

# 基礎新陳代謝率의 季節的變動에 關한 考察

延世大學校 醫科大學 生理學教室

洪 礪 基

## 1. 文獻의 背景

所謂 基礎的條件(basal condition)下에서 測定한 基礎新陳代謝率(以下 BMR 로 略稱함)은 主로 年齡 및 性에 依하여 決定되는 것이며 人間에 있어서는 比較的 恒常性을 갖인 機能의 하나로 생각되고 있다. 따라서 몇가지 例外를 除外하면 人間의 BMR 은 環境條件의 變動에 依하여 左右되는 것이 아니라고 생각되고 있으며 特히 歐美系生理學者들은 이와같은 見解를 堅持하고 있다. 3,8,17,21,37~40) 이에 反하여 動物의 BMR은 環境條件에 依하여 比較的 容易하게 變化하며 例를들면 寒冷適應時에 BMR 值가 意義있게 上昇함이 오래前부터 알려져 있다. 10,16)

Eskimo 族의 BMR 이 標準值에 比하여 意義있게 높다는 報告는 여러 學者들에 依하여 發表되었으나 4,5,26~29) 그 原因에 對하여서는 아직도 定說이 없다. 大部分의 學者들은 이것이 寒冷適應으로 因한 現象이라고 解釋하고 있으나, 4,5) 實際로 그들의 生活環境 特히 衣服下 氣候를 分析하면 嚴冬之節에도 그들이 寒冷刺戟을 別로 받지 않고 있는 것 같다고 한다. 따라서 이와같은 Eskimo 族에서 보는 冬節의 높은 BMR 은 決코 寒冷適應現象 이라고 볼 수 없다는 것이 大部分學者들의 支配的인 意見이며 26~29) 實際로 Rodahl<sup>28,29)</sup>은 Eskimo 族이 高蛋白 食餌를 攝取하고 있음에 着眼하여 그들의 蛋白質攝取量을 低下시켰던바 BMR 值가 標準值로 下降함을 觀察하였다. 이와같은 事實을 土臺로 Rodahl<sup>28,29)</sup>은 Eskimo 族에서 보는 높은 BMR 値는 寒冷適應에 依한 것이 아니고 高蛋白攝取로 因한 特殊動力學的作用(specific dynamic action)에 그 原因이 있다고 主唱하고 있다. 이와 같은 見解를 뒷받침하는 事實로서 여러 歐美學者들은 人間을 人爲의으로 寒冷에 繼續曝露시킬 때에도 決코 BMR 의 變動을 觀察할 수 없었다고 報告하고 있다. 3,6, 8,17,38)

上記한 바 歐美學者들의 主唱과는 달리 日本生理學者들은 日本人의 BMR 值가 季節的으로 特異하게 變動함을 報告함으로써 BMR 이 環境條件에 依하여 容易히 左右될 수 있다고 報告하고 있다. 9,24,30,35,42) 即 第1圖에

提示한 바와 같이 日本人의 BMR 은 季節的으로 特異하게 變動하되 冬節에는 夏節에 比하여 意義있게 높으며

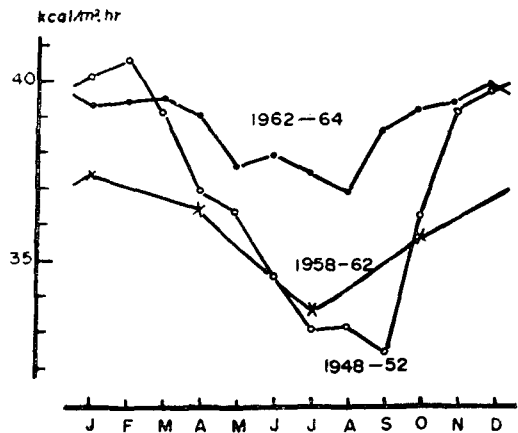


Fig. 1. Seasonal periodicity of basal metabolism. Basal metabolism is high in winter and low in summer. Annual range was reduced progressively. (Ref. 30)

兩季節間的 差異는 主로 氣溫의 差異로 因한 것으로 解釋하고 있다. 30,42) 即 BMR 値는 氣溫에 反比例하며 또

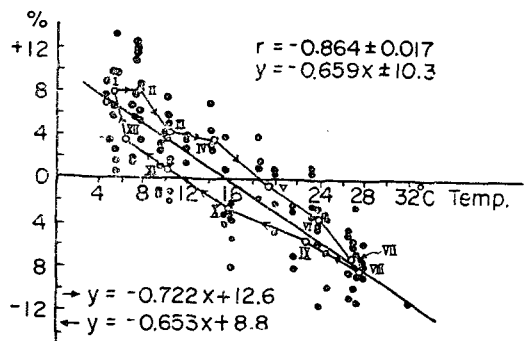


Fig. 2. Correlation between monthly changes of basal metabolism and environmental temperature in Kyoto district. (Ref. 42)

同一한 氣溫下에서 比較할 때 年中 上半期(1月~6月)의 BMR 이 下半期(7月~12月)에 比하여 높은 傾向을 볼 수 있다(第2圖). 이와같은 事實은 冬節에 BMR 이 上昇하는 것이 寒冷適應에 起因한 것임을 強力히 示唆하는 것으로 생각되며 歐美學者들의 見解와는 相反되는 것이다.

生理學的으로 볼 때에 上記한 實驗成績들의 差異는 매우 重要한 것이며 그 原因이 어디에 있는지를 分析하여 봄은 큰 意義를 가진 것으로 생각된다. 가장 큰 理由로서는 被檢者의 人種差異를 들 수 있겠는데 이것을 檢索하기 爲하여 Yoshimura 等<sup>42)</sup>은 日本京都地方에 居住하는 Canada 宣教師를 對象으로 研究하였던바 그들에게서는 日本人被檢者에서 觀察할 수 있는 BMR 의 特異한 季節的變化는 볼 수 없었을 뿐만 아니라 夏節에 BMR 이 上昇함을 觀察하였다. 이와같은 事實은 BMR 의 季節的變動이 人種에 따라 相異함을 證明하는 것이나 이것이 遺傳的要素인지 그 與否는 釋然치 않으며 後에 다시 이 點에 對하여 考察하기로 하겠다. 다음에 興味있

는 點은 日本人의 年中 BMR 變動值가 近來에 이르러 매우 적어졌다는 點이다. 即 第1表에 提示한 바와 같이 1949年에는 BMR 值의 年中變動率이 17%이었으나 그後 이것이 繼續下降하여 1964年에는 8%에 不過하였다.<sup>24,30)</sup> 이와같은 年間推移의 原因은 알 수 없으나 食餌 組成의 變化樣과 一聯의 關係가 있음을 第1表에서 亦是 볼 수 있는데 大體로 蛋白質 및 脂肪質攝取量과 炭水化物攝取量과의 比率이 높을수록 BMR 의 季節的變動이 低下한다.<sup>24,30)</sup> 이와같은 點을 考慮하면 歐美人의 蛋白質 및 脂肪質攝取量이 日本人에 比하여 越等히 높음으로 보아 이들에게서 BMR 의 季節的變動을 볼 수 없었음은 首肯이 가며 上記한 人種的差異는 先天的인 것은 아니고 後天的인 것으로 解釋이 된다.

參考로 日本人과 日本居住 Canada 宣教師의 甲狀腺機能을 보면 大體로 Canada 宣教師의  $I^{131}$  攝取率 및  $PBI^{131}$  轉換率이 日本人에 比하여 높으며<sup>42)</sup> 또 季節的 變化를 볼 수 없었음에 反하여 日本人에 있어서는 夏節에 甲狀腺機能이 多少低下하는 傾向을 볼 수 있기는 하나 個體差가 크기 때문에 明確한 結論을 내리기는 어려울 것 같다(第3圖).

### 2. 韓國海女の BMR 變動

上述한 바와 같은 文獻上의 相反된 見解를 생각할 때 歐美人보다는 日本人과 가까운 韓國人의 BMR 은 어떠한 季節的變動樣相을 보이는지 매우 興味있는 研究課題로 생각되어 著者의 敎室에서는 이에 關한 一聯한 研究을 한 바 있다.<sup>12-15,19)</sup>

于先 寒冷適應과 BMR 變化樣相과의 相關性을 檢討하기 爲하여 人間으로서 가장 激甚한 寒

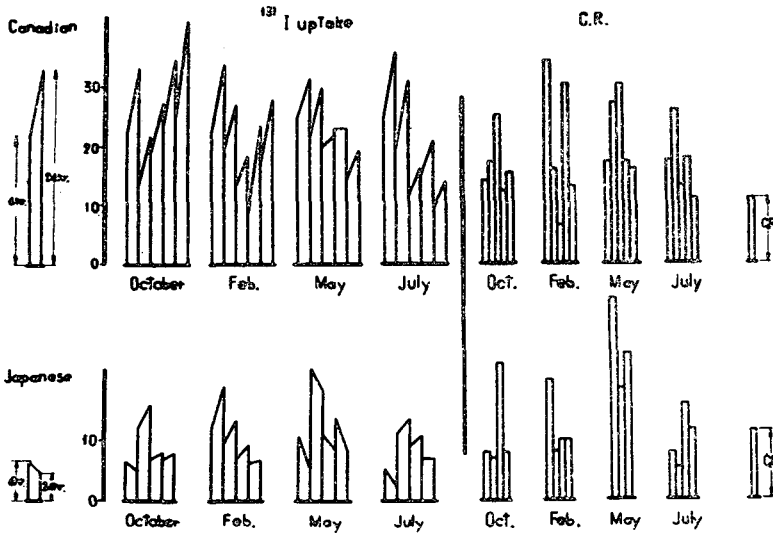


Fig. 3. Thyroid activity of two groups, Canadian and Japanese.  $I^{131}$  uptake of thyroid gland(%), and conversion ratio of  $I^{131}$  into  $PBI$ (%).(Ref. 42)

Table 1. Gradual changes in food composition and annual range of basal metabolism (Ref.30)

Year	Total intake, kcal	Percent protein	Percent fat	Percent carbohydrate	Percent annual range in basal metabolism
1949	2,204	13.4	8.7	77.9	17
1950	2,425	12.5	10.6	76.9	
1959		13.2	12.4	74.4	14
1962		16.4	16.2	67.4	11
1963*	2,309	15.7	18.7	65.6	
1964*	2,356	15.9	22.3	61.8	8

\*The subject stayed in the United States.

冷刺戟을 받는다고 생각되는 釜山地區 韓國海女를 對象으로 研究하였던바 果然 그들의 BMR 値는 冬節에는 夏節에 比하여 約 20%以上 上昇함을 觀察하였다.<sup>12-15,19)</sup> 그러나 이와같은 現象은 海女群과 同一地域에 居住하는 對照群에서는 全혀 볼 수 없었으며 이는 매우 意外의 事實이다(第 4 圖). 釜山地區의 年中 氣溫의 變化는 日

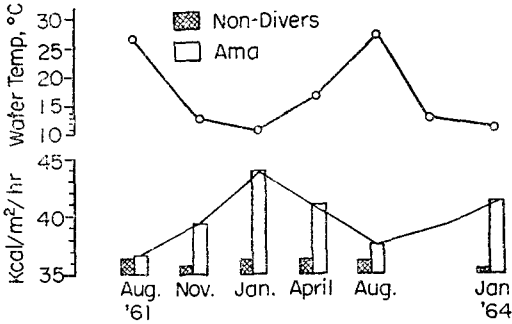


Fig. 4. Top: Mean sea water temperature in the diving area of Pusan at various months of the year. Bottom: Mean value of BMR of ama (open bars) and non-diving women (solid bars) during various seasons over a three-year period. (Ref. 13)

本京都地方과 매우 類似하며 京都地區 日本人이 前述한 季節的 BMR 變動을 보임으로 미루어 보아 釜山地區의 年中 氣溫差가 적기 때문에 對照群에서 BMR 變動이 없는 것으로 생각하기는 매우 困難하다. 따라서 寒冷刺戟

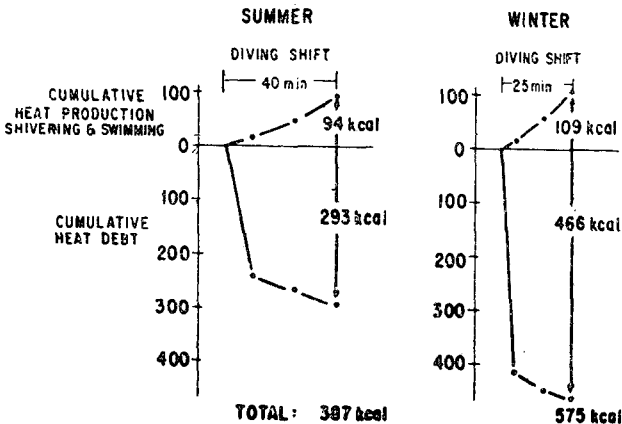


Fig. 5. Increment in caloric expenditure due to diving work in summer and winter. Cumulative calories generated by shivering and swimming, estimated from O<sub>2</sub> consumption, are indicated as upward deflection. Cumulative heat debt during a diving shift, estimated from weighted water temperature and rectal temperature, are indicated as downward deflections. (Ref. 13)

以外的 因子가 介入되었는지 그 與否를 檢索하기 爲하여 食餌組成을 調査하였으나 兩被檢者群間에는 別差異가 없었다.<sup>18)</sup> 即 海女群의 蛋白質攝取量은 對照群에 比하여 높지 않았으며 또 蛋白質 및 脂肪質攝取量과 炭水化物攝取量과의 比率은 兩群에서 同一하였을 뿐만 아니라 近來의 日本人值<sup>24,30)</sup> 보다 顯著히 낮았다.

後述할 바와 같이 BMR 値는 1日 運動量과 密接한 關係가 있어 運動訓練을 하면 BMR 이 上昇한다고 하나<sup>39,40)</sup> 海女들의 運動量은 도리어 夏節에 많으므로 運動量의 季節的 差異때문에 海女에서 BMR 의 季節的 變動이 생긴 것 같지도 않다.

前述한 바와 같이 海女는 熱傳導度가 높은 水中에서 作業에 從事하고 있는만큼 그들이 받는 寒冷刺戟은 매우 크며 特히 冬節에는 海水溫이 10°C까지 下降하는 고로 이때 海女들이 받는 寒冷刺戟의 程度는 想像外로 크

Table 2. Urinary excretion of I<sup>131</sup> and T<sub>3</sub> resin uptake (Ref. 34)

	Summer	Winter
24-Hour urinary excretion of I <sup>131</sup> (% oral dose)		
Control	45±4	40±4
Ama	45±3	42±3
T <sub>3</sub> Uptake, %		
Control	29±1	30±1
Ama	31±1	30±1

며 20分 作業期間中 直腸溫度는 35°C까지 下降하고 約 500 Kcal의 熱을 消失하게 된다(第 5 圖).<sup>13,15,18)</sup> 이와같은 程度의 寒冷刺戟을 每日 받고 있다면 이들에게서 寒冷適應이 必然的으로 생긴 것이며 또 BMR 의 季節的 變動이 海水溫의 變化樣相과 密接한 關係가 있는 것으로 보아 寒冷適應의 結果 BMR 이 上昇한다는 說을 海女에게 適用할 수 있다고 본다.

參考로 이와같은 BMR 의 變化와 甲狀腺機能과의 關係를 詳細히 分析하였던바<sup>14)</sup> I<sup>131</sup> 攝取率은 意義있는 變化를 보이지 않았으나(第 6 圖) I<sup>131</sup>이 甲狀腺에 依하여 最大로 攝取된 後 甲狀腺밖으로 除去되는 率은 BMR 이 意義있게 높은 冬節에는 意義있게 커짐을 觀察하였다(第 7 및 8 圖). 汗便 循環血液中 thyroxine 濃度의 指標가 되는 triiodothyronine (T<sub>3</sub>) 攝取率은 別變化를 보이지 않았으나(第 2 表) PBI<sup>131</sup>轉換率

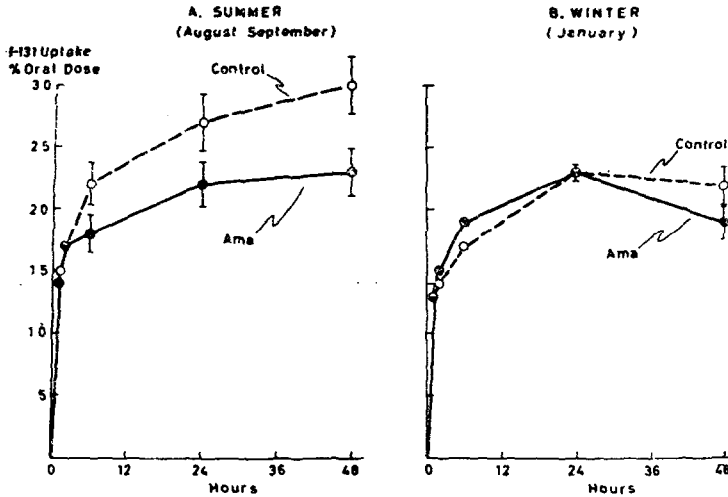


Fig. 6. Thyroid I<sup>131</sup> uptake (per cent oral dose) of 18 diving women (---) and 14 non-divers (.....) in summer, left, and in early winter, right. (Ref. 34)

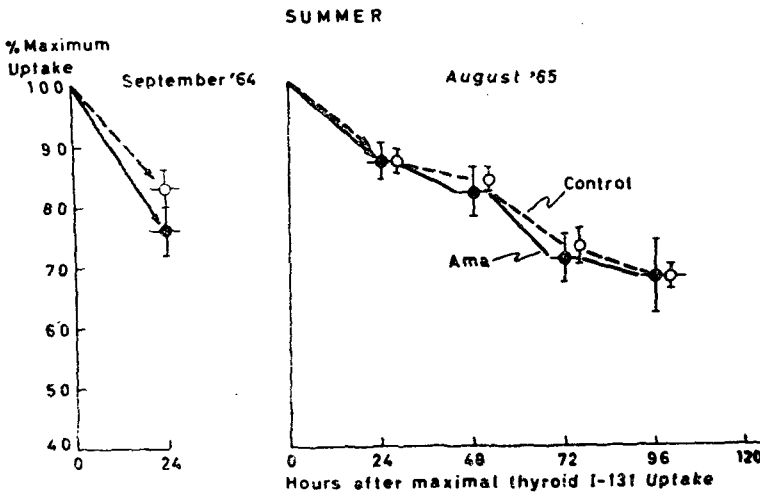


Fig. 7. Percent of maximal thyroidal I<sup>131</sup> of divers (---) and nondivers(.....) remaining at one to five days after peak uptake in summer. (Ref. 34)

은 冬 節 에 意 義 있 게 下 降 하 였 다 (第 3 表). 이 와 같 은 事 實 은 冬 節 에 海 女 의 BMR 值 가 上 昇 하 는 原 因 이 決 코

Table 3. Plasma I-131, PBI-131 and PBI-131 conversion ratios at 24 hours (Ref. 34)

Plasma values	Summer		Winter	
	Ama	Control	Ama	Control
Total I-131, cpm/ml	170±22	185±21	124±8	128±10
PBI-131, cpm/ml	57±3.7	59±4.3	37±2.5	53±4 (P<.001)
PBI-131 conversion ratio, %	40±4	35±3	32±2	44±3 (P<.001)

甲 狀 腺 機 能 的 亢 進 에 在 는 것 이 아 니 며 末 梢 組 織 에 서 의 thyroxine 利 用 이 增 加 하 여 二 次 的 으 로 甲 狀 腺 으 로 부 터 의 I<sup>131</sup> 除 去 率 이 커 지 는 것 임 을 意 味 한 다. 그 러 나 와 PBI<sup>131</sup> 轉 換 率 이 冬 節 에 減 少 하 였 는 지 에 關 하 여 는 그 原 因 이 아 지 釋 然 치 않 으 며 앞 으 로 더 욱 研 究 하 여 야 할 줄 아 다. 이 와 같 은 成 績 은 動 物 에 게 寒 冷 適 應 을 일 으 켜 줄 때 보 는 現 象 과 恰 似 한 點 이 많 으 나<sup>7,11,20,33)</sup> 아 지 도 一 部 學 者 들 은 甲 狀 腺 機 能 이 寒 冷 適 應 時 亢 進 된 다 고 主 張 하 고 在 다.

### 3. 韓 國 人 青 年 男 女 的 BMR 變 動

前 項 에 서 記 述 한 바 와 같 이 釜 山 地 區 一 般 婦 女 子 에 서 는 期 待 했 던 BMR 의 季 節 的 變 動 은 볼 수 없 었 는 데 이 것 이 年 中 氣 溫 差 가 적 기 때 문 일 可 能 性 도 있 고 또 4 季 節 에 만 BMR 을 測 定 한 것 임 으 로 或 是 BMR 變 動 樣 相 을 正 確 하 게 把 握 하 지 못 하 였 음 에 그 原 因 이 있 을 수 도 있 다. 따 라 서 著 者 및 共 同 研 究 者 들 은 釜 山 地 區 보 다 는 冬 節 平 均 氣 溫 이 約 7~8°C 낮 은 西 爾 地 區 에 居 住 하 는 正 常 韓 國 人 青 年 男 女 15 名 을 對 象 으 로 2 年 에 걸 쳐 每 月 그 들 의 BMR 을 測 定 하 였 다.<sup>41)</sup> 第 9 圖 에 提 示 한 바 와

같 이 이 들 青 年 男 女 的 BMR 值 는 特 徵 있 는 年 中 變 化 를 보 였 는 데 平 均 BMR 의 最 低 值 는 5 月 에, 그 리 고 最 大 值 는 12 月 에 볼 수 있 었 다. 汗 便 氣 溫 의 最 高 值 및 最 低 值 는 各 各 7~8 月 및 1 月 에 볼 수 있 었 는 데 이 는 BMR 值 가 環 境 氣 溫 의 높 이 에 大 體 로 反 比 例 函 數 을 暗 示 한 다 고 하 겠 다. 그 러 나 兩 者 의 年 中 變 化 曲 線 을 詳 細 히 分 析 하 여 보 면 最 低 BMR 點 이 最 高 氣 溫 點 보 다 約 2 個 月 앞 서 고 있 으 며 또 最 高 BMR 點 이 最 低 氣 溫 點 보 다 1~3 個 月 앞 서 고 있 음 을 指 摘 할 수 있 다. 따 라 서 가 장 더 운 7~8 月 의 BMR 值 는 最 低 氣 溫 보 다 높 았 으 며 또 가 장 추 운 1 月 의 BMR 值 는 12 月 值 보 다 도 도 리 어 낮 았 다.

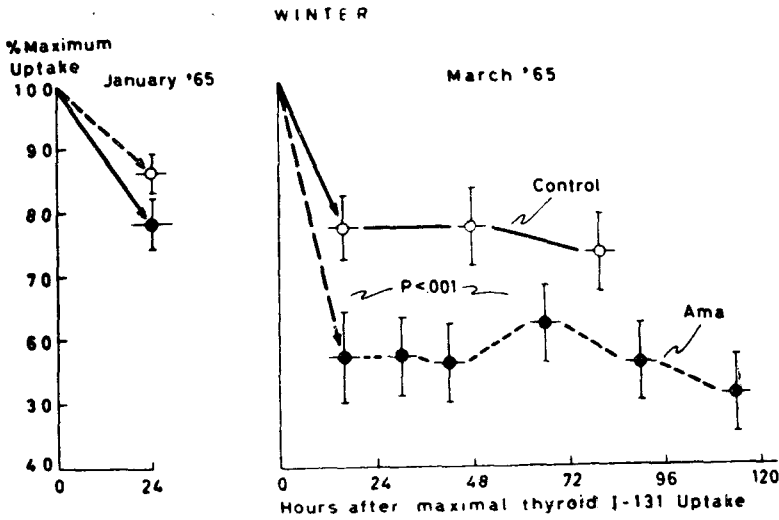


Fig. 8. Per cent of maximal thyroidal  $I^{131}$  of divers (—•—) and non-divers (·····) remaining at one to five days after peak uptake in winter. (Ref. 34)

對로 同一氣溫下에서의 BMR 値는 年中 上半期에 比하여 下半期에 도리어 높은 傾向이 뚜렷하다. 大體로 各被檢者에서 얻은 測定值를 土臺로 最高 BMR 値 및 最低 BMR 値 出現의 月別 度數 分布圖를 그려보면 前者는 주로 年中 下半期에 出現함에 反하여 後者는 주로 上半期에 出現함을 볼 수 있다(第11圖). 이와같은 事實은 BMR 의 年中 變化가 氣溫以外의 他要因에 依하여 決定되는 것임을 強力히 示唆한다. 또하나 留意할 事實은 이와같은 BMR 値의 變動에도 不拘하고 甲狀腺機能에는 意義있는 變化를 볼 수 없었다는

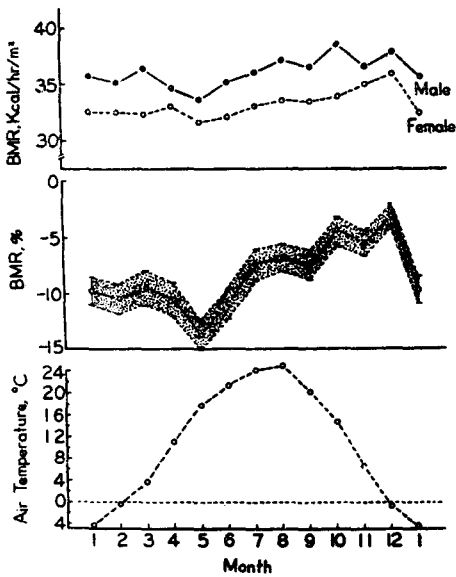


Fig. 9. Monthly variations of the average basal metabolic rate and the air temperature. In the middle graph, the average per cent deviation of basal metabolic rate from the DuBois standard for all subjects is shown along with one standard error (shaded area). (Ref. 34)

換言하면 BMR 値와 氣溫間에는 別로 큰 相關性은 없는 것 같다. 第10圖에 提示한 바와 같이 氣溫의 變化에 比하여 BMR 의 變化度는 매우 적으며 兩者間의 相關性은 第2圖에 提示한 日本人에서의 相關關係에 比하면 거의 無視할 程度로 적다. 또 日本人에서의 境遇와는 反

Table 4. Various parameters of thyroid functions (Ref. 41)

	January (14)	May (6)	November (11)
I-131 uptake (%)			
2 hrs	10.8±0.8	13.6±1.2	12.1±0.9
6 hrs	16.4±2.0	18.4±1.7	17.4±0.9
24 hrs	23.1±2.4	30.9±5.0	24.8±1.9
Urinary I-131 excretion (%)	47.4±3.5	—	48.5±2.6
PBI-131 conversion ratio	29.9±2.4	—	31.0±2.9
Basal metabolic rate (kcal/hr/m <sup>2</sup> )			
Male	36.3±0.9	34.1±1.0	36.4±0.9
Female	32.5±0.7	31.3±0.8	34.5±0.5

\* Number of subjects

點이다(第4表). 왜 著者が 얻은 成績과 日本人이 얻은 成績에 差異가 있는지 그 原因에 關하여서는 確實히 알 수 없으나 最近에 日本學者들이 報告한 成績의 一部는 著자가 얻은 것과 一脈相通하는 點이 있음을 指摘하는 바이다. 即 Sasaki等<sup>31)</sup> 및 Tanaka<sup>36)</sup>는 運動選手(長距離走者)나 少年들의 BMR 이 夏節에 上昇함을 觀察하였으며 또 前述한 바와 같이 日本京都地方에 居住하는 Canada 宣教師들의 BMR 亦是 夏節에 도리어 높아짐을 報告하고 있다.<sup>42)</sup> 또 Nakamura<sup>29)</sup>는 日本의 北部地方에 居住하는 日本人의 BMR 値가 嚴冬之節에 도리어 下降한다는 事實과 또 同一氣溫下에서의 BMR 値가 年中 上半期보다는 下半期에 높은 傾向을 觀察하였는데(第12圖)

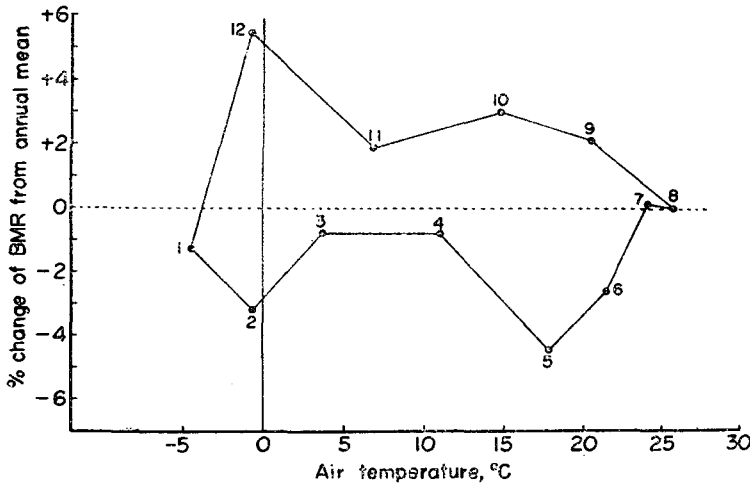


Fig. 10. The monthly basal metabolic rate expressed as per cent deviation from the annual mean as a function of the air temperature. The numerical figures indicate the month of year. Each point represents the average on all subjects (Ref. 41)

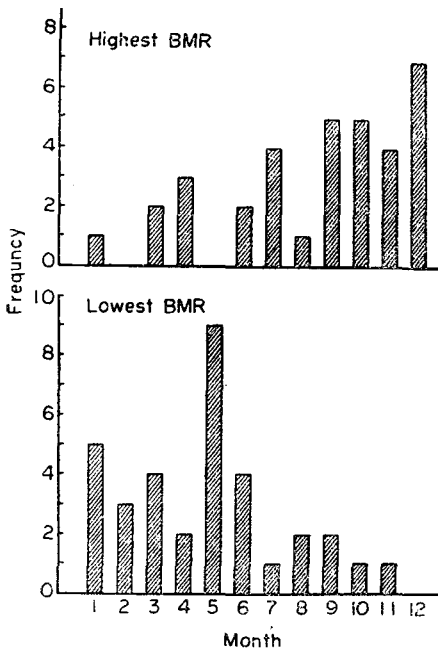


Fig. 11. Frequency distributions of appearance of highest and lowest BMR in each month, (Ref. 41)

이와같은 事實들은 著者が 서울地區에 居住하는 韓國人에서 얻은 成績과 恰似하다.

4. 總 括

以上에서 著者は 現在까지 國內外에서 報告된 BMR의 季節的變動에 關하여 論議하였는데 BMR 値를 決定

하는 要因으로서 從來에 歐美系學者들이 主張한바 年齡 및 性 以外에도 食餌組成 및 生活環境等을 들 수 있다. 따라서 寒冷適應의 結果 人間에서도 BMR 値가 上昇할 수 있는지를 알기 爲하여서는 寒冷刺戟以外의 他要因을 明確히 把握하여야 하므로 매우 結論짓기 困難하다.

특히 最近에 와서는 肉體的運動量이 BMR 値를 左右한다는 報告가 있어 매우 注目을 받고 있다. 1,2,25,32) 即 瑞典의 Wilson 等<sup>39,40)</sup>은 5 週에 걸쳐 登山訓練을 받은 青年의 BMR 値가 約 15 乃至 20% 上昇함을 觀察하였는데(第13圖) 이 때 寒冷刺戟의 多寡는 전혀 影響이 없었다고 한다. 또 興味있는 點은 이와같은 BMR의 上昇은 甲狀腺機能의 上昇에 起因한 것은 아니며 다만 PBI의 低下만을 隨伴하였다고 하는 바(第14圖) 이는 著者が 海女에서 BMR이 上昇하는 冬節에 얻은 所見과 類似하다.

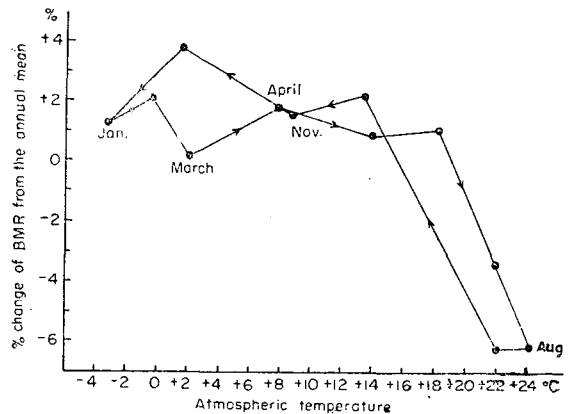


Fig. 12. Correlation between monthly changes of basal metabolism and environmental temperature in Tohoku district. (Ref. 23)

이와같은 點을 考慮할 때 日本人學者들이 主唱하는바 寒冷適應의 結果 冬節에 BMR이 上昇한다는 說은 받아 드리기가 困難하다. 即 이들의 研究方法을 詳細히 分析하여 보면 BMR을 左右하는 여러 要因을 組織的으로 統制하지 않았을 뿐만 아니라 日常生活에서 被檢者들이 받는 寒冷刺戟이 果然 어느程度인지도 規定하기가 어렵다. 實際로 外界氣溫이 冬節에 下降한다는 하나 이에 對備한 適切한 暖房 및 衣服의 着用은 寒冷刺戟의 程度

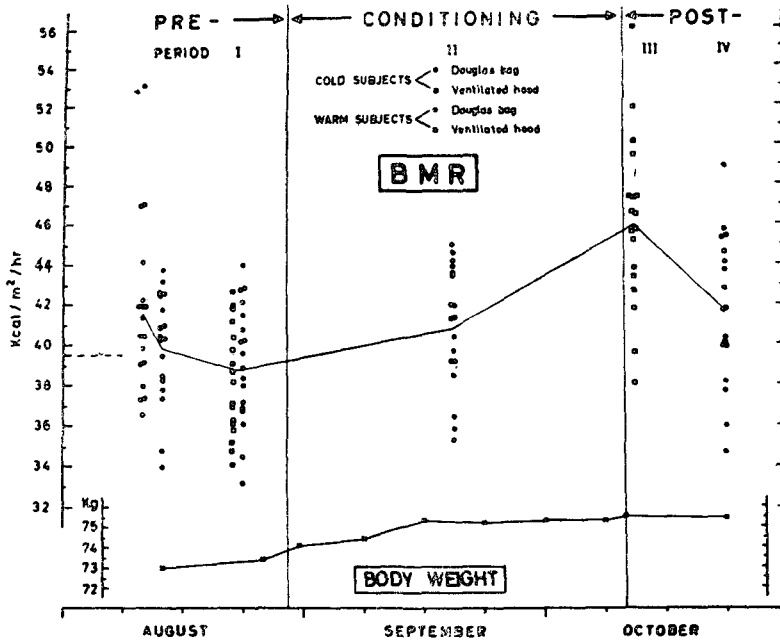


Fig. 13 Individual and mean BMR values. Upper curve shows changes in mean BMR of both groups (18 subjects). Broken line at left hand indicates level of predicted BMR. (Ref. 39, 40)

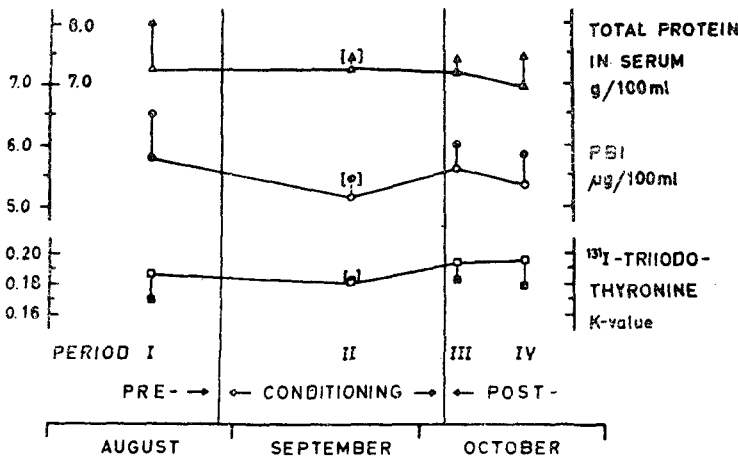


Fig. 14. Changes in total protein in serum, protein-bound iodine in serum, and distribution ratio (K value) of triiodothyronine between red cells and plasma. Open symbols are mean values for both groups after a warm night, closed symbols are after a cold night. Symbols within brackets are for cold group only. (Ref. 39, 40)

의 BMR이 寒冷適應의 結果 上昇하지 않는다고 結論지을 수는 없다고 본다. 著者의 見解로서는 人間의 BMR도 寒冷刺戟에 繼續曝露될 때에는 높아질 수 있는 潜在力(potential)을 가지고 있으나 다만 여러가지 制限때문에 人間에게 充分한 寒冷刺戟을 줄 수 없으므로 證明할 수 없다고 본다. 그 實例로서 韓國海女에 있어서는 食餌組成이 年中別變化가 없고 運動量은 도리어 夏節에 棼에도 不拘하고<sup>18)</sup> BMR은 恒常 冬節에 上昇한다는 事實과 또 冬節에 作業場海水溫이 10°C 程度<sup>13,15,18)</sup> 밖에 안된다는 事實을 보면 이들에 게서 分明히 代謝性 寒冷適應이 일 어났음을 알 수 있다. 物理學的으로 볼 때 海水의 熱傳導도는 空氣에 比

를 最少로 막을 것임은 容易하게 推測할 수 있다. 또 歐美學者들은 食餌 및 運動量을 一定하게 統制하고 짧고 얇은 內衣만을 着用케한 被檢者를 5°C 冷房에 繼續 曝露하였을 때에도 BMR의 上昇을 觀察할 수 없었다는 사실로 미루어 볼 때<sup>1)</sup> 日本學者들의 主唱은 더욱 首肯하기 困難하다. 그러나 이와같은 事實만으로 人間

하여 50배나 크며 따라서 찬물속에서 作業할 때의 熱消 失量은 實로 莫大하며 20分內外에 500 kcal를 消失함 은 前述한 바와 같다. 文獻에 報告된 人間이 받는 寒冷刺戟의 程度는 海女들이 夏節에 받는 寒冷刺戟보다도 적음은 容易히 알 수 있다. 이와 같은 事實을 土臺로 著者는 人間에서도 代謝性 寒冷適應이 惹起된다는 것이

韓國海女에서 처음으로 證明되었다고 主張하는 바이다.

著者が 서울地區에 居住하는 青年男女에서 얻은 成績亦是 氣溫의 變化自體로 因한 代謝性 反應이라고 볼 수 없다. 萬若 이와같은 可能性이 成立되기 爲하여서는 同一한 氣溫에서의 BMR 値가 年中 下半期에 比하여 上半期에 높아야 될 것이며 이는 著者の 研究成績과 符合되지 않는다. 大體로 이들의 BMR은 가을철에 높았으며 봄철에는 낮았다. 또 特記할 事實은 嚴冬之節인 1月에는 12월에 比하여 BMR 値가 相當히 低下되었다는 點이다. 이와같은 事實은 氣溫自體의 影響이라기 보다는 季節的 運動量의 差異로 因하여 惹起된 것이 아닌지 推測되나 이를 뒷받침할만한 資料는 아직 없으며 앞으로 究明되어야 할 것이다.

以上을 綜合하여 볼때 海女를 除外한 一般人에서의 BMR의 季節的 變化는 年齡, 性, 食餌 및 運動量等에 依하여 左右되는 것으로 생각되며 앞으로는 食餌 및 運動量이 關與하는 程度를 좀더 定量的으로 究明하되 特히 兩因子의 協同作用與否를 研究함은 우리에게 賦課된 重要한 研究方向이라고 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Adams, T. and Heferling, E.J.: *Human physiological responses to a standardized cold stress as modified by physical fitness. J. Appl. Physiol.*, 13:226-230, 1958.
- 2) Anderson, K.L.: *Metabolic and circulatory aspects of tolerance to cold as affected by physical training. Fed. Proc.*, 25:1356, 1966.
- 3) Bass, D.F.: *Metabolic and energy balances of men in a cold environment. In: Cold Injury, edited by S.M. Horvath. New York: Josiah Macy, Jr., Found, 1960, p. 317-388.*
- 4) Brown, G.M., Bird, G.S., Boag, L.M., Delahaye, D.J., Green, J.E., Hatcher, J.D. and Page, J.: *Blood volume and basal metabolic rate of Eskimo. Metabolism*, 3:247-254, 1954.
- 5) Brown, G.M., Bird, G.S., Delahaye, D.J., Green, J.E., Hatcher, J.D., and Page J.: *Cold acclimatization. J. Canad. Med. Assoc.*, 70:258-261, 1954.
- 6) Burton, A.C. and Edholm, O.G.: *Man in a cold environment. Edited by E. Arnold. London, 1955.*
- 7) Cottle, W.H.: *Role of thyroid secretion in cold acclimation. Fed. Proc. 19, Suppl.*, 5:59-63, 1960.
- 8) Davis, J.R.A.: *Chamber cold acclimatization in man. J. Appl. Physiol.*, 16:1011-1015, 1961.
- 9) Fujimoto, S. and Watanabe, T.: *Seasonal variation of energy metabolism. Acta Med. Nagasaki*, 10:1-11, 1965.
- 10) Hart, J.S.: *Energy metabolism during exposure to cold. Fed. Proc. 19, Suppl.*, 5:15-19, 1960.
- 11) Herbert, O. and Brauer, R.: *Critical studies on determination of thyroid secretion rate in cold-adapted animals. J. Appl. Physiol.*, 20:597-606, 1965.
- 12) Hong, S.K.: *Comparison of diving and non-diving women of Korea. Fed. Proc. 22:831-833, 1963.*
- 13) 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 Research Council, 1965, p.303-313.*
- 14) Hong, S.K., Paganelli, C.V. and Rennie, D.W.: *Seasonal studies of thyroid function in ama. In Proceedings of International Symposium on Environmental Physiology at Kyoto, Japan, Sept. 12-17, 1965, p. 78-82.*
- 15) Hong, S.K. and Rahn, H.: *The diving women of Korea and Japan. Scien. Am.* 216:34-43, 1967.
- 16) Hsieh, A.C.L.: *The role of the thyroid in rats exposed to cold. J. Physiol. (London)*, 161:175-188, 1962.
- 17) Iampietro, P.F., Bass, D.E., and Buskirk, E.F.: *Diurnal oxygen consumption and rectal temperature of man during continuous cold exposure. J. Appl. Physiol.*, 10:398-400, 1957.
- 18) Kang, D.H., Kim, P.K., Kang, B.S., Song, S.H. and Hong, S.K.: *Energy metabolism and body temperature of the ama. J. Appl. Physiol.* 20: 46~50, 1965.
- 19) Kang, B.S., Song, S.H., Suh, C.S. and Hong, S. K.: *Changes in body temperature and basal metabolic rate of the ama. J. Appl. Physiol.*, 18: 488, 1963.
- 20) Knigge, K.M.: *Thyroid function and plasma finding during cold exposure of the hamster. Fed. Proc.*, 22:755-760, 1963.
- 21) Lewis, H.E., Masterton, J.P. and Rosenbaum, S.:



- Stability of basal metabolic rate on a polar expedition. J. Appl. Physiol.*, 16:397-400, 1961.
- 22) Milan, F.A., Elsner, R.W. and Rodahl, K.: *Thermal and metabolic responses of man in the antarctic to standard cold stress. J. Appl. Physiol.*, 16:401-404 1961.
- 23) Nakamura, M., Usutani, S., Ishida, R. and Ogino, Y.: *Climatological hygiene in snowing Tohoku district. Report 1. On the adaptation of the basal metabolism to the climate. Hirosaki Med. J.*, 16: 137-151, 1964.
- 24) Ogata, K., Sasaki, T. and Murakami, N.: *Central nervous and metabolic aspects of body temperature regulation. Bull. Inst. Constit. Med. Kumamoto Univ. Vol. 16, Suppl. Aug.*, 1966.
- 25) Osiba, S.: *Studies on the physiological variation of basal metabolism. J. Physiol. Soc. Japan.* 20: 1004-1014, 1958.
- 26) Rabinowitch, J.M., and Smith, F.C.: *Metabolic studies of Eskimo in the Canadian Eastern Arctic. J. Nutr.*, 12:337-356, 1963.
- 27) Rennie, D.W., Covino, B.G., Blair, M.R. and Rodahl, K.: *Physical regulation of temperature in Eskimo. J. Appl. Physiol.* 17:326-332, 1962.
- 28) Rodahl, K.: *Eskimo metabolism. Norsk Palarintitutt. Oslo. Skrift.* 99, 1954.
- 29) Rodahl, K.: *Basal metabolism of the Eskimo. J. Nutr.*, 48:359-368, 1952.
- 30) Sasaki, T.: *Relation of basal metabolism to changes in food composition and body composition. Fed. Proc.*, 25:1165-1168, 1966.
- 31) Sasaki, T., Yoshikawa, K., Teruyar, T. and Fujimoto, J.: *Observations of energy metabolism in distance runners during summer training. Bull. Res. Inst. Diath. Med.*, 11:333-336, 1961.
- 32) Scholander, P.F., Hammel, H.T., Anderson, K.L. and Luning, Y.: *Metabolic acclimatization to cold in man. J. Appl. Physiol.* 12:1-8, 1958.
- 33) Smith, R.E. and Hoijer, D.J.: *Metabolism and cellular function in cold acclimation. Physiol. Rev.* 42:60-142, 1962.
- 34) Song, S.H., Yoon, C.A., Kim, P.K., Ahn, S.B., Paganelli, C.V., Rennie, D.W. and Hong, S.K.: *Seasonal studies of thyroid functions in the diving women of Korea. In Press.*
- 35) Suzuki, S., Nagamine, S., Oshima, S., Kawada, S., Yamakawa, K. and Kuga, T.: *Seasonal variation in basal metabolism. Japan. J. Nutr.*, 17:25-30, 1959.
- 36) Tanaka, H.: *Seasonal variation in the basal metabolism on school children in Kumamoto. Bull. Res. Inst. Diath. Med.*, 3:371-376, 1953.
- 37) Wilson, O.: *Basal metabolic rate of "tropical" man in a polar climate. In: Biometeorology, edited by S.W. Tromp. Oxford: Pergamon Press, 1962, p. 411-426.*
- 38) Wilson, O.: *Adaptation of the basal metabolic rate of man to climate a review. Metab. Clin. Exp.* 5:531-542, 1956.
- 39) Wilson, O., Munkner, T., Sørensen, S.S., Fogh, J. and Rerup, C.: *A field study of Physiological muscular activity with and without cold exposure. Part VIII. Metabolic rate and thyroid function. Acta Universitatis Lundensis*, 1966.
- 40) 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.
- 41) Yoon, C.A., Pak, H.K. and Hong, S.K.: *Seasonal variations in the basal metabolic rate of the Korean. In press.*
- 42) Yoshimura, M., Yukiyoishi, K., Yoshioka, T. and Takeda, M.: *Climate adaptation of basal metabolism. Fed. Proc.*, 25:1169-1174, 1966.