

국소한냉자극이 전신 및 국소혈액순환에 미치는 영향

제 2 보 : 동계 및 하계의 계절변화에 따른 한냉반응

계명대학교 의과대학 생리학교실

박 원 균 · 채 의 업

= Abstract =

Cold Pressor Response to Seasonal Variation in Winter and Summer

Won Gyun Park and E Up Chae

Department of Physiology, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

A possibility whether the appearance of adaptation to cold climate during winter could occur or not in Taegu area was evaluated by comparing the data obtained in winter with that obtained by the same method in summer. Circulatory response was induced by the immersion of one hand in the cold water. The systemic and local responses in the blood circulation from the immersed hand and the unimmersed opposite hand were observed simultaneously. In addition Galvanic skin resistance(GSR) that is influenced by the activity of autonomic nervous system and the vascular tonicity was recorded. The experiment was performed by examining sixty healthy college students in winter and fifty in summer, whose mean age was 21.0, mean weight 60.6 ± 0.90 kg(male) and 48.3 ± 0.98 kg(female). The cold stimulus was applied by immersing the left hand into the cold water of 5°C for 3 minutes, and the response was observed on immersed left hand and unimmersed right hand simultaneously. The observation was made through determining mean blood pressure, heart rate, amplitude of photoelectric capillary pulse(APCP) and GSR.

The results obtained are as follows:

The mean blood pressure was elevated during the cold stimulation. The increase of blood pressure in summer was more remarkable than in winter. At the recovery period the blood pressure was decreased to the control level in winter but the decrease below the control level was observed in summer.

The increase of heart rate in summer was more remarkable than in winter during the cold stimulation. At the recovery period heart rate in both winter and summer was decreased below the control level.

During the cold stimulation the APCP was decreased on both hands in winter. However it was more prominent on left hand indicating additional direct cold effect on immersed hand. In summer, the decrease of APCP during immersion was less remarkable than that in winter, but the regain of APCP was faster than that in winter at the recovery period. And the prompt increase of APCP over the control level has been obtained at the 3 minutes of the recovery period.

* 본 논문의 요지는 1983년 제35차 생리학회에서 발표하였음.

The GSR was remarkably increased on immersed hand but slightly decreased on unimmersed opposite hand during the cold stimulation. Thus the finding on immersed hand indicates that the local direct effect of cold water is more prominent than the systemic effect, whereas the finding on unimmersed hand indicates that the circulatory response to painful stress elicited by the cold stimulation is more prominent than cold temperature itself.

In summary, it seems that the systemic circulatory response to the local cold stimulation of the one hand is arised more from the secondary elicited pain sensation and less from the low water temperature. On the contrary to the report of Kim et al⁹⁹, the adaptation phenomena in blood pressure to the relatively mild cold climate in winter was not observed in this study. The difference of circulatory response observed in this study between winter and summer may be due to the difference of the magnitude of subjective sensation of the cold water stimulation by the seasonal changes in air temperature.

서 론

한냉자극에 대한 반응은 혈관수축, 피부의 발한정지, 전율(shivering) 등으로 나타나며 국소반응과 전신적 반응으로 나눌 수 있다¹⁾. 국소반응은 한냉이 혈관에 미치는 직접적인 영향과 척수를 통한 국소척추반사에 의해 일어나며 그 반응의 정도는 시상하부에 의해 조절된다²⁾. 전신적 반응은 체온조절계를 통한 반응이며 그 수용기에는 피부의 온도변화에 민감한 말초수용기와 시상하부 및 척수의 온도변화에 민감한 중추수용기가 있다³⁻⁷⁾. 이 중 말초수용기가 체온보호기전에 더 중요한 역할을 하므로 시상하부의 온도변화가 없이 국소피부의 온도변화 만으로도 충분히 피부의 혈류량과 발한에 영향을 미칠 수 있다^{1,3)}. 그러므로 일측 부위의 국소한냉자극시 자극이 가해진 부위는 전신 및 국소반응이 동시에 나타나며, 반대측 부위 즉 자극이 가해지지 않은 부위는 전신적 반응이 나타날 것이다. 이러한 견지에서 본 교실에서는 국소한냉자극이 전신 및 국소혈액순환에 미치는 영향에 대하여 제 1보⁴⁾에서 보고한 바 있다. 제 1보⁴⁾ 및 다른 보고⁵⁻¹⁰⁾에 의하면 국소한냉자극시 교감신경의 흥분으로 혈관은 수축되고 혈류량은 감소⁴⁻⁷⁾하며 수축기 및 확장기 혈압이 증가^{4,8-10)}하고 분시심박수도 증가한다^{9,10)}고 한다.

한냉에 장기간 노출하게 되면 한냉에 대한 적응¹¹⁻¹³⁾이 나타나며 Covino 및 Beavers¹⁴⁾는 4주동안 한냉에 노출이 되면 완전히 한냉에 대한 적응이 나타난다고 한다. 또 LeBlanc 등¹⁵⁾은 Eskimo 인을 대상으로 한 결과 한냉에 적응이 되면 교감신경성 반응은 줄어들고 부교감신경성 반응이 증가한다고 하였다. 그러나 이러한 한냉에 적응시 나타나는 반응에 관한 보고는 주로

심한 한냉기후에 장기간 노출된 사람을 대상으로 한 것이고 우리나라와 같은 온대기후의 4계절을 가진 곳에서의 동계에 한냉에 대한 적응이 나타나는지 여부에 관한 보고는 적으며 비록 한국해녀에 있어서의 한냉한 해수에 잠수함으로써 나타나는 한냉에 대한 적응에 관하여 Hong¹⁶⁾ 등^{17,18)}의 보고가 있으나 이는 한냉에 전신적 노출에 의한 해녀의 혈액순환 적응현상으로서 Eskimo 인 등과 같은 한냉에 장기간 국소적으로 노출시의 적응현상과는 다르며 백 등^{17,18)}은 6°C의 냉수에 침수시 해녀군에서 vasoconstriction에 의한 수치혈류감소가 비해녀군보다 오래 지속된다고 하였다. 그러나 우리나라에서의 동계의 한냉에 대한 노출은 특수한 경우를 제외하고는 손이나 얼굴과 같은 국소적 노출이며 그 기간도 짧은 것이다.

본 실험은 일측 손을 냉수에 담구어 국소한냉자극을 가하였을 때 침수한 측과 반대측의 반응을 동시에 관찰하여 국소한냉자극시 전신 및 국소적 반응을 보고자 하였고 한냉자극이 피부전기저항에 미치는 영향도 관찰하였다. 또한 동일한 실험을 동계와 하계에서 실시하여 동계에 있어서의 한냉에 대한 적응현상이 나타나는 지를 보고자 하였다.

재료 및 방법

본 실험은 동계와 하계에 실시하였으며 동계의 실험은 한냉에 충분한 기간 노출이 되었다고 생각할 수 있는 2월(1982년)에 실시하였고 하계의 실험은 다음해 8월말에서 9월초에 걸쳐 실시하였다. 본 실험의 실험대상자의 대부분은 대구직할시에 거주하고 있으며 대구시의 1982년 10월에서부터 1983년 9월에 걸친 월평균 기온은 그림 1과 같다.

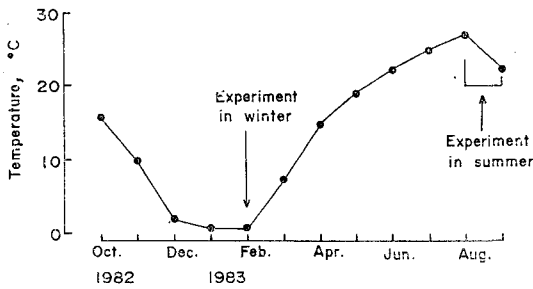


Fig. 1. Changes of the average air temperature from October, 1982 to September, 1983 in Taegu area.

동계의 실험은 건강한 남녀 대학생 60명을 대상으로 하였고 이들의 평균연령은 21세였으며 체중은 남자가 60.6 ± 0.9 kg 였고 여자가 48.3 ± 0.98 kg 이었다. 실험은 수조에 물을 채워 교반하면서 얼음을 넣어 수온을 5°C 로 유지시켰고 좌수를 손목부위까지 수조에 담구어 한냉자극을 가하였으며 조기의 혈액순환의 변화를 추궁하기 위하여 3분간 침수시켰다. 실험전 충분한 기간 휴식을 취하게 한 다음 침수직전에 측정된 값으로서 대조치로 삼았고, 침수 1, 2, 3분과 한냉자극의 제거 후 회복 1, 3, 5분에 있어서의 혈압, 광전 모세혈관 맥박 파고(photoelectric microcapillary pulse amplitude), 피부전기저항 및 분시심박수를 Narco Bio System사의 Mark IV Physiograph를 사용하여 측정하였다.

혈압은 23명은 좌우상박에서 나머지 37명은 침수하지 않은 우측상박에서만 electrophygmograph(ESG)를 사용하여 수축기 및 확장기 혈압을 측정하여 평균혈압을 계산하였다.

광전 모세혈관 맥박은 좌우수 약지에 적색 densitometry에 의한 photoelectric pulse pickup을 부착시켜 맥박의 파고를 측정하고 대조치에 대한 백분율로 표시하여 모세혈관 혈류량의 변화를 간접적으로 보고자 하였다.

피부전기저항(Galvanic skin resistance, GSR)은 좌우수 중지의 수장부위에 2개의 납으로 된 작은 전극을 부착시켜 GSR coupler type 7175에 연결하고 direct mode(직류저항)로 측정하였고 접지전극은 손목에 부착하였다. 좌측 중지는 물이 전극에 닿지않게 하기 위하여 고무주머니를 씌우고 와셀린과 반창고로 밀폐하였으며 침수하지 않은 우측 중지는 동일한 조건을 만들기 위하여 고무주머니를 씌웠다. GSR은 국소한냉자극에 의한 동통에 대한 자율신경의 긴장도와 혈관의

수축 및 이완을 간접적으로 보고자 하였다.

분시심박수는 Physiograph를 사용하여 심전도를 측정하고 제 5 흉부유도(V_5)에서의 R-R 간격을 사용하여 산출하였다.

하계의 실험은 동계의 피실험자중 50명을 대상으로 하였고 동계와 같은 방법으로 국소한냉자극을 가하여 침수전과 침수 1, 2분, 그리고 한냉자극의 제거 후 즉시, 3, 5분에 침수하지 않은 측 침수한 반대측 상박에서 평균혈압, 분시심박수, 광전 모세혈관 맥박 파고 등을 Physiograph를 사용하여 측정하였다.

성 적

동계 및 하계의 침수한 측과 반대측 상박에서의 평균혈압의 변화는 도표 1 및 그림 2와 같다. 침수시의 평균혈압은 대조치에 비하여 유의하게 증가($p < 0.01$)하였다. 동계에서 침수한 측은 침수 반대측보다 평균혈압이 더 크게 증가하였고 또한 하계에서의 침수 반대측의 평균혈압의 증가는 동계보다 컸다. 회복기에 있어 평균혈압은 감소하였고 동계에는 침수 및 침수 반대측의 평균혈압이 대조치 수준으로 회복됨을 보이거나 하계에는 대조치보다 더 낮은 수준까지 혈압이 감소하여 회복기 3분에는 유의한 차이($p < 0.05$)를 보였다.

동계 및 하계의 국소한냉자극시 분시심박수의 변화는 도표 2 및 그림 3과 같다. 침수시 분시심박수는 대조치에 비해 약간 증가하였고 동계에는 침수 2분, 하계에는 침수 1분에 최고치를 보여 침수시 분시심박수의 변화양상은 침수 반대측에 있어서의 동계 및 하계의 평균혈압의 변화와 일치하였다. 회복기에는 서서히 감소하여 대조치보다 낮은 수준을 보였다. 그러나 분시심박수의 전반적인 변화에 있어 유의성은 없었다.

동계 및 하계 실험의 광전 모세혈관 맥박 파고의 변화는 도표 3과 그림 4에서 보는 바와 같다. 침수시 모세혈관 맥박의 파고는 대조치에 비해 급격히 감소하였으며 동계에는 침수한 측에서 침수 반대측보다 더 큰 감소를 보였고 침수 3분까지 계속 감소하였다. 그러나 침수 반대측에서는 침수 1분에 최고로 감소한 후 서서히 증가하였다. 회복기에는 양측 모두 서서히 증가하나 회복기 5분에도 완전하게 회복하지는 못하였다. 하계에는 침수 반대측에 있어서 침수 및 회복기의 모세혈관 맥박 파고의 변화는 동계와 같은 양상을 보였으나 침수시 맥박 파고의 감소가 동계에 비하여 작았으며 회복기의 회복도 빨라 회복기 3분 및 5분에는 오히려

Table 1. Blood pressure(mean±SE) at immersed left arm in winter, and not-immersed right arm in winter and summer in cold pressor response

		Blood pressure(mmHg)						
		Control	During exposure			After exposure		
			1	2	3	1	3	5 min.
Winter	MP	90.3	101.5**	101.8**	100.0**	92.4	91.2	92.0
		1.88	2.07	2.31	2.17	1.79	1.73	2.05
		Immersed left arm	SP	119.6	129.4*	129.0*	128.7*	122.1
		2.56	2.49	3.09	3.21	2.29	2.57	2.74
n=23	DP	75.7	87.6**	88**	85.7**	77.5	76.6	77.5
		1.81	2.18	2.18	1.96	1.81	1.58	2.09
		MP	87.9	94.7**	96.0**	93.3**	88.9	88.2
		1.25	1.54	1.60	1.43	1.24	1.23	1.29
Not-immersed right arm	SP	116.1	121.8*	123.2*	121.6*	117.1	116.4	116.3
		1.83	2.00	2.07	1.95	1.74	1.74	1.76
		n=60	DP	73.7	81.5**	82.3**	79.3**	74.9
		1.19	1.57	1.52	1.34	1.17	1.16	1.26
Summer	MP	92.3	105.4**	104.1**	94.7*	—	89.1*	89.1
		1.13	1.50	1.65	1.31		1.10	1.15
		Not-immersed right arm	SP	116.5	128.4**	127.3**	119.5*	—
		1.38	1.80	1.87	1.64		1.37	1.36
n=50	DP	80.3	93.8**	92.5**	82.3*	—	77.4	77.6
		1.18	1.55	1.64	1.34		1.14	1.13

Note; MP=mean blood pressure, SP=systolic pressure, DP=diastolic pressure. Significance vs. control: *p<0.05 **p<0.01

: This value was obtained immediately after elimination of cold stimulus.

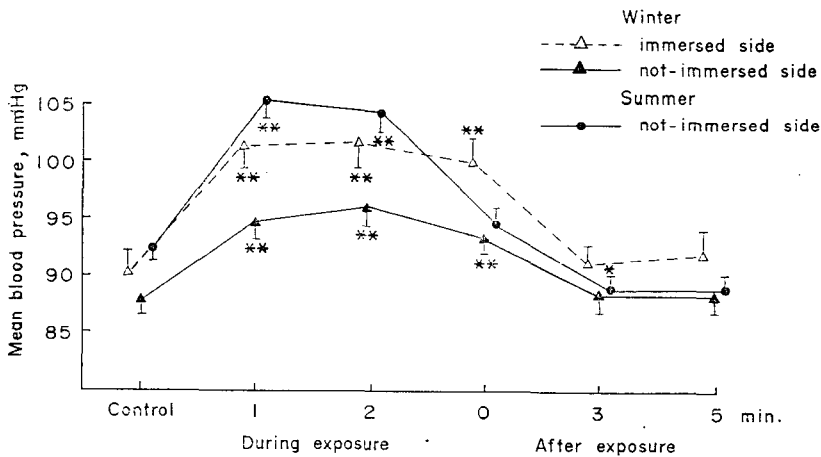


Fig. 2. Comparisons of mean blood pressure among the results obtained from immersed left arm in winter, and not-immersed right arm in winter and summer in cold pressor response. Significance vs. control: *p<0.05 **p<0.01

Table 2. Comparisons of heart rate(mean±SE) between results obtained from winter and summer experiments in cold pressor response

	Heart rate(per min.)						
	Control	During exposure			After exposure		
		1	2	3	1	3	5 min.
Winter n=60	74.2 2.47	76.8 2.53	76.6 2.55	78.8 2.48	75.0 2.60	75.1 2.20	75.2 2.74
Summer n=50	77.7 1.73	79.4 1.60	78.6 1.91	75.2* 1.97		75.9 1.86	74.6 1.73

*: This value was obtained immediately after elimination of cold stimulus.

Table 3. Comparisons of photoelectric capillary pulse amplitude(mean±SE) of the 4th finger in cold pressor response

	Capillary pulse amplitude(%)						
	Control	During exposure			After exposure		
		1	2	3	1	3	5 min.
Winter Immersed finger n=60	100	20.1 2.78	14.7 2.27	13.6 2.23	24.9 4.01	47.5 6.76	65.4 10.29
Not-immersed finger n=60	100	32.5 2.73	38.7 3.10	51.7 4.13	76.4 5.37	91.1 5.22	95.6 6.24
Summer Not-immersed finger n=50	100	37.7 2.92	43.2 3.89	65.0* 4.32		121.8 9.78	123.5 11.87

*: This value was obtained immediately after elimination of cold stimulus.

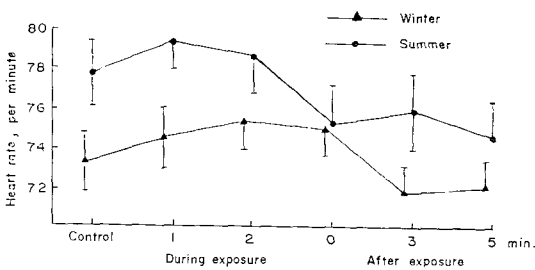


Fig. 3. Comparisons of heart rate between the results obtained in winter and summer in cold pressor response.

려 대조치보다 증가하였다.

피부전기저항은 동계의 실험에서만 측정하였으며 그 결과는 도표 4와 그림 5에서 보는 바와 같다. 안정시 즉 대조치의 피부전기저항은 양측에서 약 100 kΩ 정도였으며 침수시 침수한 측의 피부전기저항은 급격히 증가하였고 침수 3분까지 계속 증가하며 유의함(p<0.01)

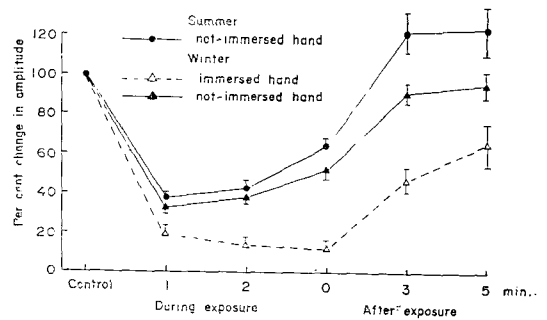


Fig. 4. Comparisons of the amplitude of capillary pulse of the fourth finger among the results obtained from immersed hand in winter, and not-immersed hand in winter and summer in cold pressor response.

을 보였다가 회복기에는 서서히 감소하였다. 그러나 침수 반대측의 피부전기저항은 침수시 오히려 감소하였고 그후 서서히 증가하여 회복기에도 계속 증가하였다.

Table 4. Changes of Galvanic skin resistance(GSR)(mean±SE) of the middle finger in cold pressor response

	GSR(kΩ)						
	Control	During exposure			After exposure		
		1	2	3	1	3	5 min.
Winter:							
Immersed finger n=60	98.2 12.96	146.2* 16.64	154.1* 17.96	161.7** 19.51	146.9* 17.49	138.3 16.66	131.3 16.11
Not-immersed finger n=60	105.8 11.65	102.3 12.09	102.2 11.96	105.7 12.15	110.7 12.38	117.9 12.59	119.9 13.08

Significance vs. control: *p<0.05 **p<0.01

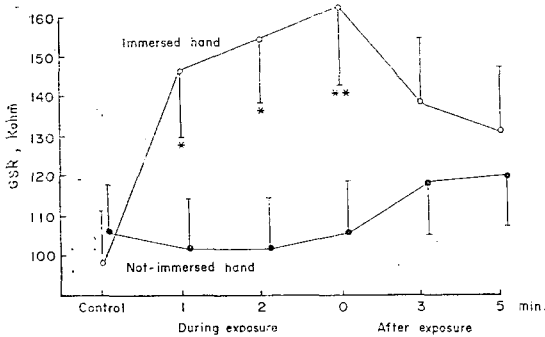


Fig. 5. Changes of GSR of the middle finger in cold pressor response. Significance vs. control: *p<0.05 **p<0.01

고찰

국소한냉자극이 전신 및 국소혈액순환에 미치는 영향에 대하여 제 1보⁴⁾에서도 고찰한 바 있다. 본 실험에서의 국소한냉자극시 평균혈압 및 분시심박수의 증가는 Drinkwater¹⁹⁾ 등^{8~10)}의 보고와 일치하며, 국소혈류량을 간접적으로 관찰한 광전 모세혈관 맥박 파고의 감소도 한냉자극시 국소혈류량이 감소한다는 다른 보고^{5~7)}와 일치한다. 또한 모세혈관 맥박 파고의 동계에서 침수한 측과 침수 반대측의 차이는 Buchanan 등²⁰⁾과 그의 다른 보고^{21~23)}에서 보는 바와 같이 한냉자극의 침수한 측에 대한 국소효과가 크게 가미된 결과로 보인다.

피부전기저항은 피부의 저항이나 전위의 일시적인 변화^{24, 25)}로 특히 한선의 분포와 밀접한 관계^{24~28)}가 있으며 대뇌의 정신적인 영향을 받는다^{24, 25, 29)}고 하고, 국소자극으로서 한냉은 피부전기저항을 증가^{24, 25, 30)}시키고 동통이나 고온은 이것을 감소시킨다^{24, 25)}고 한다.

또한 Bini 등³¹⁾은 vasomotor nerve와 sudomotor nerve(발한신경)의 전기적 활성도를 관찰하여 한냉한 조건에서는 sudomotor nerve의 sudomotor activity가 점차 감소하다가 사라지고 vasomotor nerve에서와 같은 vasoconstrictor activity가 나타나게 된다고 한다. 본 실험에서의 피부전기저항의 결과로서 국소한냉자극시는 한냉과 동통에 의한 반응이 동시에 작용할 것으로 생각되며, 침수하지 않은 측의 저항의 감소로 보아 전신적 반응은 동통에 의한 반응이 우세한 것으로 보이며 침수한 측의 피부전기저항의 큰 증가는 한냉자극에 대한 국소반응이 우세하게 나타난 결과로 생각된다.

LeBlanc 등^{15, 32, 33)}은 한냉에 적응시 교감신경성 반응은 감소하고 부교감신경성 반응이 증가하며 국소한냉자극에 의한 혈압의 증가는 감소한다고 한다. Page 및 Brown³⁴⁾은 10°C의 국소한냉자극시 혈류량이 비적응군에서는 감소하나 Eskimo 인에서는 큰 변화를 보지 못했다고 한다. 또한 Nelms 및 Soper³⁵⁾나 다른 보고자들^{36, 37)}은 British fish filleter³⁵⁾(영국의 생선 저미는 일꾼)나 arctic indian³⁶⁾(북극 토착민)에 있어서 국소한냉자극시 cold vasodilatation이 비적응군보다 더 빨리 나타나며 그 정도에 있어서도 더 크다고 한다. Krog 등³⁸⁾도 한냉에 적응시 vasoconstrictor activity가 감소한다고 하였다. 김 등³⁹⁾은 동계의 실험에서 회복기 혈압이 유의하게 감소한다고 하며 이는 동계에 있어서 한냉에 어느정도 적응이 되었기 때문이라고 하였다. 본 실험에서는 김 등³⁹⁾의 동계의 실험과 같은 회복기 평균혈압의 유의한 감소를 하계에서 보임으로서 김 등³⁹⁾의 한냉에 적응이 되었기 때문에 회복기 혈압이 하강한다는 보고와는 일치하지 않는다. 그리고 동계의 국소한냉자극시 평균혈압의 증가도가 하계보다 작은 것은 한냉에 적응시 나타나는 반응에 관한 다른 보고^{15, 32, 33)}와 일치한다고 할 수 있겠으나 동계에서의

회복기 평균혈압의 회복이 하계보다 느리며 침수시 적색 광전 모세혈관 맥박 파고(혈류량에 비례함)의 감소가 동계에서 더 크고 회복이 더 느린 것은 위의 보고들^{34~38)}과 일치하지 않는다. LeBlanc³²⁾도 한냉에 적응이 된 Gaspé fisherman(캐나다 어부)에서나 대조군에 있어서 하계에서 동계보다 국소한냉자극시의 혈압의 증가가 더 크다고 하였다. 본 실험에서 국소한냉자극시의 전신적 반응은 동통성 감각에 의한 반응이 한냉자극에 의한 반응보다 우세하게 나타남으로서 이러한 하계의 반응이 동계보다 큰 결과는 한냉자극에 대한 계절에 따른 외기온도와 침수온도와의 차이에 비례한 주관적 감각의 차이에 의한 것으로 보인다.

이상의 결과로 본 실험으로서는 동계에 있어서 한냉에 대한 적응은 나타나지 않는다고 하겠으며 동계와 하계의 국소한냉자극시 반응의 차이는 계절에 따른 외기온도와 한냉자극 온도의 차이에 의한 주관적 감각에 기인한 것으로 사료된다.

요 약

국소한냉자극이 전신 및 국소혈액순환에 미치는 영향과 동계에 있어서 한냉에 대한 적응을 관찰하기 위하여 동계 및 하계에 평균연령 21세의 남녀 대학생 각 60명 및 50명을 대상으로 5°C의 냉수에 일측 손을 담구어 3분간 국소한냉자극을 가하였다. 침수 1, 2, 3분과 회복기 1, 3, 5분에 침수한 측과 침수 반대측에서 평균혈압, 분시심박수, 광전 모세혈관 맥박의 파고, 피부전기저항을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

국소한냉자극시 혈압은 증가하였고 하계에서 동계보다 더 큰 증가를 보였다. 회복기에 동계는 서서히 대조치로 회복되나 하계에는 대조치보다 유의하게 감소하였다.

분시심박수는 침수시 증가하며 하계에서 동계보다 더 증가하였고 회복기에는 동계 및 하계 모두 대조치보다 감소하였다.

광전 모세혈관 맥박의 파고는 동계에는 침수 및 침수 반대측 모두 감소하였으나 침수한 측에서 더 크게 감소하였으며 이는 침수한 측에 있어서 한냉의 국소효과에 기인한 것으로 보인다. 하계에는 동계보다 작은 감소를 보였으며 회복기에는 더 빠른 회복을 보여 대조치보다 증가하였다.

피부전기저항은 침수시 침수 반대측에서는 감소하나 침수한 측에서는 유의하게 증가하였다가 회복기에 서서히 감소하였다. 침수 반대측의 감소는 동통에 의한 반응이 한냉에 의한 반응에 첨가되어 나타난 것으로

보이며, 침수한 측은 한냉에 의한 국소효과가 크기 때문인 것으로 보인다.

이상으로 5°C의 국소한냉자극시 전신적 반응은 한냉자극에 의한 동통성 stress에 기인한 반응이 우세한 것으로 생각되며 김 등³⁹⁾의 보고와는 달리 동계 및 하계의 반응의 차이는 계절에 따른 한냉자극에 대한 주관적 감각의 차이에 의한 것으로 동계에서 한냉기후에 의한 국소한냉자극의 적응현상은 나타나지 않는 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Hensel, H.: *Neural processes in thermoregulation*. *Physiol. Rev.* 53:948-1017, 1973.
- 2) Hertzman, A.B.: *Vasomotor regulation of cutaneous circulation*. *Physiol. Rev.* 39:280-306, 1959.
- 3) Selkurt, E.E.: *Basic Physiology for the Health Sciences*. Little, Brown and Co., Boston. 1975, p.554-557.
- 4) 박원균, 김승한, 권재수, 김연수, 배연희, 배재훈, 이명옥, 채의업 : 국소한냉자극이 전신 및 국소혈액순환에 미치는 영향. 제 1보. 계명의대논문집 2(2):1-10, 1983.
- 5) Bader, M.E., and J. Mead: *Effect of local cooling on finger blood flow in individuals exposed to warm ambient temperature*. *J. Appl. Physiol.* 3:508-512, 1950.
- 6) Greenfield, A.D.M., and J.T. Shepherd: *A quantitative study of the response to cold of the circulation through the fingers of normal subjects*. *Clin. Sci.* 9:323-347, 1950.
- 7) Rapaport, S.I., E.S. Fetcher, H.G. Shaub, and J.F. Hall: *Control of blood flow to extremities at low ambient temperatures*. *J. Appl. Physiol.* 2:61-71, 1949.
- 8) Thacker, E.A.: *A comparative study of normal and abnormal blood pressure among university students, including the cold-pressor test*. *Am. Heart J.* 20:89-97, 1940.
- 9) Whittow, G.C.: *The effect of different environmental and cold-bath temperature on the cold pressor response in man*. *J. Physiol.* 129:72-73, 1955.

- 10) Schottelius, B.A., and P.D. Schottelius: *Text-book of Physiology*. 17th ed. The C.V. Mosby Co. 1973, p. 290.
- 11) Glaser, E.M., and G.C. Whittow: *Retention in a warm environment of adaptation to localized cooling*. *J. Physiol.* 136:98-111, 1957.
- 12) LeBlanc, J.A., and F.J. Rosenberg: *Local and systemic adaptation to topical cold exposure*. *J. Appl. Physiol.* 11:344-347, 1957.
- 13) Brown, G.M., and J. Page: *The effect of chronic exposure to cold on temperature and blood flow of the hand*. *J. Appl. Physiol.* 5: 221-227, 1952.
- 14) Covino, B.G., and W.R. Beavers: *Cardiovascular response to hypothermia: Effect of cold acclimatization*. *Am. J. Physiol.* 191(1):153-156, 1957.
- 15) LeBlanc, J., S. Dulac, J. Coté, and B. Girard: *Autonomic nervous system and adaptation to cold in man*. *J. Appl. Physiol.* 39:181-186, 1975.
- 16) Hong, S.K.: *Pattern of cold adaptation in women divers of Korea(ama)*. *Federation Proc.* 32:1614-1622, 1973.
- 17) 백광세, 김진경, 한대석, 강복순, 홍석기 : 한냉 자극에 대한 한국해녀 혈관계 반응에 관한 연구. 대한생리학회지 3(1):59-66, 1969.
- 18) Paik, K.S., B.S. Kang, D.S. Han, D.W. Rennie, and S.K. Hong: *Vascular response of Korean ama to hand immersion in cold water*. *J. Appl. Physiol.* 32(4):446-450, 1972.
- 19) Drinkwater, B.L.: *Women at altitude. Cardiovascular response to hypoxia*. *Aviat. Space Environ. Med.* 53(5):472-477, 1982.
- 20) Buchanan, J.L., J.J. Cranly, Jr., and R.R. Linton: *Observations on the direct effect of cold on blood vessels in the human extremity and its relation to peripheral vascular disease*. *Surgery* 31:62-73, 1952.
- 21) Freeman, N.E.: *The effect of temperature on the rate of blood flow in the normal and in the sympathectomized hand*. *Am. J. Physiol.* 113:384-398, 1935.
- 22) Hertzman, A.B., and L.W. Roth: *The vaso-motor components in the vascular reactions in the finger to cold*. *Am. J. Physiol.* 136:669-679, 1942.
- 23) Folkow, B., R.H. Fox, J. Krog, H. Odelram, and O. Thoren: *Studies on the reactions of the cutaneous vessels to cold exposure*. *Acta Physiol. Scand.* 58:342-354, 1963.
- 24) Wang, G.H.: *The galvanic skin reflex. A review of old and recent works from a physiologic point of view. Part I*. *Am. J. Physiol. Med.* 36:295-320, 1952.
- 25) Wang, G.H.: *The galvanic skin reflex. A review of old and recent works from a physiologic point of view. Part II*. *Am. J. Physiol. Med.* 37:35-55, 1958.
- 26) 김우겸 : Na 이온부하에 의한 흰쥐의 피부전기저항의 변화. 서울의대잡지 4(4):19-21, 1963.
- 27) Catania, J.J., L.W. Thompson, H.A. Michalewski, and T.E. Bowman: *Comparisons of sweat gland counts, electrodermal activity, and habituation behavior in young and old groups of subjects*. *Psychophysiology* 17(2):146-152, 1980.
- 28) Adams, T., and J.A. Vaughan: *Human eccrine sweat gland activity and palmar electrical skin resistance*. *J. Appl. Physiol.* 20(5):980-983, 1965.
- 29) 주영명, 손광현, 심동원, 채의업 : 수술로 인한 GSR 변화. 항공의학 15(2):23-30, 1967.
- 30) Edelberg, R., and N.R. Burch: *Skin resistance and Galvanic Skin Response*. *Arch. Gen. Psychiat.* 7:163-169, 1962.
- 31) Bini, G., K.E. Hagbarth, P. Hynninen, and B.G. Wallin: *Regional similarities and differences in thermoregulatory vaso- and sudomotor tone*. *J. Physiol.* 306:553-565, 1980.
- 32) LeBlanc, J.: *Local adaptation to cold of Gaspé fisherman*. *J. Appl. Physiol.* 17(6):950-952, 1962.
- 33) LeBlanc, J., J. Coté, S. Dulac, and F. Dulong-Turcot: *Effects of age, sex, and physical fitness on responses to local cooling*. *J. Appl. Physiol.* 44(5):813-817, 1978.
- 34) Page, J., and G.M. Brown: *Effect of heating*

- and cooling the legs on hand and forearm blood flow in the Eskimo. *J. Appl. Physiol.* 5:753-758, 1952.
- 35) Nelms, J.D., and D.J.G. Soper: *Cold vasodilatation and cold acclimatization in the hands of British fish filleters.* *J. Appl. Physiol.* 17(3): 444-448, 1962.
- 36) Elsner, R.W., J.D. Nelms, and L. Irving: *Circulation of heat to the hands of arctic indians.* *J. Appl. Physiol.* 15(4):662-666, 1960.
- 37) Adams, T., and R.E. Smith: *Effect of chronic local cold exposure on finger temperature responses.* *J. Appl. Physiol.* 17(2):317-322, 1962.
- 38) Krog, J., B. Folkow, R.H. Fox and K.L. Andersen: *Hand circulation in the cold of Lapps and North Norwegian fishermen.* *J. Appl. Physiol.* 15(4):654-658, 1960.
- 39) 김상표, 남상욱, 최경돈, 최요한, 최현욱, 한정애, 박원균, 채의업 : 운동부하 및 각종 신체조건이 혈압 및 ECG에 미치는 영향. 제 1보. 계명의 논문집 1:72-88, 1982.