

한냉자극에 의한 남녀 대학생의 혈관계 반응*

계명대학교 의과대학 생리학교실

박원균 · 강영숙** · 권오영** · 김형태** · 박근수**
서인옥** · 손형석** · 이원기** · 이진경** · 채의업

=Abstract=

Differences of Cardiovascular Responses to Hand Cooling between Male and Female

Won Gyun Park, Young Suk Kang, Oh Young Kwon, Hyoung Tae Kim, Geun Soo Park,
In Ok Seo, Hyoung Seok Son, Won Kee Lee, Jin Kyong Lee and E Up Chae

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

The response to thermal stress was studied by many investigators for sex differences relevant to the subcutaneous fat thickness, vascular reaction and hormonal levels. There have been many studies reported on women's response to heat condition, on the contrary relatively few study was reported on response to cold condition. Recently, interests on women's response to cold condition has increased.

This study was investigated to evaluate the differences of cardiovascular responses to hand cooling between the male and the female. Thirty four men and thirty one women whose mean age was 21.6, were exposed to 10°C water by the immersion of the left hand for 5 minutes. Before cooling hand, the hand was immersed into water of 32°C as thermoneutral zone to neglect the effect of hand immersion without cold. The measurements were made to blood pressure, heart rate, Galvanic skin resistance(GSR), amplitude of photoelectric pulse(AP), sublingual and skin temperature, and skinfold thickness.

The results obtained are as follows:

In resting state, blood pressure was lower in female than in male, particularly systolic pressure was significant. During the hand cooling, the increase of blood pressure in female was less than in male and the recovery was faster.

Changes of the heart rate were not significant in both female and male.

GSR was slightly decreased in both male and female at the first minute of the immersion, but decreased more in female at the third minutes.

AP was decreased in both sex during the hand immersion and there was significant correlation between the mean decrement of AP and maximum decrement of skin temperature in ipsilateral finger. This indicates that the skin temperature of immersed hand in both male and female is depend upon the amount of blood flow. The recovery of AP was faster in female during the third to fifth minutes of the recovery period, and the skin temperature of forearm and finger of the

* 본 논문은 1984년도 계명대학교 동산의료원 임상연구 보조비로 이루어졌음.

* 본 논문의 요지는 1984년도 전국의치약학분야 대학생 학술대회에서 발표하였음.

**생리학 학생 교실원

immersed side was rather higher in female than in male.

Mean skinfold thickness of female was significantly thicker than male, but in forearm the difference of skinfold thickness was little. Mean skinfold thickness and maximum decrement of skin temperature of the immersed hand were not related to each other during the immersion.

In summary, the difference of responses between male and female to hand cooling is seemed due to the difference of vascular reaction since the female has less peripheral vascular changes and a tendency of their faster recovery. The difference of the mean skinfold thickness between both sex did not influence on the response to the local hand cooling.

서 롬

국소한냉자극에 따른 체온 조절계의 반응은 시상 하부의 지배를 받아 전신 및 국소적으로 나타나며, 주로 한선 및 피부 혈관계를 통하여 나타난다¹⁾. 또한 한선 및 피부 혈관계의 반응은 서로 밀접한 관계에 있으며, 한선의 작용은 부교감 신경성 이지만 교감신경계의 콜린동작성 성유의 영향을 받는다¹⁾.

국소한냉자극시 교감신경의 흥분으로 혈관은 수축²⁾되고 혈류량은 감소³⁻⁵⁾하며, 수축기 및 확장기 혈압이 증가한다⁶⁾고 한다. 또한 피부의 발한 정도가 일어난다¹⁾.

온도 변화에 따른 남녀의 반응에는 차이가 있으며, 이는 호르몬과 피하 지방층의 두께의 차이에 의한다⁷⁾고 한다. 또한 LeBlanc 등⁸⁾은 국소한냉자극에 따른 혈관계 반응의 남녀 차이를 보고하였다.

이러한 남녀에 따른 반응의 차이에 대한 보고는 따뜻한 조건(heat condition)에 대한 것이 대부분⁹⁻¹²⁾이며, 한냉자극에 대한 보고도 주로 남자를 대상으로 한 것이었고, 최근에 와서 한냉자극시 여자에 있어서 남자와의 반응의 차이가 상당한 관심의 대상이 되고 있다.

본 실험은 남녀에 있어서 10°C의 물에 일축 손을 담구어 한냉자극을 가하고 혈압, 분시심박수, 피부 전기저항, 광전매박의 파고, 체온 및 피부온도를 측정하여 남녀에 따른 한냉반응의 차이 여부를 관찰하고자 했다.

재료 및 방법

본 실험은 21.6±0.20(SE)세의 건강한 남녀 대학생 중 남자 34명, 여자 31명을 대상으로 하였고, 이들의 평균 신장은 남자가 172.7±0.76 cm, 여자는 158.7±0.77 cm였으며 평균 체중은 남자가 60.9±1.12 kg, 여자가 49.4±0.85 kg 이었다.

실험은 실내온도가 25~29°C인 실험실에서 수조에 물을 채우고 얼음으로 수온을 10°C로 유지시키면서 좌수를 손목부위까지 수조에 담구어 5분간 한냉자극을 가하였고, 침수 전파 후 그리고 회복기에서 혈압, 분시심박수, 피부 전기저항(Galvanic skin resistance: GSR), 광전매박의 파고(Photoelectric pulse amplitude), 체온 및 피부온도를 Narco Bio System 사의 Mark IV Physiograph를 사용하여 측정하였고, 피부두께두께(Skinfold thickness)를 Lange skinfold caliper를 사용하여 측정하였다.

양와위에서 충분한 기간 휴식을 취하게 한 다음 측정한 값으로 대조치를 삼았고, 침수 동작에 의한 영향을 판찰하기 위해 열중립대(thermal neutral zone)에 해당하는 32°C의 물에 5분이상 담구어서 피부온도와 피부 전기저항이 안정되었을 때 1회 측정하였고, 10°C의 물에 좌수를 침수시켜 침수 1, 3, 5분과 한냉자극의 제거 후 회복 1, 3, 5, 10분에 있어서의 상기 종목을 측정하였다.

혈압은 우측 상박에서 electrosphygmograph (ESG)를 사용하여 수축기 및 확장기 혈압을 측정하였다.

광전매박 파고는 말초동맥의 혈류량을 보기 위한 것으로 좌우수 약지에 적색 densitometry에 의한 광전매박 측정계(photoelectric pulse pickup)을 부착시켜 매박의 파고를 측정하고 대조치에 대한 백분율로 표시하였다.

피부 전기저항은 우측 중지의 수장 부위에 납으로 된 작은 전극을 부착시켜 GSR coupler type 7175에 연결하고 적류저항(direct mode)으로 측정하였고 점지전극은 손목에 부착하였다.

체온 및 피부온도는 YSI 701과 709 thermistor를 사용하여 설하(sublingual), 좌우측 전박 즉 전주와(antecubital fossa)의 하방 5cm 부위, 그리고 좌측 수지(index finger)의 원위측 수장 부위에서 측정하였다.

분시심박수는 광전매박 파고의 기록을 이용하여

산출하였다.

피부두껍두께는 피하지 방증을 재는 방법으로 상박(arm), 등(back), 복부(abdomen), 허리(waist)의 네 곳에서 측정하여 그 평균값(mean skinfold thickness)을 계산하였다. 측정 부위로는 상박의 후면 중간부위, 등은 견갑골 최하단, 복부는 유선과 늑골호의 교차부위, 그리고 허리는 iliac crest 바로 위에서 측정하였다. 또한 전주와의 하방 5cm 부위에서도 피부두껍두께를 측정하여 수장부위의 피하지방의 두께를 보고자 했다.

성 적

32°C 및 10°C의 물에 침수시, 남녀에 있어서 혈압 및 분시심박수의 변화는 표 1과 그림 1 및 2와 같다. 수축기 혈압은 남자는 대조치 119±2.03mmHg, 여자는 112.7±1.72mmHg에서, 32°C 물에 침수시 117.3±2.08mmHg, 112.4±1.77mmHg로 남녀 모두 약간 감소하였다. 10°C에서는 침수 1분에 남녀 모두 급격히 증가하였고, 남자는 계속 증가하여 침

Table 1. Changes of blood pressure(mmHg) and heart rate(per minute) during hand immersion into cold water

	Control	32°C water					10°C water immersion			Recovery period		
		1	3	5	1	3	1	3	5	10 min.		
Male	S. P. M±n=31 SE	119 2.03	117.3 2.08	129.7** 2.47	130.0** 2.60	126.6* 2.21	119.8 1.88	118.4 2.18	116.5 1.95	116.3 1.90		
	D. P. M±n=31 SE	67.1 1.57	67.1 1.42	84.8** 2.29	83.6** 2.58	78.0** 1.89	69.9 1.58	68.4 1.50	67.8 1.78	70.2 1.26		
	H. R. M±n=34 SE	68.3 1.70	67.6 1.49	70.1 1.51	69.0 1.45	68.5 1.39	67.5 1.48	66.1 1.42	65.4 1.63	64.6 1.28		
Female	S. P. M±n=31 SE	112.7 1.72	112.4 1.77	121.4** 2.07	117.7 1.93	115.3 1.94	111.9 1.97	111.0 2.16	110.4 1.91	111.4 1.92		
	D. P. M±n=31 SE	65.7 1.31	66.6 1.28	76.2** 1.69	72.3** 1.36	67.4 1.18	66.0 1.36	64.0 1.51	64.4 1.14	64.9 1.17		
	H. R. M±n=31 SE	72.2 1.89	71.6 1.85	71.0 1.86	72.0 1.98	71.0 1.93	69.6 1.83	70.8 1.89	69.4 1.72	69.6 1.84		

Note: S. P. =systolic pressure, D. P. =diastolic pressure, H. R. =heart rate

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

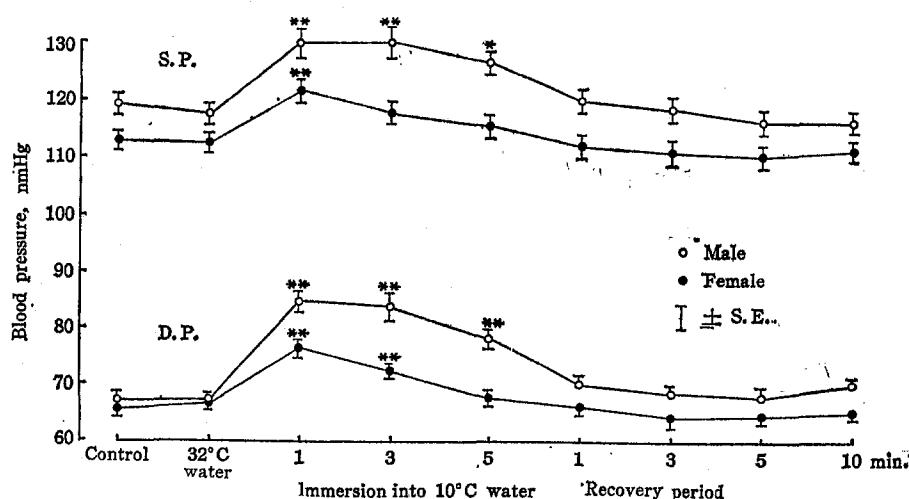


Fig. 1. Changes of blood pressure during the hand immersion into cold water: S. P. =systolic pressure, D. P. =diastolic pressure.

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

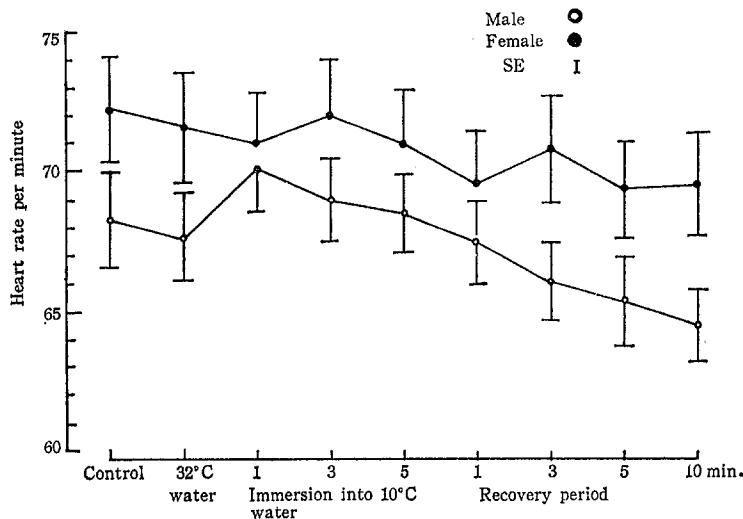


Fig. 2. Changes of heart rate during the hand immersion into cold water.

Table 2. Changes of Galvanic skin resistance(GSR: kΩ) of middle finger during hand immersion into cold water

		Control 32°C water				10°C water immersion				Recovery period			
		1	3	5	1	3	5	10 min.					
Male n=22	M±	89.3	98.9	96.3	95.6	94.7	96.8	98.2	100.7	100.1			
	SE	13.68	14.33	14.33	15.29	14.80	15.03	14.83	14.82	14.28			
Female n=25	M±	88.8	93.7	91.6	84.1	90.5	90.0	89.4	89.7	84.3			
	SE	13.94	13.74	14.47	12.61	13.13	13.86	13.53	13.53	14.10			

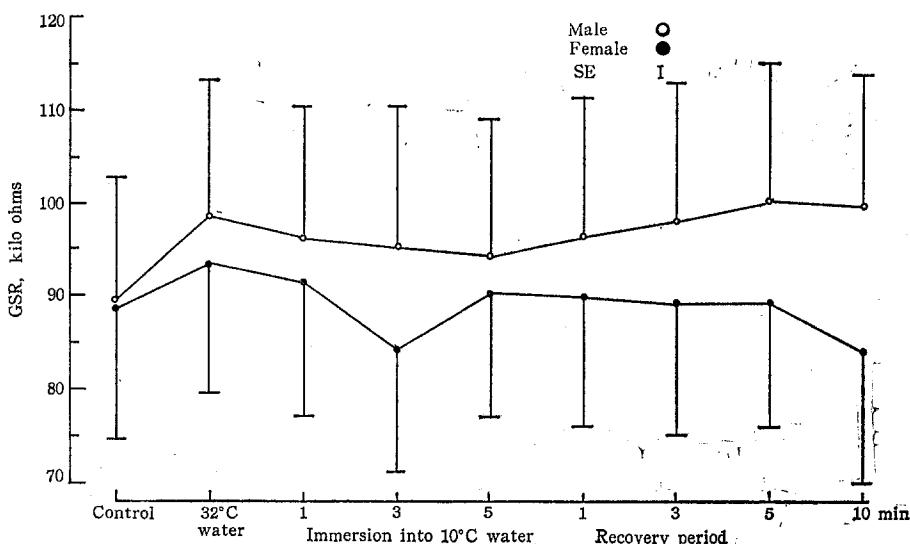


Fig. 3. Changes of GSR during the hand immersion into cold water. GSR was obtained at the right middle finger.

수 3분에 130.0 ± 2.60 mmHg로 최고치에 이르나, 여자는 1분에 121.4 ± 2.07 mmHg로 최고치에 이른 후 남자보다 빨리 감소하였으며 남자는 침수 1, 3, 5분에, 여자는 침수 1분에서 대조치에 비하여 혈압의 증가가 유의함($p < 0.01$)을 보였다. 회복기에는 남녀 모두 대조치 이하로 감소하나 유의하지는 않았다.

확장기 혈압은 32°C 물에 침수시 남자는 대조치 67.1 ± 1.57 mmHg, 여자는 65.7 ± 1.31 mmHg에서 67.1 ± 1.42 mmHg, 66.6 ± 1.28 mmHg로 남자에서는 변화가 없었으나 여자에서는 약간 증가하였다. 10°C 에 침수시 확장기 혈압은 급격히 증가하여 남녀 모두 84.8 ± 2.29 mmHg, 76.2 ± 1.69 mmHg로 각각 최고치에 이른 후 감소하나 남자에서의 감소가 여자보다 더 느려, 남자는 침수 1, 3, 5분에, 여자는 침수 1, 3분에 혈압의 증가가 유의성($p < 0.01$)을 보

였다. 회복기에는 남녀 모두 감소하였고, 여자는 대조치 이하로 감소하였으나 유의하지는 않았다. 남녀 사이에는 대조치에서 수축기 및 확장기 혈압이 남자가 여자보다 높았고 수축기 혈압은 여자보다 유의하게($p < 0.05$) 높았다. 침수시에 남자의 혈압의 증가는 여자보다 커졌으며 회복도 더 느려 수축기 혈압은 침수 3분에서, 확장기 혈압은 침수 1, 3, 5분에 남녀 간의 유의한 차이($p < 0.01$)를 보였다.

분시심박수는 32°C 에서는 남녀 모두 약간 감소하였고, 10°C 물에 침수시 남자는 증가 후 감소하나 여자는 약간 감소한 후에 증가하였다. 그러나 전반적으로 분시심박수의 유의한 변화는 없었다.

피부 전기저항의 변화는 표 2와 그림 3에서 보는 바와 같다. 남자에서는 대조치가 89.3 ± 13.68 k Ω 이었고, 32°C 물에서는 약간 증가 후 10°C 물에 침수시는 감소하기 시작하여, 침수 5분경에 $94.7 \pm$

Table 3. Percent changes of photoelectric pulse amplitude of 4th finger during hand immersion into cold water

		Control	32°C water	10°C water immersion				Recovery period			
				1	3	5	1	3	5	10 min.	
Male	Right M \pm n=33 SE	100	76.6 3.93	18.9 2.55	30.0 3.59	45.9 3.58	56.1 3.77	67.2 4.85	71.9 4.76	77.0 5.62	
	Left M \pm n=31 SE	100	72.0 5.30	12.4 1.96	12.0 2.31	15.7 3.47	20.3 4.55	38.2 5.82	52.8 5.86	79.5 7.08	
Female	Right M \pm n=29 SE	100	86.2 6.12	26.8 4.15	43.4 5.56	60.9 5.67	66.2 6.34	94.2 8.44	100.3 10.70	83.3 7.69	
	Left M \pm n=30 SE	100	65.6 5.37	14.2 2.12	10.9 2.03	12.7 2.56	12.9 2.40	38.1 5.14	64.1 9.90	79.6 10.39	

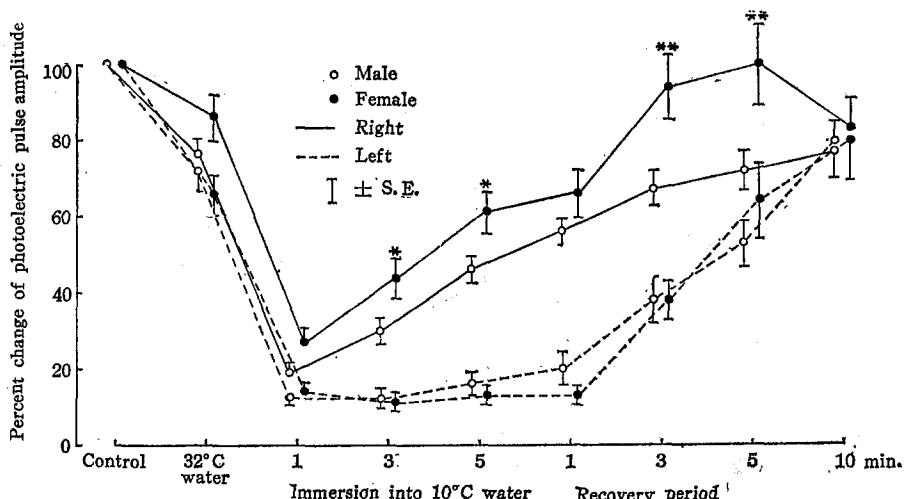


Fig. 4. Percent changes of photoelectric pulse amplitude on the 4th finger during the hand immersion into cold water. Left indicates immersed hand.
Significance of female vs. male: * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

Table 4. Changes of sublingual and skin temperature(°C) during hand immersion into cold water

		Control water	32°C			10°C water immersion			Recovery period			
			1	3	5	1	3	5	10 min.			
Male	S. T. M± n=32 SE	37.03 0.047	37.05 0.045	37.01 0.038	37.06 0.051	37.05 0.044	37.04 0.043	37.05 0.043	37.03 0.046	37.00 0.049		
	R. A. M± n=32 SE	32.4 0.21	32.5 0.18	32.4 0.20	32.3 0.19	32.3 0.21	32.3 0.21	32.2 0.21	32.1 0.21	32.2 0.21		
	L. A. M± n=34 SE	32.4 0.24	32.2 0.25	32.0 0.27	31.8 0.30	31.4* 0.31	31.0** 0.33	30.5** 0.31	30.4** 0.32	30.5** 0.30		
	L. F. M± n=34 SE	32.6 0.34	32.3 0.29	17.6** 0.36	14.5** 0.33	14.6** 0.35	17.8** 0.67	21.9** 0.91	24.7** 0.91	27.5** 0.80		
Female	S. T. M± n=29 SE	37.09 0.049	37.08 0.051	37.08 0.051	37.06 0.051	37.08 0.052	37.08 0.049	37.07 0.047	37.08 0.050	37.06 0.054		
	R. A. M± n=29 SE	32.1 0.21	32.0 0.23	31.9 0.23	31.8 0.25	31.8 0.25	31.8 0.25	31.8 0.25	31.7 0.27	31.6 0.30		
	L. A. M± n=29 SE	32.0 0.31	31.8 0.30	31.6 0.32	31.3 0.32	31.1 0.33	30.8* 0.35	30.6** 0.36	30.5** 0.37	30.4** 0.34		
	L. F. M± n=30 SE	32.0 0.48	31.7 0.39	16.5** 0.45	14.0** 0.39	14.1** 0.35	17.3** 0.61	22.3** 0.93	25.4** 0.93	27.1** 0.79		

Note: S. T. =sublingual temperature, R. A. =right forearm, L. A. =left forearm, L. F. =left finger
Significance vs. control: *p<0.05 **p<0.01

14. 80kΩ 까지 감소하였다. 회복기에는 5분까지 점차로 증가한 후 10분에는 다시 감소하였다. 여자에서는 대조치가 88.8±13.94kΩ 으로 남자와 비슷하였고, 32°C 물에서는 약간 증가 후 10°C 물에 침수시 1분까지는 남자와 비슷한 감소율을 보였으나, 침수 3분에는 남자와는 달리 84.1±12.61kΩ 까지 급격하게 감소하였고 그 후 침수 5분에는 증가하였다. 회복기에는 5분까지 큰 변화를 보이지 않았고 10분에는 약간 감소하였다. 그러나 전반적으로 피부 전기저항은 남녀 모두 유의한 변화는 없었다.

광전매박의 파고는 대조치를 100%로 하여 각 파고의 백분율로 표시하였으며 표 3과 그림 4에서 보는 바와 같다. 32°C 물에 침수시 광전매박의 파고는 남자가 우측 76.6±3.93%, 좌측 72.0±5.30%로 좌우측 수지에서 별 차이를 보이지 않았고, 여자는 우측이 86.2±6.12%로 남자보다 높았으나, 좌측은 65.6±5.37%로 남자보다 낮았다. 10°C 물에 침수시 우측 수지의 광전매박의 파고는 급격히 감소하여 침수 1분에 남자는 18.9±2.55%, 여자는 26.8±4.15%로 최고로 감소한 후 회복되는 경향을 보였고, 회복기 동안에도 계속 증가하였다. 여자는 광전매박 파고가 전 실험을 통하여 남자보다 높게 나타났으며, 회복이 남자보다 빨라 침수 3, 5분과 회복기 3, 5분에는 남자보다 유의한 차이(p<0.05)를 보였다. 좌측 수지의 광전매박 파고는 10°C 물에 침

수시 1분에는 급격히 감소한 후 침수 3분까지 계속 감소하여 남자 12.0±2.31%, 여자 10.9±2.03%로 최고로 감소하였고, 침수 5분에도 3분에 비해 약간

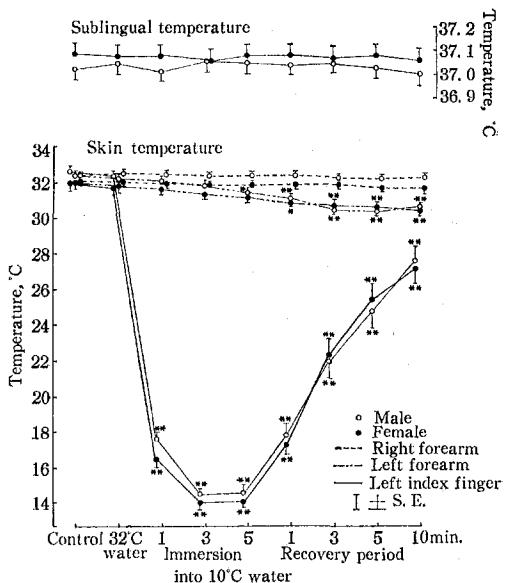


Fig. 5. Changes of sublingual temperature and skin temperature during the hand immersion into cold water. The left hand was immersed and the data of unimmersed right forearm was shown as control. Significance vs. control: *p<0.05 **p<0.01

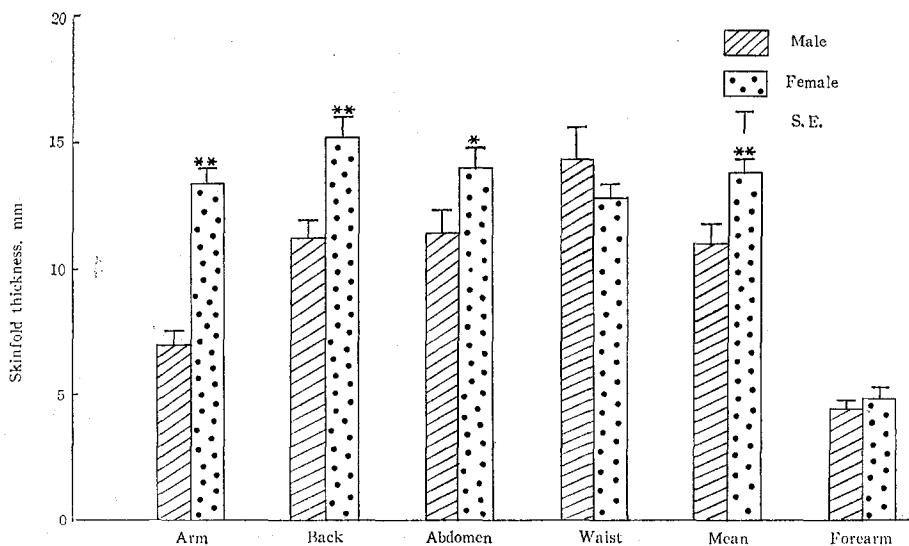


Fig. 6. Comparisons of the skinfold thickness between male and female.
Significance of female vs. male: * $p<0.05$ ** $p<0.01$

증가하나 우측과는 달리 침수 1, 3, 5분 동안에 낮은 상태를 유지하였다. 회복기에는 남녀에 있어서 회복되는 경향을 보였고, 회복기 3, 5분에는 여자의 회복이 남자보다 더 빠른 것으로 나타났다.

체온 및 피부온도의 변화는 표 4 및 그림 5와 같다. 체온은 대조치가 남자는 $37.03 \pm 0.047^\circ\text{C}$ 이고 여자는 $37.09 \pm 0.049^\circ\text{C}$ 였으며, 32°C 및 10°C 에 침수시와 회복기 동안에 체온은 대조치에 비해 별 변화를 보이지 않았다. 그리고 전 실험을 통하여 여자의 체온이 남자보다 약간 높게 유지되었다. 좌측 전 박의 피부온도는 대조치가 남자는 $32.4 \pm 0.21^\circ\text{C}$, 여자는 $32.1 \pm 0.21^\circ\text{C}$ 였고, 10°C 의 물에 침수시와 회복기 전반을 통하여 서서히 감소하여 남자는 회복기 5분에 최고로 감소한 후 10분에는 약간 증가하나, 여자는 회복기 10분까지 계속 감소하였다. 남녀 모두 전반적으로 유의한 변화는 없었다. 좌측 전 박의 피부온도는 대조치가 남자에서는 $32.4 \pm 0.24^\circ\text{C}$, 여자에서는 $32.0 \pm 0.31^\circ\text{C}$ 로 우측 전 박과 비슷하며, 실험을 통하여 남녀에서 우측과 같은 변화 양상을 보였으나 감소의 정도가 커서 남자는 10°C 물에 침수 5분부터, 여자는 회복기 1분부터 대조치에 비하여 유의하게 ($p<0.01$) 감소하였다. 좌측 수지의 피부온도는 대조치가 남자 $32.6 \pm 0.34^\circ\text{C}$, 여자 $32.0 \pm 0.48^\circ\text{C}$ 로 좌우측 전 박과 비슷한 온도를 보였고, 32°C 물에 침수시에는 약간 감소 후, 10°C 물에 침수시 급격히 감소하여 침수 3분

에 남자는 $14.5 \pm 0.33^\circ\text{C}$, 여자는 $14.0 \pm 0.39^\circ\text{C}$ 로 최저치에 이르러 침수 5분까지 지속되다가 회복기에 증가하기 시작하여 10분까지 계속 증가하였다. 좌측 수지의 피부온도 변화는 대조치에 비해 침수 1분부터 회복기 10분까지 남녀 모두 유의함 ($p<0.01$)을 보였다. 그리고 좌우측 전 박과 좌측 수지의 피부온도는 체온과는 달리 대조치에서 여자가 남자보다 낮았으나 유의한 차이는 없었다. 32°C 와 10°C 물에 침수시에 있어서 여자가 남자보다 낮은 상태를 유지하였으며 대조치에서와 비슷한 남녀 차이를 보였다. 그러나 회복기에서는 3, 5분에 좌측 전 박과 수지의 피부온도는 남자가 여자보다 낮았다.

폐하 지방층의 두께를 보기 위한 남녀의 피부두겹 두께는 그림 6과 같으며 상박, 등 및 복부의 피부두겹은 남자가 $6.9 \pm 0.55\text{mm}$, $11.0 \pm 0.59\text{mm}$, $11.3 \pm 0.92\text{mm}$ 로 여자의 $13.2 \pm 0.54\text{mm}$, $15.1 \pm 0.73\text{mm}$, $13.9 \pm 0.76\text{mm}$ 보다 유의하게 ($p<0.05$) 얇았으나, 허리의 피부두겹은 남자가 $14.2 \pm 1.23\text{mm}$ 로 여자의 $12.7 \pm 0.54\text{mm}$ 보다 약간 두꺼웠고 유의한 차이는 아니었다. 동시에 평균 피부두겹의 두께도 남자가 $10.9 \pm 0.73\text{mm}$ 로 여자의 $13.7 \pm 0.55\text{mm}$ 보다 유의하게 ($p<0.05$) 얇았다. 침수한 손의 피부두겹은 측정하기 어려우므로 동측 전 박의 피부두겹을 측정한 결과 남자가 $4.4 \pm 0.28\text{mm}$, 여자가 $4.8 \pm 0.40\text{mm}$ 로 여자가 약간 두꺼우나 상박과는 달리 유의한 차이는 없었다. 또한 평균 피부두겹의 두

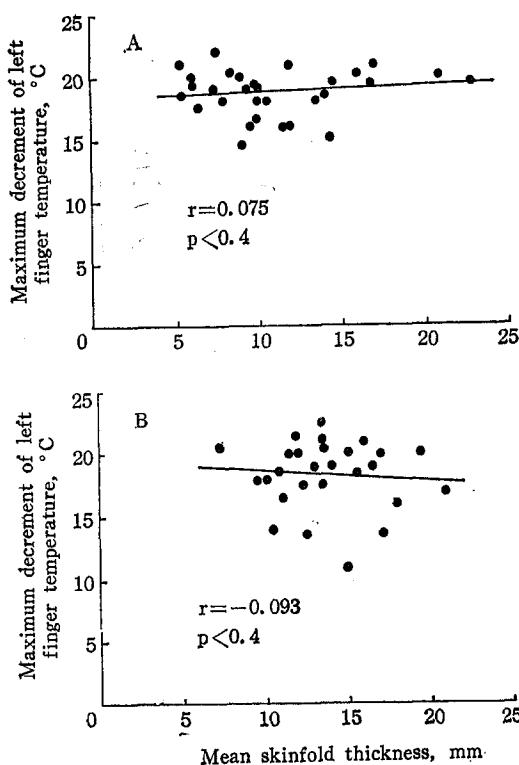


Fig. 7. Relationship between mean skinfold thickness(in mm) and maximum decrement of left index finger temperature($^{\circ}\text{C}$) in male(A) and female(B) during hand immersion into cold water. Correlation coefficient(r) and significance(p) are included.

계로서 산출한 체지방의 체중비 함량은 남자가 $18.0 \pm 0.66\%$, 여자가 $20.6 \pm 0.50\%$ 로 여자가 유의하게 ($p < 0.01$) 많았다.

평균 피부두겹두께와 10°C 물에 침수동안의 좌측 수지 피부온도의 최대 감소 정도와의 상관관계는 그림 7에서 보는 바와 같으며, 남녀 모두 상관관계를 보이지 않았고, 이는 평균 피부두겹의 두께와 비례한 총지방량에 의한 체피부 절연도가 일률 손의 한냉자극에 의한 침수측 수지 피부온도의 감소에는 별 영향을 미치지 못하였음을 알 수 있다. 그러나 그림 8에서 보는 바와 같이 10°C 물에 침수시 좌측 광전액박과고의 평균 감소도와 좌측 수지 피부온도의 최대 감소도 사이에는 남자에서 유의한 상관관계 ($p < 0.05$)를 보이며 여자에게서도 유의하지는 않으나 어느 정도의 상관관계 ($p < 0.1$)를 나타내며, 침수시 좌측 수지 피부온도의 감소는 광전액박과고, 즉 피부혈류량의 감소도가 를수록 침수측의 피부온도도 감소하였다.

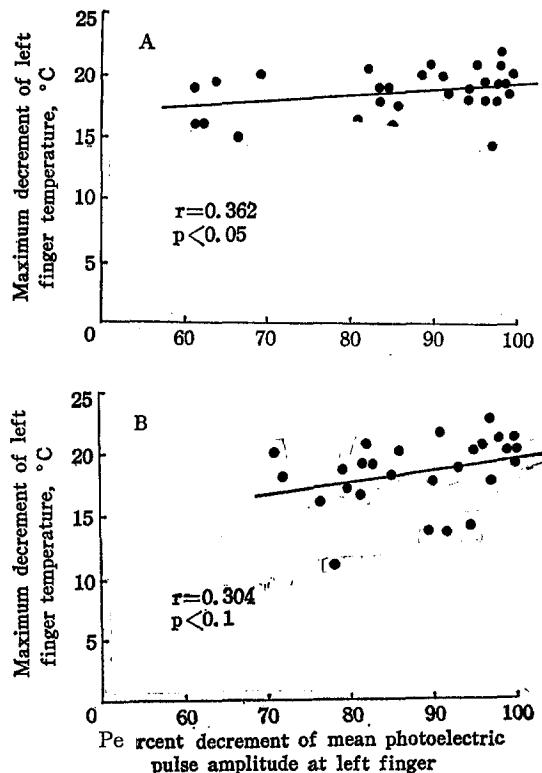


Fig. 8. Relationship between percent decrement of mean photoelectric pulse amplitude and maximum decrement of left index finger temperature($^{\circ}\text{C}$) in male(A) and female(B) during hand immersion into cold water. Correlation coefficient(r) and significance(p) are included.

고 찰

Nunneley⁷⁾는 남녀에 있어서 체온 조절계 반응의 차이는 호르몬 수준, 인체 비교학적 요인과, 체구 성에 의한다고 보고했으며, LeBlanc 등⁸⁾은 혈관반응에 남녀의 차이가 있다고 보고했다.

호르몬 수준에 있어서 testosterone은 발한을 촉진시키고 estradiol은 발한을 억제시킨다¹³⁾고 한다. Bittel과 Henane¹²⁾은 배란 후기(postovulatory period)에 있는 여자에서는 체열의 보존이 더 잘되므로 발한의 시작이 늦고 한선의 민감성이 감소하여 중심 체온의 증가가 나타난다고 하였다.

Nunneley⁷⁾도 배란 후기 동안에는 배란 전기(preovulatory period)와 비교하여 안정시의 기초 중심 체온이 평균 0.3°C 상승한다고 하였다. 그러나

배란 후기 동안 온도 자극을 가했을 때도 이러한 기초 체온 상승이 일어나는지에 대해서는 확실하지 않다. 즉 어떤 보고^{11,12)}는 이를 긍정하나, 다른 보고자^{14,15)}는 이를 부정하였다.

인체 비교학적 요인과 체구성에 대한 남녀 차이에 대한 보고⁷⁾에 의하면, 여자는 남자보다 끌격이 작고, 몸무게에 대한 체표면적의 비가 10~25% 크다고 하며 또한 여자는 남자보다 체지방의 체중비 함량(%)이 높다고 보고했다. 또한 체지방 함량은 피부두겹의 두께와 유의한 상관관계를 가지고 있으므로 피부두겹의 두께로써 체지방 함량을 대신 할 수 있다¹⁶⁾고 한다. 본 실험에서의 체지방의 체중비 함량이 남자의 18.0%에 비해 여자는 20.6%로 유의하게 높은 것은 Gran¹⁷⁾과 Nunneley⁷⁾의 보고와 일치한다. 또한 평균 피부두겹의 두께가 여자에서 남자에 비해 유의하게 두꺼운 결과도 위의 보고들과 일치한다.

피하지 방증 두께는 약한 한냉에 있어서의 최대 조직절연(maximal tissue insulation)을 결정한다^{7,18)}고 한다. 즉 피하지 방증 두께는 한냉에 대해 장벽을 형성하여 절연의 효과를 가지므로, 약한 한냉에 노출시 여자는 남자보다 유리한 조건을 가진다. 그러나 Pugh¹⁹⁾는 남자가 여자보다 몸무게에 대한 체표면적의 비가 더 낮으므로, 극심한 한냉에 노출되었을 때 체열 손실을 억제하는 데는 더 유리하다고 보고하였다.

Wyndham 등²⁰⁾은 상온에서 여자의 평균 수지온도(average finger temperature)가 남자보다 더 낮으며, 여자의 평균 피부온도는 남자보다 2°C 더 낮다고 하고, 이는 여자에서 남자보다 피부로의 열흐름(heat flow)에 대한 피하 절연(subcutaneous insulation)이 훨씬 크다는 것을 의미한다고 했다. 본 실험에 있어서도, 상온에서 안정시 설하온도(sublingual temperature)는 여자에서 약간 높았고 피부온도는 여자에서 낮은 경향을 보여, 여자에서의 더 큰 피하지 방증 두께가 절연에 더 효과적으로 작용한다는 이론^{7,12,20,21)}과 일치함을 보여주고 있다. Kollias 등¹⁸⁾은 머리를 제외한 신체를 20°C로 유지된 수조에 담그어서 절연에 대한 효과를 관찰하였는데, 중심온도가 가장 적게 감소된 사람은 항상지 방증이 가장 두꺼운 사람이었고, 이들은 또한 조직 절연도도 높게 나타났다는 것을 밝혔다.

본 실험에서 일측 손의 10°C 한냉자극시의 남녀에 있어서 체온 및 피부온도의 반응은, 체온(설하온도)이 전 실험을 통해 대조치와 비교하여 큰 변화가 없

었으므로 일측 손의 한냉자극으로서는 열찬생에 의한 체온조절 기능은 작동하지 않을음을 알 수 있다. 그리고, 좌우측 전박파 좌측 수지의 피부온도의 변화도는 남녀 간의 큰 차이가 없는 것으로 나타나며, 평균 피부두겹두께와 침수시 좌측 수지의 피부온도 감소 사이에 유의한 상관관계를 보이지 않는 것은 일측 손의 한냉자극시 피부 결연에 의한 남녀의 반응의 차이는 나타나지 않는다고 할 수 있다. 이것은 상박파는 달리 전박의 피부두겹두께는 남녀에서 큰 차이를 보이지 않는 것에 기인한다고 생각된다. 즉 피부결연의 효과는 전신적인 한냉이 주어졌을 때는 남녀에서 반응의 차이가 나타날 것이다, 일측손의 한냉자극과 같이 피하지 방증 두께가 큰 차이가 없는 경우에는 남녀에서 큰 반응의 차이가 없는 것으로 사료된다.

혈관계 반응에 있어서 한냉자극시 교감신경의 자극으로 혈관은 수축²²⁾되고, 수축기 혈압, 확장기 혈압 및 분시심박수는 증가한다^{6,22-24)}. 본 실험과 동일한 방법으로 실험한 Drinkwater²⁵⁾의 실험과 박등²⁶⁾의 실험 중 10°C 조건에서 수축기 혈압은 침수 2분에, 확장기 혈압은 침수 1분에, 최고치에 이른다고 하고, 백 등²⁷⁾의 연구에서도 해녀군은 침수 1분에, 비해녀군은 2분에 혈압이 최고치에 달한다고 하였다. LeBlanc 등⁸⁾은 수축기 혈압의 증가가 남자에서 여자보다 더 크며 2분까지 높은 수준을 유지하고 회복의 속도가 느림을 보였으나, 여자는 침수 1분에 최고치에 이른 후 감소하여 회복기에는 대조치 이하로 유의하게 감소한다고 하였다. 본 실험에서는 남자가 침수시 수축기 혈압 및 확장기 혈압의 대조치에 대한 증가도가 여자보다 더 크며, 회복도 더 느려 수축기 혈압은 침수 3분, 확장기 혈압은 침수 1, 3, 5분에 증가도가 유의하게 남자가 높은 것은 LeBlanc 등⁸⁾이나 박 등²⁶⁾의 보고와 일치한다. 또한 대조치에 있어서도 수축기 혈압이 남자가 여자에 비하여 유의하게 높음을 보여 혈압은 안정시에도 남자가 여자보다 높다고 하겠다.

LeBlanc 등⁸⁾의 보고와는 달리 여자에서 남자보다 분시심박수의 변화는 적게 나타나며 침수 1분에 남자에서는 약간 증가하나, 여자는 약간의 감소를 보여 10°C의 한냉자극시 분시심박수가 감소한다는 박 등²⁶⁾의 보고와 일치하였다. 이러한 면으로 보아 일측 손의 10°C의 한냉자극시 심혈관계의 반응은 남자에서 여자보다 더 민감하게 나타난다고 할 수 있다.

또한 광전백박의 파고는 회복기 3분과 5분에서 여

자가 남자보다 더 빠른 회복을 보이며, 좌측 전박과 수지의 피부온도에 있어서도 대조치나 침수와는 달리 여자가 남자보다 높게 나타나는 것과 일치함을 보인다. 이는 광전맥박의 파고는 말초 혈류량과 밀접한 관계가 있다는 보고^{28,29)}에 미루어 한냉자극 후 혈관계의 회복이 여자에서 남자보다 더 빨리 일어남을 알 수 있다. 또한 10°C 물에 좌수의 침수시 좌측 수지의 평균광전맥박 파고의 감소와 수지 피부온도의 최대 감소 사이에 유의한 상관관계가 있음은 앞에서 언급한 손에서의 피부 절연도 즉 피하지 방층 두께에 있어서 남녀 차이는 없는 것으로 보이며, 피부의 온도는 그 부위의 혈류량에 의해서 단 영향을 받는 것으로 보인다.

요 약

일측 손의 한냉자극에 대한 남녀의 혈관계 반응의 차이를 보기 위하여 평균 연령 21.6세의 남녀 대학생 65명(남자 34명, 여자 31명)을 대상으로 실온에서 안정시와 32°C 물에서 침수시, 그리고 10°C 물에 좌수를 담구어 침수 1, 3, 5분과 회복기 1, 3, 5, 10분에서의 혈압, 분시심박수, 피부전기저항, 광전맥박의 파고, 설하 및 피부온도와 피부두겹의 두께를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

혈압은 안정시에도 수축기 혈압이 여자에서 남자보다 낮았으며, 침수시 혈압의 증가가 여자에서 더 작았고, 더 빨리 회복됨을 보였다.

분시심박수의 변화는 남녀에서 유의한 차이가 없었다.

피부전기저항은 침수시 남녀에서 약간 감소하였고, 침수 3분에는 여자에서 더 감소하였다.

광전맥박의 파고는 침수 1분에는 별다른 남녀의 차이가 없었으나, 회복기 3, 5분에는 여자의 회복이 남자보다 빨랐다.

설하온도는 전 실험에서 여자가 약간 높았고, 피부온도는 여자가 낮았으나, 회복기 3, 5분에는 여자에서 좌측 전박과 수지의 피부온도가 남자보다 높았다.

평균 피부두겹의 두께는 여자가 남자보다 유의하게 두꺼웠으나 전박의 피부두겹은 남녀 간에 별 차이가 없었다. 그리고, 평균 피부두겹의 두께와 침수시 침수후 수지의 피부온도의 감소도 사이에는 상관관계가 없으나, 좌측 광전맥박파고의 감소와 침수후 수지의 피부온도의 감소도 사이에는 비례 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

이상으로 일측 손에 10°C의 한냉자극시 나타나는 남녀 반응의 차이는 혈관계에 의한 것으로, 여자에서 남자보다 한냉자극시 혈관계 반응이 더 작고 또 회복이 더 빠른 것으로 보인다. 그리고, 손의 피부두겹두께에서 남녀 간의 차이는 관찰하지 못하였으며, 체피부 절연도의 남녀 차이에 의한 반응의 차이는 본 실험에서는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Hensel, H.: Neural Processes in Thermoregulation. *Physiol. Rev.*, 53 : 948—1017, 1973.
- Bader, M.E., and Mead, J.: Effect of local cooling on finger blood flow in individuals exposed to warm ambient temperature. *J. Appl. Physiol.*, 3 : 508—512, 1950.
- Greenfield, A.D.M., and Shepherd, J.T.: A quantitative study of the response to cold of the circulation through the fingers of normal subjects. *Clin. Sci.*, 9 : 323—347, 1950.
- Rapaport, S.I., Fether, E.S., Shaub, H.G., and Hall, J.F.: Control of blood flow to the extremities at low ambient temperatures. *J. Appl. Physiol.*, 2 : 61—71, 1949.
- Brown, G.M., and Page, J.: The effect of chronic exposure to cold on temperature and blood flow of the hand. *J. Appl. Physiol.*, 5 : 221—227, 1952.
- Thacker, E.A.: A comparative study of normal and abnormal blood pressures among university student, including the cold pressor test. *Am. Heart J.*, 20 : 89—97, 1940.
- Nunneley, S.A.: Physiological responses of women to thermal stress: A review. *Med. Sci. Sports*, 10(4) : 250—255, 1978.
- LeBlanc, J., Coté, J., Dulac, S., and Dulong-Turcot, F.: Effect of age, sex, and physical fitness on responses to local cooling. *J. Appl. Physiol.*, 44 : 813—817, 1978.
- Morimoto, T., Slabochova, Z., Naman, R., and Sargent II, F.: Sex differences in

- physiological reactions to thermal stress. *J. Appl. Physiol.*, 22(3) : 526—532, 1967.
10. Fox, R.H., Löfstedt, B.E., Woodward, P.M., Eriksson, E., and Werkstrom, B.: Comparison of thermoregulatory function in men and women. *J. Appl. Physiol.*, 26(4) : 444—453, 1969.
 11. Haslag, St. W.M., and Hertzman, A.B.: Temperature regulation in young women. *J. Appl. Physiol.*, 20(6) : 1283—1288, 1965.
 12. Bittel, J., and Henane, R.: Comparison of thermal exchanges in men and women under neutral and hot conditions. *J. Physiol.*, 250 : 475—489, 1975.
 13. Kawahata, A.: Sex differences in sweating. In *Essential Problems in Climatic Physiology*. Nankodo, Kyoto. p. 169—184, 1960.
 14. Kamon, E., and Avellini, B.: Physiologic limits to work in the heat and evaporative coefficient for women. *J. Appl. Physiol.*, 41 : 71—76, 1976.
 15. Wells, C.L., and Horvath, S.M.: Responses to exercise in a hot environment as related to the menstrual cycle. *J. Appl. Physiol.*, 36 : 299—302, 1974.
 16. 조윤식, 남기용: 사람의 피부두께 및 종지방향에 관한 연구. *대한생리학회지*, 3(1) : 29—32, 1969.
 17. Gran, S.M.: Fat weight and fat placement in the female. *Science*, 125 : 1091—1092, 1957.
 18. Kollias, J., Barlett, L., Bergsteinova, V., Skinner, J.S., Buskirk, E.R., and Nicholas, W.C.: Metabolic and thermal responses of women during cooling in water. *J. Appl. Physiol.*, 36(5) : 577—580, 1974.
 19. Pugh, L.G.C.E.: The physiology of channel swimmers. *Lancet*, 8 : 761—768, 1955.
 20. Wyndham, C.H., Morrison, J.F., Williams, C.G., Bredell, G.A.G., Peter, J., Rahden, M.L. Von, Holdsworth, L.D., Graan, C.H. Van, Rensburg, A.J. Van, and Munro, A.: Physiological reactions to cold of Caucasian females. *J. Appl. Physiol.*, 19 (5) : 877—880, 1964.
 21. Cunningham, D.J., Stolwijk, J.A.J., and Wenger, C.B.: Comparative thermoregulatory response of resting men and women. *J. Appl. Physiol.*, 45(6) : 908—915, 1978.
 22. LeBlanc, J., Dulac, S., Coté, J., and Girard, B.: Autonomic nervous system and adaptation to cold in man. *J. Appl. Physiol.*, 39 : 181—186, 1975.
 23. 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.
 24. Schottelius, B.A., and Schottelius, P.D.: *Textbook of Physiology*. 17th ed., The C.V. Mosby Co. p. 290, 1973.
 25. Drinkwater, B.L.: Women at altitude. Cardiovascular responses to hypoxia. *Aviat. Space Environ. Med.*, 53 : 472—477, 1982.
 26. 박원균, 김승한, 권재수, 김연수, 배언희, 배재훈, 이명우, 채의업: 국소한명자극이 전신 및 국소혈액순환에 미치는 영향. 제1보. 계명의대 논문집, 2(2) : 166—178, 1983.
 27. 배광세, 김진경, 한대석, 강복순, 홍석기: 한명자극에 대한 한국 해녀의 혈관계 반응에 관한 연구. *대한생리학회지*, 3 : 59—66, 1969.
 28. Davis, D.L.: Digital artery blood flow and digital pad opacity during vasoconstriction. *Blood Vessels*, 13 : 58—69, 1976.
 29. Grant, R.T., and Bland, E.F.: Observations on arteriovenous anastomoses in human skin and in the bird's foot with special reference to the reaction to cold. *Heart*, 15 : 386—407, 1931.
 30. 김상표, 남상우, 최경돈, 최요한, 최현우, 현정애, 박원균, 채의업: 운동부하 및 각종 신체조건이 혈압 및 ECG에 미치는 영향. 계명의대논문집, 1(1) : 72—88, 1982.
 31. Brobeck, J.R.: *Best & Taylor's Physiological Basis of Medical Practice*. 10th ed., The Williams and Wilkins Co., Baltimore. p. 3—208, 1978.
 32. Buchanan, J.L., Cranley, J.J. Jr., and Linton, R.R.: 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.
33. 최덕경, 이정구, 편경식 : 수원지역 여자 중학생의 총지방량 측정. *대한생리학회지*, 9(1) : 63—68, 1975.
34. 주영명, 손광현, 심동원, 체의업 : 수술로 인한 GSR 변화. *항공의학*, 15 : 23—30, 1967.
35. 정관우, 남기용 : 한명에 노출된 인체의 냉각과 총지방량 및 S/V 비율 사이의 관계. *대한생리학회지*, 3(1) : 19—28, 1969.
36. De Jang, R. N. : The Neurogenic Examination. 4th ed., Harper and Row Publishers. p. 518, 1979.
37. Edelberg, R., and Burch, N. R. : Skin resistance and Galvanic skin response. *Arch. Gen. Psychiatry*, 7 : 163—169, 1962.
38. Folkow, B., Fox, R. H., Krog, J., Odelram, H., and Thoren, O. : Studies on the reactions of the cutaneous vessels to cold exposure. *Acta Physiol. Scand.*, 58 : 342—354, 1963.
39. Freeman, H. 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.
40. Hertzman, A. B., and Roth, L. W. : The vasomotor components in the vascular reactions in the finger to cold. *Am. J. Physiol.*, 136 : 669—679, 1942.
41. 박원균, 체의업 : 동계 및 하계의 계절변화에 따른 한냉반응 : 국소한냉자극이 전신 및 국소혈액순환에 미치는 영향. 제2보. *대한생리학회지*, 17(2) : 93—101, 1983.
42. Thomas, P. E., and Korr, I. M. : Relationship between sweat gland activity and electrical resistance of the skin. *J. Appl. Physiol.*, 10 : 505—510, 1957.
43. 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 : 297—320, 1957.
44. 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.