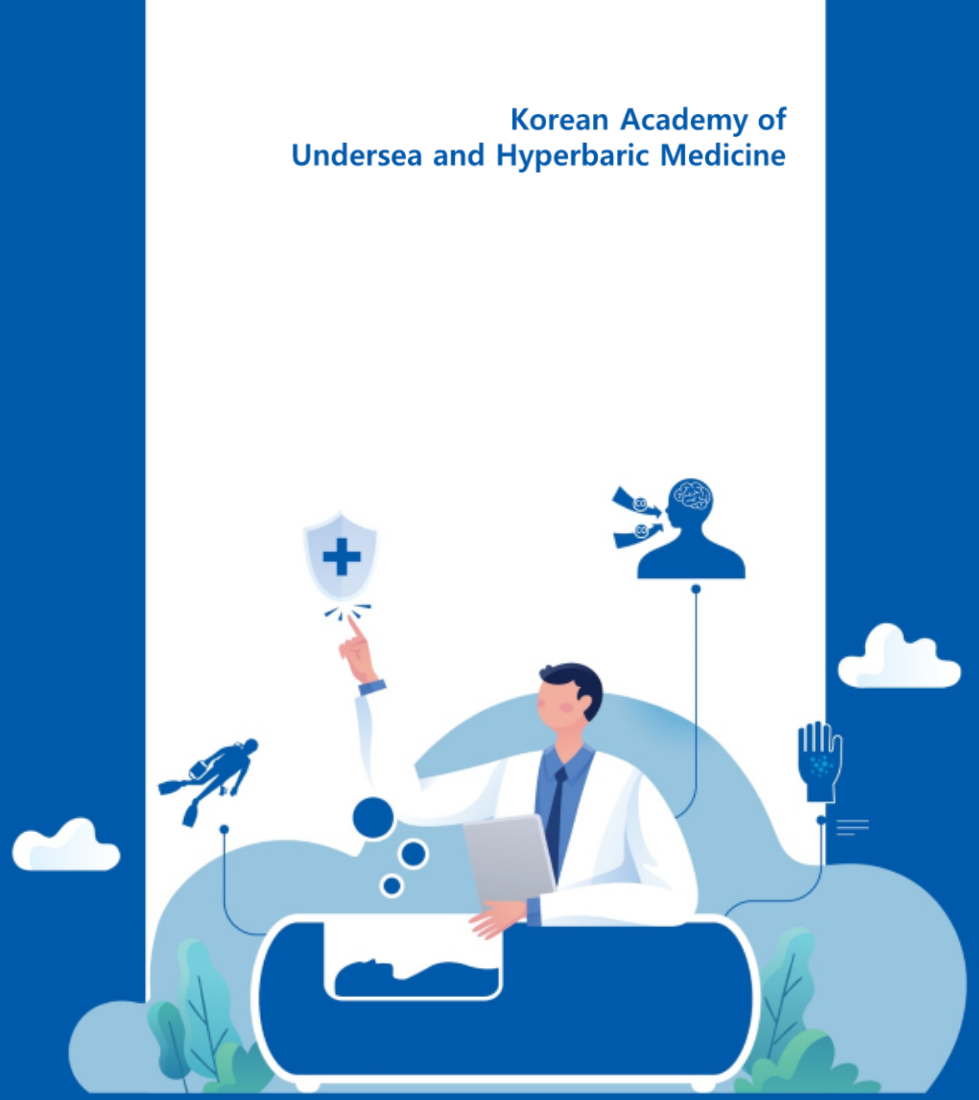
고압산소치료 시 응급상황



2021.09.10

원주세브란스기독병원 권역응급의료센터
응급구조사 박슬비

대한고압의학회
Korean Academy of Undersea and Hyperbaric Medicine

Korean Academy of
Undersea and Hyperbaric Medicine

목 차

Ⅰ 소개

Ⅱ 압력손상 (Barotrauma)

Ⅲ 산소독성 (Oxygen Toxicity)

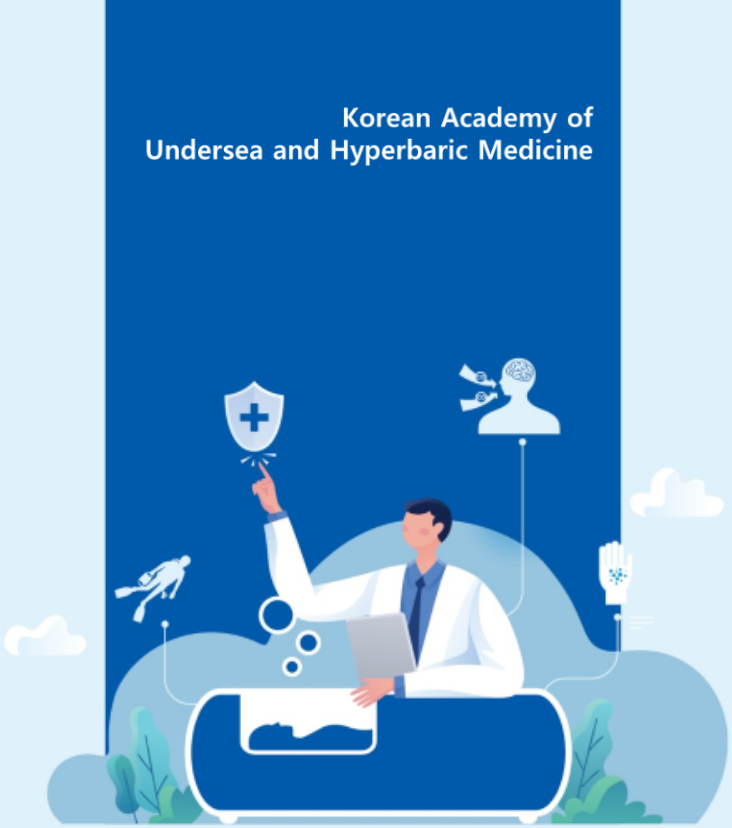
Ⅳ 심정지 (Arrest)

Ⅴ 화재 (Fire Hazard)

대한고압의학회
Korean Academy of Undersea and Hyperbaric Medicine

I

소 개



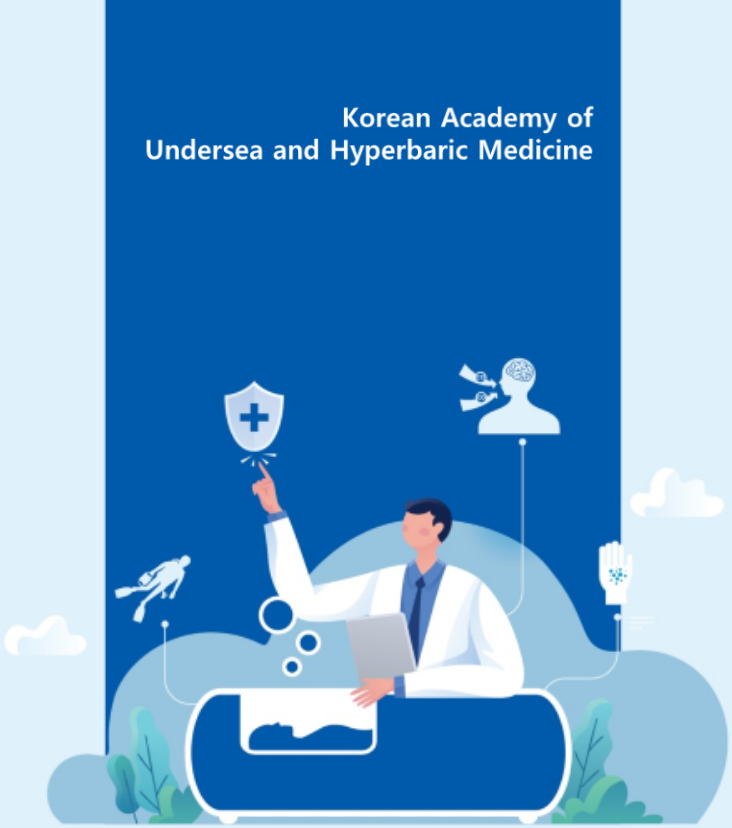
대한고압의학회
Korean Academy of Undersea and Hyperbaric Medicine

학습목표

- 고압산소치료 중 발생 가능한 다양한 응급상황에 대한 대처 방법
- 고압산소치료 중 응급상황 발생 시 각 스태프들의 역할에 대한 이해

Ⅱ

압력 손상 (Barotrauma)



대한고압의학회
Korean Academy of Undersea and Hyperbaric Medicine

압력 손상 (Barotrauma)

• 목표
-환자 및 IA는 고압산소치료 중 압력손상을 경험하지 않도록 한다.
-고압산소치료 중 예방 조치를 사용하여 압력 손상의 가능성을 줄인다

귀 압력손상(Ear Barotrauma)

1) 환자 및 IA의 압력평행법(Equalizing) 능력 평가

2) 첫 고압산소치료 전, 필요에 따라 고막(TM)을 평가
-고막의 색(Color), 모양(Visibility), 혈액, 액체, 공기 확인

3) 압력평행법 (Equalizing)
- 하품, 침 삼키기, 턱 밀기, 머리 기울이기
- 발살바, 토인비, 로우리, 프렌젤 등

4) 적절한 경우 중이의 평형을 돕기 위해 고압산소치료 중 침대 머리(Head of bed)를 올릴 수 있다

5) ENT Consult : 고막절개술(Myringotomy) 또는 PE tube

6) 필요 시 고압산소치료 전에 의사의 지시에 따라 충혈 완화제 투여

환자가 이퀄라이징을 하지 못하는 경우 챔버 운용자는..

압력 손상 (Barotrauma)

압력 손상 (Barotrauma)

부비동 압력손상(Sinus Barotrauma)

1) 부비동에 통증 및 압력이 가해질 수 있음을 교육

2) 압력평행법 (Equalizing)
- 하품, 침 삼키기, 턱 밀기, 머리 기울이기
- 발살바, 토인비, 로우리, 프렌젤 등

3) 가압(Compression) 천천히

위장관계 압력손상(GI Barotrauma)

1) 감압 시 위장관계 압력손상이 발생 할 수 있다.
- 손상 가능성은 적으나 불편함을 느낄 수 있다.

2) 증상에는 통증, 불편감, 복부의 충만 또는 팽만감

3) 환자가 가스를 배출할 수 있도록 감압을 늦추거나 중단

압력 손상 (Barotrauma)

폐 압력손상(Pulmonary Barotrauma)

1) 기흉 발생 가능성이 높은 환자
- 최근 흉부의 침습적 시술
- 자발성 기흉의 병력
- 만성 폐쇄성 폐질환(COPD) 또는 기타 수포성 폐질환

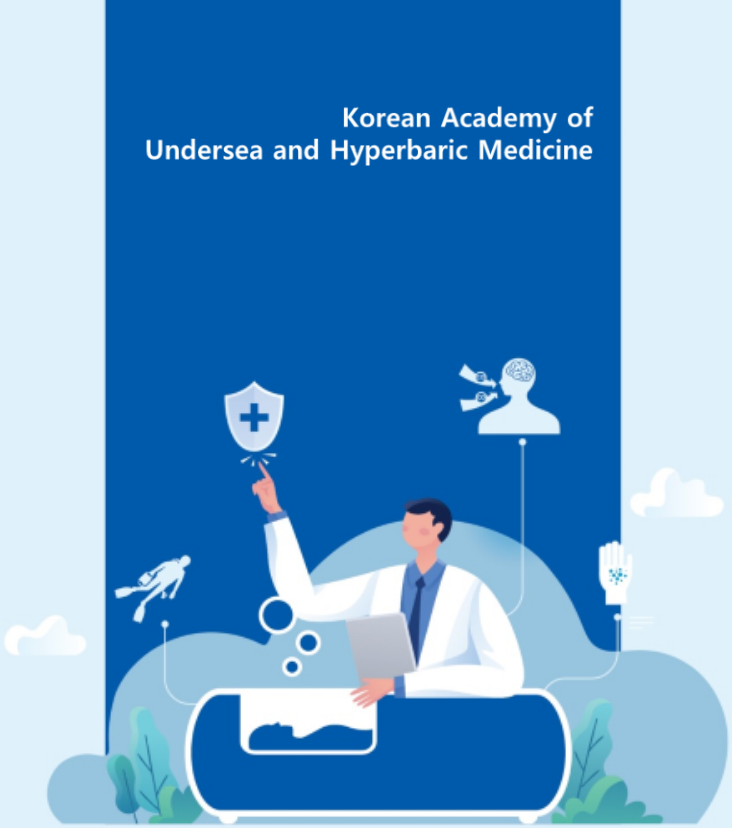
2) 감압 도중 긴장성 기흉이 발생가능
-갑작스러운 호흡곤란이 있는지 모니터링

3) 긴장성 기흉(Tension pneumothorax)의 특정 증상
- 갑작스럽고 날카로운 흉통
- 호흡곤란
- 빠른호흡, 숨가쁨(SOB), 빠른 심박수
- 기침, 기관 편위, 청색증

기흉의 응급처치가 준비되고 의사의 승인을 받거나 흉부감압이 시행되기 전 까지 챔버를 감압해서는 안된다.

Ⅲ

산소 독성
(Oxygen Toxicity)



대한고압의학회
Korean Academy of Undersea and Hyperbaric Medicine

산소 독성 (Oxygen Toxicity)

• 목표
- 산소독성의 징후와 증상을 인식하고 환자에게 영향을 끼치지 않도록 즉시 처리한다.

중추신경계(CNS) 산소독성

1) 환자 또는 보호자에게 산소 독성 위험 및 중추 신경계 산소독성의 징후와 증상에 대한 교육

2) 고압산소치료 전 위험요소에 대해 평가
- 높은 중심 체온
- 발작 과거력
- 뇌 손상/수술 과거력
- 급성 일산화탄소 중독
- 발작 역치를 낮출 수 있는 약물의 사용
- 대사성 산증
- 탈수
- 저혈당

산소 독성 (Oxygen Toxicity)

중추신경계(CNS) 산소독성

V-E-N-T-I-D-C-C or V-E-N-T-I-D-S-H-H

- V (Visual changes): 터널 또는 흐린 시력
- E (Ears): 환청
- N (Nausea, Numbness): 메스꺼움, 감각저하
- T (Twitching of muscles, Tingling in the extremities): 근육의 경련(보통 얼굴), 사지의 저림
- I (Irritability, personality change or Restlessness): 과민성, 성격변화 또는 안절부절
- D (Dizziness, Vertigo): 현기증
- C (Convulsions, Seizure activity): 경련,발작 활동
- C (Change in affect): 정동변화
- S (Shortness of breath): 숨 가쁨
- H (Hiccups): 딸꾹질
- H (Heart rate increased): 심박수 증가

산소 독성 (Oxygen Toxicity)

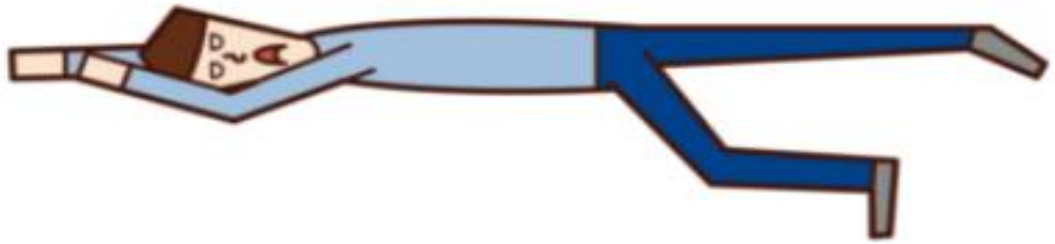
중추신경계(CNS) 산소독성

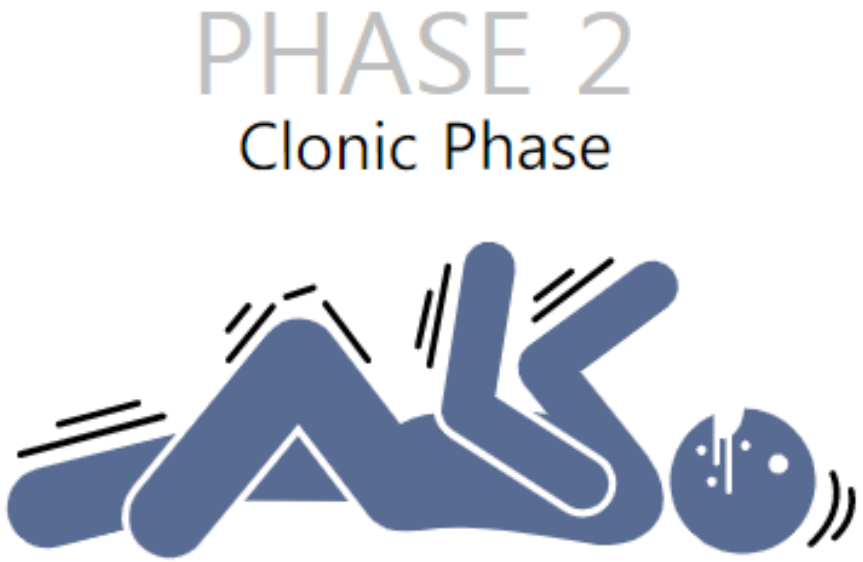
일인용 챔버
: 환자에게 에어 마스크 또는
적절한 장치를 적용하도록 지시

Air Break 시행

다인용 챔버
: BIBS 마스크 제거

산소 독성 (Oxygen Toxicity)





또는 환자의 자발호흡이 돌아온 경우

산소 독성 (Oxygen Toxicity)

Seizure 발생 대응 지침
- 다인용 치료실 -

환자 발견

1. seizure가 맞는지 확인
2. seizure 양상, 발생 시간 기록

산소 차단 및 환기 (O_2 → Air)

Operator

1. 마스크 공급 기체 전환 (O_2 → Air) 및 환기 시행
2. 산소 차단 후, 의사에게 보고
3. 다른 환자들에게 상황 설명 (불안감 느끼지 않도록 격려)

Inside attendant(IA)

1. Mask 벗기기
2. 흡인 예방 위해 환자를 옆으로 눕히고 기도를 확보
3. 외부에 도움 요청

1st 고압당직전문의(5454)
2nd EM 전공의(5911→5915→5914)
보고사항 : seizure 발생 시간, 경과시간, 양상, 의식 수준 등
연락되지 않고 환자 상태 불안정한 경우 [Code blue] 고려
의사는 반드시 환자 직접 확인

환자 모니터링 및 처치

IA
-환자 주변의 위험한 물건들을 치우고 고개를 돌려 흡인을 방지
-가능한 경우, OPA(oropharyngeal airway)를 돌려서 airway 확보
-환자 모니터링 하며 의사의 지시에 따라 필요한 추가 처치를 시행
-seizure 중단 여부, 정상 호흡 양상으로의 회복(자발 호흡 확인), 의식 수준을 평가
-chamber 밖에 내부 상황 전달

*Air break 시행에도 seizure가 지속되는 경우 투약 고려
1. 의사의 처방에 따라 투약[Ativan (Lorazepam) 2-4mg IV or IM]
2. 고압당직전문의(또는 전공의)가 환자 상태에 따라 투약을 처방 및 지시
3. 사전 준비 약물 없는 경우, 의사 또는 간호사가 약물 비치 병동(EICU or ER)에 유선 연락하여 약물 대여 요청
4. Operator가 medical lock 통해 약물을 chamber 내부로 전달.

*필요 시, 보조격실 통해 추가 의료진(의사, 간호사, 응급 구조사) chamber 내부로 진입

감압 및 치료 종료

Tonic phase의 seizure activity에서 절대로 감압 X
(lung barotrauma 및 arterial-gas embolism 가능성)
-Seizure가 멈춘 경우, 의사의 판단에 따라 치료 지속 또는 종료 결정
-감압 시에도 의식 수준 및 호흡 양상 지속적으로 평가

A. seizure가 멈췄거나
B. clonic phase이면서 정상 호흡 양상으로 회복된 경우
1m/min (3.5ft/min) 속도로 감압

Air break 시행, 투약 후에도 seizure 5분 이상 지속 시 status epilepticus로 간주하여
1feet/min 이하의 속도로 감압

Chamber 밖으로 환자 옮긴 후
의식 수준 확인, 활력징후 및 BST 측정

의식 회복, 활력징후 정상 범위, 특이사항 발견되지 않는 경우		의식 혼미하거나 활력징후 불안정한 경우	
[입원환자] 병실 이동 (의사 동반)	[외래환자] 퇴실 또는 입원 치료 <의사 판단에 따라 검사 및 처치 진행>	[입원환자] 고압산소치료센터 인접 병동(ex.26W) or 응급실 이동 (의사동반) 필요 처치 시행 후 입원 병실 이송	[외래환자] 고압산소치료센터 인접 병동(ex.26W) or 응급실 이동 (의사동반) 필요 처치 시행 후 입원 치료

기록 작성

[고압산소치료기록지]
[경과기록 - 고압산소치료]

•의사의 판단에 따라 검사 및 처치 진행
•처치 위한 환자 이송 시, 발생 상황 및 처치 과정을 병동 혹은 응급실에 인계하고 협조 요청
•발생한 상황과 처치 내용에 대하여 고압당직전문의(전공의)가 환자 진료과에 인계
•환자 및 보호자에게 발생한 상황과 처치 및 예후에 대하여 고압당직전문의(전공의)가 설명

Seizure 발생 대응 지침
- 일인용 치료실 -

환자 발견

1. seizure가 맞는지 확인
2. seizure 양상, 발생 시간 기록

산소 차단 및 환기 (O_2 → Air)

1. O_2valve 잠그고 Air valve 열기
2. flow 최대(400)로 올리기

밸브와 배관이 일직선 방향으로 되어 있으면 열린 상태

O_2 open, Air closed
치료 중 valve

O_2 closed, Air open, Air break 시 valve

1. [Flow change] 선택
2. [▲▼]로 조절
3. [OK] 선택

의사에게 보고

1st 고압당직전문의(5454)
2nd EM 전공의(5911 →5915 →5914)
보고사항 : seizure 발생 시간, 경과시간, 양상, 의식 수준 등

* 의사와 연락되지 않고 환자 상태 불안정한 경우 [Code blue] 고려
의사는 반드시 환자 직접 확인

감압 및 치료 종료

Tonic phase의 seizure activity에서 절대로 감압 X
(lung barotrauma 및 arterial-gas embolism 가능성)
감압 시에도 의식 수준 및 호흡 양상 지속적으로 평가

A.seizure가 멈췄거나
B.clonic phase이면 seizure 이면서 정상 호흡 양상으로 회복된 경우
1m/min (3.5ft/min) 속도로 감압

Air break 시행에도 seizure 5분 이상 지속 시status epilepticus로 간주
1feet/min 이하의 속도로 감압

Chamber 밖으로 환자 옮기기

환자 모니터링 및 처치

의식 수준 확인, 활력징후 및 BST 측정

의식 회복, 활력징후 정상 범위, 특이사항 발견되지 않는 경우		의식 혼미하거나 활력징후 불안정한 경우	
[입원환자] 병실 이동 (의사 동반)	[외래환자] 퇴실 또는 입원 치료 <의사 판단에 따라 검사 및 처치 진행>	[입원환자] 고압산소치료센터 인접 병동(ex.26W) or 응급실 이동 (의사동반) 필요 처치 시행 후 입원 병실 이송	[외래환자] 고압산소치료센터 인접 병동(ex.26W) or 응급실 이동 (의사동반) 필요 처치 시행 후 입원 치료

기록 작성

[고압산소치료기록지]
[경과기록 - 고압산소치료]

•의사의 판단에 따라 검사 및 처치 진행
•처치 위한 환자 이송 시, 발생 상황 및 처치 과정을 병동 혹은 응급실에 인계하고 협조 요청
•발생한 상황과 처치 내용에 대하여 고압당직전문의(전공의)가 환자 진료과에 인계
•환자 및 보호자에게 발생한 상황과 처치 및 예후에 대하여 고압당직전문의(전공의)가 설명

산소 독성 (Oxygen Toxicity)

폐 산소독성 (Pulmonary Oxygen toxicity)

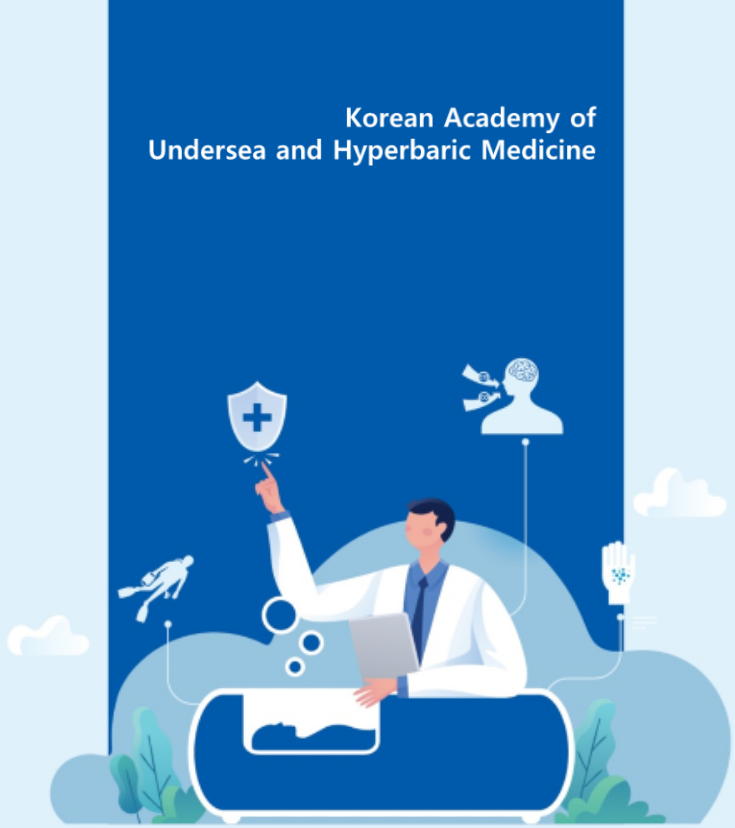
1) 환자 또는 보호자에게 폐 산소 독성의 위험, 징후, 증상에 대한 설명 제공

2) 고압산소치료 중 폐 산소 독성 증상에 대해 환자를 모니터링
- 마른 기침
- 흉골 하 자극 및 작열감
- 가슴 압박감
- 마른 기침
- 숨가쁨 (SOB)
- 숨을 완전히 들이쉬기 어려움
- 운동 시 호흡곤란

→ 폐 산소독성 증상 및 징후가 나타나면 의사나 챔버 운용자에게 바로 알리도록 한다.
→ Air Break의 시행

Ⅳ

심정지
(Arrest)



대한고압의학회
Korean Academy of Undersea and Hyperbaric Medicine

심정지 (Arrest)

1) 환자를 즉시 감압한다.
- 감압 속도는 환자의 상태, 생명 유지 시스템의 존재 및 가압 시간에 달라질 수 있다.
- 감압 시, 폐 손상 예방을 위해 충분한 환기를 시행한다.

2) 병원 내 "CODE BLUE" 시스템을 활성화한다.

3) 감압 종료 후 챔버에서 환자를 즉시 빼낸다.

4) 심폐소생술을 시작한다.
- 챔버에서 환자가 나오면 원내 Cardiac Arrest Protocol에 기준하여 처치를 시행한다.

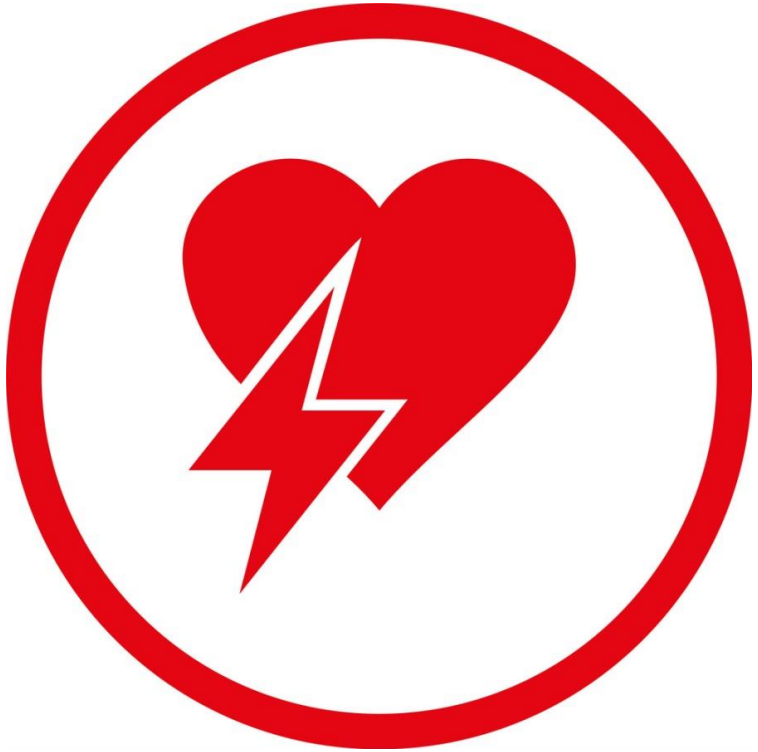
5) 응급실로 옮긴다.

6) 환자가 응급실에서 안정되면, 바로 ICU로 가도록 준비한다.
- 환자의 주치의 또는 진료의에게 고압치료 당직의가 이를 전달한다.

심정지 (Arrest)

- 다인용 챔버 내 산소 농도가 정상(즉, 23.5% 이하)인 경우 다중 챔버에서 환자의 제세동을 안전하게 수행할 수 있다.

- AHA는 또한 스파크를 최소화하기 위해 제세동 시 적절한 접착 패드/패들 배치와 피부 접촉을 확실히 할 것을 권장한다.

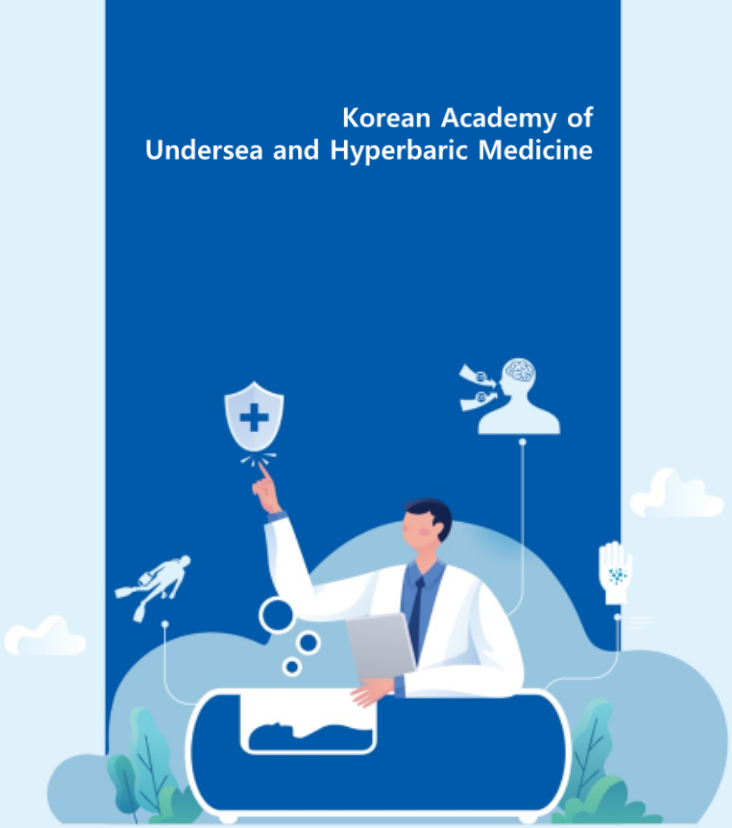


- 일인용 챔버에서 꺼낸 경우, 미국심장협회(AHA)는 환자의 가슴 주위의 산소 농도를 낮추도록 권장

1) 환자를 챔버에서 떨어뜨린다.
-주변 산소가 소산되기 까지 약 30~40초 정도 소요
2) 제세동기 패드를 배치하려면 환자의 옷과 담요 등을 제거해야 한다.(스파크 방지)
3) 잠재적 화재를 줄이기 위해 제세동은 60초 뒤에 시행

V

화재 (Fire Hazard)



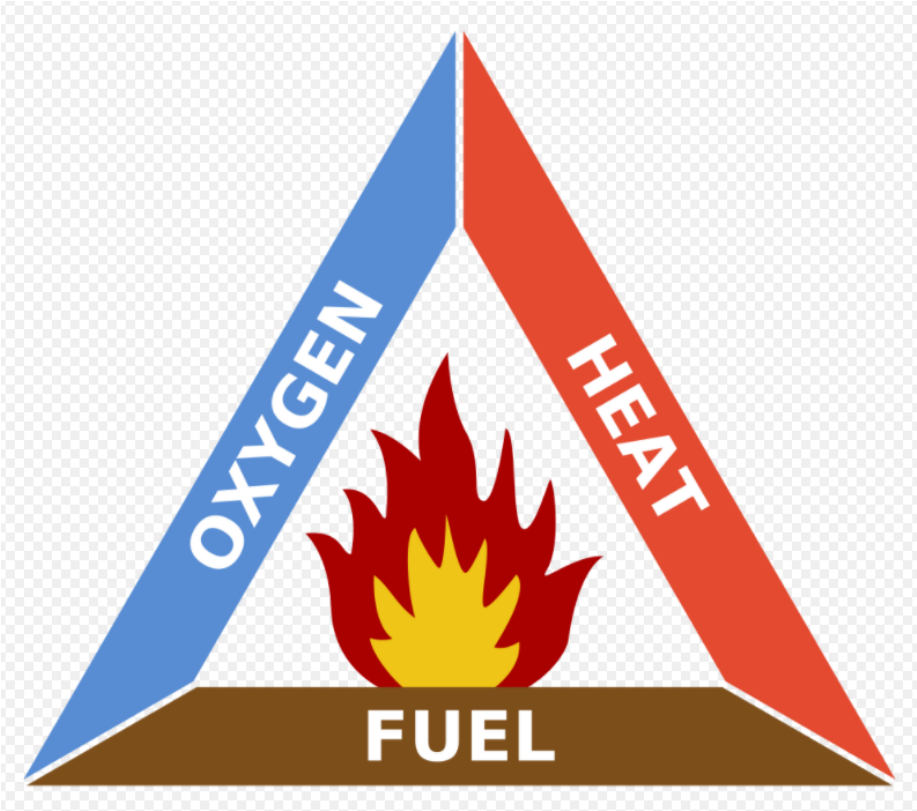
대한고압의학회
Korean Academy of Undersea and Hyperbaric Medicine

화재 (Fire Hazard)

- 목표 → 환자는 입원기간 동안 안전한 치료를 받도록 함

1) 고압 챔버 내부는 산소가 풍부하며 연료 공급원 (환자, 린넨, 장비, 드레싱 용품 등)이 포함된 공간이다.

2) 화재 3요소는 연료, 산소, 점화원으로 구성된다. 고압환경에서는 점화원이 필요하며 이것은 챔버의 스파크에 의해 발생할 수 있다.



화재 (Fire Hazard)

중요한 것은 점화원의 조절!!

담배, 라이터, 손난로, 장난감, 휴대폰, 정전기 등

- 금지 품목은 챔버 내부에 반드시 반입 금지
- 환자에게 고압환경에서의 화재 위험성에 대한 내용 교육
- 화재 가능성을 줄이기 위해 금지된 물질에 대한 정보가 있는 팜플렛 등을 환자 또는 보호자에게 제공
- 직원은 안전 예방 조치가 충족되었는지 확인 필요

화재 (Fire Hazard)

- 각 시설은 월별 또는 분기별로 화재 안전 훈련을 권장
- 시나리오 훈련은 적어도 매년 진행하며 모든 직원은 정기 소방 훈련에 참여해야 함.

화재 (Fire Hazard)

NFPA 99 (National Fire Protection Association)

- 일인용 및 다인용 챔버에 대한 화재 발생 시 권장되는 절차가 포함
- 각 시설별 챔버에 대해 확립된 정책 및 절차를 따를 것

NFPA®
NATIONAL FIRE PROTECTION ASSN.

화재 (Fire Hazard) – 일인용 챔버 내부

- NFPA : 일인용 챔버에 화재 방지 시스템 설치할 필요 없음
- 호주의 경우, 화재 방지 시스템을 일인용 챔버에 설치하도록 권고

- 절차

1) 가능한 빨리 일인용 챔버의 산소를 차단한다
2) 화재를 알리기 위해 화재 경보기를 작동시킨다
3) 비상감압을 실시하여 환자를 대피시킨다
4) 즉시 해당 지역에서 모든 사람을 대피시킨다
5) 엄폐물이 있다면 측면 또는 챔버 가까이에 내려 놓는다
6) 챔버로부터 멀리 대피한다

화재 (Fire Hazard) – 다인용 챔버 내부

- NFPA : 챔버 산소 농도가 23.5% 초과하지 않도록 산소 수준을 지속적으로 모니터링

- 절차

1) 내부 화재 발생시 IA는 Operator에게 즉시 알린다
2) Operator는 BIBS Mask의 산소를 중단하고 공기로 변경한다
3) IA는 직접 화재를 진압할 수 있는 경우 휴대용 급수관을 사용, 불가능 하다면 화재 진압 시스템을 활성화 한다
4) Operator는 주변 사람이 있다면 도움을 요청한다
5) 챔버의 감압을 시작한다.
6) 챔버의 감압이 완료되면 모든 사람을 안전하게 대피시킨다

화재 (Fire Hazard) – 다인용 챔버 내부

화재 (Fire Hazard) – 병원 화재

R-A-C-E

- 절차

1) 상황을 모니터링하며, 위험을 인지하면 치료를 중단 후 대피할 준비를 한다.
2) R(Remove) : 위협 받을 수 있는 모든 인원을 대피시킨다.
3) A(Alarm) : 화재 경보기를 활성화하고 병원 내 자위 소방대에 연락한다.
4) C(Contain) : 연기 확산을 방지하기 위해 문과 방화 셔터를 내린다.
5) E(Evacuate/Extinguish fire) : 해당 자리에서 대피 또는 불을 진화한다.

화재 (Fire Hazard) – 병원 화재

화재 발생 시 대응 지침
- 다인용 치료실 -

화재 발견 및 신고

"불이야" 외침	화재 발신기(벨)	화재 신고
• "불이야"외친 후 가까운 곳에 사실을 있는 직원에게 화재 알리고 도움 요청	• 가장 가까운 곳의 화재 발신기 누르기	• 원내 1119 : 화재 발생 상황 전파, 발신기 작동, 화재 발생 장소 등 상세하게 신고 • Code red 방송

산소 차단 및 치료 종료

Inside attendant (IA)	Operator
• 화재 발견 즉시 operator에게 화재 발생 사실 알림 • 멸균 증류수를 이용하여 초기 화재 진화 • 초기 화재 진화 실패 시, 소방 스위치(화재진압시스템) 작동(operator와 상의) • operator와 소통하며 chamber 내부 상황을 전달 및 환자 통솔 • Chamber 내부의 연기로 호흡이 어려울 경우 마스크 착용 유지	• 화재 발생 인지 즉시 마스크 유입 O_2 →Air로 전환 • IA가 내부에서 초기 진화에 실패하는 경우, 소방 스위치(화재진압시스템)를 작동시켜 진화를 시도 • 진화 되지 않는 경우, 적색 긴급 배기 버튼을 사용하여 빠르게 치료 종료(비상 배기 버튼이 작동하지 않는다면 수동 비상 감압) • 초기 진화가 된 경우, 치료 유지 여부는 고압당직전문의가 결정(IA와 내부 상황에 대해 소통 후 결정)

① 소방스위치
: 덮개를 열고 우측으로 돌려서 활성화

② 산소 차단
: O_2 → Air로 돌려서 끄기

③ 긴급배기
: 덮개 열고 [긴급배기버튼] 눌러서 감압

④ 환기밸브
: 왼쪽으로 완전히 돌려서 빠르게 감압
감압밸브 같이 사용

공기가압밸브
: 열려있는 상태 [일직선]여야 소방 스위치 작동 시 챔버 내부로 물이 분사

① 소방 밸브
: 열려 있어야 [배관과 일직선 방향] 소방 스위치 작동

치료 시작 전 산소 밸브와 같이 열어두기

환자 대피

화재 시 행동지침에 따라 환자 대피 (게시판에 부착되어 있음)
- Chamber 외부에서 화재 발생 시, chamber가 열리면 산소가 실내로 유출되며, 환자 의복이 산소 포화상태가 되므로 화재가 번지지 않도록 주의 및 안전한 상황에서 대피
- 비상 감압하여 종료한 경우,
  고압산소치료센터 담당 전문의의 지시에 따라 환자들을 고압산소치료 가능한 인근 병원으로 이송

화재 발생 시 대응 지침
- 일인용 치료실 -

화재 발견 및 신고

"불이야" 외침	화재 발신기(벨)	화재 신고
• "불이야"외친 후 가까운 곳에 사실을 있는 직원에게 화재 알리고 도움 요청	• 가장 가까운 곳의 화재 발신기 누르기	• 원내 1119 : 화재 발생 상황 전파, 발신기 작동, 화재 발생 장소 등 상세하게 신고 • Code red 방송

"불이야"외침부터 경보 및 신고는 거의 동시에 이루어지도록 한다.
화재 발견자는 "불이야"를 외쳐 도움을 요청하고 초기 진화를 시도한다.

산소 차단 및 치료 종료

1.Chamber 내부 화재 시, 모든 치료 즉시 종료 2.Chamber 외부 화재 시, 소화기로 초기진화 먼저 시도

1. Chamber 뒤 벽면의 valve 창 열기
2. O_2 valve를 닫아서 산소를 차단

← 왼쪽 그림과 같이 밸브 잠그기

적색 긴급 배기 버튼을 사용하여 빠르게 종료

긴급 배기 버튼이 작동하지 않는 경우, 수동 비상 감압하여 종료

EMERGENCY EXHAUST (긴급배기) : 눌러서 감압
EXHAUST VALVE (감압밸브)
: OPEN 방향으로 돌려서 감압

환자 대피

화재 시 행동지침에 따라 환자 대피 (게시판에 부착되어 있음)
- Chamber 외부에서 화재 발생 시, chamber가 열리면 산소가 실내로 유출되며, 환자 의복이 산소 포화상태가 되므로 화재가 번지지 않도록 주의 및 안전한 상황에서 대피
- 비상 감압하여 종료한 경우,
  고압산소치료센터 담당 전문의의 지시에 따라 환자들을 고압산소치료 가능한 인근 병원으로 이송

Korean Academy of
Undersea and Hyperbaric Medicine

Thank you

대한고압의학회
Korean Academy of Undersea and Hyperbaric Medicine