

FERBAM

Ferric dimethyldithiocarbamate; Ferbeck; Carbamate



TLV—TWA, 10mg/m³

Ferbam은 무취의 검은색 고체이다. 이것의 물리화학적 성질은 분자량이 416.50이며, 비점은 180°C이며, 이 온도에서 분해된다.

Ferbam은 킬레이트 구조를 가지고 있는데 킬레이트 구조는 찬곳에서 안정되나, 고온다습한 상태와 장기간 저장시 분해된다. Ferbam은 물에는 약간 녹고, 클로로포름, 아세톤, 피리딘, 아세토니트릴에는 잘 용해된다. Ferbam은 살균제이다.

Hodge는 흰쥐의 경구 반치사량(LD₅₀)이 17 g/kg이라고 보고하였다. 기니픽과 토끼는 다소 덜 민감한 것으로 발견되었다. 흰쥐에게 0.01%의 ferbam을 음식물에 섞어 주었을 때 아무런 영향도 나타나지 않았으나, 0.5%의 농도에서는

치사하였다. 개의 경우도 6달 동안 매일 25mg/kg씩 투여했을 때 어떠한 장해도 일어나지 않았다.

사람에게 ferbam을 흡입 투여했을 때는 상기도에 불활성 분진에 의한 자극이 지속적으로 나타났다. 이것은 체내조직에는 축적되지 않는다. 시간가중평균치는 이러한 증상과 관련하여 불활성 분진이라는 조건하에 10mg/m³으로 표현한다.

위위원회에서는 독성자료나 산업위생에 대한 경험에 의해 유용한 정량적 자료가 제공될때까지 STEL을 제외시킬것을 권고하고 있다. 독자들은 8시간 TWA 한계내에 있더라도 Introductin to chemical substance의 Excursion Limit절을 검토하는 것이 좋을 것이다.

FERROVANADIUM DUST

FeV

TLV—TWA, 1mg/m³

TLV—STEL, 3mg/m³

검고 무취의 고체입자로서 ferrovanadium은 철과 합금되어 있는데 등급에 따라 50~80%의 vanadium을 함유하고 있다. 이것의 물리화학적 성질은 분자량이 106.8이며, 비점은 1480°C에서 1520°C이다.

Ferrovanadium분진은 vanadium을 포함하고 있는 강철제조에 사용된다. 이 물질의 안전한

폭로 한계농도에 대한 유일한 정보는 소련에서 실행한 연구로서 근로자와 일부제한된 동물실험에 의한 것이다. Roshchin은 동물에게 격일로 1시간씩 2개월간 폭로시켰을때 단지 1000~2000 mg/m³의 농도에서만 심한 병리학적 변화가 일어났는데 이것은 5산화 바나디움보다는 독성이 약한 것이라고 보고하였다. 폐의 병리증상은 만성

기관지염과 폐포염 등 폐에 주로 만성염증 증상이 나타났다. 10,000mg/m³의 농도에 폭로된 동물에게서는 급성 독성작용이 나타나지 않았다.

Roshchin에 의해 제안된 1mg/m³의 한계농도는

폭로에 의한 장애가 발생하지 않는 충분히 안전한 수준이라고 여겨진다. Ferrovandium 분진의 V₂O₅함유량은 매우 적고 STEL을 3mg/m³으로 권고되었다.

FIBROUS GLASS DUST TLV—TWA, 10mg/m³

유리섬유는 섬유모양이나 연속성 필라멘트 모양으로 제조된다. 느슨하게 모아 놓은 모양이나, 여러모양으로 밀집된 형태는 주택이나 대형건물의 단열재, 방음시설 및 건축용 섬유판, 또는 산업용 직물 등으로 사용된다. 유리섬유의 제조공장은 35,000개 이상이 있다

비록 유리섬유는 borosilicate의 변형이지만 직물이나 전기기구에 사용되어지는 특이한 성분의 섬유도 있다. 이것은 약알칼리성이고, calciaalumina-silicate로 구성되어 있다 유리섬유의 평균 직경은 용도에 따라 다양하다. 단열, 방음용으로 사용되는 유리섬유의 직경은 5~15 μm이고, 강화 수지용은 9~11 μm이며, 직물 구조용은 4~6 μm; 여과지, 전선충전재, 장식구조용 등은 6~9 μm이다¹⁾. 유리섬유 제조과정 중에는 정해진 규격보다 가늘게 생산되는 것도 소량있고, 유리섬유 전체 생산량의 1%미만은 미세섬유 범주에 속한다. 이 미세섬유는 비행기나 우주선의 단열, 방음재와 구멍기구, 고성능 여과지로 이용된다. 이 미세섬유의 평균직경은 1 μm보다 작다.

유리섬유는 최종 사용목적에 따라 접합제나 윤활제로 코팅된다. 대부분의 단열과 방음재에 사용되는 접합제는 고온에서 처리된 phenol-formaldehyde형의 수지이다. 직물용으로는 전분이 사용되며, 윤활제는 광유(mineral oil)가 쓰인다. 직물용에 사용되는 접합제의 무게는 0.5%미만이다. 반면에 단열, 방음재용 접합제 성분은 4~

12%에 이른다 광유성분은 유리섬유 무게의 0.25~1.8%이다

비록 열처리된 phenol-formaldehyde형 수지의 호흡기계 장애에 대한 실험연구자료는 없지만, 이 수지를 산업장에서 사용한 것은 매우 오래되었다. 이 수지 제품을 톱질, 연마, 기계처리하는 과정에서 합성수지 분진이 발생된다. phenol-formaldehyde 수지는 분쇄륜에서 연마미분을 집착할때 사용되며, 분쇄륜을 사용하는 과정에서 발생된 분진속에서도 발견된다.

비록 유리섬유의 상업적 생산은 1930년대에서 시작되었지만 슬래그(slag)로 만들어진 유리질 섬유와 밀접한 관계가 있는 광섬유(mineral wool), 유리섬유(vitreous fiber)가 만들어지기 시작한 것도 훨씬 몇십년전의 일이다. 그러나 현 시점에서 유리질 섬유에 대한 건강장애 자료로는 단지 최고 30년간 폭로된 근로자들에 관한 것 뿐이다. 그리고 지난 35년간 동물실험에서 얻어진 자료가 있다. Symposium on Occupational Exposure to Fibrous Glass의 회보에 동물실험과 역학조사가 거의 완전히 수록되어 있다 여기에서는 좀 더 광범위하고 새로운 연구 뿐만 아니라 몇개의 반론을 제기하는 연구에 대해 자세히 다루고자 한다.

Schepers는 단독 혹은 공동연구자들과 1955년부터 1959년 사이에 유리섬유 분진이나 유리섬유 수지 분진을 동물에게 기관내 흡입시킨 실험 논문 4편을 보고하였다 그는 유리섬유 분진

이 흰쥐, 기니픽, 토끼와 원숭이에 있어서 폐의 섬유화를 일으키지 않는다고 보고하였다. 최근에는 흰쥐와 돼지에 유리섬유를 2년동안 흡입 폭로시킨 연구가 실행되어졌는데, 100mg/m³이상의 유리섬유 분진 농도에 폭로되었음에도 불구하고 경도의 대식세포 반응만 나타났을 뿐 폐섬유화는 발생되지 않았다. 실험실내 섬유유의 평균 직경은 0.5 μ m였고, 길이는 범위가 5~20 μ m로 평균 10 μ m였다. 그러나 실험동물을 계속 폭로시켰을 때 폐암이나 중피종 발생은 나타나지 않았다. phenol-formaldehyde수지나 전분 결합제로 코팅을 한 유리섬유와 코팅을 하지 않은 유리섬유의 폭로에 의한 폐반응에는 변화가 없었다. 이러한 폐반응에 따라 유리섬유 분진을 다음 3가지 조건으로 해로운 분진으로 분류하였다.

1. 폐포구조가 정상을 유지함
2. 기질변화가 경미하고, 섬유화가 일어나지 않음
3. 반응이 가역적임

게다가 가울린이나 탄소와 같은 다른 해로운 분진의 폐포반응과는 달리 유리섬유 분진이 들어있는 폐포는 함몰되지 않고 분진을 격리시킨다. 그러므로 흡입된 분진을 빠르게 제거시킨다. 유리섬유를 기관내 주사하였던 흰쥐에서는 다른 결과가 나타났다. 이 흰쥐에는 기관지 염증이 생겼으나, 이 병소는 인공적인 것으로 여겨졌으며, 주사기술의 원인으로 결론 지어졌다.

Kuschner와 Wright는 또한 기니픽에게 길이가 10 μ m이상의 유리섬유를 기관내 주사하였을 때 기관지 주위염이 나타났다고 보고하였다⁹⁾. 이 연구자들은 기관내 주사가 매우 잘못되었고, 흉막내 점적에서도 마찬가지였다고 하면서, 주사 후 과도한 용량이 한 부분에 모여 있어 큰 기도를 막고 있었다. 흡입폭로 실험에서는 특정한 섬유유의 적용에 알맞게 고안된 방법이 확실히 필요하다고 주장하였다.

직경이 0.5 μ m이하이고, 길이가 10 μ m이상인 유리섬유를 흰쥐의 중피강내에 주사하든지 흉강내 이식하면, 육종이 발생되는데 어떤 경우에는 중피종도 발생된다 이러한 발암반응은 용량과

관계되어 발생한다. 더구나 유리섬유 분진 폭로는 발암성의 잠재력이 없다는 역학적 관점에서 볼때, 매우 흥미있는 사실이다. 흰쥐의 복강에 2mg의 유리섬유 분진을 주사하면, 암발생률이 10%나 되는데 이것은 발암성이 매우 높은 청석면을 같은 양으로 주사하였을 경우와 암 발생률이 같은 것이다. 흰쥐의 섬유유에 의한 발암성 실험을 사람에게 적용시키는데는 몇가지 논쟁의 여지가 있다. 인체에서는 발암반응을 일으키지 않는 물질에 대해 흰쥐의 조직은 발암반응을 일으키고 또한 흰쥐의 조직은 연속적인 면을 가진 큰 불용성 입자와 콜레스테롤 결정 같은 불연속적인 미세입자에 의해서도 간접조직암이 발생된다. 비록 현재 구할 수 있는 역학적 자료에 비추어 보아 동물실험 결과에 의문이 남지만 이것은 결국 앞으로 전개될 특히 유리섬유 폭로 근로자보다 10년이상 광섬유나 석섬유에 폭로되는 근로자들을 대상으로 한 연구결과가 해결해 줄 것이다.

Wright 에 의해 이루어진 유리섬유 분진 폭로와 건강장해의 관련성에 관한 최초의 대형 역학조사는 10년 이상 유리섬유 제조공장에서 근무한 근로자 1,389명의 X-선 사진을 관찰하였다. 유리섬유 입자 분진에 10년에서 25년간 폭로된 근로자들을 대상으로 연구한 그의 결론은 흉부 X-선 사진상 이상음영의 양상이 나타나지 않았다는 점과 최고로 폭로된 사람의 X-선 음영의 이상률이 최저로 폭로된 사람의 이상률보다 높지 않았다는 것이다. 몇년후 2028명의 X-선 사진을 Nasr등 이 검토하였는데 이상소견을 보인것은 전체 근로자의 약 16%였으며, 사무실 근무자의 이상률과 차이가 없었다. 같은 공장에서 무작위로 232명을 선정하여 폐활량 검사와 X-선 검사를 시행한 또 다른 연구가 있다 근로자들에게 British Medical Research Council의 폭로된 근로자가 최저로 폭로된 근로자 보다 건강상태의 저하현상은 나타나지 않았다.

유리섬유 생산에 종사하는 근로자들을 대상으로 최근에 수행한 역학조사에서는 건강장해를 평가하기 위해 사망통계를 사용하였다. Enterline

과 Henderson⁸⁾은 6개의 유리섬유 공장에서 퇴직한 근로자의 사망 및 질병자료와 65세까지 이르는 416명의 기록을 분석하였다. 그 결과 전체 사망률은 낮았고, 호흡기질환으로 인한 사망률도 높지 않았으며, 중피종도 발견되지 않았다. 이들은 유리섬유 근로자에서 만성 기관지염 발생률의 증가 가능성외에 어떠한 건강장애의 근거도 없다고 하였다. 근로자들의 흡연력에 관한 자료를 얻지 못하였는데 흡연이 만성기관지염의 중요한 원인인 만큼 만성기관지염 발생률 증가는 유리섬유 폭로에 의한 장애의 '가능성'이라기 보다는 하나의 '관련성'으로 간주해야 한다고 지적하였다.

Bayliss 등도 1,448명의 유리섬유 근로자들의 사망률에 대한 연구에서 예측 사망자수 404명에 대해 376명의 관찰 사망자수가 나타나 전체적인 사망률의 증가가 없음을 발견하였다. 또한 중피종도 발견되지 않았다. 그러나 인플루엔자와 폐염을 제외한 양성 폐질환 사망률의 증가가 있었다고 보고하였다. 이러한 사망은 주로 폐기종과 폐성심에 의해 발생되었다. 10.04명의 예측 사망자수에 비하여 19명의 관찰 사망자수가 발견되었다. 또한 흡연력에 대한 자료를 구할 수 없어서 10.04명의 예측 사망자수에 비하여 8.96명의 관찰 사망자수중 흡연 기여도가 어느 정도인지 결정할 수가 없었다고 하였다. 16년에서 32년 동안 유리섬유분진에 폭로되었던 사망자 20명의 폐의 병리학적 연구를 시행하였는데 대조군으로서 매연공기가 있는 도시지역 성인 사망자 26명의 예와 해안도시의 성인 사망자 14명 예를 선정하였다. 유해인자의 만성 장애 영향의 가능성을 보기 위한 지표로서 폐의 병리상태를 6가지로 구분하여 각 예를 분류하였다. 이 중 3가지 병리형태에서는 환자군이 대조군보다 약간 많았고, 다른 3가지 병리형태에서는 대조군이 환자군에 비하여 약간 많았으나 모두 유의한 차이는 아니었다. 이러한 결과는 이전의 동물실험 결과와 일치하였고, 흡입된 유리섬유

분진이 폐에 침착되어 해로운 조직반응을 일으키지 않는다는 가설을 뒷받침하고 있다

유리섬유 분진에 폭로되어 건강장애가 발생한다는 두가지 보고가 있다. 이중 하나는 캘리포니아 의료진이 691 예의 경우를 통해 유리섬유가 건강장애를 일으킨다고 보고한 것이다. 이 연구에선 66 예의 상기도 증상을 보고하였는데 이 증상은 일시적이고, 장애를 잔존시키지 않았다. 유리섬유 폭로가 건강장애를 유발한다는 다른 보고는 오래전 온수히터의 단열재를 뜯어내는 동안 고농도의 유리질 섬유에 폭로되었던 근로자에 관한 보고였다. 연구자는 소기도를 중심으로 다발성 농양이 포함된 우폐하엽의 기관지확장 부위를 제거했다. 농양에서 유리질 섬유가 발견되었다. 그 환자는 완쾌되어 수술후 3년 반 동안 일을 하였다. 연구자는 농양형성을 동반한 기관지 확장증의 원인이 흔히 감염에 의한다는 것과 기관지 청소기전이 손상되어 일어난 결과라는 점을 고려하지 못했다.

Heisel 은 150명 이상의 사람들에게 유리섬유를 가지고 침포시험과 마찰시험을 실시한 결과 피부감작 반응은 일어나지 않는다고 하였다. 그는 또한 유리섬유의 직경이 $5.3\mu\text{m}$ 보다 굵은 것은 많은 사람에게 일시적인 기계적 피부자극을 일으켰으며, $4.6\mu\text{m}$ 보다 가는 것은 피부자극을 일으키지 않는다고 주장하였다. 흡입된 유리섬유 분진이 비교적 불활성이라는 점과 발암성과는 관련성이 없다는 최근의 역학연구 에도 불구하고 섬유에 의한 흰쥐의 발암성 실험결과로 보아 인체에도 같은 결과를 초래할 가능성이 있다고 주장하는 학자들이 있다. 이러한 이유로 인체의 발암가능성에 대한 최종 판정은 장기적인 사망률 결과에 따라 결정할 것을 제안하였다

흡입된 유리섬유 분진의 건강장애에 대한 자료가 부족하고 모든 자료가 자세하게 규명된 것은 아니지만 건강장애에 대한 지속적인 주장으로 TLV를 해로운 분진으로 간주하여 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 로 권고하였다.