

Asbestos and non-asbestos fiber content in lung tissue of Korean patients with no occupational asbestos exposure history

Il Je Yu^a, Kiyoshi Sakai^b, Naomi Hisanaga^b, Jung Duk Park^c, and Yasuhiro Takeuchi^b

^aDepartment of Industrial Toxicology, Industrial Health Research Institute, Korea Industrial Safety Corporation, 34-6, Kusan-dong, Bupyeong-gu, Incheon 403-120, Korea. ^bDepartment of Hygiene, Nagoya University School of Medicine, Nagoya, Japan. ^cDepartment of Preventive Medicine, College of Medicine, Choong-Ang university, Seoul, Korea.

Abstract

Pulmonary fiber content of both asbestos and non-asbestos types were evaluated in Korean patients with no occupational history of asbestos exposure. Pulmonary fiber content was analyzed in 10 male patients by transmission electron microscopy with energy dispersive X-ray analysis using a low temperature ashing procedure. Average ages of patients were 36.9 years old, and total fiber content was $0.408 + 3.55$ million fibers/g of dried lung tissue. Geometric means of chrysotile and amphiboles were $0.45 + 3.53$ and $0.282 + 2.5$ million fibers/g of dried lung tissue, respectively. Non-asbestos fiber content was $6.47 + 2.66$ million fibers/g of dried lung tissue. Comparing these results with Japanese, Korean subjects were less exposed to amphiboles and showed nearly same level in chrysotile amount. Korean subjects showed much less amount of non-asbestos fibers. Further studies will be done in more samples and different sex group.

우리나라 정상인의 폐에서의 석면과 비석면 농도

유 일재, Kiyoshi Sakai, Naomi Hisanaga, 박 정덕, Yasuhiro Takeuchi

한국산업안전공단 산업보건연구원 산업독성연구실
인천광역시 부평구 구산동 34-6, 403-120

I. 서론

우리나라에서는 여러산업환경에서 석면이 아직 많이 사용되고 있을 뿐만아니라 생활환경에서도 많이 사용되어지고 있다. 그래서 많은 사람들이 산업환경과 생활환경에서 폭로되어지고 있다. 최근에는 석면대체물질 (man made mineral fiber; MMMF)이 사람에 대한 유해성이 제대로 평가되지도 않고 석면보다는 안전하다는 생각과 아래 널리 쓰이고 있다. 석면과 중피종암과의 관계는 잘 정립되어 있지만 석면이나 석면대체물질에 의한 질환과의 관계를 정립하는데는 무엇보다도 과거 석면이나 대체물질의 폭로의 정도를 알게해주는 폐에서의 석면과 대체물질의 농도를 아는 것이 무엇보다도 중요하다고 생각된다. 석면의 폭로와 중피종의 관계는 잘 정립되어있고 (Wagner et al., 1960), 사람의 폐조직에서의 석면의 양으로 과거 폭로수준을 추정할 수 있고, 만약 질병이 석면관련이 있다면 아주 중요한 진단 기준이 된다 (Rogers, 1984; Mowe et al., 1984). 최근의 몇몇 연구들은 중피종 환자들의 폐에서의 석면 농도는 중피종이 없는 환자보다 높다고 보고하고 있다 (Mowe et al., 1984; Glyseth et al., 1981; Tuomi et al., 1989) 의 그리고 아직 우리 한국인의 폐에서의 석면이나 석면대체물질의 농도는 전혀 알려져 있지 않고 있다. 폐에서의 석면과 대체물질의 농도는 석면과 대체물질의 의한 질환 (중피종, 폐암, 석면폐, 폐섬유

중 등)광의 상관관계를 알게해줄 뿐만 아니라 직업이나 환경에 의한 폭로를 추정할 수 있게 한다. 아직 우리나라에서는 석면과 대체물질의 분석장비와 기술의 부족과 또 사람의 폐조직의 구하기 어려움으로 석면과 대체물질에 의한 폭로정도를 연구할 수 없었다. 석면과 대체물질에 대한 독성학적인 연구도 석면과 대체물질에 대한 인식 부족과 독성학적인 평가 기술의 부족으로 국내에서는 전형 연구가 되지 않고 있는 실정이다.

본과제에서 개발되는 석면과 대체물질의 분석기술과 우리나라 사람의 폐에서의 석면과 대체물질의 농도는 국내에서 석면과 석면 대체물질의 질환의 감시체계 구축 위해 꼭 필요한 연구로서 이 연구의 결과는 우리나라 사람들의 석면과 대체물질의 폭로정도를 알 수 있게 하고 도시와 농촌의 폭로정도를 알 수 있게 하므로서 이런 물질의 노출에 대한 역학적조사와 독성학적인 유해성 평가방법으로 앞으로의 질환 가능성을 예측하게 하여 국민건강에 크게 이바지 하리라고 보고 앞으로의 질환 발생시 이들 질환과 석면과 대체물질에 의한 상관관계를 알게해 줄 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 정상인의 폐조직

정상인의 폐조직은 국내 대학병원의 협조하에 해부학용 조직에서 얻었다. 사망원인이 석면폐나 석면관계질환이나 중피종암이 아닌 조직에서 폐 좌우엽의 상층 1 cm 정도의 조직을 채취하였다.

2. 생체조직에서의 섬유상 물질 분석

폐조직은 10% 포르말린에 고정시켜 보관하였다. 0.5 g의 조직을 작게 자른후 저온 플라즈마 asher 를 이용하여 ashing한후 50 ml의 증류수에 녹인후 0.2 um nucleopore 필터를 통과시킨다. 이 필터는 다시 탄소를 정착시킨후 얇게 잘라 전자현미경용 니켈 그리드에 장착시킨후 투과전자현미경에 EDX가 장착된 현미경으로 각각의 섬유를 찾아 분석하였다. 각 시료마다 5-50 그리드 정도를 10000 배 정도에서 관찰하여 석면과 대체물질을 확인하고 섬유상물질의 갯수를 측정하여 이를 환산하여 섬유상물질수/g 당 폐조직, 석면수/g당 폐조직, 석면대체물질수/g당 폐조직 등을 산출하였다.

3. 표준물질 분석

표준 석면 대체물질을 filter에 이들 섬유상 물질을 흡착시킨후 탄소증착하고 그 일부 (약 3 mm² 정사각형)을 전자현미경 grid에 끼우고 KEVEX-7000 Q 에너지 분산형 X-선 분석장치 (Energy dispersive X-ray analyzer)가 부착된 Hitachi 7000FA 전자현미경을 이용하여 분석한다. 이들 표준 물질의 분석결과는 이후의 생체시료에서의 석면과 대체물질의 대조분석결과로 이용한다.

III. 결과

석면폭로의 직업력이 없는 10명의 남자의 왼쪽 폐 상엽 부분 분석결과는 Table I- X에 나타나 있고 이들의 종합한 결과는 Table XI에 나타나 있다. 결과를 살펴보면 평균연령은 36.9 + 11.6 세이고, 이들중 5명은 chrysotile 섬유가 발견되었는데 이들중 4명은 다른 amphibole과 동시에 발견되었다. 그리고 3명은 chrysotile은 전혀 발견되지 않았고 amphibole만이 발견되었다. 그리고 2명은 전혀 석면섬유가 발견되지 않았다 (Table XI). Amphibole의 종류는 amosite 3명, tremolite 3명, actinolite 3명, crocidolite 1명이 발견되었다. 이들 섬유의 농도는 총 섬유량은 0.41 + 3.54 million fibers/g of dried tissue 였고, chrysotile의 양은 0.45 + 3.53 million fibers/g of dried tissue 였다. 그리고 amphibole의 양은 0.282 + 2.5 million fibers/g of dried tissue 였고, Non-asbestos의 총량은 6.471 + 2.66 이었다.

우리나라 성인남자와 일본의 남자와 비교하면 (Table XII), chrysotile의 폭로량은 일본의 0.5 + 3.6 과 비교하여 그렇게 많은 차이를 보여주지 않고 있으며, amphibole의 양은 일본의 1 + 3.9에 비교하여 다소 적은 양을 보여주고 있다. 비 석면섬유의 농도도 일본의 63.1 + 3.6에 비해 훨씬 적은 양을 보여주

고 있다.

Patient No. 1 male 51yo

Pulmonary fiber content
(million fibers/ g dried tissue)

Left Lung

Detection limit	0.15
Total asbestos	0.45
Chrysotile	ND
Amosite	0.15
Crocidolite	ND
Actinolite	ND
Tremolite	0.30
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	15.3

Patient No. 2 male 45yo

Pulmonary fiber content
(million fibers/ g dried tissue)

Left Lung

Detection limit	0.13
Total asbestos	0.13
Chrysotile	ND
Amosite	ND
Crocidolite	ND
Actinolite	0.13
Tremolite	ND
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	13.5

Japanese without occupational asbestos exposrue(Male N=18)		
Age	Arithmetic Mean(SD)	65(8)
		Lung fiber content
Chrysotile	Geometric Mean(SD)	0.5(3.6)
Amphiboles	Geometric Mean(SD)	1.0(3.9)
Non-asbestos fober	Geometric Mean(SD)	63.1(3.6)

Patient No. 4 male 47yo

Pulmonary fiber content
(million fibers/ g dried tissue)

Left Lung

Detection limit	0.044
Total asbestos	ND
Chrysotile	ND
Amosite	ND
Crocidolite	ND
Actinolite	ND
Tremolite	ND
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	2.70

Patient No. 4 male 29yo

Pulmonary fiber content
(million fibers/ g dried tissue)
Left Lung

Detection limit	0.088
Total asbestos	0.352
Chrysotile	0.264
Amosite	0.088
Crocidolite	ND
Actinolite	ND
Tremolite	ND
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	8.79

Patient No. 5 male 49yo

Pulmonary fiber content
(million fibers/ g dried tissue)
Left Lung

Detection limit	0.051
Total asbestos	0.256
Chrysotile	0.256
Amosite	ND
Crocidolite	ND
Actinolite	ND
Tremolite	ND
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	2.457

Patient No. 6 male 30yo

Pulmonary fiber content
(million fibers/ g dried tissue)
Left Lung

Detection limit	0.071
Total asbestos	0.847
Chrysotile	0.141
Amosite	ND
Crocidolite	0.836
Actinolite	ND
Tremolite	0.071
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	6.426

Patient No. 7 male 40yo

Pulmonary fiber content
(million fibers/ g dried tissue)
Left Lung

Detection limit	0.254
Total asbestos	1.268
Chrysotile	0.507
Amosite	ND
Crocidolite	ND
Actinolite	ND
Tremolite	0.761
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	24.844

Patient No. 8 male 30yo

Pulmonary fiber content
(million fibers/ g dried tissue)
Left Lung

Detection limit	0.050
Total asbestos	0.050
Chrysotile	ND
Amosite	ND
Crocidolite	ND
Actinolite	ND
Tremolite	ND
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	1.305

Patient No. 9 male 34yo	Pulmonary fiber content (million fibers/ g dried tissue) Left Lung
Detection limit	0.147
Total asbestos	0.293
Chrysotile	ND
Amosite	0.293
Crocidolite	ND
Actinolite	ND
Tremolite	ND
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	15.250

Patient No. 10 male 14yo	Pulmonary fiber content (million fibers/ g dried tissue) Left Lung
Detection limit	0.069
Total asbestos	3.813
Chrysotile	3.674
Amosite	ND
Crocidolite	ND
Actinolite	0.139
Tremolite	ND
Anthophyllite	ND
Total non-asbestos fibers	3.397

Table XI. Korean without occupational asbestos exposure (Male N=10)

Age	36.9 + 11.6@
Total fiber	0.41 + 3.55*
Chrysotile	0.45 + 3.53*
Amphiboles	0.28 + 2.5*
Non-asbestos	6.47 + 2.66*

@ arithmetic mean + standard deviation (years)

* geometric mean + standard deviation
(million fibers/g dried tissue)

Table XII. Patterns of Asbestos exposure

Chrysotile	5
Chrysotile + Amphiboles	4
Amphibole only	3
None	2

IV. 고찰

이 연구결과에서 보면 우리나라 정상인의 석면농도는 일본의 정상인에 비해 훨씬 적은 것으로 나오고 있으나, 일본인의 평균나이인 65 + 8세와 우리나라의 평균나이인 36.9 + 11.6세와 비교하면 실제로 약 2배의 농도가 산출될수 있다고 추정된다. 그러면 chrysotile의 농도는 거의 일본보다 높은 농도로 산출될 수 있다. amphibole의 농도는 2배를 곱한다 해도 일본수준이 되지 않는데 이는 우리나라의 석면 사용량의 대부분이 chrysotile이기 때문일 것이다. 이에 비해 일본의 시료들은 2차대전 이전의 사람들이므로 많은 사람들이 amphibole에 폭로되었으리라 생각된다. 비 석면계의 섬유에 대한 폭로는 일본에 비해 아주 적은 양을 보이고 있는데 이의 이유는 불분명하지만 우리나라는 아직 일본만큼 산업화가 많이 되지 않았기 때문일 것이라고 생각되고, 앞으로 늘어날 추세에 있다고 생각된다. 그러나 우리의 산업화가 급속히 진전되고 있는 지금의 시점에 비추어 앞으로 chrysotile의 농도는 점점 더 늘어갈 가능성이 크다고 할수 있을 것이다. 10명의 여자에 대한 시료가 분석이 미완되었고, 또 우상엽의 시료도 전혀 분석이 되지 않았기 때문에 앞으로 앞으로 좀더 많은 시료의 분석결과에 의거하여 재 고찰이 필요하리라고 본다.

V. 결론 및 요약

우리나라 정상인의 폐에서의 석면과 비석면의 농도는 총 섬유량은 0.41 + 3.54 million fibers/g of dried tissue 였고, chrysotile의 양은 0.45 + 3.53 million fibers/g of dried tissue 였다. 그리고 amphibole의 양은 0.282 + 2.5 million fibers/g of dried tissue 였고, Non-asbestos의 총량은 6.471 + 2.66 이었다. 일본의 결과에 비교했을때 우리나라 사람은 Chrysotile은 거의 같은 수준에 amphibole과 비석면섬유는 훨씬 적은 양이 발견되었다. 그렇지만 좀더 많은 시료와 다른 성별에서 연구가 계속되어야 할 것이다.

VI. 참고문헌

- Glyseth B. Mowe G., Skaug, V., Wannag, A., 1981. Inorganic fibers in lung tissue from patients with pleural plaques or malignant mesothelioma. Scan. J. Work Environ. Health 7:109-3.
- Mowe, G., Glyseth B., Hartveit T., Skaug V., 1984. Occupational asbestos exposure, lung fiber concentration and latency time in malignant mesothelioma, 10:293-8.
- Rogers, A. J., 1984. Determination of mineral fibre in human lung tissue by light microscopy and transmission electron microscopy. Ann. Occup. Hyg. 28:1-12.
- Sakai K., Hisanaga, N., Huang, J., Shibata, E., Ono, Y., Aoki, T., Takagi, H., Ando, T., Yomoi, T., and Takeuchi, T., 1994. Asbestos and nonasbestos fiber content in lung tissue of Japanese patients with malignant mesothelioma, Cancer 73:1825.
- Tuomi T., Segerberg-Konittinen M, Tammilehto L., Tossavainen A., Vanhala E., 1989. Mineral fiber concentration in lung tissue of mesothelioma patients in Finland. Am. J. Ind. Med. 16:247-54.

Wagner J, C., Slegges, C. A., Marchand P., 1960. Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province. *Br. J. Ind. Med.*, 17: 260-71