제주도 해녀의 폐기능 및 잠수능에 관한 조사연구

서울대학교 의과대학 내과학교실 · 결핵연구소

김현태 · 유 빈 · 김우성 · 김영환
한성구 · 심영수 · 김건열 · 한용철

제주의료원

강 치 명

= Abstract =

Pulmonary Function Test and Diving Capacity of Woman Divers in Cheju Island

Hyeon Tae Kim, M.D., Bin Yoo, M.D., Woo Sung Kim, M.D., Young Whan Kim, M.D.
Sung Koo Han, M.D., Young Soo Shim, M.D., Keun Youl Kim, M.D. and Yong Chol Han, M.D.

Department of Internal Medicine, Tuberculosis Research Institute, College of Medicine,
Seoul National University, Seoul, Korea

Chi Myung Kang, M.D.

Cheju Medical Center, Cheju, Korea

Breath-hold diving is diving for 1 to 3 minutes at 20 m depth without breathing apparatus. Woman divers have collected sea foods by breath-hold diving. They complained various symptoms. For the prevention of occupational disease, review of working and clinical data is needed.

We examined 1438 woman divers, who had worked at Cheju island for many years.

The result was as follows:

- 1) Average age was 50.5 years and average working duration was 31.7 years.
- 2) Woman divers worked for 72.6 seconds each breath-hold diving, and worked 12.5 days a month.
- 3) Vital capacity was 72.2% of predicted value, and average forced expiratory volume in one second was 1.51 liters.
- 4) Major symptoms were headache, arthralgia, chest pain, dyspnea and bowel habit change.
- 5) Those who complained headache showed longer work time and more frequent diving than those not.
- 6) Seventy-eight percent of divers suffered from arthralgia, they were older, worked more frequently and rested less than those who not.
- 7) Work time was dependent on age, frequency and rest time.

In conclusion, the pulmonary function test of woman divers showed not normal but combination pattern of mild restriction and obstruction. There was no demonstrable correlation between work time (diving capacity) and parameters of pulmonary function test.

서 론

1841년에 감압병이 알려진 이래 잠수가 인체생리에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구가 있어왔으며^{1~3)}, 우리나라에서는 1960년대 이후 홍 등^{4~6)}에 의해서 소수의 제주해녀를 대상으로 호흡생리학적 심층연구가 조사보고된 바 있다. 우리나라 제주도에서는 여성들의 전통적인 생업수단으로 근해에서 폐식잠수(閉息潜水 Breath-hold diving)에 의한 해물채취를 하고 있으며 이들의 잠수방법은 전폐용량까지 흡식(吸息)한 후 호흡정지상태로 수중 20 m까지 잠수하여 수중호흡없이 약 1분간 작업 후 수면위로 올라오는 폐식잠수법을 이용하고 있다. 이런 형태의 작업과 더불어 해녀들은 만성적인 두통, 관절통 등 여러 증상을 호소하고 있으며 잠수전후로 진통제 등의 만성적 남용을 하고 있어 일종의 직업병적인 연구차원에서의 계통적인 연구 조사가 필요한 단계에 와있다.

이에 저자들은 제주도지역의 해녀들을 대상으로 건강 설문조사와 건강검진을 실시하여 해녀직종이 갖는 보건문제를 조사한 바 있어 보고하고자 한다.

대상 및 방법

제주도 제주의료원과 도청에서 주관하는 건강검진조사에 응소한 1438명의 해녀를 대상으로 1986년에 실시하였다. 설문지에 의한 건강설문은 잠수에 관하여 시작연령, 종사기간, 계절별 잠수시기, 월평균 잠수횟수, 1회 잠수시간 및 잠수후 휴식시간 등을 포함하였고, 건강

상태에 관하여 흡연, 음주, 진통제 등의 약물사용여부, 과거병력 및 잠수시작후 생긴 증상 혹은 질병을 포함하였다.

집단검진은 제주의료원에서 신장, 체중, 혈압, 맥박수 등을 측정하였고 시력, 이경검사를 포함한 이학적 검사를 실시한 후 혈액소치, 혈청 콜레스테롤치, 공복시 혈당치와 요검사를 실시하고, 흉부 X-선검사, 심전도, 청력검사 및 폐환기능검사를 실시하였다. 폐환기능검사는 일본 CHEST사의 microspiro 298형을 이용하였고, 통계처리는 SPSS-PC*를 이용하여 t-검정상관계수, 다수회귀방정식 등을 구하였다.

연구 성적

대상 해녀의 연령분포는 30대가 144명, 40대가 407명, 50대가 682명으로 50대가 가장 많았고 평균 50.3세였으며, 10세 이하가 2명, 70세 이상이 8명이었다.

대상해녀의 잠수작업종사기간은 평균 31.6년이었으며 시작연령은 평균 18.8세로서 10대에서 시작한 경우가 가장 많았다(Table 1). 계절별 잠수시기는 사계절에 걸쳐 작업하는 경우가 94%였고 여름에만 작업하는 경우가 2%, 봄에만 작업하는 경우가 1.7%였고 봄, 여름, 가을에 작업하는 경우가 1.3%였다. 월평균 잠수횟수는 1~9일이 10.8%, 10~14일이 58.5%, 15~19일이 24.6%로서 월평균 12.5일 즉 2~3일에 한번씩 잠수작업을 하는 것으로 나타났다.

1회 작업시간은 폐식잠수로 1회 잠수하여 작업하는 시간으로서 평균 72.6초였고 1회 잠수후에는 평균 118.0초의 휴식을 취하는 것으로 나타났다.

Table 1. Results of Divers Profiles

	Mean	S.D.*	Unit
Age	50.3	8.5	Year
Duration	31.6	9.6	Year
Start age	18.8	4.6	Year
Frequencies	12.5	4.4	times / month
Work time	72.6	40.6	second
Rest time	118.0	83.2	second
Height	155.4	5.0	cm
Weight	53.1	6.8	kg

* S.D: standard deviation

Table 2. Results of Laboratory Tests

	Mean	S.D.*	Unit
FEV ₁	1.51	0.45	Liter
VC%	72.2	22.3	%
FEV ₁ %	67.6	18.2	%
Hematocrit	40.1	2.8	%
Cholesterol	181.3	34.7	mg/dl
FBS**	76.4	12.9	mg/dl
Audiometry			
Right	33.8	13.2	dB
Left	34.0	13.6	dB

* S.D.: standard deviation, **FBS : fasting blood sugar

Table 3. Comparison of Clinical Symptoms

	Negative	Positive	Sx (+)%
Gastrointestinal Sx.	601	834	58.1
Joint & Musculoskeletal Sx.	318	1118	77.9
Headache	296	1140	79.4
Respiratory Sx.	1154	283	19.7

1회 작업시간의 시간별 분포를 보면 30초 이하가 193명(13.3%), 30~60초가 726명(50.5%), 60~90초가 295명(20.5%), 90~120초가 189명(13.1%), 2분 이상도 35명(2.5%)였다.

이들의 설문결과 설문시점에서 음주, 흡연은 각각 3명, 1명을 제외하고는 부정하였으며 진통제는 75.2%인 1082명이, 진정제는 6.1%인 87명이 주로 잠수작업전에 사용하였다.

이학적 검사상 질병의 소견을 보인 예는 발견되지 않았고, 청력검사에서 좌, 우 모두 30 dB 이하의 정상소견을 보인 예가 544명(37.8%) 뿐으로서 어느 한쪽 귀의 청력상실이 40 dB 이상인 경우가 410예(28.5%)나 되었다. 한편 혈액소치는 평균 40.1%였고, 35% 미만은 39명(2.7%) 뿐이었으며 혈청 콜레스테롤도 평균 181.3 mg/dl로서 270 mg/dl 이상이 13명(0.9%) 뿐이었다(Table 2).

흉부 X-선검사상 이상 소견을 보인 예는 59예(4.1%)로서 폐결핵이 의심된 경우가 36예였으나 항결핵제 치료 중인 예는 없었고, 심장비대가 6예, 폐종괴 5예, 폐문비대 및 늑막비후가 각 4예였다. 심전도검사에서 중요한 부정맥을 보인 예는 없이 566명에서 서맥이나 빈맥 등을

보였다.

해녀들이 잠수와 관련하여 발생했다고 호소하는 증상은 주로 두통, 관절통, 신경통, 상복부 불편감, 흉통과 호흡곤란 등 이었는데, 이를 두통, 관절근육통, 소화기 증상, 호흡기 증상으로 대별하여 보면 감압병의 한 증상이라고 생각되는 두통은 79.4%, 관절신경통은 77.9%에서 호소하였다(Table 3).

각종 임상증상의 유무에 따라 조사대상을 양군으로 나눠 잠수력 및 각종검사결과와의 상관관계를 조사해 본바 먼저 두통을 호소한 군에서는 월별 잠수횟수가 많고 잠수후 휴식시간이 짧았으며, 안정시 맥박수가 높고 1회 잠수시간도 짧았다(Table 4).

감압병의 주증세의 하나인 관절통을 호소한 군은 증상이 없는 군에 비해 연령이 많고 잠수중사기간 및 잠수시작연령이 높았으며, 월별잠수횟수는 많고 잠수후 휴식시간은 짧은 것으로 나타났다(Table 5). 호흡기증상을 호소한 군은 상대적으로 연령이 많고 잠수중사기간이 길었으나 호흡기증상 유무에 따른 폐활량의 차이는 없었다(Table 6). 한편 폐활량 및 1초시 폐활량의 예측치에 대한 백분율이 모두 80% 이상인 해녀는 162명(11.3%) 뿐으로서, 폐활량의 예측치에 대한 백분율로 볼때 120%

Table 4. Correlation with Headache

	Headache (–)	Headache (+)
Age (year)	50.8	50.5
Duration (year)	31.1	31.6
Start age (year)	18.8	18.7
Frequencies (/month)	9.4**	11.4**
Work time (second)	77.1*	63.8*
Rest time (second)	119.7*	101.2*
Pulse (/minute)	69.7*	71.3*
VC% (%)	71.2	72.5
FEV ₁ (Liter)	1.49	1.52
Hematocrit (%)	40.3	39.9
Cholesterol (mg/dl)	183.9	180.5

*:P < 0.05 **:P < 0.01

Table 5. Correlation with Musculoskeletal Symptoms

	M-S Sx. (–)	M-S Sx. (+)
Age (year)	49.6*	50.8*
Duration (year)	29.3**	32.1**
Start age (year)	19.5**	18.5**
Frequencies (/month)	10.1*	11.2*
Work time (second)	73.6	64.5
Rest time (second)	125.6**	99.1**
Pulse (/minute)	70.5	71.1
VC% (%)	71.9	72.3
FEV ₁ (Liter)	1.50	1.52
Hematocrit (%)	40.2	40.0
Cholesterol (mg/dl)	179.6	181.4

*: P < 0.05 **: P < 0.01

Table 6. Correlation with Respiratory Symptoms

	Respiratory Sx. (–)	Respiratory Sx. (+)
Age (year)	50.2*	51.8*
Duration (year)	31.1*	33.0*
Start age (year)	18.7	18.7
Frequencies (/month)	11.1	10.6
Work time (second)	67.5	62.9
Rest time (second)	105.4	103.3
Pulse (/minute)	71.1	70.4
VC% (%)	72.3	71.8
FEV ₁ (Liter)	1.51	1.52
Hematocrit (%)	40.1	39.8
Cholesterol (mg/dl)	181.3	180.7

*:P < 0.05

Table 7. Correlation between Diving Ability and Parameters

	Pulse	FEV ₁	VC%	Hematocrit	Cholesterol
Age	.0077	-.3483**	-.0561	.1268**	.3049**
Duration	.0050	-.3004**	-.0766*	.0769	.2342**
Frequencies	.0788*	.1290**	.1585**	-.0343	.0200
Work time	-.0062	.0814*	-.0155	.0146	-.0784*
Rest time	-.1273**	-.1123**	-.1851**	.0533	-.0169

*:P < 0.01, **:P < 0.001

Table 8. Multiple Regression for Work Time

	R	P
Age	-.2061	< 0.01
Rest time	.1699	< 0.01
Start age	-.0616	< 0.05
Frequencies	-.0726	< 0.05
Pulse	-.0062	NS
FEV ₁	.0814	NS
VC%	-.0155	NS

이상이 19명(1.3%), 110~120%가 45명(3.1%), 80~110%가 463명(32.2%), 65~80%가 364명(25.3%), 50~65%가 307명(21.3%), 50% 미만인 240명(16.7%)의 분포를 보였다.

각종검사수치와 잠수능력과의 상관관계를 보면, 연령 및 잠수중사기간의 증가에 따라 폐환기능이 감소하고 혈액색소치, 혈청 콜레스테롤은 증가하였으며, 월별 잠수빈도가 많고 잠수후 휴식시간이 짧은 해녀가 폐활량, 1초시 폐활량이 좋은 것으로 나타났으며(Table 7) 안정시 분당 맥박수는 평균 71.2회로서 잠수시간과는 유의한 상관관계가 없었다¹⁾.

1회잠수시간을 잠수능의 척도로 보아 여러지표들과의 관계를 살펴보면, 연령이 많고 시작연령이 늦으며 월별 잠수횟수가 많은 해녀에서 1회 잠수시간이 짧고, 휴식시간이 긴 해녀가 잠수시간도 긴 것으로 나타났으나 1회 잠수시간은 심폐기능과 통계적 상관관계는 없었다(Table 8).

고 찰

고래로부터 해물채취를 위한 생업의 수단으로 잠수가 이용되어 왔다. 최근 증가추세인 휴대용 수중호흡기

(SCUBA: self-contained underwater breathing apparatus)를 이용한 스포츠 잠수나 과학적 탐사와는 달리, 생업의 수단으로서의 잠수는 신체여건에 관계없이 종사하며 수중안전을 위한 특수장비를 사용하지 않는 특징이 있다²⁾. 따라서 장기간의 반복적 잠수로 인한 신체의 손상이 일종의 직업병적 측면에서 잠수병의 예방대책이 필요한데 이를 위해서는 현실태를 파악하는 것이 가장 중요하다.

해녀들의 잠수방법은 폐식잠수이므로 잠수반사(diving reflex), 폐식중의 의식상실(breath-hold blackout) 등이 발생할 수 있으며 수심 20m까지의 잠수에 따른 기압외상(barotrauma), 감압병(decompression sickness) 등이 생길 수 있는데³⁾ 이중 만성 직업병적 측면에서는 감압병이 가장 중요하겠다. 1963년 홍 등은 소수의 해녀를 대상으로 폐기능검사, 작업시 폐포가스분석 등을 시행하여 잠수시의 생리적 변화를 연구하였으나 해녀들의 잠수에 따른 신체증상 내지는 질병에 대한 언급은 없었다^{4~7)}.

감압병은 19세기 수중교각공사 종사자들이 수면밀의 잠함(caisson)에서 작업후 고관절, 슬관절 등에 지속적인 통증을 호소하여 발견되었는데, 이는 감압시 혈액 등의 인체조직에 과포화되어 있던 기체가 기포(bubble)를 형

성하여 생긴다고 생각된다. 이 기포로 인하여 혈액내 적혈구의 덩이형성(clumping) 및 연전형성(rouleaux formation), 소혈관내 혈구응집형성, 혈소판감소 등의 변화를 유발하고 삼투압의 변화와 평활근 활성화인자(smooth muscle activating factor) 등의 물질을 분비시켜 혈관이나 기관지를 수축시킴에 브라디키닌(bradykinin)의 효과를 증강시킨다³⁾. 감압병에서는 중추신경계병변에 의한 치명적 신경증상을 유발할 수도 있지만 주로 관절등 사지에 통증이 발생한다⁸⁾. 관절증상은 잠수후 수분에서 수시간에 절정을 이루고 수시간 지속되다가 소실되는 경과를 취하는데, 사지의 외양상 변화나 압통은 없고 중증도의 관절운동은 가능하며, 재가압(recompression) 치료로 동통 및 동반되는 조직손상의 정도를 경감할 수 있지만, 만성화의 경우 골괴사까지 생길 수 있다^{2,3)}.

호흡기증상은 기포의 생성과 일치하지는 않으나 폐혈관 색전증의 정도는 혈관작용물질(vasoactive substance)과 반사기능 등에 좌우되며, 주증상은 전흉부동통, 호흡곤란, 기침으로서 심호흡이나 휴먼시 증상이 악화된다. 감압병의 심한 형태인 질식(choke)이 발생하면 치명적일 수도 있는데 재가압치료로 수분내에 증상이 호전된다. 특히 폐식잠수에서는 잠수전에 과호흡을 하여 폐포내 이산화탄소압이 감소된 상태에서 해저에서 오래 동안 잠수하면서 산소압이 감소되는데 저산소증에 의한 의식소실이 전구증상없이 나타나 생명을 잃을 수도 있다. 그외의 감압병증세로는 피부 잠함병과 만성피로감등이 있다⁹⁾.

본 연구에서 대상해녀의 79.4%가 두통을 호소하였고 77.9%에서 이학적 검사상 관절의 외관상 변화가 없는 관절통을 호소하며, 대상해녀의 75.2%가 진통제를 복용하는데 83.7%는 잠수전에, 12.7%는 매일 사용한다고 하였고 진정제를 복용하는 예도 6.1%였다. 특히 진정제의 사용은 호흡중추의 역할을 감소시키므로 잠수전이나 잠수직후에는 반드시 금하여야 한다. 호흡기증상은 타증상에 비해 적은 19.7%에서 호소하였고 흉부 X-선검사상 이상소견은 전체의 4.1%였다.

흉부 X-선 이상자중 폐결핵 의심예가 2.5%로서, 1985년 전국결핵실태조사 결과에서¹⁰⁾ 흉부 X-선상 폐결핵 양성율은 전체 인구의 2.2%였으나 수산업종사자들이 4.9%로 2배 이상의 유병율을 보였고 전국 여성은 1.6%의 유병율을 보인 것과 비교하면 해녀들이 많은 제주도는 우

리나라에서 결핵의 유병율이 높은 지역이란것을 유의해야 한다. 본 연구에서는 폐흡충 등에 의한 감별은 시도되지 않았다. 상복부불쾌감 등의 소화불량 증상은 58.1%에서 호소하였는데 Goodman 등¹¹⁾은 잠수자의 40% 정도에서 발생하는 설사, 복통, 대변 경도의 변화등 소화기증상의 주 원인은 *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*의 기생충질환으로서 마른 잠수복, 얼굴전체를 덮는 수경의 착용 등으로 이런 증상을 예방할 수 있다고 한 바 있다. 잠수시에는 수심이 깊어짐에 따라 생기는 압력으로 중이내 기체의 압축이 생기는데 잠기 혹은 알레르기 등으로 이관(eustachian tube)에 염증이 있는 경우 중이의 표피내혈관에 출혈이 생기게 되는데 이런 증상 및 합병증을 무시하면 반복적 손상에 의해 난청으로 진행되는 경우가 많으며 본 조사에서도 28.5%에서 40 dB 이상의 난청을 보였다.

잠수병으로 생기는 여러증상들과 본 연구조사지표들간의 상관관계를 알아보는 것이 감압병의 예방과 대책수립에 도움이 되는 작업기준 설정에 필요하므로 증상별로 여러지표와의 관계를 살펴보았다.

두통은 월별잠수횟수와 가장 연관관계가 깊어 자주 잠수할수록 두통을 호소하고 이로 인해 작업능력이 감소하므로 두통의 빈도를 낮추기 위해서는 잠수후 휴식시간을 충분히 갖고 월별잠수횟수를 제한하는 것이 필요하겠

다. 관절증상은 연령증가에 따라 일반인에서도 빈도가 많아지므로 잠수종사기간의 차이만으로 관절증상의 유무를 설명할수는 없겠고 통증부위의 X-선 소견 등이 본 연구에서는 뒷받침되지 않았지만, 77.9%라는 고율의 관절통 빈도는 해녀들의 잠수작업이 이들의 신체에 얼마나 무리를 주는 지를 짐작케 한다.

호흡기증상에 따른 폐환기능의 차이는 발견할 수 없었는데 전체대상군에서의 폐환기능의 평균은 폐활량이 예측치의 72.2%, 1초시 폐활량이 예측치의 67.6%로서 정도의 제한성 변화를 보였다. 이는 홍 등이 20명의 30대 해녀군과 20명의 대조군의 비교연구에서 해녀군에서 폐활량의 평균이 예측치의 120% 이상으로서 대조군보다 크고 잔기량보다는 흡기폐활량의 증가에 주로 기인하여 잠수작업에 장기간 종사함에 따라 적응된 결과라고 보고한 바 있다¹²⁻¹⁴⁾. 본 조사에서 폐활량의 백분율이 72%로 감소되어 있는것은 검사기기의 지수선정에 의한 기대치 상승으로 실제보다 폐활량 백분율이 감소된 것과 해

너들의 집단검진시 요구되는 성실도를 만족시키지 못한 것에 원인이 있는 것으로 생각된다. 그러나 총폐용적/잔기량의 비가 높다는 것이 잠수에 유리하므로 폐환기능검사상 좋은 결과가 아닌 해녀들에서도 잠수가 가능할 것으로 사료된다. 이와같이 해녀들의 잠수시간은 폐활량과 큰 관련성이 없고 휴식시간을 늘려서 작은 폐활량을 보강한 것이다. 특히 잠수시간은 연령의 증가가 큰 변수로 나타나고 있어 신체조건뿐 아니라 연령을 제한하는 것이 잠수시의 사고나 증상발현을 줄이는데 중요하다^{15,16)}. 감압병뿐 아니라 잠수자체로 야기되는 생리적 변화 특히 겨울철에는 여름철에 비해 대사율이 35%까지 증가하므로¹⁾ 잠수시 열량관리와 일시적 신체증상인 상기도염 등이 잠수시 사고를 유발할 수 있다는 점을 교육하여 안전한 수중작업을 할 수 있도록 대처할 필요가 있다.

결 론

제주도에서 폐식잠수로 작업하는 1,438명의 해녀를 대상으로 집단검진을 시행하여 그들이 호소하는 증상과 잠수작업의 여러 요소들간의 관련성을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 해녀군의 평균 연령은 50.5세였고, 잠수에 종사한 기간은 평균 31.7년이었으며 평균잠수시작 연령은 18.8세였다.

2) 작업시간은 평균 1회잠수시간이 72.6초였고 월평균 작업일수는 12.5일이었으며 90% 이상에서 사철에 걸쳐 작업을 하고 있었다.

3) 폐환기능 검사에서 폐활량은 예측치의 72.2%였고 1초시 폐활량은 평균 1.51 L 였으며 흉부 X-선상 이상을 보인 예는 4%이고 전체 대상해녀의 2.5%에서 폐결핵을 보였다.

4) 해녀들의 주증상은 두통, 관절신경통, 흉통 및 호흡곤란과 소화기증상이었으며, 두통은 79.4%, 관절통은 77.9%, 호흡기증상은 19.7%, 소화기증상은 58.1%에서 호소하였다.

5) 두통, 관절증상을 호소한 군은 월잠수횟수가 많고, 1회 잠수시간이 길며 잠수후 휴식시간이 짧았다.

6) 호흡기증상을 호소한 군은 연령이 많고 잠수시간이 길었으며, 잠수시간은 연령이 많고 월잠수횟수가 많은 군에서 감소되어 있었다.

이상의 결과로 예상과는 달리 제주도지역 해녀들의 폐기능은 정상예측치에 미치지 못하는 정도의 제한성 및

폐쇄성 변화를 나타내고 있었으며, 폐기능검사상의 지표와 잠수능력 사이에는 뚜렷한 상관관계를 발견할 수 없었다.

REFERENCES

- 1) Irving L: Bradycardia in human divers. *J Appl Physiol* 18:489, 1963
- 2) Cockett ATK, Pauley SM, Zehl DN, Plmanis AA, Cockett WS: Pathophysiology of bends and decompression sickness. *Arch Surg* 114:296, 1979
- 3) Strauss RH: Diving Medicine. *Am Rev Resp Med* 119:1001, 1979
- 4) Hong SK, Rahr H, Kang DU, Song SH, Kang BS: Diving pattern, lung volumes, and alveolar gas of Korean diving woman. *J Appl Physiol* 18:457, 1963
- 5) Song SH, Kang DH, Kang BS, Hong SK: Lung volumes and ventilatory responses to high CO₂ and low O₂ in the men. *J Appl Physiol* 18:466, 1963
- 6) Kang BS, Song SH, Suh CS, Hong SK: Changes in body temperature and basal metabolic rate of the men. *J Appl Physiol* 18:483, 1963
- 7) Hong SK: Mechanisms of apneic bradycardia in man. *J Appl Physiol* 27:323, 1969
- 8) Lehman LB: Scuba and other sports diving-Nervous system complication. *Postgraduate Medicine* 80:68, 1986
- 9) Catron PW, Bertocini J, Layton RP, Bradley ME, Flynn ET: Respiratory mechanics in men following a deep air dive. *J Appl Physiol* 61:734, 1986
- 10) 보건사회부, 대한결핵협회 : 제 5 차 전국 결핵 실태 조사결과 1985
- 11) Goodman A, Schultz S, Bell E, Gumbs E, Friedman S: Gastrointestinal illness among scuba divers-New York City. *JAMA* 250:2907, 1983
- 12) Cray AB, Dvorak JM: Expiratory reserve volume and vital capacity of lungs during immersion in water. *J Appl Physiol* 38:5, 1975
- 13) Lanphier EH, Rahn H: Alveolar gas exchange during breath holding with air. *J Appl Physiol* 18:478, 1963
- 14) Cray AB, Harley AD Jr: Alveolar gas exchanges during breath holding dives. *J Appl Physiol* 24:182, 1968
- 15) McCallum RI, Petrie A: Optimum weight for commercial divers. *B J Ind Med* 41:275, 19684
- 16) Hayward JS, Hay C, Matthews BR, Overweel CH, Radford DD: Temperature effect on the human dive response in relation to cold water near drowning. *J Appl Physiol* 56:20, 1984