環境温度の飢餓安静時代謝に及ぼす影響(第3報, 冬季)

The Effect of the Different Environmental Temperatures
on the Basal Heat Production (Report III)

国立栄養研究所 栄養生理部 (Division of Physiology, the National Institute of Nutrition)

鈴木 慎次郎 (S. Suzuki)

長 嶺 晋 吉 (S. Nagamine)

河 田 正 治 (S. Kawada)

久 我 達 郎 (T. Kuga)

大 島 壽美子 (S. Oshima)

山 川 喜久江 (K. Yamakawa)

In this report as a series of previous experiments (Report 1 and 2), experimental environmental temperatures were set at the range from 40°C to -20°C and the effects of these different temperatures on the basal heat production were studied by the same methods and experimental conditions as described in previous reports. And more, in this experiment the following method was attempted, i. e., subject's head was placed in the room kept at lower temperature (0°C or -16°C) and his body was placed in the comfortable room, instead of keeping the subject at warmly conditions in lower environmental temperatures by varying the clothing conditions.

Results obtained were as follows.

1) The heat productions at higher 40°C in this experiment did not show any significant variation above the basal metabolism, though the rising metabolism was seen, at the corresponding temperatures in previous summer and autumn experiments. And also, the rising metabolism at lower 10°C and -20°C temperatures in winter was lower than the heat production at 10°C and -15°C in autumn experiment. These inclination suggest that one's physiological status in winter has much tolerance or adaptability to the wide range from higher to lower environmental temperatures.

2) The basal heat production showed no significant variation when the head was placed in the room kept at 0°C or -16°C and the body was layed at comfortable room.

This data show theoretically that there is no variation in the basal metabolism even at considerable lower environmental temperature such as -16°C, if the body is completely kept at comfortable temperature.

3) The skin temperature measured at lower temperature in this experiment showed the tendency of smaller variation at the sole and hand, as compared with the previous experiments in summer and autumn.

¹⁾ 第1報及び第2報にひき続いて昭和29年1月より2月にかけて冬期における表題に関する実験が行われた。
²⁾ 実験方法は第1報既述の通りで、被検者も同一人である。実験のための環境温度は、今回は40°Cより-20°Cに互つて10°Cおきに設定された。なお、前回までは低温下における保温状態に関する実験はその環境温度室内において寝具を変えることによつて行われたのであるが、今回は体部の保温がもしも完全に保たれたならばという想定の下に、低温及び高温両室間の隔壁に設けられた楕円形の交通口(30×45 cm)を通

して、体部を 30°C の高温室におき、頭部を 0°C または -16°C の低温室におき、頭部と肩は毛布で包むことによつて、頭部寒冷暴露、体部完全保温の理論的方法を以て実験が試みられた。

成績 1. 熱産生量

(1) 高温環境における熱産生量: 40°C の環境温度下における基礎代謝状態の熱産生の変動は第1表及

Fig. 1. Metabolism at 40°C Temperature

Fig. 2. Metabolism in Lightly Clothed Condition at 10°C Temperature

Fig. 3. Metabolism at 0°C Temperature

Fig. 4. Metabolism in Lightly Clothed Condition at -10°C Temperature

Table 1. The Total Heat production and the percentage of Extra Calories above Basal Metabolism (Average Basal Metabolism 58.7 Cal./hr.)

Experimental temperature and conditions	Total heat production			% of extra cal. above basal metab.		
	1st hour	2nd hour	Average	1st hour	2nd hour	Average
-20°C Lightly clothed	79.9 Cal/hr.	109.1 Cal/hr.	94.5	36	86	61
-10 " "	73.0	93.6	83.3	24	60	42
0 Lightly clothed	77.3	86.9	82.1	32	48	40
Warmly clothed	60.3	63.5	61.9	3	8	6
10 Lightly clothed	60.0	61.8	60.9	2	5	4
30	59.3	64.7	62.0	1	10	6
40	61.6	61.4	61.5	5	5	5

Fig. 5. Metabolism in Lightly Clothed Condition at -20°C Temperature

Fig. 6. Skin Temperature at 10°C

1時間目には変動なく、2時間目においては10%の亢進を示し、平均して6%の亢進となり、2時間平均亢進率としては大した変動ではない。今までの実験より徴して10%以内の変動はrestless、その時の被検者の生理的状态その他周囲の諸条件により、厳密に差異づけられる値ではないように思われる、

(2) 低温環境における熱産生量：第1表及び第2～5図に見られるように、10°C環境における薄着状態で

の熱産生量は基礎代謝値に対し1時間に2%、2時間目に5%、平均して約4%の極く僅かな条件誤差内の変動で、夏及び秋における13%程度の亢進に比して著しく低い。

0°Cにおける薄着状態では、入室後1時間で32%、2時間目には48%、2時間入室平均40%の亢進で、夏及び秋における亢進率と大差ない値を示した。

0°C環境下で、保温状態にあつた場合は、1時間目に3%、2時間目に8%、平均6%の上昇を見せたに過ぎず、有意な変化は認められなかつた。

-10°C下薄着状態では、1時間目に24%、2時間目に60%、2時間平均42%の亢進を示した。これも夏季に比し大差ない亢進率であつた。

Fig. 7. Skin Temperature at 0°C

Fig. 8. Skin Temperature at -10°C

頭部を -16°C の低温下におき、体部を 30°C の快感帯においた場合も表示の如く、2時間で1~3%の亢進で殆ど基礎代謝に変化は見られない。

2 皮膚温と寝具内温度

(1) 皮膚温：第3表及び第6~9図に示す如く、 10°C 以下の低温度における薄着状態、即ち白布1枚、毛布1枚の掛具の状態においては、手甲、前額部において皮膚温の低下が大きく、次で足掌皮膚の低下が、

冷痛を防ぐために湯たんぽを用いたにも拘らず大きい。胸部及び腹部において最も変動が少い。

額・胸・腹の各部の皮膚温は退室後は15分以内で入室前の皮膚温に大

-20°C における薄着状態にあつては、1時間目に36%、2時間目に86%の著大な亢進、平均して61%の増大が認められた。しかしこの亢進度は秋季における -15°C の場合の2時間平均85%の亢進率に比し低い。

(3) 頭部を寒冷に暴露し、体部を快感帯においた場合の熱産生量：前述の方法によつて頭部を 0°C の寒冷下に暴露し、体部を 30°C の快感帯においた場合の熱産生量は第2表に示す如く、1時間目には基礎代謝値に変化なく、2時間目に9%の軽度の亢進を示すに過ぎず、2時間平均では5%で、基礎代謝に大した変動を与えない。

Fig. 9. Skin Temperature at -20°C

Table 2 The Heat Production in Winen Subject's Head was Exposed in Lower Environmental Temperatures and the Body was Kept in Comfortable Temperatures.

	Heat production			% above basal metab.		
	1st hour	2nd hour	Average	1st hour	2nd hour	Average
Head at 0°C , body at 30°C	58.7	64.2	61.5	0	9	5
Head at -16°C , body at 30°C	59.3	60.4	59.9	1	3	2

体戻つたが、手甲及び足掌の皮膚温は退室後 30 分に至るも回復しない。

この傾向は前 2 回の実験においても同様にみられたところである。−20℃ においては各測定部位ともに皮膚温の低下は大きく、胸部及び腹部においても 3℃ 及び 2℃ の低下がみられた。同温度下において拇趾の裏の皮膚温を測定したところ、その皮膚温は入室前 27.0℃ より入室後 2 時間で平均約 16.0℃ となり、約 10℃ の低下冷却がみられた。

夏季及び秋季における皮膚温の変化と較べると、特に手甲と足掌において冬季はその皮膚温の低下度が少い傾向がみられた。

40℃ の環境下では手甲、とくに足掌において皮膚温は上昇し、胸部においては夏及び秋の実験における上昇に比べ全く変化が認められなかつた。このことは熱産生量に有意な亢進がみられなかつたこと一致する。

(3) 寝具内温度：掛具(白布と毛布 1 枚)内

の気温を測定したところ、最内部即ち寝衣上の気温は第 4 表に示す如く、10℃、0℃、−10℃、−20℃ の実験温度に於てそれぞれ約 27℃、25℃、22℃、15℃ を示し、入室前との温差はそれぞれ約 8℃、7℃、14℃、

Table 3. Average Skin Temperature.

Experimental Temperature	Place measured	Before entering into the air conditioning room (1)	In the air conditioning room (Average for two hours) (2)	After getting out of the air conditioning room (after 30 minutes)	(2)-(1)
−20℃	Forehead	35.1℃	29.5℃	34.1℃	−5.6℃
	Breast	34.8	31.8	34.9	−3.0
	Abdomen	35.4	33.5	34.7	−1.9
	Back of hand	35.3	28.2	26.4	−7.1
	Sole	27.0	25.2	22.3	−1.8
	Toe	26.8	15.8	16.6	−11.0
−10	Forehead	36.1	32.1	35.5	−4.0
	Breast	35.6	33.4	35.6	−1.2
	Abdomen	35.7	34.6	35.6	−1.1
	Back of hand	33.7	28.2	27.8	−5.5
	Sole	25.1	23.1	21.6	−2.0
0	Forehead	35.6	32.7	34.2	−2.9
	Breast	34.2	34.5	35.2	0.3
	Abdomen	36.6	34.8	35.5	−1.8
	Back of hand	27.5	25.4	24.7	−2.1
	Sole	26.2	23.0	20.3	−3.2
10	Forehead	35.4	33.1	35.2	−2.3
	Breast	35.9	34.1	34.7	−1.8
	Abdomen	36.1	35.2	35.7	−0.9
	Back of hand	35.8	34.0	34.9	−1.8
	Sole	30.7	31.3	29.0	0.6
20	Forehead	34.0	34.0		0
	Breast	34.1	35.2		1.1
	Abdomen	35.1	35.6		0.5
	Back of hand	34.5	34.3		−0.2
	Sole	24.4	24.3		−0.1
30	Forehead	35.7	35.5		−0.1
	Breast	35.6	35.6		0
	Abdomen	35.9	35.9		0
	Back of hand	35.1	35.6		0.5
	Sole	26.5	33.6		7.1
40	Forehead	36.4	37.2	36.4	0.8
	Breast	36.3	35.8	35.2	−0.5
	Abdomen	36.9	37.0	36.1	0.1
	Back of hand	35.9	37.8	36.7	1.9
	Sole	28.4	36.8	35.9	8.4

* Room temperature in preliminary and recovery experiment was in the range from 20℃ to 30℃

20°C の低下を示した。

また白布と毛布間の気温はそれぞれ約24°C, 18°C, 20°C, 8°C で, 入室前との温差はそれぞれ約 10°C, 9°C, 16°C, 23°C の低下であつた。

小括 1. 各種環境気温下における熱産生量

高温環境 40°C における熱産生量は, 夏季及び

秋季における亢進よりも低く, 基礎代謝に有意な変動を与えず, また 10°C の低温環境においても冬季は夏及び秋における亢進率に較べてはるかに低く, 基礎代謝と有意な差異を示さなかつた。また -20°C における熱産生量も秋季における -15°C の実験時の熱産生量よりも低いものであつた。

これらの傾向は, 冬季においては生体は環境温度の変化に対し耐寒性或いは順応性を増すものであることを思わせる。

低温環境下に保温状態に保つた場合の実験を 0°C において試みたところ, 夏及び秋における実験結果と同様に基礎代謝に有意な変化を与えなかつた。

2. 頭部を寒冷環境下に体部を快感帯においた場合の熱産生量

低温環境内で保温状態にした場合の結果を, 更に理論的に追求する意味において頭部のみを 0°C 及び -16°C の気温下におき, 体部を 30°C の快感室においた方法で実験したところ, 基礎代謝に有意な変動を認めなかつた。このことは -16°C のような低温環境下においても体部が完全に保温されるならば基礎代謝に変化を及ぼさないことを理論的に証するものであろう。

3. 皮膚温と寝具内気温

高温及低温の各環境気温において, 皮膚温の変動は測定部位のうち前額, 手甲, 足掌部位で大きく, 退室後 30 分してもその低下はなかなか回復しない。胸部及び腹部は変動が少く, -20°C の環境においては 2~3°C の低下がみられた。また -20°C においては拇趾裏即ち足指先の皮膚温の著しい低下冷却 (16°C) がみられた。夏及び秋における皮膚温の変化に較べ冬季は手甲及び足掌における皮膚温の低下が少い傾向がみられた。

掛具の最内部即ち寝衣上の気温は 10, 0, -10, -20°C の各環境気温下にあつてそれぞれ 27, 25, 22, 15°C を示した。

Table 4. Air Temperature Inside Bedclothes in Lower Environmental Temperature

Experimental Temperature	place measured	Pre-experiment (1)	Experimental period (Average in two hours) (2)	(2)-(1)
-20°C	(A) Between sleeping-cloth and sheet coverlet	35.2 °C	14.8 °C	-20.4 °C
	(B) Between sheet coverlet and blanket	31.4	7.8	-23.6
-10	(A)	35.9	22.0	-13.9
	(B)	35.9	20.0	-15.9
0	(A)	32.0	25.5	-6.5
	(B)	26.9	18.0	-8.9
10	(A)	35.3	27.2	-8.1
	(B)	34.2	23.6	-10.6

文 献

- 1) 鈴木, 長嶺, 河田, 久我, 大島, 山川: 栄養学雑誌, 13, 135, 1956.
- 2) 同上: 本誌, 15頁.