

실험실안전
(Laboratory Safety)

2021

1.0 개요

이 방법은 연구자가 실험실에서 안전하게 작업하기 위해 지켜야 할 일반적인 안전규칙, 안전장치 및 사고 시 대처 요령을 규정한다.

2.0 실험실 안전의 원칙

실험실 안전은 연구하고 탐구하는 노력과 같이 지속적인 관심과 노력이 필요로 한다. 우리가 실험실에서 안전하게 작업하기를 원한다면 사용하는 기계·기구 약품 등의 안전과 보건에 관한 사항들을 잘 알고 있어야 한다. 또한 자신과 실험실 동료의 안전을 위해 나의 책임이 무엇이며 내가 할 일이 무엇인가를 아는 것도 중요하다.

2.1 안전한 실험

2.1.1 위험성을 가진 작업을 할 때는 적절한 보호구를 착용한다 (실험복, 보안경, 보안면, 안전장갑, 안전화, 보호의 등).

2.1.2 위험, 유독, 휘발성 있는 화학약품은 후드 내에서 사용한다.

2.1.3 실험실에서 문제가 발생되었을 때 연락할 수 있도록 연구 (실험)책임자의 연락처와 위험성, 응급조치요령 등을 명시한 기록표를 부착하여야 한다.

2.1.4 금연과 같은 준수사항을 지키고, 모든 위험물 용기에는 위험성 표지를 부착하여 안전하게 사용해야 한다.

2.2 다른 사람의 안전에 대한 관심

안전에 대한 관심은 주위 사람들도 포함해서 생각하여야만 한다. 다른 사람들의 태도를 주시하여 불안정한 행동을 하는 사람에 대해서 안전한 행동을 하도록 주지시켜야 한다. 동료에게 보안경을 착용하여 실험하도록 하는 것도 그 예가 될 것이다. 또한 화재나 사고 시 주위 사람에게 알리는 것도 중요하다.

2.3 실험과 관련된 위험성에 대한 이해

예방은 안전에서 가장 중요한 요소이다. 어떠한 실험을 계획하거나, 새로운 장비의 사용 및 화학약품을 다루기전에 실험에 관계된 위험성과 안전조치에 대하여 알고 있어야 한다. 가능하면 작업에 대한 위험과 안전조치에 대한 정보를 준비하여 실험실 내 모든 사람이 이용할 수 있도록 해야 한다.

2.4 사고 시 행동요령

사고 발생 시 정확하고 빠르게 대응하여야 한다. 실험실 내 존치물, 비상샤워기, 세안장치, 피난사다리, 소화전, 소화기 등 안전장비 및 비상구에 대하여 잘 알고 있어야 한다. 만약, 사고가 발생하면 다음과 같이 행동하도록 한다.

2.4.1 신속히 부근의 사람들에게 통보한다.

화재나 사고 시 근처에 있는 사람에게 알리고 그들에게 다음에 일어날 수 있는 상황을 알리도록 한다. 그리고 다른 사람은 관련부서에 도움을 요청하도록 한다.

2.4.2 가능한 화재나 사고를 초기에 신속히 진압한다.

화재로부터 위험을 차단한다는 것은 화재로 인한 피해가 더 이상 번지지 않도록 조치를 취하는 것이다. 화재의 경우 문과 창을 닫도록 한다. 소규모의 화재 발생 시 근처에 있는 소화기를 신속히 사용하도록 하고 화재의 범위가 큰 경우에는 소화전을 사용하며 초기진압이 어려운 경우에는 즉시 진압을 포기하고 피신토록 한다.

2.4.3 건물에서 피신한다.

건물에서 피난 시 화재경보를 울리고, 지체 없이 가까운 출구로 빠져나가도록 한다. 절대 승강기 이용은 삼가하도록 한다.

2.4.4 도움을 요청한다.

소방서, 경찰서, 병원 등에 긴급전화를 하여 도움을 청한다. 도움 요청은 안전한 곳에서 하도록 한다. 전화 요청 시 응급상황의 성격과 발생위치를 상세하게 설명하고 응급요원의 지시를 받도록 한다.

2.4.5 응급요원에게 지금까지의 진행상황에 대하여 상세히 알리도록 한다.

응급요원에게 사고 장소, 고립된 사람, 위험물질, 관련 장비 등을 알려줘야 하며 간단한 응급조치에 대해서 잘 숙지하고 있어야 한다. 이 응급조치에는 사고발생 시 안전장비의 사용방법도 포함한다.

2.5 사고 또는 위험한 상황에 대한 보고

사고 발생 시 지체 없이 안전담당부서에 전화를 하여 조치하도록 하고 실험실 책임자에게 보고하여야 한다.

3.0 사고와 응급조치

의료사고 시 119 혹은 의료실에 전화하여 구급요원에게 도움을 청하도록 한다. 사고의 성격을 정확히 알려주고 구급요원이 오기 전까지 자신이 아는 범위 내에서 응급조치를 하도록 하고, 만일 응급조치에 미숙하다면 조치를 하지 않는 것이 좋다. 모든 피해에 대하여 실험실 책임자에게 알리도록 한다. 실험실 안에 있는 모든 사람들은 소화기, 피난기구, 안전샤워기, 세안장치 등 안전장비 사용법을 알고 있어야 하며 이런 안전장비들이 실험실 및 건물 어디에 있는지도 알아두어야 한다. 기본적인 응급조치의 방법을 숙지하여 비상시 사용 가능하도록 한다.

3.1 호흡정지

환자가 바닥에 의식을 잃고 호흡이 정지된 경우 당장 인공호흡을 해야 하는데 구강대 구강법이 어떤 방법보다 효과가 있다. 주변의 도움을 청하려고 시간을 낭비하지 말고 환자를 소생시키면서 도움을 청해야 한다. 구강대 구강법과 심폐소생법 등의 응급조치 방법이 있다.

3.2 심한출혈

심한출혈은 상처부위를 패드나 천으로 누름으로써 지혈할 수 있다. 천은 깨끗할수록 좋지만 위급할 때는 의류를 잘라 사용토록 한다.

3.2.1 쇼크 (shock)를 피하기 위해서 상처부위를 감싸고 즉시 119로 연락하여 응급요원을 부르도록 한다.

3.2.2 피가 흐르는 부위는 신체의 다른 부분보다 높게 하고 계속 누르고 있도록 한다.

3.2.3 환자는 편안하게 누이도록 한다.

3.2.4 지혈대는 쓰지 않도록 한다.

3.3 화상

3.3.1 경미한 화상은 얼음이나 생수로 화상부위를 식혀준다.

3.3.2 옷에 불이 붙었을 때

3.3.2.1 환자는 바닥에 누워 구르는 경우 근처에 소방담요가 있다면 화염을 덮어 싸도록 한다. 절대로 비상샤워기로 가기위해 뛰어서는 안된다.

3.3.2.2 불을 끈 후에는 약품에 오염된 옷을 벗고 비상샤워기에서 샤워를 하도록 한다.

3.3.2.3 상처부위를 씻고 열을 없애기 위해서 얼마동안 수돗물에 상처부위를 담그도록 한다.

3.3.2.4 상처부위를 깨끗이 하고 얼음주머니로 상처부위를 적시고 충격을 받지 않도록 감싸준다.

3.3.2.5 절대로 사람을 향해 소화기를 사용하지 않는다.

3.4 약품에 의한 화상

3.4.1 화학약품이 묻거나 화상을 입었을 경우 즉각 물로 씻도록 한다.

3.4.2 화학약품에 의하여 오염된 모든 의류는 제거하고 물로써 씻어내도록 한다.

3.4.3 화학약품이 눈에 들어갔을 경우 15 분 이상 흐르는 물에 깨끗이 씻고, 즉각 도움을 청하도록 한다.

3.4.4 몸에 화학약품이 묻었을 경우 적어도 15 분 이상 수돗물에 씻어내고, 조금 묻은 경우 응급조치를 한 후 전문의에게 진료를 받는다. 많은 부분이 묻었다면 구급차를 부르도록 한다.

3.4.5 위급한 경우 비상사위기, 수도 등을 이용한다.

3.4.6 화학약품이 옷의 많은 부분에 얼룩러진 경우 오염된 옷을 빨리 벗는다.

3.4.7 얼굴에 화학약품이 튀었을 때 보안경을 끼고 있었다면 시약이 묻은 부분은 완전히 세척하고 사용하도록 한다.

3.5 외상

외상쇼크의 경우 일반적인 증상은 춥고 한기를 느끼며 창백하고 혼수상태로 된다. 재해의 성격이 분명하지 않다면 환자를 따뜻하게 하고 편안하게 눕힌 뒤 전화로 연락하여 환자를 병원으로 이송시키도록 한다.

4.0 실험식 안전규칙

4.1 개인 예방책

4.1.1 실험실에서 혼자 작업하는 것을 피한다.

개인은 적절한 응급조치가 가능한 상황에서만 실험을 해야 한다. 사고발생 시 다른 사람의 도움을 받을 수 있을 때 실험을 하고, 인근에 다른 사람이 실험을 하고 있다면 실험하는 곳을 그들에게 알려주고 서로 상호간에 상대방을 확인할 수 있도록 한다.

4.1.2 눈 보호

화학약품을 사용하는 실험에서는 약품이 튀거나 넘어져 눈에 들어갈 위험이 있으며, 가압된 진공용기는 폭발하거나 파열될 수 있다. 전기용접을 할 때는 파편과 광선 때문에 위험하므로 이러한 실험을 할 때 실험자는 보안경, 고글, 보안면을 사용하여야 한다. 대부분 실험은 단지 보안경을 사용하면 되지만 특수한 화학물질 취급 시에는 약품용 보안경 또는 보안면을 착용하여야 한다.

4.1.3 귀 보호

정상적인 귀로는 15 Hz ~ 20 000 Hz까지의 소리를 들을 수 있다. 순간적으로 높은 소음에 노출되면 일시적인 청각상실을 가져 올 수 있다. 오랜 시간 높은 소음에 노출되면 영구적으로 청각이 상실될 수 있다. 80 dB 이하의 소음은 청각에 위험을 주지 않는다. 130 dB 이상에서는 위험하므로 피해야 한다. 귀덮개는 95 dB 이상의 높은 소음에 적합하고 귀마개는 80 dB ~ 95 dB 범위의 소음에 적합하다. 만일 청각의 위험요소가 존재한다고 생각되면 안전 부서를 통하여 소음 측정을 해보도록 한다.

4.1.4 호흡기관 보호

마스크는 여러 상황에서 사용할 수 있도록 종류와 사이즈가 많으므로 자신에게 적절한 것을 선택한다. 천으로 된 마스크는 작은 먼지를 보호할 수 있으나 화학약품에 의한 먼지로부터는 보호하지 못하는 것에 유의한다.

4.1.5 의복

약품이 튀거나 넘어질 수 있는 상황에서는 실험복 (gown), 보안경, 보안면, 앞치마를 착용하는 것이 좋고, 안전장갑은 부식성이거나 쉽게 피부에 흡수되는 약품을 취급할 때 필요하다. 짧고 앞에 발가락이 보이는 신발은 실험실에서 적합하지 않다. 실험실에서 긴머리, 긴옷, 반짝이는 보석을 착용하는 것은 금물이다.

4.1.6 손 보호

장갑을 착용해야 하는 실험을 할 경우에는 실험에 적합한 장갑을 착용하여야 한다. 장갑에는 여러 가지 종류가 있고 쓰임새도 다양하다. 적절한 장갑을 착용하지 않는다면 그 장갑은 손을 보호하는데 아무런 도움이 될 수 없다.

4.1.7 실험실 안에서 음식·음료의 섭취는 금한다.

4.1.8 실험실 퇴실 시에 반드시 손을 씻는다.

4.2 실험실 예방책

4.2.1 부재 중 실험

실험 계획 시 유념해야 할 것은 언젠가 있을지도 모르는 부재 중 실험에 대한 것이다. 가능한 부재 중 실험은 피해야 한다. 가열판 (heating mantle)나 건조오븐 등의 가열, 냉각수의 고장 (호스 연결 불량, 파열), 환기불량 (독성기체, 가연성물질) 등으로 야기될 수 있는 위험성을 실험실을 떠나기 전에 반드시 체크해야 한다. 부재 중 실험에는 실험의 성격, 성분, 위험가능성 (독성 등), 응급조치 방법, 실험자 이름, 전화번호 등을 명기한 표식을 실험이 행하여지는 실험실 문밖에 부착해 놓아야 한다. 실험자는 실험을 시작하기 전에 이런 것들에 대해 어떻게 할 것인가에 대한 생각을 갖고 있어야 한다. 또한 실험자는 밤샘작업의 경우 이를 책임자에게 알려야 한다.

4.2.2 화학약품 취급

4.2.2.1 모든 용기에는 약품의 명칭을 기재한다 (정제수처럼 무해한 것까지). 표시는 약품의 이름, 위험성 (가장 심한 것), 예방조치, 구입날짜, 합성물질, 사용자 이름이 포함되도록 한다.

4.2.2.2 약품 명칭이 없는 용기의 약품은 사용하지 않는다. 표시를 하는 것은 사용자가 즉각적으로 약품을 사용할 수 있다는 것보다는 화재, 폭발 또는 용기가 넘어졌을 때 어떠한 성분인지를 알 수 있도록 하기 위한 것이다. 또한 용기가 찌그러지거나 본래의 성질을 잃어버리면 실험실에 보관할 필요가 없다. 실험 후에는 폐기용 약품들을 안전하게 처분하여야 한다. 유용한 약품은 쓸 일이 있는 다른 사람에게 확실하게 넘겨주도록 한다.

4.2.2.3 절대로 모든 약품에 대하여 맛 또는 냄새 맡는 행위를 금하고, 입으로 피펫을 빨지 않는다.

4.2.2.4 약품이 엷질러졌을 때는 즉시 청결하게 조치토록 한다. 엷질러진 양이 적은 때는 그 물질에 대하여 잘 아는 사람이 안전하게 치우도록 한다. 사고 상황이 자신이 처리가 불가능하다면 안전담당 부서에 전화를 걸어 도움을 요청한다.

4.2.2.5 전기로 (furnace)나 교반기 (hot plate) 등 고열이 발생하는 실험기기에 대하여 ‘고열’ 또는 이와 유사한 경고문을 붙이도록 한다.

4.2.2.6 화학약품과 직접적인 접촉을 피한다. 지금 안전하다고 여겨지는 것들도 결국은 해롭다고 판명되고 있다.

4.2.3 수은누출

적은 양이 누출되거나 용기내의 것이 넘어진 경우 수은을 모아 (장갑을 끼고) 밀폐된 용기에 담아두도록 한다. 수은은 진공청소기를 오염시키고 수은증기가 발생되어 좋지 않으므로 진공청소기를 사용하지 않는다.

4.2.4 유리제품

4.2.4.1 파이렉스 (pyrex) 제품이나 비산방지 유리제품만을 사용하도록 하여 깨질 때 파편이 생기는 유리제품은 사용하지 않도록 한다.

4.2.4.2 유해한 물질에 의하여 오염된 깨진 유리는 분리처리토록 한다. 각 실험실에서는 깨진 유리만을 버리는 함을 비치토록 한다.

4.2.5 기계 · 기구

4.2.5.1 실험기계 · 기구를 사용하기 전에 반드시 기계 · 기구 관리책임자로부터 지시사항과 허락을 받도록 한다. 사용절차 뿐만 아니라 장비가 가지고 있는 위험성, 긴급 상황 시 조치사항에 대하여도 상세히 알고 있어야 한다.

4.2.5.2 전기접속 상태를 사용하기 전 반드시 점검토록 한다.

4.2.5.3 기기운전 중 실험실을 떠날 때는 가동장비에 대하여 실험자의 긴급연락처와 장비에 대한 명세표를 기록 · 부착토록 한다.

4.2.5.4 실험기계 · 기구는 협소한 장소에 설치하지 않도록 한다.

5.0 실험실 안전장치

5.1 세안장치

세안장치는 눈에 화학물질이 접촉되었을 때 효과적으로 처리할 수 있는 설비이다. 세안장치는 실험실내의 모든 인원이 쉽게 접근하고 사용할 수 있도록 실험실의 모든 장소에서 15 m 이내, 또는 15 초 ~ 30 초 이내에 도달할 수 있는 위치에 확실히 알아볼 수 있는 표시와 함께 설치되어 있어야 한다. 실험실 작업자들은 그들의 눈을 감은 상태에서 가장 가까운 세안장치에 도착될 수 있어야 한다. 눈 부상은 보통 피부부상을 동반하게 된다. 이 때문에 세안장치는 샤워 장치와 같이 붙어 있어서 눈과 몸을 같이 씻을 수 있도록 한다.

5.1.1 사용 및 유지

5.1.1.1 물 또는 눈 세척제는 직접적으로 눈을 향하게 하는 것 보다는 코의 낮은 부분을 향하도록 하는 것이 좋다. 이것은 화학물질을 눈으로부터 씻어내는 효과를 증가시킨다 (거친 물줄기는 눈 속 깊은 곳의 입자들을 씻어낼 수 있다).

5.1.1.2 눈꺼풀은 강제적으로 열리도록 하여야 눈꺼풀 뒤도 효과적으로 세척할 수 있다.

5.1.1.3 코의 바깥쪽에서 귀 쪽으로 세척하여야 씻긴 화학물질이 거꾸로 눈 안이나 오염되지 않은 눈으로 들어가는 것을 피할 수 있다.

5.1.1.4 물 또는 눈세척제로 최소 15 분 이상 눈과 눈꺼풀을 씻어 낸다.

5.1.1.5 유해한 화학물질로 오염된 눈을 씻을 때에는 가능한 빨리 콘택트렌즈 등은 벗겨낸다.

5.1.1.6 피해를 입은 눈은 깨끗하고 살균된 거즈로 덮는다.

5.1.1.7 병원이나 구급대 (119)에 전화한다.

5.1.1.8 세안장치는 매 6 개월마다 점검한다.

5.1.1.9 수직형의 세안장치는 공기 중의 오염물질로부터 노즐을 보호하기 위한 보호커버를 설치한다.

5.1.2 세안장치의 형식

5.1.2.1 지체저장 중력 분출식 : 배관 공사를 할 수 없는 실험실에서 사용된다.

5.1.2.2 수도꼭지 설치식 (편이나 누름판 작동) : 손으로 작동하는 동안 계속 물이 흐른다. 수도꼭지를 세안장치로 변경시킬 수 있다.

5.1.2.3 실험실 작업대형 : 작업대 위에 압착형 손잡이가 붙은 스프레이 장치를 설치하여 사용할 수 있다.

5.1.2.4 회전식 세안장치 : 작업대 위 혹은 구석의 싱크대 부근에 설치한다. 90 도로 회전할 수 있어 싱크대 위에서도 사용할 수 있고 물을 받기 위해 밖으로 뺄 수도 있다.

5.2 샤워 장치

화학물질이 피부나 옷에 튀거나 묻었을 때 샤워 장치로 씻어낸다. 샤워 장치는 화학물질 (예: 산, 알칼리, 기타 부식성물질)이 있는 곳에는 반드시 설치하여야 하며 모든 사람들이 이용할 준비가 되어 있어야 한다.

5.2.1 사용 및 유지

5.2.1.1 샤워 장치는 접근 가능한 위치에 설치하고 알기 쉽도록 확실한 표시를 한다. 이 장치는 실험 시 모든 작업대에서 15 m 이내, 또는 15 초 ~ 30 초 이내에 도달할 수 있어야 한다.

5.2.1.2 실험실 작업자들이 그들의 눈을 감은 상태에서 샤워 장치에 도달할 수 있어야 한다.

5.2.1.3 샤워 장치는 쥐고 당길 수 있는 사슬이나 삼각형 손잡이로 작동되게 한다.

5.2.1.4 잡아당기는 장치는 모든 사람의 키에 맞도록 높이를 조절하고 항상 사용가능하게 유지되어야 한다.

5.2.1.5 샤워 장치에서 쏟아지는 물줄기는 몸 전체를 덮을 수 있어야 한다.

5.2.1.6 샤워 장치가 작동되는 동안 혼자서 옷을 벗고 신발이나 장신구를 벗을 수 있어야 한다.

5.2.1.7 샤워 장치는 전기 분전반이나 전선 인입구 등에서 떨어진 곳에 위치하여야 한다.

5.2.1.8 모든 조건이 적합하다면 샤워 장치는 배수구 근처에 설치하는 것이 좋다.

5.2.2 샤워 장치의 형식

5.2.2.1 천정/벽 부착형 : 천정에서 수직배관을 연결하거나 벽에서 수평배관으로 머리 위에 설치되어 계속적으로 물을 공급한다.

5.2.2.2 작업대에 설치된 호스형 : 손으로 조작하여 상처부위를 빠르게 씻어낼 수 있는 장치이다.

5.2.2.3 바닥에 설치한 비상조합형 : 세안설비와 샤워설비가 같이 설치되어 있다.

5.3 소방안전설비

5.3.1 경보장치

경보장치는 실험실 내 인원들에게 위험 사항을 신속히 알릴 수 있어야 한다. 모든 연구원, 근무자들은 그들의 실험실에 가장 가까운 화재경보기의 정확한 위치를 잘 알고 있어야 한다.

5.3.2 소화기

5.3.2.1 소화기는 화재의 종류에 따라서 분류되며 화재에 따라서 해당되는 문자나 표시를 가진 종류를 사용한다.

5.3.2.2 A급 화재 : 가연성나무, 옷, 종이, 고무, 플라스틱 등의 화재

5.3.2.3 B급 화재 : 가연성액체, 기름, 그리스, 페인트 등의 화재

5.3.2.4 C급 화재 : 전기에너지, 전기기계기구에 의한 화재

5.3.2.5 D급 화재 : 가연성금속 (마그네슘, 타이타늄, 소듐, 리튬, 포타슘)에 의한 화재

5.3.2.6 소화기는 A, B, C 용으로 사용할 수 있는 다목적용을 비치한다.

5.3.2.7 소화기는 적합한 표시에 의하여 확실히 구분되어야 하며 출입구 가까운 벽에 안전하게 설치되어 있어야 한다. 모든 소화기들은 매 12 개월 마다 시일상태, 손상여부, 압력저하, 설치불량 등을 점검한다. 만일 그들이 사용되었거나, 손상을 입고 내부 충전상태가 불량하면 새 것으로 교체하거나 재 충전 한다.

5.3.2.8 소화기 사용법



그림 1. 소화기 사용법

5.3.2.8.1 안전핀을 뽑고

5.3.2.8.2 호스를 화점에 향하게 하고

5.3.2.8.3 손잡이를 강하게 움켜쥐는다.

5.3.2.8.4 비로 쓸 듯이 골고루 뿌린다.

5.3.3 화재담요

화재담요(fire blanket)는 작은 불을 끄거나 화재 시 발생하는 고온으로부터 보호하기 위하여 실험자의 몸을 감싸기 위한 것이다.

5.3.4 모래, 흡착제

5.3.4.1 실험실 내에서는 작은 화재들을 빠르고 쉽게 소화할 수 있는 도구나 재료 등이 필요하다.

5.3.4.2 이러한 재료들은 쉽게 손에 닿을 수 있는 곳에 화재의 종류에 따라 사용할 수 있도록 적절한 표지를 붙여서 보관한다.

5.3.4.3 모래상자를 재떨이로 사용하지 않도록 한다.

5.3.5 스프링클러

5.3.5.1 스프링클러는 자동적으로 작동된다. 실험실 작업자들은 이 시스템을 끄지 않도록 한다.

5.3.5.2 실험실 용품들은 스프링클러 헤드에서 적어도 50 cm 이상 떨어진 곳에 위치하도록 한다.

5.3.5.3 스프링클러 헤드에 물건을 매다는 일이 없도록 한다.

5.3.5.4 화재탐지시스템은 정전 등이 발생할 때에는 작동을 하지 않는다는 점을 유의해야 한다.

6.0 참고자료

6.1 US OSHA Laboratory Standards 29 CFR, Occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories - 1910.1450

6.2 실험실 안전보건에 관한 기술지침, 한국산업안전보건공단, (2018)