

고기압·저기압

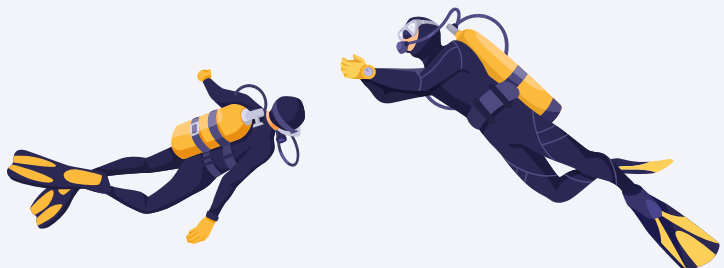
High·Low atmospheric pressure

관리자용

특성 고기압 또는 저기압에 노출되거나 중추신경계 산소 독성으로 발생한 건강장애, 감압병(잠수병) 또는 공기색전증(기포가 동맥이나 정맥을 따라 순환하다가 혈관을 막는 것)

발생원 및 노출가능 상황

- 중추신경계 산소 독성, 감압병, 공기색전증은 모두 고기압 환경에서 기체의 분압이 높아지면서 기체가 혈액과 조직에 과다하게 용해되는 것이 근본적 발생 원인임. 단, 질환의 발현과 증상은 고기압에서 정상기압으로 복귀하는 과정과도 관련이 있음
 - 즉, 고기압 환경에 노출되지 않으면 산소독성, 감압병, 공기색전증은 발생하지 않음
- 고기압 환경은 주로 잠수작업에서 볼 수 있음. 단순히 숨을 참고 잠수하거나 SCUBA(self-contained underwater breathing apparatus) 잠수 모두가 해당됨. 그 외에 의료기관에서 사용하는 치료목적의 고압산소치료기로 인한 노출 가능
 - 주요 노출 작업으로는
 - 1) 수중 해산물 채취 작업(해녀) 및 수중인양 잠수작업, 2) 수중 교량 건설작업 및 케이슨(caisson) 공법작업, 3) 터널 굴착 시 압축공기 쉴드(shield)공법작업, 4) 기타 고압 산소치료기 등의 고기압환경 등이 있음
 - 국내에서 케이슨 공법의 사용이 거의 없다는 점을 감안하면 주된 노출은 잠수작업과 관련이 되어 있다고 보는 것이 타당함
- 저기압 환경에서는 고공(고도 약 2,500m 이상)에서 저산소증이 나타남
 - 호흡기체의 산소분압이 낮아지면 근육 피로도가 증가할 뿐만 아니라 정신기능도 감소하여 기억이나 계산, 판단 능력에 장애 발생





증상 및 진단

1. 중추신경계 산소독성(oxygen toxicity)

- 압축공기잠수 시 수심 약 90m 이상(90m는 10기압의 압력이 작용하므로 전체 공기 중 21% 정도를 차지하는 산소의 분압이 2기압을 초과함)에서 발생하지만 개인차가 큼
 - 시야가 좁아지는 현상, 이명, 구역질, 입술이나 눈 주위의 근육 연척, 정신적 긴장도 증가 및 현기증 등의 전구 증상을 보이기도 하지만, 노출시간이 길어지면 경련성 발작을 일으킴

2. 동맥혈 기체색전증(arterial gas embolism)

- 잠수장애 중 치명률이 가장 높음. 잠수고 인한 사망 원인에서 31%를 차지하며 사고자의 약 5%는 발병 즉시 사망함
 - 수면으로 복귀하는 상승 중 또는 수면 도착 후 10분 내에 발병
 - 두통, 현기증, 시력 이상, 감각 이상, 지각장애, 마비, 발작, 의식상실 등이 나타나며, 지극히 응급인 상태로서 신속히 고압산소치료를 시행해야 함

3. 감압병(decompression sickness, DCS)

- 고기압 작업시 신체에 가해지던 주위 압력이 다시 낮아질 때 이전 압력 조건에서 체내에 용해되었던 불활성기체(질소, 헬륨 등)가 혈액과 조직에 기포를 형성하면서 다양한 증상 발생
- 잠함작업, 잠수작업, 그리고 터널 공사에서 지하수 유입을 막기 위하여 시행되는 가압공법을 마치고 감압하는 과정에서 발생
 - 항공의학적 측면에서는 고공비행, 우주비행사가 선외활동을 할 때, 잠수 후 충분한 시간의 경과 없이 항공기 여행을 할 때, 그리고 고공 비행하단 여객기의 여압 기능에 문제가 발생하여 갑자기 고공의 저기압환경에 노출될 때 발생 가능
- 1형과 2형으로 구분할 수 있으며 발현빈도는 7:3 정도임
 - 제1형은 근골격계 통증이 주증상인 형태로 통증의 강도는 거의 감지하지 못할 정도의 경미한 것에서부터 참을 수 없는 것까지 다양함
 - 제2형은 복통, 흉통(chokes), 배부통 등의 통증, 전정기관, 뇌, 척수 등의 손상으로 신경학적 증상을 보임. 현기증과 두통부터 운동 및 감각기능 장애, 방광 또는 직장 기능 이상까지 가능
- 증상이 수면도착 후 30분 이내에 50%, 1시간 이내에 85%, 3시간 이내에 95%가 나타남



예방조치

- 급격한 상승이 안 되도록 상승속도를 유지하고, 안전 정지 시간 등 잠수작업 안전수칙을 지켜서 작업을 수행해야 함
 - 수심과 작업시간에 따라 정확한 단계적 감압표를 적용
 - 12시간 이내에 반복하여 잠수를 시행할 경우에는 잔류 질소시간을 고려해서 작업 계획 수립
- 충분한 휴식시간을 제공하도록 함

[관련규정 예시]

고기압 작업 기압변화와 관련된 작업 중 근로자의 건강상태 예방과 직접 관련된 의무에 대한 산업안전보건법상 주요 규정

▲(제39조) 보건조치*

▲(제130조) 특수건강진단

▲(제139조) 유해·위험작업에 대한 근로시간 제한 등

* 산업안전보건기준에 관한 규칙 제5장 이상기압에 의한 건강장해의 예방(제522조~제557조) 등

노출기준

- **미국 직업안전보건청(OSHA) 지침**
 - 표면공급식잠수는 수심 190ft (57m)를 초과하여 수행되어서는 안됨. 다만, 해저 체류시간이 30분 미만일 때에는 수심 220ft (66m)까지 잠수할 수 있음
 - 스쿠버잠수는 수심이 130ft (40m)를 초과하여 수행되어서는 안됨
- **일본 고기압작업 안전위생규칙**
 - 1일 최대 잠수시간은 최대 480분에서 최소 40분까지 수심별로 다르게 제시되어 있음

▼ 수심별 1일 최대 잠수시간

수심	1일 잠수시간(분)	수심	1일 잠수시간(분)
10m초과 ~ 12m이내	480	34m초과 ~ 36m이내	134
12m초과 ~ 14m이내	420	36m초과 ~ 38m이내	124
14m초과 ~ 16m이내	360	38m초과 ~ 40m이내	116
16m초과 ~ 18m이내	300	40m초과 ~ 42m이내	110
18m초과 ~ 20m이내	270	42m초과 ~ 45m이내	100
20m초과 ~ 22m이내	240	45m초과 ~ 50m이내	86
22m초과 ~ 24m이내	216	50m초과 ~ 55m이내	75
24m초과 ~ 26m이내	200	55m초과 ~ 60m이내	70
26m초과 ~ 28m이내	180	60m초과 ~ 65m이내	65
28m초과 ~ 30m이내	170	65m초과 ~ 70m이내	60
30m초과 ~ 32m이내	158	70m초과 ~ 80m이내	50
32m초과 ~ 34m이내	146	80m초과 ~ 90m이내	40

* 잠수시간은 해면 출발 시간부터 잠수시간, 감압시간, 해면 도착, 작업 사이 감압시간을 모두 합산한 시간

- **국내 기준**
 - 잠수시간은 1일 6시간, 1주 34시간을 초과하지 아니하여야 함
- **아래와 같은 질환이 있는 경우나 약물을 복용중일 때에는 업무적합성 평가에 따라 잠수 여부를 결정해야 함**
- ▼ 업무적합성평가에 따른 잠수작업 여부 결정을 해야 할 경우

질환이나 약물 복용	상황 설명
이비인후과질환	자발적인 중이의 압력평형 실패, 고막 천공, 귀 수술 기왕력, 외이도 폐색증, 전정기관 감압병 기왕력, 기관지절개술 기왕력, 비강 용종, 비중격 만곡증, 후두낭종
신경계질환	경련 질환의 과거력, 반복적인 실신 과거력, 뇌혈관질환, 뇌종양, 심한 멀미, 편두통, 말초신경병증, 동맥기체색전증 기왕력
심혈관질환	부정맥, 인공심박기, 심부정맥혈전증, 순환 장애를 동반하는 정맥류
호흡기질환	활동기의 천식, 자발적 기흉, 치흉되지 않은 외상성 기흉, 흉막유착, 종격동 기종 과거력, 기관적 확장증, 낭성섬유증, 섬유성 폐질환
정신질환	정신분열증, 정동장애, 반복성 우울증, 정신과 약물 복용중인 경우
내분비계질환	코르티솔(Cortisol) 사용, 인슐린 의존 당뇨
안과질환	콘택트렌즈 사용, 눈 수술, 녹내장
기타	충치, 염증성 대장질환, 담낭질환, 체장염, 겸상적혈구증, 중증성지중해빈혈(Thalassemia major), 복부 탈장, 소화성 궤양, 장루, 결석, 요통 과거력

업무적합성평가

감압병 이후 작업 복귀

- 감압병을 포함한 잠수로 인한 심각한 손상 이후에 후유증이 동반되지 않은 성공적인 치료 결과에 따라 권고되는 작업복귀 가능 시간은 아래 표와 같음
- 제1형 감압병은 24시간이면 가능하지만 추가적인 재압 치료가 요구되면 7일이고, 폐나 신경계 감압병인 경우에 4주간의 시간이 소요됨

▼ 잠수 복귀까지 권고되는 기간

• 단순 감압병, 사지통증, 피부 벤즈, 림프 부종, 피로	
합병증 없이 회복	24시간
추가적인 재압 치료가 요구되는 재발	7일
• 신경학적 감압병	
사지의 감각변화만 있는 경우	7일
청각·전정신경계, 운동계	28일
• 기타	
폐 감압병	28일

재해사례

선박 선저 수중검사

- 선박의 선저 수중검사를 위해 근로자 3명의 잠수부가 입수하였고, 선박의 보조잠수자가 피해자에게 신호를 주었음에도 아무런 응답이 없어 에어호스를 끌어올렸더니 의식없는 상태로 올라와 응급조치 후 병원으로 이송하였으나 사망한 재해임

