

## 고온환경에서의 한국인 작업능력\* \*\*

—고추가 피부의 온도 및 전기저항에 미치는 영향—

서울대학교 의과대학

생리학교실 · 국민체력 과학연구소

申東薰 · 趙璋濟 · 張世龜 · 高在平 · 嚴隆義

=Abstract=

### Changes in the Skin Temperature and Electrical Skin Resistance Following Ingestion of Red Pepper

Dong Hoon Shin, Jang Ze Cho, Se Koo Chang, Jae Pyong Koh and Yung E Earm

*Department of Physiology and Physical Culture Research Institute*

*Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea*

In order to investigate the changes in the temperature regulation mechanism following ingestion of red pepper, twenty healthy men were given 2 gms of powdered red pepper each in 100 ml of water at room temperature, 20°C. Simultaneous recordings of temperature and electrical resistance of the skin of forehead were taken by means of Physiograph, using appropriate transducers. Temperature of various spots such as the cheek, upper back and the forearm was also measured by the telethermometer at interval of two minutes. The results obtained were as follows:

1. Seventeen out of 20 subjects showed immediate rise in the skin temperature of the forehead, and 11 of them manifested the oscillating pattern of the skin temperature. The average of the largest peak amplitude was  $0.58 \pm 0.355^\circ\text{C}$ .
2. Even those who failed to show the immediate rise in the temperature did not keep the quiescence over 9 minutes, and delayed responses were revealed.
3. The rise in the skin temperature is the favourable sign for the heat discipating mechanism only because the sweat glands are activated with the concomittant rise in the temperature of the skin.
4. There was a preceding or coincide fall in the electrical resistance of the skin, and it was also attributed to the glandular activity.
5. At rather cool room temperature, 20°C, no visible sweat was seen during the period of observation. Nevertheless it was obvious that latent activation of the sweat glands was triggered and the threshold was lowered. This situation imitates the acclimatized condition in the hot environment, and it is likely to increase the tolerance in tropical climate from the view point of temperature-regulation.

\* 이 연구에 쓰인 경비의 일부는 1969년도 문교부 학술 연구조성비로써 충당되었다.

\*\* 국민체력 과학연구소 논문 제 50 호

## 1. 서 론

열 생산량은 열방출량과 열축적량을 합한 것에 맞먹는데 신체가 항온을 유지하려면 열축적이 없어야 한다. 즉 열생산량이 열방출량과 같아야 한다. 열방출의 방도는 주지하는 바와 같이 물리적인 방법으로서 복사, 대류 및 증발로 나눌 수 있으나 앞의 것 두 가지는 피부 온도와 환경사이의 온도차가 클수록 효과적이다.

그러나 고온 환경에서는 그 온도차를 크게 유지하기는 어려운 일이고 열생산과 열방출 사이에 균형이 잡히려면 수분증발로 이루어지는 규모가 크다. 만약에 어떠한 방법으로도 열방출량이 열생산량을 따르지 못하면 열은 체내에 축적되어 체온상승을 면하지 못한다. 체온상승에 견디어내는 한도는 동물의 종류에 따라서 다르기는 하나  $41.7^{\circ}\text{C}$ — $43.4^{\circ}\text{C}$ 로 보고 있다(Adolph, 1947). 그때에 신체기능의 파탄을 가져오는 직접 원인은 순환기계통의 장애이며 (Brouha et al. 1960, Rowell et al. 1966) 이때에는 광범위한 조절기구의 손상이 오는 것이다(Adolph, 1947).

더울 때에 열생산이 반드시 줄어드는 것은 아니어서 (Rowell et al. 1969) 열방출의 여러기구가 동원된다.

그 표현으로 피부의 혈액유통량이 증가하여 피부온도가 올라가는 것과 땀이 나는 일이다. 더울때에 혈관이 확장하는 것은 오로지 피부에만 국한되는 일로 (Edholm et al. 1957) 그 결과는 피부온도 상승으로 환경과의 사이에 온도격차를 크게 하여 복사열로서의 방출을 증대시킨다. 이 반응은 신속하게 오는 것으로 피부를 가온할 때에는 15초 이내에 나타난다고 한다 (Johnson, 1966). 피부혈관의 확장은 두가지 기전으로 이루어진다 하며 첫째는 수축신경 긴장도의 저하이고 둘째는 한선(Sweat gland)활동에 동반 혹은 후속하는 혈관 확장이라 한다(Loue & Shanks, 1962). 이때에는 또 피부의 전기저항이 감소한다(Piwonka et al. 1965).

땀을 나게 하는 반사의 감수체는 시상하부와 피부에 있다(Belding & Hertig, 1962). 피부의 온도와 발한량 사이에는 큰 상관관계가 있으며(Johnson, 1966) 감수체는 표층 동맥총 부위에 있다고도 한다(Kerslake 1955). 분비신경은 콜린동작성(cholinergic)이다(Lee, 1954, Loue & Shanks, 1962).

환경온도가 올라감에 따라 피부온도와의 격차가 줄어들어 열방출은 땀의 증발에 의존하는 정도가 커져  $34^{\circ}\text{C}$  부근에서는 거의 전적으로 이 방법으로 열이 방출된다. 평상 실온에서는 열방출의 3분의 2가 복사로 이루어지는 것과는 대조적이다(Folk, 1966). 그러나 땀은 몇

시간 계속나면 그 양이 줄어들어(Wyndham, 1966, Hertig et al. 1961) 마침내 열생산과 열방출 사이에 균형을 잃게 된다. 그 한도에 이르기까지는 고온 환경에서는 땀증발에 의한 체온유지가 지배적인 기구이다.

땀이 날 때 즉 한선의 활동과 병행하여 피부의 전기전도도(conductance)가 증가한다. 바꾸어 말하면 피부의 전기저항이 줄어든다. 피부의 전기저항은 일반적으로 교감신경계의 긴장도를 나타내고 있으며 교감신경의 지배를 받고 있는 한선의 활동상황과 밀접한 관계에 있다. 눈에 보이는 땀이 나오지 않을 때에도 한선의 활동이 없는 것은 아니고 소량 생겨났던 것이 도관을 나오는 도중에서 재흡수 되었을 것이라고 본다(Thomas and Karr, 1957).

이상에 적은 것을 간추리면 피부표면에 보이는 땀의 유무에 관계없이 한선활동이 있을 때에는 피부혈관이 확장하여 온도가 상승하고 피부의 전기저항은 감소한다는 것이다.

한선의 활동은 열에 의해서 뿐만이 아니라 정서적 흥분으로나 또는 미각에 의한 반사로도 온다(Lee, 1954). 자기 다른 원인으로 활동은 하나 한선은 전부 콜린동작성이다.

더운지방에 사는 사람들의 식성은 대체로 매운 것을 즐기며 한국인도 식성이 그들과 비슷하다. 고추를 먹었을 때에 피부온도에 오는 변화와 전기저항의 변화를 측정하여 식성이 열수지(heat economy)에 어떠한의 미를 가지는가의 여부를 보려는 것이 이 실험의 목적이다. 또 높은 온도에 순화된(acclimatized) 사람에서는 온열 자극에 대한 발한반응이 예민하게 나타나고(Wyndham, 1966) 미각자극을 주었을 때에도 발한의 역치가 낮아져 쉽게 땀이 나온다는 실험보고(Lee, 1954)는 기후순화와 식성문제에 관하여 어떤 시사를 줄 수 있는 것이다.

## 2. 실험 방법

**대상자** : 연령은 가리지 않고 16세에서 47세까지의 남자 20명이었으나 그중 대부분 즉 13명은 20세의 대학생들이었고 기타는 건강한 사무원이었다. 대상자는 식사후 2~3시간 경과한 후에 실험실로 와서 적어도 30분간 안정하게 있어 피부온도와 실내온도 사이에 평형이 유지되게 하였으며 한편으로 실험목적과 조작에 관한 이해를 주어 정신적으로도 안정을 이루도록 하였다.

기록상으로 피부온도와 전기저항이 충분한 시간 안정상태를 유지하였을 때에 시험적으로 호흡을 정지시켜 온도와 피부의 전기저항에 동요가 있음을 확인하고 기

특장치의 상태가 순조로운 것을 판단한 후 다시 10분 가량 경과하여 안정상태를 회복한 후에 물에 탄 고추를 먹게 하였다.

고추는 가정용으로 판 고추가루이었고 찻숟갈 2개로 무게는 2 gm이었다. 이것을 미온수 100 ml에 타서 교반한 다음 단숨에 마시게 하였다. 입에 대기 시작한 시간을 시간측정의 기점으로 하였다. 즉 time 0인 것이다.

**실내온도와 전극부위 :** 이 실험이 피부와 환경사이의 온도차 변화를 보는 것이었으므로 실험기간중 실내온도가 변하지 않으면 족한 것이고 구배어 항온실에서 시행할 필요가 없었다. 또 실온이 지나치게 높으면 땀이 나는 관계로 전기적 방법을 쓰는 이 실험의 조작을 오히려 교란시킬 우려가 있어 20도 내외의 실온에서 시행 하였다. 물론 동일대상자에 관한 관찰기간 중에는 실온의 변화가 1도를 넘지 않는 것을 확인하였다.

온도측정용 전극은 Yellow Springs Instrument 회사의 probe 이었으며 이것을 다음과 같은 부위에 반창고로 부착시켰다. 즉,

1. 이마의 정중선에서 우측 3 cm
2. 좌측 귀밑 뺨
3. 등의 윗 부분
4. 앞팔

이었다.

피부저항 측정용 전극으로는 E & M 회사제 납(鉛) 판 4.5 cm<sup>2</sup>를 이마의 정중선에 역시 반창고로 고정시켰으며 무관전극은 왼쪽 다리에 판전극을 대고 접지(ground)시켰다.

**측정기계 :** 온도에 관한 측정기계로는 두 가지를 썼다. 하나는 위에 적은 전극을 switch box 을 통하여 Y.S.I. 회사제 telethermometer 에 연결시켜 온도를 직

접 읽었다. 실내온도도 이 기계로 측정하였다.

다른 하나는 이마에 부친 전극을 E & M 회사제 thermistor bridge 와 carrier preamplifier 를 통하여 physiograph PMP-4 A에 연결하여 연속적으로 기록할 수 있었으나 이는 이마의 피부온도만을 기록하였다.

physiograph 기록값과 telethermometer 로서의 기록값에 틀리는 점이 있는가의 여부를 검사하기 위하여 두 전극을 미온수에 넣고 자연냉각 시킬 때에 직선관계가 성립되는가를 보았다. 제 1도 위에 있는 A 는 physiograph 상의 곡선이며 이는 시간의 지수함수로 내려갔다. 그러나 횡축에 telethermometer 로 읽은 값을 잡고 거기에 맞추어서 곡선상의 점을 옮기면 B에서 보는바와 같이 직선관계가 성립되어 두가지 방법에서 일치함을 가리킨다.

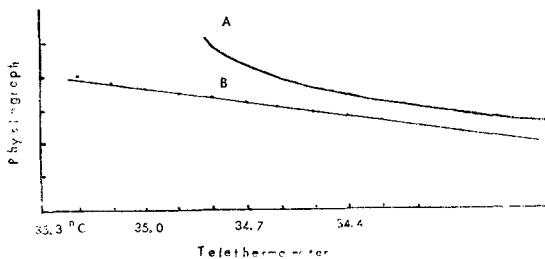
피부의 전기저항 측정에는 위에 적은 납전극을 E&M 회사제 GSR preamplifier 를 통하여 physiograph 의 다른 channel 에 연결시켰다. 20 microamperes 의 직류가 전극 사이를 흐르게 하고 그간에 생긴 전압하강을 증폭하여 기록에 나타나게 한 것이다. 전기저항 자체의 변화는 DC-mode 로 하는 것이 좋으나 저항의 절대치보다 변화자체를 중시하여 AC-mode 를 채택하여 순간적인 과도현상 즉 변화가 있을 때에만 기록상에 나타나게 한 예가 많았다.

### 실 험 성 적

대상자에 미리 실험조작의 대강을 설명하여 가급적 신체적 및 정신적 안정을 기하였고 실험실도 격리하여 자극을 될 수 있는대로 피하면서 기록하였으나 온도나 전기저항변동에 개인차가 많았다. 특히 온도는 4개소에서 측정한 바 가장 심한 반응을 나타내는 장소도 대상자에 따라 차이가 있었다.

#### 피부온도 변화 :

우선 telethermometer 로 4개소에서 측정된 값에서 가장 많이 상승한 것을 제 1표에 보이였다. 대상자 20명중 비교가 가능한 실험이 17예이었는데 그중 7명에서는 이마에서 가장 큰 변동이 있었고 또 6명에서는 뺨에서 큰 변동을 보이였다. 등과 팔에서 가장 큰 변동이 있는 것은 자기 2예 뿐이였다. 이와같은 비교에도 나타나듯이 얼굴에서의 변동이 가장 심한 것이 예비실험에서 명백해 졌으므로 온도측정의 한 전극을 이마에 고정시켜 physiograph 상에 연속적으로 기록하여 온도변화를 더 세밀히 관찰하였다. 이 방법에 의한 온도상승의 극치(peak)와 제 1표에 나타난 값에 차이가 있는 것은 telethermometer 로 측정하는 것은 대부분 2분 간격으로 잰 것이어서 그 사이에 일어난 변화는 포

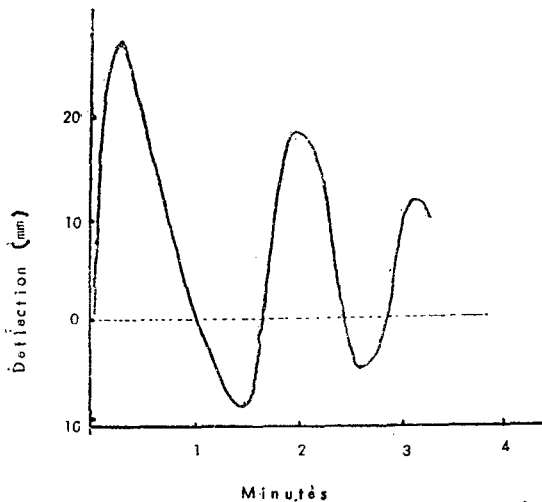


**Fig. 1.** Upper curve. Recording on Physiograph. The reading in the curve was translocated to the Ordinates and the simultaneous recording in the telethermometer was taken in the Abscissae. Perfect straight line was obtained.

**Table 1. Maximal increase in the skin temperature. Head region outnumbered of all.**

No.	Subject	Fore head	Cheek	Upper back	Fore-arm
1.					
2.	S. D. C.	1.18	0.12	0.02	0.96
3.	M. B. W.	0.50	0.20	0	0
4.	E. Y. C.	0.35	0.10	0	0.05
5.					
6.	N. S. K.	0.70	0.65	0.50	0
7.	K. Y. C.	0.05	0.10	0.15	0
8.					
9.	K. C. S.	0.60	1.15	0.35	0.50
10.	K. C. K.	0	0	0.15	1.20
11.	J. K. W.	0.35	0.75	0.40	0
12.	K. J. S.	0.10	0.40	0	0
13.	L. M. Y.	0.35	0.15	0	0
14.	H. K. J.	0.95	0.1	0.05	0.05
15.	L. S. K.	0.25	0.20	0	0.50
16.	H. K. H.	0.10	0.20	0	0
17.	L. J. H.	0.32	0.17	0.87	0
18.	S. Y. Z.	2.26	2.48	0.28	1.58
19.	K. Y. T.	0.05	0.25	0.10	0.10
20.	Y. S. P.	0.25	0.05	0.15	0.20

측되지 않았으나 연속적인 기록으로는 사소한 상승치도 빠짐없이 기록되어 대체로 더 큰 값을 보이고 있다.



**Fig. 2. Constructed oscillation curve. (Subj. E.Y.E.)** Base line is the resting level of the skin temperature of the forehead. At time 0 two gms of red pepper was ingested. Deflection of 32 mm corresponds to 0.25°C change.

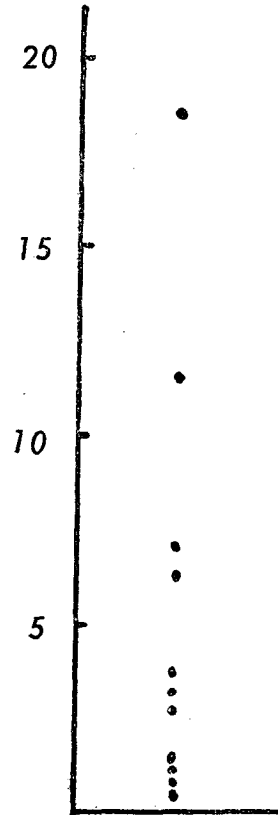
그러나 같은 이마라 할지라도 두가지 전극의 부위가 다르므로 telethermometer에서 더 큰 값을 보이는 예도 있다. 온도변화에서 개인차가 크다는 것은 이미 적은 바이저니와 측정대상자 20명을 대별하여 3 유형(category)으로 나눌 수 있었다. 즉,

1. 반복 상승형
2. 신속 단일 반응형
3. 느린 반응형

이었는데 제 2표에 첫째 유형에 속하는 사람들의 피부 온도 변화를 나타내었다. 11명이 이에 속하였다.

고추가루를 먹인 후 짧아도 15분간은 관찰하였던바 그 기간에 두번 이상 많은 것은 7회까지도 체온 상승과 하강이 반복되었다. 온도상승도가 반드시 처음에 큰 것은 아니었으나 6예에서는 처음 것이 컸고 후속하는 상승파는 이보다 작았다. 대표적인 것으로 제 1번 E.Y.E.의 것을 제 2도에 보인다. 이 그림은 기록도를 횡축과 종축의 크기를 조정하여 그래프에 재생한 것이다.

일단 올라갔다가 다시 기선이하로 내려갔으며 또다



**Fig. 3. The largest peak time of the temperature curve of the forehead.** Scale: minutes.

Table 2. Oscillation type.

Several successive rises in the skin temperature were resulted. Time 0 corresponds to the ingestion time.

No.	Subject	Age Yr.	Successive rise	Beginning		Peak time		Duration		Peak. amplitude °C
				min.	sec.	min.	sec.	min.	sec.	
1	E. Y. E.	26	Initial 2 nd 3 rd		5	1	20	5		0.52
2	S. D. C.	38	Initial		0			3	23	
			2 nd	3	30	3	51	1	4	0.33
			3 rd	5	34	6	40	2	8	0.40
			4 th	7	42	9	30	2	10	0.68
			5 th	9	52	11	23	2	31	0.70
			6 th	12	23	13	22	1	48	0.68
7 th	14	11	28		5		1.03			
3	M.B. W.	21	Initial		0		23		42	0.16
			2 nd	3	20	3	48	2	5	0.29
4	E. Y. C.	19	Initial		0			7	15	
			2 nd	7	15	9	40	4	3	0.52
			3 rd	11	18			1	47	
			4 th	17	57	18	22		48	0.57
5	S. D. H	47	Initial		0	1	10	2	20	0.33
			2 nd	4	40	6	10	4	25	0.37
6	N. S. K.		Initial		0	3		1	48	0.70
			2 nd	9	32	10	14	1	44	0.69
			3 rd	12	26	12	39		34	0.69
7	K. Y. C.	16	Initial		0		7		22	0.08
			2 nd	2	28	3	7	1	7	0.07
			3 rd	4	12	4	20		51	0.05
			4 th	6	12	7		1	20	0.13
8	C. W.	35	Initial		0	2	40	3	36	0.43
			2 nd	9	57	11	30	4	53	0.22
9	K. C. S.	22	Initial		0		22	3	2	2.15
			2 nd	5	17	5	32		43	0.68
			3 rd	13	5	13	27	1	40	1.05
10	K. C. K.	23	Initial		5		21		59	0.45
			2 nd	3	22	3	32		25	0.18
11	J. K. W.	23	Initial		5		59	4	25	0.83
			2 nd	4	30	7	56	7	30	0.46
			3 rd	12	14	13	14	1	20	0.2
			4 th	13	50	14	53	2	20	0.16

Mean 0.58

S.D. 0.355

Table 3. Rapid single response type.

The amplitudes were generally lower than those obtained in the oscillation type.

No.	Subject	Age Yr.	Beginning		Peak time		Duration		Peak amplitude °C
			min.	sec.	min	sec.	min.	sec.	
12	Y. J. S.	20		0		19	2	55	0.22
13	L. M. Y.	22		0	2	58	3	40	0.25
14	H. K. J.	23		0		25	1	24	0.20
15	L. S. K.	23		8		32	2	4	0.31
16	H. K. H.	23		5		8		51	0.46
17	L. J. H.	33		11	1	5	4	16	0.61

Mean 0.34

S.D. 0.147

Table 4. Delayed response type.

No.	Subject	Age Yr.	Beginning		Peak time		Duration		Peak amplitude °C
			min.	sec.	min.	sec.	min.	sec.	
18	S. Y. Z.	21	8	23	14	49	∞		0.92
19	K. Y. T.	19	3	13	4	33	2	25	0.15
20	Y. S. P.	16	2	52	6	17	3	11	0.25

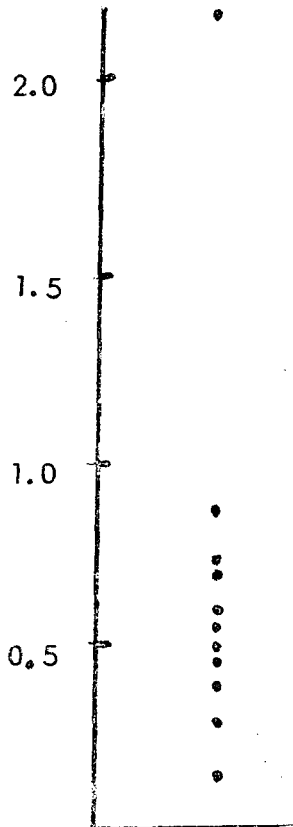


Fig. 4. The largest peak value of the temperature of forehead. Scale: degrees centigrade.

시 제 2의 상승부를 나타내어 진동형(oscillation)을 보이고 있다. 이 그림으로 볼 때에 기선이 이미 어느 정도 올라가 있음을 짐작할 수 있다.

제 2번 S.D.C.의 경우에는 기선이 올라가 있어 고추를 먹기전의 위치까지 내려가지 않고 진동형을 나타내어 나중에는 온도가 올라간 상태를 오랜기간 지속하였다.

제 1 유형에 속하는 예에서 연속적으로 나타나는 상승과 중에서 가장 높은 것 즉 극기(peak)가 있는 시간과 그 높이(amplitude)를 나타낸 것이 제 3도 및 제 4도이다. 시간으로 보면 고추를 먹은후 5분 이내에 가장 높은 값을 보이는 것이 7예이었고 10분을 넘는 것은 2예 뿐이었다. 온도상승의 크기는 등떨어진 값 즉 제 9번 K.C.S.의 2.15도를 제외하고 평균을 내면  $0.58 \pm 0.355$  도이어서 대체로  $0.6^{\circ}\text{C}$ 가 상승의 극치라 볼 수 있다.

제 3 표에 제 2의 유형인 신속 단일 반응형(rapid single response type)를 보이었다. 기록상에 단일 상승파가 보일 뿐이었으며 온도상승도 고추를 먹고 난 후 즉시 나타나 수분간 계속하였고 상승정도도 일반적으로 미약하여 평균  $0.34 \pm 0.147^{\circ}\text{C}$ 이었다.

제 3의 유형 즉 느린 반응형(delayed response type)에 속하는 예는 3명 뿐이었다. 이들을 제 4 표에 보이었다. 먼저 2형에 있어서는 즉각적인 반응이 나타났

음에 반하여 이들에서는 고추를 먹은 후 3분 내외를 지나야 비로소 온도상승 반응을 보이었고 온도의 상승도도 경미하였다. 그러나 제 18번 S.Y.Z.는 8분이 지나도록 아무 반응이 없다가 8분 23초에 비로소 올라가기 시작하여 관찰기간 20분이 지나도록 곡선이 내

려가지 않았다.

이상 세 종류의 반응형에서 출현빈도로 보나 반응의 규모로 보아 제 1 유형이 대표적인 반응형식이라 할 수 있다.

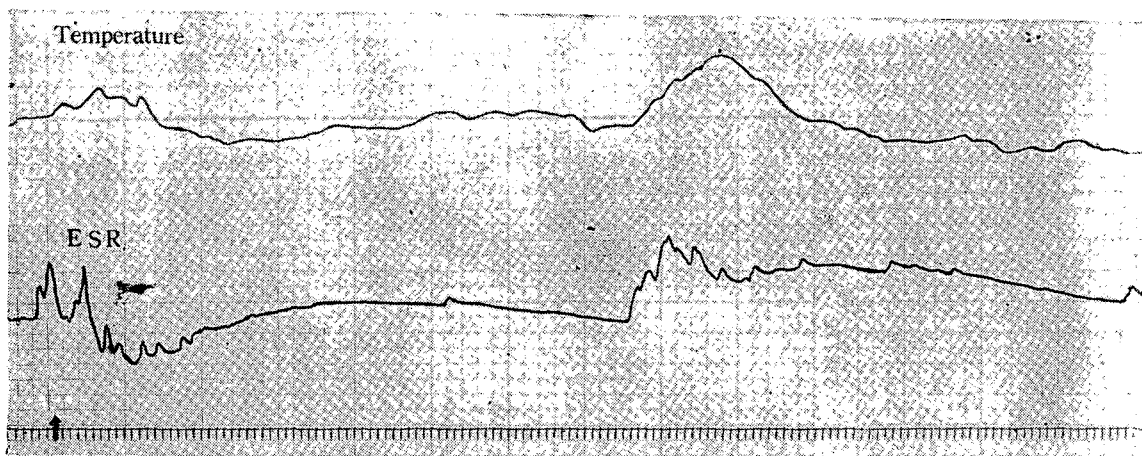


Fig. 5. Temperature and electrical skin resistance (ESR) of the skin of forehead.  
 ESR: AC-mode  
 Change of the ESR precedes that of the temperature.  
 Time mark: 5 sec.  
 Arrow: Ingestion time

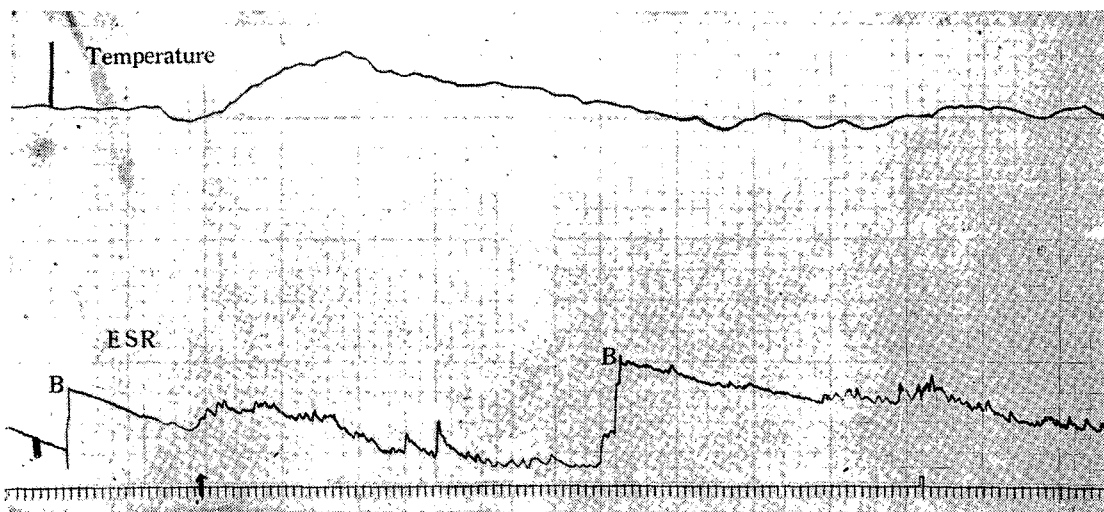


Fig. 6. ESR: DC-mode.  
 Because of the progressive declining of the baseline the centering of the recording stylus was moved occasionally at B. Upward shift corresponds to the decrease in the resistance. Standardization in the left end.  
 Temperature:  $0.25^{\circ}\text{C}$   
 Resistance: 500 ohms  
 Time mark: 5 sec.  
 Arrow in the bottom indicates the ingestion of red pepper.

### 피부전기저항의 변화：

AC-mode로 기록한 것은 제 5도에서 보는 바와 같다. 온도의 상승과 일치하여 혹은 약간 선행하여 피부의 전기저항이 달라짐을 볼 수 있다. 특히 처음 동요는 고추를 먹기 전에 이미 나타나기 시작하였는바 이는 고추를 보고 정신적인 동요가 있었음을 뜻할 것이다.

저항이 클수록 폭선은 밑으로 내려가기 마련이어서 위로 올라갔음은 전기저항의 감소를 뜻한다. DC-mode로 기록하였을 때에는 제 6도에서와 같이 기록상에 기선(baseline)이 점차로 내려가는 예가 허다하였으며 이는 또 피부저항 측정을 교란하는 요인이 되었다.

제 5도에서나 제 6도에서 온도상승의 극기는 피부전기저항 변동 극기보다 뒤늦게 나타남을 보는데 이는 피부에서의 자율신경계통의 안정시 균형이 깨틀어진 후에 피부의 온도변화가 나타나는 것을 의미할 수도 있고 혹은 피부에 닿은 온도 측정 전극부위에 열이 축적하여 기록상에 나타나는 데에 시간이 걸리기 때문일 수도 있다.

## 고 찰

피부표면의 온도가 올라갈수록 환경과의 온도격차가 커져 복사에 의한 열방출이 증가할 것은 사실이나 이 실험에서 나타난 성적을 보면 이마에서 젖기가 1°C를 넘는 증가예가 많지 않고 평균하여 겨우 0.6°C가량이 었다. 최고로 예민하다고 볼 수 있는 곳에서 이 정도 이었고 다른 부위에서는 이보다도 적은 값을 보였다. Burton(1934)이 지적인 바와 같이 피부혈관이 최대한으로 확장하여 몸의 심부와 같은 체온이 될지라도 온도격차의 증가는 50%에 머무른다. 피부온도가 32도이고 실온이 20도일때의 온도차가 12도인데 피부온도가 설사 37도로 되더라도 환경과의 격차는 17도이어서 50%를 약간 넘는 증가를 보일 뿐이다. 이 실험에서는 겨우 0.6도의 증가이어서, 복사열의 증가는 큰 의미가 없다고 보겠다. 더구나 머리가 차지하는 면적은 체표면적의 7%에 불과하므로 복사에 의한 열 방출 증가분은 미미하다고 할 수 있다.

따라서 어떠한 원인으로든지 피부온도가 상승하는 것의 생리학적 의의를 다른 곳에 찾아야 한다. 온열자극으로 심한 혈관확장이 있을 지라도 열수지의 전지로 보면 복사열의 증가는 소량에 그친다.

Loue 등(1962)이 밝힌바와 같이 피부온도 상승은 한선(sweat gland)활동의 증폭인 것이다. 피부온도 상승이 열수지에 이바지하여 체온조절 구실을 하는 것은

바로 이러한 까닭에서이다.

피부저항이 줄어드는 것도 같은 의의를 가진다. 즉 교감신경계의 활동상황이 피부저항에 나타나며(Adams & Vaughan. 1965, Thomas & Korr. 1957) 저항의 감소는 한선활동 증가를 의미한다. 즉 전기적 모형으로 비유하면 회로에 병렬(parallel)로 저항을 삽입한 모양으로 되어 전체회로의 저항이 줄어든다. 병렬로 들어간 저항의 수(즉 활동 한선의 수)가 많을수록 피부저항이 감소하는 것은 당연한 일이라 하겠다.

이 실험에서는 실온이 20도 내외로 온도가 높지 않아 눈에 띌 정도의 땀은 나지 않았다. 그러나 Thomas와 Kwahata(1962)가 지적인바와 같이 이러한 경우에도 한선세포에서 수분과 전해질의 이동이 일어나 미량의 땀이 나오다가 도관도중에서 재흡수 된 것이라 보는 것이 옳다. 이때에 수분은 또 인접한 각피층(stratum corneum)을 적시어 피부의 전기저항을 줄이는데에 이바지한다.

이상 적은바와 같이 피부온도로 보나 또는 전기저항 변화로 보나 고추를 먹고 나면 한선활동이 이미 시작하여 땀이 나기 쉽게끔 반응이 일어난다. 두가지 변화가 대체로 동시에 일어남을 기록도에서 보이었다. 그러나 쉽게 알 수 있는바와 같이 두가지 변화의 극기(peak)는 일치하는 것은 아니고 피부저항 변화의 극기가 항상 앞서고 있었다.

평상 실온에서도 고추를 먹으므로 인하여 경미한 한선활동이 시작하여 온열자극에 대하여 한선이 민감하게 되었다는 것은 높은 환경온도에 순화된 사람의 모습과 비슷하다. 즉 순화된 사람에서는 발한에 대한 역치가 낮아져 있다(Colin & Houdas. 1965, Folk, Jr. 1966).

고추를 먹으면 땀이 나지 않더라도 온열자극에 의하여 쉽게, 즉 낮은 심부체온일 때에도 땀이 나서 체온 조절을 할 소지를 만든다고 하겠다. 이러한 점으로 보아 고추를 먹는 것이 고온순화 과정에도 영향을 미칠 가능성을 시사한다.

그러나 이 실험에서 준바와 같이 2gm의 고추를 먹은 후에 피부온도와 전기저항에 나타나는 반응의 지속 시간이 길지 못한 점이 체온조절에 대한 기여도에 의문을 가지게 하는 점이나 전체 대상자 중 반수 이상에서 반복하여 반응이 나타나는 것으로 보나, 또 어떠한 예에서는 20분이상 계속하여 반응이 유지되는 점으로 보아 사람에 따라서는 고온환경에서 적지 않은 효과를 나타낼 것으로 보인다.

반응에 나타나는 개인차는 개체 피부의 한선밀도



(density)도 관계할 것이고 구강내 통각감수체의 고추에 대한 감수성도 관계할 것이다.

소수이기는 하나 느리게 반응이 나타나는 예에서는 피부반응이 미각과는 관계없는 것으로 보인다. 고추를 먹고 난 후에 소화관에 대한 자극이 피부 반응으로 나타날지도 모른다. 그렇다 하더라도 피부반응의 방향은 다른 유형에 속하는 대상자에서와 같은 것이었다.

고추를 먹고난 후에 피부에 나타나는 반응이 고온에서의 체온조절에 유리한 또 하나의 이유가 있다. Wurster(1969)에 의하면 온열자극에 의하여 땀이 날 때에 가장 예민한 곳이 하지(lower extremities)이고 상부로 올라갈수록 둔하다. 그러나 고추를 먹었을 때에는 Lee (1954)의 실험이나 이 실험에서 보는바와 같이 신체상부가 가장 예민하게 반응한다. 다시 말하면 온열자극에 대하여 반응하기 어려운 부위의 한선홍분성을 높이어 높은 온도에서 일시에 전신적으로 땀이 나와 냉각효과가 있게 하는 것이다.

그러나 실제로 고온에서의 신체내성이나 작업능력에 여하한 영향을 미치는가는 여기서 말하기 어렵다.

### 총 괄

고추를 먹었을 때에 체온 조절기구에 어떠한 변화가 나타나는가를 알기 위하여 20도 내외의 실온에서 20명의 남자 대상자에게 공복시에 2gm의 고추가루를 미온수에 타서 먹게 한 다음 피부의 온도와 전기저항 변화를 측정하였다.

온도는 이마, 뺨, 등의 윗부분 및 앞팔에서 2분 간격으로 측정하였으며 특히 이마에서는 transducer를 경유하여 physiograph로 연속적인 기록이 가능하였다.

전기저항도 이마에서 연속적으로 기록하였다.

얻은 결론은 다음과 같다. 즉,

1. 대상자 20명중 3명을 제외하고 17명에서는 즉각적인 피부온도 상승이 왔으며 그중 11명에서는 온도상승과 하강이 반복 나타났고 상승극기(peak)의 평균은  $0.58 \pm 0.355^{\circ}\text{C}$ 이었다. 6명에서는 온도상승이 일과성이었고 상승도도 크지 못하였다.
2. 즉각적인 상승이 나타나지 않은 대상자에서도 9분 이내에는 상승되었으므로 대상자 전원에서 피부온도 상승이 있었다.
3. 피부온도 상승은 복사(radiation)로의 열방출에 큰 의의가 없겠으나 한선(sweat gland)기능의 활동개시 표시로 해석되었다.
4. 피부온도 상승과 일치하거나 약간 선행하는 피부 전기저항 감소도 한선기능 활동의 증폭이었다.

5. 눈으로 보이는 땀은 나오지 않았을지라도 고추를 먹고 나면 한선기능의 역치(threshold)가 낮아져 온열에 의한 발한이 쉽게 나타날 상태에 있어 고온환경에서 체온조절에 이바지할 수 있을 것이고 기후 순화에도 기여할 가능성이 검토되었다.

(이 연구에 큰 도움을 주신 이종훈 강사와 신명혜 학사에게 감사사를 드린다).

### REFERENCES

- Adams, T., and J.A. Vaughan: *Human eccrine sweat gland activity and palmar electrical skin resistance. J. Appl. Physiol.* 20 (5):980, 1965.
- Adolph, E.F.: *Tolerance to heat and dehydration in several species of mammals. Am. J. Physiol.* 151:564, 1947.
- Belding, H.S., and B.A. Hertig: *Sweating and body temperature following abrupt changes in environmental temperature. J. Appl. Physiol.* 17: 103, 1962.
- Brouha, L., P.E. Smith, Jr., R. DeLanne, and M.E. Maxfield: *Physiological reactions of men and women during muscular activity and recovery in various environments. J. Appl. Physiol.* 16: 133, 1960.
- Burton, A.C.: *The application of the theory of heat flow to man. J. Nutr.* 7:497, 1934.
- Colin, J. and Y. Houdas: *Initiation of sweating in man after abrupt rise in environmental temperature. J. Appl. Physiol.* 20 (5):984, 1965.
- Edholm, O.G., R.H. Fox, and R.K. Macpherson: *Vasomotor control of the cutaneous blood vessels in the human forearm. J. Physiol.* 139:455, 1957.
- Hertig, B.A., M.L. Riedesel, and H.S. Belding: *Sweating in hot baths. J. Appl. Physiol.* 16:647, 1961.
- Johnson, R.H.: *The autonomic nervous system and body temperature. Proc. Roy. Soc. Med.* 59:463, 1966.
- Kerslake, D. McK.: *Factors concerned in the regulation of sweat production in man. J. Physiol.* 127:280, 1955.
- Folk, Jr., G.E.: *Environmental Physiology. Lea &*

- Febiger, Philadelphia, 1966.
- Lee, T.S.: *Physiological gustatory sweating in a warm climate. J. Physiol.* 124:528, 1954.
- Loue, A.H.G., and R.G. Shenks: *The relationship between the onset of sweating and vasodilatation in the forearm during body heating. J. Physiol.* 162:121, 1962.
- Piwonka, R.W., S. Robinson, V.L. Gay, and R.S. Manalis: *Preacclimatization of men to heat by training. J. Appl. Physiol.* 20:379, 1965.
- Rowell, L.B., G.L. Brengelmann, J.A. Murray, K.K. Kraning II, and F. Kusumi: *Human metabolic responses to hyperthermia during mild to maximal exercise. J. Appl. Physiol.* 26:395, 1969.
- Rowell, L.B., H.J. Marx, R.A. Bruce, R.D. Conn, and F. Kusumi: *Reduction of cardiac output, central blood volume with thermal stress in normal men during exercise. J. Clin. Invest.* 45:1801, 1966.
- Thomas, R.E., and I.M. Korr: *Relationship between sweat gland activity and electrical resistance of the skin. J. Appl. Physiol.* 10:505, 1957.
- Thomas, P.E., and A. Kawata: *Neural factors underlying variations in electrical resistance of apparently nonsweating skin. J. Appl. Physiol.* 17:999, 1962.
- Wurster, R.D.: *Reversal in patterns of sweat recruitment. J. Appl. Physiol.* 26:89, 1969.
- Wyndham, C.H., N.B. Bredell, and J. Peter: *Fatigue of the sweat gland response. J. Appl. Physiol.* 21:107, 1966.