

한냉자극(寒冷刺戟)에 대한 한국해녀의 혈관계 반응(血管系反應)에 관한 연구

연세대학교 의과대학 생리학교실

白光世·金珍慶·韓大錫
姜福順·洪碼基

=Abstract=

Studies on Vascular Responses to Cold Stimuli in the Korean Diving Women

K. S. Paik, C.K. Kim, D.S. Han,
B.S. Kang and S.K. Hong

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

Experiments on thermoregulatory responses to cold immersion stimulus were carried out in September, 1968 (summer studies) and February, 1969 (winter studies). Eight each of ama and control subjects were selected at random from a same community in Yong-Do Island, Pusan.

The results obtained are summarized as follows:

1) The rate of fall in muscle temperature of forearm during a 30 min-immersion in 6°C water bath was significantly slower in the ama in winter and was about the same in the two groups in summer. However, the magnitude of change in the skin temperature and the heat fluxes observed during immersion period was not significantly different either between groups or between seasons.

2) Both finger blood flow and skin temperature during one hr-immersion in 6°C water bath decreased significantly in the ama as compared to the control. The magnitude of cold-induced vasodilatation during immersion period was significantly greater in the control in winter. However, the time of onset and blood flow at onset showed no significant relation between groups.

3) The magnitude of reactive hyperemia after a 5 min-arterial occlusion in both air and 15°C water bath was significantly lower in the ama than in the control. In control subjects, post-occluded blood flow in water was significantly greater than in air, while in the ama it decreased to 1/2 of control values. The time required for the return of blood flow to resting values in the air was faster in the ama than in the control but was the same in water in the two groups.

4) The results suggest that vasoconstrictor tone increased in the ama in winter, indicating the development of vascular adaptation as a part of cold acclimatization.

I. 緒 論

우리의 생활環境이 變化될 때 그것이 너무 過度하지 않는 한 우리는 이에 對한 生理的 適應을 일으키게 되며 그 結果 새로운 環境속에서도 별 지장이 없이 生命을 維持하게 된다. 이와같은 生理的 適應現象을 유발시

킬수 있는 環境條件을 들면 高山地帶의 低酸素, 熱帶地方 或은 사막의 高溫, 그리고 寒帶地方 或은 水中의 低溫環境을 들 수가 있으며 生活環境中の 어느 要素가 變化되었느냐에 따라 여러 生理機能中の 몇 가지가 適應을 일으키게 되는 것이다.

다시 말하면 어느 特種의 자극이 持續的으로 또는 間

獸의으로 反復하여 加하여 질때 우리 生體는 이에 對한 特殊한 適應을 획득하게 되는 것이다.

現在 우리나라에는 제주도를 中心으로 南部의 海岸을 따라 數萬名의 海女들이 每日 潛水作業에 從事하여 海底에 있는 海産物을 채취하고 있다. 이들의 潛水作業 實況을 보면 現代科學文明의 惠澤이라고는 순전히 水中에서 視力을 增進시키기 爲하여 鼻部까지 덮는 眼鏡뿐이며, 이들은 完全히 止息狀態에서 約 5~7m 內외의 海底로 潛水하므로 潛水期間도 매우 짧고 非能率의이다 (Hong et al., 1963). 年中 海水의 溫度를 보면 夏節에는 27°C, 추운 冬節에는 10°C까지 下降하며 (Kang et al., 1963) 水溫이 10°C까지 下降하는 冬節에도 海女들은 아무 保溫用 器具도 없이 얇은 면직 水泳服만을 着用하고 海水中에서 作業에 從事하고 있는 實情이다. 따라서 이들은 潛水作業中 多量의 體熱을 傳導過程을 通하여 消失케 되며 體內深部溫度는 계속 下降하여 潛水作業直後의 口腔溫度는 大體로 33~35°C로 下降함이 알려 졌다 (Kang et al., 1963). 이와같은 事實로 미루어 볼때 海女들이 潛水業에 從事하고 있는 生活環境은 우리와는 判異함을 알 수 있으며 特하 그 중에서 그들의 身體를 둘러싸고 있는 海水의 低溫環境이 生理的으로 볼때 어떤 種類의 適應을 유발시킬 것인지를 究明함은 매우 意義있는 일이다.

지난 10年동안 本室教의 洪等은 特異한 生活環境圈에서 長期間 生活해온 海女들을 對象으로 體溫調節機能의 適應에 關한 研究에서 몇가지 興味있는 事實을 報告하였다. 即 첫째로 寒冷刺戟의 程度가 가장 強하게 加해지는 冬節에 海女들의 基礎新陳代謝率이 增加되어 있음을 觀察하였으며 (Kang et al., 1963), 이의 機轉을 究明코져 甲狀腺의 機能을 檢討하였으나 海女에서 甲狀腺機能抗進의 現象은 일어나 있지 않았음이 證明되었다 (Hong et al., 1965).

둘째로 찬물에 潛在時에 일어나는 shivering의 閾值가 海女들은 冬節과 夏節 모두 非海女나 男子에 比해서 增加되어 있었다 (Rennie et al., 1962).

셋째로 海女와 非海女の 皮下脂肪層이 同一한 경우에 海女の 最大組織絕緣度는 非海女보다 큼을 알수 있었다 (Rennie et al., 1962).

넷째로 nonshivering thermogenesis의 媒介物로 알려 져 있는 norepinephrine에 對한 敏感度가 冬節에 海女群에서 銳敏하였고 norepinephrine의 尿中排泄도 역시 冬節에 增加되어 있음이 立證되었다 (Hong et al., 1968; Kang et al., 1969).

以上の 成績들로 미루어 볼 때 特히 冬節에 海女에서 는 體熱生産量이 높게 維持됨을 알 수 있으며 따라서 海

女들의 體溫과 그들의 身體를 둘러싼 低溫環境 사이에 形成되는 溫度의 差는 커지므로 自然 體溫調節面에서 볼 때 海女들은 많은 體熱을 消失하여야 할 것이다.

그러나 或種의 理由로 이들은 shivering의 閾值와 最大組織絕緣度를 增加시킴으로서 最大限으로 體熱이 消失되는 것을 防止하고 있음을 알 수 있다. 果然 이와같은 寒冷適應現象이 如何한 機轉에 依하여 形成되었으며 여러 體溫調節機能中의 어느 要素가 寒冷刺戟에 對하여 適應을 일으킨 것인지를 究明하고져 本實驗에 着手하였다.

本 實驗에서는 主로 血管循環系의 寒冷適應現象 即 局所的으로 寒冷刺戟을 加하였을 때 나타나는 末梢血管系의 反應과 筋肉溫度의 變化樣相을 測定觀察하였다.

II. 實驗方法

本 實驗은 1968年 9月 (夏節)과 1969年 2月 (冬節)의 2次에 걸쳐 釜山影島에 位置하고 있는 海女研究所에서 實施하였다. 實驗對象으로는 影島에 居住하고 있는 類似한 生活環境圈에 屬하는 海女와 非海女를 夏節에는 各各 7名씩 冬節에는 各各 8名씩 任意로 選擇하였다. 特히 海女群은 지난 10年間 本教室에서 行한 海女研究의 被檢者로 協助해온 사람들로서 春夏秋冬 潛水作業에 從事하고 있는 사람들이다.

實驗對象者들의 身體的 特徵은 第1表에 表示한 바와같다. 即 夏節 實驗時 年齡에 있어서 海女群은 平均 40歲, 非海女群은 平均 37歲로 非海女群이 若干 적었으며 體重은 海女群이 50.9kg, 非海女群이 51.6kg로 別 差異가 없었으며, 身長은 海女群이 152cm, 非海女群이 151cm로 대동소이하며 體表面積은 海女群이 1.45m², 非海女群이 1.46m²로 同一하였다. 한편 冬節實驗時에는 實驗對象者의 數를 1名씩 追加하여 各各 8名씩으로 하였으며 身體的 特徵은 上述한 夏節實驗時의 것과 別 差異가 없었다. 단지 冬節에 있어서 兩群 모두 體重이 夏節보다 增加된 傾向이 있으나 意義있는 差異는 보이지 않았다.

本 實驗은 同一被檢者를 對象으로 1週間の 간격으로 세가지의 다른 實驗을 施行하였다.

實驗 I: 6°C의 水槽에 左側手部 浸水時 左側前膊의 筋肉溫度, 皮膚溫度 및 皮膚熱消失量의 測定

本 實驗은 夏節과 冬節에 實施하였다. 實驗實施前에 實驗對象者들을 坐位로 安靜케 한 後 筋肉溫度 測定用 Needle Thermocouple (Yellow Spring 會社製)을 팔꿈치에서 5cm 下方되는 左側前膊의 側面部位에서 筋肉組織에 約 2cm 길이로 꽂고, 皮膚를 通한 體熱消失量 測定用 Gradient Calorimeter Disc (Joyce, Lobel & Co., Ltd

製)와 皮膚溫度 測定用 Telethermometer Probe (Yellow Spring 會社製)를 Needle Thermocouple 이 꽂힌 部位에 서 約 1 cm 간격의 距離를 두고 나란히 固定하였다.

浸水前의 筋肉溫度, 皮膚溫度 및 皮膚熱消失量을 數回 測定한 後에 6°C 로 正確히 調節된 水槽에 左側손을 손목까지 浸水케 하고 浸水直後부터 每 2 分간격으로 계속하여 30 分間 測定하였다.

이때 筋肉溫度와 皮膚溫度는 Telethermometer 에서 直接 그 數值를 읽으므로 알 수 있었으며 皮膚熱消失量은 Gradient Colorimeter Disc 를 통한 電動力을 每 2 分마다 Offner-RS Dynograph (Beckman Instrument Inc. 製)로 記錄하였다.

實驗 2. 6°C 의 水槽에 左側手部 浸水時 中指血流量, 皮膚溫度 및 血壓의 測定

이 實驗은 冬節에만 施行하였으며 被檢者를 實驗實施前 30 分間 座位로 安靜케 하면서 左側中指的 近位指骨部位에 靜脈血流차단을 爲한 壓力計와 上膊部에 動脈血차단을 爲한 壓力計를 各各 固定하고, 末梢血流量 測定用 Strain Gauge (Parks Electronics Lab 製)와 皮膚溫度 測定用 Telethermometer Probe 를 자기 中指的 末梢指骨部位에 固定하였다. 또한 血壓測定을 爲해서 右側上膊에 血壓計를 固定하였다.

浸水前 安靜時의 中指的 血流量, 皮膚溫度 및 血壓을 數回 測定한 다음에 6°C 로 調節된 水槽에 左側손을 손목까지 浸水케 하고 浸水直後부터 1 分, 2 分, 그리고 2 分부터는 每 2 分간격으로 60 分間 계속하여 測定하였다.

中指血流量의 測定은 먼저 左側上膊의 壓力計를 팽창하여 動脈血의 流入을 차단後 近位指骨의 壓力計를 팽창하여 靜脈血流를 차단한 다음 數秒후에 上膊에 加한 壓力를 除去하므로써 나타나는 中指末梢部의 體積變化를 Strain Gauge Plethysmograph 가 감지하여 투사되는 血流曲線을 Dynograph 上에 記錄하고 血流曲線이 最大 值에 이르면 近位指骨의 壓力를 除去하므로써 血流曲線의 전형적인 樣相을 얻었으며 (Whitney, 1953) 그 전형적인 血流曲線은 第 1 圖에 圖示한 바와 같다. 이 때 動脈血 차단을 爲해서는 上膊部에 220 mmHg 의 壓力를 그리고 靜脈血차단을 爲해서는 中指의 近位指骨部位에 50 mmHg 의 壓力를 加하였다.

實驗 3. 大氣中과 15°C 水槽에서의 Reactive Hyperemia 의 測定

이 實驗은 冬節에만 施行하였으며 實驗實施前 被檢者를 座位로 30 分間 安靜케 한 後 大氣中에서의 reactive hyperemia 의 양상을 觀察하기 爲하여 먼저 安靜時 中指의 血流量을 數回 測定한後 上膊에 220 mmHg 의 壓

力으로 5 分間 動脈血를 차단하고 5 分後에 上膊의 壓力를 除去한後 처음 2 分間은 每 15 秒간격으로, 2 分부터 5 分까지는 每 30 秒 간격으로, 5 分에서 10 分까지는 每 1 分 간격으로 中指의 血流量을 測定하였다.

同一한 實驗을 15°C 로 조절된 水槽에 손목까지 浸水 시키고 上記의 方法과 마찬가지로 中指의 血流量을 測定하므로써 水中에서의 reactive hyperemia 양상을 觀察 하였다.

Ⅲ. 實驗 成績

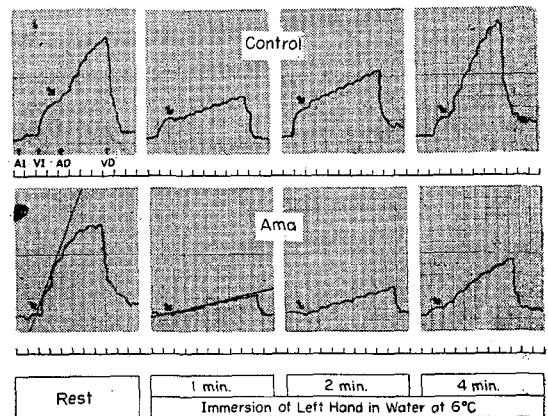
實驗 1. 6°C 水槽에 左側手部 浸水時 左側前膊의 筋肉溫度, 皮膚溫度 및 皮膚熱消失量의 變化

夏節과 冬節에 6°C 의 水槽에 左側手部를 30 分間 浸水시켜 觀察한 左側前膊의 筋肉溫度, 皮膚溫度 및 皮膚熱消失量은 第 2 圖 및 3 圖에 圖示한 바와 같다.

第 1 表 實驗對象者의 身體의 特性
(Physical characteristics of subjects)

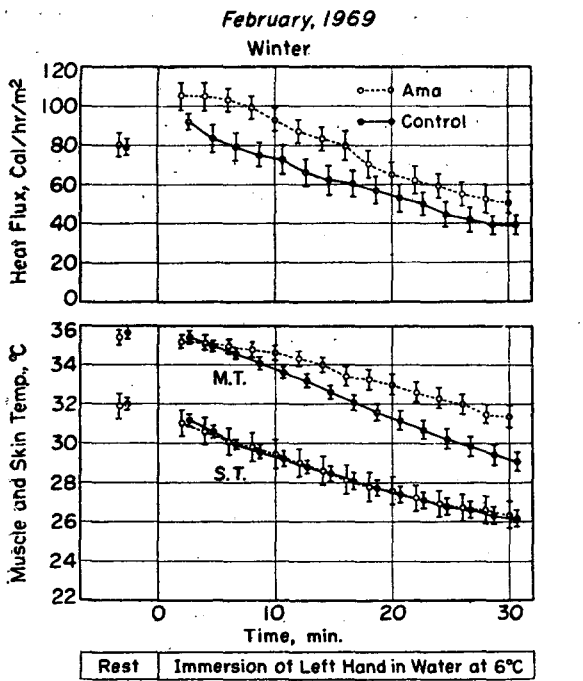
Subjects (number)	Age (yrs)	Weight (kg)	Height (cm)	Body Surface (m ²)
February, 1969 (Winter)				
Ama (8)	39±2	53.3±1.8	152±2	1.49±0.03
Control (8)	37±1	52.3±2.2	151±2	1.47±0.04
September, 1968 (Summer)				
Ama (7)	40±2	50.9±2.5	152±3	1.45±0.04
Control (7)	37±1	51.6±2.5	151±2	1.46±0.04

(Mean±SE)



AI; Arterial Inflation (동맥혈 차단)
VI; Venous Inflation (정맥혈 차단)
AD; Arterial Deflation (동맥혈 차단 제거)
VD; Venous Deflation (정맥혈 차단 제거)

第 1 圖 浸水前 6°C 의 水槽에 手部浸水時 中指에서 測定한 血流曲線의 전형적인 例

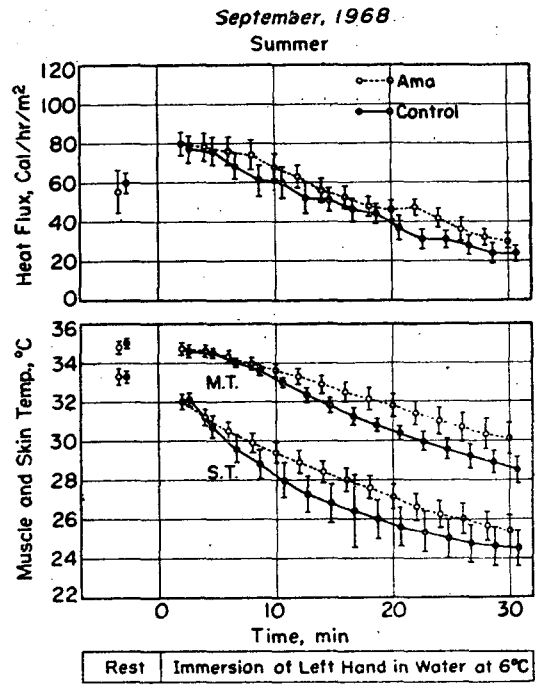


*MT.....Muscle Temperature (筋肉 溫度)

第 2 圖 6°C 水槽에 手部浸水時 前膊의 筋肉溫度, 皮膚溫度 및 皮膚熱消失量의 變化(夏節)

上記한 夏節과 冬節의 觀察値는 兩群에서 모두 浸水와 더불어 下降하기 始作하여 30 分間의 全浸水期間을 通하여 대체로 一定한 率로 減少하고 있었음을 알 수 있었다. 이들의 値를 兩群과 兩季節에서 比較하여 보면 夏節에 있어서는 筋肉溫度, 皮膚溫度 및 皮膚熱消失量은 浸水直後부터 減少하기 始作하여 全浸水期間을 通해 계속 下降하였는데 全般的으 海女群이 非海女群보다 높은 値를 보였으나 意義있는 差異는 아니었다. 그러나 冬節에 있어서는 海女群의 筋肉溫度는 非海女群에 比하여 全浸水期間을 通하여 높게 維持되었으며 浸水時 最終筋肉溫度는 海女群이 31.36°C, 非海女群이 29.09°C로서 意義있는 差異를 보였으나 皮膚溫도의 減少率은 全浸水期間을 通해 兩群이 同一하였다. 따라서 筋肉溫도와 皮膚溫도의 差(ΔT)를 兩群에서 比較하여 보면 皮膚溫度는 兩群이 同一하나 海女群이 筋肉溫度가 높기 때문에 結果的으로 ΔT 는 全浸水期間을 通해 海女群이 컸으며 最終浸水時의 ΔT 는 非海女群이 2.93°C, 海女群은 5.12°C로서 約 2 倍가량 큰 것을 알 수 있었다. 한편 浸水時의 皮膚熱消失量은 全浸水期間을 通해서 海女群이 非海女群보다 큰 傾向을 보였으나 兩群間에 意義있는 差異는 아니었다.

여기서 特記할 事實은 全浸水期間의 筋肉溫도와 安靜時의 筋肉溫도의 差 (ΔMT), 即 筋肉溫도의 冷却率을



ST.....Skin Temperature (皮膚 溫度)

第 3 圖 6°C 水槽에 手部浸水時前膊의 筋肉溫度, 皮膚溫度 및 皮膚熱消失量의 變化(冬節)

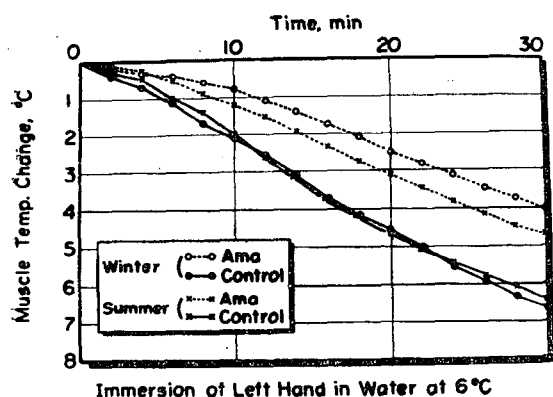
兩群과 兩季節에서 比較하여 보면 第 4 圖에 圖示한 바와 같으며 冬節이나 夏節을 莫論하고 非海女群이 海女群보다 훨씬 髣했다. 浸水 30 分 동안의 筋肉溫도의 減少率은 海女群에서는 夏節이 冬節보다 커서 最終浸水時의 ΔMT 는 冬節이 4°C로서 非海女群의 浸水後 17 分대의 것과 一致하였으며 夏節에는 4.8°C로서 非海女群의 20 分의 것과 一致하였으며 兩季節의 差는 0.8°C였다. 그러나 非海女群에서는 夏節, 冬節을 莫論하고 筋肉溫도의 減少率은 同一하였으며 最終浸水時의 ΔMT 는 冬節에 6.6°C, 夏節에는 6.4°C로서 季節의 差는 0.2°C에 불과 하였다.

實驗 2. 6°C 의 水槽에 左側手部 浸水時 中指血流量, 皮膚溫度 및 血壓의 變化

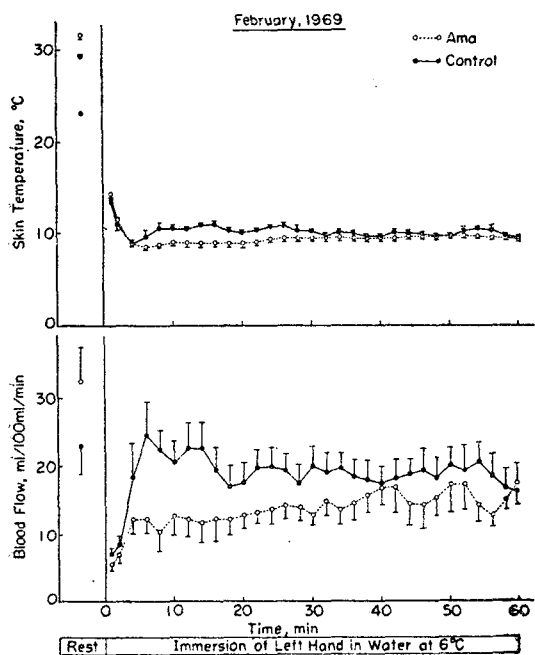
冬節에 6°C 의 水槽에 左側手部를 浸水시켜 每 2 分間 隔으로 測定한 中指의 血流量, 皮膚溫度 및 右側上膊에서 的 血壓의 變化는 第 5 圖 및 6 圖에 圖示한 바와 같다.

中指의 血流量은 浸水直後부터 急激한 減少를 보였으며 浸水後 1 分대의 血流量을 보면 海女群은 5.6 ml/100 ml/min.로 浸水前 血流量의 1/6 인 17.0%에 불과하였고 非海女群은 6.8 ml/100 ml/min.로서 浸水前 血流量의 1/3 인 29.8%에 해당하였다. 이는 同一한 寒冷刺激에 對한 혈관수축의 反應은 海女群에서 훨씬 強하다는

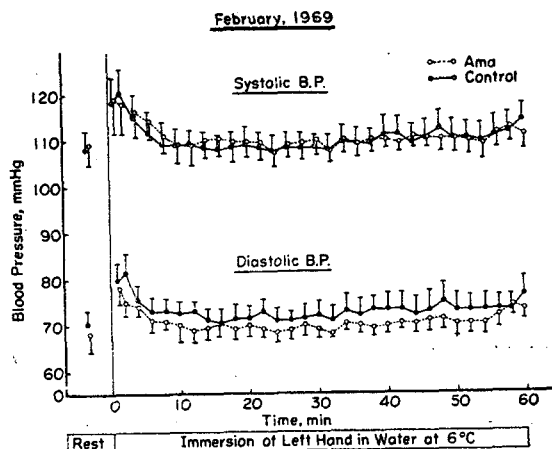
것을 暗示하여 주고 있는 것 같다. 浸水後 2분만에 兩群 모두 寒冷으로 유발되는 血管 확장 反應으로 中指의 血流量은 增加하기 始作하였으며 이 血管 확장 反應은 60分の 浸水期間동안 불규칙한 週期로 나타났는데 그 回數는 非海女群에서 海女群보다 빈번히 일어나고 있었 으며 아울러 혈관 확장의 程度도 非海女群에서 월등히 큼을 알 수 있었다. 即 非海女群에서는 浸水後 6분에 혈 관 확장 反應은 最大值에 이르러 그 血流量은 24.4 ml/100 ml/min.로서 浸水前 血流量의 107%에 達하였으며 全 浸水期間을 通해 浸水前 血流量의 80~85%를 維持하고



第4圖 6°C의 水槽에 手部浸水時 前膊筋肉溫度의 變化



第5圖 6°C 水槽에 手部浸水時 中指의 血流量 및 皮膚 溫度의 變化



第6圖 6°C 水槽에 手部浸水時 血壓의 變化

있었다. 그러나 海女群에서는 浸水後 4분에 혈관 확장 反應은 거의 最大值에 達하였으며 이 때의 血流量은 12.1 ml/100 ml/min로 浸水前 血流量의 36.8%에 불과 하였으며 浸水期間 35分동안은 上記한 血流量을 維持 하고 있었으며 이후 부터는 확장 反應의 程度는 약간 增加하여 浸水最終期間인 60분에 最大血流量(17.7 ml/100 ml/min.)에 達하였지만 이는 浸水前 血流量의 約 1/2인 54%에 불과하였다.

60分間の 浸水期間에 血流量과 더불어 測定한 皮膚 溫度를 보면 이것 역시 浸水와 더불어 급격한 減少를 보 였으며 非海女群은 浸水後 4분에 最高冷却에 達하여 이 때의 皮膚溫度는 8.96°C였으며 非海女群은 6분에 最底 値를 보여 이 때의 皮膚溫度는 8.59°C로 水槽溫에 接近하고 있음을 알 수 있었다. 非海女群에서는 血管 확장 反應에 基因한 血流量의 增加와 더불어 皮膚溫度도 비 등한 양상으로 增加되는 傾向을 보였으나 海女群에서는 全浸水期間을 通하여 浸水後 6分 때의 皮膚溫度로 維持되고 있었다.

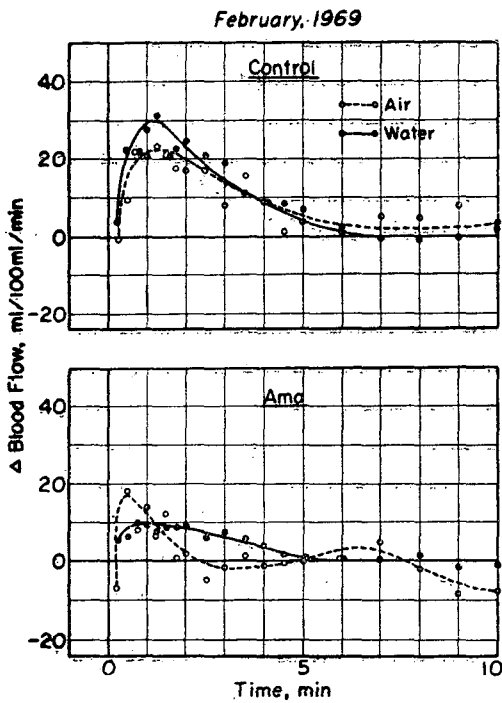
수축기 血壓을 보면 兩群 共히 浸水와 더불어 上昇하 였는데 海女群은 浸水後 1분에 非海女群은 浸水後 2分 에 最高値에 達하였으며 그後 부터는 점차 下降하여 浸 水後 10분에 浸水前 수축기 血壓으로 되돌아 왔으며 10 分後 부터는 最終浸水時까지 正常値의 수축기 血壓을 보 여 주었으며 兩群의 값은 全浸水期間 동안 同一하였다. 이완기 血壓역시 浸水와 더불어 上昇하여 海女群은 浸 水後 1분에, 非海女群은 浸水後 2분에 最高이완기 血 壓에 達하였으며 그후 부터는 점차 下降하여 浸水 10分 에는 浸水前 이완기 血壓으로 되돌아와 最終浸水時까지 增加나 減少를 보이지 않았다. 그런데 이완기血壓은 全 般的으로 全浸水期間을 通하여 海女群에서 非海女群 보

다 낮은 傾向을 보여주고 있었으나 兩群間에 意義 있는 差異는 아니었다.

實驗 3. 大氣中과 15°C 水槽에서의 Reactive Hyperemia의 樣相

大氣中과 15°C의 水槽에서 施行한 5分間 動脈血 차단 除去 後에 나타나는 中指血流量의 變化樣相은 第 7 圖에 圖示한 바와 같으며 이 때 中指血流量은 動脈血 차단前의 血流量과 차단 除去後의 血流量과의 差(ΔBF)를 時間의 함수로 表示하였다.

大氣中에서 兩群間의 reactive hyperemia의 양상을 보면 動脈血차단除去後 海女群에서는 30秒부터 血流量의 增加를 보여 이 時間에 最大反應(1.79 ml/100 ml/min.)을 보였으며 이 後부터는 점차 減少하여 2分에 와서는 차단前의 血流도 되돌아 왔다.



第 7 圖 大氣中 및 15°C 水槽에서의 reactive hyperemia의 樣相

그러나 非海女群에서는 30秒에서부터 血流量의 增加를 보여 계속 그 반응의 程度는 커져서 1分 15秒에 最大反應(22.9 ml/100 ml/min.)을 보였는데 이때 血流量은 海女群 보다 높은 値를 보였고 이後 부터는 血流量은 徐徐히 減少하여 6分에 이르러서야 차단前의 血流量으로 거의 되돌아 왔으나 결코 차단前의 正常値에 이르지는 못하였고 增加된 狀態를 維持하고 있었다. 즉 大氣中에

서 血管 확장 反應의 程度는 海女群이 非海女群보다 낮으나 正常血流的의 회복시간은 海女群이 월등히 빠른것을 알 수 있었다.

한편 15°C의 水槽에 手部浸水時의 reactive hyperemia 양상을 보면 海女群은 動脈血차단 除去後 15秒에서부터 血流量의 增加를 보여 45秒에 最大血流量(9.8 ml/100 ml/min.)에 이르렀으나 이는 大氣中 最大反應의 50%에 不過하였으며 水中에서는 그 反應이 減少됨을 알 수 있었다. 45秒 이후부터는 血流量은 徐徐히 減少하여 6分에 차단前의 血流量으로 회복되었다. 非海女群에서도 血流量은 15秒에 上昇하기 시작하여 大氣中에서와 마찬가지로 1分 15秒에 最大血流量(3.21 ml/100 ml/min.)에 達하였으며 그 程度는 海女群과는 反對로 大氣中에 比해서 增加되어 있었다. 따라서 海女群에서는 水槽에 浸水함으로써 局所的으로 加해지는 寒冷刺戟은 血管수축을 유발시켰으나 非海女群에서는 오히려 혈관 확장 程度를 일층 增加시킨다는 사실을 알 수 있었다.

IV. 考 察

末梢部의 血流量을 調節하는 主要因子는 血壓과 血管系의 抵抗을 들 수 있으며 이는 生體內環境의 變化와 外部環境에서 加하여지는 여러가지 刺戟에 依하여 많은 영향을 받게 된다. 寒冷環境에 露出時 말초혈관계의 抵抗은 增加되며 따라서 末梢部位로 運搬되는 血流量은 減少되어 結果적으로 體熱의 消失을 抵下시켜 우리의 生體는 항상성을 維持하는 防禦機轉(protective mechanism)이 形成된다. 이러한 防禦機轉은 寒冷刺戟의 程度, 期間 및 寒冷適應의 有無에 따라 그 樣相을 달리하며 이에 對한 研究가 여러 研究者들에 依하여 報告되었다.

Brown 및 Page(1952), Brown (1957), Leblanc (1962), Krog et al., (1960), Elsner et al., (1960), 그리고 Nelms 및 Soper (1962)들은 北極地方의 Eskimo人, Gaspe Fishermen, Norwegian Fishermen, Cold-exposed Arctic Indians 및 British Filleters에서 水槽에 手部浸水時 中指와 手部의 皮膚溫度 및 血流量은 對照群에 比하여 높게 維持되었음을 觀察하였다. 即 局所的 寒冷刺戟으로 유발되는 血管擴張反應(cold induced vasodilatation)의 程度와 빈도가 이들에게서 컸었는데 이는 長期間의 寒冷露出로 形成된 局所的 寒冷適應現象(local adaptation to cold)으로서 寒冷으로 因한 寒冷損傷 및 寒冷마비의 發生을 防禦하기 爲한 機轉이라고 說明하였다 (Nelms 및 Soper, 1962).

그러나 冬節에 實施한 本實驗의 海女群의 成績은 上記成績과는 相異하였으며 即 海女群에서는 手部의 浸水 와 더불어 末梢部의 血流量이나 皮膚溫度는 非海女群에

比하여 意義있게 낮았다. 即 寒冷刺戟으로 유발되는 血管擴張反應의 程度와 그 頻도가 非海女群에 比하여 훨씬 減少되어 있었다. 따라서 海女群에서 볼 수 있었던 寒冷刺戟에 對한 反應은 그 樣相이나. 機轉에 있어서 特異함을 알 수 있었다. 即 海女들의 寒冷刺戟에 對한 防禦反應은 末梢部血管系의 收縮을 最大限으로 增加시키므로서 末梢로 가는 血流量을 減少시키는 대신 腦와 심장 등 生體의 重要장기로 가는 血流量을 增加시켜 (Irving, 1939) 體熱을 保存하는 機轉이 形成되고 있음을 알 수 있었다. 이와같이 上記人들과 海女에 있어서 寒冷에 對한 適應現象이 다른것은 이들의 生活環境이 相異한데서 오는 結果라고 생각된다. 即 北極地方의 Eskimo 人, Gaspé Fishermen, Norwegian Fishermen, Arctic Indians 및 British Fish Filleters 들은 寒冷環境에 全身露出이 아니라 그들의 生活方法으로서 末梢部 特히 手部만을 계속 寒冷刺戟에 露出示킴으로서 획득한 局所的 寒冷適應의 結果라고 思料되는 바이나 海女들은 추운 冬節에도 면직 수영복만으로 잠수작업에 종사하므로서 寒冷環境에 全身露出을 야기시켜 上記의 防禦기전이 形成되었다고 思料되는 바이다. 即 海女에서는 寒冷刺戟에 對하여 末梢部 血管系의 收縮을 增加시킴으로서 體熱消失을 防禦하는 General Acclimatization 機轉이 形成되었다고 思料된다. 同時에 本實驗成績은 Elkington (1968), Budd (1964; 1965)과 Budd 및 Warhaft (1966)이 南極地方에서 長期間寒冷環境에 全身露出示킴으로서 얻은 成績과 一致하며 이들도 역시 上記成績을 General Acclimatization 機轉으로 說明하고 있다.

또한 Brown 및 Page (1952), Brown et al., (1953)은 Eskimo 人에 있어서 水槽에 浸水時前膊血流量은 對照群에 比하여 높게 維持되었으며 前膊筋肉溫度의 冷却率은 對照群에 比하여 월등히 빨랐음을 觀察하였는데 이와 같은 末梢部位에서의 體熱消失의 增加는 아마도 末梢部位에서 冷却된 血液이 深部靜脈을 通하여 되돌아가는 血流量의 增加로 基因한다고 하였다. 그러나 本實驗에 있어서 冬節에 海女群은 水槽에 浸水時前膊의 筋肉溫度의 冷却率은 非海女群에 比하여 지연되어 있었으며 이와같은 結果는 첫째 深部靜脈을 通하여 돌아가는 冷却된 血流量의 減少와, 둘째 海女群에서는 冬節에 유발되는 non-shivering thermogenesis (Kang, et al., 1969)의 機轉에 依하여 體熱生産이 增加됨으로서 자연 筋肉溫度의 增加를 가져오는 結果라고도 思料된다. 셋째로 寒冷適應된 動物에서는 皮膚의 stratum corneum의 두께가 두꺼워지며 따라서 組織의 絶緣度는 自然 增加된다고 하는데 (LeBlanc, 1959), 實際로 海女에서의 皮膚의 組織學的 所見을 檢討한 바는 없으나 動物實驗을 바탕으로 間接

의므로 나마 海女에서도 皮膚層의 두께의 增加로 組織 絶緣度가 상승되므로서 筋肉溫度의 冷却率을 지연시킬 수 있으리라고 思料되는 바이다.

動脈血 차단除去後에 나타나는 血管擴張反應(reactive hyperemia)의 程度는 動脈血 차단으로 인한 無酸素組織에 축적된 혈관확장 물질에 의하여 左右된다고 하며 (Jepson, 1954) 本實驗에서 大氣中과 15°C의 水槽에서 觀察한 動脈血차단 除去後의 血管擴張反應의 크기 即 血流量의 變化는 海女群에서 大氣中과 15°C의 水槽에서 共히 非海女群보다 낮았는데 이는 海女群이 血管擴張物質에 對한 敏感度가 鈍함을 暗示하여 주고 있으며, 同時에 血管擴張物質의 生成이 減少되었음을 시사하는 것 같다. 한편 Elsner 및 Carlson (1962)은 숙련된 運動選手에서는 局所的 運動後의 회복기에 있어서 正常血流量의 회복시간이 빠름을 觀察하였는데 이는 局所的으로 血管擴張產物의 濃도가 低下되기 때문이라고 하였다. 本實驗에서 海女群이 大氣中에서 正常血流量의 회복시간이 월등히 빠른 現象은 海女들은 寒冷刺戟에 부가하여 長期間 지속적인 潜水作業으로 숙련된 運動選手로 간주되므로 역시 血管擴張物質의 低下와 이들 物質의 循環血流量로 除去되는 率이 빠르기 때문이라고 보겠다. 이러한 除去率의 增加는 開放된 모세혈관과 근육세포의 '비율'이 寒冷刺戟이나 運動訓練에 依하여 增加 (Heroux, 1961; Martin et al., 1932) 됨으로서 筋肉組織과 循環血流量과의 치환이 일어나기 때문에 나타난 結果라고 思料된다. 한편 15°C 水槽에서의 反應程度를 보면 非海女群은 大氣中보다 높아졌으나 海女群은 大氣中 反應의 半程度로 減少하였는데 이는 앞서 지적하였던 바와 같이 海女群은 寒冷刺戟에 對한 末梢血管系의 強力한 수축에 基因한 것으로 解釋된다.

V. 結 論

1968年 9月(夏節)과 1969年 2月(冬節)의 2次에 걸쳐 釜山影島에서 海女 및 非海女를 夏節에는 各 7名씩 冬節에는 各 8名씩을 對象으로 하여 6°C의 水槽에 30分 乃至 60分間 手부를 浸水시켜 浸水前과 浸水中의 左側前膊의 筋肉溫度, 皮膚溫度 및 皮膚熱消失量, 그리고 中指의 血流量, 皮膚溫度 및 血壓을 測定比較하고 또 大氣中과 15°C의 水槽에서 5分間의 動脈血차단 除去後에 나타나는 reactive hyperemia의 變化양상을 觀察하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 6°C의 水槽에 手부를 浸水시켰을 때 前膊의 皮膚溫度와 皮膚熱消失量은 冬節과 夏節, 兩群에서 모두 비등한 減少率을 보였다. 그러나 筋肉溫度는 冬節에 있어서 海女群이 非海女群에 比하여 意義있게 높음을 觀察

하였으며 이러한 결과는 夏節에는 볼 수 없었다.

2. 6°C의水槽에 手部를 浸水시켰을 때 中指의 血流量은 海女群이 非海女群에 比하여 意義있게 낮았으며, 局小的 寒冷刺戟으로 유발되는 혈관확장 반응의 程度는 非海女群이 월등히 컸으며 혈관확장 반응의 빈도 역시 非海女群에서 빈번히 일어남을 알 수 있었다.

3. 5分間 動脈血 차단 除去後에 나타나는 혈관확장 反應의 程度는 大氣中이나 浸水中 모두 海女群이 낮았 으며 特記할 事實은 15°C의 水槽에 浸水時 非海女群의 血 管 확 장 反 應 은 大 氣 中 에 比 하여 그 程 度 가 높 아 졌 으 나 이 와 反 對 로 海 女 群 에 서 는 大 氣 中 值 의 二 分 一 程 度 로 減 少 됨 을 알 수 있 었 다. 正 常 血 流 의 恢 復 時 間 은 大 氣 中 에 서 는 海 女 群 이 非 海 女 群 에 比 하여 越 等 히 짧 았 으 며 浸 水 中 에 는 兩 群 모 두 同 一 한 時 間 이 소 요 됨 을 알 수 있 었 다.

以上의 成績들로 미루어 보아 特히 冬節에 海女에서 體熱의 生産量이 增加되었음을 再確認하였으며, 體熱消失을 防禦하기 爲하여 末梢血管系의 收縮의 程度 (vasoconstrictor tone)를 높임으로써 末梢로 運搬되는 血流量은 減少하고 있음을 알 수 있었다.

따라서 長期間의 寒冷刺戟은 海女들에게 血管性適應 現象(vascular adaptation)을 유발시키는 것이 아닌가 思 料되는 바이다.

REFERENCES

- Brown, G. M. and Page, J.: *The effect of chronic exposure to cold on temperature and blood flow of the hand.* *J. Appl. Physiol.* 5:221, 1952.
- Brown, G. M.: *Vascular physiology of the Eskimo.* *Rev. Can. Biol.* 16:279, 1957.
- Brown, G.M., Hatcher, J.D. and Page, J.: *Temperature and blood flow in the forearm of the Eskimo.* *J. Appl. Physiol.* 5:410, 1953.
- Budd, G.M.: *General acclimatization to cold in men studied before, during and after a year in Antarctica.* ANARE Report No. 70. Melbourne, Australia: Antarctic Division, Department of External Affairs. 1964.
- Budd, G.M.: *Effects of cold exposure and exercise in a wet, cold Antarctic climate.* *J. Appl. Physiol.* 20:417, 1965.
- Budd, G.M. and Warhaft, N.: *Body temperature, shivering, blood pressure and heart rate during a standard cold stress in Australia and Antarctica.* *J. Appl. Physiol.* 186:216, 1966.
- Elkington, E.J.: *Finger blood flow in Antarctica.* *J. Physiol.* 199:1, 1968.
- Elsner, R.W., Nelms, J.D. and Irving, L.: *Circulation of heat to the hands of Arctic Indians.* *J. Appl. Physiol.* 15:622, 1960.
- Elsner, R.W. and Carlson, L.D.: *Postexercise hyperemia in trained and untrained subjects.* *J. Appl. Physiol.* 17:436, 1962.
- Héroux, O.: *Climatic and temperature induced changes in mammals.* *Rev. Can. Biol.* 20:55, 1961.
- Hong, S. K., Rahn, H., Kang, D. H., Song, S. H. and Kang, B.S.: *Diving pattern, lung volumes, and alveolar gas of the Korean Diving Woman (Ama).* *J. Appl. Physiol.* 18:457, 1963.
- Hong, S. K., Paganelli, C. V. and Rennie, D. W.: *Seasonal studies of thyroid function in ama.* *Proceeding of International Symposium on Environmental Physiology at Kyoto, Japan, Sept., 12-17, 1965.* p. 78.
- Hong, S.K.: *Metabolic adaptation to cold.* AF Project/Task/work Unit No. DF 977701003FE, 1968.
- Irving, L.: *Respiration in diving mammals.* *Physiol. Rev.* 19:112, 1939.
- Jepson, R.P.: *The effects of vascular occlusion and local cooling on finger skin blood flow.* *Clin. Sci.* 13:259, 1954.
- 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.* 18:483, 1963.
- Kang, B.S., Hahn, D.S., Paik, K.S., Park, Y.S., Kim, J.K., Kim, C.S., Rennie, D.W. and Hong, S.K.: *Calorigenic action of norepinephrine in the Korean Women Divers.* *J. Appl. Physiol.* 1969 (in press).
- Krog, J., Folkow, B., Fox, R.H. and Anderson, K.L.: *Hand circulation in the cold of Lapps and North Norwegian fishermen.* *J. Appl. Physiol.* 15:654, 1960.
- LeBlanc, J.: *Morphological and physiological changes in the skin as a result of long exposure to cold.* *Am. J. Physiol.* 196:1042, 1959.
- Le Blanc, J.: *Local adaptation to cold of Gaspé fishermen.* *J. Appl. Physiol.* 17:950, 1962.
- Martin, E.G., Wooley, E.C. and Miller, M.: *Capillary counts in resting and active muscles.* *Am. J. Physiol.* 100:407, 1932.
- Nelms, J.D. and Soper, D. J. G.: *Cold vasodilatation and cold acclimatization in the hands of British fish filleters.* *J. Appl. Physiol.* 17:444, 1962.
- Rennie, D.W., Covino, B.G., Howell, B.J., Song, S.H., Kang, B.S. and Hong, S.K.: *Physical insulation of Korean diving women.* *J. Appl. Physiol.* 17:961, 1962.
- Whitney, R.F.: *Measurement of volume changes in human limbs.* *J. Physiol.* 121:1, 1953.