

연구실 안전 표준 교재

실험 전·후 안전 II





안전한 실험 수행은
모든 연구개발의 출발점입니다.

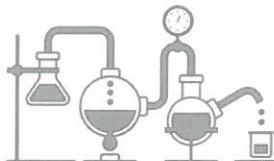
All research and development start
from performing safe experiment.

연구실 안전 표준 교재

실험 전·후 안전 Ⅱ



CONTENTS



실험 전·후 안전 I

실험 전 안전편

CHAPTER 1 개인보호구 및 연구실 안전시설

CHAPTER 2 GHS/MSDS의 활용

CHAPTER 3 화학약품의 분류 및 보관

실험 전·후 안전II

실험 후 안전편

들어가며

연구실 기본 안전 수칙

CHAPTER

1

실험 폐기물의 처리

1. 실험 폐기물의 종류
2. 실험 폐기물의 처리
3. 연구실 폐기물 스티커의 사용
4. 실험 폐기물 관련 사고 사례 및 예방

CHAPTER

2

응급처치 요령

1. 응급처치
2. 심폐소생술
3. 상처처치
4. 화상처치
5. 부상 종류에 따른 응급처치
6. 화학물질의 노출에 따른 응급처치

참고문헌

7

연구실 안전 표준 교재



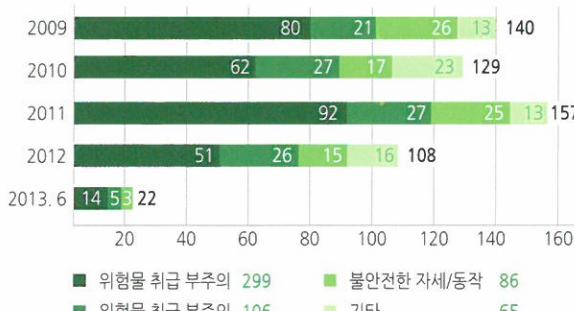
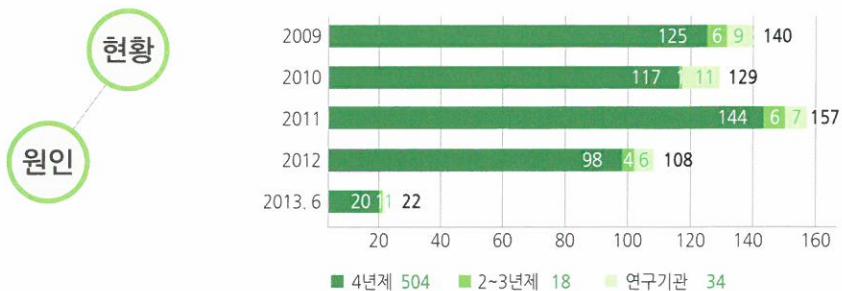


들어가며

'연구실 안전환경 조성에 관한 법률(이하 연안법)'은 과학기술 분야 연구실 안전의 확보와 연구실 사고로 인한 피해의 보상을 통해 연구자원의 효율적 관리 및 과학기술 연구개발활동 활성화를 목적으로 제정되었다. 이에 따라 정부는 다양한 연구실 안전환경 사업을 시행해왔으며, 연구실 안전 교육·훈련 정착을 통해 안전한 연구문화 기반 마련을 위한 지원을 지속적으로 추진하고 있다.

최근 다양한 산업 현장 및 연구실 사고가 꾸준히 증가함에 따라 실험 전·후에 반드시 준수해야 할 기본적인 안전 사항에 대한 중요성이 더욱 강조되고 있다. 2013년 미래창조 과학부 국정감사에 따르면 2009~2013년 상반기까지 556건의 연구실 사고가 발생했으며, 이 중 94%가 대학 및 연구기관에서 일어난 것으로 나타났다. 2014년 사고의 발생 건수는 총 177건에 이르는 것으로 집계 되었으며, 특히 유사한 대학 내 연구실 사고가 반복되어 발생된 것으로 조사되었다. 연구실 안전사고의 원인 중 88%가 부주의에 의한 사고로 나타났으며, 대부분 기계·기구 사용, 위험물 취급, 불안전한 자세 등으로 인한 부주의가 대다수 인 것으로 알려졌다. 이는 연안법에 의해 연구활동종사자가 안전 교육을 의무적으로 이수해야 함(반기별 6시간)에도 불구하고, 소속기관의 저조한 안전교육 시행률(대학 49.3%, 연구기관 43.9%)에 의해 연구활동종사자가 기본적인 안전에 관한 사항을 충분히 숙지하지 못한 것으로 풀이된다. 이에 따라 연구 현장에서는 연구실 안전 교육·훈련에 대한 중요성을 재인식하고 교육·훈련 활성화를 위한 교육대상별·분야별·수준별 교육 콘텐츠의 요구가 꾸준히 제기되고 있다.

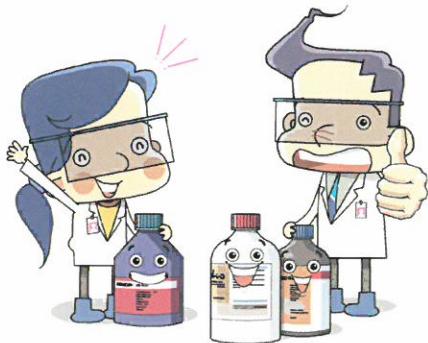
2009~2013년 상반기 연구실 사고 발생 현황 및 원인



따라서 안전관리부서 담당자는 물론 대학원생 및 연구원 등 연구활동종사자들이 활용할 수 있는 “실험 전·후 안전(I, II)” 교재를 통해 해당 분야의 기본 개념과 사고 사례를 전달함으로써, 연구실 안전사고로 인한 인명 및 재산 피해를 예방하고 연구 활동에 전념 할 수 있는 안전한 연구 환경을 조성하고자 한다. “실험 전·후 안전(I, II)” 교재는 연구 활동종사자 개인의 안전 확보를 위한 적절한 보호구 선택과 사용법, 실험 전 숙지해야 할 MSDS 활용법 및 화학물질 보관법, 실험 후 발생되는 폐기물의 안전하고 적절한 처리법 으로 구성하였다.

2014년 연구실 사고 사례

- 2. 13 **빙그레 공장 폭발 사고**
(암모니아 탱크 배관 폭발, 4명 사망)
- 4. 15 **안산 단원구 화학물질 제조공장 폭발 사고**
(2층 연구실 폭발과 함께 화재 발생)
- 4. 21 **울산 현대중공업 화재사고**
(LPG 운반선 화재, 2명 사망 및 2명 부상)
- 7. 31 **여수조선소 암모니아 누출사고**
(암모니아 누출, 1명 사망 및 21명 부상)



또한 전문적인 상황별·부상별 응급처치 요령을 제공하여 실험 전·후에 발생할 수 있는 다양한 안전사고의 유형에 대해 숙지하고 예방할 수 있도록 하며, 실제 응급상황 발생 시 빠르고 정확하게 대처할 수 있도록 실질적 지식과 실제 연구 현장의 다양한 사고 사례를 중심으로 내용을 구성하였다.

연구실 기본 안전 수칙

○ 연구활동종사자의 보호

- 모든 연구활동종사자는 실험을 하는 동안 발끝을 덮는 신발을 착용하여야 한다. 가죽 끈으로 된 신발, 발끝이 드러나는 신발, 샌들 등은 보호신발로 적절하지 않다.
- 긴 머리는 부상을 방지하기 위하여 뒤로 묶어야 한다.
- 청결한 실험복을 실험을 하는 동안 항상 착용하여야 한다. 실험복은 실험실을 떠날 때 탈의 하여야 한다.(오염된 실험복은 잠재적으로 화학물질 접촉과 감염의 원인이 될 수 있으므로 주의한다.)
- 모든 실험실과 지정된 장소에서 눈 보호구의 착용이 요구될 경우 보안경은 항상 착용하여야 한다.

○ 연구실 안전사고 예방

- 연구활동종사자는 모든 미생물 표본을 전염성이 있는 것으로 간주하고 다루는 미생물 표본의 안전한 취급을 위하여 요구되는 조건에 따라야 한다.
- 방사선 발생원(레이저, 자외선 방사선 물질 또는 아크 램프 등)은 연구실책임자의 지시와 감독 하에 사용하여야 한다.

○ 실험 · 실습 시 기본

- 학생들은 연구실책임자의 허락 없이 어떠한 전처리 실험실에도 들어가는 것을 허락하지 않는다.
- 실험실에서의 인가되지 않는 실험은 엄격히 금지한다. 시간표 이외의 시간에 실험실의 사용을 원하는 연구활동종사자들은 그들의 연구실책임자로부터 허가를 받아야 한다.
- 실험실 탁자 위에 앉는 것을 금지하고, 실험실 내부나 복도에서 뛰지 않도록 한다.
- 실험실 내에서 식음료(음료수병을 포함)를 섭취하여서는 안 된다.
- 버너의 올바르고 안전한 사용은 연구실책임자의 설명에 따른다.
- 입을 이용한 피펫팅은 금지한다.

연구실 기본 안전 수칙

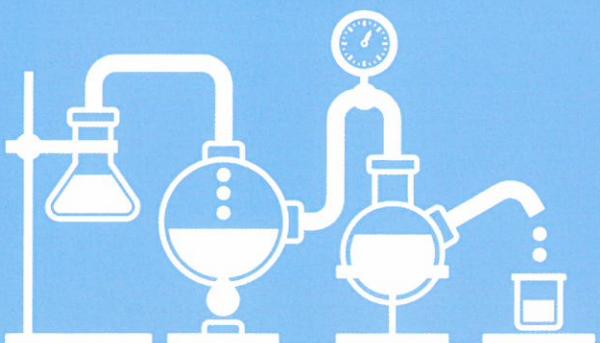
○ 실험 · 실습 후 기본

- 망가진 장비나 깨진 유리 기구는 연구실책임자에게 알려야 한다.
- 실험 · 실습 공간은 청결하게 한다. 깨진 유리조각, 날카로운 물건 및 실험실 폐기물은 실험실 내 표시된 쓰레기통에 버린다. 폐기물은 싱크대에 놓아두거나 방치하지 않도록 한다. 그리고 폐기물을 연구실책임자의 허락 없이는 싱크대에 버리지 않도록 한다.
- 누출 된 물질은 즉시 닦아내도록 한다. 시약, 액체 또는 실험기구는 연구실책임자의 허가없이 실험실 외부로 반출해서는 안 된다.
- 생물 시료와 접촉한 장갑은 특별히 표시된 바이오페기물통 안에 폐기하도록 한다.
- 실험실을 떠나기 전에 항상 손을 씻도록 한다.

○ 비상 상황 시 대처

- 비상시와 비상탈출 절차에 익숙해져야 한다.
- 실험 · 실습실이 있는 건물의 모든 작업구역과 비상구의 위치를 알고 있도록 한다.
- 실험실의 안전시설을 알고 있어야 한다.(비상 샤워기, 안구 세정기, 소화기 위치 등)
- 보행로나 소방통로를 방해하지 않도록 어떠한 장애물(실험기구, 폐 기자재 등)도 배치하지 않는다.
- 실험실 내에서의 상해, 질병 및 사건보고 양식에 모든 사고와 작은 실수까지 보고하고 기록 한다.
- 비상사태 및 비상탈출 훈련을 실시할 때에는 실험실로부터 외부 계단이나 가장 가까운 비상 탈출구로 신속하고 안전하게 이동한다. 빌딩 내로 들어가도록 허락될 때까지 그곳에서 기다린다.

연구실 안전 표준 교재
실험 후 안전편





CHAPTER

1

실험 폐기물의 처리

1. 실험 폐기물의 종류
2. 실험 폐기물의 처리
3. 연구실 폐기물 스티커의 사용
4. 실험 폐기물 관련 사고 사례 및 예방



1

CHAPTER

Safety After the Experiment

실험 폐기물의 처리



실험 폐기물은 그 종류가 다양하고 조성이 불명확한 경우가 많아, 예기치 못한 안전사고를 일으킬 가능성이 높다. 따라서 연구활동종사자는 성질에 따른 분별 수집 및 올바른 처리를 통하여, 안전한 연구 환경을 조성해야 한다.

1. 실험 폐기물의 종류

연구실에서 발생되는 폐기물 관리는 발생 전 및 발생 후로 나눌 수 있다. 발생원에서의 감량(Source reduction) 및 내부 순환(Internal recycle)에 의한 관리 방법이 가장 바람직하다. 그러나 발생 전에 완벽하게 해결할 수는 없어 발생 후 처리기술에 의존할 수 밖에 없다.

실험실에서 발생하는 폐기물은 실험기구, 장비로부터 제품, 화학약품에 이르기까지 그 종류가 다양하다. 실험실 폐기물은 비록 그 양이 많지는 않아도 종류가 다양하고 조성이 불명확한 경우가 많아 연구자는 물론 이를 회수 처리하는 사람과 설비에 상당한 유해·위험성을 줄 수 있다.

(1) 실험 폐기물의 분류

실험 폐기물은 크게 일반 폐기물, 화학 폐기물, 생물 폐기물, 의료 폐기물, 방사능 폐기물, 배기가스 등으로 구분할 수 있다. 연구 활동에서 발생되는 유기계 폐액, 무기계

폐액, 산 폐액, 알카리 폐액, 수은계 폐액, 폐유 등 화학 폐기물들의 유독성, 발화성, 부식성, 혹은 반응성 화학 약품류를 비롯하여 바이오 폐기물이나 방사능에 오염된 폐기물 등의 처리는 거의 모든 연구소와 대학 연구실에서 차츰 더 어려운 문제로 부각되고 있어 연구자의 각별한 관심과 회수 처리하는 사람과의 긴밀한 협조가 요구된다.

① 지정 폐기물의 종류(폐기물 관리법 제 3조, 2013. 5. 28)

a. 특정 시설에서 발생되는 폐기물

- 폐합성고분자 화합물: 폐합성수지, 폐합성고무
- 오니류: 폐수처리오니, 공정오니
- 폐농약

b. 부식성 폐기물

- 폐산: 액체상태, pH2 이하
- 폐알칼리: 액체상태, pH12.5 이상

c. 유해물질 함유 폐기물

- 광재
- 분진
- 폐주물사 및 샌드블라스트 폐사
- 폐내화물 및 재벌구이 이전에 유약을 바른 도자기 조각
- 소각재
- 안정화 또는 고형화 처리물
- 폐족매
- 폐흡착제 및 폐흡수제

d. 폐유기용매

- 할로겐족
- 기타 폐유기용제

- e. 폐페인트 및 폐락카
- f. 폐유: 기름 성분 5 % 이상 함유
- g. 폐석면
- h. 폴리클로리네이티드비페닐 함유 폐기물
- i. 폐유독물
- j. 의료 폐기물
- k. 기타 주변 환경을 오염시킬 수 있는 유해한 물질로서 환경부 장관이 정하여 고시하는 물질

② 의료폐기물의 종류(폐기물 관리법 제 4조, 2013. 5. 28)

a. 격리의료폐기물

「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」 제2조 제1호의 감염병으로부터 타인을 보호하기 위하여 격리된 사람에 대한 의료행위에서 발생한 일체의 폐기물

b. 위해 의료폐기물

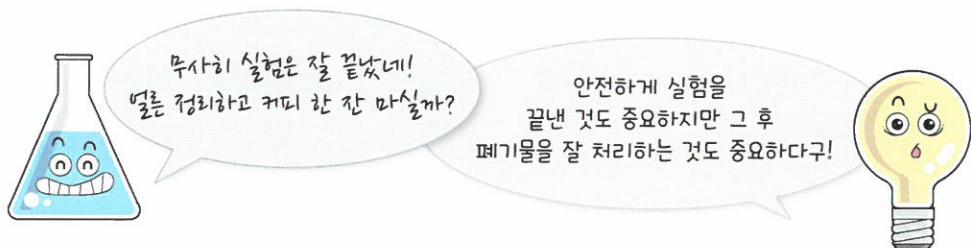
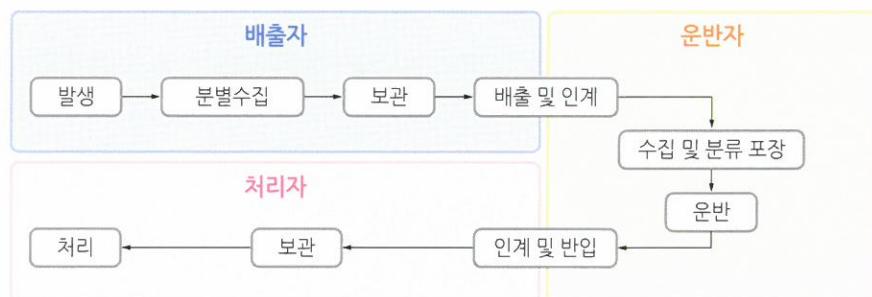
- **조직물류 폐기물**: 인체 또는 동물의 조직 · 장기 · 기관 · 신체의 일부, 동물의 사체, 혈액 · 고름 및 혈액생성물(혈청, 혈장, 혈액제제)
- **병리계 폐기물**: 시험 · 검사 등에 사용된 배양액, 배양용기, 보관균주, 폐시험관, 슬라이드, 커버글라스, 폐배지, 폐장갑
- **손상성 폐기물**: 주사바늘, 봉합바늘, 수술용 칼날, 한방침, 치과용침, 파손된 유리 재질의 시험기구
- **생물 · 화학 폐기물**: 폐백신, 폐항암제, 폐화학치료제
- **혈액오염 폐기물**: 폐혈액액, 혈액투석 시 사용된 폐기물, 그 밖에 혈액이 유출될 정도로 포함되어 있어 특별한 관리가 필요한 폐기물

③ 일반 의료 폐기물

혈액 · 체액 · 분비물 · 배설물이 함유되어 있는 탈지면, 붕대, 거즈, 일회용 기저귀, 생리대, 일회용 주사기, 수액세트

(2) 실험 폐기물에 대한 정보

연구실에서 발생되는 폐기물의 처리를 하기 전에는 폐기물의 부식성, 산화성, 발화성(공기 또는 물과의 반응성), 유독성 등 그 폐기물의 성질 및 특성을 GHS/MSDS 통하여 잘 숙지하고, GHS/MSDS의 폐기 시 주의 사항에 따라서 처리해야 한다. 폐기물의 특징을 충분히 인지하지 못하는 경우 폐기물에 의한 안전사고 및 환경오염을 발생할 수 있으므로 반드시 올바른 처리 절차에 따라 처리해야 한다.



2. 실험 폐기물의 처리

(1) 연구실 폐기물의 처리 시 사전 숙지 사항

- ① 처리해야 되는 폐기물에 대한 사전 유해·위험성을 평가하고 숙지해야 한다.
- ② 화학반응이 일어날 것으로 예상되는 물질은 혼합하지 않아야 한다.
- ③ 폐기하려는 화학물질은 반응이 완결되어 안정화되어 있어야 한다.
- ④ 화학물질의 성질 및 상태를 파악하여 분리, 폐기해야 한다.
- ⑤ 가스가 발생하는 경우, 반응이 완료된 후 폐기 처리한다.
- ⑥ 적절한 폐기물 용기를 사용해야 한다.
- ⑦ 수집 용기에 적합한 폐기물 스티커를 부착 및 기록 유지해야 한다.
- ⑧ 폐기물이 누출되지 않도록 뚜껑을 밀폐하고, 누출 방지를 위한 키트를 설치한다.
- ⑨ 폐기물의 장기간 보관을 금지한다.
- ⑩ 만약의 상황을 대비하여 개인 보호구와 비상사유기, 세안기, 소화기 등 응급안전장치가 설비되어 있어야 한다.



그림 1-2 실험 폐기물 구분 처리 방법

(2) 폐기물의 최소화 방안

연구자들은 폐기물 처리에 일차적인 책임이 있으며, 폐기물을 최소화하기 위해 노력해야한다. 폐기물 보관, 처리의 최소화를 위한 방안으로는 다음과 같은 사항들이 있다.

- ① 화학약품이 필요한 경우 포장 단위를 고려하여 최소한의 양을 구입한다.
- ② 실험 전 철저한 실험 계획을 수립하여 가능한 한 최소량의 화학약품을 사용하고 반복 확인 실험은 최소화한다.
- ③ 화학약품은 모두 기록하여 타인이 활용할 수 있도록 공개한다.
- ④ 개봉된 화학약품은 오염되지 않도록 주의하여 관리한다.
- ⑤ 합성된 화학물질을 일시 보관 할 경우 관리자 및 취급 주의사항 등을 상세히 기재하여야 한다.

(3) 화학 폐기물의 처리

화학 폐기물은 실험 후 발생하는 액체, 고체, 슬러지 등의 화학물질과 유효기간이 지난 화학약품으로써 더 이상 실험 활동에 필요하지 아니하게 된 화학물질이다. 이러한 화학 폐기물은 화학 물질이 가지고 있는 부식성, 산화성, 공기 또는 물과의 반응성, 유해성 등의 특성을 유지하거나 새로운 화학물질이 합성되어 유해·위험성이 실험 전의 화학 물질보다 더 커질 수 있으므로 주의를 기울여야 한다.

① 폐유기 용제

용매, 솔벤트 등 액체 상태의 모든 유기화합물질

a. 할로겐족 유기용제

Cl, F, Br, I 등을 포함한 Dichloromethane, Trichloromethane, Tetrachloromethane, Dichlorodifluoromethane, Trichlorofluoromethane, Dichloroethane, Trichloroethane, Trichlorotrifluoroethane, Trichloroethylene, Tetrachloroethylene, Chlorobenzene, Dichlorobenzene, Monochlorophenol, Dichlorophenol, Trichlorophenol Ethylene

Dibromide, Organicfluorides, Methyl Iodide 등으로 발암성 물질로 처리에 신중을 기해야 하며 다음 중 하나의 방법으로 처리한다.

- 분리 · 증발 · 추출 · 농축 방법으로 처리한 후 그 잔재물은 고온 소각한다.
- 중화 · 산화 · 환원 · 중합 · 축합 등의 방법으로 처리한다.

b. 비 할로겐 유기용제

아세톤, 각종 알콜, 벤젠, 헥산 등은 다음 중 하나의 방법으로 처리한다.

- 분리 · 증발 · 추출 · 농축방법으로 처리한 후 그 잔재물은 고온 소각한다.
- 중화 · 산화 · 환원 · 중합 · 축합 등의 방법으로 처리한다.

② 유해 물질 함유 폐기물

잠재적 위험성을 함유한 고형화된 폐기물, 폐촉매, 폐흡수제, 폐흡착제, 실리카 등은 다음 중 하나의 방법으로 처리한다.

- 지정 폐기물을 매립할 수 있는 관리형 매립시설에 매립한다.
- 고온 소각한다.

③ 부식성 물질

동물 또는 인체 피부 접촉 시 피부조직(세포)을 파괴시키는 물질로써 pH 2 이하의 강한 산 또는 pH 12.5 이상의 알칼리 물질 등 액체상태의 폐기물이 있다.

a. 부식성 산류

농도 20% 이상인 질산, 염산, 황산 과 농도 60% 이상인 인산, 불산, 아세트산 등

b. 부식성 염기류

농도 40% 이상인 수산화나트륨 용액, 수산화칼륨 용액, 암모니아 등은 다음 중 하나의 방법으로 처리 한다.

- 다른 폐기물과 섞이지 않도록 산성과 알칼리성 폐기물은 따로 분리 보관한다.
- 산 및 염기 폐기물은 가능하면 중화한다. 중화 시 산에는 염기를, 염기에는 산을 적당한 비율로 혼합하여 pH 7에 균접하도록 중화한다.
- 산화 · 환원의 반응을 이용하여 처리한 후 응집 · 침전 · 여과 · 탈수의 방법으로 처리한다.
- 증발 · 농축의 방법으로 처리한다.
- 분리 · 증류 · 추출 · 여과의 방법으로 정제 처리한다.

④ 발화성 물질(공기 또는 물과의 반응성 물질)

대기 중에서 물질 스스로 발화가 용이하며 물과 접촉하면 발화하면서 가연성 가스를 발생하는 물질을 말한다. 발화성 물질에 속하는 위험물은 주기율표의 1~3족에 속하는 금속 원소의 덩어리나 분말 등으로 금속칼륨, 금속나트륨, 탄화칼슘(카바이트), 마그네슘 분말, 알킬리튬, 알킬알미늄 등 물과 작용해서 발열 반응을 일으키거나 가연성 가스를 발생시켜 연소 또는 폭발하는 물질들이다. 가연성 고체인 황화인, 적린, 유황, 철분, 금속분말, 인화성고체 등이 비교적 저온에서 점화하기 쉬운 가연성 물질이다. 이들은 완전히 반응시키거나 산화시켜 고형물질로 폐기하거나 용액으로 만들어 폐기 처리해야 한다.

⑤ 산화성 물질

산화력이 강하고 가열, 충격 및 다른 화학물질과의 접촉 등으로 인하여 격렬히 분해되어 반응하는 물질이다. 가열, 충격, 마찰 등을 가하지 않도록 취급에 주의하고, 분해를 촉진시킬 수 있는 연소성 물질과 철저히 분리 보관해야 한다. 또한 환기 상태가 양호하고 서늘한 장소에 보관해야 한다. 특히 과염소산을 폐기 처리할 때 황산이나 유기화합물들과 혼합하게 되면 폭발을 일으킬 수 있으므로 특별히 주의해야 한다.

⑥ 독성 물질의 폐기

냉각 · 분리 · 흡수 · 소각 등의 처리공정을 통하여 독성 물질이 외부로 방출되지 않도록 주의하여 처리한다. 독성 물질이 외부로 누출될 때 감지 · 경보할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.

⑦ 기타 폐기물

화학약품을 모두 사용한 물질로서 시약/약품공병, 깨진 초자류, 화학물질이 묻은 장갑, 실험용 기자재, 오염 포장지류 및 폐지 등 고형 폐기물이 있다.



그림 1-3 종류별 폐액 전용 용기(20L HDPE)



그림 1-4 SUS 재질의 폐기물통



그림 1-5 바이오 폐기물통



그림 1-6 인화성 안전 폐액통
(자동 Vent로 폭발 방지)

(4) 폐기 시 주의를 요하는 화학 폐기물

① 폭발성 물질

폭발성 물질은 산소나 산화제의 공급이 없이 가열, 마찰, 충격 또는 다른 화합물질과의 접촉 등으로 격렬한 반응을 일으켜 폭발할 수 있는 물질이다. 가연성 물질이면서 질소와 산소를 함유하는 초산에스테르류, 니트로화합물, 아조화합물, 이산화질소화합물 및 유기과산화물 등이 있다. 아래와 같은 화합물은 폭발성이 있으므로 취급 시 특별히 주의를 기울여야 한다.

- 염소산 칼륨: 갑작스런 충격이나, 고온으로 가열 시 폭발한다.
- 아세틸렌과 중금속의 화합물: 질산은이나 황산구리의 용액에 아세틸렌을 통하여 얻은 물질은 건조할 때 폭발하기 쉽다.
- 질산은과 암모니아수: 질산은에 암모니아수를 가한 것을 방치할 경우 폭발성이 있는 물질을 생성한다.
- 과산화수소: 진한 과산화수소수(30~50%)와 금속, 금속의 산화물, 탄소 가루를 혼합하면 폭발하기 쉽다.
- 질산 + 유기물 또는 황산 + 과망간산칼륨을 혼합 시 폭발 위험성이 있다.

② 과산화물 형성 물질

과산화물은 충격, 마찰, 열과 접촉 시 폭발할 수 있어 저장 및 폐기물 처리에 각별한 주의가 필요하다. 과산화물 형성 물질은 불포화 화합물로 낮은 온도나 실온에서도 산소와 반응하거나 과산화 화합물을 형성한다. 특히 농축된 과산화물 결정이 유리 용기의 바닥, 뚜껑에 생성될 경우, 제거 혹은 개봉 시 심각한 폭발을 야기할 수 있다. 다음 표의 과산화물 형성 물질의 분류에 따른 물질 목록을 참고하여 폐기 시 각별한 주의를 기울이도록 한다.



과산화 화합물의 제거

- 활성 알루미나를 이용하는 방법: 활성 알루미나 채워진 관에 과산화물이 포함된 용매를 통과시키면 과산화 화합물을 제거 할 수 있다.
- FeSO_4 나 Na_2SO_4 와 같은 환원제 용액에 peroxide 화합물을 넣고 흔들어 주면 과산화 화합물이 제거된다. 또는 폐기하기 전에 희석하여 폐기물 통에 수집할 수 있다.

a. Class I

낮은 분자량을 가지는 불포화 화학물질로 격렬한 중합반응이 진행되거나 과산화물 형성으로 위험을 초래할 수 있는 물질이다. 6개월 마다 과산화물 형성 여부를 확인하여 폐기해야 한다.

표 1-1 과산화물 형성 물질(Peroxide forming chemicals), Class I

Acrylic Acid	Styrene
Acrylonitrile	Tetrafluoroethylene
1,3-Butadiene	Vinyl Acetate
2-Chloro-1,3-Butadiene(Chloroprene)	Vinyl Acetylene
Chlorotrifluoroethylene	Vinyl Chloride
1,1-Dichloroethene	Vinyl Pyridine
Methyl Methacrylate	Vinylidene Chloride

b. Class II

증류. 혹은 증발과정에서 농축되면 위험한 과산화물질을 형성하는 물질이다. 6개월 마다 과산화물 형성 여부를 확인하여 폐기해야 한다.

표 1-2 과산화물 형성 물질(Peroxide forming chemicals), Class II

Acetal	Ethylene Glycol Dimethyl Ether (Glyme)
Cyclohexene	Furan
Cyclooctene	Isopropyl Benzene
Cyclopentene	Methylacetylene
Diacetylene	Methylcyclopentane
Dicyclopentadiene	Methylisobutyl Ketone
Diethylene Glycol Dimethyl Ether (Diglyme)	Tetrahydrofuran
Diethyl Ether	Tetrahydronaphthalene
Dioxane(P-Dioxane)	Vinyl Ethers

c. Class III

과산화물이 형성되면 폭발 가능성이 있는 물질이다. 개봉 후 3개월 이후 과산화물 형성 여부를 확인하여 폐기해야 한다.

표 1-3 과산화물 형성 물질(Peroxide forming chemicals), Class III

Divinyl Ether	Potassium Metal
Divinyl Acetylene	Potassium Amide
Diisopropyl Ether	Sodium Amide
1,1-Dichloroethene	

③ 발화성 물질(공기 또는 물과의 반응성 물질)

발화성 물질에 속하는 위험물은 주기율표의 1~3족에 속하는 금속 원소의 덩어리나 분말 등으로 금속칼륨, 금속리튬, 금속나트륨, 탄화칼슘(카바이트), 마그네슘분말 등 물과 작용해서 발열반응을 일으키거나 가연성 가스를 발생시켜 연소 또는 폭발하는 물질이다. 따라서 알칼리 금속을 폐기 처리 시에는 완전히 반응 혹은 산화시켜 고형 물질로 폐기하거나 용액으로 만들어 폐기 처리하여야 한다.

④ 감염성 폐기물

감염성 폐기물은 보건 위생적, 환경적 관리가 필요한 혈액 분비물, 인체조직 등 적출물, 탈지면, 실험동물의 사체 등을 말한다. 바이오 실험과 관련하여 사용 또는 배출되는 배양액, 배양용기, 슬라이드, 주사기, 커버글라스 외에 장갑 등 1회용 용품과 감염성 폐기물과 혼합되었거나 접촉한 폐기물 등을 감염성 폐기물로 분류한다.

감염성 바이오 물질은 화학약품과 달리 복제능력이 있으므로 대규모로 확산될 수 있다. 또한 화학약품은 ‘안전’ 범위의 것은 환경에 버리는 것이 허용되지만 병원성 유기체에 대한 방출의 ‘안전’ 범위는 없다.

a. 바이오 폐기물 관리

- 고체: 플라스틱판, 종이, 장갑

- 용기 외부에 바이오 위험물 스티커를 붙이고, 내부에는 가압 멸균 가능한 투명 쓰레기 봉지에 폐기물을 수거한다.
- 봉지가 거의 차면 가압 멸균기로 옮기고 가압 멸균 태그를 포함하여 봉지를 연 상태로 가압 멸균한다.
- 장비 사용법은 가압 멸균기의 종류에 따라 다르므로 매뉴얼을 숙지해야 한다.
- 가압 멸균기의 작동이 끝난 후에 폐기물을 냉각시킨다.
- 냉각 시 봉지를 닫고 태그를 고정시킨 다음 가압 멸균 처리된 폐기물을 쓰레기 용기에 넣는다.
- 가압 멸균 폐기물 기록을 완료한다.

- 액체: 배양액, 상증액, 매질

- 가압 멸균 처리하고 냉각시킨 후 배수구로 배출하거나 염소 또는 요오드화합물과 같은 화학적 살균제를 사용한다.
- 해당 농축액을 첨가한다.
- 농축은 살균제와 액체 폐기물의 양에 따라 다르다. 표백제의 경우 최종 농축은 10% 용량(예: 클로록스 표백제 1을 액체 폐기물 9 비율로 첨가)이어야 한다.
- 20분 동안 기다렸다가 배수구로 배출시킨다.

b. 날카로운 물체

바늘, 주사기, 면도날, 유리 슬라이드, 플라스틱 피펫, 유리(깨진 유리 포함), Pasteur pipet 팁

- 바이오로 오염된 날카로운 물체는 바이오 위험물 스티커가 붙은 Stericycle 천공 저항성 용기에 수거해야 한다.
- 용기의 옆쪽 라인이 채워지면 뚜껑을 완전히 닫아 고정시킨 다음 용기가 가득 찼다는 라벨을 붙인다.
- 용기가 가득 차면 수거 양식을 작성하여 정해진 절차에 따라 폐기한다.
- 날카로운 방사능 물체는 동위원소 반감기에 따라 방사선 안전 관리자가 제공하는 적절한 용기에 넣어야 한다.

c. 특수 실험 폐기물

- 동물, 동물 깔개
 - 모든 동물 사체는 처리하기 전에 먼저 동물실의 냉동고로 반환하여 보관해야 한다.
 - 냉동고에 넣기 전에 사체를 비닐봉지에 넣고 밀봉해야 한다.
 - 절차에 따라 동물 깔개를 처리한다.
- 사람 혈액, 체액, 조직
 - 인체 조직 및 기관은 소각해야 한다.
 - 인체 혈액, 체액 또는 조직과 접촉한 고체 폐기물은 가압 멀균 처리하거나 소각 해야 한다.
 - 오염된 액체 폐기물은 가압 멀균 처리하거나 10% 표백제를 사용하여 화학적으로 오염을 제거하고 20분 간 기다렸다가 배수구로 배출한다.

d. 바이오 유해 혼합물

- 폐기물과 연관된 화학적 위험요소를 증가시키지 않는 살균 처리를 통해 생체물질을 불활성화 시킨다.
- 일단 생체물질이 불활성화 되면 이 폐기물은 유해 화학 폐기물로 관리할 수 있다.

※ 가압 멀균 처리는 권장하지 않는다. 일부 화학물질은 열과 압력을 받으면 폭발하거나 휘발할 수 있다.

e. 바이오 방사능 혼합물

- 방사능 폐기물을 휘발시키지 않는 살균 처리를 통해 생체 물질을 불활성화 시킨다.
- 사용하는 살균제는 방사능 폐기물 보관 및 포장 규약(pH 등)에 적합해야 한다.
- 일단 생체 물질이 불활성화 되면 이 폐기물은 방사능 폐기물로 관리할 수 있다.
- 방사능 폐기물을 가압 멸균하는 것은 경우에 따라 다르다. 방사능이 방출되는 경우 가압 멸균은 권장하지 않는다.
- 자세한 내용은 방사선 안전 관리자에게 문의한다.

⑤ 폐기 시 사전 협의가 필요한 물질 목록

아래 표는 미국 UCSF에서 폐기물로 반출이 금지되어 있는 화학약품의 목록이다. 폐기하기 위해서는 폐기물 처리업체와 충분한 사전 협의가 필요하다.

표 1-4 폐기 시 사전 협의가 필요한 물질 목록

Acrolein, inhibited	Hydrogen cyanide, anhydrous
Arsine	Hydrogen selenide, anhydrous
Benzoyl peroxide	Methyl chloroformate
Boron trichloride	Methyl isocyanate
Chlorine pentafluoride	Methylchloromethyl ether
Cyanogen chloride, inhibited	Methylhydrazine
Diborane	Nickel carbonyl
Dinitroglycerine	Nitric oxide
Dinitromethane	Nitrourea, dry
Ethyleneimine, inhibited	Phosgene
Ethyl Perchlorate	Phosphine
Fluorine, compressed	Phosphorus pentafluoride
Hydrazine azide	Picric acid, dry
Hydrazine chlorate	Trinitrophenol

3. 연구실 폐기물 스티커의 사용

연구실 폐기물은 수집 시 부터 폐기물 스티커를 부착하여야 한다. 폐기물 스티커는 폐기물의 종류에 따라서 색상으로 구분할 수 있도록 제작한다.

(1) 폐기물 정보 작성 시 기재 사항

- ① 최초 수집된 날짜: 최초 폐기물을 수집하는 날짜를 자세하게 기록한다.
- ② 수집자 정보: 수집자 이름, 연구실, 전화번호 등을 상세히 기록한다.
- ③ 폐기물 정보

a. 용량

대략적인 용량을 “kg”이나 “L”로 표시한다. 운반도중 넘치지 않을 정도인 70%로 채운다.

b. 상태

가급적 단일 화학종을 수집하도록 노력하고 다음의 사항을 기재한다.

- 수용액: 수용액의 경우 pH paper를 이용하여 대략적인 pH를 기록한다.
- 혼합물질: 모든 혼합물질의 화학물질명과 농도를 명확히 표기한다.
- 유기용매: 화학물질명을 명확히 표기한다.

c. 화학물질명

포함하고 있는 모든 화학종을 기록하고 대략적인 농도를 %로 나타낸다.

d. 잠재적인 위험도

폭발성, 맹독성 등은 운반이나 전문 처리 업자에게 중요한 정보이다. 잠재적인 위험을 가진 경우 해당사항에 모두 기록하여 취급 시 주의하도록 한다.

e. 폐기물 저장소 이동 날짜

기관 내 폐기물 저장소로 이동한 날짜를 기록한다.

무기물질 CHEMICAL WASTE 무기물질 (Inorganic Substance) 폐기물 정보 (Waste Information) 수집시기: 00년 00월 00일 YYYY MM DD Chemical Name (S) Volume (L) • 주의사항 (Matters that require attention) 위험 정보 (Hazard Category) 발생자 정보 (Generator Information) 제작연도: 00년 부서: 화학과 관리인: 김민수 Wear Your Personal Protective Equipment! Handle with Care!!! <small>For help call Safety & Security Team</small>	알카리 CHEMICAL WASTE 알 카 리 (Alkali) 폐기물 정보 (Waste Information) 수집시기: 00년 00월 00일 YYYY MM DD Chemical Name (S) Volume (L) • 주의사항 (Matters that require attention) 위험 정보 (Hazard Category) 발생자 정보 (Generator Information) 제작연도: 00년 부서: 화학과 관리인: 김민수 Wear Your Personal Protective Equipment! Handle with Care!!! <small>For help call Safety & Security Team</small>	폐산 CHEMICAL WASTE 폐 산 (Acid) 폐기물 정보 (Waste Information) 수집시기: 00년 00월 00일 YYYY MM DD Chemical Name (S) Volume (L) • 주의사항 (Matters that require attention) 위험 정보 (Hazard Category) 발생자 정보 (Generator Information) 제작연도: 00년 부서: 화학과 관리인: 김민수 Wear Your Personal Protective Equipment! Handle with Care!!! <small>For help call Safety & Security Team</small>	오일 CHEMICAL WASTE 오 일 (Oil) 폐기물 정보 (Waste Information) 수집시기: 00년 00월 00일 YYYY MM DD Chemical Name (S) Volume (L) • 주의사항 (Matters that require attention) 위험 정보 (Hazard Category) 발생자 정보 (Generator Information) 제작연도: 00년 부서: 화학과 관리인: 김민수 Wear Your Personal Protective Equipment! Handle with Care!!! <small>For help call Safety & Security Team</small>
폐시약 CHEMICAL WASTE 폐 시 약 (Reagent) 폐기물 정보 (Waste Information) 수집시기: 00년 00월 00일 YYYY MM DD Chemical Name (S) Volume (L) • 주의사항 (Matters that require attention) 위험 정보 (Hazard Category) 발생자 정보 (Generator Information) 제작연도: 00년 부서: 화학과 관리인: 김민수 Wear Your Personal Protective Equipment! Handle with Care!!! <small>For help call Safety & Security Team</small>	할로겐유기용제 CHEMICAL WASTE 할로겐유기용제 (Halogenated Organic Solvent) 폐기물 정보 (Waste Information) 수집시기: 00년 00월 00일 YYYY MM DD Chemical Name (S) Volume (L) • 주의사항 (Matters that require attention) 위험 정보 (Hazard Category) 발생자 정보 (Generator Information) 제작연도: 00년 부서: 화학과 관리인: 김민수 Wear Your Personal Protective Equipment! Handle with Care!!! <small>For help call Safety & Security Team</small>	비할로겐유기용제 CHEMICAL WASTE 비할로겐유기용제 (Non-Halogenated Organic Solvent) 폐기물 정보 (Waste Information) 수집시기: 00년 00월 00일 YYYY MM DD Chemical Name (S) Volume (L) • 주의사항 (Matters that require attention) 위험 정보 (Hazard Category) 발생자 정보 (Generator Information) 제작연도: 00년 부서: 화학과 관리인: 김민수 Wear Your Personal Protective Equipment! Handle with Care!!! <small>For help call Safety & Security Team</small>	기타 폐기물 CHEMICAL WASTE 기타폐기물 (Etcetera Waste) 폐기물 정보 (Waste Information) 수집시기: 00년 00월 00일 YYYY MM DD Chemical Name (S) Volume (L) • 주의사항 (Matters that require attention) 위험 정보 (Hazard Category) 발생자 정보 (Generator Information) 제작연도: 00년 부서: 화학과 관리인: 김민수 Wear Your Personal Protective Equipment! Handle with Care!!! <small>For help call Safety & Security Team</small>

그림 1-7 폐기물 스티커 사용 예

4. 실험 폐기물 관련 사고 사례 및 예방

(1) 사고 사례

미분류 혼합된 폐액 용기를 이동 수거하면서 또는 장기 보관 시 격렬 반응으로 가스가 배출됨으로써 가압된 용기가 폭발하는 사례를 보면 아래와 같다.



① 혼합 폐수 내 반응으로 인한 폭발 발생 |

- 사고 개요: 혼합한 폐수 성분 중 반응성이 강한 물질의 반응으로 인한 폭발 사고
- 사고 원인: 폐수 내 Dichlorodimethylsilane, Benzoyl chloride 등의 반응성이 높은 물질의 격렬한 반응으로 발생한 열에너지와 가스로 인해 가압된 폐액 용기의 폭발

② 혼합 폐수 내 반응으로 인한 폭발 발생!!

- 사고 개요: 폐수통의 폐수가 화학반응을 일으켜 발생한 폭발 사고
- 사고 원인: 사고 발생 주위의 시약 누출. 반응이 일어날 수 있는 화학물질의 혼합 폐기

③ 누출된 폐수 혼합으로 인한 폭발 발생

- 사고 개요: 후드에 보관한 폐액통의 파열로 인한 사고
- 사고 원인: 에틸알콜 등의 유기폐액 혼합물이 잔존하는 용기에 질산을 넣어 발생한 열에너지와 가스로 인해 가압된 폐액 용기의 파손, 개인보호구 미착용

④ 장시간 방치된 폐기물로 인한 화재 발생

- 사고 개요: 실험 후 남은 아연 분말을 PVC 휴지통에 폐기하여 발생한 사고
- 사고 원인: 버려진 아연 분말이 공기 중의 수증기와 장시간 반응하여 발화

⑤ 미분류 폐기로 인한 화재 발생

- 사고 개요: 나트륨 폐기 시 화재 사고
- 사고 원인: 완전히 산화되지 않은 나트륨과 물의 폭발적인 반응으로 수소 발생, 강한 알칼리 수용액의 비산 위험성 미인지, 발생한 수소로 인한 화재 위험성에 대한 무지, 개인보호구 미착용



그림 1-8 질산 폐액통의 폭발사고



그림 1-9 금속 분말의 폭발사고

(2) 예방 및 대처방법

- GHS/MSDS를 확인하여 공존할 수 없는 물질을 동일한 용기에 혼합 보관되지 않도록 주의하고, 폐시약 수거 시 사전 안전교육을 강화한다.
- 고체 폐기물, 잔류시약, 폐액 등을 장기간 실험실에 보관하지 말고 전문 처리업체에 수시로 위탁 처리한다.

- 폐시약통에 종류별로 라벨 및 폐액의뢰 전표를 붙이고, 분류 보관함에 보관하여 폐기물통에 들어 있는 폐기물을 확인할 수 있도록 한다.
- 폐기물통 이동 시 충격 및 누출방지 기능이 있는 운반 카트를 사용해야 한다.
- 폐기물통은 직사광선이 없고 통풍이 잘되는 곳에 보관한다.
- 2인 이상이 운반하도록 하며, 개인 보호 장비 착용을 의무화한다.
- 폐기물 수집 장소에는 응급안전장치(비상사워기, 세안기, 소화기 등)를 설치하고, 정기적으로 가동여부를 확인한다.
- 실험실 싱크대에 대형 화재 및 폭발 사고를 발생시킬 수 있는 인화성 액체를 폐기하지 않는다.
- 실험 후 과반응성 물질은 연구자가 안정화 처리 후 정해진 폐액 절차에 의거하여 배출한다.
- 표면 활성이 큰 분말이나 분말의 입도가 작아 표면적이 큰 금속 분말은 완전히 반응시키거나 산화시켜 고형물질로 폐기하거나 용액으로 만들어 처리한다.
- 폐기물 안전관리 시스템을 구축한다.

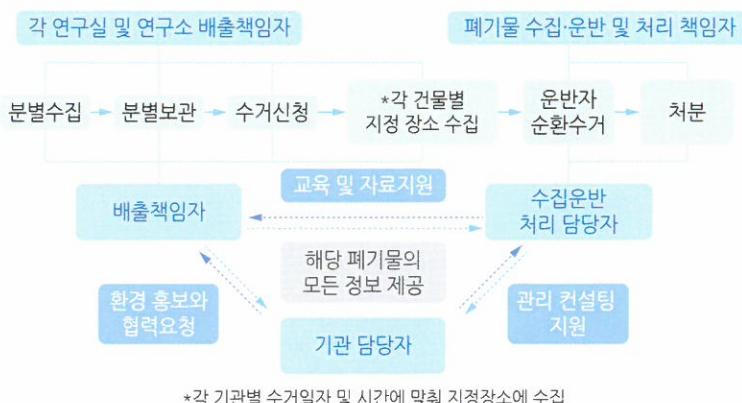
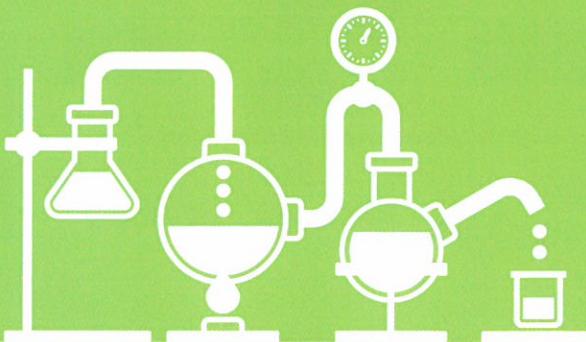


그림 1-10 연구실 안전관리 시스템 구축 예시도

연구실 안전 표준 교재
실험 후 안전편





CHAPTER

2

응급처치 요령

1. 응급처치
2. 심폐소생술
3. 상처처치
4. 화상처치
5. 부상 종류에 따른 응급처치
6. 화학물질의 노출에 따른 응급처치



CHAPTER Safety After the Experiment

2

응급처치 요령



연구활동종사자는 다양한 유해·위험물질에 대한 접근성이 높은 연구 환경으로 인해 안전사고의 위험에 노출되어 있다. 예기치 못한 안전사고로 인한 인명피해를 줄이기 위해 상황에 따른 빠르고 적절한 응급처치 요령을 숙지해야 한다.

1. 응급처치

응급처치란 예기치 않았던 시점이나 장소에서 일어난 외상·질병에 대해 긴급히 그 장소에서 행하는 간단한 치료로써 환자가 발생하였을 때 의사의 치료를 받기 전까지의 임시적이고 적절한 처치이다. 응급처치의 목적은 인명구조, 고통경감, 상처나 질병의 악화 방지, 심리적인 안정이다. 따라서 올바른 응급처치는 환자의 생존율을 높이고 추후 장애를 최소화하며 질병 및 손상의 진행을 감소시키고, 환자의 고통을 줄여줄 수 있다.

응급의료에 관한 법률에서는 위급한 상태로 인하여 즉시 필요한 응급처치를 받지 아니하면 생명을 보존할 수 없거나 중대한 위해가 발생할 가능성이 있는 환자를 응급 환자로 정의하고 있다. 생명의 위험이나 증상의 현저한 악화를 방지하기 위해서는 빠르고 정확한 응급처치가 필요하다. 특히 대학 및 연구소 실험실의 경우, 연구활동종사자는 고압가스, 유해화학물질을 사용하므로 여러 가지 안전사고의 위험에 노출되어 있기 때문에 응급처치 요령을 반드시 숙지해야 한다. 다양한 응급 상황에 대해 알아보고 이에 대한 기본적인 응급처치 방법을 자세한 설명과 그림을 통해 알아본다.

(1) 응급처치 시 주의사항

응급처치를 하는 경우 여러가지 지켜야 할 사항들이 있지만, 가장 중요한 내용은 다음과 같다. 응급처치 시 본인의 안전을 최우선으로 두어야 한다는 것을 명심해야 한다. 따라서 처치를 해야 하는 자신이 마음의 안정을 찾고 침착하게 대응하는 것이 중요하다.

- ① 아무리 긴급한 상황이라도 처치하는 자신의 안전과 현장 상황의 안전을 확보해야 한다.
- ② 비의료인의 경우, 환자나 부상자의 생사를 판단하지 않는다.
- ③ 지시를 받기 전까지 원칙적으로 의약품을 사용하지 않는다.
- ④ 무의식 환자에게 (물을 포함하여) 음식을 주어서는 안 된다.
- ⑤ 긴급을 요하는 환자부터 처치를 한다.
- ⑥ 도움을 요청할 경우 사고의 경위, 환자의 상태 및 응급처치의 내용 등을 알려야 한다.
- ⑦ 응급처치 후 반드시 전문 의료인에게 인계해 전문적 진료를 받도록 한다.

(2) 응급처치의 기본 원칙

일반적으로 응급 환자가 발생하면 침착하고 신속하게 주변 상황과 환자의 상태를 관찰한 후에 무엇을 해야 하고 하지 말아야 하는지 판단하고, 이에 따라 응급처치를 시행한다. 응급 상황에서 기본적으로 실시하는 응급처치의 일반적인 원칙은 지혈 및 쇼크의 예방, 기도 유지, 의식상태 확인, 상처의 합병증 예방 및 환자의 불안감 해소이다.

① 쇼크의 예방 및 지혈

짧은 시간 동안에 순환 혈액(체중 kg당 70ml)의 15% 이상을 잃으면 쇼크를 초래하고 25% 정도를 잃으면 사망할 수 있다. 따라서 쇼크를 방지하기 위해서는 신속하게 지혈을 해야 한다. 출혈 상처가 겉으로 보이지 않는다고 해서 출혈이 없는 것은 아니므로 신체의 모든 부위를 자세히 살펴 형태가 변하거나 갑자기 부어오르는 부위가 있다면 내부에서의 출혈을 의심해야 한다.

② 기도유지

흔히 외부에 생긴 출혈 상처에 당황하여 흉곽이나 기도 손상을 그냥 지나쳐버릴 수 있다. 인체의 세포 중 뇌세포는 산소 공급이 5분 이상 차단되면 심각한 손상을 받을 수 있으므로 이 점을 주의한다.

③ 의식 상태와 신체 부위 관찰

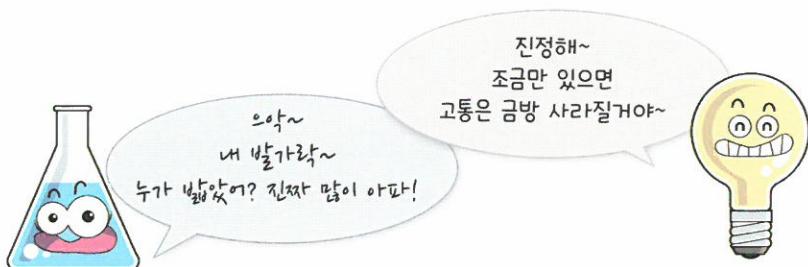
환자에게 움직이도록 지시하거나 유도해 의식 상태를 점검하고, 라이트가 있다면 동공의 확대 또는 고정 여부를 살펴야 한다. 동공은 빛에 대해 신속하게 수축하는 성질이 있으므로 반응이 느리거나 고정되어 있다면 매우 위급한 증세이다.

④ 상처 보호

상처가 감염되지 않도록 가능한 멀균 조치를 취한다. 상처에 아무 약이나 바르지 않고, 오염을 방지하기 위해 깨끗한 거즈로 살짝 덮어준다.

⑤ 통증과 불안 감소

통증이 있으면 불안감이 증가하고, 통증이 심해진다. 응급조치를 취하는 사람의 임무 중 하나는 환자의 불안과 고통을 덜어주는 것이다. 처치자의 불안한 모습은 환자의 불안감을 증가시킨다는 것을 기억하고 환자를 충분히 안심시킨다.



(3) 연구실에서 기본적으로 구비해야 할 응급 용품

표 2-1 연구실 응급 용품 구비 목록

구분	구급약품
의료용 재료	<ul style="list-style-type: none"> • 봉대 : 면봉대(3인치) • 면거즈(크기별로 다양하게), 소독솜 • 삼각붕대, 탄력붕대 • 가위, 칼 • 핀셋, 족집게 • 반창고 • 일회용 장갑 • 일회용 반창고 • 부목으로 쓸 수 있는 나무판
외용재	<ul style="list-style-type: none"> • 소독약 : 과산화수소, 베탠딘 • 항생제가 들어있는 외상용 피부연고제 • 스테로이드가 들어있는 피부 연고제 • 근육 마사지용 연고 • 화상용 바셀린 거즈 • 벌레 물린데 바를 연고 또는 파스 • 생리 식염수 • 액체 안약, 안연고
내용재	<ul style="list-style-type: none"> • 해열제 : 타이레놀, 물약(시럽), 좌약 • 소화제 : 소화기 계통약, 물약 • 제산제
구급물품	<ul style="list-style-type: none"> • 체온계 • 손전등 • 지혈대 • 핫팩 • 얼음팩 • 소다수 • 소금 • 구토제 • 성냥 • 바늘 • 비누 • 식초 • 손수건

2. 심폐소생술

(1) 심폐소생술의 중요성

심장은 온몸으로 혈액을 내뿜는 우리 몸의 펌프로, 심장마비는 심장의 펌프 기능이 중단된다. 따라서 심장마비가 발생하면 온 몸으로의 혈액 순환이 중단되기 때문에, 바로 조치를 취하지 않으면 사망하거나 심각한 뇌손상이 일어날 수 있으며, 뇌는 혈액 공급이 4~5분만 중단되어도 영구적으로 손상될 수 있다.

심폐소생술은 심장마비가 발생했을 때 인공적으로 혈액을 순환시키고 호흡을 돋는 응급치료 방법이다. 심장이 마비된 상태에서도 혈액을 순환시켜 뇌의 손상을 지연시키고, 심장이 마비 상태로부터 회복하는데 결정적인 도움을 준다. 심장마비를 목격한 사람이 즉시 심폐소생술을 시행하게 되면, 심폐소생술을 시행하지 않은 경우에 비해 심장마비 환자의 생명을 구할 수 있는 확률이 높아진다. 특히 심폐소생술을 효과적으로 시행하면 그렇지 않은 경우에 비해 심장마비 환자의 생존율 또한 높은 것으로 조사되었다. 따라서 심폐소생술은 심장마비환자의 뇌손상을 줄이는데 결정적인 역할을 하고, 궁극적으로는 심장마비 환자의 생명을 구하는 소중한 치료법이다. 최초 발견자의 신속한 심폐소생술 시행의 중요성은 시행 시간대별 소생율을 보여주는 [그림 2-1]을 통해서도 알 수 있다.



그림 2-1 심폐소생술을 통한 시간대별 소생율

(2) 심폐소생술의 기본원칙

- ① 심폐소생술의 순서에서 인공호흡 이전에 가슴압박을 먼저 하도록 권장한다. 따라서 가슴압박(Compression)–기도유지(Airway)–인공호흡(Breathing)의 순서(C–A–B)로 심폐소생술을 시행한다.
- ② 심폐소생술을 교육받지 않았거나, 심폐소생술에 익숙하지 않은 일반인에게는 인공호흡은 시행하지 않고 가슴압박만 하는 ‘가슴압박 소생술(hands-only CPR)’을 권장한다.
- ③ 양질의 심폐소생술을 위해 최소 5cm 이상으로 최소 분당 100회 이상의 가슴압박을 권장하며, 가슴압박의 중단을 최소화하여야 한다.
- ④ 응급의료종사자도 10초 이내에 맥박을 확인하도록 권장하지만, 맥박 유무를 확인하기 위해 가슴압박을 지연해서는 안 된다.
- ⑤ 반응이 없거나 호흡이 없는 사람을 발견한 경우에는 즉각적인 가슴압박의 시행을 원칙으로 한다.

(3) 심폐소생술의 절차와 방법

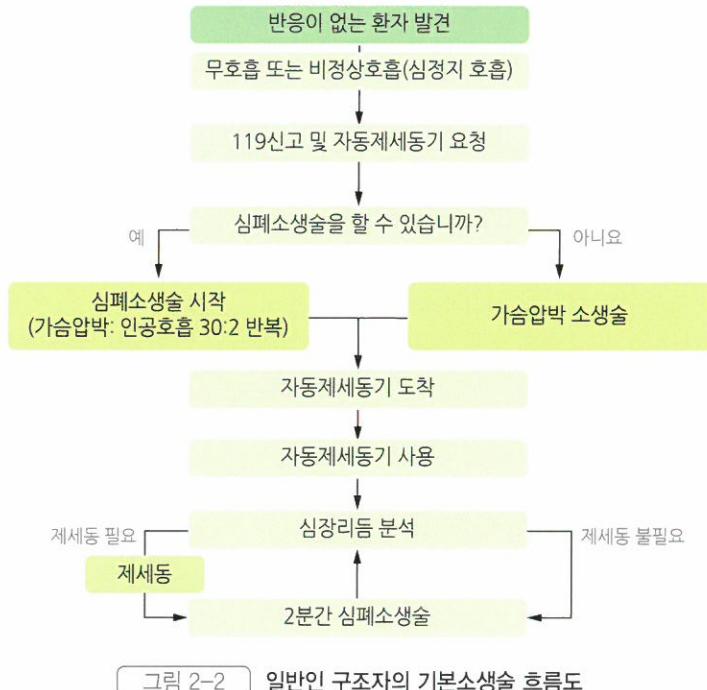
① 반응의 확인

환자에게 접근하기 전에 구조자는 현장상황이 안전한지 우선 확인하고, 안전하다고 판단되면 환자에게 다가가 어깨를 가볍게 두드리며 “괜찮으세요?”라고 물어본다. 이때 환자의 반응은 있으나 진료가 필요한 상태라면 119에 연락을 취하고, 환자의 상태를 자주 확인하면서 응급의료 상담원의 지시를 따른다.

② 119신고

심정지 상태임을 인지하면, 바로 119에 신고한다. 119에 신고할 때 구조자는 응급의료 상담원의 질문에 발생 장소와 상황, 환자의 숫자와 상태, 필요한 도움 등의 대답을

할 수 있도록 준비하여야 한다. 구조자가 심폐소생술 교육을 받은 적이 없거나 심폐소생술 시행에 자신이 없다면, 응급의료 상담원의 지시를 따를 수 있도록 준비해야 한다. 구조자는 응급의료 상담원이 전화를 끊어도 된다고 할 때까지 전화지시를 따르며 심폐소생술을 계속한다.



③ 호흡과 맥박 확인

a. 호흡 확인

반응과 호흡을 확인한 후 119에 신고한다는 순서에 엄마일 필요는 없다. 일반인은 반응을 확인 한 후, 반응이 없으면 119에 신고 후 응급의료 상담원의 안내에 따라 호흡의 유무 및 비정상 여부를 판단해야 한다.

b. 맥박 확인

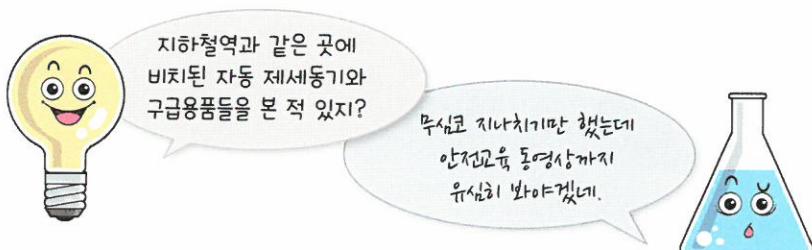
반응이 없는 환자가 정상적인 호흡을 보이지 않는 경우에 일반인들은 맥박 확인을 하지 않고 바로 가슴압박을 하도록 권장한다. 의료인은 맥박을 확인하되 소요되는 시간이 10초를 넘지 않도록 한다.

④ 가슴압박

효과적인 가슴압박은 심폐소생술을 하는 동안 심장과 뇌로 충분한 혈류를 전달하기 위해 필수 요소이다. 가슴압박으로 혈류를 효과적으로 순환시키려면 흉골의 아래쪽 절반 부위를 강하게, 규칙적으로, 그리고 빠르게 압박해야 한다. 성인 심정지의 경우 가슴압박의 속도는 적어도 분당 100회 이상을 유지해야 하지만 분당 120회를 넘지 않아야 하고, 압박 깊이는 적어도 5~6cm를 유지하도록 한다. 가슴압박 할 때 손의 위치는 '가슴의 중앙'이 되어야 한다. 최대한 가슴압박이 이루어지기 위해 가슴압박이 중단되는 기간과 빈도를 최소한으로 줄여야 한다. 가슴압박과 인공호흡의 비율은 30:2를 권장하며, 매 2분마다 가슴압박을 교대해 주는 것은 구조자의 피로도를 줄여 양질의 심폐소생술을 제공하도록 한다.

⑤ 자동 제세동기의 사용

자동 제세동기(AED, Automated External Defibrillator)는 심장의 기능이 정지하거나 호흡이 멈추었을 때 사용하는 응급처치 기기이다. 심폐소생술 교육을 받지 않은 일반인도 사용할 수 있으며, 주변에 심정지 환자가 발생한 경우 적극적으로 사용하여야 한다.



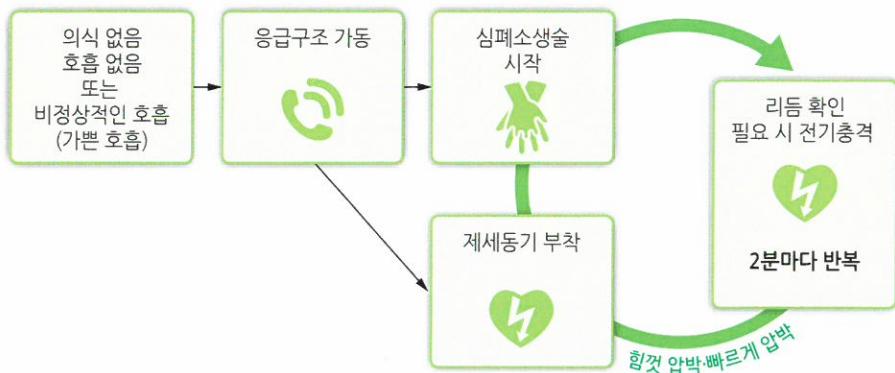
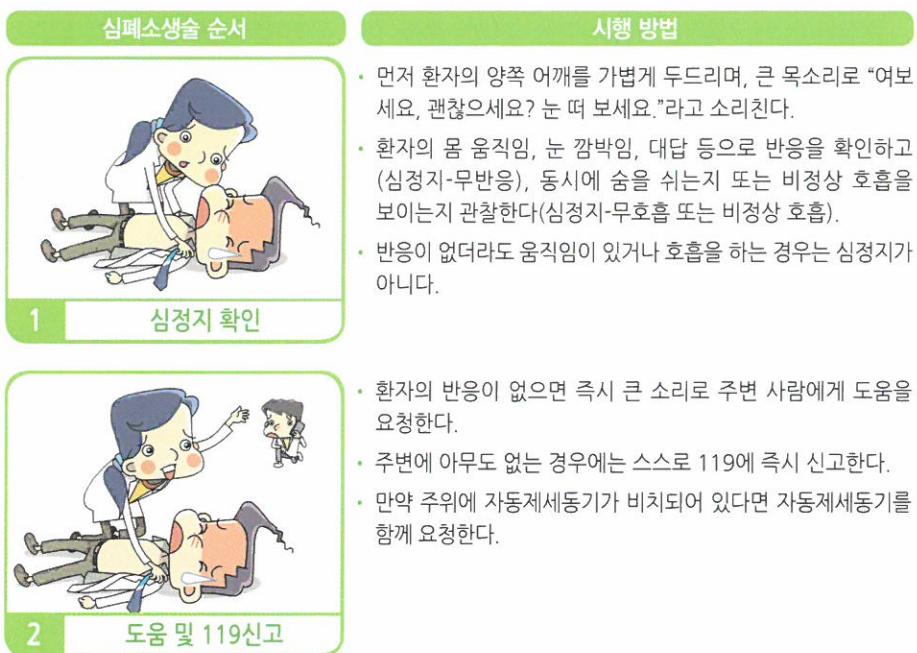


그림 2-3

단순화된 성인 기본소생술 흐름도

(4) 그림을 이용한 심폐소생술 순서





3 가슴 압박 30회 실시

- 먼저 환자의 가슴 중앙에 깍지 낀 두 손의 손바닥 뒤를 댄다.
- 손가락이 가슴에 닿지 않도록 주의하여야 하며, 양팔을 쭉 편 상태에서 체중을 실어서 환자의 몸과 수직이 되도록 가슴을 압박한다.
- 가슴압박은 성인에서 분당 100~120회의 속도와 가슴이 5~6cm 깊이로 눌릴 정도로 강하고, 빠르게 압박한다. 또한 '하나', '둘', '셋', …, '서른'하고 세어가면서 시행하며, 압박된 가슴은 완전히 이완되도록 한다.



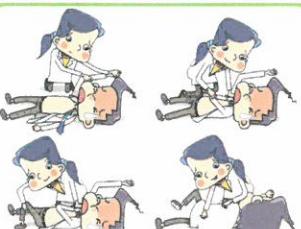
4 인공호흡 2회 시행

- 인공호흡을 시행하기 위해서는 먼저 환자의 머리를 젖히고, 턱을 들어 올려서 환자의 기도를 개방시킨다.
- 머리를 젖혔던 손의 엄지와 검지로 환자의 코를 잡아서 막고, 입을 크게 벌려 환자의 입을 완전히 막은 뒤에 가슴이 올라올 정도로 1초 동안 숨을 불어 넣는다.
- 환자의 가슴이 부풀어 오르는지 눈으로 확인하고, 숨을 불어넣은 후에는 입을 떼고 코도 놓아주어서 공기가 배출되도록 한다.
- 인공호흡 방법을 모르거나, 꺼려지는 경우에는 인공호흡을 제외하고 지속적으로 가슴압박만을 시행한다(가슴압박 소생술).



5 가슴압박과 인공호흡의 반복

- 이후에는 30회의 가슴압박과 2회의 인공호흡을 119 구급 대원이 현장에 도착할 때까지 반복해서 시행한다.
- 다른 구조자가 있는 경우에는 한 구조자는 가슴압박을 다른 구조자는 인공호흡을 맡아서 시행하며, 심폐소생술 5주기 (30:2 가슴압박과 인공호흡 5회)를 시행한 뒤에 서로 역할을 교대한다.



6 회복 자세

- 가슴압박과 인공호흡을 계속 반복하던 중에 환자가 소리를 내거나 움직이면, 호흡도 회복되었는지 확인한다.
- 호흡이 회복되었으면, 환자를 옆으로 돌려 눕혀 기도(숨길)가 막히는 것을 예방한다.
- 그 후 계속 움직이고 호흡을 하는지 관찰한다.
- 환자의 반응과 정상적인 호흡이 없어지면 심정지가 재발한 것으로 가슴압박과 인공호흡을 즉시 다시 시작한다.

(5) 그림을 이용한 자동제세동기 사용 방법

자동제세동기 사용 순서



1

전원 켜기

사용 방법

- 자동제세동기는 반응과 정상적인 호흡이 없는 심정지 환자에게만 사용하여야 하며, 심폐소생술 시행 중에 자동제세동기가 도착하면 지체 없이 적용해야 한다.
- 먼저 자동제세동기를 심폐소생술에 방해가 되지 않는 위치에 놓은 뒤에 전원 버튼을 누른다.



2

2개의 패드 부착

- 패드 1: 오른쪽 빗장뼈 바로 아래
- 패드 2: 왼쪽 절꼭지 옆 겨드랑이
- 패드 부착부위에 이물질이 있다면 제거하며, 패드와 제세동기 본체가 분리되어 있는 경우에는 연결한다.



3

심장리듬 분석

- “분석 중…”이라는 음성 지시가 나오면, 심폐소생술을 멈추고 환자에게서 손을 뗀다
- 제세동이 필요한 경우라면 “제세동이 필요합니다.”라는 음성 지시와 함께 자동제세동기 스스로 설정된 에너지로 충전을 시작한다. 충전은 수초 이상 소요되므로 가능한 가슴압박을 시행한다.
- 제세동이 필요 없는 경우에는 “환자의 상태를 확인하고, 심폐소생술을 계속 하십시오.”라는 음성 지시가 나온다. 이 경우에는 즉시 심폐소생술을 다시 시작한다.



4

제세동 시행

- 제세동이 필요한 경우에만 제세동 버튼이 깜박이기 시작한다. 깜박이는 제세동 버튼을 눌러 제세동을 시행한다.
- 제세동 버튼을 누르기 전에는 반드시 다른 사람이 환자에게서 떨어져 있는지 다시 한 번 확인하여야 한다.



- 제세동을 실시한 뒤에는 즉시 가슴압박과 인공호흡 비율을 30:2로 심폐소생술을 다시 시작한다.
- 자동제세동기는 2분마다 심장리듬 분석을 반복해서 시행하며, 이러한 자동제세동기의 사용 및 심폐소생술의 시행은 119 구급대가 현장에 도착할 때까지 지속되어야 한다.

(6) 심폐소생술(성인 및 소아) 방법의 요약

표 2-2 심폐소생술 방법의 요약(만 8세 이상은 성인에 준하여 시행함)

	성인	소아	영아
심정지의 확인		무호흡 혹은 심정지 호흡 10초 이내 확인된 무맥박(의료인만 해당)	무반응
심폐소생술의 순서		가슴압박 - 기도유지 - 인공호흡	
가슴압박 속도		최저 분당 100회 이상 (최고 120회 이하)	
가슴압박 깊이	최소 5cm 이상 (최대 6cm)	가슴 깊이의 1/3(5cm) 가슴 깊이의 1/3 (4cm)	
가슴 이완		가슴압박 사이에는 완전한 가슴 이완	
가슴압박 중단		가슴압박의 중단은 최소화(불가피한 중단 시는 10초 이내)	
기도유지		머리 젖히고-턱들기(Head Tilt-Chin Lift)	
가슴압박 대 인공호흡 비율	30:2	30:2(1인 구조자) 15:2(2인 구조자)	전문기도 확보 이전
			전문기도 확보 이후
			가슴압박과 상관없이 6~8초 마다 인공호흡(분당 8~10회)
심폐소생술 교육을 받지 않았거나 할 수 없는 일반인 구조자		'가슴압박 소생술' 시행	

3. 상처처치

우리 몸에서 피부는 손톱, 발톱, 머리카락, 체모(털) 및 피하지방 등을 포함하는 가장 넓고 노출이 많은 기관으로 크게 표피, 진피, 피하지방의 세층으로 이루어져 있다. 피부의 상처는 크게 타박상, 찰과상, 절상, 열상, 자상 등으로 나누어 진다. 이들 상처 모두 피부에 손상된 공간이 생김으로써 우선 피부의 신체 보호기능을 잃게 된다.

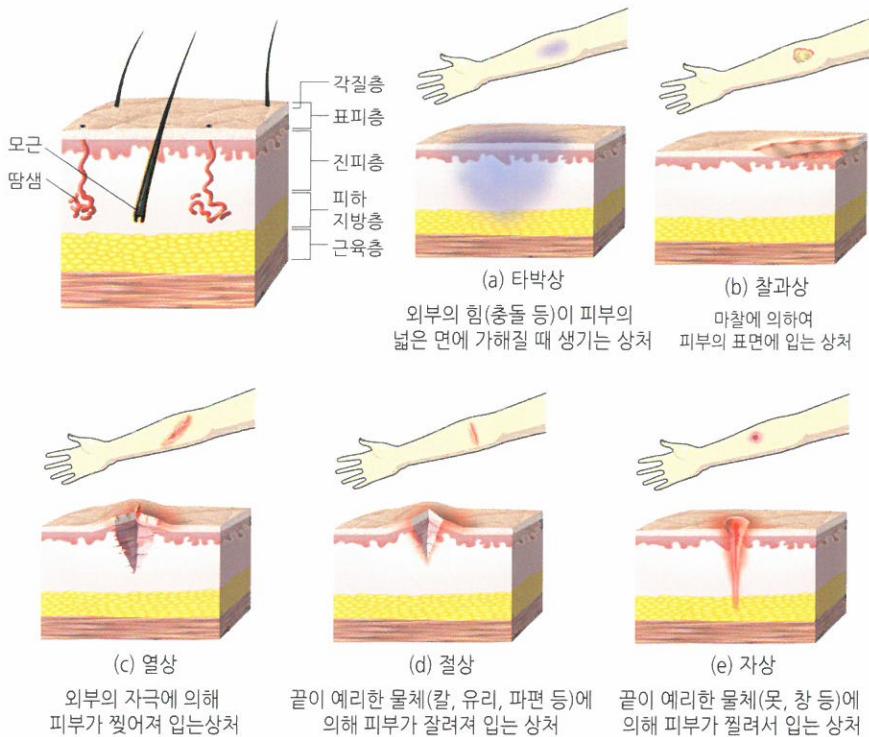


그림 2-4 피부의 구조와 상처의 종류

(1) 상처의 유형에 따른 처치의 원칙

① 타박상

망치와 같이 둔한 기구에 의해 피부의 파열 없이 생기는 상처로 타박상 정도에 따라서는 멍 뿐만 아니라 피하 조직 이하에서의 출혈로 인한 혈종 또는 혈괴가 생길 수 있으며, 치유 후 드물게 핵몰되는 기형 등을 볼 수 있다.

손상 직후부터 24시간 정도까지는 기본 처치 방법으로 냉찜질을 하면 부종의 진행도 경감시킬 수 있고 통증 완화 효과도 있다. 48시간 후부터는 온찜질이 오히려 부종 완화와 상처 치유에 도움이 될 수 있다.

② 찰과상

마찰이나 긁혀서 생기는 상처로 피부 외층이 손상을 받거나, 떨어져 나간 상태이다. 국소 자극이 적은 세척제나 식염수로 상처 부위를 깨끗이 세척하고, 표피만 손상되었으면 상처가 나을 때까지 습윤 드레싱 제재를 적용하는 것이 좋다.

기본적인 처치 방법은 세균에 의한 창상 감염이 이차적으로 진행되지 않는 한, 흉터를 남기지 않고 나으며 항생제 연고를 바르면 효과적이다.

③ 열상, 절상 및 자상

날카로운 물체에 의해 생긴 상처로 피부의 절개를 동반하는 상처이다. 국소 자극이 적은 세척제나 식염수로 상처 부위를 깨끗이 세척해야 하며, 더러운 상처일 경우 오염 방지를 위해 세척에 더욱 신경을 써야 한다. 열상 및 절상의 깊이에 따라 혈관의 손상을 동반하므로 의료기관을 방문하여 치료한다. 특히 못이나 날카로운 물체에 찔려서 발생하는 자상의 경우 육안으로 보이는 것에 비해 피부 내부 또는 피하에 깊은 상처를 유발하는 경우가 많고, 파상풍 예방 조치 등이 필요할 수 있으므로 주의해야 한다. 또한 자상 또는 관통상과 같은 상처는 뚫어진 피부 입구가 좁고 오염 물질이 조직 깊숙이 들어가기 때문에, 오염물 세척이나 배출이 어려워 감염이 발생하기 쉽다. 따라서 각별히 피부 감염에 주의하도록 한다.

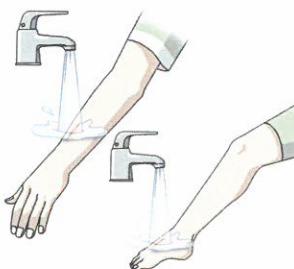
(2) 기본적인 상처 소독

① 상처의 세척 및 소독

출혈이 없거나, 출혈이 있더라도 어느 정도 지혈이 되었다면 흐르는 수돗물에 상처를 씻어 흙이나 기타 오염물질들이 상처에 가급적 남지 않도록 해야 한다. 주변에 적절한 세척액을 구할 수 없으면 마른 수건으로 압박한 뒤 바로 병원을 방문하도록 한다.

② 상처의 세척 시 주의 사항

- 상처를 고인 물에 담가 두는 것은 소독에 도움이 되지 않는다.
- 입으로 상처를 빨아내는 것은 입안에 세균이 너무 많기 때문에 상처 감염의 위험성을 높일 수 있으므로 하지 않는 것이 좋다.
- 알코올이나 과산화수소 용액은 상처 주변의 소독에 도움이 되나, 농도가 진하면 상처 부위 내 세포를 죽일 수 있다.
- 상처를 접착밴드로 감싸면 병균이 상처 부위에 묻어 감염될 가능성이 높다.



지혈이 어느 정도 된 후에는 흐르는 수돗물에 상처를 씻습니다.



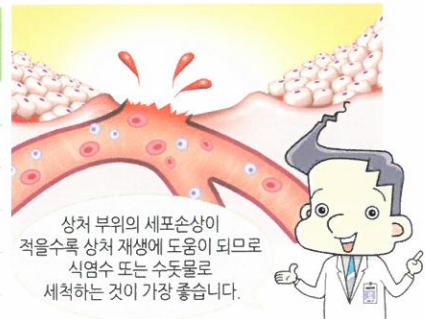
상처를 고인 물에 담가 두는 것은 소독에 도움이 되지 않습니다.



입으로 상처를 빨아내는 것은 입안 세균으로 인한 상처 감염의 위험성을 높일 수 있으므로 하지 않는 것이 좋습니다.

그림 2-5 상처의 세척 방법

세척액의 종류	정상세포의 손상정도(%)
알콜(Alcohol)	100
과산화수소수(H_2O_2)	100
일반 비누	90
회석한 베타딘 용액(포비돈요오드)	5
수돗물, 증류수	5
식염수	0



(100% 손상 : 거의 모든 세포가 죽는 것 / 0% 손상 : 거의 모든 세포가 살아남는 것)

그림 2-6 상처 소독약의 종류에 따른 피부세포 손상

③ 병원 치료가 필요한 상처

상처의 종류에 따라서는 반드시 병원을 방문하여 검사 및 전문적인 진료가 필요한 경우가 있다. 아래와 같은 상처가 발생했을 경우에는 주의하도록 한다.

- 지혈이 되지 않는 경우
- 깊이 베인 상처나 찢어진 상처
- 근육이나 뼈까지 상처가 났을 때
- 이물질이 깊이 박힌 경우
- 상처가 넓고 틈이 벌어진 경우

④ 초기 상처 드레싱

드레싱이란 상처면을 보호하기 위하여 상처를 덮어주는 것으로, 초기 상처에서는 적절한 드레싱 재재를 선택하여 치료를 통해 상처 치유를 촉진하는 것이 좋다. 초기 상처에 적용할 수 있는 드레싱에는 거즈 드레싱과 폐쇄성 습윤 드레싱 등이 있다.

a. 거즈 드레싱

거즈를 이용하여 상처면을 치료하는 것으로 경제적이고 상처의 진물 흡수 및 보호의 기능을 가진다. 하지만 습윤 환경 유지, 세균 감염에의 취약점, 상처에 찌꺼기를 남기는 등의 단점이 있어 상처 치유 촉진의 기능과는 상관없는 단순 보호가 필요한 창상에 주로 적용한다.

b. 습윤 드레싱

상처의 딱지를 형성시키지 않고, 습윤 상태로 폐쇄·유지 했을 때 상처 치유 속도가 빠른다.

습윤 드레싱의 목적은 상처면을 밀폐해서 습윤 상태를 유지시켜 주기 위한 것으로, 밀폐할 때 상처면 뿐만 아니라 주위 정상 피부까지도 밀폐되어 습윤 상태가 주위 정상 피부에 침윤을 일으킬 수 있게 된다. 따라서 상처의 종류와 상태에 따라 적절한 흡수성 및 투습성을 가진 드레싱 제재를 사용하여야 한다. 시중에 쉽게 접근할 수 있는 습윤 드레싱에는 하이드로콜로이드, 필름, 폴리우레탄 품, 하이드로겔 등의 종류가 있다.

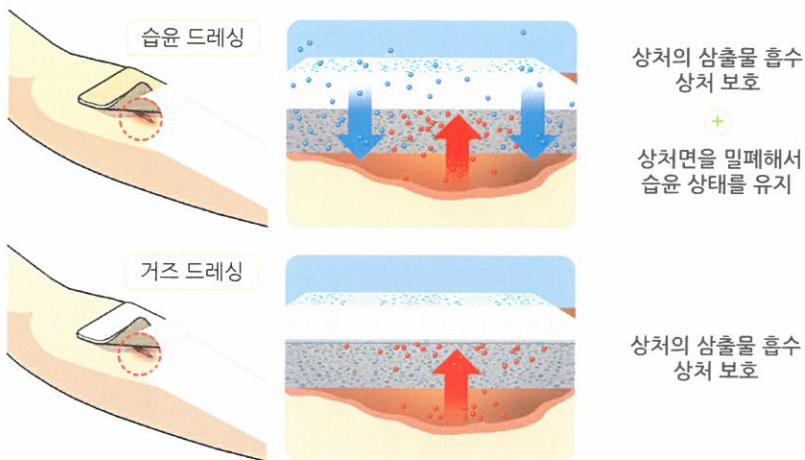


그림 2-7 상처 드레싱의 종류

⑤ 파상풍 예방주사

못에 찔리거나 더럽혀진 물질에 오염된 물체에 찔려서 상처가 났을 때에는 상처 부위를 소독하고 이미 죽은 조직을 잘라내는 등 적절한 조치를 통해 파상풍을 예방해야 한다. 특히 파상풍은 독소에 의해 생기는 질환이기 때문에 항생제를 사용하는 것으로 예방되지는 않는다.

(3) 출혈이 동반된 상처의 치치

열상이 생기면 대부분 출혈이 동반되므로, 가장 먼저 해야 할 일은 출혈을 멈추도록 지혈하는 것이다. 우선 상처부위의 의복을 벗기거나 잘라 육안으로 상처의 출혈을 확인하고, 깨끗한 수건이나 거즈를 이용하여 열상부위를 직접 압박하도록 한다.

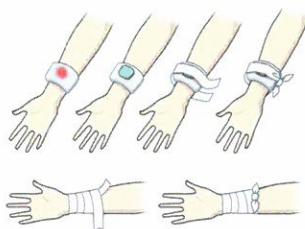


상처를 만지기 전 감염이 되지 않게 조심합니다. 또한 자신을 보호할 장갑이 있다면 착용하는 것이 좋습니다.

소독거즈나 깨끗한 천으로 상처부위를 완전히 덮고 손가락이나 손바닥으로 직접 압박을 가합니다.



팔이나 다리에서 피가 나는 경우 압박을 가하면서 동시에 상처부위를 심장보다 높게 유지합니다.



10분이상 지혈 후 출혈이 멈추면 깨끗한 수건을 사용하여 재출혈이 되지 않도록 거즈를 고정합니다.

그림 2-8 열상으로 인한 출혈 시 지혈방법

① 출혈 상처에 대한 지혈 방법

- 다른 방법이 없을 경우 외에는 되도록이면 맨손으로 상처부위를 만지지 않는다.
- 압박 시 너무 약하지 않고 일정하게 압박한다.
- 지혈 후 10분 이내에 출혈이 멈추지 않으면 압박의 강도가 약했거나 압박부위가 잘못된 것일 가능성이 높으므로, 압박부위를 더 넓게 하고 강도를 더 세게 하여 다시 10분 이상 압박한다.
- 출혈이 멈추고 처치가 끝나면 반드시 손을 비누로 깨끗이 씻는다.
- 눈 손상, 이물질 등이 보이거나 두개골 골절의 경우는 직접 압박을 가하면 더 큰 손상을 일으킬 수 있으므로, 의료기관에 방문한다.
- 지혈을 위해 열상부위에 시중에서 쉽게 구할 수 있는 연고나 분말형 약제를 바르는 것은 지혈에 도움이 되지 않을 뿐만 아니라, 상처의 분비물 배출을 방해하고 상처에 묻어 있는 오염물질을 제거하는데 방해가 되므로 자제한다.

(4) 탄력 붕대 사용법

팔다리에 난 상처를 현장에서 응급처치 하는데 있어서, 탄력 붕대 사용법을 알고 있으면 편리하다. 탄력 붕대는 일반적인 붕대를 감는 것과 큰 차이점이 없지만, 감은 후 정기적으로 말단부의 혈액 순환 상태를 살펴야 한다.

(5) 심한 출혈에 대한 조치 방법

상처부위에서 나는 피가 심장박동에 따라 달라지거나 뿐어져 나오는 경우는 동맥 출혈의 가능성을 생각해야 하며, 10분 이상 압박을 시행함에도 지혈이 되지 않는 경우 즉시 119에 연락하여 의료진의 치료를 받아야 한다.

4. 화상처치

열 또는 화학물질이 피부에 닿게 되면 피부와 피하조직들이 손상되는데 이러한 결과를 화상이라고 한다. 화상은 정상적인 피부의 결손으로 인하여 전해질과 체액의 손실 및 세균 침투를 유발한다. 열은 폐에도 영향을 미치는데 폐 손상은 직접적인 열에 의하여 일어나기도 하지만 일산화탄소와 분진들의 흡입으로 발생할 수도 있다. 화상의 원인에 따른 종류는 아래 표와 같다.

표 2-3 화상의 유형 및 정의

분류	정의
열탕 화상	뜨거운 '물'에 접촉되어 화상을 입는 경우
화염 화상	뜨거운 '불(화염)'에 접촉되어 발생한 화상
접촉 화상	뜨거운 '물질'에 접촉되어 발생한 화상
화학 화상	'화학물질'에 접촉되어 발생한 화상
흡입 화상	'뜨거운 공기 혹은 유해 분진'을 흡입하여 발생한 화상
전기 화상	'전기'와 접촉되어 발생한 화상

① 화상의 기초

화상은 주로 열에 의해 피부와 피부 부속기에 생긴 손상을 의미하며, 화상의 약 90% 정도가 뜨거운 액체나 물건, 화염, 일광 등에 의해 발생한다. 전기화상이나 화학물질에 의한 경우 심각한 후유증을 남길 수 있는데, 특히 전기화상의 경우 눈에 띠는 화상 병변이 적어도 내부조직이나 장기의 손상, 심지어는 심장의 부정맥을 일으킬 수도 있으므로 반드시 의사의 진찰이 필요하다.

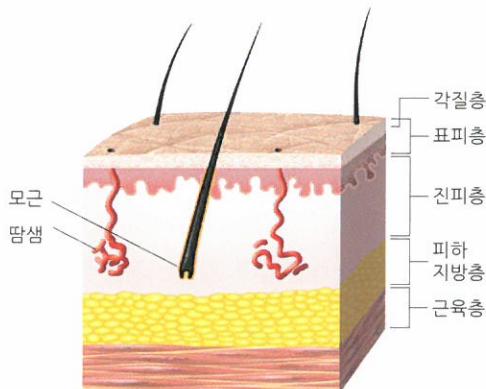


그림 2-9 피부의 구조

a. 화상의 중증 구분

조직 손상의 깊이에 따라 표피층만 손상된 경우를 1도 화상, 표피 전부와 진피의 대부분을 포함한 손상을 2도 화상, 표피, 진피의 전층과 피하 지방층까지 손상된 경우를 3도 화상으로 구분한다.





그림 2-10 손상깊이에 따른 화상 분류

1도 화상은 표피층만 손상된 상태로 화상을 입은 부위에 흉터가 생긴다. 대개 직사 광선에 장시간 노출된 경우나, 고도의 발열에 순간적으로 접촉 또는 노출됨으로써 발생한다. 이때 약간의 통증과 부종이 생기는데, 이러한 증상은 약 48시간 후에 거의 없어진다. 또 피부의 감염에 대한 방어력은 유지되고, 반흔(Scar)를 남기지 않고 자연적으로 치유되는 것이 대부분이다. 치유 시기는 통상적으로 3~6일 정도이다.

2도 화상은 1도 화상보다 더 깊은 조직 손상을 입는 것으로 끓는 물이나 섬광, 화염, 기름 등에 의해 생기며 표피 전부와 진피의 일부를 포함하는 화상이다. 대부분은 물집이 생기고, 피하조직의 부종을 동반한다. 물집을 제거하면 삼출액(진물)이 나오고 적색의 유키 있는 진피가 나타난다. 이 상처부위는 공기에 노출될 경우 깊어지고 감염의 위험성이 높아지기 때문에 물집을 그냥 두거나, 안의 액체만 제거하고 물집 껍데기는 그냥 덮어둔 채 병원에 바로 가야 한다.

3도 화상은 회염, 증기, 기름, 화학물질, 고압 전기에 의해 발생하는 경우가 많다. 표피, 진피의 전층과 피하지방층까지 손상이 파급된 상태로서 창상부위의 조직 고사가 심해 부종이 심한 편이지만 오히려 통증은 별로 없다. 전층 화상은 가피를 제거하고 피부이식을 하지 않으면 완전히 치유되지 않는다.

b. 화상 유발 열원의 온도

화상을 유발한 열원이 섭씨 45도 이하일 때는 조직의 손상이 별로 없다. 그러나 45~50도 사이에서는 세포의 부분적인 손상이 일어나며, 50도 이상에서는 세포의 단백질 성분이 변질을 일으키게 된다.

표 2-4 3도 화상 유발 온도 및 노출시간

물의 온도(°C)	3도 화상 발생까지의 소요시간
68	1초
64	2초
60	5초
56	15초
52	1분
51	3분
48	5분

c. 화상 원인에 따른 특성

화학물질에 인한 손상은 화상과 화학적 변화를 겸한 손상으로 이를 부식(Corrosion)이라 부른다. 화학물질에 의한 손상을 일으키는 것으로는 산, 알칼리 및 금속 염류가 있다. 보통 실험실에서 실수로 피부에 화상을 입거나 화학 물질을 먹은 사람의 위나 식도에서 손상을 볼 수 있다. 일반적으로 알칼리에 의한 화상이 산에 의한 화상보다 깊고, 후유증이 크게 남는다.

전기 화상의 심한 정도는 가해진 전류의 종류, 전압, 전류량, 생체조직의 저항, 체내 들어온 전기의 흐름과 작용시간 등 많은 인자에 의해 결정된다.

② 화상의 치료

화상의 치료는 대개 급성기와 관찰기로 구분한다. 초기 응급처치 시에는 화상의 피해를 최소로 줄이는 것이 중요하다. 이후 상처 회복을 촉진시키고, 통증을 줄이며 감염을 예방하도록 한다.

a. 이물질 제거

심한 화상이 아니라면 화상 부위에 입었던 옷을 바로 벗겨내야 한다. 화학물질에 노출된 옷의 경우도 손상이 계속되지 않도록 벗어야 한다. 잘 벗겨지지 않으면 달라붙지 않는 옷은 잘라서 제거하고, 달라붙는 옷은 씻으면서 제거한다.

b. 냉각 및 세척

화상을 입은 즉시 화상부위를 시원하고 깨끗한 물을 이용하여 15분 이상 씻어내고 온도를 낮춰야 한다. 화상을 입은 직후 몇 시간 동안 냉각을 하면 일시적으로 통증이 감소한다. 가장 좋은 방법은 멀균한 거즈에 생리식염수를 섭씨 12도 정도로 냉각 시켜 화상부위에 대는 것을 권장한다. 이때 얼음을 직접 환부에 닿지 않도록 주의 한다.

c. 약물 치료

경도의 화상의 경우 감염의 위험이 찰과상보다 크지 않기 때문에 굳이 항생제가 필요 없다.

③ 열상 화상의 응급처치

a. 응급처치 방법

- 환자를 안전한 곳으로 옮기고 화상이 더 진행되지 않도록 조치한다. 시계와 반지 등은 피부가 부어오르기 전에 빨리 제거한다.
- 옷을 입은 채 뜨거운 물로 데었을 때는 옷을 벗기기 전에 흐르는 찬물로 15~30분 정도 식힌 후 벗긴다. 만약 벗기기가 어려우면 그 부위를 가위로 칫는다. 얼굴인 경우 얼굴 전체를 세면기에 담근다.
- 바셀린이나 화상 거즈를 화상 부위를 덮어주고 봉대를 가볍게 감는다.
- 화상부위를 심장보다 높게 위치하여 봇기를 줄인다.



그림 2-11 열화상의 세척

b. 주의 사항

- 물집을 제거하는 처치: 불필요한 수포(물질)제거는 세균감염을 일으킬 가능성을 높일 수 있다. 따라서 일부로 벗기거나 터트리지 말고, 병원으로 이송하여 치료를 받아야 한다.
- 얼음을 화상부위에 직접 대는 처치: 일시적으로 통증은 줄일 수 있겠으나, 동상에 걸릴 수 있으므로 각별한 주위를 필요로 한다.
- 화상은 매우 감염되기 쉬우므로 불결한 손가락이나 천을 대지 않는다.

④ 화학 화상의 응급처치

화학 화상은 화학반응을 일으키는 물질이 피부와 접촉할 때 발생한다. 산과 알칼리에 의한 화상은 그 물질이 피부에 침투해서 피부 깊숙이 도달할 위험이 있기 때문에 즉시 수돗물 등을 이용하여 씻어낸다. 또한 눈이나 호흡기에 영향을 줄 수도 있으므로 증상변화를 관찰해야 한다. 또한 고형의 화학물질(생석회 또는 소다회 등)에 노출된 경우, 물과 접촉하면 심한 화학반응을 일으키므로 물로 씻기 전에 먼저 털어낸 후 씻는 것이 중요하다.

a. 응급처치 방법

- 환자를 안전한 곳으로 옮기고 화상이 더 진행되지 않도록 조치한다.
- 화학물질이 액체가 아닌 고형 물질이라면 물로 씻기 전에 먼저 털어낸다.
- 약품이 물은 의류와 신발 등은 즉시 제거하고, 화학약품이 전부 제거될 때까지 흐르는 물로 계속 씻는다. 이 때 충분히 씻어내지 않았을 때 깊은 상처가 될 수도 있다.

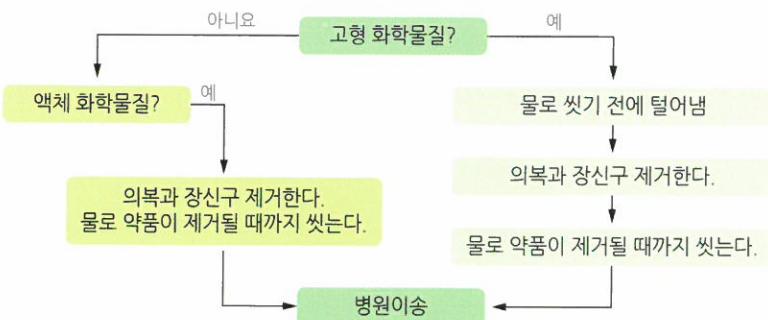


그림 2-12 화상 화상의 처치 방법 흐름도

⑤ 전기 화상 또는 감전의 응급처치

전기와 관련한 사고는 주로 감전이 가장 대표적이며, 화상 또는 다른 물질과 접촉하면 폭발 사고를 유발하는 경우도 있다. 전기 화상의 특징은 외견상 보이는 것보다 몸 안의 조직에 손상이 훨씬 심한 경우가 많고, 전기가 들어 온 입구의 상처보다 출구의 상처가 크고 심하다.

a. 응급처치 방법

- 먼저 전원을 끊고 소크를 방지한다. 전원이 끊어지지 않을 때에는 고무장갑을 끼거나 골판지 위에 올라가 건조한 막대로 환자 몸에 부착되어 있는 전선을 제거 한다.

- 감전 후 적어도 수 시간은 안정을 유지하는 것이 필요하다. 반응이 없는 경우 심장 마사지를 실시한다.
- 호흡과 심장의 회복 후에 화상에 대한 처치를 한다.
- 화상(전류의 입구와 출구 부위)은 몸의 심부까지 충분히 차게 해준다.

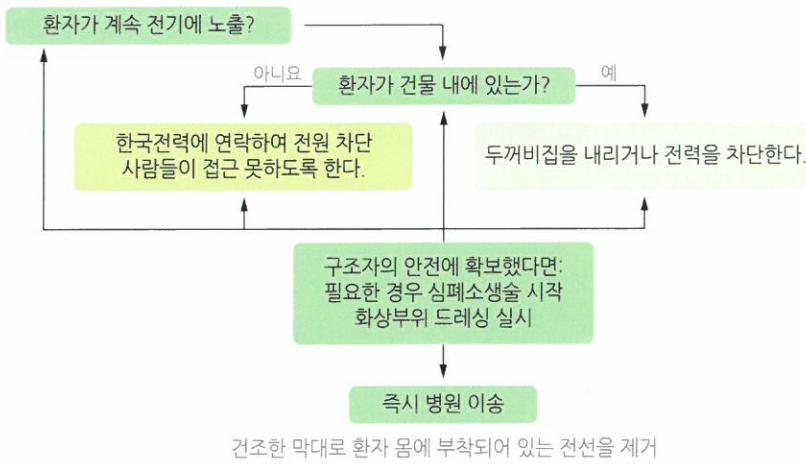


그림 2-13 전기 화상 또는 감전의 처치 방법 흐름도

b. 주의 사항

- 구조사의 안전이 확보되지 않은 상황에서는 설불리 행동하지 않는다.

⑥ 흡입 화상의 응급처치

폭발사고나 화재 등으로 얼굴이나 목 부위의 화상을 입었을 때에는 심한 호흡장애를 유발할 수 있으므로 가능한 빨리 기도 유지와 호흡보조 처치를 취해야 한다. 흡입 화상을 의심할 수 있는 상황으로는 연기가 많이 발생한 지역이나 지하실에서 환자가 있었던 경우, 환자의 안면 부위 화상의 흔적이 있는 경우, 숨소리가 거친 경우나 호흡 곤란이 있는 경우, 가래에서 검은 가루가 나오는 경우 등이 있다.

a. 응급처치 방법

- 환자를 안전한 곳으로 옮기고 의복을 느슨하게 하고, 신선한 공기를 마실 수 있도록 한다.
- 호흡 또는 심장 정지가 발생한 경우에는 심폐소생술을 시작한다.
- 신속히 병원으로 이송한다.

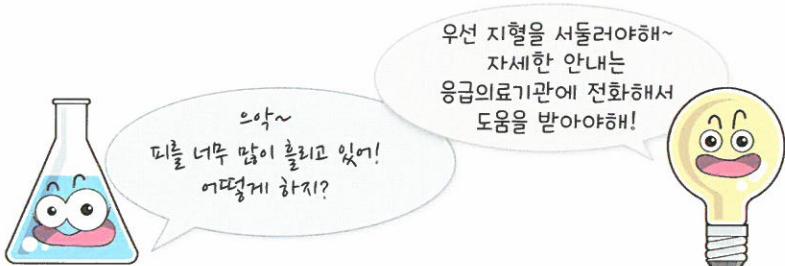
b. 주의 사항

- 밀폐공간이나, 연기가 많은 지역 등 구조자의 안전이 확보되지 않은 상황에서는 설불리 행동하지 않는다.

5. 부상 종류에 따른 응급처치

① 출혈

출혈이 발생한 경우 곧바로 지혈하는 것이 매우 중요하다. 피가 고임에 따라 지혈 부위 아래가 장애를 받은 한도 시간은 약 1시간 30분에서 2시간이다. 지혈대를 느슨하게 하거나 풀 때 쇼크를 일으키는 수가 있기 때문에 곧바로 응급의료기관에 연락해야 한다. 지혈법으로는 직접 압박법과 동맥 압박법이 있다. 지혈대의 앞쪽은 혈액이 흘러가지 않으므로 산소 부족으로 인해 조직의 고사를 일으킬 위험이 있다. 따라서 지혈대를 이용하는 것은 응급처치의 최후 수단이다.



a. 다리 부위의 큰 출혈

- 튼튼한 천 사용: 지혈대는 폭 5cm 정도의 천을 사용한다. 지혈대가 없는 경우에는 수건, 넥타이, 보자기 또는 고무를 사용한다.
- 바지 등의 옷은 출혈 부위까지 가위로 자른다.
- 출혈 부위의 약간 위까지(심장 쪽) 지혈대 천을 말아 올린다. 지혈대는 너무 가늘지 않은 것을 사용하는데, 폭이 넓은 것은 지나치게 죄어도 조직 손상의 위험이 적다.
- 막대를 사용하여 묶는다. 묶음 눈을 만들고 그 밑에 막대(지혈봉)를 관통시켜 올리듯이 돌린다.
- 막대를 고정시키고, 지혈 시각을 적는다. 피가 멈추었다면 막대가 움직이지 않도록 고정하고, 지혈대 위쪽에 잘 보이게끔 지혈 시각을 적어 놓는다. 이것은 지혈된 시각을 알아 조직이 손상되는 것을 방지하기 위해서다.

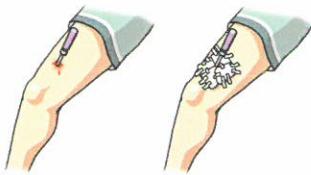


그림 2-14 다리 부위의 출혈

b. 팔 부위의 큰 출혈

- 폭 5cm 정도의 천을 출혈 부위 보다 약간 위쪽에서 이중으로 감아서 매듭을 짓는다.(이 사이에 관절이 있으면 관절보다 위쪽에 감고 얇은 옷이라면 피부에 바로 감는 것보다 옷 위에 감는 게 좋다)
- 짧고 튼튼한 막대(지혈봉)를 사용하여 매듭 밑을 관통시킨다. 이 방법은 다른 방법으로는 지혈되지 않고, 위독한 상황 등 긴급 시에만 사용한다.
- 막대를 끌어올리듯이 돌리면서 피가 멈출 때까지 진다. 피가 멈추었다면 천의 양끝을 막대로 감고 고정시킨다.
- 막대를 고정시키고, 지혈 시각을 적는다. 지혈대 위의 지혈 시각을 적은 카드를 붙인다.

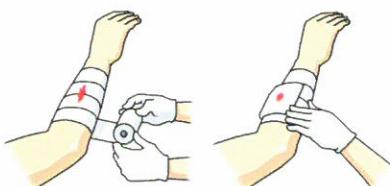


그림 2-15 팔 부위의 출혈

c. 코의 출혈

- 윗입술과 잇몸 사이에 둉글게 맙은 거즈를 넣고 코를 손가락으로 눌러 압박을 가하고, 윗입술에 넣은 거즈를 눌러서 지혈에 도움을 주도록 한다.
- 코피가 코 뒤 또는 폐로 유입되지 않도록 가능한 않은 상태에서 머리를 앞으로 숙이도록 한다.

d. 귀로부터의 출혈

- 피나 액체가 흘러나오도록 손상 받은 쪽으로 귀를 기울인다.
- 소독 거즈로 귀를 덮고 접착성 테이프로 살짝 붙인다. 이때 귀를 마개로 막거나 혈액이 흐르는 것을 방해하지 말아야 한다.

② 골절

골절은 의식할 수 없을 정도로 작은 외력으로도 생길 수 있다. 골 강도는 개인마다 다르고 연령, 성별, 영양 상태, 골질환의 유무에 따라 크게 좌우된다. 골절은 외견상 피부나 근육이 창상을 받은 개방성 골절과 피부에 창상이 없이 단순히 골절만 된 폐쇄성 골절로 나눌 수 있다. 개방성 골절은 감염을 일으킬 위험이 크며, 골절 시 출혈과 신경 손상, 심한 통증으로 쇼크 상태에 빠지기 쉽다.

a. 큰 상처나 외상에 의해 뼈에 골절을 입은 경우

- 만약 환자가 의식이 없거나 호흡이 없을 경우 바로 심폐소생술을 시작한다.
- 약간의 놀림과 움직임에도 통증이 있는지 확인한다.
- 팔다리와 관절의 움직임에 이상이 있는지 확인한다.
- 뼈가 피부를 뚫고 나왔는지 본다.
- 발가락, 손가락 끝에 느낌과 감각이 있는지 확인한다.

b. 의료진이 도착하기 전까지 조치

- 상처에 소독된 거즈나 천으로 덮고 눌러 지혈하여 출혈을 멈추게 한다.
- 다친 부위를 움직이지 못하게 하고 다친 부위에 부목을 대어 지지해 준다.
- 환자가 숨을 짧고 빠르게 쉬며 기절할 것 같으면 머리를 몸통보다 낮추고 다리는 높이 올린다.

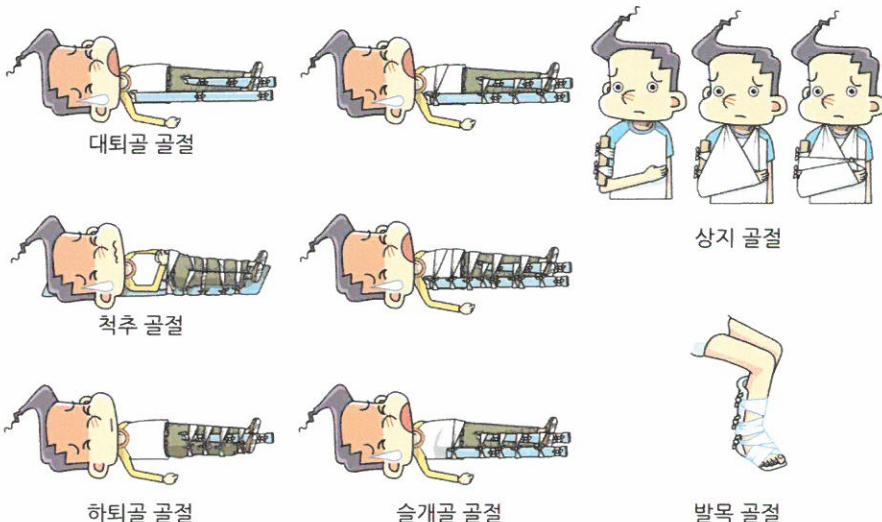


그림 2-16 골절에 따른 고정 방법

③ 절단

실험 중 기계 또는 고압의 기구들에 의한 충격 또는 오작동 등으로 신체 일부가 손상을 받아 손가락 등의 절단사고가 발생하기도 한다. 떨어져 나온 피부 조직이나 손가락은 재접합을 위하여 함께 병원으로 가져가야 한다.

- 떨어진 신체 부분을 생리식염수로 가볍게 세척하고 난 후, 생리식염수로 적신 소독된 거즈로 감싼다(물론 현장에서 생리식염수를 구할 수 없으면 이 과정은 생략할 수밖에 없다).
- 거즈로 감싼 신체 부분을 뚫어지지 않은 비닐봉지에 담거나 랩으로 단단히 밀봉한다. 물이 새어 들어가면 조직이 물에 불어서 재접합 성공률이 감소한다.
- 더 큰 용기에 물을 충분히 담고, 얼음을 여러 개 띄워 차갑게 만든다. 절대로 얼음이 물보다 많게 해서는 안 된다. 얼음이 너무 많거나 물이 없으면 조직이 직접 얼음에 닿으면서 동결되어 재접합이 어려워진다.

- 신체 부분을 담은 비닐봉지를 이 얼음을 띄운 용기에 넣어서 보관하면 된다.
- (절단되어 떨어진 부위가 아닌) 절단된 부위의 출혈이 있는 경우, 제대로 지혈하고 멀균된 거즈를 이용하여 감염되지 않도록 주의한다.

④ 이물질

깨진 유리, 부러진 나무 조각, 모래나 흙, 플라스틱 조각, 그리고 기타 이물질들이 피부 열상을 통해서 피부나 피하지방층, 그리고 심하면 근육층 내로 들어갈 수 있다. 따라서 이물질이 들어갔을 가능성이 있는 경우에는 반드시 영상의학적 검사가 있어야 한다. 하지만 금속 재질이 아니면서 얇거나 조그만 파편은 신체 조직과 구별되지 않기 때문에 나중에 염증 또는 육아종을 형성하기도 하여 추후 제거술을 시행받기도 한다.

a. 주의사항

- 신체 어느 부위이든 꽂혀있는 이물질은 현장에서 제거하면 절대로 안 된다. 단, 꽂혀 있는 이물질이 기도를 막고 있는 경우에는 불가피하게 현장에서 제거해야 한다.
- 환자를 후송하는 과정에서 꽂혀있는 이물질이 움직여지거나 흔들려서도 안 된다. 따라서 움직이지 않도록 이물질을 그 모양 그대로 견고하게 고정하고 보호해야 한다.
- 꽂혀있는 이물질 주변으로 출혈이 상당하고 계속되는 경우에는 손바닥으로 이물질 주변을 눌러 지혈해야 한다.

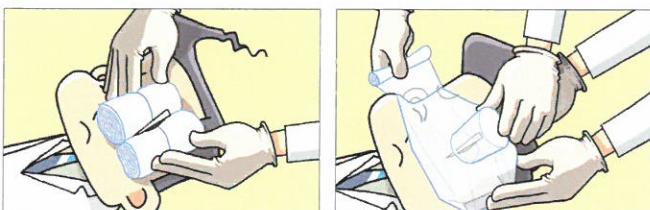


그림 2-17 눈에 꽂혀 있는 물체 고정하기

(2) 손상 및 부위별 응급처치 요령



머리 부위

두피의 상처

- ① 출혈을 막기 위해 깨끗한 멀균거즈로 직접 압박한다.

머리뼈의 골절

- ① 호흡을 평가하며, 필요하면 처치를 한다.
- ② 상처의 가장자리를 압박해 출혈을 막는다.
- ③ 환자의 머리와 목을 움직이지 못하게 고정한다.

뇌손상(뇌진탕)

- ① 호흡을 평가하며, 필요하면 처치를 한다.
- ② 환자의 머리와 목을 움직이지 못하게 고정한다.
- ③ 두피 부위의 출혈을 확인하고, 출혈이 확인되면 출혈을 막는다.



가슴 부위

갈비뼈 골절(늑골골절)

- ① 편안한 자세를 취하도록 한다.
- ② 베개, 담요 또는 두툼하고 부드러운 섬유소재를 이용하여 갈비뼈를 지탱하게 한다.
- ③ 병원치료를 받는다.

흉부의 이물질 삽입

- ① 물체를 상처부위에 그대로 둔다(물체를 제거하지 않는다).
- ② 두꺼운 거즈를 여러 겹으로 하거나 옷을 이용하여 그 물체를 고정한다.
- ③ 119에 연락하고, 지시에 따른다.

흡인성 흉부 창상

- ① 공기가 가슴으로 들어가지 않도록 상처부위를 막는다. 비닐 등을 이용하거나, 소독된 장갑이 있는 경우 손을 이용한다.
- ② 환자의 호흡 상태에 따라 막았던 상처부위를 제거한다.
- ③ 119에 연락하고, 지시에 따른다.

- * 갈비뼈 골절을 의심하게 되는 소견: 깊게 호흡을 하거나 기침을 할 때, 또는 움직일 때 가슴 부위에서 느껴지는 날카로운 통증이 있는 경우
- * 가슴부위의 창상을 의심하게 되는 소견: 가슴의 상처 부위에서 기포를 동반한 혈액이 발생하는 경우



눈 부위

눈의 단순 이물질

- ❶ 양쪽 눈꺼풀 밑에서 이물질을 찾는다.
- ❷ 만약 이물질이 보이면, 거즈를 이용하여 제거한다.

눈의 관통상

- ❶ 눈을 관통한 물체가 있는 경우, 이물질을 제거하지 않고 그 물체를 고정한 상태에서 눈을 보존하도록 한다.
- ❷ 119에 연락한다.

눈 부위의 타박상

- ❶ 얼음 등을 이용한 찜질을 시행한다. 안구에 직접 얼음이나 얼음 팩을 올려놓지 않는다.
- ❷ 만약 시력에 문제가 생기거나 시야 혼탁 등이 발생하면 안과 병원에 방문한다.

눈의 찢겨진 상처

- ❶ 생리식염수로 젖어있는 거즈를 이용하여 압박을 하지 않은 상태로 눈을 가려준다.
- ❷ 119에 연락한다.

절단된 눈꺼풀

- ❶ 안구에 손상이 발생한 경우, 압박을 가하지 않는다.
- ❷ 안구에 손상이 없이 눈꺼풀이 찢어진 경우, 조심스럽게 압박을 하면서 거즈로 뒹는다.
- ❸ 119에 연락한다.

화학물질에 의한 눈 손상

- ❶ 20분 이상 따뜻한(미지근한 정도의 온도) 물로 씻어낸다.
- ❷ 병원치료를 받는다.

빛에 의한 눈 손상

- ❶ 눈을 차갑고 젖은 거즈를 이용해 뒹어준다.
- ❷ 병원치료를 받는다.



코 부위

코피(비출혈)

- ❶ 머리를 앞으로 약간 숙인 상태로 앓게 한다.
- ❷ 5~10분간 코의 부드러운 부위를 엄지와 검지를 이용하여 눌러준다.
- ❸ 10분 이상 코피가 멈추지 않거나, 코피가 목 뒤로 넘어가거나, 코뼈의 골절이 동반된 경우는 병원치료를 받는다.

코뼈의 골절

- ❶ 코피를 가볍게 지혈한다.
- ❷ 15분 정도 얼음찜질을 한다.
- ❸ 병원치료를 받는다.



치아 부위

치아 손상

- ① 치아가 빠진 부위에서의 출혈을 막는다. 거즈 등을 이용해서 빠진 부위의 구멍을 막는다.
- ② 빠진 치아를 찾아 우유나 환자의 침을 이용하여 보관한다(이때 치아의 뿌리 부분이 아니라 치아의 머리 부분을 잡도록 한다).
- ③ 환자와 치아를 치과병원에 보낸다.



척추 부위

척추 손상

- ① 머리와 목을 움직이지 못하게 고정한다.
- ② 환자가 반응이 없는 경우, 기도를 개방하고 호흡 상태를 평가한다.
- ③ 119에 연락하고, 지시에 따른다.

* 척추손상을 의심하게 되는 소견: 1) 팔이나 다리를 움직이지 못하거나, 2) 팔이나 다리 부위의 통증 및 감각 이상을 호소하는 경우 3) 머리 및 목 부위의 변형이 발생한 경우(사고경위 상 목 부위 충격 및 추락 등의 외상이 발생한 경우)



복부(배) 부위

복부의 타박상(폐쇄성)

- ① 다리를 복부 가까이에 끌어당긴 채 편안한 자세를 취하도록 한다.
- ② 병원 치료를 받는다.

복부의 타박상(개방성)

- ① 다리를 복부 가까이에 끌어당긴 채 편안한 자세를 취하도록 한다.
- ② 튀어나온 장기를 다시 배 안으로 집어넣지 않는다.
- ③ 살균된 큰 거즈가 있는 경우, 생리식염수에 적셔 장기 부위를 덮어둔다.
- ④ 119에 연락하고, 지시에 따른다.



골반 부위

골반 손상

- ① 환자를 움직이지 않게 그대로 둔다.
- ② 쇼크 증상이 동반된 경우, 이에 대해 처치한다.
- ③ 119에 연락하고, 지시를 따른다.

- * 골반부위의 손상(골절)을 의심하게 되는 소견: 손상의 원인이 골반 부위에 충격이 가해지는 추락 등의 사고가 있으면서 1) 다리 또는 엉덩이 부위를 움직일 때 심해지는 엉덩이 부위 또는 등 부위의 통증, 2) 걷기나 서기가 불가능한 상태가 동반된 경우

(3) 손상의 종류에 따른 응급처치



근골격계의 손상(골절, 탈구, 뼈 및 타박상)

골절

- ① 손상된 부위를 노출시키고 검사한다.
- ② 개방되어 있는 모든 상처에 대해 붕대를 이용하여 감는다.
- ③ 손상부위를 고정한다.
- ④ 손상된 주변 부위를 차갑게 한다.
- ⑤ 병원치료를 받는다. 중증도에 따라 119에 연락하여 지시에 따른다.

탈구

- ① 손상된 부위를 노출시키고 검사한다.
- ② 손상부위를 고정한다.
- ③ 손상된 주변 부위를 차갑게 한다.
- ④ 병원치료를 받는다.

근육 타박상 또는 뼈

- ① 휴식을 취한다(Rest).
- ② 얼음을 이용한 짐질을 시행한다(Ice).
- ③ 손상된 부위를 압박한다(Compression).
- ④ 약간 위로 들어올린다(Elevation).



화상의 종류

화학 화상

- ① 피부에 묻은 화학물질을 솔을 이용하여 털어낸다.
- ② 많은 양의 물로 약 20분간 씻어낸다.
- ③ 씻는 동안 오염된 옷과 장신구를 제거한다.
- ④ 멀균된 거즈를 이용하여 덮는다.
- ⑤ 병원치료를 받는다.

전기 화상

- ① 우선적으로 안전을 확인한다.
- ② 플러그와 코드를 빼고 전원을 차단한다.
- ③ 호흡 상태를 확인하고 필요시 응급처치를 한다.
- ④ 119에 연락하고, 병원치료를 받는다.



출혈

외출혈(외부출혈)

- ① 처치하는 사람이 혈액에 접촉하지 않도록 장갑 등을 이용하여 보호 한다.
- ② 상처에 멀균된 거즈를 이용하여 덮는다.
- ③ 가능하다면 상처부위를 옮겨준다.
- ④ 압박붕대를 이용하여 감싸준다.
- ⑤ 만약 출혈이 조절되지 않으면 출혈 부위 상부를 압박한 후 관찰한다.

내출혈 (경미한 출혈, 타박)

- ① 휴식을 취한다.
- ② 얼음찜질을 시행한다.
- ③ 탄력붕대를 이용하여 상처부위를 압박한다.
- ④ 상처 입은 팔 또는 다리 부위를 들어올린다.

내출혈(ショ크 동반)

- ① 119에 신고한다.
- ② 쇼크에 대한 처치를 시행한다.
- ③ 만약 구토를 한다면, 환자를 옆으로 돌린다.



쇼크

쇼크

- ① 호흡 상태를 관찰하고, 필요시 치료를 제공한다.
- ② 119에 신고한다.
- ③ 확인된 모든 출혈을 막는다.
- ④ 환자를 바른 자세로 눕힌다.
- ⑤ 환자의 다리를 약 30cm 정도 옮겨준다.
- ⑥ 골절이 있다면, 환자를 움직이지 않는다.
- ⑦ 환자가 체온저하를 느끼지 않도록 담요 등으로 덮어준다.

심한 알레르기반응 (아나필락시스)

- ① 호흡을 관찰하고, 심폐소생술을 준비한다.
- ② 무반응인 경우는 심폐소생술을 시행한다.
- ③ 119에 신고한다.
- ④ 의식이 있는 환자의 경우는 환자의 호흡을 돋기 위해 안은 자세를 유지한다. 무반응의 환자는 옆으로 눕힌다.



외상의 종류(개방 상처, 절단, 이물질 삽입)

개방성 상처

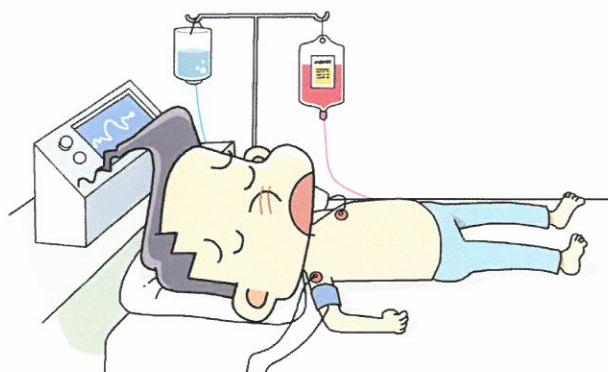
- ❶ 비누와 물로 씻어낸다.
- ❷ 수압을 높여 흐르는 물에 씻는다.
- ❸ 남아있는 작은 물체 등을 제거한다.
- ❹ 출혈이 계속되는 경우, 상처에 압박을 가한다.
- ❺ 깨끗한 멀균 거즈를 덮는다.
- ❻ 감염위험이 높은 상처와 봉합이 필요한 상처는 다음 조치를 위해 병원치료를 받는다.

절단

- ❶ 119에 연락한다.
- ❷ 출혈을 막는다.
- ❸ 쇼크가 생기지 않도록 관찰한다.
- ❹ 절단된 부위를 보호하고, 깨끗한 거즈로 싼다.
- ❺ 비닐봉지와 방수용기를 이용하여 절단된 부위를 넣는다.
- ❻ 차게 유지시킨다.

이물질

- ❶ 가시와 같은 작은 물체가 아닌 경우를 제외하고는 물체를 제거하지 않는다.
- ❷ 물체 주변에 압박을 가해 출혈을 막는다.
- ❸ 두꺼운 거즈나 깨끗한 천으로 물체를 고정한다.
- ❹ 병원치료를 받는다.



6. 화학물질의 노출에 따른 응급처치

(1) 화학물질 노출 경로별 응급처치

① 피부를 통한 중독

양잿물이나 세척액 등과 같은 물질이 피부나 눈 등과 직접 접촉하면 감염, 화상과 같은 국소적인 손상이나 발작 등의 전신증상을 유발한다.

- 독극물에 피부가 노출되었을 경우 병원에 오기 전까지의 가장 좋은 응급처치는 흐르는 물에 오염 부위를 충분히 씻어 주는 것이다. 눈이 화학물질에 노출되었을 경우에도 마찬가지로 흐르는 물로 20분 이상 충분히 세척해 주는 것이 좋다. 이 경우 세척하는 눈이 반대쪽 눈보다 반드시 아래쪽에 있도록 하여야 한다.
- 산이나 알칼리에 피부가 노출되었을 때, 이를 중화시키려고 절대로 반대되는 성질을 가진 물질로 닦아내지 않는다. 산과 알칼리의 화학반응에 의한 열로 인해 화상 등의 추가 손상을 일으킬 수 있다.
- 또한 화학물질이나 자극성 물질에 의해 오염된 의복류는 즉시 제거하고, 해당 부위의 피부는 가능한 한 빨리 흐르는 물에 씻어주는 것이 좋다.

② 흡입에 의한 중독

폭발, 화재 또는 화학물질의 반응에 의해 발생한 일산화탄소, 염소 가스 등의 기체를 흡입하면 저산소증, 기도폐쇄 등의 중독 증상을 보인다.

- 유독 가스에 노출되었을 때의 응급처치는 우선 환자를 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 인공호흡 등의 필요한 처치를 하는 것이다.
- 특히 중요한 것은 이러한 유독 가스에 의한 중독이 일어난 현장에는 유독 가스가 남아 있는 경우가 많아 구조하는 사람도 유독 가스에 중독될 수 있으므로 항상 주의하여야 한다.

- 독성 가스 유출이 심한 곳에 환자가 있는 경우에는 함부로 접근하는 것보다는 빨리 119에 신고하여 전문처치팀이 신속하게 도착하여 처리해야 한다.

③ 복용에 의한 중독

실수나 고의로 화학물질을 마신 경우, 위 속의 독극물을 제거할 수 있는 가장 쉬운 방법은 환자가 구토를 하도록 유발시켜 독극물을 제거하는 것이다. 이때 주의할 점은 다음과 같다.

- 구토의 유발은 지역의 응급치료센터나 응급의료정보센터의 연락 후에 의사의 지시가 있고 환자가 의식이 명료한 상태에서만 시행하는 것이 좋다.
- 환자가 의식이 정상이 아닐 때에는 위와 같은 응급처치를 절대 하지 않는다. 석유화학 제품, 광택제 등일 경우에는 구토물이 식도와 바로 붙어 있는 기도를 통해 폐로 들어가면 심각한 화학성 폐렴을 유발할 수도 있다.
- 의식이 정상이더라도 복용한 독극물이 강산(염산, 황산 등), 강알칼리(양잿물 등)일 때에는 구토를 시킬 경우 식도에 다시 한 번 손상을 입힐 수 있거나 기도로 넘어가 심각한 폐 손상, 호흡 곤란을 일으킬 수 있다.

(2) 화학물질별 응급처치

다음은 연구실에서 자주 사용하는 대표적인 15종의 화학물질에 대한 노출 시 증상과 응급처치 요령이다. 해당 자료는 2007년 미국 질병 통제 예방센터에서 발간한 “산업 안전 보건연구원 화학적 위험성 포켓 가이드(NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards)”에서 일부 발췌하였다. 이 가이드에는 678종의 화학물질과 안전에 대한 다양한 정보가 수록되어 있고 누구라도 열람 및 보유할 수 있으므로 연구 활동 시 활용할 것을 권장한다.

NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards www.cdc.gov/niosh/docs/2005-149/

① Acetone

증상	눈, 코, 목의 자극·두통·어지러움·중추신경 저하·피부염
표적 기관	눈·피부·호흡기관·중추신경계
응급처치	눈 접촉 다량의 물로 즉시 안구 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉 즉시 비누로 접촉 부위를 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 <ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈췄을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
	섭취 즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
비고	<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 화재의 위험이 있으므로 즉시 탈복한다.

② Acrylonitrile

증상	눈, 피부의 자극·질식·두통·재채기·메스꺼움·구토·무기력함·어지러움·피부 수포
표적 기관	눈·피부·심혈관계·간·신장·중추신경계(뇌종양, 폐 & 대장암)
응급처치	눈 접촉 다량의 물로 즉시 안구 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉 즉시 접촉 부위에 물을 흘려 물질을 씻어내고, 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 <ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈쳤을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
	섭취 즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
비고	<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 화재의 위험이 있으므로 즉시 탈복한다. - 안구세정기 및 비상샤워 설비를 갖춘 환경에서 사용한다.

③ Ammonia

증상	눈, 코, 목의 자극·호흡곤란·가슴 통증·폐색전·피부 화상 및 수포·동상(액체)	
	눈·피부·심혈관계·호흡기관	
응급처치	눈 접촉	다량의 물로 즉시 안구 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉	즉시 물로 접촉 부위를 세척하고, 세척 후 증상이 있을 시 의사의 처방을 받도록 한다.
흡입	<ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈췄을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다. 	
	섭취	즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
비고	<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 안구세정기 및 비상샤워 설비를 갖춘 환경에서 사용한다. 	

④ Benzene

증상	눈, 피부, 코, 호흡기관의 자극·어지러움·두통·메스꺼움·무식욕·무기력함·골수 저하(발암 가능)	
	눈·피부·혈액·중추신경계·호흡기관·골수(백혈병)	
응급처치	눈 접촉	즉시 비누로 접촉 부위를 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉	즉시 물로 접촉 부위를 세척하고, 세척 후 증상이 있을 시 의사의 처방을 받도록 한다.
흡입	<ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈쳤을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다. 	
	섭취	즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
비고	<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 화재의 위험이 있으므로 즉시 탈복한다. - 안구세정기 및 비상샤워 설비를 갖춘 환경에서 사용한다. 	

⑤ n-Butane

증상	졸림·혼수상태·질식·동상(액체)
표적 기관	중추신경계
응급처치	<p>동상(눈)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다량의 물로 눈을 깜박이며 최소 15분간 눈 전체에 흘려준다. - 자극, 고통, 부풀어 오름, 눈물을 흘리는 증상이 계속 될 시 의사의 처방을 받도록 한다.
	<p>동상(피부)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 접촉 부위를 문지르거나 물을 흘려주지 말고 즉시 의사의 처방을 받도록 한다. - 얼어있는 부위에 붙어 있는 의복을 억지로 제거하지 않는다. - 동상 부위가 없다면 탈복하고 비누로 물질을 씻어낸다.
	<p>흡입</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈췄을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
비고	<ul style="list-style-type: none"> - 액체로 인한 동상으로부터 보호하기 위해 적절한 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 화재의 위험이 있으므로 즉시 탈복한다. - 안구세정기 및 비상샤워 설비를 갖춘 환경에서 사용한다.

⑥ Ethanol(Ethyl alcohol)

증상	눈, 피부, 코의 자극·두통·졸림·무기력함·메스꺼움·기침·간손상·빈혈·생식 장애 및 기형 발생
표적 기관	눈·피부·호흡기관·중추신경계·간·혈액·생식기관
응급처치	<p>눈 접촉</p> <p>다량의 물로 즉시 안구 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.</p>
	<p>피부 접촉</p> <p>가능한 빨리 접촉 부위에 물을 흘려 물질을 씻어내고, 불편한 증상이 계속된다면 의사의 처방을 받도록 한다.</p>
	<p>흡입</p> <p>다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다.</p>
비고	<p>섭취</p> <p>즉시 의사의 처방을 받도록 한다.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 화재의 위험이 있으므로 즉시 탈복한다.

⑦ Ethyl acetate

증상	눈, 코, 피부의 자극·메스꺼움·피부염
표적 기관	눈·피부·호흡기관
응급처치	눈 접촉 다량의 물로 즉시 안구 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉 가능한 빨리 접촉 부위에 물을 흘려 물질을 씻어내고, 불편한 증상이 계속된다면 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈췄을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
비고	섭취 즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
	- 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 화재의 위험이 있으므로 즉시 탈복한다.

⑧ Formaldehyde

증상	눈, 코, 목, 호흡기관의 자극·눈물 흘림·기침·호흡곤란·발암 가능성
표적 기관	눈·호흡기관(비강암)
응급처치	눈 접촉 다량의 물로 즉시 안구 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈쳤을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
비고	- 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보안경을 착용한다.

⑨ Formic acid

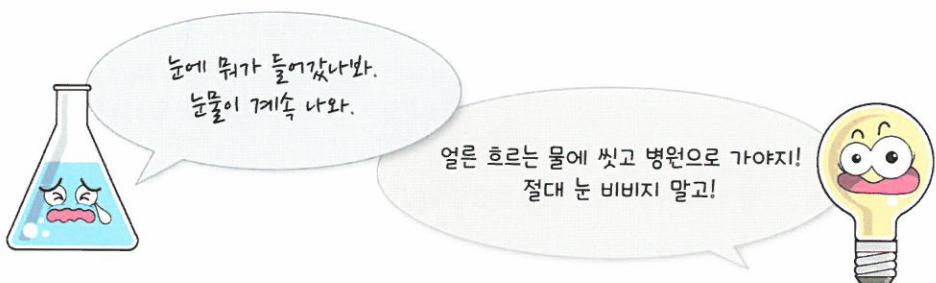
증상	눈, 피부, 목의 자극·피부 화상 및 수포·눈물 흘림·비출혈·기침·호흡곤란·메스꺼움
표적 기관	눈·피부·호흡기관
응급처치	눈 접촉 즉시 비누로 접촉 부위를 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉 즉시 접촉 부위에 물을 흘려 물질을 씻어내고, 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 <ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈췄을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
비고	섭취 즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
	<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 즉시 탈복한다. - 안구세정기 및 비상샤워 설비를 갖춘 환경에서 사용한다.

⑩ Hydrazine

증상	눈, 코, 피부, 목의 자극·일시적 실명·어지러움·메스꺼움·피부염·피부 화상
표적 기관	눈·피부·호흡기관·중추신경계·간·신장
응급처치	눈 접촉 즉시 비누로 접촉 부위를 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉 즉시 접촉 부위에 물을 흘려 물질을 씻어내고, 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 <ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈쳤을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
비고	섭취 즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
	<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 화재의 위험이 있으므로 즉시 탈복한다. - 안구세정기 및 비상샤워 설비를 갖춘 환경에서 사용한다.

⑪ Hydrogen chloride

응급처치	증상	코, 목, 후두의 자극·기침·숨막힘·피부염·피부 화상(수용액)·동상(액체)
	표적 기관	눈·피부·호흡기관
	눈 접촉	즉시 비누로 접촉 부위를 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉	즉시 접촉 부위에 물을 흘려 물질을 씻어내고, 의사의 처방을 받도록 한다.
	동상 (눈, 피부)	<ul style="list-style-type: none"> - 다량의 물로 눈을 깜박이며 최소 15분간 눈 전체에 흘려준다. - 자극, 고통, 부풀어 오름, 눈물을 흘리는 증상이 계속 될 시 의사의 처방을 받도록 한다. - 피부 접촉 부위를 문지르거나 물을 흘려주지 말고 즉시 의사의 처방을 받도록 한다. - 얼어있는 부위에 붙어 있는 의복을 얹지로 제거하지 않는다. - 피부에 동상 부위가 없다면 탈복하고 비누로 물질을 씻어낸다.
	흡입	<ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈췄을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
	섭취	즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
비고		<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 즉시 탈복한다. - 앙구세정기 및 비상샤워 설비를 갖춘 환경에서 사용한다.



⑫ Hydrogen peroxide

증상	눈, 코, 목의 자극·피부 홍진 및 수포·머리카락 탈색
표적 기관	눈·피부·호흡기관
응급처치	눈 접촉 즉시 비누로 접촉 부위를 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉 즉시 접촉 부위에 물을 흘려 물질을 씻어내고, 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 <ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈췄을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
비고	섭취 즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
	<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 즉시 탈복한다. - 앙구세정기 및 비상사위 설비를 갖춘 환경에서 사용한다.

⑬ Iodoform

증상	눈, 피부의 자극·어지러움·메스꺼움·무기력함·중추신경 저하·간, 신장, 심장 손상·호흡 곤란·시각 장애
표적 기관	눈·피부·호흡기관·간·신장·심장
응급처치	눈 접촉 다량의 물로 즉시 안구 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉 즉시 비누로 접촉 부위를 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 <ul style="list-style-type: none"> - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈쳤을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
비고	섭취 즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
	<ul style="list-style-type: none"> - 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 화재의 위험이 있으므로 즉시 탈복한다.

⑯ Isopropyl alcohol

증상	눈, 피부, 코의 자극·졸림·어지러움·두통·피부 갈라짐
표적 기관	눈·피부·호흡기관
응급처치	눈 접촉 다량의 물로 즉시 안구 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉 접촉 부위에 물을 흘려 물질을 씻어내고, 피부자극 증상이 있을 시 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈췄을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
	섭취 즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
비고	- 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 화재의 위험이 있으므로 즉시 탈복한다.

⑰ Ethylene Glycol

증상	눈, 피부, 코, 목의 자극·메스꺼움·구토·무식욕·무기력함·복통·무기력함·어지러움·경련·중추신경 저하·피부 민감화
표적 기관	눈·피부·혈액·중추신경계
응급처치	눈 접촉 즉시 비누로 접촉 부위를 세척하고 의사의 처방을 받도록 한다.
	피부 접촉 즉시 물로 접촉 부위를 세척하고, 세척 후 증상이 있을 시 의사의 처방을 받도록 한다.
	흡입 - 다량을 흡입했을 시 깨끗한 공기가 있는 곳으로 이동하여 호흡하도록 한다. - 숨이 멈쳤을 시 인공호흡 시행하고 따뜻하게 유지하도록 한다. 또한 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 한다.
	섭취 즉시 의사의 처방을 받도록 한다.
비고	- 피부, 눈의 접촉으로부터 보호하기 위해 보호복 및 보안경을 착용한다. - 의복이 물질로 젖었을 때 즉시 탈복한다. - 보호복의 오염 시 반드시 교체한다.



참고문헌

○ 연구 논문 및 자료

산업안전대사전, 도서출판 골드, 2004

화학용어사전, 일진사, 2011

현장 응급처치의 원칙 및 관리지침(H-57-2012), 한국산업안전보건공단, 2012

화학물질의 분류 및 표지에 관한 세계조화시스템(GHS), 정부 합동 GHS 추진 위원회, 2006

위험물의 류(類)별 구분체계 개선 및 위험물질 정보제공 선진화 방안 연구, 소방 산업기술원, 2013

2013년 연구실 안전관리 현황 지도점검 분석 결과, 미래창조과학부, 2014

○ 단행본

표준 연구실 안전, 과학기술부, 2006

연구실 안전보건 지침서, KIST, 2008

연구실 안전관리 매뉴얼, 교육과학기술부, 2008

응급처치론, 중앙소방학교, 2010

국내외 연구·실험실 사고사례 모음, 교육과학기술부, 2011

연구실 안전사고 사례집, 교육과학기술부, 2012

기본응급처치학 1판, 전국응급구조학과교수협의회, 한미의학, 2013

산업안전보건매뉴얼, 교육부 및 한국직업능력개발원, 2013

재해자 구조 및 응급처치, 대한산업보건협회, 2014

119구급대원 현장응급처치 표준지침, 소방방재청, 2014

Safety in Academic Chemistry Laboratories, American Chemical Society, 2003

First aid, CPR, and AED(6th ed.), AAOS, 2007

Chemical safety manual for small businesses, American Chemical Society, 2007

Advanced Assessment and Treatment of Trauma(1st ed.), AAOS., 2007

First Aid/CPR/AED PARTICIPANT'S MANUAL, American Red Cross, 2011

Laboratory Safety Manual, The University of California, Berkeley, 2012

Laboratory Safety Manual, The University of Texas at Austin, 2013

Laboratory Safety Manual, the University of California, San Francisco, 2013

The Emergency Response Safety and Health Database, NIOSH, 2014

Laboratory Safety Manual, the University of California, Davis, 2014

○ 온라인 출처

한국과학기술연구원(KIST): www.kist.re.kr

대한의학회: www.kams.or.kr/health(알기 쉬운 건강정보)

보건복지부 국가건강정보포털: health.mw.go.kr(종합건강정보)

한국과학기술원(KAIST): www.kaist.ac.kr/html/etc/safety/safety_01020401.html(실험실안전)

노동환경건강연구소 일과환경: safedu.org/pds1/10686(발암물질 목록)

소방산업정보시스템: www.sobangin.or.kr/(소화기)

산업안전보건공단 블로그: blog.naver.com/koshablog

락포드 시스템: www.rockfordsystems.com/online/safeguarding/freestandshlds.cfm(보호막)

Direct Industry: www.directindustry.com/(안전시설)

2013벤처국방마트: www.defense.or.kr/(안전시설)

코넬 대학(Cornell University): sp.ehs.cornell.edu/lab-research-safety/chemical-safety/(연구실화학안전)

프린스턴 대학(Princeton University): web.princeton.edu/sites/ehs/labsafetymanual/TOC.htm(연구실 안전 매뉴얼)

벨몬트 대학(The University of Vermont): www.uvm.edu/safety/lab/(연구실 안전)

(주)CHC Lab: www.chclab.com(시약장의 설계기준)

瑟림랩텍: sercrim.com(안전제품)

3M: solutions.3m.com/wps/portal/3M/ko_KR/Products/ProdServ/Dir/Safety-Security/(보호구)



연구실 안전 표준 교재

실험 전·후 안전Ⅱ

- 실험 후 안전편

발행일 2015년 4월 15일

발행처 국가과학기술인력개발원

웹사이트 www.kird.re.kr

디자인/인쇄 (주)드림디앤디 (TEL. 02-2268-6940)

ISBN 978-89-97350-04-9

ISBN 978-89-97350-02-5 (세트)

이 책은 국가과학기술인력개발원에 소유권이 있습니다.

국가과학기술인력개발원의 승인 없이 상업적인 목적으로 사용하거나 판매할 수 없으며 무단복제와 전재를 금합니다.

연구실 안전 표준 교재



실험 전 · 후 안전 I

Safety Before and After
the Experiment I



실험 전 · 후 안전 II

Safety Before and After
the Experiment II



전기 · 전자 안전

Safety for
Electricity & Electronics



화학 · 가스 안전

Safety for
Chemistry & Gas



실험 전·후 안전 Ⅱ

비매품



본원 / 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양청4길 45
분원 / 대전광역시 유성구 대덕대로 593 대덕테크비즈센터 11층
웹사이트 / www.kird.re.kr

9 788997 350049

94080

ISBN 978-89-97350-04-9
ISBN 978-89-97350-02-5 (세트)