겨울에 5.64℃로 봄에 6.95℃보다 낮았다($P < .05$). 연령별에서 30대가 7.81℃로 가장 높았지만 통계적으로 유의한 차

12) 横山眞太郎, *Op. cit.*, p. 144.

13) K. S. Paik, D. S. Kang, B. S. Han, D. W. Rennine and S. K. Hong, "Vascular Responses of Korean Ama to Hand Immersion in Cold Water", *J. Appl. Physiology*, Vol. 32 No. 4(1992), pp. 450-466.

14) H. Watanaki, S. Horis and H. Ihzuka, "Digital Vascular Hunting Reactions of Hand in Cold Air and in Ice Water", *日牛誌*. Vol. 22 No. 2 (1985), pp. 89-94.

〈표 4〉 계절별 냉수 침지 중 손가락 한랭 혈관 반응

	봄 Mean(SD)	겨울 Mean(SD)	t-value
침지전 손가락 평균 피부온 TB(°C)	30.16(3.52)	26.91(4.69)	1.56
침지중 손가락 평균 피부온 MST(°C)	11.97(1.57)	9.69(0.65)	3.78**
침지후 최초 상승시의 손가락 피부온 TFR(°C)	7.97(0.85)	6.35(1.22)	3.07**
침지후 최초 상승이 일어날 때까지 걸린 시간 TTR(min)	9.25(2.05)	9.00(2.20)	0.23
냉수침지동안 손가락 피부온의 최저온도 LST(°C)	6.95(0.68)	5.64(1.13)	2.82*
냉수침지동안의 최고치와 최저치와의 차이 AT(°C)	7.28(3.01)	5.09(2.31)	3.13**
회복시간 RT(min)	25.50(8.07)	21.75(11.42)	0.75
냉수침지중 한랭혈관반응 발현빈도수 CIVD	3.85(0.38)	2.75(0.56)	2.95*

** $p < .01$, * $p < .05$.

〈표 5〉 연령별 냉수 침지 중 손가락 한랭 혈관 반응

계절 및 연령	봄			겨울		
	20대 Mean(SD)	30대 Mean(SD)	t-value	20대 Mean(SD)	30대 Mean(SD)	t-value
침지전 손가락 평균피부온 TB(°C)	27.59(2.52)	32.73(2.21)	-3.06*	26.96(3.97)	26.86(5.98)	0.02
침지중 손가락 평균피부온 MST(°C)	10.89(1.26)	13.04(1.05)	-2.62*	9.71(0.67)	9.66(0.74)	0.10
침지중 최초 상승이 일어 날 때까지 걸린 시간 TFR(min)	7.47(0.56)	8.47(0.85)	-1.96	6.17(0.88)	6.53(1.61)	-0.39
침지후 최초 상승이 일어 날 때까지 걸린 시간 TTR(min)	9.25(0.96)	9.25(2.99)	-	9.75(2.63)	8.25(1.71)	0.95
냉수침지동안 손가락피부 온의 최저온도 LST(°C)	6.88(0.84)	7.02(0.60)	-0.26	5.25(0.72)	6.02(1.44)	-0.95
침지중 최고치와 최저치 와의 차이 AT(°C)	6.82(1.44)	7.81(0.80)	-1.81	4.29(0.44)	5.70(0.84)	-0.28
회복시간 RT(min)	25.00(9.35)	26.00(8.00)	-0.16	18.50(13.28)	25.00(10.00)	-0.78
냉수침지중 한랭혈관반 응 발현빈도수 CIVD	2.62(0.25)	4.20(0.85)	-3.07*	2.45(0.36)	3.05(0.50)	-1.20

* $p < .05$.

이를 나타내지 않았다. 침지동안의 1℃ 이상 상승·하강하는 한랭 혈관 반응의 발현빈도수(CIVD)에서도 겨울에 2.75회이고 봄에 3.85회로 봄에 발현빈도가 더 많이 나타났다($P<0.05$). <표 5>에서 연령별 차이를 나타낸 항목은 침지전 손가락 피부온에서 봄에 30대가 가장 높게 나타났으며($P<0.05$), 20대에서는 봄과 겨울에 차이를 볼 수 없었다. 겨울에는 연령별 차이가 통계적으로 나타나지 않는 반면에 봄에는 30대가 높게 차이를 나타냈다($P<0.05$). CIVD에서도 연령별 차이로 봄에 30대가 빈도수가 높았다. 이러한 결과는 봄에 30대에서 냉수 침지동안 평균피부온과 최저 피부온이 높고 피부온의 변화가 많은 것은 겨울 동안 추위 노출로 어느 정도 내한성이 증가된 것이 아닌가 생각된다. 이러한 결과는 냉수침지에 의한 손가락의 한랭 혈관 반응을 조사한 연구에서 추위 노출이 많은 사람이 손가락 피부온이 계속적으로 저하되는 것을 막기 위한 피부온의 상승이 여러번 일어나고 또한 피부온의 상승·하강에 걸리는 시간도 짧고 손가락 평균 피부온도 높아서 추위에 견디는 능력이 우수하다고 한 연구와 일치한다¹⁵⁾. 이것은 손이 겨울동안 반복적인 한랭노출자극에 단련되어 국소냉각에 대한 순화현상이 일어난 것으로 생각된다. 침지동안의 손가락 피부온의 저하도인 LST에서 겨울에 크고 봄에는 낮았다. 이러한 결과는 Lewis¹⁶⁾의 실험에서도 같은 결과를 보였는데 이는 침지 직후의 피부온의 급하강은 혈류정지가 어느 정도 영향을 받기 때문에 냉자극에 의한 손가락 말초혈관의 수축에 의해 혈관 수축신경의 긴장도가 높아지고 동맥혈이 미리 차가워져서 손가락 혈류가 일시 정지됨으로 손가락 피부온의 급하강 하는 것이라고 지적한 바 있다. 침지동안의 TFR은 침지후 손가락 피부온이 급격히 떨어지다 상승하는 온도인데 본 연구에서는 봄

이 겨울보다 TFR이 높았다. TFR은 한랭 혈관 반응이 발현하는 온도로써 손에 급격한 한랭자극을 주었을 때 피부혈관의 수축으로 혈류 정지가 일어나 피부온이 저하되다가 손가락 끝의 피부혈관에 있는 AVA 혈관이 반사적으로 열리고 그 부위에 많은 양의 혈액이 흐르게 해서 피부를 따뜻하게 유지하도록 피부온이 상승하여 동상으로부터 보호를 받게 해준다¹⁷⁾. 한편 냉수 침지 중 손가락은 냉각으로부터 피부온이 최초 예민하게 하강하다가 상승·하강하는 현상이 자주 일어난다. 특히 물의 온도가 5℃이하이며 일정시간이상 자극이 있을 때 반응이 더 잘 나타난다고 하였다. 그리고 이런 현상이 자주 일어나면 냉자극에 대한 내한성이 향상되었다고 지적하고 있다¹⁸⁾. 본 연구에서는 봄에 CIVD가 컸으며 30대에서 봄에 자주 나타나는 계절변동이 있음이 보이고 있어 내한성이 향상되지 않았나 생각된다. <그림 5> ~ <그림 8>은 침지동안의 한랭 혈관 반응의 항목들간의 상관관계 및 회귀분석을 실시한 결과들이다. 침지전 TB와 TFR과는 $r=0.27$ 로 상관이 있는 것으로 나타났다. 봄은 $r=0.48$ 로 상관이 높았다. 이는 침지전 TB가 높으면 TFR도 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 손 냉수침지의 연구¹⁹⁾와 얼음물에 침지한 연구²⁰⁾에서 TB와 TFR과는 높은 상관을 나타냈으며 겨울보다 봄에 더 현저하였다고 보고한 것과 일치하나 MST는 높고 TTR은 짧았다는 연구와는 일치되지 않았다. 즉 TFR의 높고 낮음은 침지전 TB와 높은 상관이 있음을 지적하였는데 본 연구에서는 상관은 있으나 높은 상관을 나타내지 않았다. 그러나 TFR과 MST와는 $r=0.64$, TFR과 LST와는 $r=0.85$ 로 높은 상관을 나타냈고 직선의 회귀식이 성립되었으며 봄에 이런 현상이 뚜렷하여 Watanuki²¹⁾의 연구와도 일치한다 또한 TFR이 낮은 경우 MST는 10℃ 전후에서 일정하게 유

15) 안옥선, "냉수 침지에 의한 한랭혈관반응으로 본 농민의 내한성 연구", (서울대학교 석사학위논문, 1995)

16) T. Lewis, "Observation upon the Reactions of the Vessels of the Human Skin to Cold", *Heart*, Vol. 15 (1939), p.177, 재인용, J. J. Sefherd, *Physiology of Circulation in Human Limbs in Health and Disease*. (W. B. Sunder Philadelphia, 1993).

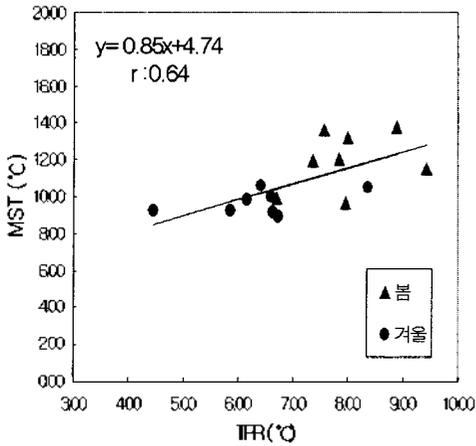
17) 永板鉄夫, "動靜脈吻合による皮膚での熱移動の調節", *日本生理學雜誌* 52 (1990), pp. 197-205.

18) 平位鼓士郎, 井上太郎, 古村泰人, "寒冷血管反應による局所耐寒性測定法に關する吟味なうびに海女の寒冷血管反應", *日本生理誌* Vol. 12 No. 130 (1968), p. 202.

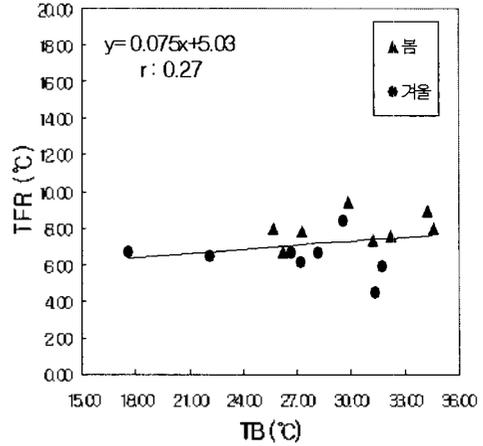
19) T. Azuma, *Op. cit.*, p.37.

20) H. Yoshimura and T. Iida, *Op. cit.*, p. 156.

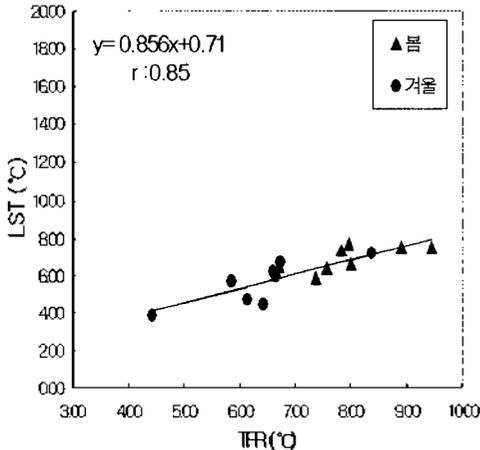
21) H. Watanuki, *Op. cit.*, p. 98.



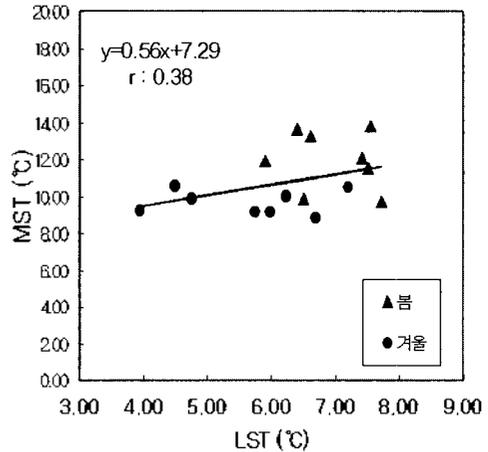
<그림 5> TFR과 MST와의 상관계수 및 회귀식.



<그림 7> TB와 TFR과의 상관계수 및 회귀식.



<그림 6> TFR과 LST와의 상관계수 및 회귀식.



<그림 8> MST와 LST와의 상관계수 및 회귀식.

지하고 있음을 지적한 연구²²⁾와 본 연구와는 같은 경향을 보이고 있다. 이는 한랭 자극시 동상에 대한 저항성이나 손의 적응능력과 깊은 관계를 갖고 있지 않나 생각된다. 일상 생활에서 손을 찬 곳에 자극하는 기회가 많을 때 냉자극에 대한 한랭 혈관 반응이 계속 이어지고 있음을 시사하고 있어 추운 환경에서의 작업복 및 보호구 제작에 적용할 수 있으리라고 본다.

3. 온랭감각 및 한랭통증

계절에 따라 냉수 침지동안의 전신, 손, 발의 온랭 감각과 한랭통증은 <표 6>, <표 7>과 <그림 9>에 제시하였다. 침지전 20분간 5°C의 찬물에 침지하는 동안의 온랭감각은 침지동안에 전신, 손의 온랭감각의 변화는 차이를 보인 반면 발의 온랭감각은 아무런 변화를 보이지 않았다. 전신, 손의 온랭감각은 봄과 겨울 모두 춥다고 답하였다. 전신에서는 침지동안 계절별 차이를 보이지 않은 반면 손에서는 계절별 차이가 나타났다. 즉, 겨울에는 침지 초기에 보통에서 춥다, 보통으로 나타난 반면, 봄은 침지 시간이 길수

22) M. Nakamura, "Peripheral Cold Tolerance Physiological Adaptability and Nutritional Status of the Japanese", *JIBP Synthesis* 3 (1975), p. 27-35.

록 출다로 이행되었다. 연령별로는 20대는 계절별 차이가 없는 반면 30대는 겨울보다 봄에 덜 출다로 답하였다. 일반적으로 사지부의 온열상태가 전신의 온랭감각에 영향을 미치게되며 이는 의복착용에 영

향을 미친다. 특히 사지부에 느끼는 온랭감각과 전신의 온랭감각과는 밀접한 관계가 있음을 지적하고 이는 다시 행동성 체온조절에 영향을 미친다고 한 연구²³⁾와는 본 연구는 일치되지 않았다. 이는 본 연구가 국소냉각으로 전신 온랭감각에 크게 영향을 미치지 못한 것이 아닌가 생각된다.

〈표 6〉 손 냉수 침지 중 주관적 감각과 손가락통증

주관적 감각	봄 Mean(SD)	겨울 Mean(SD)	t-value
온냉감(전신)	3.86 (0.43)	3.77 (0.31)	0.40
온냉감(손)	4.15 (0.38)	3.75(0.40)	1.09
온냉감(발)	3.25 (0.23)	3.68 (0.21)	-1.87*
손가락통증	2.83 (0.65)	3.79 (0.89)	-2.48*

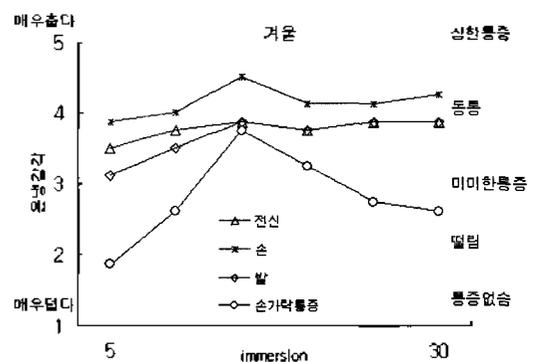
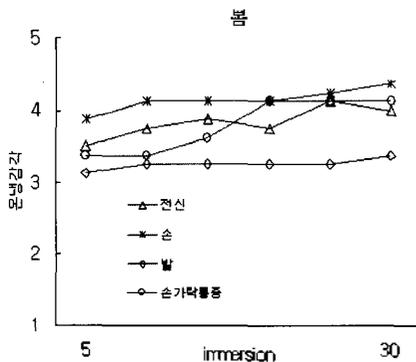
*p<.05.

겨울에 침지 초기의 다이내믹한 손의 온랭감각은 물의 온도에 영향을 받으나 침지동안은 손가락 피부 온과 높은 상관성을 보이며 침지 초기의 온랭감각은 환경온도에 좌우되며 침지전 피부온에 영향을 받음으로 침지 전후의 피부온의 차가 온랭감각에 크게 영향을 주지 않았나 생각된다. 즉, 침지전 피부온과 침지동안의 평균 피부온이 상관성이 높기 때문에 온랭감각도 이에 영향을 받은 것으로 생각된다. Mower²⁴⁾

〈표 7〉 손 냉수 침지 중 계절 및 연령별 주관적 감각과 손가락 통증

계절 및 연령	봄			겨울		
	20대 Mean(SD)	30대 Mean(SD)	t-value	20대 Mean(SD)	30대 Mean(SD)	t-value
온냉감(전신)	4.02(0.24)	3.68(0.54)	1.19	2.28(0.53)	3.13(0.40)	-0.21
온냉감(손)	4.33(0.36)	3.36(0.34)	2.50*	4.17(0.49)	4.12(0.49)	0.13
온냉감(발)	3.25(0.21)	3.25(0.29)	-	3.73(0.21)	3.63(0.21)	0.66
손가락통증	2.85(0.24)	2.86(0.24)	-0.10	3.58(0.65)	4.00(1.14)	-0.65

*p<.05.



〈그림 9〉 냉수침지 중 계절별 온랭감각과 손가락 한랭통증.

23) 정운선, "손발의 냉각처리가 직장은 반응과 전신의 온랭감각에 미치는 영향", 한국생활환경학회지 Vol. 4 No. 4 (1997), p. 72.

24) G. D. Mower, "Perceived Intensity of Peripheral Thermal Stimuli is Independent of Internal Body Temperature", J. Comp. Physiol. Psychol. 90 (1976), pp. 1152-1155.

는 손을 침지할 때의 온랭감각은 심부체온의 변화보다도 침지수온이 더 높은 상관관계를 나타내고 국소적인 온랭감각은 국소에 수반되는 온랭자극에 의해 결정된다고 하였다. 또, Enander²⁵⁾은 손에 국소적으로 1℃, 7℃, 15℃의 냉각되었을 때 물의 냉각온도보다도 손의 평균피부온과 온랭감각이 상관이 높은 것으로 나타났다고 지적하였다. 이러한 결과는 손의 온랭감각이 손가락의 피부온과 높은 상관관계가 있음을 시사하나 전신의 온랭감각에는 영향을 주지 않는다고 한 연구²⁶⁾와 본 연구는 일치한다. 즉, 손의 온랭감각은 손의 자극을 부여하는 초기의 감각이 아니고 자극 후 감각 반응이 안전시킬 때 감각이라고 생각된다. <표 7>의 계절별, 연령별, 침지동안의 한랭통증의 강도를 점수화한 결과를 보면 침지동안의 손가락 한랭통증은 겨울보다 봄에 통증이 덜 심하였다. 그리고 침지동안의 통증의 경향은 봄과 겨울은 손가락의 온랭감각처럼 침지 초기보다 침지동안에 가장 심하게 통증을 느끼다가 침지 후기에 통증이 완화되는 경향이 있는 반면 봄에는 침지 시간이 길어질수록 통증이 심한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 찬물에 침지할 경우 초기에 더 심한 통증을 나타낸다는 연구²⁷⁾와는 일치하지 않았다. 이는 남녀의 차이인지 또는 물의 온도 차이인지는 앞으로의 연구과제라고 본다. 그러나 Tanaka²⁸⁾는 찬물 침지에 의한 손가락 통증은 손가락 피부온이 10℃이하로 떨어졌을 때 일어나며, Ozuki²⁹⁾의 연구에서도 손가락 피부온이 거의 6.0℃로 떨어지면서 손가락 통증에 심한 고통을 호소하는 것으로 나타났다고 하였다. 본 연구에서 손가락 피부온이 6℃이하로 떨어지는 겨울에 통증이 더 심하였다. 그리고 손가락 한랭통증이 봄과 겨울에 다른 경향을 나타내므로 손가락의 한랭통증이 계절변동이 있다고 지적한 연구나 기후변동에 더 민감하다고 한 연구³⁰⁾와 일부 일치한다.

IV. 결 론

20, 30대 성인 여성의 한랭 혈관 반응의 정도로 내한력을 파악하여 현실점에서 생활환경 온도와 의복 기후가 인체의 내한력 향상을 위해 바람직한가를 검토할 목적으로 손가락을 5℃의 찬물에 30분간 침지시킨 후 한랭 혈관 반응, 온랭감각, 손가락 한랭통증으로 내한성을 계절별, 연령별로 검토하였다. 봄과 겨울 두 계절에 실내 환경조건을 20±2℃, 50% RH로 통제하고 20, 30대의 8명의 여대생을 대상으로 하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 한랭 혈관 반응은 겨울보다 봄에 더 현저하게 나타나 계절별 변동이 있음이 나타났다. 20대보다 30대에서 이런 현상이 현저하였다.
2. 침지동안의 평균 피부온(MST), 한랭 혈관 반응 발현온도(ITR), 침지동안의 최저온도(LST), 침지동안의 최고치와 최저치와의 차이(AT)는 봄에 높았고 한랭 혈관 발현빈도수(CIVD)도 봄에 자주 일어나 겨울보다 봄에 내한성이 향상되었음을 알 수 있었다. 이러한 현상은 20대보다 30대에서 더 현저하였다.
3. 한랭 혈관 반응 중 TFR와 MST, LST, TB와 TFR, MST와 LST와는 상관관계를 나타내고 회귀식을 얻을 수 있었다.
4. 침지동안 전신과 손의 온랭감각과 한랭통증은 계절별로 다른 경향을 보였다. 즉 겨울은 침지중에 매우 춥다와 심한 통증이 나타났고 침지 후기에는 줄어든 반면 봄에는 침지 시간이 길어질수록 춥다와 통증을 느끼는 것으로 생리반응에 계절변동이 있음을 알 수 있다.

참고문헌

안옥선(1995). "냉수 침지에 의한 한랭혈관반응으로 본

- 25) A. Enander, "Performance and Sensory Aspects of Work in Cold Environments", a review *Ergonomic* 27 (1984), pp. 365-378.
- 26) S. Isaji, *Op. cit.*, p. 957.
- 27) K. Hirata, T. Nagasuka, T. Nanumura and M. Cabanac, "Local Thermal Sensation and Finger Vasoconstriction in the locally heated Hand", *Eur. J. Appl. Physiol.* 58 (1988), p. 94.
- 28) M. Tanaka, "Health Problem and Working in Cold Environment", *Refrigeration* 54 (1979), p. 860.
- 29) H. Ozuki, E. K. Hakaru, Y. Tochiura and K. Nakamura, "Thermal Responses from repeated exposures to severe Cold with Intermittent Warmer Temperature", *Appl. Human Sci.* Vol. 17 No. 5 (1998), pp. 195-205.
- 30) T. Azuma, *Op. cit.*, p.27.

- 농민의 내한성 연구." 서울대학교 석사학위논문.
- 정운선(1997). "손발의 냉각처리가 직장온 반응과 전신의 온냉감각에 미치는 영향." *한국생활과학회지* Vol. 4 no. 4.
- Alrick, R. H. and Lanrence, W. R. (1942). "The Vasomotor components in the Vascular Reactions in the Finger to Cold." *Japan Journal Physiol.* Vol. 136.
- Azuma, T.(1980). "A Study on the Seasonal Variation of the effect of Hand Immersion in the Cold Water upon the Finger Tip Skin Temperature and on the Pain Sensation." *Japan Journal Industrial Health* Vol. 22.
- Enander, A.(1984). "Performance and Sensory Aspects of Work in Cold Environments." a review, *Ergonomic*. 27.
- Hirata, K., Nagasaka, T., Namunura, M. and Cabanac M.(1988). "Local Thermal Sensation and Finger Vasoconstriction in the locally heated Hand." *Eur. J. Appl. Physiol.* 58.
- Isaji, S. and Hirata, V.(1997). "Thermal Sensation and Skin Temperature of Hands Immersed in Water at Different Ambient Temperature." *日本生理人類學會誌* Vol. 2 No.1.
- Lewis, V.(1930). "Observation upon the Reactions of the Vessels of the Human Skin to Cold." *Heart* Vol. 15.
- Living Stone, S. D., Nolan, R. W. and Catroll, S. W. (1989). "Heat Loss caused by Immersing the Hands in Water." *Air Space Environ Med* 60.
- Mower, G. D.(1976). "Perceived Intensity of Peripheral Thermal Stimuli is Independent of Internal Body Temperature." *J. Comp. Physiol. Psychol.* 90.
- Nakamura, M.(1975). "Peripheral Cold Tolerance Physiological Adaptability and Nutritional Status of the Japanese." *JIBP Synthesis* 3.
- Ozuki, H., Hakaru, E. U., Tochihara, Y. and Nakamura, K.(1998). "Thermal Responses from Repeated Exposures to Severe Cold with Intermittent Warmer Temperature." *Appl. Human Sci.* Vol. 17 No. 5.
- Paik, K. S., Han, B. S., Reenian, D. W. and Hong, S. K. (1972). "Vascular Responses of Korean Ana to Hand Immersion in Cold Water." *J. Appl. Physiology* Vol. 32 No. 4.
- Sepherd, J. J.(1993). *Physiology of Circulation in Human Limbs in Health and Disease*, W. B. Sunder Philadelphia.
- Tanaka, M.(1979). "Health Problem and Working in a Cold Environment." *Refrigeration* 54.
- Tanaka, M., Nakamura, K., Shimai, S. and Takahashi, H.(1993). "Work at Cold Storage." *J. Therm. Biol.* 18.
- Watanaki, H., Horis, S. and Hzaha, H.(1985). "Digital Vascular Hunting Reactions of Hand in Cold Air and in Ice Water." *日誌* Vol. 22 No. 2.
- Yoshimura, H. and Iida, T.(1951). "Studies on the reactivity of Skin Versels to Extreme Cold." *Jpn. Physiol.* No.1.
- 永板鉄夫(1990). "動靜脈吻合による皮膚での熱移動の調節." *日本生理學雜誌* 52.
- 平田構造(1993). "手裝の役割, 手の温熱生理學的背景." *衣生活研究* Vol. 20 No. 4.
- 平位鼓太郎, 井上太郎, 吉村泰人(1968). "寒冷血管反應による局所耐寒性測定法に關する吟味なうびに海女の寒冷血管反應." *日本生理學會誌* Vol. 12 No. 130.
- 横山眞太郎, 荻野弘之, 木下均, 三浦那弘(1983). "局所冷却に伴う指部皮膚温反應における加齢要因." *日本生理人類誌* Vol. 2 No. 3.