고신대학교 의과대학 학술지 제23권 제4호
Kosin Medical Journal
Vol. 23. No. 4, pp. 182～187, 2008

감압병이 발생한 수산물 채취 잠수작업자의 신경행동기능

전만중

고신대학교 의과대학 예방의학교실

Neurobehavioral Performance in Fishery Divers Suffered from Decompression Sickness

Man-Joong Jeon

Department of Preventive Medicine, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

Abstract

Background: This study was conducted to evaluate the neurobehavioral performance of fishery divers who suffered from decompression sickness.
Methods: Forty eight fishery divers were executed test of the Korean Performance Evaluation System (Symbol Digit). Each diver completed a medical and diving related exam and questionnaire. Their performance was compared with that of normal reference matched for age, sex, educational level, and local registered area.
Results: The performances of Symbol Digit were found to be significantly lower than that of normal reference. Age and number of repetitive dive were correlated with neurobehavioral performance. Elder age and more frequent repetitive dive were related to poorer performance of Symbol Digit.
Conclusion: According to the above results, the neurobehavioral performance of fishery divers suffered from decompression sickness decreased. These results suggest that the periodical health surveillance for divers with neurobehavioral test, and education of health related to diving are important for reducing the risk of decompression sickness.

Key words : Neurobehavioral performance, Decompression sickness

서 론

수산물 채취 잠수작업자란 수면에서 공기를 공급받거나 스쿠버장비 등의 호흡장비로 어패류, 해삼, 전복 등의 수산물을 채취하는 작업자를 말한다. 수면에서 공기가 공급되는 경우 오랫동안 물속에서 체류할 수 있어 잠수작업자는 오랫동안 잠수를 하며 고기압에 노출이 된다.[1)]

반면 수중에서 수면으로 상승할 때는 주위 환경의 압력이 낮아져 적절한 감압을 하지 않는 경우 불활성 기체가 과포화 상태로 되면서 감압병과 같은 질환을 발생할 수 있다.[2)]

제1형 감압병은 관절 주위 또는 관절에 국한되어 운동기능을 떨어뜨리며, 제2형 감압병은 신경학적 증상이 발생할 수 있다.[1-3)]

한편 우리나라의 잠수작업자들은 군대, 선배, 동료들로부터 배운 방법으로 잠수작업을 많이 하고 있으며, 규정을 지키지 않는 잠수로 잠수작업과 관련된 다양한 의학적 문제들이 발생할 가능성이 많다.[4-9)]

잠수작업자에 대한 국내 연구는 중증 감압병 증례 보고, 치료방법,[10-12)] 잠함작업자나 민간인 잠수사의 감압병에 관한 역학조사,[6,13-15)] 재압치료를 받기위해 내원한 환자를 대상으로 한 감압병 환자의 역학적 분석연구[7,16,17)]는 있으나 감압병이 발생한 잠수작업자들의 신경행동기능을 평가한 연구는 미흡하다.

따라서 이 연구는 감압병이 발생한 수산물 채취 잠수작업자를 대상으로 컴퓨터를 이용한 신경행동검사 중 숫자부호짝짓기를 시행하여 감압병과 감압병과 관련된 일반적 및 잠수 특성이 신경행동기능에 미치는 영향을 평가하기 위하여 수행되었다.

교신저자 : 전 만 중
주소 : 602-702 부산광역시 서구 암남동 34번지
고신대학교 의과대학 예방의학교실
TEL 051-990-6365, FAX 051-990-3081
E-mail : mjoong@hanmail.net

연구대상 및 방법

경상남도 진해시에 소재한 해양의료원에 내원하여 재압챔버치료실을 이용해 미해군 표준재압치료표에 따라 재압치료를 받은 잠수작업자를 대상으로 하였다. 이 중 고혈압, 당뇨병, 청각 및 시각이상, 다른 원인의 두부외상 및 심한 요통 등 컴퓨터 신경행동검사에 영향을 줄 가능성이 있는 다른 신체적 장애를 가진 사람, 일반 질병으로 장기간 약을 복용하고 있는 사람 및 유기용제, 용접작업 등 중추신경독성물질에 노출된 적이 있는 사람은 제외한 최종적으로 감압병이 확인된 48명에 대해 설문조사 및 컴퓨터 신경행동검사를 시행하였다.

연구대상자들의 연령, 성별, 교육수준의 인구학적인 특성과 잠수관련 사항인 잠수경력, 발생시 잠수작업수심, 발생시 잠수시간, 반복잠수여부, 감압한계 정도, 감압병 경험, 증상발현시간, 증상 발현 후 재압치료시까지 경과된 시간에 대하여 조사하였다.

컴퓨터 신경행동검사는 비교적 조용하고 격리된 공간에서 개인용 컴퓨터(15인치 모니터, 펜티엄3 데스크탑)와 한국형 신경행동검사(Korean Performance Evaluation System)[18,19]를 이용하여 부호숫자짝짓기(symbol digit)를 감압병에 대한 치료가 시행되기 전에 시행하였다. 검사자는 미리 준비된 설명서로 모든 대상자에게 검사방법을 교육하였다. 또한 검사에 사용된 키보드는 키보드 사용에 대한 친숙도의 영향을 감소시키기 위해서 검사에 사용되는 17개의 키(10개의 숫자 키, 4개의 화살표 키, 양쪽 ctrl 키 및 스페이스 키)만 남겨두고 나머지는 모두 제거한 단순화시킨 키보드[20]를 사용하였고, 컴퓨터 신경행동검사는 검사에 숙련된 동일한 검사자가 실시하였다.

부호숫자짝짓기는 컴퓨터 화면의 상단에 임의로 짝지어진 부호와 1에서 9까지의 숫자가 나타나며 하단에는 상단과 다른 순서로 배열된 부호와 9개의 빈칸이 나타나며, 대상자는 상단에 예시된 부호와 숫자의 짝과 일치되게 숫자 키를 이용하여 하단의 빈칸에 숫자를 입력한다. 총 63회의 부호숫자짝짓기를 시행하게 되며 짝지어진 각각의 반응시간과 표준편차가 기록된다.

검사가 완료된 후 모든 자료는 컴퓨터 신경행동검사에 경험이 많은 전문의가 검토하였고, SPSS(release 14.0) 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다. 대상자의 신경행동검사 결과와 정상 신경행동검사 결과 비교 및 대상자에서 감압병 형 및 비감압한계 유무에 따른 신경행동검사 결과 비교는 t 검정으로 하였으며, 대상자의 연령군, 잠수경력군에 따른 신경행동검사 결과의 비교는 일변량 분산분석(simple factorial ANOVA)으로, 연령, 잠수경력, 잠수작업수심, 잠수시간, 반복잠수횟수, 감압병 경험 횟수, 감압병 발생시간 및 발생 후 치료시 까지 경과된 시간과 신경행동검사 결과의 관련성은 상관관계분석으로 살펴보았다.

결 과

연구대상자들의 연령은 45세 이상이 18명(37.5%)으로 가장 많았고, 40～44세가 14명(29.2%), 34세 이하가 10명(20.8%), 35～39세가 6명(12.5%)의 순이었으며, 평균 연령은 40.5세이었다. 모두 남성이었고, 고등학교 졸업자였다(Table 1).

Table 1. General characteristics of fishery divers

Characteristics	Fishery divers (n=48)	
	No.(%)	Mean & dispersion
Age (years)		
≤ 34	10(20.8)	Mean 40.5
35 - 39	6(12.5)	SD 7.1
40 - 44	14(29.2)	
45 ≤	18(37.5)	
Gender		
Male	48(100.0)	
Education		
High school	48(100.0)	

SD: standard deviation.

잠수경력은 최고 32년이었고, 평균 경력기간은 12.7년이었으며, 5～9년이 12명(25.0%)으로 가장 많았고, 20년 이상과 4년 이하가 각각 10명(20.8%), 10～14년과 15～19년이 각각 8명(16.7%)이었다. 연구대상자들에서 감압병 발생시 평균 잠수작업수심은 28.5 m 였으며, 잠수작업수심이 최고 40 m 인 경우도 있었다. 또한 평균 잠수작업시간은 96.6분이었고, 반복적으로 잠수를 한 횟수는 평균 2.6회였으며, 4회 이상 한 경우도 10명(20.8%)이나 되었다. 감압병이 발생될 때 잠수작업수심과 잠수작업시간을 종합하여 비감압한계를 초과한 경우가 30명(62.5%)으로 비감압한계 이내의 경우보다 많았다(Table 2).

감압병의 첫증상 발현시간은 수면도착 후 평균 174.6분 후에 발생을 하였고, 하루가 지나서 발생한 경우도 2명(4.2%)이 있었다. 최종적으로 제1형 감압병으로 확인

Table 2. Distribution of fishery divers by diving-related characteristics

Characteristics	Fishery divers (n=48)	
	No.(%)	Mean(SD)
Duration of diving (years)		12.7(9.3)
≤ 4	10(20.8)	
5 - 9	12(25.0)	
10 - 14	8(16.7)	
15 - 19	8(16.7)	
20 ≤	10(20.8)	
Diving profiles		
Maximum depth (m)		28.5(6.6)
Bottom time (min)		96.6(85.8)
Number of repetitive dive		2.6(1.0)
No decompression limit		
Within	18(37.5)	
Over	30(62.5)	

SD: standard deviation.

된 경우가 30명(62.5%)으로 제2형 감압병 18명(37.5%)보다 많았다. 감압병의 증상 발현 후 재압챔버를 이용하여 재압치료를 시작할 때까지 경과된 시간은 평균 278시간이었고, 12명(25.0%)만이 24시간 내에 시작할 수 있었으며, 8명(16.7%)은 감압병 증상 발현 후 1개월이 지나서 재압치료를 하였다. 한편 감압병에 이환된 경험은 최고 11회도 2명(4.2%)이나 되었으며, 평균 2.4회이었다(Table 3).

Table 3. Distribution of fishery divers by treatment related characteristics

Characteristics	Fishery divers (n=48)	
	No.(%)	Mean(SD)
Symptom onset time (min)		174.6(347.3)
Type of DCS		
Type 1	30(62.5)	
Type 2	18(37.5)	
Time interval (hours)		278.0(521.5)
Number of DCS history		2.4(2.7)

SD: standard deviation, DCS: decompression sickness.

연구대상자들의 컴퓨터 신경행동검사 결과와 동일한 연령, 학력수준, 지역환경에 따른 정상 참고치는 Table 4와 같다. 부호숫자짝짓기의 평균반응시간은 연구대상자들이 4453 msec 로 정상 참고치 2631 msec 보다 유의하게 길었다(p=0.001). 평균반응시간의 표준편차는 연구대상자들이 2276 msec로 정상 참고치 670 msec보다 길었다(p=0.001). 그러나 정답수는 연구대상자들과 정상 참고치가 각각 57.6개, 60.3개로 정상 참고치보다 연구대상자의 정답수가 적은 경향이 있으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 4).

Table 4. Results of neurobehavioral performance of fishery divers and normal reference

Symbol digit	Fishery divers	Reference	p-value
Reaction time (msec)	4453(1843)	2631(188)	0.001*
SD of reaction time (msec)	2276(2076)	670(167)	0.001*
No. of correct answer	57.6(37.6)	60.3(8.9)	0.073*

The values are expressed as mean(SD).
SD: standard deviation.
* by t test.

부호숫자짝짓기의 평균반응시간은 연령이 증가할수록 유의하게 지연되는 경향이 있었으며, 부호숫자짝짓기의 평균반응시간의 표준편차도 연령이 증가하면서 유의하게 증가하였다($p<0.01$). 그러나 감압병 중 제2형 감압병이 제1형 감압병보다 부호숫자짝짓기 평균반응시간과 평균반응시간의 표준편차가 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다(Table 5).

Table 5. Results of neurobehavioral performance by age and DCS type of fishery divers

Characteristics	No.	Reaction time (msec)	SD of reaction time
Age		*	*
≤ 34	10	2760(263)[a)]	683(258)[c)]
35 - 40	6	3312(590)[b)]	1178(645)
41 - 44	14	5451(2466)[a)b)]	3001(1977)[c)]
45 ≤	18	4998(1149)[a)]	2964(2432)[c)]
DCS type			
Type 1	30	4148(1631)	2029(2209)
Type 2	18	4962(2100)	2687(1817)

The values are expressed as mean(SD) and SD means standard deviation united by msec. DCS: decompression sickness.
* $p<0.01$ comparison among ages by one-way ANOVA. There was significant difference among same characters by Bonferroni F test.

한편 잠수경력이 증가할수록 20년 이상을 제외한 경우 부호숫자짝짓기의 반응시간이 유의하게 지연되는 경향이 있었다($p<0.05$). 비감압한계를 초과하여 잠수한 경우에서 부호숫자짝짓기의 반응시간이 지연되는 경향이 있었으나 유의하지 않았다(Table 6).

연령과 잠수관련 및 치료관련 변수와 컴퓨터 신경행동검사 항목간의 상관계수는 연령과 부호숫자짝짓기의 평균반응시간($r=0.464$), 연령과 부호숫자짝짓기 평균반응시간의 표준편차($r=0.312$), 반복잠수횟수와 부호숫자짝짓기의 평균반응시간($r=0.647$), 반복잠수횟수와 부호숫자짝짓기 평균반응시간의 표준편차($r=0.582$)가 유의한 상관관계가 있

었다(Table 7).

Table 6. Results of neurobehavioral performance by diving-related characteristics of fishery divers

Characteristics	No.	Reaction time	SD of reaction time
Duration of diving (yrs)		*	
≤ 4	10	3327(1450)	785(567)
5 - 9	12	3810(1577)	2297(3272)
10 - 14	8	5284(1607)	2561(824)
15 - 19	8	5570(2803)	3437(2319)
20 ≤	10	4795(812)	2585(735)
No decompression limit			
Within	18	4135(1471)	3251(2966)
Over	30	4984(2284)	1691(939)

The values are expressed as mean(SD), SD means standard deviation, and yrs means years.
Reaction time and SD of reaction time united by msec.
*p<0.05 comparison among durations of diving by one-way ANOVA.

Table 7. Correlation coefficient between neurobehavioral performance test (symbol digit) results and related characteristics of fishery divers

Characteristics	Reaction time	SD
Age (years)	0.464*	0.312*
Duration of diving (years)	0.260	0.236
Maximum depth (m)	0.082	-0.022
Bottom time (min)	-0.144	0.011
Number of repetitive dive	0.647*	0.582*
Number of DCS history	0.093	0.067
Symptom onset time (min)	-0.109	-0.118
Time interval (hours)	-0.169	-0.153

DCS: decompression sickness, SD: standard deviation of reaction time of symbol digit.
Reaction time and SD of reaction time united by msec.
*p<0.01.

고 찰

Edmond 등[2]이나 사공준[6]에 의하면 감압병에 이환된 경우 가능한 빨리 재압챔버에서 재압치료를 시행하면 회복하나 오래 경과되거나 반복적으로 발생하는 경우 고위 정서기능, 신경행동기능 및 운동기능에 비가역적, 영구적 손상이 초래될 수 있다고 하였고, Williamson 등[5]도 80명의 직업 잠수작업자에서 감압병 등에 이환된 잠수작업자의 신경행동기능이 유의하게 감소되는 것을 보고하였다. Levin 등[21]도 감압병이 발생한 두 명 잠수작업자의 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)에서 감압병의 병변 내용이 신경행동기능과 연관성이 있으며 자기공명영상의 병변이 회복되면서 신경행동기능이 향상됨을 보고하였다.

이 연구에서도 감압병이 발생한 잠수작업자에서 통증이나 불편함의 증상뿐 아니라 컴퓨터 신경행동검사로 검사를 시행했을 때 상당한 신경행동기능의 **저**하를 확인할 수 있었다. 특히 순간적인 판단력과 미세한 교정력을 필요로 하는 부호숫자짝짓기에서 지연된 반응을 보인 것은 동일한 신경행동검사는 아니나 종이와 연필로 검사하는 숫자부호짝짓기에서 점수가 **저**하되었다는 Williamson 등[22]의 보고와 일치하였다.

신경행동검사는 면접식의 신경행동검사와 컴퓨터를 이용한 신경행동검사가 있으며 컴퓨터 신경행동검사로는 Baker[23]의 Neurobehavioral Evaluation System(NES), Gamberale 등[24]이 개발한 Swedish Performance Evaluation System(SPES), Anger & Johnson[25]이 개발한 Behavioral Assessment and Research System(BARS), 정종학 등[18]이 개발한 한국형 컴퓨터 신경행동검사가 있고, 이들은 신경계 장애를 밝히기 위한 연구에 주로 이용되었다.[26]

이 중 한국형 컴퓨터 신경행동검사는 **저**농도 화학물질에 의한 중추신경계 장애를 조기에 발견하기 위한 목적으로 스웨덴에서 개발된 SPES를 민족성 및 문화적 배경에 의해 영향을 받을 수 있는 인지기능, 기억력 및 지각운동속도 등의 정신운동능력을 우리나라 국민들의 특성과 제도에 적합한 것으로 변형하여 타당성이 평가된 신경행동검사이다.[27] 또한 표준화를 위한 여러 연구[18-20]를 통하여 검사의 타당성 및 신뢰도가 매우 높은 것으로 증명되었고, 지금까지 유기용제, 중금속, 농약 등의 중추신경계 및 말초신경계 독성물질 영향에 관한 실험적 연구와 역학적 연구에 이용되어 왔다. 한편 컴퓨터를 이용하기 때문에 검사대상자와 컴퓨터와의 낮은 친밀성(poor rapport)이 단점이라고 Gamberale 등[24]은 지적하였으며, Letz[26]도 컴퓨터에 대한 잠재적 두려움(potential fear)이 검사에 영향을 미친다고 보고하였다. 이는 검사대상자의 컴퓨터에 대한 친밀도가 신경행동검사 결과에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 특히 복잡한 키보드에 의한 영향이 보고되었다.[20] 따라서 이 연구에서는 컴퓨터에 관한 친숙도가 검사에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 전만중 등[20]의 연구에서 타당도와 신뢰성이 검증된 단순화시켜 만든 17개의 키로 된 신경행동검사 키보드를 사용하였다.

감압병에 이환된 환자의 신경행동기능을 **저**하시키는 영향인자로는 감압병 유무와 함께 연령이었다. 즉 감압병이 발생된 잠수작업자들의 신경행동기능은 정상보다

상당히 **저**하되어 있으며, 연령과 함께 더 많은 영향을 받아 고연령일수록 감압병에 이환될 경우 신경행동기능의 **저**하가 더 심할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 45세 이상의 잠수작업자가 37.5%, 사공준[28]의 연구에서 17.4%이며, 40세가 넘어서 수산물 채취를 위한 잠수작업을 새로 시작하는 인구가 줄지 않고, 최근에는 스포츠로서의 스쿠버(SCUBA) 잠수가 대중화되어 많은 사람들이 감압병에 이환될 수 있다. 따라서 이는 고연령층 일반 사람들이 스쿠버 잠수를 할 경우 감압병에 이환되지 않도록 철**저**하게 규정을 지키도록 교육을 할 필요성을 제시하는 자료로 생각된다.

감압병이 이환된 잠수작업자의 신경행동기능에 잠수경력이 증가할 경우 신경행동기능이 **저**하되는 경향이 있었는데 이는 Williamson 등[5]의 연구에서 고압에의 노출경력이 증가할 경우 신경행동기능을 더 **저**하시킨다는 결과와 일치하였다. 이는 고연령자 뿐아니라 작업경력이 많은 잠수작업자들에 대한 신체검사와 감시체계 등이 필요함을 시사하는 결과로 생각되며, 1차 산업에 속해있어 산업안전보건법의 적용을 받지 못하는 우리나라 수산물 채취 잠수작업자들에 대한 일반 건강보험 차원의 주기적인 검진으로 신경행동검사와 같은 검진이 필요함을 시사하는 결과로 생각된다. 그리고 Williamson 등[5]은 감압병의 형 중 신경계 감압병이 이환된 경우 신경행동기능이 더 **저**하된다고 보고하였는데 이 연구에서도 제1형 감압병보다 신경계 감압병이 포함된 제2형 감압병에서 신경행동기능이 **저**하되는 경향이 있었다. 그러나 Williamson 등[5]은 최고잠수수심이 증가할수록 신경행동기능이 감소한다고 하였으나 이 연구에서는 반복잠수가 신경행동기능에 영향을 주는 것으로 나타났다. 즉 반복잠수횟수가 많아질수록 신경행동기능이 **저**하되는 것으로 나타나 잠수작업을 할 때 감압한계를 초과할 정도로 반복 잠수를 하지 않도록 하고, 반복으로 잠수하여 감압한계를 초과하였다면 충분한 감압을 하면서 수면으로 상승을 하도록 교육, 감독하여야 한다고 생각된다. 또한 감압 규정 준수를 하지 않은 경우는 지체하지 않고 재압챔버에서 재압치료를 받도록 하는 것이 감압병 발생 예방과 비가역적인 감압병 발생을 예방할 수 있을 것이다.

이상의 결과에서 감압병이 발생한 잠수자들은 컴퓨터 신경행동검사를 시행하여 신경행동기능을 평가한 결과 신경행동기능이 **저**하됨을 확인하였고, 신경행동기능을 더 **저**하시키는 요인들을 확인할 수 있었으며, 수산물 채취 잠수작업자나 취미로 잠수를 하는 잠수자에 대하여 주기적으로 신경행동기능을 측정하여 잠수작업을 조절함으로써 감압병을 예방하는데 사용될 수 있다고 생각된다.

결 론

감압병이 발생한 수산물 채취 잠수작업자 48명을 대상으로 컴퓨터를 이용한 신경행동검사 중 숫자부호짝짓기를 시행하여 감압병과 감압병과 관련된 일반적 및 잠수특성이 신경행동기능에 미치는 영향을 평가하였다. 신경행동검사는 한국형 컴퓨터 신경행동검사가 이용되었다.

연구대상자들의 평균 연령은 40.5세이었고, 모두 남성이었으며, 고등학교 졸업자였다. 부호숫자짝짓기의 평균 반응시간은 4453 msec 로 정상 참고치 2631 msec 보다 유의하게 길었으며($p=0.001$), 상관관계분석에서 연령과 반복잠수의 횟수가 증가할수록 신경행동기능이 **저**하되었다.

이상의 결과에서 감압병이 발생한 잠수자들은 신경행동기능이 **저**하됨을 확인하였고, 신경행동기능을 더 **저**하시키는 요인들을 확인할 수 있었으며, 수산물 채취 잠수작업자나 취미로 잠수를 하는 잠수자에 대하여 주기적으로 신경행동기능을 측정하여 잠수작업을 조절함으로써 감압병을 예방할 수 있다고 생각된다.

참고문헌

1) Jain KK : Textbook of hyperbaric medicine, Hogrefe & Huber publishers, 1999
2) Edmond C, Lowry C, Pennefather J, Walker R : Diving and subaquatic medicine, 3rd ed, New York, Oxford university press, 2002, 111-166
3) U.S. Department of Commerce : NOAA diving manual - diving for science and technology, 4th ed, Best pulishing company, 2001
4) Lezak M : Neuropsychological assessment, 2nd ed, New York, Oxford university press, 1983
5) Williamson AM, Clarke B, Edmonds CW : The influence of diving variables on perceptual and cognitive functions in professional shallow water (abalone) divers. Environ Res 50(1):93-102, 1989
6) 사공준 : 수산물채취 잠수부의 작업특성과 잠수관련질환의 양상. 예방의학회지 31(1): 139-156, 1998
7) 차수강 : 민간 잠수인에서 발생한 감압병 408례에 대한 역학적 분석, 영남대학교 석사학위논문, 2002
8) 한국산업안전공단 : 잠수작업자 현황파악 및 건강장애에 관

한 연구, 2005
9) 해양수산부 : 수산물 채취 잠수부의 잠수관련 질환의 현황조사 및 대책수립, 2006
10) 김해준 : 중증 감압병 증례보고를 중심으로한 감압병 예방과 치료. 예방의학회지 12(1):88-94, 1979
11) 조수헌, 양대현, 최헌 : 수산물 채취 잠수부에서 발생한 중증 감압병 37예 분석. 대한산업의학회지 1(1):98-108, 1989
12) 조수헌 : 어업잠수부의 중증 감압병 발생 및 치료 후 경과에 관한 연구. 산업보건 3:4-10, 1990
13) 문재동, 진일섭, 김양옥 : 해저작업장의 감압병 발생에 대한 역학적 고찰. 예방의학회지 17(1):211-215, 1984
14) 서동식, 조병만, 최중명, 김병익, 김해준 : 우리나라 민간인 잠수사의 감압병에 관한 조사 연구. 해양의학 7(1):41-61, 1985
15) 안형식, 송재철, 조수헌 : 수산물 채취 잠수부의 감압병 발생에 관한 조사 연구. 대한보건협회지 13(2):55-61, 1987
16) 황규윤, 김해준 : 감압병 환자 163예 분석 연구. 대한산업의학회지 6(2):364-376, 1994
17) 박인철, 박세광, 한진, 최병선, 김희덕 : 고압산소요법을 이용한 감압병 환자 치료의 고찰. 대한응급의학회지 10(1):97-107, 1999
18) 정종학, 김창윤, 사공준, 전만중, 박홍진 : 한국형 신경행동검사 배터리의 개발-면접과 컴퓨터 신경행동검사의 타당성 평가-. 예방의학회지 31(4):692-707, 1998
19) 사공준, 정종학, 전만중, 신말숙 : 면접 및 컴퓨터 신경행동검사의 신뢰도 평가. 대한산업의학회지 12(4):494-500, 2000
20) 전만중, 김창윤, 정종학, 임우택, 사공준 : 키보드형태가 컴퓨터 신경행동검사에 미치는 영향. 대한산업의학회지 16(2):178-190, 2004
21) Levin HS, Goldstein FC, Norcross K, Amparo EG, Guinto FC Jr, Mader JT : Neurobehavioral and magnetic resonance imaging findings in two cases of decompression sickness. Aviat Space Environ Med 60(12):1204-1210, 1989
22) Williamson AM, Clarke B, Edmonds CW : Neurobehavioral effects of professional abalone diving. Br J Ind Med 44:459-466, 1987
23) Baker EL : Organic solvent neurotoxibehavioral evaluation system for occupational and environmental epidemiology: Methodology and validation studies. Neurobeh Toxicol Teratol 7:369-378, 1985
24) Gamberale F, Iregren A, Kjellberg A : SPES: The computerized Swedish evaluation system: Background, critical issues, empirical data and a user's manual, National Institute of Occupational Health, Solna, 1989
25) Anger WK, Johnson BL : Chemicals affecting behavior. In Neurotoxicity of Industrial and Commercial Chemicals, Vol. 1, J. O'Donoghue ed, Boca Raton, Florida, CRC Press, 1985
26) Letz R : Use of computerized test batteries for quantifying neurobehavioral outcomes. Environmental Health Perspectives 90:195, 1991
27) Chung JH, Sakong J, Kang PS, Kim CY, Lee KS, Jeom MJ, Sung NJ, Ahn SH, Won KC : Cross-cultural comparison of neurobehavioral performance in Asian workers. Neurotoxicology 24:533-540, 2003
28) 사공준 : 수산물채취 잠수부의 작업특성과 잠수관련질환의 양상. 예방의학회지 31(1):139-156, 1998