

기관지폐포 세정액 내 석면 변화



산업안전보건연구원 독성연구팀 / 정 용 현

서 론

본 연구는 석면피해구제법에서 제시하고 있는 석면피해인정 평가방법인 기관지폐포 세정액 내의 석면섬유 수 계수 방법을 확립하기 위하여 랫드의 기도 내로 석면을 투여한 후 시간경과에 따른 기관지폐포 세정액 내 석면소체의 수를 위상차현미경과 투과전자현미경으로 관찰하였다.

재료 및 방법

1. 시험물질

시험물질은 국내 석면 광상에서 수집한 백석면($8,814,244 \times 10^6$ fibers/mg, $0.08 \mu\text{m} \times 4.39 \mu\text{m}$, $5 \mu\text{m} \geq 40\%$)과 안소필라이트($5,182 \times 10^6$ fibers/mg, $0.95 \mu\text{m} \times 7.29 \mu\text{m}$, $5 \mu\text{m} \geq 60\%$)를 사용하였다.

2. 시험동물

시험동물군은 군별 체중편차가 최소화되도록 하여 대조군 5마리, 시험물질 투여 후 1주군 5마리, 투여 후 2주군 5마리, 투여 후 4주군 5마리 등 4개 군으로 구성하였다.

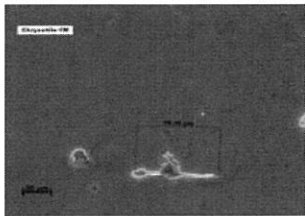
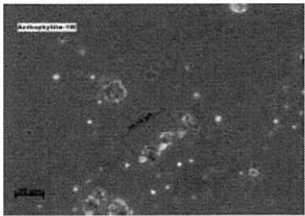
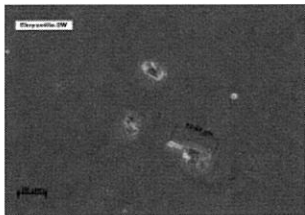
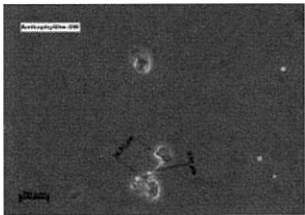
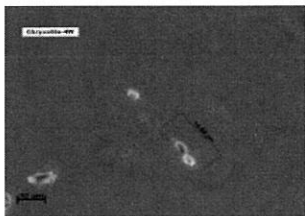
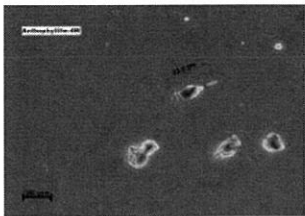
3. 시험물질 투여

각 시험물질은 자동멸균기로 멸균하여 2 mg을 생리식염수 0.3 ml에 넣어 기도 내로 1회 투여하였다. 대조군에는 생리식염수 0.3 ml만 투여하였다.

4. 기관지폐포 세정액 내 석면 관찰

1) 기관지폐포 세척

시험물질 투여 후 1주, 2주, 4주차에 각 시험동물의 기관지를 절개한 후 PBS 3 ml로 시험동물의 호흡기계를 총 6회 세척하여 기관지 폐포 세정액(BAL, Bronchoalveolar lavage fluid)을 수집하였다.

Time point (Weeks)	백석면(Chrysotile)	안소필라이트(Anthophyllite)
1		
2		
4		

〈그림 1〉 랫드의 기관지폐포액 내의 석면소체(Asbestos body) x 400.

2) 기관지폐포 세정액 내 석면 관찰

(1) 위상차현미경 관찰

각 시험동물로부터 수집된 기관지폐포 세정액은 원심 분리하여 3 ml만 남기고 상층액을 제거하였다.

남은 BAL 세정액 3 ml에 물 5 ml를 추가하여 다시 원심 분리하여 상층액을 제거하고 3 ml만 남겼다.

남은 3 ml를 균질하게 교반한 후 100 µl를 취하여 슬라이드에서 1시간 건조한 후 cy-

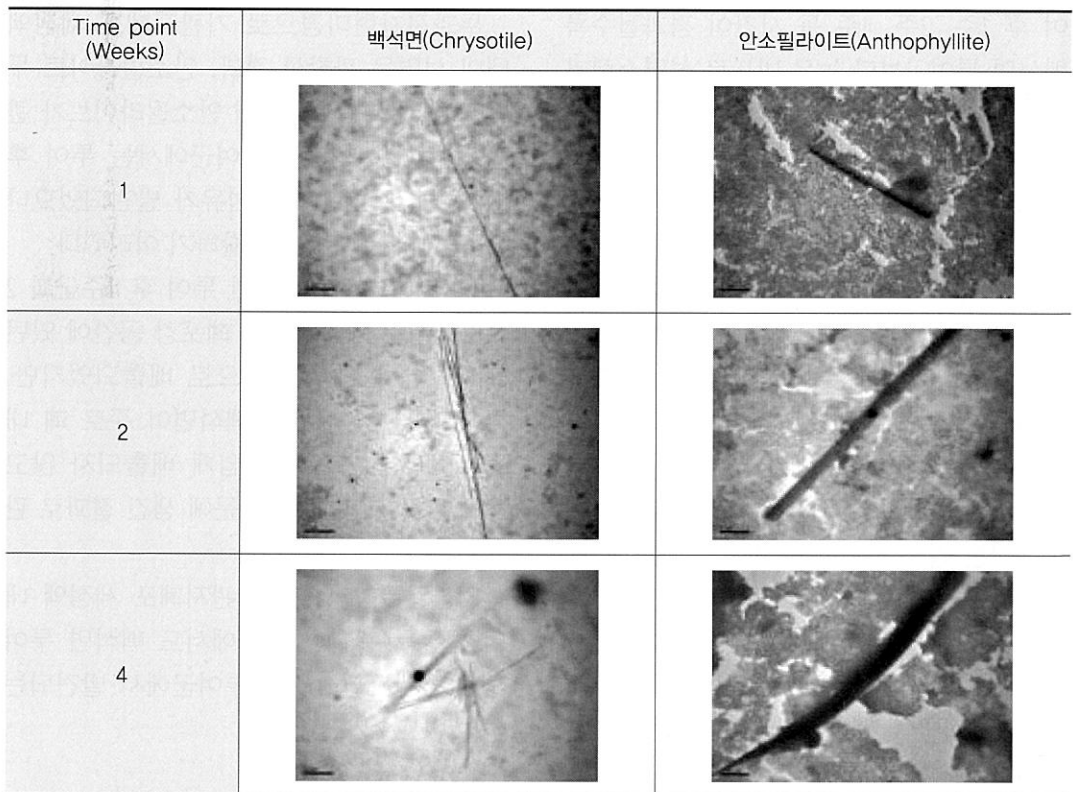
tospin (1500 rpm, 10 min.)으로 처리한 후 giemsa 염색하여 위상차현미경으로 관찰하였다.

(2) 전자현미경 관찰

기관지 폐포 세정액을 원심 분리한 3 ml 중 2 ml를 취하여 투과전자현미경용 시료를 제작하여 EDS가 부착된 투과전자현미경으로 석면의 수와 크기를 측정하였다.

〈표 1〉 투과전자현미경으로 관찰한 랫드의 기관지폐포액 내 섬유 농도(fibers/ml, %).

Time point (Weeks)	Chrysotile ($\times 10^3$ fibers/ml)			Anthophyllite ($\times 10^3$ fibers/ml)		
	Sum	$< 5 \mu\text{m}$	$\geq 5 \mu\text{m}$	Sum	$< 5 \mu\text{m}$	$\geq 5 \mu\text{m}$
1	472 (100%)	118 (25%)	354 (75%)	708 (100%)	236 (33.3%)	472 (66.7%)
2	826 (100%)	354 (42.9%)	472 (57.1%)	472 (100%)	-	472 (100%)
4	-	-	-	118 (100%)	-	118 (100%)



〈그림 2〉 투과전자현미경으로 관찰한 랫드의 기관지폐포액 내 섬유 $\times 10,000$

연구 결과

1. 위상차현미경 관찰

기관지폐포 세정액을 400배율의 위상차 현미경으로 관찰한 결과, 백석면 투여군은 시험물질 투여 후 1주군과 2주군에서는 석면소체가 빈번히 관찰되었으나, 4주군에서는 관찰이 쉽지 않았다.

안소필라이트 투여군에서는 시험물질 투여 후 1주, 2주, 4주 등 시간이 경과될수록 백석면 투여군보다 높은 빈도로 석면소체가 관찰되었다.

2. 투과전자현미경 관찰

투과전자현미경으로 기관지폐포 세정액 내 석면을 관찰한 결과, 백석면 투여군에서는 투여 후 1주군(길이 5 μm 이상, 75%)과 2주군(길이 5 μm 이상, 57.1%)에서는 다양한 크기의 백석면이 발견되었으나 4주군에서는 섬유를 찾기가 어려웠다.

안소필라이트 투여군에서는 투여 후 1주군에서는 길이 5 μm 미만(33.3%)과 5 μm 이상(66.7%)의 안소필라이트가 다양하게 발견되었으나 투여 후 2주군과 4주군에서는 5 μm 이상의 안소필라이트만 발견되었으며, 투여 후 시간이 경과됨에 따라 석면의 수는 줄었다.

고찰 및 결론

본 연구에서 시험물질로 사용된 백석면은 안소필라이트보다 중량이 가벼워서 백석면 mg 당 섬유 수는 $8,814,244 \times 10^6$ fibers 로, 안소필라이트 mg 당 섬유수 $5,182 \times 10^6$ fibers 에 비하여 중량당 섬유 수가 1,700배 정도 많았다.

투과전자현미경으로 기관지폐포 세정액 내의 석면을 관찰한 결과, 안소필라이트 투여군에서는 모든 군에서 안소필라이트가 관찰되었지만, 백석면 투여군에서는 투여 후 1주군과 2주군에서는 섬유가 발견되었으나 4주군에서는 섬유를 관찰하기 어려웠다.

이러한 결과는 백석면 투여 후 1주군과 2주군에서는 세기관지나 폐포강 공간에 있던 백석면이 쉽게 세정액으로 배출되었지만, 투여 후 4주군에서는 백석면이 주로 폐 내 섬유조직에 분포되어 쉽게 배출되지 않고 용해도 잘 되지 않기 때문에 생긴 결과로 판단되었다.

위상차현미경으로 기관지폐포 세정액 내의 섬유를 관찰한 결과에서도 백석면 투여군보다 안소필라이트 투여군에서 발견되는 섬유 빈도수가 높았다.

본 연구 결과, 백석면은 안소필라이트보다 생체내 구성이 약하여 투여 후 4주 이후에는 기관지폐포 세정액 내에서 백석면을

발견하기는 쉽지 않았다.

이러한 결과로 백석면에 노출된 후 기간
이 오래되면 기관지폐포 세정액 내에서는

백석면이 발견되지 않을 수도 있으므로 석
면피해인정 시에 유의하여야 할 것으로 판
단되었다. ☺

☺ 참고 문헌

Roggli VL, Gibbs AR, Attanoos R, Churg A, Popper H, Cagle P, Corrin B, Franks TJ, Galateau-Salle F, Galvin J, Hasleton PS, Henderson DW, Honma K. Pathology of asbestosis- An update of the diagnostic criteria: Report of the asbestosis committee of the college of american pathologists and pulmonary pathology society. Arch Pathol Lab Med. 2010 Mar;134(3):462-80.

원고를 보내주세요

월간 「산업보건」은 여러분의 관심 속에 산업보건의 발전과 홍보에 일익을 담당하는 전문지로서 자리매김해 가고 있습니다. 산업보전에 관심 있는 분이라면 누구나 이용할 수 있는 월간 「산업보건」에 많은 투고와 성원을 기다리며, 다음과 같이 원고를 모집합니다.

- 투고 부문 : 산업보전에 관한 학술논문 및 조사연구 보고
산업보건 사례
산업보건 관련 자료
- 원고 송부 : e-mail : pr@kiha21.or.kr
우편 : 서울시 서초구 서초3동 1490-32
대한산업보건협회 월간 「산업보건」 담당자 앞
- 문의 : e-mail : pr@kiha21.or.kr / TEL : (02) 2046-0531

채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다.
원고를 보내실 때 성명, 소속기관명, 주민등록번호, 주소, 연락처, 계좌번호를 알려주십시오.