

海底作業場の 減壓病 發生에 對한 疫學的 考察

전남대학교 의과대학 예방의학교실

文 在 棟 · 陳 一 燮 · 金 良 玉

=Abstract=

An Epidemiological Study on the Decompression Sickness in an Underwater Work

Jai-Dong Moon, M.D., Ill-Sup Chin, M.D., Yang-Ok Kim, M.D.

Department of Preventive Medicine, Medical School, Chonnam National University

Forty one male workers employed in an underwater construction field were surveyed in the viewpoints of epidemiological analysis of decompression sickness (caisson's disease). Nineteen out of the entire forty one workers have been, or had been suffering from decompression sickness (as 46.3% of incidence rate) after decompression.

The results obtained were as follows:

1. There was a significant relation between duration of work and incidence of disease.
2. Type II (severe type) comprised majority of cases (16 cases, 84.2%) despite any significant correlations were not present between severity types and recompression times.
3. Most frequently cited symptoms were lower limb pain (89.5%), upper limb pain (79.0%), pruritus (68.4%) and so on, however, 10% of patients complained of neurological symptoms.
4. There were not any significant correlations between disease incidence and worker's age or relative body weight.

I. 서 론

감압병이란 주위압력의 감소로 인한 신체장해를 말하며,^{1,2)} 고압환경으로부터 정상기압으로 감압함으로써 발생하는 증상이나 소견을 Decompression Sickness라 하고 정상기압으로부터 저기압으로 갑작스런 이동에 의한 증상이나 소견을 Dysbarism이라고 구별해서 부르기도 한다.^{3,4)} 1878년 Paul Bert가 감압병의 원인이 혈액과 조직으로부터 기체의 유출에 의한 것이라는 Hoppe의 초기가설을 실험연구하였는데 급속감압후 동물조직내에 기포가 형성되고 이 기포가 과량 존재하면 동물을 마취 또는 사망시킬 수도 있다^{1,4)}고 하였다. 잠수부, 잠함내 작업자, 비행가, 해저터널 공사자, 고압 치료받은 자 등이 기압의 감소로 인한 장해 즉, 감압

병 발생의 위험을 가지고 있는데^{4,5)} 최근 우리나라에서도 해저작업과 해저터널공사 및 교량건설 등 고압환경에서의 작업기회가 늘어나고 있어서 이로 인한 감압병의 발생 역시 많으리라 생각되나 아직 이에 대한 사회적 관심도가 낮은 상태에서 감압병에 대한 관리체계가 허술하고 일부 군사적 목적의 연구소를 제외하고는 이 분야에 대한 연구가 미진하여 우리나라에서의 감압병 발생의 경향이나 양상에 관한 참고문헌이 많지 않은 실정이다. 이에 저자는 일부 잠함내 작업자들에게서 감압병과 유사한 증상들에 접할 기회가 있었으므로 이를 분석해 봄으로써 고압환경 작업자들의 건강관리 및 감압병 예방에 도움이 되고자 본 연구를 시작하였다.

II. 조사대상 및 방법

1. 대상

본 조사의 대상은 대형 교량공사의 교각건설을 위하여 설치된 잠합내의 작업자들로서 조사대상 예정인원 즉 잠합내 총 작업자는 116명 이었으나 이들 중 조사할 수 있는 41명만 대상으로 하였다. 작업장은 수면으로부터 약 34m 아래지점에 위치하고 있었으며 잠합내에서의 실작업시간은 약 6시간 정도였다. 작업은 굴착, 운반, 콘크리트작업이 대부분이었다.

2. 방법

산업장 근로자들에게 실시되는 정기건강진단의 기회를 이용하였는데 감압병 진단용으로 미리 만들어진 설문지와 의사의 면담을 통하여 개인별 검사표를 작성한 후 결과분석을 하였다.

III. 성 적

1. 조사 대상자들의 일반적 특성

조사대상 근로자들의 각 직업별 인원수와 신체적 조건은 표 1과 같다. 직업별로는 굴진작업자가 19명, 채토작업자가 17명, 관리자가 5명 이었다. 근로자들의 평균연령은 30.4세이며 평균신장 및 체중은 168.6cm와 65.2kg이었다. 근무 평균기간은 5.4개월이며 채토작업자에서 3.6개월로 가장 짧았다.

2. 작업의 종류에 따른 감압병증상의 발생빈도

총 작업자 41명 중 19명 즉 46.3%가 한번이라도 감압병증상을 경험한 적이 있거나 현재 앓고 있는 것으로 나타났으며 굴진작업자들에게서 19명중 11명으로 57.9%의 가장 높은 발생율을 보였고 관리자에서 40.0%, 채토작업자에서는 35.3%로 가장 낮았다(표 2).

3. 작업 종사기간에 따른 감압병증상 발생빈도

작업 종사기간이 3개월 이내의 작업자에서 18.2%의 발생율로 가장 낮았고 7~9개월 사이의 작업자에서 70.7%로 가장 높았다. 4개월 이상 작업한 사람에서는 50.0%이상으로 나타나 과반수에서 감압병증상으로 고생하고 있음을 알 수 있다(표 3).

4. 감압병증상의 발현시기

감압 직후부터 30분 이내에 증상이 나타난 경우가 21.1%, 30분부터 1시간 이내가 31.6%, 1시간부터 3시간 이내가 42.1%, 3시간 이상에서 5.2%로서 전체 증상의 52.7%가 감압후 1시간 이내에, 94.8%가 3시간 이내에 나타남을 알 수 있다(표 4).

5. 감압병증상의 분류

나타난 감압병을 ILO기준⁵⁾에 의하여 그 증상과 정도에 따라 분류하여 보면 Type I이 3명(15.8%), Type II가 16명(84.2%)으로 Type II 즉 중증인 경우가 더 많음을 알 수 있다(표 5).

6. 가압치료 횟수와 감압병 Type과의 관계

감압병증상 환자들의 재가압치료 횟수는 최소 한번에서 최고 20회 까지 평균 3.2회 재가압을 받은 것으로

Table 1. Physical Characteristics and Duration of Work of Subjects

	No.	Age(yr)	Height(cm)	Weight(kg)	Duration(ms)
Digging	19	30.74±7.19*	169.32±5.44	65.53±6.04	6.55±3.73
Excavating	17	29.94±6.80	167.88±6.17	64.24±4.69	3.64±2.69
Managing	5	32.80±1.92	168.21±5.93	67.25±3.90	6.80±3.03
Total	41	30.37 6.30	168.59 5.82	65.20 5.25	5.38 3.50

* Data are represented as mean±standard deviation

Table 2. Incidence of Decompression Sickness by Job

	No.	No. of Pt.*	Incidence(%)
Digging	19	11	57.9
Excavating	17	6	35.3
Managing	5	2	40.0
Total	41	19	46.3

* Patient

Table 3. Decompression Sickness by Duration of Work

Duration(ms)	No.	No. of Pt.*	Incidence(%)
0~3	11	2	18.2
4~6	16	8	50.0
7~9	10	7	70.0
10 & over	4	2	50.0
Total	41	19	46.3

* Patient

Table 4. Time of Symptom Onset after Decompression

Time(hr)	No.	%	Cumulative Frequency(%)
less than 0.5	4	21.1	21.1
0.5~0.9	6	31.6	52.7
1.0~2.9	8	42.1	94.8
3.0 & over	1	5.2	100.0
Total	19	100.0	

Table 5. Decompression Sickness by Type

Type	No.	%
Type I	3	15.8
Type II	16	84.2
Total	19	100.0

Table 6. Type of Decompression Sickness by Recompression Time

Rec. Times	Type I	Type II	Total
1	1	7	8
2	1	3	4
3	0	3	3
4 & more	1	3	4
Total	3	16	19

Table 7. Frequency of Symptoms

Symptom	No.	%
Upper limb pain	15	79.0
Lower limb pain	17	89.5
Itching	13	68.4
Tinnitus	7	36.8
Chokes	12	63.2
Vertigo	2	10.5
Paralysis or Weakness of limbs	2	10.5
Headache	3	15.8
Others	4	21.1
Total	75	

로 나타났다. Type I에서는 평균 2.7회, Type II에서는 3.3회로 나타나 Type II에서 재가압 횟수가 더 많았으나 Type간에 유의한 차는 없었다(표 6).

7. 갑압병의 증상별 빈도

표 7은 갑압병증상의 빈도를 표시한 것으로서 하지 통증이 19명 중 17명으로 89.5%에서 나타났으며 상지 통증은 19명 중 15명으로 79.0%, 피부소양증이 68.4%에서, Chokes가 전체의 63.2%에서 나타났다. 또한 신경계 증상인 이명이 36.8%, 두통이 15.8%, 현기가 10.5%, 사지마비가 10.5%에서 나타나 환자의 10% 이상에서 신경계 증상을 호소하였다. 전체적인 증상호소 건수가 75로 1인당 3.9건의 증상을 호소하고 있다.

8. 연령에 따른 갑압병의 발생빈도

표 8에서 보는 바와 같이 24세 이하군에서의 발생율은 40.0%, 25~34세군에서 43.5%, 35~44세군에서 50.0%로 연령이 증가함에 따라 갑압병의 발생율도 증가하는 경향이 있으며 35세 미만군에서는 43%, 35세 이상군에서는 43%의 발생율을 보여서 통계학적으로 두 군간에 유의한 차는 없으나 35세 이상군에서 더 높은 발생율을 나타낸다.

9. 비체중과 갑압병 발생과의 관계

비체중(W/L ratio)은 신장을 cm로, 체중을 kg으로 측정하고 桂氏법^{6,7)}에 의하여 (신장-100)×0.9를 표준체중으로 하는 비체중을 구하여 백분율로 표시하였는데 계산식은 다음과 같다.

$$\frac{\text{체중} \times 100}{(\text{신장} - 100) \times 0.9} = \text{비체중(W/L ratio)}$$

Table 8. Decompression Sickness by Age of Workers

Age(yr)	No.	No. of Pt.*	%
~24	5	2	40.0
25~34	23	10	43.5
35~44	12	6	50.0
45~	1	1	100.0
Total	41	19	46.3

* Patient

Table 9. Relation between DCS* and W/L ratio**

W/L ratio	No.	Patient	(%)
~99	6	3	50.0
100~114	31	14	45.2
115~	4	2	50.0
Total	41	19	46.4

* Decompression Sickness

** $\frac{\text{Weight(kg)} \times 100}{(\text{Height(cm)} - 100) \times 100}$

표준체중 보다 15~30% 초과시를 체중과다, 30% 초과시를 비만중이라⁶⁾ 할 때 전체 작업자 중 비만중에 속하는 사람은 없었으며 체중과다인 경우만 4명 있었고 각 체중군 사이의 감압병 발생율은 유의한 차가 없었다(표 9).

IV. 고 안

급성 감압병은 예방에 주의할 기율이더라도 감압후 약 1~2%에서 발생한다^{1,5)}고 하며 심해 잠수의 경우 약 5%에서, 고압환경하의 터널공사시 1~4%에서 그리고 고도 38,500 feet로 급격히 상승하였을 경우에는 약 50%에서 감압병 증상을 보인다⁴⁾고 한다. Thomas⁸⁾의 연구에서는 터널공사장에서 감압 후 0.7%의 감압병 발생율을 나타냈으며 일본의 조개잡이 잠수부에서는 약 50%에서 만성 감압병에 이환된 것으로 보고⁴⁾된 바 있다. 이와 같이 감압병의 발생 정도와 양상은 다양한데 본 연구에서도 잠함내 작업자 41명 중 19명으로 46.3%가 한번 이상 감압병 증상을 경험한 것으로 나타났고 증상완화를 위한 재가압치료도 최소 1회 부터 20회까지 1인 평균 3.2회 받은 것으로 나타나 우리나라에서도 감압병으로 인한 고압환경 작업자들의 건강위험이 심각한 문제임을 알 수 있다. 작업 중시간에 따른 감압병 발생양상은 3개월 이내에서 18.2%, 7~9개월에서 70.7%로 중시간이 길수록 발생률도 높은 경향인데 Walder^{3,4)}은 근로자가 고압환경하에서의 정기적인 작업기간이 길어질수록 감압병에 둔감해 진다고 하였지만 본 연구에서는 발생율의 분모가 감압횟수가 아닌 위험에 폭로된 근로자이기 때문에 중시간이 길수록 개인별 감압횟수는 많아져서 발생율이 높아진 것으로 본다. 감압병의 발현시기를 보면 감압 후 1시간내에 52.7%, 3시간내에 94.8%가 나타나 미(美)해군 기록^{1,6)}인 85%, 95%에 비해 3시간치는 비슷하나 1시간치는 낮은 양상인데 이는 과거 발생했던 증상들에 대한 근로자들의 시간개념의 차이에 의한 것으로 생각된다.

각 증상의 발생양상은 하지통증이 89.5%, 상지통증이 79.0%로 사지통증이 많으며 이는 美해군 기록^{1,6)}에 의한 Bends 발생율 87%와 비슷하나 松藤¹⁰⁾에 의한 관문(關門) 철도 터널공사장에서의 Bends 발생율 92.8% 보다 낮은 편인데 본 조사에서 하지통증이 상지통증보다 많은 것은 잠함내 작업때나 포화잠수때는 하지통증이 더 많다⁹⁾는 기록과 일치한다. 신경계 증상들은 약 10%로 松藤¹⁰⁾에 의한 7.2% 보다 다소 높은 편이며 Type별로 분류했을 때 Type II가 84.2%로 다

른 연구보고^{1,4)}의 10%~25%보다 높게 나타나 있으나 이러한 각 증상별 빈도는 한 사람에게서 여러번 감압병이 발생했을 것으로 생각되기 때문에 다른 연구보고에 의한 증상의 상대적 빈도와는 비교할 수 있는 성질의 것이 아니라고 본다. 연령에 따른 발생율에서는 연령이 증가함에 따라 40.0%, 43.5%, 50.0%로 증가의 경향을 보여서 연령이 증가할수록 감압병의 감수성이 높아진다^{1,4,5)}는 보고와 일치하고 있다. 본 연구에서는 비체중에 따른 발생율의 변화는 보이지 않고 있어서 비체중의 증가에 따라 감압병에 감수성이 높아진다^{1,4,5)}는 일반적인 학설에 어긋나는데 이는 조사대상자 가운데 비만중 등의 과다체중자가 소수였기 때문인 것으로 생각된다.

이상의 성적분석을 통하여 조사대상자의 절반에 가까운 수가 감압병을 경험했거나 하고 있으며 증상도 중한 경향을 보이고 있음을 알 수 있는데 이와 관련지어 본 연구과정에서 나타난 문제점들을 보면 잠함 Shaft 内の 계단은 50여 미터(m)의 수직계단으로 되어 있어서 추락사고의 위험이 컸으며 소음도 115dB(A)로 난청유발의 가능성을 가지고 있었다. 대상집단의 연령구조에서 35세까지를 초보 고압환경 작업자의 적정연령으로⁵⁾ 볼 때 35세 이상인 근로자가 13명 이었고 비체중에 있어서도 과다 체중자가 4명으로 나타나 체중 당시 신체적 적합성과 만성병 유무 등을 포함한 의학적 검사에 의한 근로자 선별이 이뤄지지 않았음을 알 수 있으며 채용당시의 근로자들의 건강진단 기록 등은 역시 찾을 수 없었다. 정기건강진단의 기회를 통하여 실시되었던 본 연구에서 잠함내 작업자는 116명이었으나 고용주측의 근로자 건강에 대한 무관심과 비협조로 41명만 연구대상에 포함시키게 되었는데 여기서 현재 시행되고 있는 정기건강진단이 철저히 이행되지 못하고 있음을 알 수 있다. 감압병 발생의 직접적인 원인이라고 할 수 있는 감압과정에 있어서는 사용되는 감압 Table과 담당자의 지식정도가 환자발생에 많은 영향을 미치는데 그것은 Table자체가 잘못되어 있거나 Table에 대한 해석의 잘못으로 인하여 감압을 그르칠 수 있기 때문이다. 현재 세계적으로 미(美)해군의 감압 규정¹⁾이 널리 사용되고 있지만 각나라마다 또는 상황에 따라 차이가 있는데 본 연구에서는 사용되고 있는 감압 Table의 종류도 알 수 없었으며 그 사용법에 관한 담당자의 지식정도 또한 의심스러운 상태여서 감압병 발생에 커다란 문제점으로 생각되었다. 그리고 본 연구의 대상이 되었던 곳은 전문의료요원이 없어서 응급으로 발생한 환자처리 및 만성 감압병의 추적이 불가능한 상태였고 환자들의 감압병 병력에 관한 기록이

작성되어 있지 않아 연구를 목적으로 한 자료수집이 용이하지 못했다. 향후 우리나라도 각종 고압환경하에서의 작업이 증가될 것임을 감안할 때 감압병의 효율적인 관리를 위해서는 고압작업에 적합한 근로자의 선별, 고용기간 중 정기적인 의학적검사, 적절한 안전교육 및 감독, 작업시의 압력과 폭로시간을 고려한 감압과정 등의 적극적인 감압병 예방대책 시행과 환자에 대한 신속하고 적절한 치료를 행할수 있는 시설 및 인력의 확보와 활용 그리고 이 분야에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 보며 이를 위해서는 미국의 BART 계획^{1,4)}과 같은 보건관리체계의 확립과 함께 제도적인 보강이 있어야 할 것이다.

V. 결 론

잠함내 작업에 종사하는 남자 근로자 41명을 대상으로 감압병 발생에 대한 역학적 조사를 실시하여 분석한 결과는 다음과 같다. .

1. 대상 근로자들의 평균연령은 30.4세이고 근무기간은 평균 5.4개월이었다.
2. 근로자 중의 감압병 발생빈도는 전체적으로 41명 중 19명으로 46.3%였으며 각 작업별로는 굴진작업자에서 57.9%로 가장 높았고 관리자가 40.0%, 채토작업자가 35.3%였다.
3. 작업기간에 따른 감압병 발생은 7~9개월의 작업자에서 70.7%로 가장 높았고 3개월 이내 작업자에서는 18.2%로 가장 낮아 작업시간이 길수록 감압병 발생빈도도 증가하였다.
4. 감압병 증상의 발현시기는 환자의 52.7%에서 감압후 1시간 이내였고 94.8%에서 3시간 이내였다.
5. Type I 이 15.8%, Type II 가 84.2%로 중증인 경우가 더 많았다.
6. 감압병 경험자들의 재가압 치료횟수는 평균 3.2회였으며 Type에 따른 유의한 차이는 없었다.
7. 증상은 환자의 89.5%가 하지 통증을 호소해 가장 많았고 79.0%에서 상지통증을, 68.4%에서 피부소

양증을 호소하였으며 신경계증상도 10%에서 호소하였다.

8. 연령이 증가함에 따라 감압병의 발생율도 증가하는 경향을 보였다.

9. 비체중의 변화에 따른 감압병 발생율의 차이는 없었다.

참 고 문 헌

1. Charles W. Schilling et al: *The Underwater Handbook*. Plenum Press, New York, 1976.
2. Robert Berkow et al: *The Merck Manual, 13th ed. Merck Sharp & Donme Research Laboratories, Rahway, N.J., 1977.*
3. Last, J.M.: *Maxcy-Rosenau Public Health and Preventive Medicine, 11th ed. Appleton Century Crofts, New York, 1980.*
4. Clayton, G.D. & Clayton, F.E.: *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 3rd revised ed. Vol. 1; General Principles. Wiley-Interscience, New York, 1978.*
5. ILO: *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, 3rd revised ed. Vol. 1. ILO, Geneva, 1983.*
6. 정규철 : 지역사회 보건학. 수문사, 서울, 1977.
7. 박순영 : 한국 성인남자의 정상적응 체중치에 관한 연구. 예방의학회지, 10:69, 1977.
8. Thomas, K. NG.: *Prevention of Decompression Sickness among Compressed Air Construction Workers. Proceedings of Ninth Asian Conference on Occupational Health, 1979.*
9. 해양 의학 연구원 : 82~84혼합기체 실험잠수. 해양의학 연구원, 진해, 1982.
10. 이성관(편저) : 예방의학과 공중보건. 계축문화사, 서울, 1982.