



위험 경계 코드: HGH

덴츠플라이(dentsply) prooroot mta 치아근관 치료용 재료

Chemwatch 물질 안전 보고서 (Material Safety Data Sheet)

버전: 2.0

Chemwatch 4620-52

발행일: 2011년 8월 24일

CD 2011년 2월

NA317TC

1. 화학제품과 회사에 관한 정보

상품명

덴츠플라이 ProRoot MTA 치아 근관 치료용 재료

제품 용도

치아 근관 치료용 물질

공급원

회사: 덴츠플라이 코리아(유)

주소: 서울특별시 강남구 테헤란로 34길 21-5

대표번호 : 02-2008-7600

팩스 : 02-562-1469

홈페이지 : www.dentsplykorea.co.kr

2. 위험성 정보

위해성 문구

위험성이 없는 제품에 사용되는 위해 물질. 호주국립 산업 안전 보건위원회(NOHSC) 기준 및 ADG 코드에 의함

Chemwatch 재해율

	최소	최대
가연성	0	최소/없음 = 0
독성	2	낮음 = 1
신체 접촉	3	보통 = 2
반응성	1	높음 = 3
만성	2	매우 높음 = 4



독성 목록(Poison schedule)

없음

위험성

위험성 코드 위험 단계

R34 · 화기 위험

R41 · 눈에 치명적으로 위험

- R51· 수중 물질에 독성
- R58· 환경에 장기적인 부작용을 일으킬 수 있음

안전성

안전성 코드 안전 단계

- S01 · 밀폐용기에 보관한다.
- S22 · 가루를 흡입하지 않도록 한다.
- S24 · 피부 접촉을 금한다.
- S25 · 눈에 들어가지 않도록 한다.
- S36 · 적절한 방어복을 착용한다.
- S37 · 장갑을 착용한다.
- S39 · 눈을 보호하기 위한 장치를 착용한다.
- S51 · 통풍이 잘 되는 곳에서 사용한다.
- S09 · 통풍이 잘 되는 곳에 용기를 보관한다.
- S401 · 이 물질에 의해 오염된 경우 바닥을 포함한 모든 오염대상을 물과 세제로 세척한다.
- S27 · 오염된 의복은 즉시 벗도록 한다.
- S26 · 눈에 들어간 경우 물로 충분히 씻어낸 후 의사 혹은 독극물 정보 센터(Poison Information Center)를 방문하도록 한다.
- S45 · 사고가 발생했거나 건강상 불편함을 느껴지는 경우 즉시 의사나 포장 라벨에 적혀있는 독극물 정보 센터에 방문하도록 한다.
- S63 · 호흡을 통해 흡입한 경우 즉시 환기시켜 맑은 공기를 마시도록 하고, 휴식을 취하도록 한다.

3. 구성물질 / 구성 성분 정보

명칭	CAS RN	%
포틀랜드 시멘트	65997-15-1	75
산화 비스무트(III)	1304-76-3	20
석고	13397-24-5	5-10

4. 응급 처치 방법

구강 섭취

· 즉시 독극물 정보 센터 혹은 병원을 방문하도록 한다. · 이미 물질을 삼켰다면 고의로 토하게 하지 않도록 한다. · 만일 구토가 발생할 경우 환자를 앞쪽으로 혹은 머리를 왼쪽으로 둔 상태로 공기가 통하도록 하고 물질이 흡인되지 않도록 한다. · 환자를 주의 깊게 관찰한다. · 잠이 들려고 하거나 의식이 혼미해지는 환자에게 액체를 먹이지 않도록 한다. · 물로 입을 충분히 헹궈 내도록 한 후 액체를 공급하되 최대한 천천히 삼키도록 주의한다. · 늦지 않게 병원으로 이송하도록 한다.

눈 접촉

만일 이 물질이 눈에 들어갈 경우: · 즉시 눈꺼풀을 들고 흐르는 물로 눈을 씻어내도록 한다. · 눈꺼풀을 확실히 젖히고 씻어내도록 하되 필요한 경우 위쪽 눈꺼풀뿐만 아니라 아래쪽 눈꺼풀도 젖

히도록 한다. · 독극물 정보 센터나 의사가 권장하는 정도 혹은 최소 15분 이상 씻어내도록 한다.
· 되도록 빨리 병원으로 이송하도록 한다. · 눈에 상처를 입은 경우 콘택트 렌즈는 숙련된 사람이 제거하도록 한다.

피부 접촉

만일 피부나 모발에 접촉될 경우: 즉시 충분한 물로 몸과 의복을 세척하도록 한다. · 신발을 포함한 착용하고 있는 의류를 모두 신속히 제거한다. · 흐르는 물로 몸과 모발을 씻어낸다. 독극물 정보 센터에서 권장하는 정도만큼 충분히 씻어내도록 한다. · 병원으로 이송하거나 의사를 부르도록 한다.

흡입

· 연기를 들이 마신 경우 오염된 곳에서 신속히 벗어나도록 한다. · 환자를 눕히고 따뜻하게 유지하면서 휴식을 취하도록 한다. · 우선 틀니 등의 인공 삽입 물은 숨 길을 방해할 수 있으므로 제거하도록 한다. · 숨을 쉬지 않을 경우 인공적인 방법으로 호흡을 유도하며, 인공호흡기, 백 밸브 마스크(bag-valve mask) 장치 혹은 포켓 마스크(pocket mask) 장치 등을 이용하도록 한다. 필요할 경우 심폐소생술을 시행하도록 한다. · 신속히 병원으로 후송하거나 의사를 부르도록 한다. · 만일 가루가 흡입된 경우 오염된 부분을 제거하도록 한다. · 환자가 코로 숨을 쉬도록 하여 숨 길이 안전한지를 확인하도록 한다. · 깨끗한 물로 입을 헹궈내도록 하되 마시지는 않도록 한다. · 즉각적으로 치료를 받도록 한다.

의사를 위한 주의사항

■ 징후에 대해 치료하도록 한다.

비스무트 중독이 심할 경우 디머캡톨(dimercaptol, 오일 내 BAL)로 치료 가능하다. 염화암모늄 주입 산독증을 유발시켜 조직내의 비스무트를 제거하고 소변으로의 배출을 증가시킬 수 있다.

[Marindale의 The extra pharmacopoeia 약전]

쥐(mouse)를 대상으로 한 D-페니실라민(Cuprimine M.S. & D)는 매우 유용한 킬레이트 시약임이 밝혀졌다[ELLENELL & Barceloux: Medical Toxicology].

5. 화재 시 대처방법

소화용 도구

- 화재 진압용 도구의 제한은 없다.
- 주변에서 구할 수 있는 적절한 도구를 이용하여 화재를 진압하도록 한다.

화재 진압

- 소방서에 연락을 하여 현재 위치와 위험상황을 보고한다.
- 호흡가능 한 옷을 입고 장갑을 착용한다.
- 어떤 목적으로라도 하수구나 수로로 유출되는 것을 예방한다.
- 주변에 배치되어 있는 적절한 화재 진압 도구를 이용한다.
- 화기가 있을 것으로 예상되는 용기에 가까이 가지 않는다.
- 물을 분무하여 용기를 냉각시킨다.
- 충분히 안전하다고 판단되면 화재로부터 용기를 제거한다.
- 기구들은 사용 후 완전히 오염을 제거해야 한다.

화재 폭발 위험성

얇은 조각, 미립자, 용해상태 등 특정 면적 비율이 높게 되면 점화되기 쉽기 때문에 가연성 물질로 변화될 수 있다. 그러나, 커다란 고체 상태인 경우 점화되기는 어렵다. 모든 금속물질은 공기 중에 특정 상태에서만 점화되기 때문이다. 어떤 금속의 경우 공기 중 혹은 물기가 있는 상태에서 쉽게 산화되며, 점화 온도에 이를 수 있다. 다른 경우 금속의 산화가 매우 더디기 때문에 점화되기 충분한 상태에 이르기 전에 소멸되기도 한다.

입자의 크기, 모양, 양과 합금 여부 등은 금속의 가연성을 결정하는 중요한 요인들이다. 금속 합금의 가연성은 합금된 물질들의 가연성에 따라 매우 다양하게 나타난다.

분해 시 독성이 연소되면서 실리콘 디옥사이드(SiO₂)나 산화 금속등과 같은 독성물질을 생성할 수 있다.

독가스를 방출할 수도 있다.

부식성 가스를 방출할 수도 있다.

화재와의 비호환성

알려진 바 없음

Hazchem(위험물 표시법)

없음

6. 사고로 인한 방출 시 대응방법

미량 방출 시

환경에 미치는 위험 - 유출 포함

- 점화 가능한 요인을 모두 제거한다.
- 즉시 물질을 흘린 곳을 씻어내도록 한다.
- 피부 및 눈에 접촉되지 않도록 한다.
- 취급 시 방어요용 기구를 사용하도록 한다.
- 건조 세정 법을 사용하되 먼지를 일으키지 않도록 한다.
- 폐기시 적절한 용기를 사용하고 표면에 라벨로 표시하도록 한다.

대량 방출 시

환경에 미치는 위험 - 유출 포함

중등 위험

- 주의: 지역에 있는 개개인에게 주의사항을 알린다.
- 소방서 또는 응급구조대에 연락을 취하여 자세한 위치와 위험 상황을 보고한다.
- 취급 시 방어요용 기구를 사용하도록 한다.
- 어떠한 목적으로라도 오염 물질을 하수구나 수로에 흘려 보내지 않도록 한다.
- 오염가능성이 있는 곳의 물질은 모두 제거하도록 한다.
- 만일 건조된 곳일 경우, 건조된 세정 법을 사용하되 먼지를 일으키지 않도록 한다. 남아있는 잔여물을 취합하여 표시된 플라스틱 용기에 넣어 폐기한다. 만일 젖은 곳일 경우 흡인시키거나 떠내어서 표시된 용기에 넣어 폐기한다.
- 모든 경우 충분한 물을 사용하여 세정하고 하수구로 흘려내려 보내지 않도록 주의한다.
- 만일 하수구나 수로에 오염이 발생된 경우 응급 구조대의 도움을 받도록 한다.

개인용 방어 용구는 MSDS(물질 안전 보고서)의 8번을 참고하도록 한다.

7. 취급 및 저장

취급 절차

- 호흡으로의 흡입을 포함한 모든 접촉에 주의한다.
- 노출 위험이 있을 경우 방어용 의복을 착용하도록 한다.
- 통풍이 잘 되는 곳에서 취급한다.
- 웅덩이 등 움푹 파인 곳에 모이지 않도록 주의한다.
- 안전성이 확인되지 않은 환경에 두지 않도록 한다.
- 인간에게 직접 접촉하지 않도록 하며, 섭취하는 음식 및 식기예의 노출을 금한다.
- 비호환성 물질과 접촉하지 않도록 한다.
- 취급 시 음식을 섭취하거나 음료를 마시거나 담배를 피우지 않도록 한다.
- 사용하지 않을 시 반드시 용기에 안전 표시를 해두도록 한다.
- 용기가 손상되지 않도록 한다.
- 취급 후에는 반드시 비누와 물로 깨끗이 씻도록 한다.
- 작업복은 분리 세탁하며, 오염된 의복은 세탁 후 사용하도록 한다.
- 작업환경을 잘 유지하도록 한다.
- 제조자의 저장 및 취급 권유사항을 숙지하도록 한다.
- 작업하기 안전한 환경을 유지하도록 한다.

적절한 용기

- 폴리에틸렌 또는 폴리프로필렌 용기
- 사용하기 전 새는 곳은 없는지 라벨은 깔끔히 처리되어 있는지 확인하도록 한다.

저장 비호환성

금속성 전자파 파생

산화 칼슘:

- 수분 및 고온에 격렬히 반응 한다.
- 산성물질, 아닐린 과염소산염, 브로마인 펜타플루라이드, 클로라인 트리플로라이드, 플로오린, 하이드로젠 플로오라이드, 하이드라진, 황화수소, 삼황화수소, 이소프로필 이소시아니드 디클로라이드, 가벼운 금속, 리튬, 마그네슘, 동력화 알루미늄, 인산, 칼륨, 삼산화황 등은 화기물질 및 폭발물질과 격렬히 반응한다.
- 아지드, 나이트로알칸(나이트로 에탄, 나이트로메탄, 1-나이트로프로판 등)은 폭발성을 증가시킨다.
- 붕산, 붕산 트리플로라이드, 카본 디옥사이드, 에탄올, 할로겐(플루오라이드 등), 금속 할로겐 화합물, 인산 펜토사이드, 세레늄 산염화물, 이산화황, 이외의 많은 유기 금속들과 호환 불가하다.

황산 칼슘:

- 아크롤레인, 알코올, 삼불화염소, 디아조메탄, 에스터, 플루오라인, 하이드라진, 하이드라지늄 과염소산염, 과산화수소, 정제 알루미늄, 정제 마그네슘, 과산화플루오로산, 적린(레드 포스포러스), 아세틸라이드 염 등과 같은 환원제와 격렬한 반응을 나타낼 수 있다.
- 자극과 열에 민감한 유기 아지드에 가장 민감하게 반응할 수 있다.

- 1,3-디(5-테트라졸)트리아젠(1,3-di(5-tetrazolyl)triazene)과 반응하여 폭발가능 하다.
- 글라이시돌, 이소프로필 클로로카보네이트, 나이트로실 과염소산염, 수소화붕소염과 호환 불가하다.
- 산화칼슘은 수분을 흡수하는 성질이 있으며 석고형태의 수분형태와 반응한다.
- 금속과 산화금속 또는 금속염은 클로라인 트리플로라이드과 브로마인 트리플루오라이드와 격렬한 반응을 일으킬 수 있다.
- 트리플루오라이드는 점화성 산화제다. 이 물질은 가열 도구나 다른 가연성 물질의 도움 없이 연료와 접촉만으로도 가연성을 갖는다. 주변 온도가 약간 상승하면 접촉만으로도 격렬한 반응을 일으켜 점화될 수 있다.
- 세분화 과정은 결과에 영향을 주게 된다.
- 알코올 및 물에서 분리할 수 있다.
- 강력한 산성 물질, 산 염화물, 무수산성물질 및 클로로포름은 피하도록 한다.
- 구리, 알루미늄 및 그 합금물질과의 접촉을 피한다.
- 주의: 용기에 압력이 가해질 수 있으므로 용기를 개방 시 주의한다. 주기적으로 통풍하도록 한다.

저장 요구사항

- 원래의 용기에 저장한다.
- 안전 라벨을 용기에 부착한다.
- 시원하고 건조된 곳에 보관하며 열이나 압력 등 극한 환경에 놓이지 않도록 한다.
- 호환 불가능 한 물질과 되도록 멀리하고 식 음료 용기와 가까이 두지 않도록 한다.
- 용기에 외부 손상을 막도록 한다.
- 제조자의 저장 취급 권장사항을 숙지한다.

대용량의 경우:

- 저장 장소에 대해 신중히 고려한다. - 지역 수자원 장소와 되도록 먼 곳에 보관하도록 한다(빗물탱크, 상수도, 호수, 개울 등)
- 사고로 인한 공기 및 물에 유입될 경우에 대한 재난 대책을 확실히 해두도록 한다.; 이 부분은 해당 지방 정부 당국과 충분히 협의하도록 한다.

저장 시 다른 화학물질들과의 안전성을 유지할 수 있도록 한다.



X: 절대 같이 저장해서는 안됨

O: 특별 예방 장치 설치 하에 함께 저장 가능

+: 같이 저장 할 수 있음

8. 노출 조절 / 개인 보호

노출 조절

출처	재료	TWAppm	TWAmg/m ³	STELppm	STELmg/m ³	Peakppm	Peakmg/m ³	TWA/CC	기타
호주 노출 기준	포틀랜드 시멘트		10						기타 14과 참고
호주 노출 기준	석고(실리카-비정질 규산염(먼지))		2						14과 참고

ENDOEL TABLE

위의 물질들에는 OEL(측정 가능한 효과수준)은 없는 것으로 나타났다.

산화 비스무트(III) CAS: 1304-76-3

응급 노출 제한

물질 IDLH 값(mg/m³) IDLH 값(ppm)

포틀랜드 시멘트 13763 5,000

제품 데이터

덴츠플라이 프로루트 MTA 치아 치근 치료 재료:

포틀랜드 시멘트

■ 호흡 가능 한 먼지농도는 누적 로그 정규 함수로 공기중역학적 측정치 중간값 4.0µm(+/-) 0.3µm과 기하표준편차 1.5µm(+/-)0.1µm의 입자를 관통시키는 여부로 정의된다.

덴츠플라이 프로루트 MTA 치아 치근 치료 재료:

포틀랜드 시멘트:

■ 주의: 이 물질은 ACGIH를 통해 A4로 분류되었으며 사람에게 암을 유발하는 물질로 분류되지는 않았다.

덴츠플라이 프로루트 MTA 치아 치근 치료 재료:

포틀랜드 시멘트:

■ 칼슘 실리케이트는:

1%이하의 크리스탈라인 실리카를 포함한다.

ES TWA: 흡인 가능 한 먼지 10mg/m³

TLV TWA: 전체 먼지(합성된 비 섬유성 물질) 10mg/m³ A4

체외 시험을 통해 칼슘 실리케이트는 최소 10~20mg/m³로 노출될 경우 건강에 악영향을 미친다고 알려져 있는 사소한 먼지들(nuisance dust)보다 더욱 독성이 있다라고 밝혀졌다. TLV-TWA는 눈에 물리적인 위험을 초래하거나 상기 호흡 기관을 민감하게 하는 등에 대한 예방효과가 있다고 하며, 눈, 귀, 코, 입에 먼지 입자의 퇴적물을 방어하고 시력을 보호하는 효과가 있다고 한다.

포틀랜드 시멘트:

■ 산화 칼슘

TLV-TWA는 극심한 자극에 대한 예방효과가 있으며, 수산화 나트륨과 같은 효과가 있다.

포틀랜드 시멘트는 심각한 먼지로 간주되나, 섬유종의 원인이 되지는 않고 폐에 악영향을 미칠 잠재성은 매우 적은 것으로 알려져 있다.

산화 비스무트(III):

■ ACGIH 및 기타 기관들은 작업 현장에서 대기 중 떠다니는 농도의 먼지가 건강에 영향을 미치

는 것을 예방하기 위해 TLV(혹은 그들의 기구들)를 권장하기 위한 목적으로 사용된다.

이번에 TLV를 사용하지 않을 시 이 물질이 건강에 악영향을 미친다는 사실은 동물 실험 및 임상 실험을 통해 밝혀졌다. 공기 중 먼지의 농도는 가능한 낮게 유지해야 하며 직업상 노출되는 농도는 가능한 최소화 해야 한다.

주의: ACGIH은 직업상 노출에 대한 특정 입자에 대한 지정(particles not otherwise specified, P. N. O. S)을 표준화하지 않았다.

감각 자극물은 일시적으로 눈이나 코, 인후에 부작용을 일으키는 화학물질이다. 직업상 노출 기준은 공기 중 농도에 대한 근로자의 다양한 반응에 기초를 두어야 한다. 하루 노출 예상량을 설정해 놓아 감각 자극물에 대한 노출을 최소화하고, 불특정한 요인 및 안전한 요인을 5~10개 이상 사용하여 노출 표준을 설정한다. 동물에 대한 최대 무작용 용량(no observable effect level)을 이용하여 인간에 대한 제한도 정의할 수 있다. 또한, 미국 TLV 협회에 의해 사용되었던 화학물질에 대한 호흡량 기준을 급속히 반응하는 자극에 대한 최대값(TLVC)을 정하고, 자극, 생물학적 축적 및 기타 한계와 관련된 종료지점에 대해 단기 노출 한계(TLV STELs)을 설정한다. 반대로 독일의 MAK 협회는 강력한 향, 자극 부위, 반감기에 기초를 둔 5개의 카테고리 시스템을 사용한다. 그러나 이 시스템은 유럽연합(EU)의 직업적 노출한계에 대한 과학적 협의(Scientific Committee for Occupational Exposure Limits, SCOEL)의 구성으로 대체되었으며, 이후 그 내용은 미국의 것과 유사해졌다.

미국 OSHA에서는 감각 자극제의 노출에 대해 아래와 같은 내용을 포함하고 있다.

- 염증 유발
- 다른 자극 및 염증 인자로 의심할 수 있는 가능성이 증가
- 영구적인 손상 및 기능장애 초래
- 위해 물질을 다량 흡수할 수 있고, 그 물질에 의한 자극에 대한 내성을 높여 대량 노출에 대한 위험을 증가시킴

석고

■ 칼슘 카보네이트:

TLV-TWA는 칼슘 카보네이트에 노출 시 일어날 수 있는 자극의 위험성을 유의하게 억제할 수 있다고 간주된다.

TLV-TWA는 눈, 피부 및 다른 신체적 자극을 방어할 수 있는 효과적인 도구로 간주된다.

석영 TLV의 안전성에 대해 아직 확실하게 알려지지 않았으며 실리콘 및 폐 암과의 관계에 대한 우려 때문에 석영의 농도에 대해서는 신중하게 하는 것이 중요하다.

개인 보호 장비



눈

- 화학용 고글을 사용한다.
- 필요할 경우 얼굴 전면에 대한 보호기구를 착용할 수도 있지만, 눈을 보호하기 위해 항상 필요

한 것은 아니다.

· 콘택트 렌즈는 특히 위해 요인으로 작용할 수 있다.; 소프트 렌즈의 경우 자극 요인을 흡수할 수 있다. 관련 문서에 따르면 콘택트 렌즈의 착용은 작업을 위한 목적으로만 사용되어야 한다고 기록하고 있다. 이는 렌즈의 흡수에 대한 검토 및 렌즈 사용으로 인한 화학물질에 대한 부상에 경우가 검토되어야 한다. 의료에 종사하거나 응급의학에 종사하는 개인은 불필요한 것은 빼고 적절한 장비만 착용하도록 해야 한다. 화학적 폭발 시 즉시 눈에 자극이 시작되면 재빨리 콘택트 렌즈를 제거하도록 해야 한다. 렌즈 제거로 눈의 충혈이나 자극을 감소시킬 수 있으며 렌즈 제거 시 세척한 깨끗한 손으로 청결한 환경에서 제거해야 한다[미국 CDC(질병 관리 센터). NOISH Current Intelligence Bulletin 59 최근 정보 요약 59], [호주/뉴질랜드 1336 또는 national equivalent 국가 기준과 동등한 효력]

손/발

주의:

· 재료는 피부가 민감한 개인의 피부를 자극할 수 있다. 장갑을 제거할 때나 다른 보호 장비를 제거할 때 물질이 피부에 닿지 않도록 각별히 주의해야 한다.

· 신발, 벨트, 손목시계 끈 등과 같은 오염된 기구는 제거하여 폐기한다.

장갑의 적절성 및 내구성은 어디에 사용하는가에 따라 다르다. 장갑 선택에 있어서의 중요한 요인은 아래와 같다.

- 물질에 접촉하는 빈도 및 기간
- 장갑 재료의 화학적 내구성
- 장갑의 두께
- 장갑의 품질

장갑을 선택하기 위해서는 인증된 기준(예: 유럽 EN 374, 미국 F739, 호주/뉴질랜드 2161.1 또는 국가 기준과 동등한 효력)

· 장기간 빈번하게 반복적으로 접촉한 장갑이라면 그 보호에 대한 구분을 최소 5개가 되도록 권장되고 있다(EN 374, 호주/뉴질랜드 2161.10.21 또는 국가 기준과 동등한 효력에 의해 파열 시간이 240분 이상일 것)

· 단기간의 접촉이 예상되는 경우 장갑의 보호력에 대한 구분은 최소 3개가 되도록 권장되고 있다(EN 374, 호주/뉴질랜드 2161.10.1, 국가 기준과 동등한 효력에 의거 파열 시간이 60분 이상일 것)

· 오염된 장갑은 반드시 제거해야 한다.

장갑은 반드시 깨끗한 손에 착용되어야 한다. 장갑을 사용한 후 손은 잘 씻고 완전히 말리도록 한다. 향기가 없는 보습제가 권장된다.

아래와 같은 폴리머(중합체)으로 만든 장갑의 경우 용해되지 않은 마른 고체에 대한 보호용으로 사용가능 하며, 연마제는 사용하지 않도록 한다.

- 폴리 클로로프렌
- 니트릴 고무
- 부틸 고무
- 플루오르성 자연고무(fluorocautchouc)
- 폴리비닐 클로라이드

장갑은 착용가능한지 혹은 불량인지를 지속적으로 시험해봐야 한다.

기타

- 전체
- PVC. 아프론
- 보호 크림
- 피부 세정 크림
- 눈 세척 도구

인공 호흡기

- 미립자(호주/뉴질랜드 1716 및 1715, 유럽 143:2000 및 149:2001 또는 국가 기준과 동등한 효력)
- 작업을 담당하는 기술자가 폭발을 예방하기 적절치 못할 때 인공호흡기가 필요하다.
- 인공 호흡기의 사용여부의 결정은 독성에 대한 정보, 폭발에 대한 데이터, 근로자의 노출 빈도 및 가능성에 대한 근거하 전문가에 의해 결정되어야 한다. – 사용자가 고열 상황에 놓이지 않는지 혹은 개인 보호 장비로 인해 스트레스를 받지 않는지를 먼저 확인해야 한다(전력공급여부, positive flow mask 사용여부, 얼굴 전면에 착용하는 기구인지에 대해서는 선택 가능하다)
- 직업상 노출 제한에 대한 공개 자료가 존재한다면 참고하여 적절한 호흡기를 선택할 수 있다. 이는 정부가 관여하거나 공급자가 권유하는 부분일 것이다.
- 호흡과 관련된 완벽한 예방 프로그램을 통해 선택한 호흡기가 분자 흡인에 적절한 방어효과가 있는지를 테스트하여 인증된 호흡기를 선택하도록 한다.
- 공기 중 부유된 먼지의 양이 매우 많을 경우 positive flow mask를 사용하도록 한다.
- 먼지를 발생시키는 환경을 피하도록 한다.

물질의 농도, 질량 및 사용 환경 등은 개인 보호장비의 사용여부를 결정 짓는다. 더욱 자세한 정보는 CHEMWATCH 데이터 및 산재관련 전문가에게 확인하도록 한다.

엔지니어링 컨트롤

엔지니어링 컨트롤은 근로자와 위해 요인 사이의 장애를 제거하기 위해 사용된다. 잘 디자인된 엔지니어링 컨트롤은 근로자를 보호하는가 매우 효과적이며 특히 근로자의 높은 수준의 보호를 위한 상호작용에 독립적으로 사용 가능하다.

엔지니어링 컨트롤의 기본적인 형태는 작업 활동의 방법을 바꾸거나 위험을 줄이는 등의 절차와 관련된 컨트롤이다.

오염이 발생한 장소를 봉쇄하고 멀리 떨어지도록 하여 선택된 위해 요인으로부터 물리적으로 격리하며 전략적으로 공기를 주입하거나 제거하여 작업환경을 환기시키도록 한다. 환기가 적절하게 이뤄질 경우 공기의 오염을 제거하거나 희석시킬 수 있다. 환기 시스템은 분자의 절차 및 이용시의 화학적 오염성과 연관 지어 설계되어야 한다.

직원들은 과도한 노출을 예방하기 위해 다양한 형태의 조절 장치를 사용할 필요가 있다.

국소 배기장치가 일반적으로 필요하다. 만일 과도 노출의 위험이 있을 경우 인공 호흡기를 착용하도록 한다. 치수가 잘 맞아야 그 역할을 제대로 할 수 있다. 공기 공급 형태의 인공호흡기는 특별한 경우 필요하게 된다. 이 또한 적절한 사이즈를 착용하도록 한다.

독립적 호흡 장치(self-contained breathing apparatus, SCBA)는 또한 상황에 따라 필요로 할 수 있다.

밀폐된 공간에서의 작업 시에는 적절한 환기가 필요하다. 공기 오염이 발생하면 매우 빠른 속도로 확산되는 것을 포진속도라고 한다.

오염의 형태	공기 속도:
용액, 수증기, 탈지 상태 등, 탱크에서 공기 중으로 증발된 형태.	0.25-0.5m/s(50-1000 f/min)
쏟아 붓는 공정 중에 분무되거나 연기로 된 상태, 간헐적으로 용기를 채우는 공정, 낮은 속도의 컨베이어가 이동하는 과정, 용접, 분무, 산성 가스, 산 세척(활성 상태인 곳으로 천천히 방출)	0.5-1 m/s(100-200f/min)
직접적인 분무, 얇은 부스에서의 분무, 용기 채우기, 컨베이어 작업, 으깨는 과정에서 생성된 먼지, 가스(활성 단계에서 공기 흐름이 빠른 곳으로 이동)	1-2.5m/s (200-500 f/min)
갈아내고, 연마하는 과정, 분쇄기에서의 공정에서 발생하는 먼지 (빠른 속도의 환경에서 매우 빠른 속도의 공기 흐름 환경으로 방출)	2.5-10 m/s (500-2000 f/min)

각각의 범위 내에서 적절한 값은 아래와 같다

범위 내 최하위 값	범위 내 최상의 값
1: 방안의 공기가 최소량이거나 공기를 차단한다	1: 방안의 공기가 방해가 된다
2: 경미한 독성에 미미한 수준의 오염	2: 심각한 독성에 오염됨
3: 간헐적으로 소량 생성됨	3: 다량 생성되며, 사용량이 많음
4: 큰 공간 또는 다량의 공기가 존재	4: 작은 공간에서의 조절

간단한 이론으로는 열려있는 추출관으로부터 거리가 멀어질수록 공기의 이동 속도가 느려진다는 것이다. 확산속도는 유출되는 지점으로부터의 거리에 따라 점차적으로 감소한다. 따라서 유출되는 곳에서의 공기의 속도는 조절되어야 하며, 그에 맞춰 이후 오염된 곳으로부터의 거리를 고려하도록 한다. 예를 들어, 용액이 용출 지점으로부터 2미터 떨어진 곳의 공기 확산의 속도는 1-2m/s(200-400f/min)이어야 한다. 다른 기전에 대해서는 추출 기구에서의 과정에 대한 시험이 불충분하고, 이론적 공기 속도는 추출 시스템이 설치되고 사용될 때 적어도 10개 이상의 요인에 의해 영향을 받는 것으로 생각된다.

9. 물리적, 화학적 특성

외형

회색 가루형태, 물과 섞여 있지 않음

물리적 특성

상태구분	구분된 고체형	분자량	해당사항 없음
녹는점(°C)	불가	점도	불가
끓는점(°C)	불가	수용도(g/L)	반응
인화점(°C)	해당사항 없음	pH(1% 용액)	12-13
분해점(°C)	불가	pH(as supplied)	해당사항 없음
자기점화점(°C)	불가	수증기 장력(kPa)	불가
폭발 상한계(%)	해당사항 없음	비중(물 = 1)	4-4.5

폭발 하한계(%)	해당사항 없음	비교 수증기 장력(공기=1)	불가
휘발성분(% vol)	불가	증발률	불가

10. 화학적 안정성

불안정성 관련 환경

- 비호환성 물질의 존재
- 제품이 안정하다고 간주됨
- 유해한 폴리머화가 발생하지 않는다.

비호환성 물질에 대해서는 "7. 취급 및 저장"을 참고하도록 한다.

11. 독성 정보

건강에 미치는 잠재적 영향

급성으로 미치는 영향

■ 이 물질을 구강과 소화관을 통해 섭취할 경우 화학적 반응을 하게 된다.

위장관으로 흡수될 경우 불용성 비스무트 화합물을 입을 통해 주입하도록 하며, 이 경우 급성 독성 일으키지 않고 대변으로 배설하게 된다. 구강 연하는 위염(또는 구강 내 궤양)을 일으키게 된다.

비스무트염은 체액과 조직에 침투하여 소변으로 배설되지만 일부의 비스무트는 조직 내에 남게 된다. 새로 생성된 뼈의 말단에 저장되며, 태반을 통해 태아에게 공급되기도 한다.

비스무트에 의한 급성 해독의 영향은 위장관 장애, 식이장애, 두통, 정신 장애, 피부 반응, 세포 점막의 퇴색 및 경미한 정도의 황달을 일으킨다. 알부민뇨증은 신장 손상을 나타내는 지표 중 하나이다. 비스무트는 뇌병증을 일으킬 수 있으나 2~10주 내에 자연적으로 정상상태로 돌아올 수 있다.

눈

■ 이 물질이 눈에 직접적으로 접촉했을 경우 화학적 반응물을 생성시킬 수 있다. 수증기 혹은 미세 수분입자는 매우 자극적일 수 있다. 동물의 눈을 대상으로 실험한 결과에서 이 물질을 눈에 떨어뜨린 후 24시간 내에 눈에 심각한 병변이 발생되었다고 보고되고 있다.

피부

■ 이 물질이 눈에 직접적으로 접촉했을 경우 화학적 반응물을 생성시킬 수 있다.

파리 플라스터(Plaster of Paris)의 석고반죽으로 모듈을 만들던 학생 4명은 손에 심각한 화상을 입은 바가 있다. "Stone"으로 알려진 치과용 석고는 알파형 반수화물 결정체를 함유하고 있는 황산 칼슘 반수화물로서 모듈이 강한 압착력을 갖도록 한다. 베타형 반수화물은 같은 상황에서 피부에 이상을 일으키지 않는다.

젖은 시멘트의 취급으로 인해 피부염이 일어나기도 한다. 시멘트가 젖은 상태에서는 알칼리성을 띠며, 젖은 시멘트가 피부에서 마르는 과정을 통해 딱딱해지고, 균열이 일어나고, 병변 및 염증을 일으킬 수 있으며 수용성 염에 의해 침투될 수 있다.

석고를 여는 과정에서 찰과상을 입거나 피부에 자극은 이 물질에 노출에만 책임이 있는 것은 아니다.

절개, 찰과상 등의 병변으로 인해 혈액으로 유입될 수 있으며 그로 인해 건강상 심각한 문제를

일으킬 수도 있다. 이 재료를 사용하기 전 피부 테스트를 진행하도록 하며, 취급 시 피부 외부에 손상을 입히지 않도록 각별히 주의한다.

흡인

■ 정상적인 취급 시 가루를 흡인하게 되면 개인의 건강에 악영향을 미칠 수 있다.

공기 중 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상의 무기 황산이 존재할 경우 마비를 일으킬 위험이 있다.

폐기종 혹은 만성 기관지염등과 같은 호흡기 기능 장애가 있는 사람의 경우 이 물질을 과량 흡입할 경우 더욱 심각한 문제를 일으킬 수도 있다.

이미 순환계 혹은 신경계에 문제가 있거나, 신장 손상에 문제가 있는 것으로 의심되는 사람이 본 재료에 과량 노출된 경우 반드시 자세한 검사를 받도록 한다.

호흡기를 통해 물질이 흡인된 경우 폐에 미치는 영향이 크다. 가루가 과용량 흡인된 경우 쉼쉼거리는 소리를 내거나 기침을 하는 등의 호흡에 문제를 일으키는 다양한 호흡기 기능 부전이 일어날 수 있다.

임상 연구 등을 통해 이 물질은 호흡계에 자극을 주며, 상당한 수의 사람들이 이 물질의 흡인으로 인한 호흡기 문제를 일으켰다고 증명되었다. 반면, 폐를 제외한 다른 기관은 일정 기간 후 자극이 중성화 된다고 한다. 재생 과정은 포유류의 폐를 기타 외부물질이나 병원소로부터 보호하기 위한 절차였으나 그 과정으로 인해 가스 교환 기능에 손상을 입고 결국 폐의 기능을 손상시키게 된다. 호흡기에의 자극은 심혈관계로부터 파생된 세포들의 염증반응을 야기시키기도 한다.

만성적으로 건강에 미치는 영향

■ 부식물에 반복적으로 또는 장기적으로 노출될 경우 치아의 염증, 구강 내 염증 및 궤양으로 인한 변형, 턱의 괴사 등이 일어날 수 있다. 기관지에 미치는 자극은 기관지 폐렴을 야기시키게 된다. 위장관 변화 또한 일어날 수 있다. 만성적인 노출로 인한 피부염 및 기형도 예상할 수 있다.

동물 실험에 의하면 최소 한 부분 이상의 기관에 종양이 발생하거나 돌연변이가 일어날 수 있다고 한다. 하지만 아직은 그 증거가 되는 데이터가 충분하지는 않다.

제한적인 증거들은 반복적인 또는 장기간의 직업상 노출은 기관 및 생화학적 시스템에 축적되어 건강에 영향을 미친다고 한다. 또한 그 증거들은 이 물질의 흡인으로 인한 노출 빈도가 많은 사람들은 정상인 사람들에 비해 유의적으로 민감한 반응을 일으킨다고 한다.

폐에 주는 자극은 결국 기도에 기능부전을 일으키고 폐에 알러지를 통해 피로, 정신적 불안, 통증 등을 일으킬 수 있다고 한다. 물질에 노출됨으로 인한 주요한 증상은 그 기간 및 노출의 상황에 따라 다르다. 예를 들어 자동차 배기가스 및 향수, 간접 흡연 등과 같은 특이적이지 않은 환경적 상황으로 인해 그 증상이 다르게 나타날 수 있다.

이러한 제한적인 증거는 이 물질의 피부 접촉으로 인해 수 많은 개인에게 자극적인 반응을 일으키거나 실험대상의 동물들에게서 양성반응이 나타남을 보여준다.

체외실험에서 적혈구와 래빗 폐포 대식세포가 칼슘 실리케이트 단일 재에 노출될 경우 용혈현상을 보이기도 했으며 또 다른 실험에서는 그렇지 않았다. 하지만, 이 두 실험 모두에서 이 물질은 티타늄 디옥사이드보다 더욱 독성이 강하고 석면보다는 독성이 약하다는 점에 동의하고 있다.

규회석을 다루는 근로자에 대한 치사율을 연구한 소규모 코호트 연구에서 폐와 관련된 암으로 인한 사망자는 예상보다는 적게 나타났다. 규회석은 칼슘 이노실리케이트 무기질(CaSiO_3)이다. 경우에 따라 소량의 철분, 망간 그리고 극소량의 마그네슘이 칼슘과 혼합되어 있는 경우도 있다(예:

장미회석-rhodonite).

쥐(rat)를 대상으로 한 흡입과 관련된 연구에서는 악성 종양 발생이 증가함을 보이지는 않았지만 5 μ m 이상의 길이에 지름이 3 μ m 미만의 섬유종이 나타날 확률이 비교적 낮은 것으로 나타났다. 암을 유발하는지를 알아보기 위한 실험으로 각각의 섬유질 크기에 따라 4단계로 나눈 규회석을 쥐의 흉막 내 주입한 실험이 있다. 그 실험에 사용된 규회석의 순도는 나타나있지 않다. 3개의 단계에서 늑막 육종이 증가되었으며, 모든 경우에서 섬유종은 4 μ m 이상의 길이에 지름은 0.5 μ m 이하인 것으로 나타났다.

쥐에게 규회석을 간헐적으로 주사한 두 개의 실험에서 섬유종의 중간값은 각각 8.1 μ m와 5.6 μ m으로 나타났으며 복부내부의 악성종양은 발견되지 않았다.

규회석에 대한 실험 결과 직업상 규회석에 노출된 경우 호흡기능 손상 및 진폐증을 일으킬 수 있다고 한다. 하지만 동물 실험에서는 규회석 섬유는 다른 석면들에 비해 일시적인 염증을 일으키거나 장기적으로 나타날 확률은 낮은 것으로 나타났다. 2년에 걸친 흡입과 관련된 쥐 실험에서는 섬유종이나 의미 있는 염증을 일으키지 않았다고 한다.

시멘트 접촉에 의한 피부염(Cement contact dermatitis, CCD)은 접촉에 의한 일종의 알러지 반응으로 나타났으며 이후 피부의 민감도를 증가시킬 수 있다. 피부 민감도는 시멘트나 시멘트로 만든 제품에 포함되어 있는 미량의 수용성 크론산염(크론산염 화합물)에 의한 것이다. 수용성 크론산염은 피부를 통해 체내로 유입될 수 있다. 시멘트성 염증은 피부 갈라짐, 습진성 발진, 손톱질환, 피부 건조 등으로 특징지어지며, 고농도의 알칼리성 물질에 접촉된 경우 급성으로 국소성 괴사를 나타내기도 한다.

시멘트성 습진은 공사에 쓰이는 시멘트에 오염되거나 사료 등에 포함된 크롬 때문일 것이다. 크롬에 대한 민감성은 니켈, 코발트 민감성을 야기시킬 수 있고, 시멘트내의 고농도의 알칼리성 성분은 시멘트성 피부병을 일으키는 주요한 요인이 된다.[ILO]

다시 말해 장기간 심각한 흡입이 계속된다면 폐부종을 야기시킬 수 있고 드물게는 폐의 섬유종을 일으킬 수 있다. 근로자는 먼지로 인한 기관지염으로 고통 당할 수 있으며 이는 고농도의 먼지에 노출된 그룹의 17%에게서 만성적인 기관지염을 나타내는 것으로 증명할 수 있다.

호흡기 증상과 폐 환기 기능을 밝히기 위해 타이완의 포틀랜드 시멘트 공장에서 일하는 직원 중 최소 5년간 시멘트에 노출된 591명의 남성을 대상으로 한 연구가 있다(1). 이 연구에서는 노력성 폐활량(forced vital capacity, FCV)과 1초량(forced expiratory volume in one, FEV1), 50%의 숨을 들어 마신 후의 최대 호기 유량(forced expiratory flow, FEF50)과 75%의 숨을 들어 마신 후의 최대 호기 유량(FEF 70)의 평균값이 유의적으로 낮게 나타났다. 이 결과를 통해 포틀랜드 시멘트 공장에서 노출된 시멘트 먼지로 인해 만성 호흡기 증상 발현율이 높아지며 환기 능력이 감소됨을 알 수 있다(Chun-Yuh 등, Journal of Toxicology and Environmental Health 49:581-588, 1996)

호흡으로 인한 먼지의 과도한 노출은 기침, 쌉쌉거리는 소리, 호흡이 불편해지는 등의 폐기능 부전을 초래할 수 있다. 이러한 증상이 장기적으로 나타나게 되면 폐활량이 감소하며 흉부 감염이 일어날 수 있다.

작업환경에서의 고농도 먼지 미립자에 대한 반복적인 노출은 진폐증으로 잘 알려진 치료 불가능한 폐 질환을 일으키게 된다. 이 입자들은 0.5 마이크로(1/50,000 인치)보다 더 작은 크기의 미립자이다. 엑스레이 촬영으로도 폐의 음영을 관찰할 수 있다. 진폐증의 증상은 마른 기침, 숨을 내쉴 때의 짧은 호흡(운동성 호흡곤란)의 진행과 흉부 확장 증가 및 전반적인 쇠약, 체중 감소 등을 들

수 있다. 질병이 진행하면서 기침과 함께 끈적이는 가래가 생성되며, 폐활량은 감소하고, 숨가쁨 증상이 더욱 심해진다. 다른 증상으로는 숨 소리가 거칠어지며 폐 활량이 최소화 되고, 운동시 산호 흡인량이 감소한다. 드문 경우 폐기종과 폐기흉이 일어나기도 한다.

근로자가 문제가 되는 작업환경을 떠날 경우 폐에 나타나는 이상은 더 이상 진행하지 않게 된다. 잠재적으로 노출된 위험이 큰 곳에서는 근로자의 폐 기능에 대한 정기적인 검사가 매우 강조된다.

수년간의 먼지 흡입은 즉 진폐증으로 이어진다. 진폐증은 먼지가 축적된 폐에 대한 조직에서의 반응으로 인해 일어난다. 진폐증을 크게 콜라겐 타입과 비콜라겐 타입으로 나눌 수 있다. 비콜라겐 타입의 진폐증은 시작단계에서 주로 나타나며 최소한 기질적 반응으로부터 시작된다. 주로 레티쿨린 섬유로 구성되며, 폐포 구성에 작용하고 잠재적으로 회복 가능하다.

만성 비스무트 독성에 대한 증상은 식욕감퇴, 쇠약, 류마티즘으로 인한 통증, 설사, 고열, 입냄새, 치은염과 피부염 등으로 나타난다. 치은에 나타나는 푸른 선, 이른바 "비스무트 라인"은 다년간의 노출로 인해 발생된 것이다. 황달 및 결막 출혈이 드물게 나타나기도 한다. 비스무트 신장병증으로 인해 단백뇨가 나타나기도 한다. 신장에 농도가 가장 높고, 간에 축적된 농도는 신장보다 낮다. 신장기능장애는 조기에 치료할 경우 회복가능 하지만, 무소변증이나 사망을 초래하기도 한다.

독성과 자극

화학물질에의 독성 등록(Register of Toxic Effects of Chemical Substances, RTECS)로 부터 수집된 자료에 의하면 독성 물질에 대한 노출이 제거된 수 개월 후 심지어 수 년 후에도 천식과 같은 증상은 지속적으로 나타날 수 있다고 한다. 이는 심한 자극 혼합물에 다량 노출될 때 발생하는 반응성 기도 기능장애(reactive airways dysfunction syndrome, RADS)로 알려진 비알러지 상태이기 때문이다. RADS를 포함한 호흡기 질환을 진단하는 주요한 기준은 아토피가 없는 개인이 자극 물질에 몇 분에서 몇 시간 노출된 후 갑자기 나타나는 천식과 같은 증상여부이다. 폐활량 측정에서의 가역적인 기류의 패턴과 메타콜린 테스트에 의한 기관지 과반응성을 보이기도 하며, 호산백혈구 증가증을 제외한 임파세포 염증 등도 RADS를 진단하기 위한 판정기준이 된다. RADS(또는 천식)은 자극물질의 흡인으로부터 나타나며 자극 물질에 노출 기간 및 농도와 연관되어 나타나는 저빈도 질환이다. 반면 산업 재해로 인한 기관지염은 고농도의 자극 물질에 노출된 경우 나타나는 질환으로 노출상황이 제거되면 완벽히 회복 가능하다. 이 질환은 호흡곤란, 기침, 가래 등으로 특징지어진다.

석고

덴츠플라이 프로루트 MTA 치아 근관 치료용 재료:

문서 연구에 의하면 유의적인 급성 독성 데이터는 없음

산화 비스무트(III)

유독성

구강 구강 섭취(rat) LD50: 5000mg/kg

구강 구강 섭취(mouse) LD50: 10000mg/kg

석고:

석고(칼슘 설페이트 디하이드레이트)는 피부, 눈, 점막 세포, 호흡계에 자극을 주는 물질이다. 석고에 대한 초기 연구에 의하면 장기적인 노출도 진폐증과 관련은 없다고 한다. 동물은 물론 인간을 대상으로 한 연구에서는 실리카(이산화규소)를 제외한 칼슘 설페이트 가루가 폐 섬유증을 일으키

는데 영향을 미치지 않는다고 한다. 하지만, 근로자들의 만성 비 특이성 호흡기 질환과 석고와의 관련성에 대해 밝힌 연구도 존재한다(Gacki, 폴란드).

다른 물질과는 다르게 석고는 체내에서 용해 가능하다. 폐에서의 반감기는 수 분 정도이다. 4명의 건강한 성인 남성에게 칼슘 설페이트의 형태($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$)(200 또는 220mg)로 칼슘 보충제를 22일 동안 공급한 결과 평균 28.3%가 흡수된 것으로 보고되었다. 돼지를 대상으로 석고를 포함한 칼슘 보충제의 생물학적 이용가능성에 대한 연구가 진행 중이다. 석고내의 칼슘의 생물학적 이용가능성은 방해석질 석회암, 굴 껍질 가루, 대리석 가루 및 아라고나이트와 유사하며 85~102%에 이른다. 쥐(rat)를 대상으로 한 실험에서 피하지방 및 위장관내 LD50값은 각각 6200과 4704mg/kg로 나타났으며 이는 인산석고와 비교해 볼 수 있다. 플라스틱의 경우 각각 4415와 5824로 나타났다.

쥐를 대상으로 한 실험에서 인산석고의 위장내의 LD50는 9934mg/kg로 보고되었다.

반복적인 용량의 독성: Nottinghamshire와 Suxsex의 지하에서 일하는 241명의 근로자를 대상으로 한 연구에서 흉부 엑스레이, 폐기능 검사 및 호흡기 검사를 통해 석고보다는 석영이 포함된 먼지에서 폐 음영이 관찰되었으며, 실리카에 노출된 경우 폐에 작고 둥글고 불투명한 음영이 나타났다.

석고 추출 및 제조공장에서 일하는 근로자들에 대한 다면적인 검사에 의하면(먼지 농도는 TLV 2.5~10배이상) 석고에 노출로 인한 진폐증의 위험은 보이지 않았다. 또 다른 석고 제조공장의 근로자를 대상으로 한 연구에서는 산업환경에서의 만성적인 석고 먼지의 노출은 폐의 환기 기능에 장애를 일으킬 수 있다는 결과를 보였다.

일본의 학교 선생님에게 폐 전체의 특발성 간질성 폐렴이 발생한 3명의 대상자에 대한 공문이 보고된 바 있다. 이는 학교에서 사용하는 분필의 2/3은 석고로 구성되어 있으며 이외에 적은 양의 실리카와 기타 무기질로 구성되어 있다.

쥐(rat)에게 무수 칼슘 설페이트 섬유를 분무하거나(15mg/m³), 제분과정을 통해 혼합하고, 섬유성 칼슘 설페이트(60mg/m³)를 매일 6시간마다 5일 동안 3주간 복용시킨 결과, 석고 먼지는 용해되지 않고 빠르게 폐에 도달하였고 그 기전은 매우 분명하게 밝혀졌다.

구니아 피크에게 피하를 통해 석고를 주입한 결과 석고는 용해되지 않은 상태로 조직의 주변에 흡수된다. 또 다른 연구에 의하면 석고를 구이니 피그의 피하지방으로의 주사(2cm 5개중 3개 또는 10%의 식염수)한 후 180일이 지나서 희생시킨 결과 전방 복부의 복막에서 석고가 발견되었다. 석고 먼지는 불규칙적이고 작은 혹을 만들고 그 크기는 시간이 지남에 따라 감소된다.

WTC PM2.5[주로 칼슘 설페이트(석고), 칼슘 카보네이트(방해석) 등을 포함한 칼슘 혼합물로 구성되어 있음](각각 10, 32 또는 100 μg)를 쥐의 기도로 주입시킨 결과 폐에 경미하거나 중 정도의 염증이 발현되었으며 고농도 주입할 결과 기도에 과잉 반응성을 나타냈다[이는 많은 화학적 물질 중 WTC OM2.5에서 나타나며 그 상호작용은 기도의 과잉반응성과 관련될 수 있다]. 암컷 SPF Wistar 쥐의 기관 내 무수 석고를 주입하여 3개월 후 관찰한 결과 폐에 총 지질 및 하이드록시 프로필린 농도는 대조군과 비교했을 때 유의적인 차이를 보이지 않았다.

코를 통해 흡인된 경우를 알아보기 위해 수컷 F344 쥐(rat)에게 칼슘 설페이트(100mg/m³)를 매일 6시간에 한번씩, 일주일에 5번, 3주간 분무한 결과 폐포의 대식세포의 수, 기관지 폐포의 세척 용액(bronchoalveolar lavage fluid, BALF) 단백질 농도 또는 BALF 글루타밀 트랜스 텡티다아제 활성(g-GT)에 유의적인 영향을 미치지 않았다. 3주간의 회복기간을 둔 후 비 단백질 티올 수준(non

protein thiol level, NPSH)와 글루타티온은 증가되었다. 이후 추적 실험에서는 쥐(rat)에게 같은 기간 동안 무수 칼슘 설페이트(15mg/m³)를 분무하거나 분쇄된 가루와 칼슘 설페이트(60mg/m³)의 혼합물을 분무하여 관찰하였다. 폐의 칼슘 수준은 대조군과 유사하게 나타났다. 하지만, 실험군의 폐에서 석고 섬유가 관찰되었다. 두 용량에서 모두 즉시 사망한 대상에서 BALF의 NPSH 농도가 유의하게 증가됨이 관찰되었으며 회복군에서도 높게 나타났다. 15mg/m³를 분무한 대상의 경우 모든 실험군의 NPSH에서 대식세포는 거의 사라진 것으로 나타났다. 하지만 세포 외 g-GT활성은 회복군에서만 유의하게 감소되는 것으로 보였다. 이 연구를 통해 거의 모든 NPSH는 "석고 섬유 이 병변이 없는 부분에 미치는 영향은 석고의 모양과 같은 물리적인 요인이 아니라 칼슘 설페이트 그 자체이다." 라는 것을 알 수 있다.

암컷 Syrian 햄스터에게 칼슘 설페이트 섬유(2.0mg)를 매주 한번씩 5주 동안 기관지에 주입한 결과 대조군과 비교하여 유의적인 체중 변화가 일어났지만 사망에 이르는 대상은 없었다. 반면, 폐에서의 염증(특히 대식세포와 호중구의 그룹의 만성적인 염증)이 관찰되었다.

구이니 피그를 대상으로 석연 가루(1.6 X 10⁴ 입자/mL)를 2년간 일주일에 5.5일간 44시간 노출시킨 후 22주 동안 회복기를 둔 그룹과 그렇지 않은 그룹으로 나눠 폐에 미치는 영향을 관찰한 연구가 있다. 이 연구에서 21마리의 대상 중 12마리는 실험 중 죽었다. 그 사망의 원인은 폐렴 또는 폐 병변 때문이었으나, 폐질환에 대한 증상이나 혹은 증식성 폐점막 괴사에 있어서 유의적인 차이는 보이지 않았다. 최초 거의 11개월에는 색소와 무기폐가 관찰되었다. 회복기간 동안 10마리의 구이니 피그 중 4마리는 죽었으며 그 중 2마리는 폐렴으로 인한 사망이었다. 거의 모든 대상에게서 색소 침착이 나타났지만 무기폐가 나타나지는 않았다. 경미한 만성 염증은 최초 2개월 동안 나타나다가 소멸되었다.

석탄 화력 발전소의 수은 배출은 젖은 탈유황물 플루가스(flue gas desulfurization, FGD) 시스템에서 생성된 석고 및 FGD 석고로부터 제조된 벽판 재료에 수은이 존재할 가능성을 높일 수 있다. 시중에 판매되는 벽판 재료에 대한 연구에서는 치장 벽토(CaSO₄·1/2H₂O의 베타형태)와 건조된 벽판 재료에는 약 1 μ g Hg/h의 FGD 석고가 포함되어 있다고 한다. 원래의 FGD 석고에서 수은을 완전히 제거한 경우 약 0.045g Hg/ton의 마른 석고를 포함한다.

상호효과와 길항효과: 쥐(rat)을 대상으로 한 실험에서 기관지 내 무수물질을 주입한 결과 자발적이고 성공적으로 폐에 미치는 석연의 독성은 감소하였다. 이러한 석연 독성에 대한 방어기능은 구이니 피그를 대상으로 한 연구에서도 찾아 볼 수 있다. 구이니 피그에서 석연 독성에 대한 방어효과를 나타냈다. 자연적 무수물질은 쥐(rat)을 대상으로 한 실험에서 카드뮴 설페이트의 영향으로 섬유조직에 미치는 영향이 증가한다. 또한 석연 먼지는 구이니 피그의 폐결핵을 자발적으로 일으키는 역할을 한다.

세포내 독성: Syrian 햄스터의 배아세포에 석고(10 μ g/cm²)는 괴사를 일으키지 않았다. 쥐(mouse)의 말초 대식세포(150 μ g/mL의 석면가루)와 중국 햄스터의 폐 중 V79-4세포(100 μ g/mL)에 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

발암성분: 암컷 Sprague-Dawley 쥐(rat)에게 피하지방 주사를 통해 독일 탄광의 무수 먼지 가루를 주사한 결과 육아종을 야기시켰다. 한편 석고가 육아종을 일으키는 원인이 되는지는 밝혀지지 않

았다. Wistar 쥐 4마리에게 석고 25mg을 피하에 주사한 결과 복강 내 악성종양을 야기시켰으며, 실험 대상의 5%에서는 육종성 종피종이 발견되었다. 첫 번째 양성종양은 546일째 나타났다. 같은 방법으로 암컷 Wistar 쥐(rat)에게 적용한 결과 첫 번째 악성종양은 주사한지 579일만에 나타났다. 악성종양이 발현된 쥐(실험군의 5.7%)의 평균 생존일은 583일 이었으며 실험군의 평균 생존일수는 587일 이었다. 악성종양 형태의 육아종은 동질이상형을 가지며 악성종양 및 육아종과 유사한 형태를 나타내기도 한다.

일주일에 한번씩 5주간 기관지 내 칼슘 설페이트 섬유 2mg을 주입한 암컷 Syrian 햄스터를 2년간 관찰하였다. 총 20마리 중 3마리에서 악성종양이 발견되었다. 심장에서 퇴화성 암이 발견되었으며 신장에서 하나의 악성종양세포가 발견되었다. 갈비뼈에서 2개의 비전형적인 형태의 악성종양이 발견되었다.

구니아 피그를 대상으로 24개월 동안 석고를 흡입하게 한 결과 폐에 악성종양이 발견되지는 않았다. 쥐(rat)에게 18개월간 기관지에 석고를 주사한 결과 인공적인 가스 교환 및 이차적 심장 장애가 나타나지는 않았다.

다른 연구에서 플루가스 석고를 기관지에 1회(25mg) 주사한 결과 18개월 이후 질환성 반응은 나타나지 않았다. 폐의 섬유의 육아종이 발견되지도 않았다. 주사 후 대퇴골에 빠른 축적이 일어나게 되지만 관찰하는 기간 동안 서서히 그 농도가 감소했다. 에임스 검사법(Ames test)에서도 플루가스 석고 가루는 음성으로 나타났다.

유전독성: 칼슘 설페이트(2.5%까지)는 살모넬라 타이피뮤리움 계통(Salmonella typhimurium strains)의 TA1535, TA1537, TA1538에서 독성을 나타내지 않았으며 사카로마이세스 세레비지에(Saccharomyces cerevisiae)계통의 D4에는 대사적 활성이 나타나기도 했다.

발생 독성: 임신한 쥐(mice), 랫(rat) 및 토끼에게 매일 구강을 통해 칼슘 설페이트(16-1600mg/kg)를 임신초기 6일에서 18일까지 공급한 결과 산모의 체중 및 산모와 태아의 생존율, 착상률에 영향을 미치지 않았으며 더 나은 효과를 보이지도 않았다.

12. 환경에 대한 정보

산화 비스무트(III)

석고

포틀랜드 시멘트

하수구나 수로로 방출하지 않도록 한다.

산화 비스무트(III)

포틀랜드 시멘트

금속을 포함하고 있는 무기 물질은 일반적으로 약간의 수증기 장력을 갖고 있으며 공기에는 경계가 존재하지 않으므로 공기 중 유입이 매우 용이하다. 일단 수표면으로 유출된 수분을 함유한 고체는 수용성과 해리성에 영향을 받는다. 미생물학적인 절차로 불용성 금속에서 수용성 금속으로 변형될 수 있다. 이러한 이온화된 형질은 용해되지 않은 리간드와 결합하거나 수용성 친수성 수단을 이용하여 고체입자를 흡수하기도 한다. 용해된 금속의 상당부분은 부유 입자의 형태로 퇴적된다. 잔류된 금속 이온은 수중 유기체에 유입될 수 있다.

일단 토양으로 유입된 금속의 대부분은 이동이 매우 제한적이고 토양의 상부에 남게 된다. 비가 오거나 얼음이 녹으면서 토양에 남아있던 금속물질들이 지하수로 유입될 수 있다. 환경 프로세스

도 용해도 변경에 중요하게 작용할 수 있다.

비록 이러한 금속 물질들은 물리적 pH등에 영향을 미치는 것은 하지만 변형은 새로운 또는 확대된 영향을 불러일으킨다.

금속 이온 성분은 분해되지 않기 때문에 거의 영구적으로 남게 된다. 현대 과학으로는 생물적 축적에 대해 명백히 밝히기에 불충분하다. 반대 이온은 금속으로부터 분리되어 건강하고 환경 친화적인 물질을 만들어 낼 수 있다. 정상적인 상황에서 반대 이온은 불용해성을 가지며, 생물학적으로 이용 불가능하다.

환경적 프로세스가 생화학적 이용가능성을 향상시킬 수 있을 것이다.

포틀랜드 시멘트

산화 비스무트(III)

독성, 저항성, 축적 가능성 또는 환경적 섭리, 작용 등에 대한 증거들을 고려해 보았을 때, 이 물질은 즉시 혹은 장기간 또는 지속적으로 자연 생태계에 구조적인 혹은 기능적인 위험을 일으킬 수 있다.

수중 생물에 대한 독성

이 제품을 수표면 혹은 평균 최고 수위선 아래의 조간대 영역에 접촉하지 않도록 한다. 기기를 세척하거나 또는 정수 처리시 물이 오염되지 않도록 한다.

제품 사용 후에는 폐기가 허락된 장소에만 버리도록 한다.

비스무트는 독성이 강한 중금속에 비해서는 환경 친화적인 편이다. 환경에 노출 수준에 따라 인간 및 동물에 악영향을 미치지 않을 수도 있다. 스위스의 한 연구에 의하면, 지금까지 알려진 비스무트의 생물학적인 기능은 없다고 한다.

비스무트는 깨끗한 바다물에 수산화물($\text{Bi}(\text{OH})_2^+$, $\text{Bi}(\text{OH})_3$)을 발생시키기도 한다. 수중 환경에서의 비스무트는 수중 환경에의 체류시간이 긴 것과 관련이 있다. 비스무트는 자연 환경에서 메틸화 될 수 있다. 메틸화된 비스무트는 친유성을 나타내며, 지질이 풍부한 환경에 축적되기 쉽다. 만일 식물이 금속을 흡수할 경우 그 식물은 피토킬레이션 복합화에 의해 부분적으로 혹은 완전히 불활성화 된다. 하지만, 금속으로 인한 효소의 불활성화를 피할 수도 있다. 이 방어 기전은 생물적 기능에 영향을 주는 금속인 비스무트(혹은 Cd^{2+} , Pb^{2+} 와 같은 다른 금속)의 영향으로 발생되기도 한다. 금속성분은 미립자와 유사성이 높다.

비스무트 혹은 비스무트 혼합물이 환경에 미치는 독성에 대한 자료는 매우 제한적이다. 비스무트 니트레이트는 수중 환경에 급성 독성을 나타내며, 공시 생물인 실지렁이를 이용하여 4일 동안 실험한 결과, EC50은 0.66mg/L로 나타났다. 이 결과를 통해 이 화합물은 수중 생물에 대한 독성이 매우 강한 것으로 판단할 수 있다. 비스무트의 생물 축적 능력에 대해 판단할만한 자료는 불충분한 상태이다. 해양 환경에서 비스무트는 미립자와 관련을 갖는다. 비스무트는 생물 축적에 대한 잠재성을 갖고 있기 때문에 환경적 또는 건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

석고

무기성 황산염

환경적 운명(Environmental fate)-> 이걸 제가 하지 않았어요

수도물에 대한 연구에 의하면 실험 대상인 사람들에게 황산염은 1000~1200mg/L의 농도에서 완화제의 효과를 나타냈으며 그로 인한 설사, 탈수, 체중감소는 없었다고 한다. 식용수에 존재하는

황산염은 그 무미, 무향 이며, 최소 소듐 염으로 250mg/L에 가까운 농도에서 맛을 느낄 수 있다. 황산염은 배수 시스템의 부식을 초래하기도 한다. 식용수 내 포함된 황산염의 농도에 대한 가이드라인은 존재하지 않는다. 맛이 느껴지지는 않지만 500mg/L이상의 농도의 경우 부작용이 증가될 수 있다고 한다.

공기중의 황산염은 건식 및 습식 침적으로 제거될 수 있다고 한다. 습식 침전 절차는 비(구름이 있는 상태에서 발생하는 프로세스)로 내리는 방법과 세척(구름 아래에서 일어나는 강수)를 포함하며, 이 과정으로 공기중의 황산염을 제거할 수 있다.

토양 내에 무기 황산염은 토양 미립자로 흡수될 수 있으며 상수도나 수표면으로 침출될 수 있다. 황산염은 식물에게도 흡수되며 그로 인해 식물 유조직에 유입될 수 있다.

수중 황산염은 황산염 박테리아(티오바실리)의 에너지원으로 쓰일 수 있다. 무산소 환경속에 황산염은 황산염 박테리아에 의해 감소되며, 살아있는 유기체에게 황산의 원료로 사용 가능하다. 이 과정은 황산 사이클에 포함되는 과정이다. 황산 나트륨은 상온에서 불가용성을 띤다. 황산 나트륨은 이온화된 상태에서 완전히 용해가능하며 전체 수중환경에 영향을 준다. 경우에 따라서 황산염은 폐기되기도 하며, 대다수의 황산염 미립자는 자연 중에 존재하며 산업적으로 쓰이는 황산 나트륨이 따로 구분되지는 않는다.

황산염의 BCF는 매우 낮으며, 생물에 농축되지 않을 것으로 예상된다. 나트륨과 황산염 이온은 모든 살아있는 세포간 및 세포내의 농도는 조절 가능하다. 그러나 옥수수나 싸리 같은 식물은 황산염을 축적할 수 있는 능력이 있으며 그로 인해 반추동물에 독성이 생길 수도 있다.

환경독성

일반적인 황산염

물고기의 LC50 독성은 70000mg/L부터

박테리아의 독성은 25000mg/L부터

해조류는 황산 나트륨에 가장 민감한 반응을 보인다(EC50 120h = 1,900mg/L). 무척추 동물의 EC50 48h는 4,580mg/L이며 물고기는 최소 민감성을 LC50 96h = 7,960mg/L로 나타낸다. 진흙에서는 황산 나트륨의 민감성이 8g/l 미만으로 매우 낮게 나타난다. 황산 나트륨은 식물에 크게 영향을 줄만큼 독성이 강하지 않다. 가문비나무(Picea banksiana)는 가장 민감한 종으로 황산 나트륨 농도 1.4g/L에서 반응을 나타낸다. Trycorythus종의 서식지에 침전된 황산 나트륨은 민감성이 LC50 96h = 660mg/l로 그리 높지 않다. 전체적으로 수중 생물 및 진흙에 사는 유기체들에 대한 황산 나트륨은 급성 부작용은 나타나지 않는 것으로 보인다. 육지에 사는 생물에 대한 독성도 비교적 낮은 것으로 판단된다.

하지만 장기간 독성에 대한 자료는 아직 없는 상태이다. 급성 독성에 대한 연구로 황산 나트륨 농도가 100mg/l이상일 때 나타난다고 하며, 생물적 축적은 예상되지 않는다고 한다.

자연환경 내 독성

구성 요소	지속성: 물/토양	지속성: 공기	생물적 축적	이동성
치아 근관 치료용 재료				
포틀랜드 시멘트	자료 없음	자료 없음		
산화 비스무트(III)	자료 없음	자료 없음		
석고	높음	자료 없음	낮음	높음

13. 폐기시 주의사항

폐기에 관한 제정법은 각 나라, 도시, 지역마다 다르다. 각 사용자들은 반드시 해당 지역에서 제정한 폐기와 관련된 법을 따르도록 해야 한다. 지역에 따라서는 특정 폐기를 추적한다고 한다.

통계의 계층은 일반적인 것으로 보인다 - 사용자들은 아래와 같은 부분을 연구해야 한다.

- 줄이기
- 재사용하기
- 재활용하기
- 폐기하기(위의 사항을 적용하기 어려울 때)

이 제품은 사용되지 않았거나, 오염되지 않았다면 재활용 가능하다. 보관기간을 고려하여 재활용 여부를 결정하도록 한다. 이 물질의 성질은 사용목적에 따라 변화할 수 있고, 재활용이나 재사용이 항상 적용 가능한 것은 아니다.

- 세정한 물 또는 기기를 세척한 물을 하수구로 흘려보내지 않도록 한다.
- 세정에 사용한 모든 물을 폐기전 처리를 위해 수집해야 하는 경우도 있다.
- 폐기시 지역에서 지정한 법, 규칙을 따르도록 한다.
- 의문점이 있을 때는 해당기관과 연락하도록 한다.
- 재활용시에는 제조사에 재활용 옵션에 대해 문의하도록 한다.
- 폐기처리에 대한 국가 토지 폐기물 관리 기관(Consult State Land Waste Management Authority)에 문의하도록 한다.
- 잔여물은 인증된 곳에 매립하도록 한다..
- 가능하면 용기는 재활용하고, 폐기해야 할 경우에는 인증된 곳에 매립하도록 한다.

14. 운송에 대한 정보

HAZCHEM:

없음(ADG7)

위험 상품이 이송에 대한 규제 없음 : UN, IATA, IMDG

15. 규제 관련 정보

독성 목록

없음

규제

구성 성분에 대한 규제

포틀랜드 시멘트(CAS: 65997-15-1)는 아래의 규제 목록을 참고하도록 한다.

“호주 노출 규격(Australia Exposure Standards)”, “호주 대량 산업 화학 물질 목록(Australian High Volume Industrial Chemical List, HVICL)”, “호주 화학 물질 목록(Australia Inventory of Chemical Substances, AICS)”

산화 비스무트(III)(CAS: 1304-76-3)에 대한 정보는 아래의 규제 목록을 참고하도록 한다.

“호주 화학 물질 목록(Australia Inventory of Chemical Substances, AICS)”,

석고(CAS: 13397-24-5)에 대한 정보는 아래의 규제 목록을 참고하도록 한다.

“호주 노출 규격(Australia Exposure Standards)”, “호주 대량 산업 화학 물질 목록(Australian High Volume Industrial Chemical List, HVICL)”, “호주 화학 물질 목록(Australia Inventory of Chemical Substances, AICS)”, “호주 치료 제품 관리(Australia Therapeutic Goods Administration, TGA) 재료는 목록화 된 의약품의 활성 요소로 사용될 수 있다.”, “국제 화학 협회의 대량 생산물 목록(International Council of Chemical Association, ICCA – High Production Volume List”

덴츠플라이 프로루트 MTA 치아 근관 치료용 재료에 대한 자료는 없다(CW: 4620-52)

16. 기타 정보

■ 조제용 물질에 대한 분류 및 그 개별적인 구성은 Chemwatch의 분류 협회의 문서화 된 자료를 이용한 개별적인 검토는 물론이고, 공식적이고 믿을 수 있는 자료를 기초로 구성하였다.

분류를 위해 사용된 참고자료의 목차는 아래와 같다.

www.chemwatch.net/references

■ 물질 안전 보고서(MSDS)는 위험 요소에 대한 정보 공유 도구임과 동시에 위험 평가를 위한 자료가 된다. 다양한 요인으로 작업환경의 위험 요소 및 위험물이 존재하는 지에 대해 판정한다. 위험물은 노출 시나리오에 의해 결정된다. 사용량 및 사용빈도, 엔지니어링 컨트롤이 가능한지에 대해 고려할 필요가 있다.

이 문서는 저작권으로 보호되어 있다. 개인적인 연구, 조사, 검토 및 평론을 위한 목적으로 사용 시 저작권의 승인하에 진행하도록 하며, CHEMWATCH의 허가 없이 다른 절차를 통해 재해석 하는 것은 금하도록 한다. CHEMWATCH 연락처 (+61 3) 9572 4700

www.chemwatch.net

발행일: 2011년 8월 24일

인쇄일: 2011년 9월 30일