

한국인 기초 신진대사량의 계절에 따른 변동

고려대학교 의과대학 생리학교실
<지도 차 영 선 교수>

이 계 열 · 지 선 호* · 홍 승 길 · 성 양 호

=Abstract=

Seasonal Variations in the Basal Metabolic Rate of Korean Airmen Volunteers

Kae Yol Lee, Sun Ho Chee, Seung Kil Hong and Yang Ho Sung

*Department of Physiology, Korea University, College of Medicine
Seoul, Korea*

(Director: Prof. Young Sun Cha, M.D.)

Contrary to most of European and American investigators failed to find out the seasonal variations of basal metabolic rate in man, Japanese and Korean investigators reported the increase in winter, decrease in summer season. But the causes of variation were not found clearly.

To find out whether metabolic acclimatization to climate could be arise or not in human being, the basal metabolic rate was determined monthly for a period of one year in Airmen volunteers who live in Seoul, with 9 l Collins spirometer.

The results obtained were as follows:

1. The average ambient temperature was lowest in February (-5.88°C) and highest in July (27.34°C).
2. Basal metabolic rate was lowest in June and highest in December showing seasonal variations. Interestingly, the increase of basal metabolic rate followed after the drop of ambient temperature below 0°C (December) and the decrease followed after the elevation of ambient temperature from optimum to hot (June) or cold to warm (March).
3. Mean skinfold thickness increased in spring, decreased in winter.
4. These findings indicate that the basal metabolic rate of Korean reveals the seasonal variation affected by ambient temperature highly.

I. 머리 말

체내 대사기능의 지표로서 이용되며 기초적 조건하에서 흔히 측정되는 기초 신진대사량(다음부터 BMR 이라 약칭함)은 연령 또는 성별에 따라 그 값이 달라지나 비교적 항상성을 가진 기능의 하나라고 간주되고 있다.

동물의 BMR 은 환경조건에 의하여 비교적 쉽게 변

동하며, 특히 한냉적응시에 BMR 이 증가함은 잘 알려져 있다^{1,2}. 이것은 계절의 변동, 특히 기온의 변화에 대하여 생체가 적응함과 더 나아가 순응의 기능을 발휘하여 생체 내부환경의 항상성을 유지하려는 노력이라고 할 수 있겠다. 그러나 사람이 추위 또는 더위에 직면한 경우 나타나는 대사성 순응에 관하여는 구미학자와 동양학자들 사이의 의견이 일치하지 않는다.

즉, 구미학자들은³⁻¹⁰ 사람의 BMR 은 환경조건의 변동에 의하여 좌우되는 것이 아니라고 하며, Eskimo 인의 BMR 이 표준치보다 높은 것¹¹⁻¹⁵도 한냉적응으로

* 이화여자대학교 의과대학

인한 현상이라고 하나¹¹⁾ 실제로 추운 겨울에도 한냉자극은 별로 받지 않고 있으며 한냉적응 현상이 아니고¹²⁻¹⁵⁾ Eskimo 인이 취하는 고단백식으로 인한 특수력원 작용에 그 이유가 있다^{14, 15)}고 하였으며, 인위적으로 한냉에 폭로해도 BMR 변동은 없다^{3-5, 7, 16)}고 하여 계절적 변동을 부인하고 있다. 반면 일본 생리학자들은 일본인의 BMR 값이 계절적 변동을 보여 겨울에 높고 여름에 낮다고 보고하고 있으며, 한편 한냉적응에 의한 것임을 주장하고 있다¹⁷⁻²²⁾.

한국인에서는 부산지방에 거주하는 비해녀에서는 변동이 없으나 한냉환경에서 잠수활동을 하는 해녀에서 약 20%이상 상승함을 보고하고, 해녀에서만 한냉적응현상의 결과라고 보고하였^{23, 24)}, 서울지방에 거주하는 남녀에서도^{25, 26, 27)} 여름철에 낮고 겨울철에 높은 값을 보였지만 한냉적응현상이라기 보다는 그외의 요인, 예로서 운동량과 관계가 있으리라고 시사하였²⁶⁾.

운동과 BMR 과의 관계는 Wilson 등⁷⁻¹⁰⁾이 보고한 것으로 한냉자극보다는 등산훈련을 받은 사람에서 BMR 상승을 관찰하므로써 제시된 것으로 이 등²⁸⁾의 실험 결과로는 수증기 어렵다.

저자들은 연중 생활조건이 변화가 적고 또 일정한 급식으로 공동생활을 하는 공군위생병의 1년간 BMR 을 측정할 바 얻은 성적을 이에 보고하는 바이다.

II. 실험 방법

A. 피검자

피검자로서는 같은 환경에서 거주하며 생활하는 공군 위생병 6명을 선정하여 실험하였다. 피검자들의 신체적 성질은 제 1 표와 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects

Subjects	Age (yr)	Height (cm)	Body weight (kg)	B.S.A (m ²)
Choi. S.C.	22.0	167.5	59.8	1.68
Hahn. H.S.	23.0	169.5	63.5	1.72
Lee, Y.K.	22.0	162.0	49.8	1.52
Chang. J.S.	21.0	173.5	58.5	1.70
Kim. N.S.	23.0	166.5	61.0	1.68
Kim. S.J.	24.0	169.5	62.5	1.72
Mean ±S.E.	22.5 0.47	168.08 1.71	59.18 2.21	1.67 0.03

B. 측정항목

1. 구강온도, 혈압, 맥박수 및 체중
매 실험일 아침에 잠깨 후 침상에 누운채 구강온도, 혈압 및 맥박수를 측정하였고 기상후 체중을 측정하였다.

2. 무지방체중(Lean body mass)

무지방체중은 평균 피하 지방질무게를 측정하여 몸무게에서 감하여 산출하였고, 지방질 체중은 피부집기법에 의해 Lange 의 집게(Cambridge Sci. Ind. Co. 제조)를 사용하여 바로선 자세에서 팔, 등, 허리 및 배 등 4군데의 피부두께를 측정하고, 그 값의 평균치로 부터 지방질 무게를 차의 식²⁹⁾, Fat Weight (kg)=0.653×MST(mm)+3.91에 의하여 산출하였다.

3. BMR 측정

매월 25일경에 기상전 침상에 누운채 9 l-Collins spirometer 를 사용하여 산소소비량을 측정하였고, STPD 로 환산한 다음 체표면적당 Kcal 로 계산하였으며, Boothby 등의 기준표³⁰⁾에 의하여 정상값의 백분율로 표시하였다. 또한 무지방체중에 대한 열량을 구하여 Kcal/hr/kg. LBM 으로 나타내었고, 각 개인의 연평균에 대한 백분율로도 계산하였다.

BMR 측정시에는 측정 전날 오후 5시에 보통 식사를 취한후 물 이외에는 아무 것도 먹지 않은 채 오후 9시에 잠재우고, 다음날 6시에 잠깨 후 실온의 환경에서 측정하였다. 실험기간은 1968년 4월부터 1969년 3월까지 이었다.

III. 실험 성적

A. 생리적 성적

피검자들의 생리적성질은 제 1 표와 같으며 그것들의 월별 변동은 제 2 표 및 그림 1, 2에 제시하였다.

1. 체중의 변동

체중의 연간 평균은 58.21 kg 이며, 8월에 57.23±2.80 kg(mean±S.E.(로서 가장 감소하였고, 4월에 58.75±2.31 kg로서 가장 증가하였으나 그 차이는 유의한 것은 아니었다.

2. 맥박수의 변동

평균 기초 맥박수는 연간 평균 54.20박동/min 이며 12월에 56.67±2.33박동/min 으로 가장 많았고, 2월에 52.00±2.59박동/min 로 가장 낮은 값을 보이고 있으며, 계절적으로 의의있는 변동은 없었다.

Table 2. Annual changes of physiological characteristics and basal metabolic rates in each months

	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	B.S.A (m ²)	Pulse rate (beats/min)	B.P. (mmHg)		Oral temperature (°C)	Skinfold thickness (mm)			Kcal/hr	BMR (%)	% annual mean	Kcal/hr/kg B.M.		
						Systolic	Diastolic		Arm	Back	Waist					Abdomen	Mean
January	22.5	168.08	59.18	1.67	53.17	115.67	78.83	35.98	6.33	9.83	7.17	6.00	7.33	69.43	41.57	+2.58	1.38
			2.21	0.02	1.48	3.15	3.85	0.17		0.37	2.63	1.27					
February	"	"	57.97	1.66	52.00	115.83	72.50	35.90	5.50	8.50	6.67	6.67	6.83	70.25	42.52	+4.89	1.42
			2.13	0.01	2.59	1.89	1.87	0.09		0.41	3.61	2.34					
March	"	"	58.05	1.65	52.83	110.00	77.50	35.95	5.25	10.50	8.67	7.25	7.92	64.78	39.26	-3.15	1.33
			2.31	0.03	1.31	2.83	4.41	0.13		0.79	1.85	1.08					
April	"	"	58.75	1.66	53.50	116.33	75.83	36.25	5.58	9.75	11.17	7.67	8.54	68.37	41.11	+0.72	1.39
			2.19	0.03	1.76	3.17	5.01	0.10		0.40	2.30	1.11					
May	"	"	58.47	1.66	53.17	114.17	73.00	36.43	6.17	9.00	11.00	6.83	8.25	68.51	41.32	+1.27	1.41
			2.40	0.03	0.77	3.09	1.41	0.02		0.50	3.77	2.30					
June	"	"	58.57	1.66	56.50	112.33	74.17	36.00	6.17	10.33	9.83	6.83	8.29	65.01	39.07	-4.26	1.33
			2.27	0.04	2.08	3.07	2.20	0.10		0.04	2.45	1.13					
July	"	"	57.42	1.65	54.33	108.33	66.50	36.57	5.67	10.50	8.67	6.50	7.30	67.07	40.52	-0.73	1.38
			2.59	0.04	1.38	5.17	2.19	0.18		0.68	2.98	1.19					
August	"	"	57.23	1.64	53.67	111.50	71.67	36.37	5.50	10.50	6.67	5.67	7.08	66.71	40.54	-0.74	1.37
			2.80	0.04	2.72	2.22	3.37	0.09		0.42	3.69	1.69					
September	"	"	57.90	1.65	54.50	117.33	79.33	36.30	5.67	8.83	9.97	6.83	7.75	68.38	41.41	+1.48	1.41
			2.67	0.04	2.45	5.27	4.91	0.05		0.51	3.37	1.78					
October	"	"	58.57	1.66	55.67	114.17	67.17	36.63	6.17	9.33	8.50	6.33	7.58	67.71	40.80	+0.01	1.38
			2.41	0.03	2.07	3.63	2.01	0.34		0.70	2.94	2.12					
November	"	"	58.23	1.66	54.33	118.17	72.00	36.25	5.33	9.67	7.50	5.08	6.90	66.49	40.06	-1.83	1.34
			2.36	0.04	2.92	2.54	4.56	0.10		0.32	2.19	1.11					
December	"	"	58.17	1.66	56.67	111.17	77.50	36.05	5.33	9.67	6.17	6.17	6.83	70.52	42.66	+4.55	1.43
			2.73	0.04	2.33	5.40	5.07	0.14		0.21	5.44	3.39					
Annual Mean		"	58.21	1.66	54.20	113.75	73.83	36.22	5.72	9.70	8.50	6.49	7.55	68.05	40.94		1.39

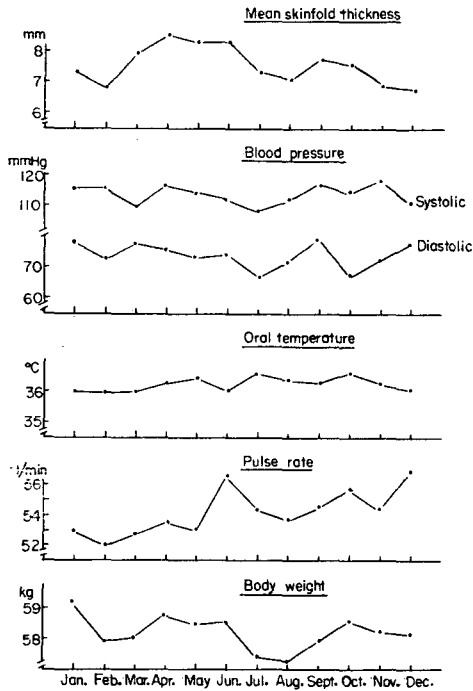


Fig. 1. Annual variations of physiological characteristics.

3. 혈압의 변동

기초상태에서의 혈압은 수축기혈압의 연간 평균이 113.75 mmHg이며, 11월에 가장 높아 118.17±2.54 mmHg 이었고, 7월에 가장 낮아 108.33±5.17 mmHg 이었으며, 확장기혈압의 연간 평균은 73.83 mmHg 이며, 9월에 79.33±4.91 mmHg 로 가장 높았고 6월에 66.50±2.19 mmHg 로서 가장 낮은 값을 보였다. 확장기 혈압의 최고값과 최저값 사이에는 유의있는 변화를 보이고 있다(p<0.05).

4. 체온의 변화

체온의 연간 평균은 36.22°C이며, 10월에 36.25±0.10°C 로 가장 높았고, 2월에 35.90±0.09°C 로 가장 낮았으나 연간의 변동은 정상값의 변동 범위안에 있었다.

5. 총지방량의 변동

팔, 등, 허리 및 배 등의 네 군데에서 측정 한 평균 피부두점의 두께는 연간 평균 7.55 mm이며, 12월에 가장 적어 6.83±0.21 mm 이었고 4월에 8.54±0.40 mm 로서 가장 많았으며, 최고값과 최저값 사이에는 유의 있는 차이를 볼 수 있었으며(p<0.01), 봄철에 증가되

고 겨울철에 감소되었다.

B. 기초대사량의 변동

기초대사량의 연간 변동은 제 2 표 및 그림 2, 3에 제시된 바와 같으며 계절적 변동을 볼 수 있었다.

즉, 체표면적당 대사량이 연간 평균 40.94 Kcal/hr/m² 이었고, 12월에 가장 높아 42.66±3.39Kcal/hr/m²(+4.55%), 6월에 가장 낮아 39.07±1.13 Kcal/hr/m²(-4.26%)로서 12월에 높고 6월에 낮음을 볼 수 있었다. 또한 Boothby 등의 기준표에³⁰⁾ 의해 계산된 BMR의 % 변화는 최저값이 6월의 -4.26%이었으나 최고값은 2월의 +4.89%로서 12월의 +4.55%보다 높았으나 이것은 피검자중 일부의 기준치가 달라진 결과이며, 각 피검자의 연령군에 대한 변동율도 역시 최고값은 12월의 +3.62%로서 일년중 가장 증가하였음을 보이고 있다.(그림 3).

무지방제당당 대사량의 변동도 12월에 1.43±0.13 Kcal/hr/kg. LBM으로 가장 높았고, 6월 및 3월에 1.33

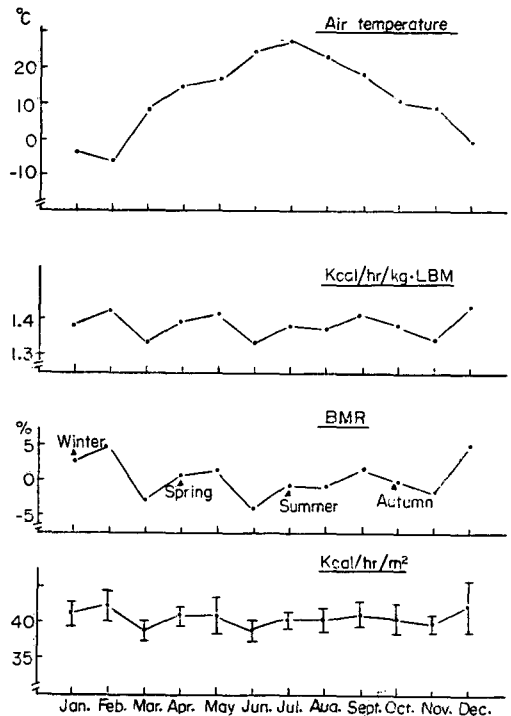


Fig. 2. Monthly variations of basal metabolic rates and air temperature. Vertical bars represent standard error of mean. Air temperatures are average values of 10 days before and after experiment.

± 0.05 Kcal/hr/kg. LBM으로 가장 낮은 값을 나타내었다.

각 개인별 연중 최고값과 최저값의 평균치는 제 3표에 제시된 바와 같이 약 11.94%의 차이를 볼 수 있으며, 이 차이는 유의있는 변동이었다. ($p < 0.02$)

연평균에 대한 월별값의 변동율은 여름철(6, 7, 8월)에 -1.91% 로 가장 낮았고 겨울철(12, 1, 2월)에 $+4.01\%$ 로 가장 높았던 바, 월별로 관찰할 때 기온이 영하로 내려간 1월, 2월, 12월에 높은 값을 보이며, 기온이 20°C 이상 올라간 6, 7, 8월에 대칭적으로 낮은 값을 보이고 있으며(그림 3), 더욱 흥미있는 사실은 변절이라 할 수 있는 춥던 기온이 영상으로 올라간 때(3월)와 더위가 시작될 때(6월)에 급격히 감소되는 반면, 영상의 기온이 영하의 기온으로 떨어진 때(12월)에 증가를 보이고 있는 점이다.

Table 3. Annual variation of basal metabolic rate in individual subjects

Subjects	BMR Kcal/hr/m ²			Annual mean
	Lowest	Highest	Difference	
Choi, S. C.	39.47	54.07	14.60	43.98
Hahn, H. S.	38.02	46.34	8.32	42.23
Lee, Y. K.	38.66	47.90	9.24	42.68
Chang, J. S.	32.00	39.90	7.90	35.63
Kim, N. S.	36.22	44.85	8.63	41.17
Kim, S. J.	35.40	44.45	9.05	39.95
Mean ±S.E.	36.63 1.22	46.25* 2.09	11.19	40.94

* $p < 0.02$

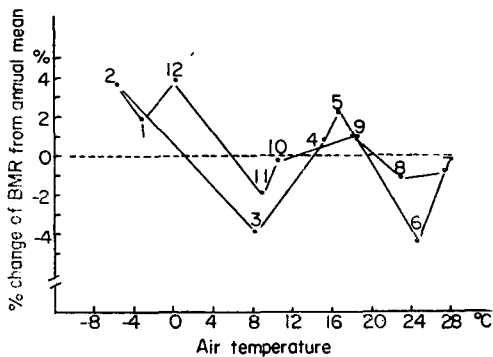


Fig. 3. The monthly basal metabolic rate expressed as percent deviation from the annual mean as a function of the air temperature. The numerical figures indicate the month of year.

IV. 생 각

저자들의 실험에서 기초대사량은 계절적인 변동을 볼 수 있어서 겨울철에 증가하였고 여름철에 저하된 바, 이는 일본학자들의 보고¹⁷⁻²²⁾와 비슷하며, 더욱이 서울지방에 거주하는 남녀에서 연중 변동을 보인다는 결과²⁵⁻²⁷⁾와도 일치되었다.

차 등²⁵⁾은 네 계절에서 측정된 값이 기온과 역상관계가 있었으며, BMR의 변동이 기온의 변화에 뒤져서 일어남을 관찰하고 한냉적응현상으로 인한 것이라 주장하였으며, 같은 서울지방 거주인에서 2년간 측정된 Park 등²⁶⁾은 5월에 가장 낮았고 12월에 가장 높아 약 $7\sim 10$ Kcal/hr/m²의 차이를 나타내었지만, 최고기온은 8월, 최저기온은 1월이었으므로 기온과는 별상관이 없었다고 하고, 더우기 감산성능이 연중 큰 변동이 없는 점으로 보아 기온의 변화보다는 신체 활동량의 차이에서 오는 것일거라고 해석하였다.

김²⁷⁾은 서울지방거주 35세전후의 남녀에서 기온이 최고였던 8월에 가장 낮았고 최저온을 보인 1월에 가장 높아 계절적인 변동을 관찰하였다고 하고, 부신피질기능의 일부 표현으로 측정되는 17-ketosteroids가 매우 춥던가 더운 계절에 증가한다는 보고³¹⁾와는 달리 17-ketosteroids의 별 변동없이 BMR의 변동만을 초래하므로써 이것의 계절적인 변동이 기후 이외에 식이조성 및 운동량에 의해 좌우된다고 풀이하였다.

저자들의 실험성적에 의하면 최고기온은 7월임에도 불구하고 대사량은 6월에 가장 낮았고, 최저기온은 2월인데도 대사량은 12월에 가장 높았던 바 연중 변동이 외부 기온과 대체로 역상관계가 있었으며(그림 3), 특히 영상의 기온이 갑자기 영하의 기온으로 떨어진 때(12월)로부터 영하기온인 1, 2월에 대사량의 뚜렷한 증가를, 영하의 기온에서 영상의 기온으로 바뀐 3월과, 지적온도인 5월에서 24°C 이상의 기온으로 바뀐 6월에 급격한 저하를 볼 수 있었던 바, 환경기온이 갑자기 저하할 때 대사량이 증가하였고 환경기온이 갑자기 상승될 때 저하되는 점으로 보아 외부 기온의 급격한 변화에 예민하게 대사량의 변화를 이끈 것이라 생각된다.

생리적 성질중 맥박수가 차 등²⁵⁾에서 64.0 ± 1.16 박동/min, Park 등²⁶⁾에서 $60\sim 67$ 박동/min, 김²⁷⁾에서 62.02 ± 0.51 박동/min인데 비하여 본 실험에서 54.20 박동/min로서 가장 적은 값이나 본 실험조건으로 보아 가장 안정되었음을 짐작케 한다. 한편 피검자들의 급식기준은 약 3,000 Kcal/day 정도로서 연중 일정하며, 그 조성은

실제로 분석되지는 않았으나 일반인인 다른 피검자들²⁵⁻²⁷⁾ 보다는 지방 및 단백질량이 부족하리라 생각된다. 그러나 운동량은 생활의 성질상 더운 계절에 훨씬 많았다는 점으로 미루어 운동량과의 관계는 별로 없었으리라고 짐작된다.

Wilson 등⁷⁻¹⁰⁾은 한냉자극 또는 갑상선 기능항진과는 관계없이 등산훈련에 의해서만 대사량이 증가되었다고 하나 훈련기간중 정상인에 비하여 약 40~50%의 칼로리를 증가 섭취토록 평균 4,000 Kcal/day 이상을 제공하였고, 9,470 Kcal/day 를 제공한 날도 있었다고 하니 Odin and Werdius³²⁾의 실험결과로 미루어 높은 칼로리의 음식물이 어느 정도 BMR 상승에 관여되었으리라 짐작하기는 어렵지 않다. 더구나 운동훈련중 체중이 약 2.3 kg 이나 증가되었다고 한다.

이등²⁸⁾은 6주간 운동훈련을 시킨 청년에서 BMR 상승을 관찰할 수 없었으며, Wilson의 보고는 오히려 음식물 관제가 많은 영향을 주었으리라고 추측된 바 있다.

Yoshimura 등²¹⁾은 교-도지방 거주 Canada 선교사에서는 일본인과는 달리 계절적 변동을 볼 수 없었으므로 인종에 따른 차이일 것이라 하였으나 이는 후천적인 단백질 및 지방질 섭취량이 많은 생활환경에서 자라는 결과가 아닌가 생각된다. 또한 Yurugi 등²²⁾은 동경에서 일본의 공군위생병을 대상으로 실험한 바 저자들과 같이 여름에 낮고 겨울에 높은 계절적 변동을 보였으며, 최저값은 7월의 34.08 Kcal/hr/m², 최고값은 12월의 38.31 Kcal/hr/m²으로서 연간 변동값은 7.7%로 종래 일본인의 변동율¹⁹⁾ 보다는 적은 값이라고 하였으며, 연중 평균 3,255 Kcal/day 의 급식중 단백질 및 지방질 섭취가 증가되므로써 과거보다 연중 변동율이 감소된 것이며, 뚜렷한 계절적인 변동은 기온과 상관이 있다고 하였다. Gold 등³³⁾도 Israel 사람에서 인위적으로 겨울환경에 노출한 경우에 여름환경에 노출되었을 때보다 대사량이 증가함을 관찰한 바 있다.

저자들의 실험에서 여름철보다 겨울철에 대사량이 증가하여 계절적 변동이 뚜렷하였으며, 특히 기온의 급격한 변동에 따라 대사량의 변동이 있음을 보아 환경 기온의 영향을 무시할 수 없다고 생각된다. 더우기 본 실험의 피검자들에서는 연중 운동량의 변화가 그다지 심하지 않고, 또한 식이조성도 큰 차이가 없으므로 부산지방에 거주하는 해녀^{23, 24)}에서와 비슷한 결과이기는 하나 한냉적응현상으로 인한 변동이라기 보다는 한냉의 변화에 대해 예민하게 반응한 결과가 아닌가 생각되며, 지방질섭취량에 차이도 무시할 수 없는 변동

인자일 것이 추측된다.

V. 맺는 말

인간의 기초신진대사량은 인종, 연령, 성별 및 계절의 변화등과 밀접한 관계가 있으며, 최근에는 육체적 운동량도 관여한다는 주장도 있다. 기초대사량의 계절적인 변동의 유무에 대하여 구미학자들은 부인하나 동양학자들은 긍정하고 있으며, 그 원인에 대하여는 의견이 엇갈려 있다.

이에 저자들은 이것의 계절적인 변동이 과연 있는지도 또한 그 변동의 원인이 무엇인지 밝히고자 같은 환경에서 단체생활을 하고있는 공군 위생병 6명을 대상으로 1년간에 걸쳐 매월 생리적 성질 및 기초 신진대사량을 측정한 바 얻은 성적은 다음과 같다.

1. 실험기간중 최고 기온은 7월에 27.34°C 이었고 최저 기온은 2월의 -5.88°C 이었다.
2. 체표면적당 기초 신진대사량은 6월에 가장 낮았고 12월에 가장 높았으며, 대체로 여름철에 저하, 겨울철에 상승함으로써 계절적인 변동이 있었다.
3. 단위무지방체중에 대한 기초 신진대사량도 체표면적당의 그것과 비슷한 변동을 보였다.
4. 각 개인별 최고값과 최저값의 차이는 약 11.9 Kcal/hr/m²로서 의의있는 차이였다.
5. 기초대사량의 변동은 영상의 기온으로부터 영하의 기온으로 저하한 때 급격히 증가하였고, 중성기온으로부터 더운 기온으로 바뀔 때 감소됨을 볼 수 있었다.
6. 평균 피하 지방질두께는 봄철에 증가되었고 겨울철에 감소되었다.
7. 체중, 맥박수, 혈압 및 체온은 연중 큰 차이를 볼 수 없었다.

<이 논문을 뱃속에 있어 은사 차영선 교수님께 뜨거운 감사를 드립니다.>

REFERENCES

- 1) Hart, J.S.: *Energy metabolism during exposure to cold. Fed. Proc.* 19, Suppl., 5:15-19, 1960.
- 2) Hsieh, A.C.L.: *The role of the thyroid in rats exposed to cold. J. Physiol. (London)* 161: 175-188, 1962.
- 3) Bass, D.E.: *Metabolic and energy balances of men in a cold environment. In: Cold Injury. edited*

- by S.M. Horvath, New York: Josiah Macy, Jr., Found. p. 317-388, 1960.
- 4) Davis, J.R.A.: Chamber cold acclimatization in man. *J. Appl. Physiol.* 16:1011-1015, 1961.
 - 5) Iampietro, P. F., D. E. Bass, and E. F. Buskirk.: Diurnal oxygen consumption and rectal temperature of man during continuous cold exposure. *J. Appl. Physiol.* 10:398-400, 1957.
 - 6) Lewis, H. E., J. P. Masterton and S. Rosenbaum: Stability of basal metabolic rate on a polar expedition. *J. Appl. Physiol.* 16:397-400, 1961.
 - 7) Wilson, O.: Basal metabolic rate of "tropical" man in a polar climate. In: *Biometeorology*, edited by S.W. Tromp, Oxford: Pergamon Press, p. 411-426, 1962.
 - 8) Wilson, O.: Adaptation of the basal metabolic rate of man to climate. A review. *Metab. Clin. Exp.* 5:531-542, 1956.
 - 9) Wilson, O., T. Munger, S. S. Sørensen, J. Fogh and C. Rerup: A field study of physiological muscular activity with and without cold exposure. Part VIII. Metabolic rate and thyroid function. *Acta Univer. Lund.* 1966.
 - 10) Wilson, O.: Field study of the effect of cold exposure and increased muscular activity upon metabolic rate and thyroid function in man. *Fed. Proc.* 25:1357-1362, 1966.
 - 11) Brown, G. M., G. S. Bird, L. M. Boag, D. J. Delahaye, J. E. Green, J. D. Hatcher, and J. Page: Blood volume and basal metabolic rate of Eskimo. *Metabolism* 3:247-254, 1954.
 - 12) Rabinowitch, J. M. and F. C. Smith: Metabolic studies of Eskimo in the Canadian Eastern Arctic. *J. Nutr.* 12:337-356, 1963.
 - 13) Rennie, D. W., B. G. Covino, M. R. Blarr and K. Rodahl: Physical regulation of temperature in Eskimo. *J. Appl. Physiol.* 17:326-332, 1962.
 - 14) Rodahl, K.: Eskimo metabolism. *Norsk, Palarinstitutt, Oslo, Skrift* 99, 1954.
 - 15) Rodahl, K.: Basal metabolism of the Eskimo. *J. Nutr.* 48:359-368, 1952.
 - 16) Burton, A. C. and O. C. Edholm: Man in a cold environment. Edited by E. Arnold, London, 1955.
 - 17) Fujimoto, S. and T. Watanabe: Seasonal variation of energy metabolism. *Acta Med. Nagasaki* 10: 1-11, 1965.
 - 18) Ogata, K., T. Sasaki and N. Murakami: Central nervous and metabolic aspects of body temperature regulation. *Bull. Inst. Constit. Med. Kumamoto Univ.* 16, Suppl. Aug. 1966.
 - 19) Sasaki, T.: Relation of basal metabolism to changes in food composition and body composition. *Fed. Proc.* 25:1165-1168, 1966.
 - 20) Suzuki, S., Nagamine, S. Oshima, S. Kawada, K. Jamakawa, and T. Kuga: Seasonal variation in basal metabolism. *Jap. J. Nutr.* 17:25-30, 1959.
 - 21) Yoshimura, M., K. Yukiyoishi, T. Yoshioka, and M. Takeda: Climate adaptation of basal metabolism. *Fed. Proc.* 25:1169-1174, 1966.
 - 22) Yurugi, R., M. Iizuka, H. Ikegami, T. Akiyama and C. Sakakibara: Relationships between seasonal variation of basal metabolic rates and dietary composition in Airmen volunteers. *Rept. Aero-med. Lab. Japan* 8:142-149, 1968.
 - 23) Hong, S.K.: Heat exchange and basal metabolism of Ama. In: *Breath-Hold Diving and the Ama of Japan*. Edited by H. Rahn. Washington, D.C.: National Academy of Science-National Res. Council, p. 303-313, 1965.
 - 24) Hong, S.K.: Comparison of diving and non-diving women of Korea. *Fed. Proc.* 22:831-833, 1963.
 - 25) 차영선, 홍승익: 한국 청년 남녀 기초신진대사의 계절적 변동. *우석의대잡지* 5:25-41, 1968.
 - 26) Park, H.K., C. A. Yoon and S.K. Hong: Seasonal variations in the basal metabolic rate of the Korean. *Yonsei Med. J.* 10:139-145, 1969.
 - 27) 김창준: 한국 장년 남녀 기초신진대사 및 노중 17-Ketosteroids의 월별 변동에 관한 연구. *우석의대잡지* 7:79-88, 1970.
 - 28) 이제열, 홍우일, 박해근, 유명자, 백광세: 신체훈련이 체력 및 기초신진대사율에 미치는 영향. *항공의학* 17:57-75, 1969.
 - 29) 朴景華: 피부투점집기법에 의한 한국 공군 장병의 총지방량 측정. *항공의학* 11(2):89-99, 1963.

- 30) Boothby, W. M., J. Berkson and H. L. Dunn: *Studies of the energy of metabolism of normal individuals: A standard for basal metabolism, with a nomogram for clinical application. Am. J. Physiol.* 116:468-484, 1936.
- 31) 渡邊 孟: 基礎代謝と尿中 17-KS 量との季節變動. 長崎醫學會雜誌 42, No. 2, 1967.
- 32) Odin, M. and E. Werdinus: *The level of the basal metabolism as related to the composition of the diet. Acta Med. Scand.* 81:249-266, 1934.
- 33) Gold, A. J., A. Zornitzer and S. Samueloff: *Influence of season and heat on energy expenditure during rest and exercise. J. Appl. Physiol.* 27:9-12, 1969.