예방의학회지 : 제31권 제1호
Korean J. of Preventive Medicine
Vol. 31, No. 1, March. 1998

수산물채취 잠수부의 작업특성과 잠수관련질환의 양상

사 공 준

영남대학교 의과대학 예방의학교실

= Abstract =

Diving patterns and diving related disease of diving fishermen in Korea

Joon Sakong

Department of Preventive Medicine and Public health, College of Medicine, Yeungnam University

Diving related disease including decompression sickness is an important occupational health problem and diving fishermen remain a fairly hazardous occupation in Korea. To prevent diving related disease, we investigate diving patterns, incidence of diving related diseases, and contributing factors of 433 diving fishermen of three coast interviewing and mailing questionnaire in 1996.

Mean age of divers was 39.7 years, ranged from 24 to 58 years, 92.8% of these were male, and 58.4% of divers were high school graduates. Mean duration of work as a diver was 12.9 years, ranged from 2 to 40 years. It was found that 70.4% of divers were using hookah system, 22.2% of helmet, and only 2.5% SCUBA. About half of them have learned diving skills from other divers. The peak season of diving was from April to June and mean working days were 20.3 days per month during the peak season.

On the average, the divers dived 5-6 times, ranged from 1 to 10 times a day with 51.1 minutes of diving time, ranged from 20 to 120 minutes, at 30 m or 40 m in depth, and 35.5 minute of interval on surface. Most divers ascended slowly making decompression stop, yet the decompression profile used was not based on any scientific knowledge except for their own experiences. It appeared that each diving system had slightly different diving patterns.

There were 282(65.0%) divers that suffered from DCS in 1995 and 31.2% of divers were given recompression therapy at a medical facility since they worked as diving fishermen. Skin and musculoskeletal complaints were common symptoms of DCS and

이 논문은 1996학년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것임

39% of divers experienced a voiding difficulty. In univariate analysis, females have an increased frequency of DCS(93% vs 66% for males). Old age, long duration of work, helmet diving, diving time, diving depth, repetitive diving, and blow up were all contributing factors to DCS. It was found that most diving patterns exceed no decompression limit and did not use the standard decompression table. This suggests that most of divers are at high risk of developing diving related disease with prolonged dives and lengthy repetitive diving in deep depth.

Considering the diving patterns and economic aspect of professional diving, the incidence of DCS among diving fishermen in Korea will not decrease in the near future. These findings suggest that periodical health surveillance for divers, and education of health and safety are important for reducing the risk of diving related disease in the population of diving fishermen.

Key words : diver, decompression sickness

Ⅰ. 서 론

원시인류시대부터 인간은 수중에서 식량을 조달하기 시작하였으며 기원전 4,500년부터 조개 등의 식량과 진주 등을 수집하기 위한 직업적 잠수부가 출현하였다고 역사는 기록하고 있다. 그후 동물가죽 주머니로부터 잠수종(diving bell)을 거쳐 19세기초 수면공급방식(surface supplied diving system)에 의한 헬멧(helmet)을 이용한 잠수로 발전하면서 잠수부들은 보다 깊은 곳에서 넓은 활동범위의 수중활동을 할 수 있게 되었다. 우리 나라는 매우 복잡한 해안선과 넓은 대륙붕을 가지면서 어패류를 포함한 다양한 종류의 해산물이 풍부하여 일찍이 제주도를 비롯한 여러 해안에서 해녀들의 지식잠수(breath-hold diving)에 의한 수산물 채취가 있어왔고, 일제시대부터 서해안에서 키조개를 채취하기 위한 잠수활동이 있어왔으며, 근래에는 수산물의 국내수요와 수출을 위해 많은 잠수부들이 잠수기술을 생계수단으로 하여 전국의 연안에서 잠수활동을 하고 있다.

의학적인 측면에서 잠수부가 폭로되는 위험요인은 작업수심과 작업시간, 호흡기체의 종류, 호흡기체공급방식 및 감압(decompression)의 필요성 및 감압장소에 따라 달라진다. 우리 나라 연안에서 수산물을 채취하는 어업잠수부들의 대부분은 해면에서 공급되는 압축공기를 호흡하는 단시간의 환경압잠수를 하고 있으며, 대부분의 잠수작업은 상승시 감압을 필요로 하는 감압잠수로 분류된다. 따라서 우리 나라 수산물채취 잠수부들은 압력의 변화에 의한 압력손상(barotrauma)과 호흡가스로 인한 장애 등 다양한 잠수관련 질환에 이환될 수 있다. 압력의 변화로 인한 손상에는 중이, 부비동 등의 인체내 공기를 함유하는 기관의 압착(squeeze), 고압가스의 호흡으로 인한 폐과팽창증후군(pulmonary overinflation syndrome)과 동맥혈 공기전색증(arterial gas embolism) 등이 포함되며, 고압가스의 호흡으로 인한 손상에는 용해되었던 가스가 조직 혹은 혈액으로 유리되어 발생하는 감압병(decompression sickness), 질소마취(nitrogen narcosis), 산소중독(oxygen toxicity) 등이 포함된다. 그 밖에 잠수작업을 중단한 후에도 발생할 수 있는 이압성 골괴사(hyperbaric osteonecrosis), 저체온 및 수중생물에 의한 외상을 비롯한 각종 예기치 못한 사고를 경험할 수 있다.

따라서 이들 잠수부들은 우리 나라의 어떤 근로자 집단보다 직업으로 인한 질병과 사망의 위험이 높은 집단이다. 이는 감압병치료시설을 갖춘 민간의료기관에서 1986말부터 2년간 489명(조수헌 등, 1989), 민간

인의 이용이 쉽지 않은 군의료기관에서 10년간 163명의 감압병환자를 진료한 기록(황규윤과 김해준, 1994)으로도 알 수 있으며, 실제 잠수활동이 많이 이루어지고 있는 서해안과 남해안의 해안 마을에서는 잠수사고로 인해 잠수부가 사망한 경우나 잠수관련질환과 그 후유증으로 보행장애를 가지는 등 정상적인 생활을 하지 못하는 사례들을 어렵지 않게 접할 수 있다.

그 동안 잠수부들에 대한 의학적 관심이 전혀 없었던 것은 아니다. 김해준(1979)의 '중증감압병 증례보고를 중심으로 한 감압병 예방과 치료'를 시작으로 유명철 등(1982)의 '한국잠수부의 잠수병골변화에 대한 역학적 고찰', 서동식 등(1985)의 '우리 나라 민간인 잠수사의 감압병에 관한 조사 연구', 조수헌 등(1989)의 '수산물채취 잠수부에서 발생한 중증 감압병 37예 분석'. 조수헌(1990)의 '어업잠수부의 중증 감압병 발생 및 치료후 경과에 관한 연구' 및 황규윤과 김해준(1994)의 '감압병 환자 163예 분석연구' 등의 연구가 있어왔다. 그러나 잠수관련질환에 관한 연구들은 양적으로도 매우 적을 뿐아니라, 잠수부는 산업장의 근로자들과는 달리 개인자격으로 전국 연안에 산재하여 활동하므로 민간 혹은 군의료기관에 내원한 감압병환자들을 대상으로한 연구가 다수를 차지하는 질적인 제한점을 가진다.

본 연구는 전국 각 해안에서 수산물채취 잠수부들을 대상으로 지역별 잠수부의 특성 및 그들의 직업적 특성을 관찰하고, 흔히 발생하는 잠수관련질환의 발생양상을 조사하여 잠수관련질환의 예방과 치료를 위한 기초자료로 활용하기 위하여 수행되었다.

Ⅱ. 대상 및 방법

1. 조사대상

전국 해안에서 수산물채취를 목적으로 잠수작업을 하고 있는 잠수부 433명을 1996년 1월과 2월까지 2개월 동안 조사하였다. 서해안, 남해안 및 동해안의 지역별 잠수부의 분포는 표 1과 같다. 서해안의 대천과 부안 및 목포지역 130명, 남해안의 여수, 남해, 사천, 통영, 거제 및 마산·진해지역의 220명, 동해안의 속초지역의 29명, 그 밖에 서울·경기지역에 거주하면서 해산물채취의 성수기에 주로 서해안에서 활동하는 잠수부 54명을 조사하였다.

2. 조사방법

남해안과 동해안의 경우 잠수기수산업협동조합을 통하여 각 지역별 조합원대표를 면담하여 조합원, 즉 잠수기선 선주들이 고용하고 있는 잠수부들을 조사하였으며, 서해안은 키조개선주협의회를 통하여 고용하고 있는 잠수부의 수를 조사하였다. 특정 지역의 경우 잠수부 친목회를 이용하여 조사하였다.

저자와 면담이 가능했던 잠수부는 30여명이었으며 그 외의 잠수부들은 선주들에게 자기기입식 조사지를 우편으로 발송하여 자신이 고용하고 있는 잠수부는 물론 접촉이 가능한 주변의 잠수부들에게 조사지를 배포하고, 잠수부로 하여금 본인이 직접 작성케하여 우편으로 반송하도록 하였다.

선주들이 접촉할 수 있는 잠수부의 수를 정확히 예측할 수가 없었으므로 조사지는 여유 있게 우송하였으며 부족한 경우 복사하여 사용하도록 사전에 협의하였으므로 조사의 응답률을 구할 수는 없으나 조사지를 반송 받은 후 전화로 지역의 대표들에게 각 지역별 응답률을 조사한 결과 접촉한 대부분의 잠수부들로부터 조사지를 회수하였다는 응답을 받았다.

3. 조사내용

자기기입식 설문지는 인구학적 특성, 직업력, 잠수작업(diving patterns), 감압병 및 잠수관련질환의 증상경험에 관한 변수들로 구성하였다. 인구학적 변수로 연령, 성별, 결혼상태 및 학력을 조사하고, 직업 관련 변수로서 현재의 취업상태, 잠수기술의 습득경로, 잠수부경력을 조사하고, 잠수작업 관련변수로서 성수기와 비수기의 한달 평균 작업일수, 작업수심, 작업이 가

표 1. 조사대상 잠수부의 지역적 분포

해안	지역	잠수부의 수(%)	해안별 합계(%)
서해안	대천	30 (6.9)	130 (30.0)
	부안 · 목포	100 (23.1)	
남해안	여수	70 (16.2)	220 (50.8)
	남해	20 (4.6)	
	사천[a]	16 (3.7)	
	통영	37 (8.5)	
	거제	36 (8.3)	
	마산 · 진해	41 (9.5)	
동해안	속초	29 (6.7)	29 (6.7)
기타	서울,경기도[b]	54 (12.5)	54 (12.5)
합계		433 (100.0)	433 (100.0)

[a] 사천시로 통합되기 전의 삼천포지역.
[b] 다른 직종에 종사하면서 성수기에 잠수작업에 참여하는 잠수부들로 추정됨.

장 많은 시기, 사용하는 잠수방식, 하루에 수행하는 잠수작업 횟수, 1회 잠수에서의 잠수작업시간, 잠수작업간의 휴식시간, 상승시 수중체류의 유무 및 수중체류를 생략한 급상승 경험유무를 조사하였다. 1995년 한해 동안 감압병 이환 유무와 빈도를 조사하고 잠수부생활을 시작한 이후 현재까지 재압치료(recompression therapy)를 받은 경험유무와 빈도를 조사하였다.

잠수작업과 관련하여 잠수부들이 평소에 경험하는 증상과 징후로서 '피부가 가렵다', '피부색이 변했다', '팔 · 다리가 아프고 저리다', '팔 · 다리가 힘이 없다', '팔 · 다리의 감각이 이상하다', '잘 안 들릴 때가 있다', '숨이 차다', '가래에 피가 섞여 나온다', '귀가 아프다', '코피가 난다', '소변을 누기가 어렵다'라는 문항을 제시하고 '자주 그렇다', '가끔 그렇다', '경험한 적이 없다'라는 척도를 이용하여 빈도를 조사하였다. 잠수작업과 관련하여 발생할 수 있는 증상과 징후로서 전신무력감, 극심한 피로, 의식의 손실에 관하여는 질문과 응답이 매우 모호할 것으로 예상되어 조사하지 않았다.

4. 조사에 사용된 변수의 성격

주된 작업시기 : 1-3월, 4-6월, 7-9월, 10-12월 중 한 시기를 선택한다.

작업수심 : 본인이 평상시 주로 작업하는 수심으로 10m이하, 20m, 30m, 40m, 50m이상 중 하나를 선택한다.

잠수작업시간 : 본인이 평상시 주로 작업하는 시간으로 잠수를 시작 후 상승시까지의 시간이며 엄격한 의미의 해저체류시간(bottom time)은 아니다. 20분 이하, 30분, 40분, 50분, 60분, 70분, 80분, 90분, 100분 중 하나를 선택하고 제시된 보기에 해당시간이 없는 경우 시간을 기술한다.

잠수작업횟수 : 평상시 작업에서 하루 동안에 잠수작업을 하는 횟수로서 1-2회, 3-4회, 5-6회, 7-8회, 9-10회 중 하나를 선택한다.

작업사이의 휴식시간 : 잠수작업과 작업사이에 선상에 체류하는 평균시간으로 10분, 20분, 30분, 40분, 50분, 60분, 70분 이상 중 하나를 선택한다.

상승시 수중체류 : 수중감압규정의 준수여부에 관계없이 감압병의 예방을 위해 상승시 수중체류의 수행여부.

급상승 경험 : 작업중 특별한 상황이 발생하여 상승시 수중체류를 하지 않고 상승한 경험의 유무.

감압병의 이환 : 감압병의 이환은 잠수부들의 사이에서 '밴드를 먹었다' 혹은 '시배리에 걸렸다' 등의 은어형태로 통용되고 있으며 감압병의 증상에 관하여 비록 의학적으로 정확한 지식은 아니나 자신과 동료들의 경험에 의해 비교적 잘 인지하고 있다고 가정하여 감압병의 이환 여부를 잠수부 스스로 판단하여 기입하도록 하였다.

재압치료(recompression therapy) : 수중재압이 아닌 재압치료시설이 갖추어진 기관에서의 재압치료.

수중재압(underwater recompression) : 재압치료시설의 이용이 여의치 않은 경우 재압치료를 목적으로 하는 잠수.

Ⅲ. 연구결과

잠수부들의 인구학적 특성은 표 2와 같다. 남자가

표 2. 잠수부들의 인구학적 특성

특성	구분	잠수부의 수(총 433명)	%
성별[a]	남자	402	92.8
	여자	31	7.2
연령(세)[b]	-29	19	4.4
	30-34	52	12.0
	35-39	128	29.5
	40-44	159	36.7
	45-49	60	13.9
	50-	15	3.5
학력수준	초등졸	27	6.2
	중등졸	133	30.7
	고등졸	253	58.4
	전문대졸이상	6	1.4
	무응답	14	3.3
결혼상태	기혼	403	93.1
	미혼	22	5.1
	무응답	8	1.8

[a] 여자 잠수부 31명 중 21명이 통영지역에서 활동.
[b] 평균연령 : 39.7세(최저: 24세, 최고 58세).

92.8%로 대부분을 차지하였고 여자 잠수부는 31명이었으며 그 중 21명이 통영지역에서 활동을 하고 있었으며 10명이 그 밖의 지역에 분포하였다. 연령은 24세에서 58세 사이에 분포하였으며 평균연령은 39.7세였고 35세에서 44세의 연령군이 전체 잠수부의 66.3%를 차지하였다. 29세 이하의 비교적 젊은 연령의 잠수부는 4.4%로 매우 적었다. 58.4%의 잠수부가 고등학교졸업의 학력을 가졌으며 93.1%의 잠수부가 기혼이었다.

잠수부로서의 경력은 2년에서 40년 사이에 분포하며 평균경력기간은 12.9년이었다. 잠수방식은 후카(hookah)를 이용하는 잠수부가 70.4%로 가장 많았으며, 헬멧(속칭 머구리)을 이용한 잠수부가 22.2%, 스쿠버(SCUBA)를 이용하는 잠수부가 2.5%였다. 후카와 헬멧을 병행하여 사용하는 잠수부가 5명, 후카와 스쿠버를 병행하는 잠수부가 16명이었다. 헬멧을 이용하는 잠수부들은 마산·진해, 거제, 사천 등 경남지역에서 활동하였으며, 스쿠버를 이용하는 잠수부 11명은 모두 서해안에서 활동하였다.

선주와 잠수부의 고용상태는 정규고용이 34.7%, 임시고용이 54.0%였다. 잠수기술의 습득경로는 선배잠수부로부터 보조수로 일하면서 잠수기술을 익힌 경우가 48.5%로 가장 많았으며 군대 37.6%, 잠수교육기관이 12.3%였다. 주된 작업시기는 4-6월이 56.0%로 가장 많았고 여름인 7-9월이 6.4%로 가장 적었다. 성수기의 경우 한달 평균 20.3일을 작업하였으며 비수기의 경우 한달 평균 12.5일을 작업하였다.

주로 작업을 하는 수심은 41.1%가 30 m, 33.3%가 40 m였으며, 일회잠수작업에서의 평균작업시간은 51분 이였으며 2시간이라고 응답한 잠수부도 15명 있었다. 하루의 잠수작업횟수는 5-6회가 195명(45.0%)으로 가장 많았으며 9회 이상이라고 응답한 잠수부도 18명(4.2%) 있었다. 하루에 1회 이상 잠수를 하는 경우 잠수작업사이의 휴식시간은 평균 35.5분이었다. 362명(83.6%)이 상승시 수중체류를 반드시 한다고 응답한 반면, 17명(3.9%)의 잠수부는 하지 않는다고 응답하였다. 348명(80.4%)의 잠수부가 작업중 급상승의 경험이 있는 것으로 나타났다(표 3-1, 표 3-2).

후카잠수부경우 83.0%가 주로 작업하는 수심은 30 m와 40 m라고 응답한데 비해 헬멧잠수부는 75%가 20 m이하와 30 m에서 작업을 한다고 응답하였으며, 스쿠버를 이용하는 잠수부 11명중 10명이 20 m이하에서 작업한다고 응답하였다. 후카잠수부의 73.4%가 50분 이하의 작업시간을 가졌으나 헬멧잠수부의 90.3%가 50분 이상의 작업시간을 가지는 것으로 나타났으며 스쿠버잠수부는 대부분 60분의 작업시간을 가지는 것으로 나타났다. 후카잠수부의 86.5%가 하루에 3-6회, 헬멧잠수부의 80%가 5-8회의 잠수작업를 하였으며, 스쿠버잠수부의 경우 대부분이 4회 이하의 잠수작업를 하였다(표 4).

무응답자 19명을 포함한 전체 조사대상 잠수부의 65.1%가 지난 일년 동안에 한번 이상 감압병에 이환된 경험이 있었으며, 연간 1-2회 이환된 잠수부가 48.5%로 가장 많았다. 전체의 31.2%인 135명이 잠수부로 활동한 이후 한번 이상 재압치료를 받은 경험이 있었으며 경험자의 51.9%가 2회 이상의 재압치료를 받

표 3-1. 잠수부들의 잠수작업과 관련된 특성

특 성	구 분	잠수부의 수	(%)	
잠수부경력(년)	- 4	28	(6.5)	평균 : 12.9±5.9년
	5-9	94	(21.7)	최소 : 2년, 최대: 40년
	10-14	146	(33.7)	
	15-19	101	(23.3)	
	20-24	43	(9.9)	
	25-	19	(4.4)	
	무응답	2	(0.5)	
잠수방식	후 카	305	(70.4)	a)헬멧잠수부 96명의 분포:
	헬 멧[a)]	96	(22.2)	마산 · 진해 40명, 거제 35명,
	스쿠버[b)]	11	(2.5)	삼천포 16명, 기타 5명
	후카+헬멧	5	(1.2)	b)스쿠버잠수부 전원이
	후카+스쿠버	16	(3.7)	서해안에 분포
취업상태[c)]	정규고용	150	(34.7)	c)선주와 잠수부의
	임시고용	234	(54.0)	계약관계
	무 응 답	49	(11.3)	
잠수기술의 습득경로	군 대	163	(37.6)	
	선배잠수부	210	(48.5)	
	잠수교육기관	53	(12.3)	
	기 타	7	(1.6)	
주된 작업시기[d)] (월)	1 - 3	76	(18.0)	d)연중 작업량이 가장
	4 - 6	243	(56.0)	많은 시기
	7 - 9	28	(6.4)	
	10-12	76	(17.4)	
	연중일정	10	(2.2)	
성수기 작업일수 (일/달)	- 9	6	(1.4)	평균 : 20.3±4.6일
	10-14	49	(11.3)	최소 : 6일, 최대 : 29일
	15-19	51	(11.8)	
	20-24	221	(51.0)	
	25-	99	(22.9)	
	무응답	7	(1.6)	
비수기 작업일수 (일/달)	- 9	118	(27.3)	평균 : 12.5±5.9일
	10-14	89	(20.6)	최소 : 3일, 최대: 25일
	15-19	153	(35.3)	
	20-24	46	(10.6)	
	25-	13	(3.0)	
	무응답	14	(3.2)	
작업수심(m)	- 10	3	(0.7)	
	20	95	(21.9)	
	30	178	(41.1)	
	40	144	(33.3)	
	50 -	13	(3.0)	
잠수작업시간 (분)	20	2	(0.5)	평균 : 51.1±22.9분
	30	141	(32.6)	
	40	63	(14.5)	
	50	41	(9.5)	
	60	110	(25.4)	
	70, 80	30	(6.9)	
	90, 100, 110	27	(6.2)	
	120	15	(3.5)	
	무응답	4	(0.9)	

표 3-2. 잠수부들의 잠수작업과 관련된 특성

특 성	구 분	잠수부의 수	(%)	
잠수작업횟수	1 - 2	10	(2.3)	
(회/일)	3 - 4	152	(35.1)	
	5 - 6	195	(45.0)	
	7 - 8	56	(12.9)	
	9 - 10	18	(4.2)	
	무응답	2	(0.5)	
작업사이의	10	100	(23.1)	평균 : 35.5±23.5분
휴식시간 (분)	20	54	(12.5)	최대 : 90분
	30	88	(20.3)	
	40	25	(5.8)	
	50	18	(4.2)	
	60	96	(22.2)	
	70이상	37	(8.5)	
	무응답	15	(3.4)	
상승시	반드시 한다	362	(83.6)	e)감압규정의 준수여부와
수중체류[e]	가끔 한다	50	(11.5)	관계없이 상승시 수중체류의
	안한다	17	(3.9)	여부만을 조사
	무응답	4	(1.0)	
작업중 급상승[d]	없었다	68	(15.7)	d)수중체류를 하지 못한
경험	있었다	348	(80.4)	경우
	무응답	17	(3.9)	

표 4. 잠수방식에 따른 잠수작업의 특성

특 성	구 분	잠수방식			합 계
		후 카	헬 멧	스쿠버	
작업수심	-20	49(16.0)	28(29.2)	10(90.9)	87(21.1)
(m)	30	131(43.0)	44(45.8)	1(9.1)	176(42.7)
	40	122(40.0)	16(16.7)	0(-)	138(33.5)
	50-	3(1.0)	8(8.3)	0(-)	11(2.7)
	합 계	305(100.0)	96(100.0)	11(100.0)	412[a](100.0)
작업시간	-30	135(44.4)	0(-)	1(9.1)	136(33.3)
(분)	40	55(18.1)	6(6.5)	1(9.1)	62(15.2)
	50	33(10.9)	3(3.2)	1(9.1)	37(9.1)
	60	74(24.3)	24(25.8)	7(63.6)	105(25.7)
	70-	7(2.3)	60(64.5)	1(9.1)	68(16.7)
	합 계	304(100.0)	93(100.0)	11(100.0)	408[a](100.0)
작업횟수	1-2	1(0.4)	7(7.3)	2(18.2)	10(2.4)
(회/일)	3-4	127(41.8)	8(8.4)	7(63.6)	142(34.6)
	5-6	136(44.7)	47(49.5)	1(9.1)	184(44.9)
	7-8	27(8.9)	28(29.5)	1(9.1)	56(13.7)
	9-	13(4.2)	5(5.3)	0(-)	18(4.4)
	합 계	304(100.0)	95(100.0)	11(100.0)	410[a](100.0)

a) 작업수심, 작업시간, 작업횟수에 대한 무응답자수와 잠수방식을 혼합하여 사용하는 잠수부를 제외함으로서 모수가 다름.

은 것으로 나타났다(표 5).

잠수관련질환의 증상과 징후들 중 피부소양증, 사지의 통증·저림 및 사지의 무력감과 감각이상을 다른 증상에 비해 상대적으로 많이 경험하고 있는 것으로 나타났다(표 6).

잠수부들에 한해 동안 경험한 감압병의 연간발생률을 인적특성과 잠수작업특성에 따라 비교하였다(표 7). 남자보다 여자에서 감압병의 발생률이 유의하게 높았고($p<0.01$), 연령이 증가할수록 감압병의 발생률이 유의하게 증가하는 경향을 보였다($p<0.01$). 잠수부 경력이 길수록 감압병의 발생률이 높은 경향을 보였으며($p<0.01$) 임시고용에 비해 정규고용의 발생률이 높았다($p<0.01$). 잠수기술을 선배잠수부로부터 습득한 경우가 군대와 교육기관에서 잠수기술을 습득한 경우보다 감압병의 발생률이 높았다($p<0.01$).

후카잠수부에 비해 헬멧잠수부의 감압병 발생률이 높았고($p<0.01$), 스쿠버잠수부는 감압병을 경험하지 않은 것으로 나타났다. 작업일수와 작업시간은 감압병의 발생과 일관성 있는 경향을 보이지 않았다. 작업수심이 깊을수록 감압병의 발생률이 증가하는 경향이 있었으며($p<0.01$), 작업횟수의 경우 대상자가 매우 적은 2회 이하의 군을 제외한 군에서 작업횟수가 많을수록 감압병의 발생률이 증가하는 경향을 보였다($p<0.01$). 작업후 상승시 수중체류를 하지 않고 급상승한 경험이 있는 군이 없는 군에 비하여 감압병의 발생률이 높았다($p<0.01$).

작업수심, 잠수작업시간 및 작업횟수에 따른 잠수부의 분포는 표8과 같다. 작업수심과 작업횟수에 따라 분류한 경우 40 m이상에서 5회 이상 잠수작업을 하는

표 6. 잠수부들의 잠수작업과 관련된 증상 및 징후의 경험률

증상·징후	자주 경험	가끔 경험	경험 없음
이통	6(1.4)	148(35.7)	261(62.9)
비출혈	5(1.2)	117(29.1)	280(69.7)
피부소양증	23(5.4%)	308(72.1)	96(22.5)
피부변색	18(4.3)	219(52.1)	183(43.6)
사지 통증·저림	24(5.5)	352(81.5)	56(13.0)
사지 무력감	21(5.0)	313(74.2)	88(20.8)
사지 감각이상	12(2.9)	292(69.4)	117(27.7)
호흡곤란	6(1.4)	155(37.3)	254(61.3)
혈액 섞인 객담	3(0.7)	138(33.9)	266(65.4)
일시적 난청	7(1.8)	95(23.3)	305(74.9)
배뇨장애	5(1.2)	156(38.0)	250(60.8)

표 5. 잠수부들의 감압병과 관련된 특성

특 성	구 분	잠수부의 수	(%)	
감압병 이환 빈도 (회/년)	없음	132	(30.5)	중앙값 : 1.0 회
	1	161	(37.2)	최대 : 27 회
	2	49	(11.3)	
	3	23	(5.3)	
	4-5	29	(6.7)	
	6-10	13	(3.0)	
	11이상	7	(1.6)	
	무응답	19	(4.4)	
재압치료 경험[b]	없다	283	(65.4)	b) 잠수부로 활동한 이후 재압시설에서 치료받은 경험
	있다	135	(31.2)	
	무응답	15	(3.4)	
재압치료의 빈도[c] (회)	1	65	(48.1)	c) 재압치료 유경험자 중 현재까지 재압시설에서 치료받은 횟수
	2	37	(27.4)	
	3	19	(14.1)	
	4	6	(4.5)	
	5이상	8	(5.9)	

표 7. 인적특성과 작업특성에 따른 감압병의 경험률

특 성		감압병 응답자수	경험자수[a]	%
성 별**	남 자	385	257	66.8
	여 자	27	25	92.6
연 령**	-29	18	10	55.6
	30-34	50	25	50.0
	35-39	124	80	64.5
	40-44	152	110	72.4
	45-49	55	45	81.8
	50-	13	12	92.3
잠수부경력**	- 9	119	66	55.5
(년)	10-19	235	166	70.6
	20-	57	48	84.2
취업상태**	정규고용	135	118	87.4
	임시고용	231	128	55.4
잠수기술의	군 대	163	101	62.0
습득경로**	선배잠수부	210	149	71.0
	잠수교육기관	53	25	47.2
잠수방식**	후 카	297	200	67.3
	헬 멧	83	72	86.7
	스쿠버	11	0	-
성수기 작업일수	- 9	6	1	16.7
(일/월)	10-14	49	36	73.5
	15-19	51	36	70.1
	20-24	221	150	67.9
	25-	99	52	52.5
작업수심**	-20	98	48	51.6
(m)	30	178	127	71.3
	40	144	95	69.9
	50-	13	12	92.3
잠수작업시간	-30	143	86	60.1
(분)	40	63	45	71.4
	50	41	30	73.2
	60	110	75	68.2
	70-	72	42	58.3
잠수작업횟수**	1 - 2	10	8	80.0
(회/일)	3 - 4	152	80	53.7
	5 - 6	195	132	67.7
	7 -10	74	60	93.8
급상승경험**	없었다	66	25	37.9
	있었다	348	246	70.6

a) 1년 동안 감압병에 이환된 경험이 있는 잠수부의 수.
** : $p<0.01$.

표 8. 작업수심, 잠수작업시간 및 작업횟수에 따른 잠수부의 분포

작업수심(m)	작업횟수 (회/일) 1-2	3-4	5-6	7-10	합계
20이하	7(7.2)	32(33.0)	45(46.4)	13(13.4)	97(100)
30	2(1.1)	62(35.1)	74(41.8)	39(22.0)	177(100)
40	1(0.7)	56(38.9)	73(50.7)	14(9.7)	144(100)
50이상	0(-)	2(15.4)	3(23.1)	8(61.5)	13(100)
합계	10(2.3)	152(35.3)	195(45.2)	74(17.2)	431(100)

작업수심(m)	잠수작업시간(분) -30	40	50	60	70-	합계
20이하	4(4.1)	13(13.4)	6(6.2)	49(50.5)	25(25.8)	97(100)
30	31(17.6)	36(20.5)	27(15.3)	50(28.4)	32(18.2)	176(100)
40	104(72.7)	13(9.1)	8(5.6)	7(4.9)	11(7.7)	143(100)
50이상	4(30.8)	1(7.6)	0(-)	4(30.8)	4(30.8)	13(100)
합계	143(33.3)	63(14.7)	41(9.6)	110(25.6)	72(16.8)	429(100)

작업횟수 (회/일)	잠수작업시간(분) -30	40	50	60	70-	합계
1-2	1(10.0)	0(-)	0(-)	3(30.0)	6(60.0)	10(100)
3-4	70(46.1)	21(13.8)	13(8.6)	33(21.7)	15(9.8)	152(100)
5-6	69(35.8)	19(9.8)	21(10.9)	51(26.4)	33(17.1)	193(100)
7-10	3(4.1)	23(31.9)	6(8.3)	23(31.9)	17(23.6)	72(100)
합계	143(33.5)	63(14.7)	40(9.4)	110(25.8)	71(16.6)	427(100)

잠수부가 98명으로 응답자의 전체잠수부의 22.7%, 40 m이상의 수심에서 60분 이상 작업하는 군은 26명으로 6.1%, 5회 이상의 잠수를 하면서 60분 이상 작업하는 잠수부가 124명으로 전체의 29.0%였다.

작업횟수의 경우 5회 이상인 군의 감압병 발생률이 4회 이하인 군에 비해 유의하게 높았으나($p<0.01$), 잠수작업시간의 차이에 따른 감압병 발생률의 차이는 유의하지 않았다(표9).

Ⅳ. 고 찰

지금까지 국내에 보고된 잠수관련질환에 관한 연구는 재압치료를 위해 의료기관에 내원한 환자들의 잠수작업특성과 감압병의 발생원인 및 치료효과에 관한

표 9. 작업수심, 잠수작업시간 및 작업횟수에 따른 감압병의 경험률

작업수심(m)[b]	작업횟수 (회/일)		합계
	≤ 4	≥ 5	
≤30	49/103(47.6%)	125/171(73.1)	174/274(63.5)
≥40	35/ 59(59.3)	71/ 98(72.4)	106/157(67.5)
합계	84/162(51.9)**	196/269(72.9)**	280/431[a](65.0)
작업수심(m)	잠수작업시간(분)[b]		합계
	≤ 50	≥ 60	
≤30	73/117(62.4)	93/156(59.6)	166/273(60.8)*
≥40	86/130(67.4)	26/ 26(100.0)	112/156(71.8)*
합계	159/247(64.4)	119/182(65.4)	278/429[a](64.8)
작업횟수 (회/일)	잠수작업시간(분)		합계
	≤ 50	≥ 60	
≤4	58/105(55.2)	30/ 57(52.6)	88/162(54.3)
≥5	102/141(72.3)	86/124(69.4)	188/265(70.9)
합계	160/246(65.0)	116/181(64.1)	276/427[a](64.6)

a) 경험자수/응답자수(%) : 각 변수에 대한 무응답자의 차이로 인하여 모수의 수가 다름.

b) 작업수심 : 10m 단위의 이산변수, 잠수작업시간 : 10분 단위의 이산변수.

* : $p<0.05$, ** : $p<0.01$.

연구(서동식 등,1985; 안형식 등,1987; 조수헌 등, 1989; 황규윤과 김해준, 1994)와 잠수관련질환에 관한 종설(조수헌과 강대희, 1988; 김해준,1989) 및 고기압 폭로에 의한 만성질환인 이압성골괴사에 관한 연구보고(유명철 등, 1982; 김병익 등, 1985; 김윤화와 김해준, 1989)에 불과하다. 이들 연구들은 공통적으로 국내 잠수부 모집단의 규모는 정확히 알 수 없으나 다수의 감압병환자가 매년 지속적으로 발생하며, 무리한 반복잠수와 감압규정을 제대로 준수하지 않는 잠수부들의 관행이 감압병의 주된 발생원인이라고 지적하고 있으며, 국내에 잠수병 전문치료기관이 부족하고, 그 접근성이 낮아 이송시간이 지연되어 많은 잠수부들이 치료후에도 후유증을 가진다고 보고하고 있다.

의료기관에 내원한 잠수부의 경우 이환 당시의 작업조건이 감압병에 이환될 조건을 이미 갖춘 상태이므로 이들의 자료를 이용하여 전체 잠수부의 특성을 파악하는 것은 역학적 관점에서 매우 미흡한 자료가 될 수밖에 없다. 다만 중증 감압병은 반드시 의료기관에 온다는 가정이 뒷받침되는 경우에 중증감압병의 발생양상을 제한적으로 추정할 수 있겠으나, 감압병에 이환된 상당수의 잠수부들이 그 증상의 정도에 관계없이 일단 수중재압을 시도한 후 반응이 없는 경우에 의료기관을 방문하는 경우가 많고, 군의료기관의 경우 민간인의 치료가 다소 제한적으로 이루어진다는 것을 고려하면 의료기관에 내원한 잠수부들의 특성을 역학적 연구에 이용하기는 매우 어렵다. 지금까지 잠수부들의 작업특성과 감압병의 발생양상이 의료기관을 방문한 잠수부들만을 대상으로 조사된 것은 전국에 산재되어 있으며, 이동이 잦은 잠수부들을 접촉하는 것이 현실적으로 매우 어려웠기 때문으로 생각된다.

역학적인 관점에서 감압병의 발생양상을 규명하는데 있어 가장 중요한 것은 모집단의 규모를 파악하는 것이다. 그러나 앞서 기술한 바와 같이 전체규모를 파악하는 것은 어려운 일이다. 따라서 적당한 크기의 표본을 선정하여 감압병의 발생양상과 위험요인을 평가하는 것이 차선으로 선택될 수 있을 것이다. 현재까지 보고된 잠수부에 관련된 연구들 중 감압병환자로 내원한 잠수부가 아닌, 현지에서 수산물채취 작업을 하고있는 잠수부를 대상으로 잠수부의 작업특성을 조사한 연구는 안형식 등(1987)이 서해안 키조개채취 잠수부 82명을 대상으로 한 연구가 있을 뿐이다. 따라서 현재까지 특정 지역이 아닌 전국 해안의 잠수부를 대상으로 한 연구는 없으며 특히 433명이라는 많은 수의 잠수부가 참여한 본 연구는 잠수부들을 대상으로 지금까지 수행되어온 연구들 중 가장 많은 수의 잠수부를 대상으로 한 연구로서 일반적 특성과 잠수관련질환의 발생양상을 관찰하기에 많은 장점을 가진다.

그러나 가능한 많은 수의 잠수부를 대상으로 하기 위해 설문지를 이용한 연구를 수행하였으므로 연구의 각 단계에 적지 않은 방법론적 취약점을 가진다. 우선 조사 내용의 부정확성을 들 수 있다. 특히 중요한 종속변수인 감압병의 이환 여부와 신경학적 증상을 포

함하는 자각증상들이 의사의 진단에 의하지 않고 잠수부 자신의 주관적 판단에 의해 결정되었음은 연구 전체의 타당성에 영향을 미칠 수도 있으며 이는 연구의 설계단계에서부터 가장 심각하게 고려되던 어려움 중의 하나였다. 그 외 감압병에 이환된 빈도를 조사한 결과 27.9%의 잠수부가 연간 2회 이상 감압병에 이환되는 것으로 나타났으나 이환 빈도에 관계없이 이환된 경험이 있는 잠수부의 수만을 이용하여 발생률을 산출하였으므로 건당 발생률과 감압병에 빈번하게 이환 되는 잠수부의 특성은 관찰하지 못하였다. 그러나 의료기관에 내원하지 않은 잠수부들의 특성과 질병의 발생양상을 조사하기 위해서는 설문지의 이용이 현실적으로 불가피하고, 특히 여러 지역에 산재되어 있고 잠수부의 주소지의 파악은 현실적으로 불가능하여 잠수기선에 승선하는 잠수부들을 대상으로 작업현장에서 설문지를 작성하도록 해야 하는 현실적인 여건과, 조사지의 문항을 의학적 목적에 맞게 충분히 자세하게 구성하는 경우 발생할 수 있는 무성의한 응답으로 인한 자료의 부정확성을 고려하지 않을 수 없었다.

잠수부들 사이에서 감압병은 '밴드' 혹은 '시배리'라는 은어로 널리 통용되며 저자의 경험에 의하면 비록 정확한 의학적 지식에 근거하지는 않으나 자신과 동료의 경험에 의해 대부분의 잠수부들은 감압병의 증상을 비교적 잘 인지하고 있었다. 따라서 비록 의사에 의해 진단되지는 않았으나 감압병의 경우 다른 질환에 대한 설문조사에 비해 이환 여부를 비교적 잘 판단할 것으로 가정하였다. 그러나 주관적 증상만으로 감압병의 형을 나누는 것은 타당성이 적을 것으로 생각되어 시도하지 않았다.

작업환경에 대한 조사의 현실적 어려움 역시 연구의 제한점으로 작용할 수 있다. 동일 잠수부라 하더라도 작업환경은 자주 변화한다. 즉 작업수심, 작업시간, 잠수횟수 등은 시간적, 지리적 환경에 따라 변화한다. 따라서 잠수부가 폭로되는 작업환경 모두를 시간과 장소에 따라 정확하게 조사한다는 것은 현실적으로 매우 어렵다. 따라서 수시로 변화하는 환경 모두를 조사하지 못하고 대개의 경우 주로 작업하는 환경을 작업환경의 대표값으로 측정하였다. 그 외 감압병의 발생 당시 혹은 자각증상의 발현 당시의 작업환경 역시 문항수의 제한으로 인하여 조사하지 못하였다. 따라서 작업환경의 대표값만을 이용한데 따르는 제한점이 있다. 그러나 대부분의 잠수부들은 본인이 어느 정도의 작업수심, 작업시간 및 작업횟수로 작업하는 가에 관하여 어렵지 않게 응답을 하고 있는 현실은 설문조사를 통한 연구의 타당성을 부여하는데 다소 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

전국적으로 산재되어 있고 접촉가능한 잠수부의 수를 예상할 수 없는 현실에서 가급적 많은 수의 잠수부를 대상으로 하기 위해 잠수기선조합과 선주협의회를 통하여 설문지를 배포한 후 우편을 통하여 회수하였으므로 응답률을 산출하기란 현실적으로 불가능하였다. 따라서 조사에 응한 잠수부와 조사에 누락된 잠수부들 간의 특성의 차이에서 발생하는 다소의 선택편견 역시 자료의 해석에서 고려되어야 할 부분이다. 특히 잠수부들에게 필요한 재압시설을 갖춘 의료기관에서 설문조사를 시행하는 경우 조사를 접하는 선주와 잠수부들 대부분이 적극적으로 참여하는 장점이 있을 수 있으나, 잠수부들이 작업환경과 잠수관련질환에 관하여 과호소를 하였을 가능성도 비교적 높다고 생각된다.

현재 우리 나라에서 활동하고 있는 수산물채취 잠수부의 수는 정확히 알려져 있지 않다. 특히 정부의 수산행정기관은 물론, 선주들이 가입해 있는 수산업잠수기협동조합도 허가를 내어준 잠수기선의 수만을 관리하고 있으며 그나마도 허가 없이 운영되는 선박으로 인해 정확하지 않음을 고려할 때 정부와 민간기관에서 각 선박에 고용된 잠수부의 수를 파악하기는 대단히 어렵다. 따라서 본 연구에서 조사된 잠수부의 수가 전체잠수부 중 얼마에 해당하는 지는 정확히 알 수 없다. 경남지역의 경우 저자의 현장조사가 가능하였으므로 수차례의 방문과 전화로 대부분의 잠수부들을 조사할 수 있었으나, 다른 지역의 경우 다소의 추정이 필요하다. 저자가 접촉과 전화를 통하여 파악한 규모는 서해안의 경우 300-500명, 전남 남해안 150-200명,

경남 남해안 150-200명, 동해안의 150-200명으로 전국적으로 적게는 750명에서 많게는 1,100명 정도의 수산물채취 어업잠수부가 조사 당시에 활동하고 있었을 것으로 추정된다. 그러나 어업잠수활동을 전업으로 하지 않으면서 성수기에만 활동하는 잠수부들이 상당수 있을 것으로 생각되며 특히 어업잠수부는 아니지만 조선소나 수중공사에 취업해있는 산업장의 잠수부수를 감안한다면 직업적으로 수중활동을 하는 잠수작업자의 수는 1,500여명 이상이 될 것을 추정된다.

고연령은 잠수관련질환의 위험요인으로 알려져 있으며, McAniff(1988)도 50세 이상의 잠수부는 사망률이 높고 감압병의 이환위험도 증가한다고 보고하고 있다. 기전은 명확하지 않으나 연령의 증가는 기체확산(gas perfusion)의 장애와 잦은 잠수로 인해 이미 손상 받은 혈관과 관절면의 퇴행이 감압병의 감수성을 증가시킨다고 알려져 있다(Edmonds, 1992). 본 연구에서도 연령이 증가할수록 한해 동안 감압병에 이환된 경험이 유의하게 증가하는 경향을 보인다. 연구대상 잠수부의 54%인 234명이 40세 이상으로 잠수부로서는 고연령군에 속하였으며 평균연령은 39.7세로 안형식 등(1987)의 평균연령 30.8세와 40세 미만이 84%인 조수헌(1989)의 조사보다 고령자가 많았다. 이는 한때 고소득을 올리는 직종으로 많은 사람들이 잠수부로 활동해 왔으나 수반되는 위험에 비해 경제적 매력이 감소하면서 잠수부가 되려는 사람이 점차 줄어들고 있다는 현지조사에서의 잠수부들의 설명과 부합된다. 따라서 활동 중인 잠수부의 연령이 해가 갈수록 점차 고령화되고 잠수관련질환의 위험도 전체적으로 증가할 것으로 예상된다. 또한 잠수부경력이 평균 13년으로 황규윤과 김해준(1994)의 평균경력 7년과 조수헌(1990)의 보고보다 증가하였고, 특히 4년 이하의 경력자가 6.5%로 매우 적은 것도 새로이 잠수부생활을 시작하는 사람의 수가 점점 감소하고 기존 잠수부들이 점차 고령화되고 있는 현실을 반영한다.

일반적으로 여자가 남자에 비해 감압병에 이환될 위험이 높다고 알려져 있다. Edmonds(1992) 등은 여자가 남자에 비해 감압병에 이환될 위험이 3배 높으며 이는 생리적 차이와 육체적 적합성(physical fitness)에 따른 차이로 가정하고 있으나 뚜렷한 의학적 증거는 없다. 본 연구에서도 여자 잠수부의 92.6%가 1년 동안 감압병에 이환된 경험이 있다고 응답하여 남자의 66.2%에 비해 유의하게 높아 여자가 감압병에 잘 걸린다는 다른 보고와 일치하였으나, 31명의 여자잠수부만이 대상으로 하였고, 31명중 21명이 통영지역에 분포하고 있어 남해안을 제외한 다른 지역의 여자잠수부가 상당수 제외되었을 것으로 생각된다.

잠수방식은 수면공급잠수(surface supplied diving system)가 전체의 93.8%로 대부분을 차지하였으며 그 중 후카잠수부가 70.4%, 헬멧잠수부가 22.2%였다. 현지조사에 따르면 헬멧잠수부는 과거부터 이를 이용해온 잠수부들이 주로 이용하고 요즘은 잘 사용되지 않으므로 그 이용자가 점차 감소하는 추세에 있다고 하며, 새로 잠수부생활을 시작하는 젊은 잠수부의 경우 수중작업시간의 제한은 있으나 활동이 자유로운 스쿠버잠수를 선호하므로 스쿠버잠수부의 수가 점차 늘어나는 추세라고 한다. 납벨트(weight belt), 조명기구(light)와 채집망 등의 장비를 가지고 잠수하는 어패류채취 잠수부의 경우 공기공급시간의 제한이 적고, 경량의 장비만을 착용하므로 활동성이 좋고, 시야가 넓어 생산성이 높은 후카를 이용하는 경우가 대부분이다. 그러나 수면공급잠수의 경우 의학적 측면에서 여러 가지 위험요인을 가진다. 즉, 공기공급의 제한이 없음은 해저체류시간의 제한이 없음을 의미하며 따라서 잠수부들이 1시간 이상 해저에서 작업할 수 있게 한다. 본 연구에서도 37.5%의 후카잠수부가 50분 이상 잠수작업을 하며 특히 헬멧잠수부의 경우 91.3%에서 1시간이상 잠수작업을 하는 것으로 나타나 대부분의 스쿠버잠수부가 호흡공기의 제한 때문에 1시간 이내의 작업시간을 가지는 것과 대조를 이룬다. 후카잠수부의 경우 가벼운 장비를 착용함으로서 작업수심 또한 다른 잠수방식에 비해 깊은 것으로 나타났다. 다른 위험요인으로 공기공급호스가 다른 배의 추진기에 의해 절단되는 경우, 조류에 의해 작업선의 닻이 빠지면서 호스가 걸리는 경우, 호스가 접히는 경우 등 공

급호스에 의한 사고로 인해 급상승(blow up)이 발생할 위험이 증가한다. 현지조사에 의하면 대부분의 잠수기선의 경우 잠수용 호스가 아닌 농약살포용 호스를 공기공급호스로 이용하는 경우가 대부분이어서 이러한 사고는 매우 빈번히 발생한다고 한다. 잠수기선의 경우 대부분 5-10톤정도의 소형선박에서 공기압축기(air compressor)를 이용하여 잠수작업자에게 압축공기를 공급하는데 노후한 압축기의 갑작스런 고장이나, 벨트가 느슨해지는 경우, 압축기와 호스의 연결부위가 빠지는 경우도 급상승을 초래하며, 그 밖에 압축기에 사용되는 내연기관의 매연이 다시 공기흡입구로 들어가 잠수부가 고압의 일산화탄소나 질소산화물을 호흡하여 수중에서 사고가 발생할 위험이 있으며, 압축기내의 오일증기(oil vapor)가 호흡공기를 오염시켜 탄화수소 등의 오염물질을 호흡할 위험성도 상존 하는 것이 잠수작업의 현실이다.

잠수기선에는 선주와 선원 및 잠수부가 함께 팀을 이루어 작업하며 잠수부는 선주와의 계약에 의해 수입의 일부분을 배당 받는다. 설문지를 통하여 선주와 잠수부의 고용관계를 조사하는 것은 적당하지 않으나 잠수부의 54%가 임시고용이라고 응답하였다. 이는 장기간의 계약이 아닌 선주와 임시로 계약을 맺는 경우로 해석할 수 있으며, 정규고용의 경우 1-2달을 제외하고 연중 작업을 하는 잠수부들로 해석이 된다. 따라서 임시고용에 비해 정규고용이 감압병에 이환 경험이 87.4%로 임시고용의 55.4%에 비해 높은 것으로 생각된다. 그러나 임시고용의 경우 성수기에 많은 수익을 올리기 위해 육체적, 정신적으로 부적합한 상태에서 무리한 잠수작업을 함으로서 치명적인 사고를 당할 위험은 더 클 것으로 추정된다.

잠수기술의 습득경로는 안전에 관한 체계적인 교육과 관련성이 클 것으로 추정되어 조사에 포함하였다. 전체 잠수부의 48.5%가 잠수기선의 보조수나 선원으로 일하면서 선배잠수부로부터 기술을 배웠다고 응답하였다. 이는 대부분의 잠수부가 안전에 관한 체계적인 교육을 받지 못하였음을 의미하며, 선배잠수부로부터 기술을 배운 잠수부가 중증감압병환자의 70%를 차지하였다는 보고와도 일치한다(조수헌, 1990). 군대에서 잠수기술을 배운 잠수부는 비교적 체계적인 안전교육을 받았으므로 선배잠수부로 부터 배운 잠수부와 비교할 때 압착에 의한 장애나 감압병의 발생률이 비교적 적을 것을 예상되었으나 62%라는 비교적 높은 발생률을 보였다.

가장 작업량이 많은 시기는 4-6월, 가장 작업량이 적은 시기는 7-9월 이였다. 수산자원보호령 제9조는 키조개의 경우 7-8월, 새조개 6-10월 등으로 각 어족별 채포금지기간을 정하고 있다. 따라서 7-9월은 작업량이 적고, 해저수산물이 가장 풍부하고 시야가 좋은 봄철에 가장 작업량이 많으며, 겨울철에는 수온이 낮아 조개구멍이 커져 채집이 수월하여 비교적 많은 작업이 이루어진다고 생각된다. 스포츠잠수의 경우 3일의 연속잠수 후에는 하루의 휴식이 필요하다고 권고하고 있다(Edmonds, 1992). 그러나 어업잠수부의 경우 성수기때 20일 이상 작업을 함으로서 불활성기체의 축적에 따른 감압병의 위험과 피로에서 오는 각종 수중사고의 위험이 매우 높음을 시사하였다.

잠수부에서 발생하는 질환과 사고의 유형은 호흡기체와 작업수심 등에 따라 매우 다양하다. 우리 나라 어업잠수부의 경우 호흡기체에 의한 장애로서 수심 30m부터 발생 가능한 질소마취(nitrogen narcosis)와 상승시 감압과정에서 이루어지고 있는 산소호흡에 의한 산소중독(oxygen toxicity)이 발생할 수 있다. 질소마취의 경우 내성(tolerance)이 생기고 가역적인 현상이므로 심각한 문제가 되지 않으나 깊은 수심에서 100% 산소를 호흡하는 경우 산소중독에 의해 의식을 상실하는 경우가 발생할 가능성이 있음에도 대부분의 잠수부들은 전혀 의학적 지식이 없는 상태에서 산소를 사용하고 있는 현실이다. 특히 중증감압병이 발생하여 야간에 수중재압을 시행하는 경우 산소중독의 조기징후를 관찰하지 못하여 수중재압 중 산소독성으로 의식을 상실하여 사고를 당한 사례가 발생하기도 한다.

기압의 변화에 의한 장애로 가장 흔한 것은 압착이다. 잠수부는 해저바닥의 어패류를 채취하기 위하여

납벨트는 물론 하강시 조류에 밀리지 않고 수심 30-40m의 어패류채취장소에 정확하게 도달하기 위해 무거운 금속추를 손에 들고 잠수한다. 이때 중이강, 부비동 등 인체내 공기를 함유하고 있는 부위의 공기부피가 감소하게 되어 음압(negative pressure)에 의한 혈관의 손상에 따른 출혈이 생길 수 있다. 이를 예방하기 위해서는 하강 중 잠수부는 valsalva manoeuvre 등을 계속 해야하는데 잠수부들은 하강 중에 발생하는 압력변화에 매우 익숙해져 있으므로 중이강과 부비동의 통증에 대한 호소는 비교적 적었다.

가장 치명적인 압력손상은 고압의 공기를 흡입한 상태로 급상승(blow up)하면서 발생하는 폐과팽창증후군(pulmonary overinflation syndrome)에 속발하는 동맥혈기체전색증(arterial gas embolism)이다. 폐포파열, 폐간질기종, 기흉 등은 1m 수심에서 갑작스런 상승시에도 발생할 수 있으므로(U. S. Navy, 1994) 수심 30-50m에서의 급상승은 잠수부에게 치명적인 위험을 초래할 수 있다. 급상승은 앞서 기술한 수면공급장치의 이상 외에, 갑자기 납벨트가 풀리는 경우 등에서도 발생할 수 있으며 숙련되지 않은 잠수부에서 자주 발생한다. 어업잠수부를 대상으로 한 자료는 아니나 Edmonds와 Walker(1991)는 병리학적으로 증명할 수 있는 잠수로 인한 사망사고의 24.5%, McAniff(1988)는 13%가 급상승으로 인한 폐의 압력손상이라고 보고하여 급상승에 의한 폐과팽창과 동맥혈공기전색증이 잠수부의 생명과 직결되는 치명적인 사고임을 시사하고 있다. 우리 나라 잠수부의 80%에서 작업 중 급상승한 경험이 있다고 응답한 것은 어느 정도의 과호소를 감안하더라도 대부분의 잠수부가 치명적 건강장애를 유발할 수 있는 위험한 상황을 경험하고 있음을 시사하며, 실제 저자가 잠수관련질환의 치료를 담당하는 의료기관에 근무하면서 경험한 사망사고의 예도 모두 급상승에 의한 것이었다. 급상승을 경험한 적이 있는 잠수부의 70.6%가 감압병에 이환된 경험을 가지는 것으로 나타나 급상승은 압력손상 뿐만 아니라 감압의 생략에 따른 용해기체에 의한 감압병의 발생에도 큰 요인으로 작용하는 것으로 나타났다.

Von Guericke가 1650년 공기압축기를 발명하여 동물실험에서 압력의 변화에 따른 기포의 형성을 관찰하고, Triger가 1841년 잠함작업자의 동통에 대한 기술로서 감압병에 관한 최초의 보고가 있은 후 Paul Bert 및 John Scott Haldane 등 여러 연구자에 의해 감압병의 발생은 작업수심, 체류시간, 상승시간 및 잠수횟수에 의해 결정된다고 밝혀졌으며, 현재 미국, 영국 및 프랑스에서 개발된 표준감압표들이 세계적으로 널리 이용되고 있다(Edmonds, 1992). 안전한 잠수작업을 위해서는 불의의 잠수사고를 예방함은 물론 감압표에 따른 적절한 감압을 시행하는 것이 가장 중요한 원칙이 된다. 하루에 1회 잠수를 가정할 때 20 m에서 60분, 30 m에서 30분, 40 m에서 10분의 잠수가 비감압잠수에 해당된다(U. S. Navy, 1994). 그러나 현재 우리 나라 잠수부의 평균 작업조건은 1회만 잠수작업을 하더라도 작업시간은 비감압의 한계를 이미 초과한다. 즉 97.2%의 잠수부가 하루 3회 이상 잠수를 하고, 30-40 m의 작업수심과 50분의 작업시간을 고려할 때 비감압에 해당하는 작업조건을 가지는 잠수부는 단 한 명도 없을 것이다. 작업특성에서 조사된 우리 나라 잠수부의 평균적 작업조건인 작업수심 30 m, 일회작업시간 50분, 잠수간 휴식시간 40분을 대입하여 정상적인 감압조건을 산출하면 첫 잠수에서는 50분 작업에 27분의 감압시간이 필요하며, 40분 후의 두 번째 잠수에서는 잔여질소시간(residual nitrogen time) 43분이 작업시간 50분에 더하여져 수심 30 m, 해저체류시간 180분의 감압표가 선택되므로 202분의 감압시간을 가지게 된다. 따라서 보다 많은 경제적 수익을 올리기 위한 우리 나라 잠수부의 근무여건에서는 감압규정을 지키는 것이 불가능하다는 결론이 나오며 우리 나라 잠수부들은 감압규정이 완전히 무시된 상황에서 작업을 하고 있다는 표현이 무리는 아닐 것이다.

감압병은 불활성기체의 기포에 영향을 받은 기관이나 조직에 따라 유형 1과 유형 2로 나누어지고 근골격계와 피부증상 및 부분적 종창(localized swelling)은 유형 1, 중추신경계 증상이 나타나거나 내이, 폐, 심장에 영향을 미치거나 재압에 의해 치료되지 않는 유형

1 증상 등은 유형 2로 분류된다(Edmonds, 1992; U. S. Navy, 1994). 본 조사의 연구대상은 내원한 경우가 아니므로 의사의 진단이 아닌, 설문조사에 의한 자각증상에 의해 감압병의 유형을 구분할 경우 분류편견이 개입될 가능성이 매우 크므로 유형의 분류는 시도하지 않았다. 그러나 39.2%의 잠수부에서 본인이 비교적 정확히 판단할 수 있는 배뇨곤란과 같은 신경계증상을 경험하였다는 것은 비교적 중증의 감압병도 적지 않음을 시사한다. 이는 1986년부터 2년간 지방공사 강남병원에서 489명의 감압병환자를 치료하고 그중 51명이 하반신 마비 등 중증신경계 증상을 보였으며(조수헌 등; 1989), 민간인의 이용이 쉽지 않은 군의료기관에서 10년간 163명의 감압병환자를 치료하게 된 경위(황규윤과 김해준;1994)를 설명할 수 있다.

보다 심각한 것은 현재도 감압규정을 지키지 않는 잠수작업이 1,000명 이상의 잠수부에 의해 연중 행해지고 있어 감압병을 비롯한 잠수관련질환은 감소하지 않고 지속적으로 발생할 것이라는 것이다. 내원자가 아닌 잠수부를 대상으로 한 본 연구에서 대상자의 1%가 연간 1회 이상 '본인의 판단에 의한 감압병'에 이환된 경험이 있다는 사실은 잠수부들에서 감압병이 매우 빈번하게 발생한다는 것을 의미한다. 특히 대다수 잠수부들이 피부가 가렵거나 어깨가 무거운 정도의 둔통은 심각한 감압병으로 간주하지 않는 현실을 감안하면, 거의 대부분의 잠수부가 지속적으로 감압병에 이환되었다가 다음 날의 잠수작업, 즉 수중재압을 통하여 회복하는 순환을 계속하고 있다고 보는 것이 정확할 것이다. 우리 나라의 사회경제적 상황에서 발생률이 65%인 질병이 현재도 존재하고 있음을, 또한 이러한 발생률이 향후에도 지속될 수밖에 없다는 사실을 정부와 의료인들은 분명히 인식할 필요성이 있다.

반복잠수의 정의는 잠수작업후 12시간 이내(U. S. Navy, 1994)에 재잠수를 하는 경우를 말하며, 10분 이내의 휴식시간을 가지는 경우는 동일한 잠수로 간주하여 해저체류시간을 계산하게 된다. 본 연구에서는 소수를 제외한 잠수부 전원이 반복잠수를 하고 있는 것으로 나타났다. 작업수심과 작업시간을 층화한 분석에서 잠수작업의 횟수에 의해 감압병의 발생률이 유의하게 달라지는 것으로 나타나 작업횟수가 감압병을 유발하는 요인중 상대적으로 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다. 그러나 우리 나라 잠수부의 경우 작업시간과수심도 감압규정에서 이미 벗어나 있으므로 작업횟수 뿐만 아니라 수심과 체류시간이 총체적으로 감압병의 발생에 기여한다고 설명하는 것이 타당할 것이다.

감압병의 빈번한 이환에 비하여 잠수부생활을 시작한 후 조사당시까지 의료기관에서 재압치료를 받은 경험이 있는 잠수부는 31%로 나타났다. 이는 1년간의 경험이 아닌 잠수부생활을 시작한 후 한번이라도 치료받은 경험이 있는 잠수부를 모두 포함하는 분율이므로 대부분의 감압병환자가 재압치료를 받지 않거나 받지 못하고 있음을 반영한다. 이는 잠수부들이 재압치료를 받을 수 있는 여건이 되지 않거나 재압치료 외 다른 방법으로 감압병을 치료하기 때문으로 설명될 수 있을 것이다. 표로 제시되지는 않았으나 감압병에 이환되었을 때 잠수부들은 재압실(recompression chamber)을 이용한 재압치료(recompression therapy) 외에도 수중재압(underwater recompression), 온천욕, 약, 음주 등 잠수부들 사이에서 관행으로 사용되어온 방법으로 감압병에 대처하고 있었다. 자신에 판단하기에 경미한 잠수병에 이환된 경우에는 다음날 작업을 수중재압으로 이용하여 감압병을 치료한다고 응답한 경우가 가장 많았으며 약국에서 구매한 파스를 부착하거나 진통제를 복용하는 잠수부도 적지 않았다. 다소 심각한 감압병에 이환되었다고 판단되는 경우 대부분의 잠수부가 수중재압만을 위해 다시 잠수를 하는 것으로 나타났다.

감압병의 42%가 1시간, 60%가 3시간, 83%가 8시간 이내에 증상이 나타나며(U. S. Navy, 1994) 대부분의 잠수부들은 저녁식사 후 잠자리에 들 무렵부터 근골격계 증상을 느낀다고 한다. 이 경우 시행하게 되는 수중재압을 위한 잠수에는 또 다른 위험요인이 더해진다. 즉 야간잠수는, 특히 기상이 좋지 않은 경우 잠

수사고의 위험성이 높고, 저체온의 위험이 크고, 동반 잠수부가 환자상태를 관찰하는데 어려움이 있어 환자의 의식이 완전하지 못한 경우 익사사고가 발생할 위험 또한 매우 크며, 환자에게 외상이 있는 경우 적절한 치료가 이루어지지 못한다. 잠수기선에서는 체내질소의 배출속도를 증가시키고, 조직에 산소를 많이 공급함으로서 재압소요시간을 단축하기 위해 수중재압 중 산소호흡을 실시하기도 한다. 이 경우 산소호흡을 하지 않는 동반잠수부가 감압병에 이환될 위험이 있다(Edmonds, 1992).

그러므로 재압챔버로 이송을 하지 못할 정도의 위중한 상태가 아니라면 재압치료시설로 환자를 이송하여 재압치료를 받는 것이 바람직하다(U. S. Navy, 1994). 그러나 증상의 경중에 관계없이 많은 잠수부들은 온천욕이 감압병의 치료에 효과적이라고 믿고 있으며 실제로 온천욕을 이용하는 잠수부가 적지 않음을 현장에서 확인할 수 있었다. 온천욕으로 의한 체온의 증가와 약간의 재압이 실제 혈액과 조직내의 기포의 크기와 흡수에 영향을 미치는 지, 아니면 뜨거운 물이 심리적 안정이나 통증을 일시적으로 감소시키는 역할만을 하는 가에 대한 정확한 의학적 판단은 할 수 없다. 음주를 하는 경우 통증은 일시적으로 감소시킬 수 있으나 음주 후에 나타나는 탈수, 혈관확장 및 체온손실은 감압병을 더욱 악화시킨다(Edmonds, 1992). 따라서 음주 후 통증이 완화되지 않아 음주상태로 수중재압을 하는 경우 사고의 위험이 더욱 크므로 금기시 되어야 함에도 불구하고 일부 잠수부 경우 통증완화를 위해 음주를 하고 있는 현실은 잠수부의 감압병에 대한 의학적 지식이 매우 적음을 의미한다.

감압병을 예방하기 위해서는 감압규정에 의한 안전한 잠수와 잠수장비의 현대화를 통한 일차예방이 가장 중요하다. 그러나 작업수심과 횟수 및 작업시간이 잠수부의 소득과 직결되는 현실을 고려할 때 장시간이 소요되는 단계적 감압절차를 규정대로 준수하지 않는 폐습은 앞으로도 쉽게 개선되지 않을 것으로 예상된다. 그러므로 양질의 의료를 공급하여 지속적으로 발생하는 잠수관련질환을 조기에 회복시키고 사망이나 불구 등을 예방하는 이차예방이 필요하다. 현재 우리 나라에는 1979년 진해의 해양의학적성훈련원, 1986년 서울의 지방공사 강남병원, 여수의 잠수기수산업협동조합의 재압시설이 가동 중에 있고, 1996년 부산의 동아대학병원, 고신의료원 및 1997년 거제군 장목의 잠수기조합의 재압시설과 공군항공의학적성훈련원의 재압시설을 합쳐 총 7개의 재압시설이 운영되고 있으며 그 밖에 해군 및 해경에 재압시설을 갖춘 선박이 수척 있다. 이들 재압시설 중 일부는 감압병을 비롯한 잠수관련질환을 전문적으로 치료하기 위한 시설이 아닌 고압산소치료용 재압실을 감압병치료에 이용하거나 매우 노후되어 중증 감압병을 치료하는데는 다소 어려움이 있다. 또한 재압시설이 대부분 남해안에 위치하고 있고 서해안과 동해안에는 없다는 문제점이 있다. 즉 감압병의 예후를 결정하는 여러 요인 중 환자의 이송시간, 즉 감압병환자가 증상발현 후 재압시설에 도착하는데 까지 소요된 시간이 매우 큰 영향을 미치고 있음(Edmonds, 1992, 황규윤과 김해준;1994)을 고려할 때, 서해안과 동해안에서 발생한 감압병환자는 재압시설에 도착하기까지 소요되는 긴 이송시간으로 인해 치료효과가 감소될 가능성이 있고, 특히 동맥혈기체전색증 등의 응급환자는 치료 전에 이미 사망할 가능성이 매우 높다. 따라서 서해안 잠수부의 대부분이 서울에서 치료를 받고 있는 현실을 감안하여(조수헌, 1990) 서해안과 동해안의 도시들 중 잠수작업이 많이 이루어지는 1개 이상의 장소에 재압시설을 갖춘 의료기관이 필요하다. 헬기로 감압병환자를 이송할 때 고도 300m 이상에서는 감압병이 악화되고(U. S. Navy), 육로를 이용한 이송에도 높은 산맥을 넘는 경우 감압병은 악화된다(Edmonds, 1992). 그러므로 동해안에서 감압병환자가 발생한 경우, 고도가 높은 태백산맥을 넘어 서울로 이송한다면 감압병은 더욱 악화될 것이다. 이러한 점은 동해안에 재압시설이 반드시 필요한 이유가 될 수 있다. 1995년에 개정된 산업안전보건법은 고기압폭로자에 대하여 작업경력조사, 관절통 및 근육통 또는 가슴통증 및 호흡곤란 등 자타각증상의 조사와 방사선검사 등의 검사를 특

수건강진단 검사항목으로 규정하고 있으며, 1994년에 개정된 산업안전기준에 관한 규칙에도 잠함(caisson) 작업시 준수해야할 사항으로 산소농도와 승강설비, 송기설비에 관하여 규정하고 있으나 수산물채취 잠수부들을 위한 건강진단과 잠수장비와 운영에 관한 규정은 없다. 수산물채취 잠수부들의 대부분이 사망사고와 감압병을 비롯한 잠수관련질환에 시달리고 있고, 더욱이 이러한 잠수관련질환의 발생이 상당기간 지속될 것으로 예상됨에도 불구하고 어업잠수부들을 위한 의학적 대책은 매우 미흡한 실정이다. 특히 이차예방에 필수적인 재압시설의 부족을 해결하는 것은 매우 시급한 과제이며, 재압시설의 설치와 유지에 적지 않은 비용이 필요한 현실을 고려할 때 각 해안의 공공의료기관에 재압시설을 설치하는 것이 바람직 할 것이다. 또한 어업잠수부의 정확한 규모를 파악하고, 잠수관련질환의 발생률과 유병률에 관한 연구가 이루어져야 할 것이며, 잠수부들의 급성질환은 물론 이압성 골괴사 등의 만성질환을 포함하는 정기적인 건강진단제도, 공기압축기를 비롯한 잠수장비에 관한 법적 규정의 제정과 함께 잠수부들의 안전과 보건에 관한 교육과 훈련이 필요할 것이다.

V. 요 약

수산물채취 잠수부에서 발생하는 잠수관련질환을 예방하고, 조기치료에 필요한 기초자료로 활용하기 위하여 잠수부들의 작업환경과 잠수관련질환의 발생양상을 파악하는 단면조사연구를 시행하였다. 수산물채취 어업잠수부 433명(서해안 130명, 남해안 220명, 동해안 29명, 기타 54명)을 대상으로 면접과 우편설문을 통하여 인구학적 특성, 취업상태, 잠수기술의 습득경로, 잠수부경력 등의 직업력, 성수기와 비수기의 작업일수, 작업수심, 작업 시기, 잠수방식, 작업횟수, 작업시간, 작업간 휴식시간, 상승시 수중체류 및 급상승의 경험 등 작업특성을 조사하고, 한해 동안 감압병에 이환된 경험과 재압치료 및 잠수관련질환 증상의 경험을 1996년 1월과 2월에 조사하였다.

잠수부들의 평균연령은 39.7세(24-58세), 남자가 92.8%, 고등학교졸업의 학력이 58.4%였다. 평균 잠수부 경력은 12.9년(2-40년), 잠수방식은 후카 70.4%, 헬멧 22.2%, 스쿠버 2.5%였다. 잠수부의 고용상태는 정규고용 34.7%, 임시고용 54.0%였다. 잠수기술의 습득경로는 선배잠수부 48.5%, 군대 37.6%, 잠수교육기관 12.3%였다. 주된 작업시기는 4-6월이 56%로 가장 많고, 7-9월이 6.4%로 가장 적었다. 성수기의 한달 평균작업일수는 20.3일, 비수기는 12.5일 이였다.

잠수작업횟수는 하루 5-6회 45.0%, 일회 평균작업시간은 51.1분, 잠수간 평균휴식시간은 35.5분이었고, 잠수부의 83. 6%가 상승시 수중체류를 하고 있으며 80.4%가 급상승을 경험하였다. 후카잠수부의 작업수심은 30 m(43%)와 40 m(40.0%), 헬멧잠수부는 30 m 이하(75.0%), 스쿠버잠수부는 20 m이하(90.9%)에서 주로 작업하였다. 잠수횟수는 주로 후카잠수부가 3-6회(86.5%), 헬멧잠수부가 5-8회(79.9%), 스쿠버잠수부가 4회 이하(81.8%)였다.

잠수부의 65.0%가 지난 일년 동안에 감압병을 경험하였다고 응답하였으며, 잠수작업에 종사한 이후 조사시점까지 전체 잠수부의 31.2%가 재압치료를 받은 경험이 있었다. 감압병의 증상으로는 근골격계 증상과 피부증상이 많았고, 배뇨장애는 39%가 경험하였다고 응답하였다.

혼란효과를 고려하지 않은 단변량분석에서 남자보다 여자에서 감압병의 발생률이 높고, 연령이 증가할수록 감압병의 발생률이 증가하는 경향을 보였다. 잠수부경력이 길수록 감압병의 발생률이 높았으며, 임시고용에 비해 정규고용의 감압병 발생률이 높았다. 잠수기술을 선배잠수부로부터 습득한 경우가 군대와 교육기관에서 습득한 경우 보다 감압병 발생률이 높았다. 후카잠수부에 비해 헬멧잠수부의 감압병 발생률이 높았고, 스쿠버잠수부는 감압병을 경험하지 않았다. 작업수심이 깊을수록, 작업횟수가 많을수록 감압병의 발생률이 증가하였다. 급상승의 경험이 있는 군이 없는 군에 비하여 감압병 발생률이 높았다.

일일 평균 40 m이상 수심에서 5회 이상 반복잠수를

하는 잠수부가 22.7%, 40 m이상의 수심에서 60분 이상 작업하는 잠수부가 6.1%, 5회 이상 반복잠수를 하면서 60분 이상 작업하는 잠수부가 29.1%였다. 작업 횟수가 5회 이상인 군의 감압병 발생률이 4회 이하인 군에 비해 유의하게 높았다.

많은 수의 잠수부가 잠수관련질환에 이환되고 있으며, 감압규정이 무시되고 있는 잠수부의 근무여건을 고려하면 잠수관련질환은 앞으로도 지속적으로 발생할 것으로 예상되므로 2차예방에 보다 많은 관심이 필요하며 잠수관련질환의 발생과 유병에 관한 지속적인 연구, 정기적인 건강진단제도, 잠수장비에 관한 규정 및 안전과 보건에 관한 교육과 훈련이 필요하다.

참고문헌

김병익, 최중명, 김해준. 이압성 골괴사(문헌고찰을 중심으로). 해양의학 1985;7(1):91-110

김윤화, 김해준. 이압성 골괴사의 실험적 유발에 관한 연구. 대한군진의학학술지 1989;20(1) :108-119

김해준. 중증 감압병 증례보고를 중심으로 한 감압병 예방과 치료. 예방의학회지 1979; 12(1):88-94

김해준. 감압병과 고압산소 요법. 대한의학협회지 1989;32(2):139-144

서동식, 조병만, 최중명, 김병익, 김해준. 우리나라 민간인잠수사의 감압병에 관한 조사 연구. 해양의학 1985;7(1):41-61

안형식, 송재철, 조수헌. 수산물 채취 잠수부의 감압병 발생에 관한 조사연구. 대한보건협회지 1987;13(2):55-61

유명철, 전기철, 안승준. 한국 잠수부의 잠수병 골변화에 대한 역학적 고찰. 대한정형외과학회지 1982;17(1):77-89

조수헌, 강대희. 감압병(잠수병). 대한의학협회지 1988;31(5):512-517

조수헌, 양대현, 최헌. 수산물 채취 잠수부에서 발생한 중증감압병 37예 분석. 대한산업의학회지 1989;1(1):98-108

조수헌. 어업잠수부의 중증 감압병 발생 및 치료후 경과에 관한 연구. 산업보건 1990;3:4-10

황규윤, 김해준. 감압병 환자 163예 분석 연구. 대한산업의학회지 1994;6(2):364-376

Edmonds C, Walker D. Scuba diving fatalities in Australia and New Zealand. SPUMS Journal 1991; 21(1):2-4

Edmonds C, Lowry C, Pennefather J. Diving and subaquatic medicine. 3rd ed. Oxford, Butterworth-Heinemann Ltd., 1992

McAniff JJ. United State underwater diving fatality statistics/1986-87. Report number URI-SSR-89-20 Rhoed Island, National Underwater Accident Data Centre, 1988

U. S. Navy. U. S. navy diving manual volume 1(air diving), revision 3. Flagstaff, Best Publishing Co., 1994