

# 暑熱과 寒冷 자극에 대한 반복 局所 노출이 혈류량 및 심박수에 미치는 영향

박순자

덕성여자 대학교 교양학부

Effect of local heating and cooling on blood flow and heart rate.

Park, Soon Ja

Duksung Womwn's Univ. Division of Liberal Art

**ABSTRACT** : This study was conducted to examine whether there is any effect of the local body exposure to hot and cold alternate stress on the blood flow and heart rate. Environmental condition was 20°C air temperature, 65% relative humidity and 0.2m/s air movement. 22~32 years old four healthy female subjects wore clothes which they felt comfort sitting on a chair. And then their left hand was immersed twice in 42°C and 15°C water alternately. Two of the subjects (E-group) were continually exposed to above condition 12 times. While, the other two (C-group) were exposed twice only at the 1st and 12th time of E-group's exposure.

The results obtained from this experiment were as follows.

- ① The initial response of the finger blood flow in E-group to the thermal stress showed more sensitively at the post-training than pre-training.
- ② Heart rate was higher in hand immersion at hot water (42°C) than at cold water (15°C)
- ③ The pattern of the blood flow of the finger and heart rate was different between E-group and C-group.

**Key words** : alternate stress, training, blood flow, heart rate, experimental group

## I. 서 론

인체는 열에 노출되었을 때 피부 혈관 확장, 혈류 증가, 피부온 상승을 가져와, 생리적 반응이 항진 된다는 사실은 이미 보고되어 있다(中山, 1981; Edholm, 1978). 柳와 저자 등(1987)은 옷을 얇게 입는 습관, 즉 변화하는 外氣에 노출시키는 습관이 피부혈관 조절계를 개선시킬 가능성이 있음을 보고하였으며, 이 연구에서는 서열과 한랭에 대한 반복 전신 노출 훈련이 피부온의 초기 반응을 민감하게 하고 피로 호소도 감소시켜, 혈관 운동 조절

및 자율신경계의 개선에 공헌함을 추정할 수 있었다.

한편 혈류량을 측정하는 목적으로 피부온을 측정하거나, 그 부위의 온열 conductance나 열방산량을 측정하기도 하여, 정맥폐쇄법을 이용하여 용적을 측정하기도 한다. 그러나 피부온과 혈류량은 반드시 직선관계는 아니며 온열 conductance도 환경조건이 일정한 경우에만 적용된다. 그래서 용적을 기록하는 방법인 plethysmography가 편리함과 신뢰도가 높아 많이 사용된다. 본 연구에서는 光電脈派計를 사용하여 용적의 변동(脈派)을 기록함으로써 손가락의 혈류량의 변화 상태를 파악하고 심박수를 측정하여

인체가 서열과 한랭의 환경 자극에 대응하는 생리 반응을 검토함으로써 건강한 衣生活의 설계 및 특수 의복 설계를 위한 기초 자료로 하고자 하였다.

## II. 방 법

실험은 환경 조건이 기온  $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , 상대습도  $65 \pm 5\%$ , 기류  $0.2\text{m/s}$  이하의 항온항습실에서 여름철에 실시되었다. 피험자는 22~32歳の 건강한 여자 4명으로 쾌적한 상태의 의복을 착용하고(각각의 피험자는 매회 동일한 의복착용) 실험실에 입실하여 椅座安靜자세를 취한 다음 오른쪽 가운데 손가락에 맥파계를 장착하였다. 이어서 왼쪽 손을 약  $42^{\circ}\text{C}$ 의 溫水에 浸漬하여 25분이 경과한 후 다시 약  $15^{\circ}\text{C}$ 로 조절된 냉수에 25분간 浸漬하는 실험을 2회 반복하여 100분간 실시하였다. 실험조건은 본 실험을 하기 이전에 예비실험을 통하여 노출시간과 노출 조건 등을 설정하였으며, 피험자의 신체적 특성은 표1에 제시하였다. 실험 시간은 피험자마다 일정하게 하였고, 생리기간은 피하였다. 실험장치는 光電脈波計로서 反射型 Pick Up (App-3A: 일본光電工業(주))를 사용하였는데, 이 장치는 血流量의 변화를 나타내는 맥파의 기록과 심박수를 동시에 연속으로 자동기록하도록 되어 있다. 맥파계는 실험 직전에 calibration을 행하여 기준을 정한 후 실험을 실시하였다.

피험자를 실험군(E-群: 2인)과 비교군(C-群: 2인)으로 나누어, 실험군은 실험회수를 12회 반복하였는데 1일 1회 또는 격일 1회로 단기 훈련을 실시하였다. 비교군은 실험군의 실험초기에 해당하는 시기와 실험말기에 해당하는 시기에 각각 실험을 하여 전부 2회의 실험을 실시하였다. 분석에서는 실험군의 경우, 실험초기와 실험말기의 반응의 차를 살펴보았고, 비교군의 경우, 실험 전후의 실험군의 결과와 비교·검토함으로써 실험군의 단기간의 훈련 효과를 관찰하였다. 훈련전후의 차는 t-test로 유의성 검증을 하였다.

Table 1. Physical Characteristics of Subjects

Group	Subject	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body Surface Area( $\text{m}^2$ )
E-group	C.S	25	161	51	1.48
	J.H	28	159	46	1.40
C-group	H.U	23	152	48	1.39
	P.S	32	159	45	1.39

## III. 결 과

### 1. 혈류량의 변화

#### (1) E-群의 혈류량의 개인치

두 피험자의 공통적인 결과로서는 온랭 자극시 초기 반응이 훈련 후에 더 민감해졌다는 것이다. 또한 온수에 노출하였을 때는 혈류량이 증가하였고 냉수에 노출하였을 때는 혈류량이 감소하였다. 각 피험자의 결과를 좀 더 상세히 살펴보면 피험자 C.S의 경우 한쪽 손을 온수와 냉수에 반복 노출시켰을 때의 다른 한 손의 혈관 운동 반응은 1회째 溫水에 노출시켰을 때 훈련후 반응이 민감해졌다. 그러나

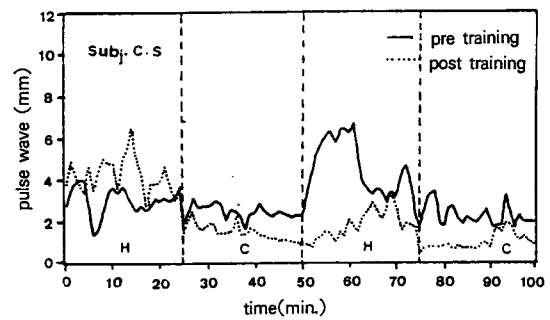


Fig. 1-a Pulse wave of Pick Up taken from the subject C.S in E-group at pre- and post-training for hot(H) and cold(C) alternate stress.

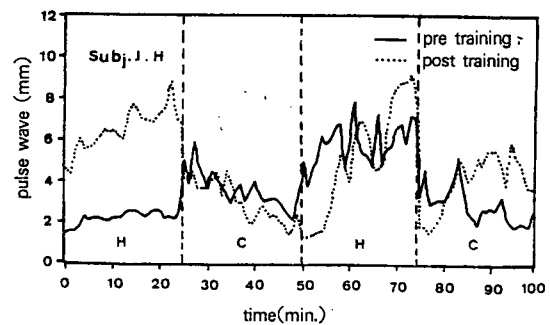


Fig. 1-b Pulse wave of Pick Up taken from the subject J.H in E-group at pre- and post-training for hot(H) and cold(C) alternate stress.

다음의 냉수-온수-냉수에 노출하는 동안은 훈련 전보다도 후의 반응이 둔감해졌고 혈류량도 적어짐을 알 수 있었다(그림1-a)

피험자 J.H의 경우에는 훈련 전 노출기간을 통하여 혈관반응이 민감해짐을 알 수 있었다. 특히 1회째 온수 노출시에는 현저히 민감해졌고 2회째의 온수-냉수 노출시에는 점차 시간적으로 지연되면서 민감해짐을 나타내었다. 이것은 훈련으로 인하여 혈관운동 조절이 예민해졌음을 나타내는 것으로 해석된다(그림1-b)

(2) C-群의 혈류량의 개인치

C-群에서는 두 피험자간의 일관성은 찾기 어렵고 피험자들의 개인적 특성이 현저하다. 그러므로 각 피험자의 결과를 개인별로 살펴보면 피험자 H.U는 훈련 전과후 모두 1회째의 溫水 노출시에 혈류량의 현저한 증가가 있어 노출 초기의 반응이 민감함을 보여주었다. 그러나 시간이 경과함에 따라 점차 혈관반응이 둔감해져 혈류량도 상당히 감소됨을 나타내었다. 그러나, 훈련 전은 온수 노출시보다 냉수 노출시보다 혈류량이 증가함을 보인 반면 훈련 후에는 溫冷의 열자극에 의한 차이를 나타내기보다는 시간경과에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내었다(그림2-a).

피험자 P.S는 혈류량을 나타내는 광전맥파계의 맥파의 크기가 전체적으로 피험자 4명중 가장 낮아 자극에 대한 혈류량의 변화가 적음을 나타내었다.

1회째의 온수 노출시만 훈련 전보다 후에 약간 높음을 나타내었다. 이 피험자는 훈련 전 온수에서 냉수로 이동 노출시킨 즉시 피크가 최대에 달함을 보여주었다. 그러나 훈련 후에는 그런 특징은 나타나지 않았고 온수와 냉수 자극에 대한 혈류량의 반응은 미약하나마 온수 노출시 혈류량이 조금 많은 경향을 보였다. 이 피험자는 평소 저혈압 (90/60 mmHg)으로서 다른 피험자와 다른 반응을 나타낼 가능성도 있다고 추측되어진다(그림2-b).

C-群의 두 피험자는 각각 독특한 pattern을 그려 열자극에 대한 일정한 반응을 나타내기보다는 개인의 특성이 더 뚜렷함을 알 수 있었다.

(3) E-群의 혈류량의 평균치

피험자의 수가 적으므로 앞서서 각 피험자의 개인치를 살펴보았다. 그 결과 E-群의 피험자 간에는 반응의 공통점과 E-群과 C-群간에는 뚜렷한 차이점이 있음이 관찰되어 평균치로 분석을 더하였다.

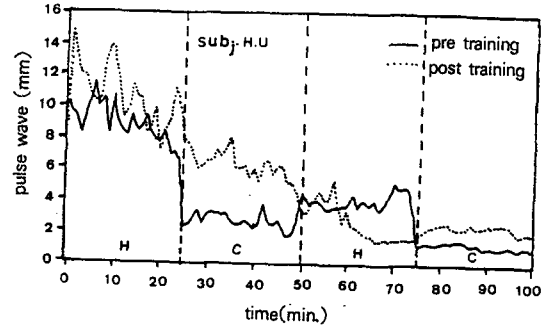


Fig. 2-a Pulse wave of Pick Up taken from the subject H.U in C-group at pre- and post-training for hot(H) and cold(C) alternate stress.

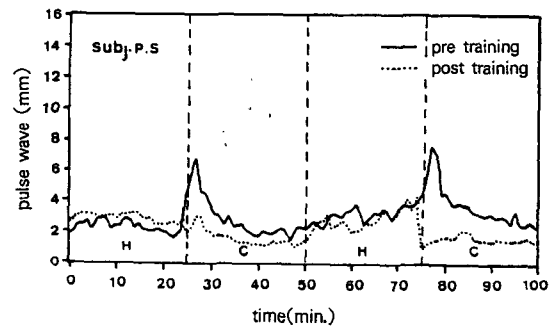


Fig. 2-b Pulse wave of Pick Up taken from the subject P.S in C-group at pre- and post-training for hot(H) and cold(C) alternate stress.

두 群의 평균치간에는 혈관 운동의 반응과 심박수에서 차이를 보여 훈련의 효과가 뚜렷이 나타남을 알 수 있었다. 표2와 그림3-a는 E-群의 혈류량의 평균치를 나타내는데 E-群의 혈류량의 평균치는 시간의 경과에 따라 시간적으로 어긋남은 있으나 훈련 후의 피크가 높아져 혈류량이 증가함을 보여주었다. 특히 1회째의 온수 노출시 차가 현저하였다. 훈련 전과 후의 차를 검토한 결과 1회 온수 노출시  $p < 0.1$ 에서 유의차를 보였고 1회 냉수 노출시  $p < 0.05$ 의 유의차를 보여 훈련후 열자극에 대한 초기 반응이 민감해짐을 알 수 있었다. 이 결과는 前報 柳 등 (1987)의 피부온 반응의 결과와 일치하였다.

Table 2. Pulse wave of Pick Up (mm) which indicates the index of blood flow and heart Rate (bit/min) in E-group

Subject	Item	Time	Heat						Cold						Heat						Cold					
			0	5	10	15	20	25	0	5	10	15	20	25	0	5	10	15	20	25	0	5	10	15	20	25
C.S	Pulse wave of	Pre	2.74	4.01	3.33	2.09	3.08	3.29	1.88	2.67	1.97	2.29	2.19	2.25	2.20	5.67	6.43	3.47	3.40	2.34	1.71	1.82	1.82	2.54	2.42	1.96
	Pick Up	Post	3.63	3.34	4.77	6.49	3.77	3.68	1.43	1.60	1.47	1.63	1.17	0.95	0.86	1.25	1.25	2.51	3.28	1.68	0.52	0.70	0.66	0.87	1.75	0.78
	Heart-Rate	Pre	73	78	81	76	73	75	69	72	76	75	77	73	72	73	76	74	75	83	70	73	71	72	73	70
		Post	75	73	73	72	75	72	69	67	65	63	65	69	64	64	71	70	67	69	66	68	64	66	61	66
J.H	Pulse wave of	Pre	1.45	2.28	2.03	2.51	2.54	2.46	5.02	4.26	3.39	3.51	3.14	2.82	5.07	6.25	4.48	5.21	5.66	7.22	3.24	3.11	3.83	2.54	1.89	2.65
	Pick Up	Post	4.62	5.52	6.33	7.70	7.04	6.84	4.09	3.66	4.47	1.95	2.33	2.35	1.16	1.52	4.94	6.10	8.09	8.29	1.75	2.27	4.67	5.43	5.89	3.66
	Heart-Rate	Pre	77	74	80	77	81	78	71	75	74	72	70	68	82	69	76	73	73	74	68	70	69	73	76	68
		Post	81	86	82	80	84	85	80	79	76	78	78	77	84	78	80	82	81	84	73	73	78	72	76	72
Mean	Pulse wave of	Pre	2.09	3.14	2.68	2.3	2.81	2.87	3.45	3.46	2.68	2.9	2.66	2.53	3.63	5.96	5.45	4.34	4.53	4.78	2.47	2.46	2.82	2.54	2.15	2.30
	Pick Up	Post	4.12	4.43	5.55	7.09	5.40	5.26	2.76	2.63	2.97	1.79	1.75	1.65	1.01	1.38	3.09	4.30	5.68	4.98	1.13	1.48	2.66	3.15	3.82	2.22
	Heart-Rate	Pre	75.0	76.0	80.5	76.5	77.0	76.5	70.0	73.5	75.0	73.5	73.5	70.5	77.0	71.0	76.0	73.5	74.0	78.5	69.0	71.5	70.0	72.5	74.5	69.0
		Post	78.0	79.5	77.5	76.0	79.5	78.5	74.5	73.0	70.5	70.5	71.5	73.0	74.0	71.0	75.5	76.0	74.0	76.5	69.5	70.5	71.0	69.0	68.5	69.0
S.D	Pulse wave of	Pre	0.64	0.86	0.65	0.21	0.27	0.41	1.57	0.79	0.71	0.61	0.47	0.28	1.43	0.29	0.97	0.87	1.13	2.44	0.76	0.64	1.00	0.00	0.26	0.34
	Pick Up	Post	0.49	1.09	0.78	0.60	1.63	1.58	1.33	1.03	1.5	0.16	0.58	0.7	0.15	0.13	1.84	1.79	2.40	3.30	0.61	0.78	2.00	2.28	2.07	1.44
	Heart-Rate	Pre	2.0	2.0	0.5	0.5	4.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	3.5	2.5	5.0	2.0	0.0	0.5	1.0	4.5	1.0	1.5	1.0	0.5	1.5	1.0
		Post	3.0	6.5	4.5	4.0	4.5	6.5	5.5	6.0	5.5	7.5	6.5	4.0	10.0	7.0	4.5	6.0	7.0	7.5	3.5	2.5	7.0	3.0	7.5	3.0

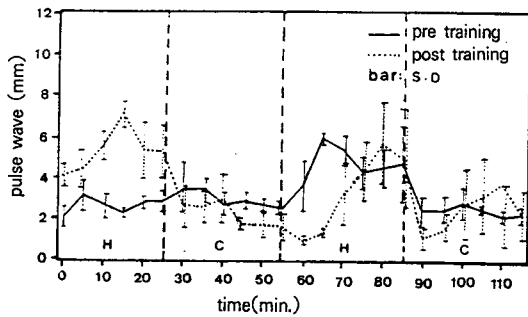


Fig. 3-a The mean value and S.D of pulse wave of Pick Up taken from the E-group at pre- and post-period

(4) C-群의 혈류량의 평균치

표3과 그림3-b에 제시한 바와 같이 훈련 후의 결과는 시간 경과에 따라 점점 낮아져 온수와 냉수 자극에 대한 일정한 반응이 나타나지 않았으며 열 자극에 대한 반응도 둔감해짐을 알 수 있었다. 오히려 훈련 전의 결과에서 미약하기는 하나 온랭

자극에 대한 반응을 보여 온수 노출시에는 혈류량이 조금 많고 냉수 노출시에는 온수 노출시 보다 적음을 나타내었다. S.D값도 E-群에 비해 커서 C-群에 속하는 피험자의 개인차가 더 큼을 알 수 있었다. 피험자 수가 더 많았더라면 두 집단간의 보다 확실한 결과를 보여줄 가능성이 있다고 사료된다.

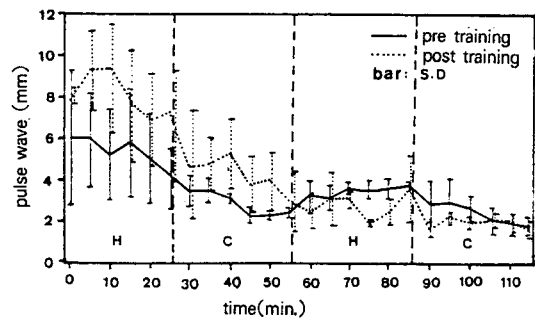


Fig. 3-b The mean value and S.D of pulse wave of Pick Up taken from the C-group at pre- and post-period

暑熱과 寒冷 자극에 대한 반복 局所 노출이 혈류량 및 심박수에 미치는 영향

Table 3. Pulse wave of Pick Up (mm) which indicates the index of blood flow and heart Rate (bit/min) in C-group

Subject	Item	Time	Heat						Cold						Heat						Cold					
			0	5	10	15	20	25	0	5	10	15	20	25	0	5	10	15	20	25	0	5	10	15	20	25
H.U	Pulse wave of	Pre	10.29	9.38	8.23	9.39	7.95	6.54	2.38	2.54	3.18	2.61	2.52	2.45	4.34	4.02	3.78	4.00	4.44	3.74	1.25	1.38	1.60	1.10	1.19	1.05
	Pick Up	Post	8.20	11.90	13.70	11.40	9.91	10.70	7.95	6.28	7.45	5.42	5.74	4.66	3.46	4.66	2.66	1.84	1.52	1.51	2.21	2.54	2.32	2.49	2.59	2.09
	Heart-Rate	Pre	66	67	67	65	64	64	58	61	60	57	62	60	56	61	60	60	62	65	56	55	59	56	58	58
		Post	76	81	79	75	74	71	65	68	70	67	69	71	72	74	80	78	74	74	68	77	68	73	71	68
P.S	Pulse wave of	Pre	1.78	2.68	2.20	2.31	2.16	1.98	4.56	4.34	3.03	1.80	2.02	2.41	2.20	2.20	3.37	2.92	2.76	3.82	4.38	4.49	3.75	3.12	2.62	2.46
	Pick Up	Post	7.58	6.67	5.12	4.31	3.91	3.80	1.26	3.27	3.12	2.13	2.24	1.28	1.42	1.49	3.51	1.93	3.38	5.54	1.07	1.92	1.58	1.58	1.50	1.10
	Heart-Rate	Pre	76	81	90	91	93	88	76	76	78	76	81	80	66	78	71	79	85	82	68	72	71	71	75	70
		Post	87	95	101	101	102	107	86	84	81	91	86	83	77	81	80	90	85	85	76	72	72	73	72	72
Mean	Pulse wave of	Pre	6.04	6.03	5.22	5.85	5.06	4.26	3.47	3.44	3.11	2.21	2.27	2.43	3.27	3.11	3.58	3.46	3.60	3.78	2.82	2.94	2.68	2.11	1.91	1.76
	Pick Up	Post	7.89	9.29	9.41	7.86	6.91	7.25	4.61	4.78	5.29	3.78	3.99	2.97	2.44	3.08	3.09	1.89	2.45	3.53	1.64	2.23	1.95	2.04	2.05	1.60
	Heart-Rate	Pre	71.0	74.0	78.5	78.0	78.5	76.0	67.0	68.5	69.0	66.5	71.5	70.0	61.0	69.5	65.5	69.5	73.5	73.5	62.0	63.5	65.0	63.5	66.5	64.0
		Post	81.5	88.0	90.0	88.0	88.0	89.0	75.5	76.0	75.5	79.0	77.5	77.0	74.5	77.5	80.0	84.0	79.5	79.5	72.0	74.5	70.0	73.0	71.5	70.0
S.D	Pulse wave of	Pre	4.26	3.35	3.01	3.54	2.89	2.28	1.09	0.90	0.08	0.40	0.25	0.02	1.07	0.91	0.20	0.54	0.84	0.04	1.57	1.56	1.07	1.01	0.72	0.70
	Pick Up	Post	0.31	2.62	4.29	3.55	3.00	3.45	3.35	1.50	2.17	1.65	1.75	1.69	1.02	1.59	0.42	0.04	0.93	2.01	0.57	0.31	0.37	0.46	0.55	0.49
	Heart-Rate	Pre	5.0	7.0	11.5	13.0	14.5	12.0	9.0	7.5	9.0	9.5	9.5	10.0	5.0	8.5	5.5	9.5	11.5	8.5	6.0	8.5	6.0	7.5	8.5	6.0
		Post	5.5	7.0	11.0	13.0	14.0	18.0	10.5	8.0	5.5	12.0	8.5	6.0	2.5	3.5	0.0	6.0	5.5	5.5	4.0	2.5	2.0	0.0	0.5	2.0

2. 심박수의 변화

(1) E-群의 심박수의 개인차

피험자 C.S의 경우는 심박수가 전 노출기간을 통하여 훈련 후가 훈련 전보다 낮아 심박수가 감소함을 보였다. 훈련 후의 심박수의 감소율을 상세히 살펴보면 1회 온수 노출시 4%, 1회 냉수 노출시 10%, 2회 온수 노출시 11%, 2회 냉수 노출시 9%의 감소를 보였다(그림4-a).

피험자 J.H의 경우는 피험자 C.S와는 반대로 훈련 후가 훈련 전보다 높아 심박수가 증가함을 보였다. 훈련 후의 심박수의 증가율을 보면 1회 온수 노출시 7%, 1회 냉수 노출시 9%, 2회 온수 노출시 9%, 2회 냉수 노출시 5%로 나타났다. 이 피험자는 열자극 훈련으로 심박수가 증가하였는데 피험자 C.S의 감소율과 비슷한 증가율을 보여 E-群의 두 피험자 간에는 개인차가 있음을 나타내었다(그림4-b).

이 결과는 훈련이 잘 된 사람 즉 열적응이 잘 된 사람일수록 열자극에 대한 심박수의 증가량이 적다(三浦, 1985)는 보고와 반드시 일치하지는 않았다.

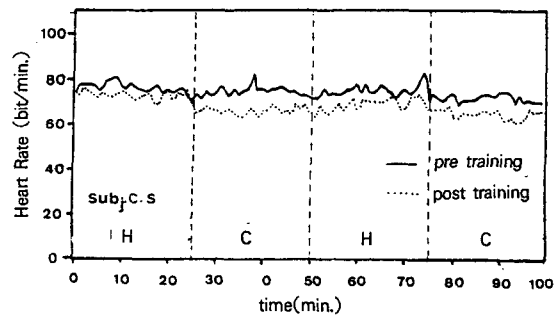


Fig. 4-a Heart rate taken from the subject C.S in E-group at pre- and post-period

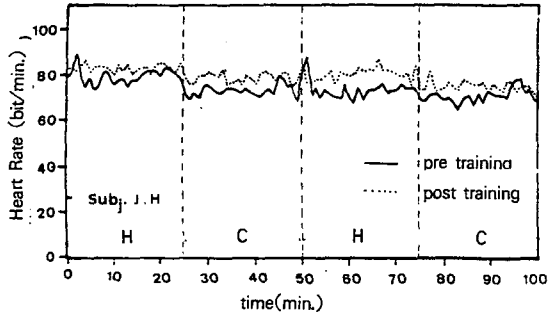


Fig. 4-b Heart rate taken from the subject J.H in E-group at pre- and post-period

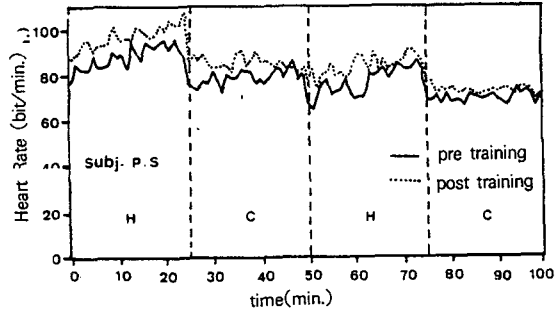


Fig. 5-b Heart rate taken from the subject P.S in C-group at pre- and post-period

(2) C-群의 심박수의 개인치

피험자 H.U의 경우는 훈련 후가 훈련 전보다 심박수가 훨씬 높았다. 특히 훈련 후의 온수 노출시의 수치가 조금 높아 훈련 전과 다른 경향을 나타내었다. 훈련 후의 심박수의 증가율을 보면 1회 온수 노출시 16%, 2회 냉수 노출시 14%, 2회 온수 노출시 24%, 2회 냉수 노출시 24%의 증가율을 보였다(그림 5-a).

피험자 P.S의 경우는 온수와 냉수 노출에 대하여 1회와 2회의 노출간에 뚜렷한 差를 보였는데 온수 노출시가 냉수 노출시보다 높았다. 또한 이 피험자는 훈련 후에 심박수가 증가하였는데 그 증가율은 1회 온수 노출시 14%, 1회 냉수 노출시 9%, 2회 온수 노출시 8%, 2회 냉수 노출시 2%의 증가를 보였다(그림 5-b)

C-群의 두 피험자간에는 공통적으로 훈련 후에 심박수가 증가하여 E-群의 피험자 J.H와 유사한 결과를 나타내었으나 그 증가량은 C-群의 피험자가 E-群의 J.H보다 많은 경향이였다. 특히 H.U는 현저하게 많았다.

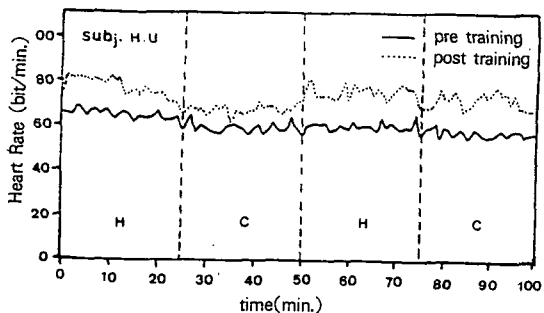


Fig. 5-a Heart rate taken from the subject H.U in C-group at pre- and post-period

(3) E-群의 심박수의 평균치

훈련 전과 후의 심박수의 차는 평균치로서는 거의 나타나지 않았다. 훈련후의 심박수는 미약하지만 온수 노출시가 높았고 냉수 노출시가 낮음을 나타내었다. 훈련 전과 후의 S.D값을 비교했을때 훈련 후의 S.D값이 커 훈련에 따른 개인차도 나타남을 알 수 있었다(그림 6-a).

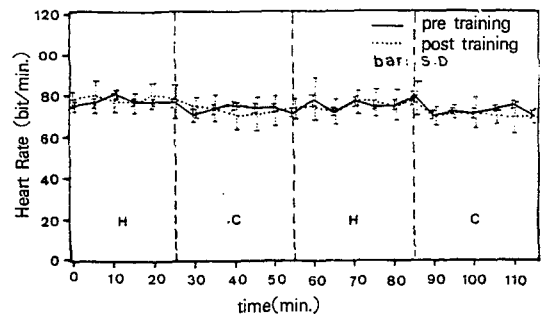


Fig. 6-a The mean value and S.D of heart rate taken from the E-group.

(4) C-群의 심박수의 평균치

훈련 후에 수치가 전 노출기간을 통하여 현저하게 높았다. 그래서 E-群과는 다른 결과를 나타내었다. 또한, 온수 노출시와 냉수 노출시 사이에도 차이를 보였는데 온수 노출시가 조금 높았다. S.D값도 E-群에 비해 커서 훈련이 안 된 C-群에서 개인차가 더 큼을 알 수 있었다(그림 6-b)

이상의 결과로부터 훈련 전과 후의 심박수의 평균치의 형태는 두 群이 현저하게 차이를 알 수 있었다.

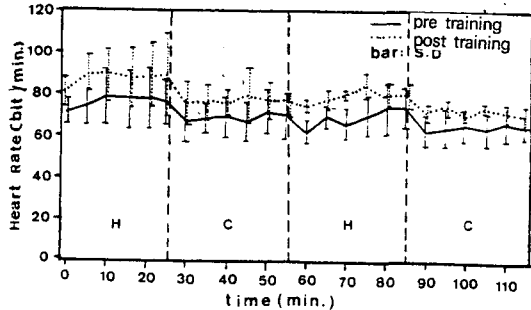


Fig. 6-b The mean value and S.D of heart rate taken from the C-group.

#### IV. 고찰

피부 혈류량은 shell의 자극이나 중추온도 수용기의 자극에 의해 증가된다. 동정맥이 교차하는 손가락, 발가락과 같은 피부에서 피부 혈류량의 증가는 교감신경계를 통한 혈관 수축기의 이완에 기인한다(Nagasaka, 1987).

가온시 국소 혈류량은 많아지는데 일반적으로 피부 혈류량은 28°C 이상의 고온에서는 온도의 상승에 비례하여 혈류량이 증가한다. 이것은 혈류속도의 증가에 의한 流量의 증가 등이 메카니즘으로 생각되어진다(荒木, 1979). 그러나 Nagasaka 등(1986)은 최근 심부체는 이상의 온도로 국소적으로 손을 가온했을 때의 손가락의 혈관이 수축함을 관찰하였다. 수온 35°C에서 손가락의 혈류량은 control 손과 같았으나 수온 39~41°C에서는 유의하게 낮았는데, 이 감소는 초기 몇분동안 더 현저하였다. 한편, 정맥쇄 plethysmography로 측정된 가온된 손의 손가락 혈류량은 수온 39~41°C에서 control 손보다 유의하게 더 낮았으나, laser doppler flowmetry로 측정된 가온된 손의 손가락 혈류량은 수온이 37°C에서 43°C로 올라감에 따라 꾸준히 증가한 반면 반대의 손은 변화가 없었다(Nagasaka, 1987). 본 연구에서는 光電脈波計를 사용하여 浸水한 손의 반대편 손의 혈류량을 측정된 결과, 실험군에서는 42°C의 溫水 加溫시 혈류량의 증가함을 보였고 비교군에서는 처음 노출시 최대치를 기록했으나 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 위의 결과들로부터도 알 수 있듯이 혈류량의 변화 형태는 측정방법에 따라 다른 결과를 보여줌을 알 수 있다.

사람은 극단적인 환경에 8~10일 노출시키면 생

리적 적응이 일어난다(Kenny, 1985). 그래서 본 연구에서도 단기간 훈련으로 같은 실험을 12회 연속 실시하였다. 열노출에 대한 이로운 적응으로서 피부혈류량의 증가, 발한량의 증가, 발한개시온의 낮아짐, 신체 표면에 걸친 땀분배가 좋아지는 것 등이 있다(Edholm, 1978; Kenny, 1985). 여기서 열馴化가 가장 영향력 있는 효과로 耐熱性 판단의 가장 좋은 지표이며 개인차도 중요한 지표이다. 같은馴化 상태일지라도 육체적으로 적합한 사람이 적합하지 않은 사람보다 더 큰 耐熱性을 갖는다. 즉 개인의 체력 수준이 열 자극하에서 일을 성공적으로 수행하기 위한 중요한 기준이 된다. 따라서 본 연구의 결과에서도 E-群에 속하는 피험자간에도 열 자극에 대한 반응형태가 차이를 보여 주었는데 이 결과는 위와 일치한다.

손가락은 냉수에 담그면 국소 내한반응과 함께 전신성 순환반응도 유발되어 특히 혈압의 상승 및 피부혈관 운동반응이 관여하고 있을 가능성이 명백해졌다. 澤田 등(1981)의 연구에서 해녀는 비적응群에 비해 전신성 반응보다는 국소에서의 반응성이 크다고 생각되어지나, 이 특성이 개인의 적응 능력에 의한 것인가 아닌가는 분명하지 않다고 하였다.

국소부위의 온도가 13~15°C일때 혈류량은 최저를 나타내며 이보다 낮아도 높아도 혈류량은 증가한다(中山, 1981). 국소 냉각으로 일어나는 피부 혈관 반응중의 유명한 것으로 hunting현상이 있는데, 이와 관련된 연구에서 薄着 보육원아는 냉수에 손가락을 담그었을때 hunting 현상이 일어나고 浸水중의 피부온도 저하도 적었으나, 人工的인 냉난방이 되는 학교에서 생활하는 아동은 hunting현상이 나타나지 않고 피부온도 저하하였다는 결과도 보고되었다(鈴木 등, 1980). 한랭에 순화된 사람에게에는 한랭 혈관 확장 반응이 일어날 때까지의 잠복기간이 짧으며, 반복에 의한 국소 냉각의 영향도 큰데 매일 얼음물에 반복해서 손을 담그면 한랭 혈관 확장이 커진다(中山, 1981; 三浦, 1985). 본 실험에서도 E-群이 C-群보다 훈련 후의 혈관반응이 溫冷 노출시 양쪽 모두 민감함을 보여 주었는데 이것은 위의 결과와 일치한다.

인체가 暑熱하에 노출되면 즉시 심박수가 증가하는 것이 생리반응의 주이다. 열노출에 의해 심박출량은 보통의 약 3배 정도로 올라간다. 서열 노출

하의 체온상승에 의해 심박출량은 현저히 증가한다. 그러나 열에 잘 적응된 사람은 적응이 안 된 사람보다 심박수의 증가율이 훨씬 낮다는 보고도 있다(三浦, 1985). 환경온도가 낮아질수록 심박수, 1회박출량의 감소로 인하여 심박출량이 감소하여 15°C 부근에서 최저가 되는데, 냉수에 손을 담그면 수축기압, 확장기압이 함께 상승하고 심박수도 올라간다. 한랭에 순화된 사람은 냉수중에 손을 담그어도 혈압의 상승은 훨씬 적다(中山, 1981). 寒冷에 대한 노출은 말초부에서 더 분명하다. 말단부 냉각에 대한 반응에는 인종차도 보여진다. (Albert, 1975; 三浦, 1985). 이러한 차이는 유전적인 것이라기보다는 후천적인 생활환경차에 의해 생겨난다고 생각되어진다. 15°C에 90분간 전신 노출 시켰을때 심박수가 유의하게 감소되었고, 또한 서열과 한랭에 반복 노출시 아동의 안정시 심박수는 단련군(soccer 선수)이 비단련군보다 유의하게 적었다는 보고도 있다(とちはら, 1981). 본 연구에서도 피험자들의 개인차가 있음에도 불구하고 서열 노출시가 한랭 노출시보다 심박수가 증가하였는데 그 차는 E-群이 C-群보다 적어 두 집단간의 심박수 差의 형태가 다름을 보여주었다. 이 차의 원인은 훈련으로 인하여 E-群에서는 단기적인 熱馴化 상태가 이루어졌음에 기인한다고 고찰되어진다.

이상과 같이 본 연구의 결과를 논술했는데 이번 연구에는 피험자 수가 적었다는 것과, 측정장치인 광전맥파계에서 기록된 맥파가 혈류량의 변화를 상대적으로 알 수 있을뿐, 혈류량 그 자체로 보기에는 무리가 있다는 점등 제한점이 있었다. 앞으로 피험자 수를 늘려 연구함과 동시에 혈류량을 측정할 수 있는 측정장치에도 관심을 기울인 연구가 필요하다고 사료된다.

## V. 요약

온랭 열 자극에 대하여 인체의 말초 혈류량과 심박수가 어떻게 반응하는가를 관찰하기 위하여 건강한 성인 여자 4명을 피험자로 실험군과 비교군으로 나누어 실험을 실시하였다. 실험군은 온랭 열 자극의 단기 훈련을 12회 실시하고 비교군은 실험군의 초기와 말기 2회 실시하여 얻은 결과를 비교·검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

① 실험군에서의 손가락 혈류량의 초기 반응은 훈

련 후에 민감해졌다.

② 심박수는 냉수 노출시보다 온수 노출시 증가하였다.

③ 실험군과 비교군간에는 혈류량의 변화 형태와 심박수에 차이가 있었다.

이상에서 E-群과 C-群의 혈류량과 심박수에서 차이를 나타낸것은 단기 훈련 효과에 의한 것으로 추정된다.

## 참고문헌

- Albert Damon, 1975, *Physiological Anthropology*, pp 114-151, Oxford Univ. Press London, Toronto.
- 荒木 勉, 戸田嘉秋, 堀清記, 迅田純三, 1979, 暑熱, 寒冷反復交互暴露時における兒童の體溫調節反應, 日生氣誌 16(2) : 18.
- Edholm, O.G., 1978, *Man-Hot and Cold*. pp13-43, Edward Arnold.
- 三浦豊彦, 1985, 冬と寒さと健康, pp77-82, 労働科學研究所出版部.
- 三浦豊彦, 1985, 夏と暑さと健康, pp113-114, 労働科學研究所出版部.
- Nagasaka, T., Cabanac, M., Hirata, K. and Nunomura, T., 1986, Heat-induced vasoconstriction in the fingers : a mechanism for reducing heat gain through the hand heated locally, *Pflügers Arch.*, 407 : 71-75.
- Nagasaka T., 1987, Skin Vasoconstriction induced by Local Skin Heating. *Jpn. J. Physiology*, 37 : 761-772.
- 中山昭雄, 1981, 溫熱生理學, pp124-135, 理工學社.
- Kenney, W.L., 1985, *Physiological Correlates of Heat Intolerance*. *Sports Medicine*, 2 : 279-286.
- 澤田普一, 山本宗平, 1981, 手指冷水浸漬時にみられる生體反應, 日生氣誌, 18(3) : 56.
- 鈴木路子 外4人, 1980, 小兒の局所性耐寒性テストに關する研究(1), 日生氣誌, 17(3) : 49.
- とちはら 裕, 大中忠勝, 山崎信地, 田中敬一, 吉田敬一, 1981, 寒冷暴露時及び回復時の心拍數, 血壓, 體溫變動の特徵, 日生氣誌 18(3) : 65.
- 柳 眞弓, 朴順子, 荒木 勉, 1987, *Experimental Studies on Daily Clothing Habits which may lead to Improvements in Health*. *Jpn.J.Clo.Res.*, 31(1) : 18-30.