

## 水中 活動 前 · 直後의 血液 成分 變化

류 재 청<sup>1)</sup> · 김 은 영<sup>2)</sup>

- 목 차 -

ABSTRACT

I. 緒 論

1. 研究의 必要性
2. 研究의 目的
3. 研究 問題
4. 研究의 假說
5. 用語의 正義
6. 研究의 制限點

II. 研究 方法

1. 研究 對象
2. 實驗 期間 및 場所
3. 測定 項目
4. 水中 活動 測定에 使用되는 裝備

5. 實驗 節次

6. 血液 成分 檢査를 위한 採血 方法
7. 血液 成分 分析 方法
8. 資料 處理

III. 研究 結果

1. 赤血球의 變化
2. 白血球의 變化
3. Hemoglobin의 變化
4. Hematocrit의 變化

IV. 結 論

V. 提 言

參考文獻

### The change of blood cell components before and right after underwater activities

Ryew, Jec-Cheong · Kim, Eun-Young

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to furnish some basic materials for researches in scuba diving and underwater physiology. For the purpose, on the basis of understanding the important functions and nature of blood, I ascertained if underwater activities have a functions as physical exercise and examined the propriety of them as physical exercise by comparing and analyzing the change of components of blood component before and right after underwater activities like scuba diving. The subjects of this study are four healthy scuba members aged from 20 to 24. The diving depths are 9meter(no decompression limit depth) and

1) 제주대학교 체육학과 교수

2) 한림공업고등학교 교사

30meters(recreational diving maximum depth). First, each of them was blood-collected before diving after 2 hours rest. And then they did underwater activities until the air weighed 200kg in their air-tank was reduced to 150kg. Right after diving activities, each of them was blood-collected again. Later the collected bloods were analyzed in the laboratory, classified by white cells, red cells, hemoglobins and hematocrits.

The results are as following:

1. The number of Red Blood cells significantly increased right after 9-meter-depth diving compared to the number of them before diving( $p < 0.05$ ), but it didn't significantly increased after 30-meter-depth diving compared to the number of them before diving( $p < 0.05$ ). It increased after 30-meter-depth diving more than after 9-meter-depth diving by 2.29%.
2. The number of White Blood cells significantly increased right after 9-meter-depth diving and 30-meter-depth diving as well, compared to the number of them before diving( $p < 0.05$ ). It increased after 30-meter-depth diving more than after 9-meter-depth diving by 0.76%.
3. The number of Hemoglobins significantly increased right after 9-meter-depth diving compared to the number of them before diving( $p < 0.05$ ), but it didn't significantly increased after 30-meter-depth diving compared to the number of them before diving( $p < 0.05$ ). It increased after 30-meter-depth diving more than after 9-meter-depth diving by 1.73%.
4. The number of Hematocrits significantly increased right after 9-meter-depth diving and 30-meter-depth diving as well, compared to the number of them before diving( $p < 0.05$ ). It increased after 30-meter-depth diving more than after 9-meter-depth diving by 3.04%.
5. I think one of the most important effects on the change of the elements of blood right after the underwater activity is the increase of the number of blood cells through the spleen contracting. The spleen contracting is caused by the stimulus of blood condensing in the process of dehydration of blood resulted from inhaling the dry air in the tank. And another effect can be thought to be the heightened concentration of blood plasma and increased protein in blood plasma. Even without activities, the body takes being in underwater for muscle-working. It's caused by the pressure to the muscles in the high pressured underwater condition.
6. From the result that the increase of blood cells in 30-meter depth diving was much larger than that in 9-meter depth diving, I should conclude that as water deepens, the air in the tank gets pressed and the density of the air heightens and then the high density causes breathing resistance and strong breaths, which bring out the move of blood cells around the lung and force the blood cells out into peripheral blood vessels and then has some effect on the increase the number of white blood cells.
7. Underwater activity is thought to be one of useful recreational activities. As well, I think it is useful as physical exercise to activate the body through improving functions of the heart and the lung and accelerating the formation of elements of blood.

## I. 緒論

### 1. 研究의 必要性

最近에 들어 國內에서 레저·스포츠 人口가 상당히 늘고 있는 바, 그 동안의 陸上 스포츠에서 벗어나 空中과 水中에서의 레저 스포츠 人口가 늘고 있음은 注目할 만한 일이다. 특히 水中 레저 스포츠로서는 수영·skin diving·scuba diving 등을 들 수 있다.

scuba diving이 우리 나라에서는 軍事的, 經濟的 기타의 目的으로 限定된分野에서 實施되어 왔으나 1970년대 후반부터 sports scuba diving이 활발히 普及되어 現在에는 각 大學 동아리 모임을 비롯하여 그밖에 趣味 同好人 단체가 每年 약 40%씩 增加하고 있으며 이렇게 增加하는 人口들의 즐겁고 安全한 diving 活動을 위해 裝備 및 教育 過程들의 수준도 높아 가고 있다. Self-Contained Under-Water Breathing Apparatus의 略字인 scuba는 잠수자가 물속에서 직접 가지고 다니면서 호흡할 수 있는 장비(水中自加呼吸裝置)를 말하며, scuba diving이란 scuba 장비를 가지고 潛水하는 것을 말한다. scuba diving은 水中에서 이루어지는 運動이므로 大氣 環境과는 전혀 다른 物理的, 生理的 環境에 접하게 되기 때문에 大氣 狀況에 적응한 인간이 水中에 들어가면 身體的으로 다른 여러 반응을 보이게 된다. 즉 大氣와 다른 水中에서 活動을 하게 될 때 신체 內部에 활발한 生理的 變화를 일으켜서 호르몬의 分泌, 吸水를 통한 Gas 교환, 循環系統의 원만한 작용 등의 運動 遂行 能力에 영향을 주고 運動 負荷의 時間과 水深에 따라서 미치는 影響이 다양하다. 水中 活動에서의 運動과 強度, 頻度 및 時間에 따라서 神經筋 협응동작, 呼吸循環, 心肺 物質代謝 및 電解質의 均衡 등 人體의 生理的 反應을 일으키면서 복잡한 기전을 갖는다. 一般的으로 身體에 運動이 負荷되면 에너지 發生이 높아지며 運動에 의하여 에너지 需要가 급격히 增加되면 에너지 消費率과 需要가 急增하면서 결국 에너지 供給을 充當하기 위해서 모든 生理적 기능이 向上된다. 즉 에너지원의 運搬作用과 生體 防衛作用의 生理的 機能을 담당하는 血液의 適應的 變化에 대한 血液組織學的 現狀을 研究함은 運動 수행 후의 效果를 살펴보는 데 큰 意義를 가진다. 運動 기능에 따른 血液의 化學的 變化 또는 血液 有形成分の 變化에 대한 研究는 이미 1900년대 초기에 시작이 되었으며, 代表的으로 Hawk(1904)는 運動 후 運動 種目別 赤血球, 白血球의 增加率에 대한 研究를 처음으로 報告하였고 Schneider(1915)는 運動 전후 赤血球 및 Hemoglobin의 增加에 대한 研究에서 運動 후 赤血球의 變化는 運動 전보다 20%정도 增加하고 白血球는 40%이상 增加한다고 하였다. 山崗 등(1982)은 繼續者의 血液性狀에 관한 研究에서 Hematocrit와 Hemoglobin의 變化에 대한 報告와 持續的인 신체 트레이닝이 혈청 지질에 미치는 影響에 대한 研究 중에서 比較的 특별한 스포츠 活動을 행하지 않는 일반인의 Hemoglobin과 Hematocrit值에 대한 報告도 있다. 우리 나라의 경우, 김진원(1972)은 最大下 運動 강도의 부하와 血液의 유형성분의 變動을 分析 報告하였고 김종훈(1979)은 運動 후 혈액 성분에 관한 보고에서 배구선수과 축구선수들의 혈액 성분 변화에 관한 研究 결과를 보고 하였다. 이후 많은 研究들이 報告되었지만 이는 陸上에서 행하여지는 運動前後에 관한 研究이며, 水中生理에 관한 研究는 安全과 직접 關聯이 있기 때문에 그 重要性이 더욱 強調됨에도 不久하고 아직까지는 水中에서의 運動前後에 일어나는 血液性分の 變化에 관한 研究가 활발히 이루어지지 않고 있으므로 本 研究의 必要性을 提示하고자 한다.

## 2. 研究의 目的

本 研究는 血液이 갖는 중요한 技能 및 血液의 特性을 理解하고 scuba diving과 같은 水中에서의 活動 前·後의 血液의 變化를 比較 分析하여 실제 水中活動이 運動으로서의 技能을 遂行하는지를 確認하고 그 妥當性을 糾明함으로써 scuba diving 및 水中 生理 研究에 基礎 資料를 提供하는데 그 目的이 있다.

## 3. 研究의 問題

위의 目的을 達成하기 위해 다음과 같은 問題를 提起한다.

1) 赤血球가 無減壓 限界 水深인 9m 水中에서 活動 前과 直後의 變化 및 recreational diving 最大 水深인 30m 水中에서의 活動 前과 直後에는 어떤 變化가 나타나며 두 水深 間의 差異는 어떻게 나타나는가?

2) 白血球가 無減壓 限界 水深인 9m 水中에서 活動 前과 直後의 變化 및 recreational diving 最大 水深인 30m 水中에서의 活動 前과 直後에는 어떤 變化가 나타나며 두 水深 間의 差異는 어떻게 나타나는가?

3) Hemoglobin의 無減壓 限界 水深 9m인 水中에서 活動 前과 直後의 變化 및 recreational diving 最大 水深인 30m 水中에서의 活動 前과 直後에는 어떤 變化가 나타나며 두 水深 間의 差異는 어떻게 나타나는가?

4) Hematocrit의 無減壓 限界 水深 9m 水中에서 活動 前과 直後의 變化 및 recreational diving 最大 水深인 30m 水中에서의 活動 前과 直後에는 어떤 變化가 나타나며 두 水深 間의 差異는 어떻게 나타나는가?

## 4. 研究의 假說

1) 赤血球의 境遇, 水深 각 9m와 30m에서의 活動 直後에는 活動 前에 비해 統計적으로 有意한 變化를 보일 것이며, 두 水深 間에서의 增加率에서도 差異가 있을 것이다.

2) 白血球의 境遇, 水深 각 9m와 30m에서의 活動 直後에는 活動 前에 비해 統計적으로 有意한 變化를 보일 것이며 增加率에서도 두 水深 間에 差異가 있을 것이다.

3) Hemoglobin의 境遇, 水深 각 9m와 30m에서의 活動 直後에는 活動 前에 비해 統計적으로 有意한 變化를 보일 것이며 增加率에서도 두 水深 間에 差異가 있을 것이다.

4) Hematocrit의 境遇, 水深 각 9m와 30m에서의 活動 直後에는 活動 前에 비해 統計적으로 有意한 變化를 보일 것이며 增加率에서도 두 水深 間에 差異가 있을 것이다.

## 5. 用語의 定義

○ 無減壓 限界 : 海水面에서의 大氣壓은 1氣壓이고, 水深에서는 10m마다 1氣壓씩 上昇을 하는데 9m는 1氣壓이 되기 前이기 때문에 體內 質素量의 增加로 인한 減壓病 등을 考慮하지 않고 자유롭게 몇 번씩 diving을 할 수 있는 限界 水深이다.

○ 레크리에이션 diving(recreational diving) 最大 水深 : 스포츠 다이빙의 경우 講師의 지도 아래 計劃을 세워 안전한 diving을 해야 한다. 그러나 30m 이하의 경우 '安全減壓指數'라는

전문적인 減壓 技術을 竝行하므로 初歩者의 경우, 시야가 흐려지거나 조류에 떠밀려서 安全事故가 발생할 수 있고 高壓의 質素로 인한 질소 麻醉症狀이 나타날 수 있기 때문에 대체로 30m를 recreational diving 最大 水深으로 정해 놓고 있다.

## 6. 研究의 制限點

本 研究의 制限點은 다음과 같다.

- 1) 다이빙 經歷 및 技術이 비슷한 水準의 被驗者를 選定하는 데의 어려움으로 인하여 被驗者를 4명으로 限定한다.
- 2) 活動水深을 無減壓 限界 水深인 9m와 recreational diving 最大 水深인 30m로 制限한다
- 3) 被檢 當日의 水溫이나 潮流의 速度에 따라 結果의 差異가 있을 것으로 생각된다.

## II. 研究方法

### 1. 研究對象

本 研究에서 選定된 被驗者는 濟州에 所在하고 있는 T大學의 觀光레저스포츠과에 在學 中인 scuba diving 經歷이 300回 以上인, 20 - 24歲 사이의 一般 男學生으로서 一般의인 疾患이나 身體的 異狀이 없는 者로 選定한다.

被驗者의 身體的 條件은 다음과 같다.

Table 1. 被驗者의 身體的 特性

姓名	年齡(歲)	體重(kg)	身長(cm)	潛水經歷(回)
CSP	22	82	173	330
KDY	21	66	168	360
LCJ	22	58	170	320
LJY	23	58	165	330
M	22	66	169	335
SD	±0.81	±6.80	±3.36	±17.3

### 2. 實驗期間 및 場所

- 1) 實驗期間 : 1998. 4. 1 ~ 5. 15
- 2) 實驗場所 : 서귀포시 所在 섬섬 앞바다 및 濟州市 용담동 바다

### 3. 測定項目

- 1) 赤血球(Red Blood Cell)
- 2) 白血球(White Blood Cell)
- 3) Hemoglobin
- 4) Hematocrit

### 4. 水中活動 測定에 使用되는 裝備

Table 2. scuba diving에 使用되는 裝備

區分	機器	製源	用度
hard 및 skin장비	Buoyancy Device	Daco Enduro SJ	浮力調節
	Regulator	Daco Enduro	水中呼吸
	Guage console (depth,direction,air, temperature)	Coda Apollo	水水수중方向, 水深, 溫度 空氣量測定
	Air tank(200kg)	Coda K-type	自加水中空氣 功給裝置水中推進
	Hard type Pin	Coda Apollo	視野確保 및
	Mask & Snorkel	Coda Apollo	水面呼吸
	Octups	Daco Enduro	體溫維持및保護
	Wet Suit	SAS 5mm	

### 5. 實驗節次

#### 1) 9m 水深에서의 水中活動

實驗 當日 被驗者 4명을 오전 8시에 集合하여 2시간 동안 편안한 상태에서 休息을 취한 후 활동 전의 血液을 採血하였고, 장소를 용담동 바닷가로 옮겨 diving에 필요한 裝備와 공기를 점검하고 슈트를 着用한 후 本 實驗의 目的을 說明하고 가능한 한 水深을 維持해 줄 것과 에어 탱크의 게이지를 잘 보고 정확히 水面위로 올라오도록 여러 차례 主知를 시켰으며 diving 전문 강사가 같이 diving을 실시하면서 水深을 維持하는지를 확인하였으며, diving이 끝나고 올라오자마자 한쪽 팔만 드러낸 후 바로 採血하였다.

#### 2) 30m 水深에서의 水中活動

實驗 當日 被驗者 4명을 오전 8시에 集合하여 2시간 동안 편안한 상태에서 休息을 취한 후 활동 전의 血液을 採血하였고, 장소를 서귀포 硯섬으로 옮겨 diving에 필요한 裝備와 공기를 點檢하고 슈트를 着用한 후 本 實驗의 目的을 說明하고 가능한 한 水深을 維持해 줄 것과 에어 탱크의 게이지를 잘 보고 정확히 水面위로 올라오도록 여러 번 主知를 시켰으며 diving 전문 강사가 같이 diving을 실시하면서 水深을 維持하는지를 확인하도록 하였으며 diving이 끝나고 올라오자마자 슈트를 완전히 벗기 전에 한쪽 팔만 드러낸 후 바로 採血하였다.

### 6. 血液成分 檢査를 위한 採血 方法

1) 實驗 當日 아침 2時間 동안 安靜을 취한 후 血液의 凝固 防止를 위하여 항응고제가 處理된 5cc 짜리 一回用 주사기를 사용하여 上腕靜脈에서 3cc씩 採血하였다.

2) 에어탱크에 200kg의 空氣를 채우고 9m 水深에서 150kg를 사용할 때까지 水中에서 遊泳한 後 서서히 水面으로 올라온 直後 血液의 凝固 防止를 위하여 항응고제가 처리된 5cc 짜리 一回用 주사기를 사용하여 上腕整脈에서 3cc씩 採血하였다.

3) 에어탱크에 200kg의 空氣를 채우고 30m 水深에서 150kg를 사용할 때까지 水中에서 遊泳한 後 서서히 水面으로 올라온 直後 血液의 凝固 防止를 위하여 항응고제가 처리된 5cc 짜리 一回用 주사기를 사용하여 上腕整脈에서 3cc씩 採血하였다.

### 7. 血液成分 分析 方法

血液成分 分析은 濟州 市內에 所在한 E醫療財團의 臨床檢査實을 使用한다

#### 1) 赤血球 및 白血球

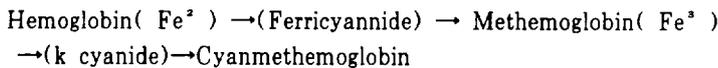
血液 속에 있는 各 成分의 크기를 이용한 電氣 抵抗법

Table 3. 血液成分 分析에 使用되는 裝備

장비명	모델명	제작사
celltac auto	MEK.8118	NIHON KOHDON JAPAN

#### 2) Hemoglobin

시안 메트 Hemoglobin법(Cyanmethemoglobin), 抗凝固 처리된 전혈에 Lyse solution이 添加되면 다음과 같은 反應이 일어난다.



Hemoglobin에 페리시안 칼륨, 시안칼륨 또는 시안 나트륨을 가하면 시안메트 Hemoglobin이 된다. 시안메트 Hemoglobin은 安정한 化合物로서 yellow-green filter를 사용한 540nm의 파장에서 光度계로 color를 측정한다. 이 吸光度가 Hemoglobin의 농도이다.

#### 3) Hematocrit

Microhematocrit method로 抗凝固제가 含有된 tube에 血液을 %가량 채운 후 한쪽 끝을 封入한다. 고속 遠心分離機에 tube를 배열하고 12,000rpm으로 5분간 遠心分離한 후 reading판에 놓고 血球層을 %로 나타내었다.

8. 資料 處理

1) SPSS package program을 사용하여 被驗者의 水中活動 前과 각 9m, 30m 水深에서의 活動 直後의 血液成分(赤血球, 白血球, Hemoglobin 및 Hematocrit)의 測定值 差異, 增加率, 平均(M) 및 標準偏差(SD)를 算出하였다.

2) 9m와 30m 水深에서의 水中活動 前과 直後의 差異에 대하여 알아보기 위해  $p < 0.05$ 수준에서 paired t-test를 실시하였다.

3) 각 水深 9m 와 30m에서의 血液成分의 變化의 差異를 알아보기 위해 差檢證을 實施하였다.

III. 研究結果

1. 赤血球의 變化

Table 4. The changing in the red blood cell between before and right after of the 9m and 30m depth underwater activities.

		9m			30m		
		前	直後	上昇率(%)	前	直後	上昇率(%)
赤血球 ( $10^4$ /ml)	CSP	485.0	502.0	3.51	493.0	537.0	8.92
	KDY	491.0	506.0	3.05	514.0	534.0	3.89
	LCY	493.0	507.0	2.83	522.0	547.0	4.78
	LJY	454.0	478.0	5.28	514.0	546.0	6.22
	M±SD	480.7 ±1.81	498.2 ±1.36	3.66 ±1.11	510.7 ±0.12	541.0 ±0.64	5.95 ±2.19

Table 5. The t-test on the changing in the red blood cell between before and right after on the 9m and 30m depth underwater activities.

		N	M	SD	df	t	p
赤血球 ( $10^4$ /ml)	9m前	4	480.7	±1.81	3	7.762	.004
	9m直後	4	498.2	±1.36	3		
	30m前	4	510.7	±0.12	3	5.815	.010
	30m直後	4	541.0	±0.64	3		

Values are Mean and Standard Deviation.  $p < 0.05$

被驗者들의 水中 活動 前과 直後의 赤血球의 變化는 Table 7, 8과 Fig 2, 3에서 보는 바와 같다. 9m 水深에서의 活動 前과 活動 直後의 變化양상을 개인별로 살펴보면 L.J.Y.가 5.28%로서 가장 높은 增加率을 보였으며 L.C.Y.는 2.83%로 가장 낮은 增加率을 보였다. 9m 水深에서의 活

水中活動 前直後の血液成分變化(류재정·김은영)

動 前의 平均値는  $(480.7 \pm 1.81) \times 10^4$  /mm개이고 水中活動 後는  $(498.2 \pm 1.36) \times 10^4$  /mm개로 平均 上昇率은 3.66%였다. 9m 水深에서의 水中活動 前에 비해 水中活動 後의 赤血球의 變化는 有意 水準에서 有意하게 增加하였다( $P < 0.05$ ). 30m 水深에서의 活動 前과 活動 後의 變化양상을 개 인별로 살펴보면 C.S.P.가 8.92%로서 가장 높은 增加率을 보였으며 K.D.Y.는 3.89%로 가장 낮 은 增加率을 보였다. 赤血球의 30m 水深에서의 水中活動 前의 平均値는  $(510.7 \pm 0.12) \times 10^4$  /mm 개이고 水中活動 後는  $(541.0 \pm 0.64) \times 10^4$  /mm개로 平均 上昇率은 5.95%가 增加하였다. 30m 水深 에서의 水中活動 前에 비해 水中活動 直後의 赤血球의 變化에서는 統計的으로 有意한 增加는 없 었다( $p < 0.5$ ). 두 水深 間에서의 赤血球의 增加率은 9m에서는 平均 3.66%가 增加를 하였고 30m 水深에서는 平均 5.95%가 上昇하는 차이를 보였다. 30m 水深에서 有意한 差異를 갖지 못한 것 은 被驗者의 數가 制限되어 있고 呼吸調節에서 약간의 未熟함이 있었던 것으로 생각된다.

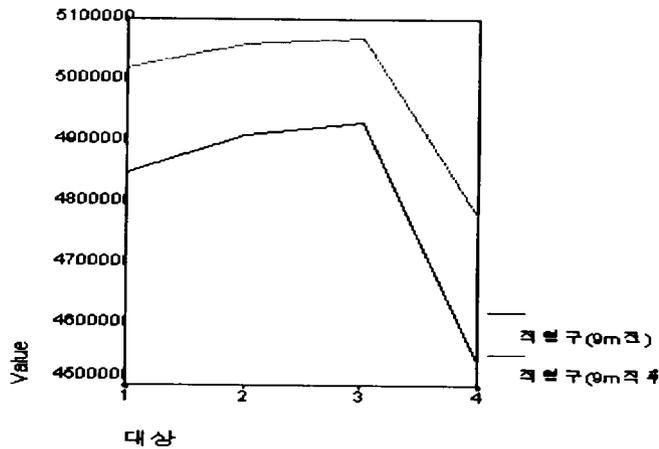


Fig. 1 Variation of RBC on the 9m depth

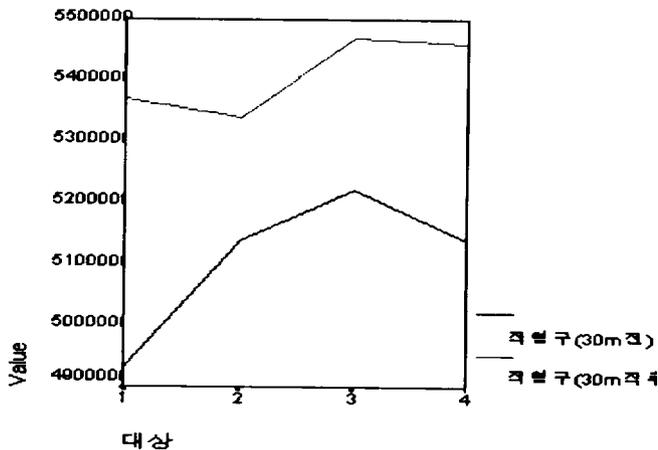


Fig. 2 Variation of RBC on the 30m depth

2. 白血球의 變化

Table 6. The changing in the white blood cell between before and right after of the 9m and 30m depth underwater activities.

		9m			30m		
		前	直後	上昇率(%)	前	直後	上昇率(%)
白血球 (10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	CSP	5.6	7.3	30.35	5.6	8.0	42.85
	KDY	5.0	6.5	30.00	6.3	8.1	28.57
	LCY	5.5	7.2	30.90	5.7	7.7	35.08
	LJY	4.4	5.8	31.81	5.1	7.5	47.05
	M±SD	5.12 ±0.55	6.70 ±0.69	30.76 ±0.78	5.67 ±0.49	7.82 ±0.27	38.38 ±8.21

Table 7. The t-test on the changing in the white blood cell between before and right after of the 9m depth underwater activities

		N	M	SD	df	t	p
白血球 (10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	9m前	4	5.12	±0.55	3	21.000	.000
	9m直後	4	6.70	±0.69	3		
	30m前	4	5.67	±0.49	3	14.333	.001
	30m直後	4	7.82	±0.27	3		

Values are Mean and Standard Deviation. p < 0.05

被驗者들의 白血球의 變化는 Table 9, 10와 Fig. 4, 5에서 보는 바와 같다. 9m 水深에서의 活動 前과 活動 直後의 變化양상을 個人별로 살펴보면 L.C.Y.가 31.81%로서 가장 높은 增加率을 보였으며 K.D.Y.는 30.00%로 가장 낮은 增加率을 보였다. 9m 水深에서의 水中活動 前의 平均値는 (5.12±0.55)×10<sup>3</sup> /mm<sup>3</sup>개이고 水中活動 後는 (6.70±0.69)×10<sup>3</sup> /mm<sup>3</sup>개로 平均 上昇率은 30.76%의 높은 增加를 하였으며, 水中活動 前에 비해 水中活動 後의 白血球의 變化는 有意하게 增加하였다(P < 0.05). 30m 水深에서의 活動 前과 活動 直後의 變化양상을 個人별로 살펴보면 L.J.Y.가 47.05%로서 가장 높은 增加率을 보였으며 K.D.Y.는 28.57%로 가장 낮은 增加率을 보였다. 白血球의 30m 水中活動 前의 平均値는 (5.67±0.49)×10<sup>3</sup> /mm<sup>3</sup>개이고 水中活動 後는 (7.82±0.27)×10<sup>3</sup> /mm<sup>3</sup>개로 38.38%의 높은 增加를 하였으며 30m 水深에서의 水中活動 前에 비해 水中活動 後의 白血球의 變化는 有意하게 增加하였다(P < 0.05). 두 水深 間에서의 白血球의 增加率은 9m에서는 平均 30.76%가 增加를 하였고 30m 水深에서는 平均 38.38%가 上昇하는 차이를 보였다. 많은 研究가 運動 後의 白血球 數의 增加를 報告하고 있는데, 本 實驗에서도 大氣 中에서의 運動 後와 마찬가지로 增加를 보였다. 이러한 白血球의 增加는 水中은 高壓環境이기 때문에, 심한 活動을 하지 않아도 身體에는 많은 壓力이 가해지므로 해서 筋肉은 많은 運動을 하고 있는 것으로 認識하여 血漿蛋白質이 增加되고 蛋白濃度의 上昇으로 末梢 毛細血管에 있는 血漿의 水分 일부가 筋組織으로 많이 移行함으로써 혈액 중의 수분의 減少를 招來한 때문에 생각되며 또 한편으로는 水中에서 레귤레이터를 통하여 건조한 空氣를 體內로 마시게 되면 肺는 空氣

水中 活動 前·直後의 血液 成分 變化(류재청·김은영)

를 가슴시킴을 위하여 많은 水分을 사용함과 동시에 강한 呼吸이 肺 주위의 血球 移動을 가져와 末梢血管으로 나오도록 加速化 함으로써 白血球 增加에 影響을 미치는 것으로 생각된다.

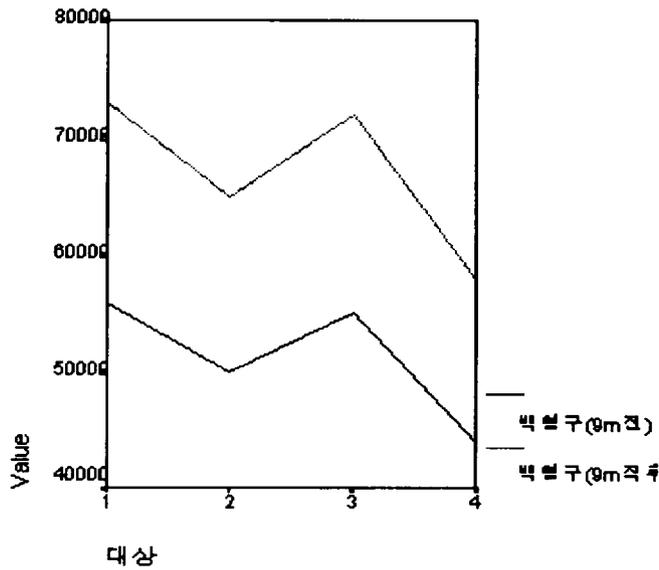


Fig. 3 Variation of WBC on the 9m depth

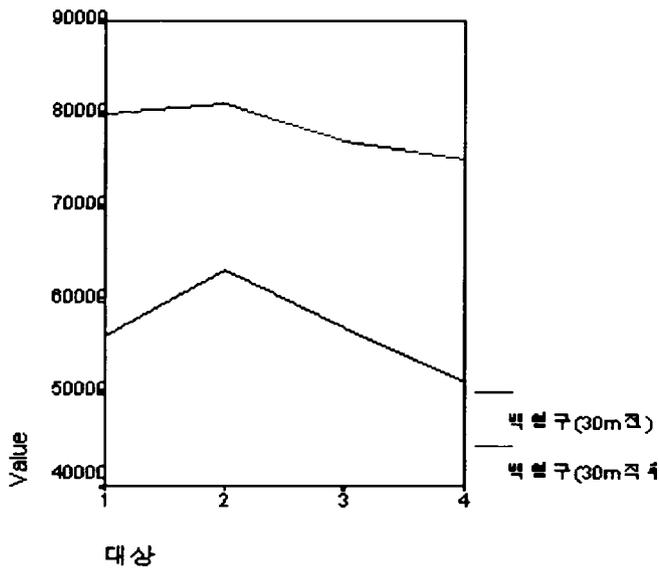


Fig. 4 Variation of WBC on the 30m depth

### 3. Hemoglobin의 變化

Table 8. The changing in the Hemoglobin between before and right after on the 9m and 30m depth underwater activities.

		9m			30m		
		前	直後	上昇率(%)	前	直後	上昇率(%)
Hb (g/ml)	CSP	15.4	16.0	3.89	15.8	17.7	12.02
	KDY	14.4	15.2	5.55	15.6	16.1	3.20
	LCY	15.8	16.4	3.79	16.5	17.3	4.84
	LJY	14.5	15.3	5.51	16.6	17.0	5.58
	M±SD	15.02 ±0.68	15.72 ±0.57	4.68 ±0.97	16.12 ±0.49	17.02 ±0.68	6.41 ±3.86

Table 9. The t-test on the changing in the Hemoglobin between before and right after On the 9m and 30m depth underwater activities.

		N	M	SD	df	t	p
Hb (g/ml)	9m前	4	15.02	±0.68	3	12.214	.001
	9m直後	4	15.72	±0.57	3		
	30m前	4	16.12	±0.49	3	2.616	.079
	30m直後	4	17.02	±0.68	3		

Values are Mean and Standard Deviation. p < 0.05

被驗者들의 Hemoglobin의 變化는 Table 11, 12와 Fig. 6, 7에서 보는 바와 같다. Hemoglobin의 9m水深에서의 活動 前과 活動 直후의 變化양상을 개인별로 살펴보면 K.D.Y.가 5.55%로서 가장 높은 增加率을 보였으며 L.C.Y.는 3.79%로 가장 낮은 增加率을 보였다 9m水中活動 전의 平均値는 (15.02±0.68g/ml)이고 水中活動 후는 (15.72±0.57g/ml)로 平均 上昇率은 4.68%가 增加하였다. 9m水深에서의 水中活動 전에 비해 水中活動 후의 Hemoglobin의 變化는 有意하게 增加하였다(P < 0.05). Hemoglobin의 30m水深에서의 活動 前과 活動 直후의 變化 양상을 개인별로 살펴보면 C.S.P.가 12.02%로서 가장 높은 增加率을 보였으며 K.D.Y.는 3.20%로 가장 낮은 增加率을 보였다. 30m水中活動 전의 平均値는 (16.12±0.50g/ml)이고 水中活動 後는 (17.02±0.68g/ml)로 平均 上昇率은 6.41%가 增加하였다. 30m水深에서는 水中活動 前에 비해 水中活動 後의 Hemoglobin의 變化에서 有意한 變化는 없었다(P < 0.05). 두水深間에서의 Hemoglobin 增加率은 9m에서는 平均 4.68%가 增加를 하였고 30m水深에서는 平均 6.41%가 上昇하는 차이를 보였다. 水中에서 活動을 하면서 사용되는 空氣는 濾過 過程에서 水分이 除去되며 탱크에 물이 고여 부식이 생기지 않게 하거나 찬 기온에서 레귤레이터 凍結이 일어나지 않도록 하는 여러 가지 이유에서 가능한 한 건조한 空氣를 사용하게 된다. 이렇게 건조한 공기 80큐빅피트(20 l) 容量의 공기탱크를 쓸 때, 그 공기가 몸속에서 가슴되려면 약 250ml의 人體 水分이 增發된다. 때문에 水中活動 直後의 Hemoglobin의 上昇은 體內 水分의 脫水에 의한 血液 濃縮 때문이라고 생각된다. 또한 Hemoglobin이 增加한다는 것은 같은 血量을 가지고 더 많은

水中 活動 前直後の 血液 成分 變化(류재청 · 김은영)

산소를 공급할 수 있는 것이기 때문에 半으로 줄어든 肺 容積이 水中活動에 適合한 環境으로 適應되어지는 特性이라고도 思料된다. 30m 水深에서 有意한 差異를 갖지 못한 것은 被驗者의 數가 制限되어 있고 被驗者가 呼吸調節에서 약간의 未熟함이 있었던 것으로 생각된다.

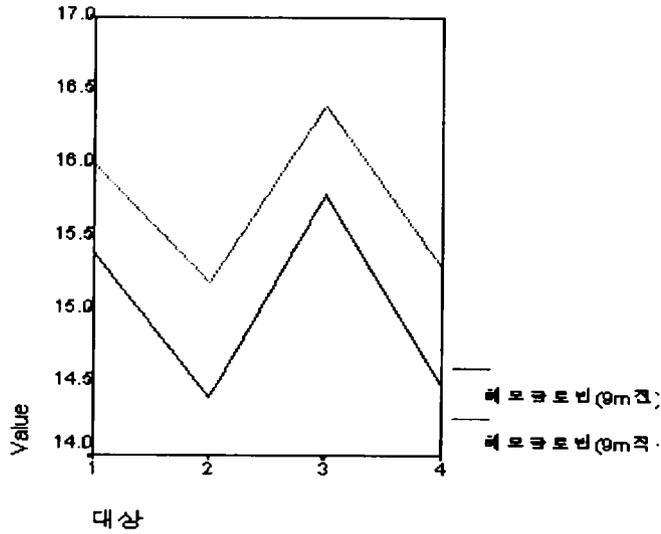


Fig. 5 Variation of Hemoglobin on the 9m depth

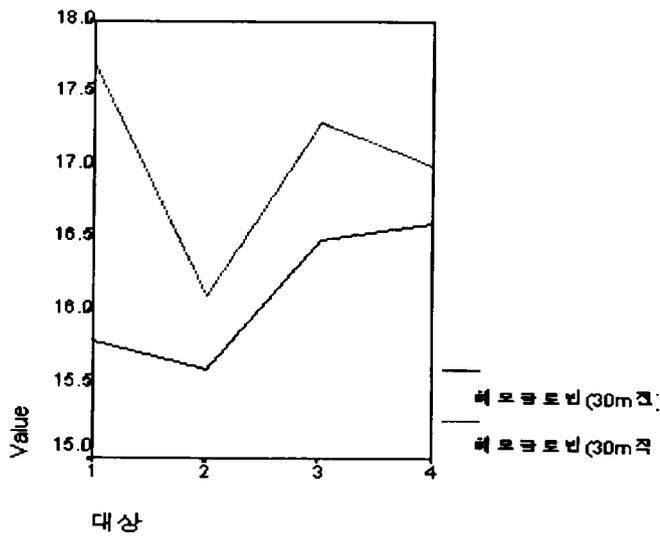


Fig. 6 Variation of Hemoglobin on the 30m depth.

4. Hematocrit의 變化

Table 10. The changing in the Hematocrit between before and right after of the 9m depth underwater activity.

		9m			30m		
		前	直後	上昇率(%)	前	直後	上昇率(%)
Ht(%)	CSP	46.6	47.9	2.78	45.6	49.50	8.55
	KDY	44.8	45.8	2.23	45.0	47.70	6.00
	LCY	47.8	48.8	2.09	48.2	50.80	5.39
	LJY	44.0	45.5	3.41	47.6	48.90	2.73
	M±SD	45.8 ±1.72	47.0 ±1.60	2.62 ±0.60	46.6 ±1.54	49.2 ±1.28	5.66 ±0.97

Table 11. The t-test on the changing in the Hematocrit between before and right after of the 9m depth underwater activity.

		N	M	SD	df	t	p
Ht(%)	9m前	4	45.8	±1.72	3	9.798	.002
	9m直後	4	47.0	±1.60	3		
	30m前	4	46.6	±1.54	3	4.941	.016
	30m直後	4	49.2	±1.28	3		

Values are Mean and Standard Deviation. p < 0.05

被驗者들의 Hematocrit의 變化는 Table 13·14와 Fig. 8, 9에서 보는 바와 같다. Hematocrit의 9m 水深에서의 活動 前과 活動 直후의 變化양상을 개인별로 살펴보면 L.J.Y.가 3.41%로서 가장 높은 增加率을 보였으며 L.C.Y.는 2.09%로 가장 낮은 增加率을 보였다. 9m 水深에서의 水中 活動 前의 平均値는 (45.8±1.72%)이고 水中活動 後는(47±1.60%)로 平均 上昇率은 2.62%가 增加하였다. 水中活動 前에 비해 水中活動 後의 Hematocrit의 變化는 有意하게 增加하였다(P < 0.05). 被驗者들의 Hematocrit의 30m 水深에서의 活動 前과 活動 直후의 變化양상을 개인별로 살펴보면 C.S.P.가 8.55%로서 가장 높은 增加率을 보였으며 L.J.Y.는 2.73%로 가장 낮은 增加率을 보였다. 30m 水中活動 前의 平均値는 (46.6±1.54%)이고 水中活動 後는 (49.2±1.28%)로 平均 上昇率은 5.66%가 增加하였다. 30m 水深에서의 水中活動 前에 비해 水中活動 後의 Hematocrit의 變化는 有意하게 增加하였다(P < 0.05). 두 水深 間에서의 Hematocrit 增加率은 9m에서는 平均 2.62%가 增加를 하였고 30m 水深에서는 平均 5.66%가 上昇하는 차이를 보였다. 本 實驗에서 Hematocrit 值의 變化는 앞의 다른 成分들의 變化에서처럼 건조한 공기 吸入으로 체내 水分이 상실되어 血液이 濃縮된 때문이라고 생각된다.

水中活動 前直後の 血液 成分 變化(류재청·김은영)

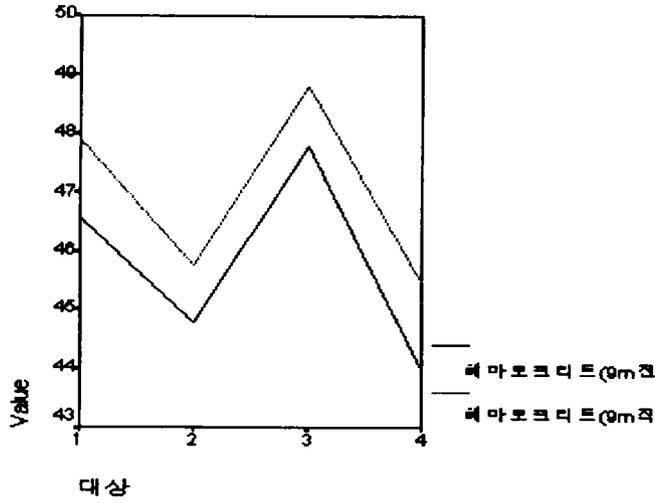


Fig. 7 Variation of Hematocrit on the 9m depth

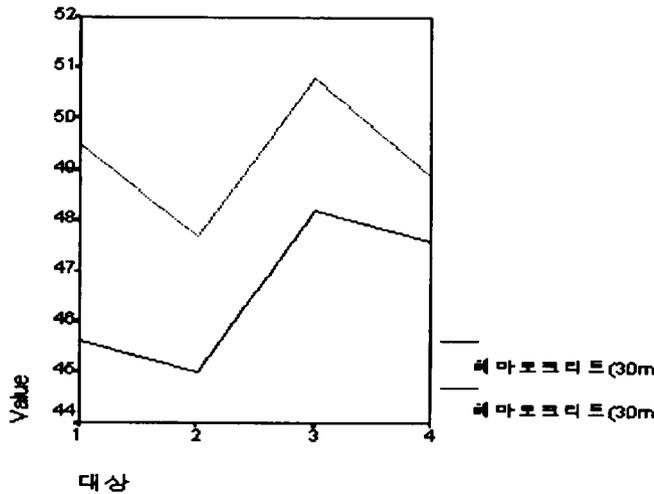


Fig. 8 Variation of Hematocrit on the 30m depth

上記 결과를 綜合하여 볼 때, 水中에서의 活動도 大氣 中에서의 運動과 마찬가지로 血液成分에서의 變化를 보였다. 이는 水中에서의 活動이 大氣 中에서의 活動과는 달리 氣壓이 높은 環境에서 이루어지지만 Neilsen(1984)이 水泳과 자전거 運動時의 血漿量의 變化에서 報告한 것처럼 水分 損失 經路는 다르나 總 水分 損失量에서는 거의 비슷했다는 경우와 같다고 할 수 있겠다. 즉 大氣 中에서의 運動時에는 發汗으로 인한 體內 水分 脫水가 대부분을 이루지만 scuba diving시에는 건조한 空氣를 吸入하므로 이 空氣는 肺로 들어가 體溫에 의해 濕度가 100%가 되어야 肺에 損傷을 주지 않는데, 人體는 이러한 일을 遂行하는 過程에서 많은 水分을

있게 되며 이 과정에서 血液의 濃縮되고 脾臟에 자극을 주면 脾臟이 收縮을 일으켜 血球의 수를 增加시키므로 水中에서의 活動 直後의 血液成分의 變化에 가장 큰 影響을 미치는 것으로 생각된다. 또한 水中이라는 高壓環境이 筋肉을 壓迫하여 活動을 하지 않아도 筋 作業 中으로 體內에서 認識하여 血漿 蛋白質이 增加되고 血漿 濃度を 上昇시켜 血液成分의 變化를 가져온다고 생각되며, 수중에서는 氣壓이 上昇하기 때문에 肺의 容積이 줄어들게 되고, 적어진 肺 容積으로 身體가 呼吸을 하고 全身에 血液을 供給해야 하기 때문에 身體의 恒常性 維持를 위한 報償 作用이 相互作用한 結果라고 判斷된다. 그리고 9m 水深에서 보다 30m 水深에서의 활동에서 훨씬 增加率이 높게 나타난 것은 水深이 깊어짐에 따라 空氣는 壓縮되고 그 密度가 높아지므로 呼吸할 때마다 더 많은 空氣 分子를 消費하고 呼吸에 대한 抵抗感을 增加시켜서 강한 呼吸이 肺 周圍의 血球 移動을 가져와 末梢血管으로 나오도록 加速化 함으로써 白血球 增加에 影響을 미치는 것으로 생각된다. 水中에서 自加呼吸裝置를 使用하여 酸素를 供給하며 遊泳을 하는 것만으로 水中活動(scuba diving)의 運動으로서의 意味를 附與할 수가 있겠는가에 대해서는 여러 가지 側面에서 더욱 正確한 糾明이 있어야 하겠지만 本 實驗의 結果에 의하면 水中에서 活動을 하는 것은 餘暇善用으로서 뿐만 아니라 心肺機能을 向上시키고 血液成分의 生成을 促進시켜 身體를 活性化시키는 運動으로서도 그 意味를 찾을 수 있다고 할 수 있겠다. 그러나 多様な 水深에서의 變化와 反復 實驗을 통한 檢證이 未洽하였으며 多様な 成分의 分析을 示導하지 못했음은 아쉬운 점으로 남는다.

#### IV. 結 論

本 研究는 水中活動 前과 直後에 있어서 血液成分의 變化를 糾明하고자 被驗者 4명을 對象으로 각 9m와 30m 水深에서 實驗한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 赤血球는 9m 水深에서는 活動 前에 비해 活動 直後에 有意한 增加를 하였으며( $p < 0.05$ ) 30m 水深에서는 活動 前에 비해 活動 直後에 統計적으로 有意한 增加는 없었으나( $p < 0.05$ ), 9m 水深에서의 活動에서보다 30m 水深에서의 活動에서 赤血球의 平均 上昇率은 2.29% 높게 나타났다.

2. 白血球는 9m 水深에서의 活動 前에 비해 活動 直後에 白血球는 有意한 增加를 하였으며( $p < 0.05$ ), 30m 水深에서의 活動에서도 活動 前에 비해 活動 直後에 有意하게 增加하였고( $p < 0.05$ ), 9m 水深에서의 活動에서보다 30m 水深에서의 活動에서 白血球의 平均 上昇率은 0.76% 높게 나타났다.

3. Hemoglobin은 9m 水深에서의 活動 前에 비해 活動 直後에 有意한 增加를 하였으며( $p < 0.05$ ), 30m 水深에서는 活動 前에 비해 活動 直後에는 統計적으로 有意한 增加는 없었으나( $p < 0.05$ ), 9m 水深에서의 活動에서보다 30m 水深에서의 Hemoglobin의 平均 上昇率은 1.73% 높게 나타났다.

4. Hematocrit는 9m 水深에서의 活動 前에 비해 水中活動 直後에 有意한 增加를 하였으며( $p < 0.05$ ), 30m 水深에서도 活動 前에 비해 水中活動 直後에 Hematocrit는 有意한 增加를 하였다( $p < P.05$ ). 9m 水深에서의 活動에서보다 30m 水深에서의 活動에서 Hematocrit의 平均 上昇率은 3.04% 높게 나타났다.

## V. 提 言

本 研究를 통하여 얻어진 結果를 土臺로 此後에 多様な 學問的 角度에서의 水中活動에 대한 研究가 많이 報告되기를 期待하면서 다음의 研究를 위하여 몇 가지 提言한다.

1. 高壓環境인 水中에서 呼吸을 하는 동안 水分이 脫水되고 血液이 濃縮이 되었다면, 小便과 기타 다른 血液成分과 호르몬에서도 變化를 보일 것으로 생각되기 때문에 그에 대한 研究가 있었으면 한다.

2. 本 實驗에서는 水深을 無減壓 限界 水深인 9m와 레크리에이션 diving 最大 水深인 30m 두 가지로 設定을 하였으나 좀더 細分化한 研究가 示導되었으면 한다.

3. scuba diving 시에 건조한 공기를 吸入하는 것으로 인하여 脫水가 되어 血液이 濃縮되고 身體의 水分이 부족해졌을 경우에는 scuba diving 시 發生되는 불활성 기체 즉, 질소의 除去가 圓滿하지 않아 減壓病의 發病의 可能性을 높일 수도 있다고 解釋되기 때문에 안전한 diving을 위하여 diving 前과 直後에는 충분한 水分을 攝取해야 할 것으로 提言한다.

## 참 고 문 헌

- 김종훈·박창래(1979), "운동부하후 혈중의 화학적 변화연구", 스포츠과학연구소보고서 IV, 제16권 제1호, 한국체육과학연구원.
- 김진원(1972), "최대하 운동 강도의 부하와 혈액의 유형성분의 변동", 한국체육학회지 6권.
- Hawk, P. B.(1904), On the morphological changes in the blood after muscular exercise, *American Journal of Physiology*, 10.
- Schneider, E. C.(1915), Changes in the blood after Muscular Activity and during Training, *American Journal of Physiology*, Vol. 136.