

초록

Exposure to crystalline silica, silicosis, and lung disease other than cancer in diatomaceous earth industry workers: a quantitative risk assessment

저자 : Park R, Rice F, Stayner L, Smith R, Gilbert S, Checkoway H

출처 : Occup Environ Med 2002; 59:36-43

최근 들어 우리나라에서 발생하는 직업병중에서 진폐증이 차지하는 비율이 감소되고 있기는 하지만, 이는 석탄광산의 사양화로 인한 감소로 추정되며 점차 제조업과 건설업에서는 발생이 증가하고 있는 실정이다. 이들 산업에서는 주로 실리카 분진에 노출되는 경우가 많으며 따라서 규폐증이 많이 발생하고 있다. 이 연구는 직업적으로 호흡성 결정형 실리카 분진에 노출될 때 암 이외의 다른 폐질환으로 인한 사망률과 방사선촬영으로 규폐증이라고 진단되는 위해도가 평생 어느 정도 되는지를 추정하기 위하여 실시되었다.

지구 지각의 주요 구성성분인 실리카, 혹은 이산화규소(silicon dioxide)는 광물, 암반 처리과정에서 발생하는 분진의 주요 구성성분이다. 예전부터 실리카에 대한 악영향이 잘 알려져 왔지만, 현대에 이르러서도 규폐증이 큰 문제로 남아있다. 또한, 암 이외의 다른 폐 질환(Lung disease other than cancer, LDOC)과의 관련성은 금광, 도기 제조, 규조토, 화강암, 주조 산업 등에서 발견되며, 규폐증, 진폐증과 더불어 만성 기관지염, 폐기종 등을 포함한다. 여러 연구 결과, 실리카 노출과 LDOC로 인한 사망률간 노출-반응 관계에서 근무기간, 첫 폭로후 기간, 실리카 노출 정도, 누적 폭로와의 관련성이 밝혀졌다. 이에 본 연구는 호흡성 결정형 실리카 분진에 직업적으로 폭로된 후 발생하는 LDOC에 의한 사망률을 추정하고, 규폐증 발생에 대한 생애 초과 위험도(excess lifetime risk)를 추정하는 것이다.

대상은 1942년에서 1994년 사이 규조토 공장에 적어도 1년의 근무경력을 가지는 모든 근로자를 대상으로 한 코호트 연구에 참여한 2342명에 대한 자료를 이용하였다. 조사 대상자는 라틴아메리카계가 25% 포함된 백인이었으며, 대상자의 평균 근무기간은 7.4년이었다. 직업력 조사에는 작업부서, 총분진 및 실리카(주로 크리스토파라이트) 농도, 그리고 흡연 유무가 있었다. 또한 폐렴과 감염성 질환으로 사망한 경우를 제외하고, LDOC에 의한 전체 사망을 연구하였다. 이 공장에서 측정된 총 호흡성 분진 농도

는 1949년 이전인 경우 3.55mg/m³인 반면 1973년 이후에는 10배 이상이 감소하였다. 규조토 분진시료내 결정형 실리카의 농도는 작업공정에 따라 1~25%이었으며, 채광 작업은 낮았으나, 높은 온도를 사용하는 가공공정에서는 높았다. 호흡성 결정형 실리카의 평균 농도는 0.29mg/m³이었다. 총 호흡성 분진과 호흡성 결정형 실리카에 대한 평균 누적 폭로량은 각각 7.31과 2.16mg/m³/year이었다.

결정형 실리카 분진에 폭로되는 근로자를 대상으로 날짜, 나이, 흡연, 인종, 첫 폭로 후 시간의 혼란변수를 보정한 후 포아송 회귀 분석 방법으로 다시 분석하였으며, 모델의 표준 적합도는 변수와 fitting cubic spline 모델을 비교하여 측정하였다. LDOC와 방사선촬영의 규폐증으로 인한 생존기간 유해성은 보험통계를 이용하여 85세까지 측정하였다.

연구결과, LDOC로 인한 사망에 대하여, 포아송 회귀분석에서 선형 상관을 모델(linear relative rate model) 가장 잘 맞았다. 흡연에 대해 보정한 후, 실리카로 인한 LDOC의 평균 누적 폭로량에서 추정 비차비는 4.2(p<0.0001)이었으며, 최대 누적폭로량에서 비차비는 18.4였다. 미국 산업안전보건청의 허용농도(PEL: 0.05mg/m³)에 45년간 호흡성 결정형 크리스토파라이트 분진에 폭로된 백인에서 생애 초과 위험도는 54/1000(95% 신뢰구간에서 17~150)이었다. 퇴직전 방사선촬영으로 밝혀진 70건의 규폐증 발생 사례를 살펴본 결과 선형 상관을 모델이 제일 잘 맞았으며, 평균 누적 폭로량에 대한 규폐증의 비차비는 25.6으로 추정되었다. 현재의 허용기준 수준에서 본다면 규폐증 발생에 대한 생애 초과 위험도는 1000명당 75이었다. 결론적으로 보아 현재의 결정형 실리카에 대한 기준은 암 이외의 폐질환에 대해 미국 산업안전보건청이 허용하는 수준인 1000명당 1명 이하 사망으로 정한 생애 위험도를 훨씬 초과하는 것으로 밝혀졌다. **참고문헌**

(제공 : 편집위원 김현옥)

목录

Ballinger SW, Boudier TG, Davis GS, Judice SA, Nicklas JA, Albertini RJ. Mitochondrial genome damage associated with cigarette smoking. [Journal Article] Cancer Research, 56(24):5692-7, 1996 Dec 15.

Bordenave K, Tzamaloukas AH, Conneen S, Adler K, Keller LK, Murata GH. Twenty-one year mortality in a dialysis unit: changing effect of withdrawal from dialysis. [Journal Article] ASAIO Journal, 44(3):194-8, 1998 May-Jun.

Carta P, Aru G, Manca P. Mortality from lung cancer among silicotic patients in Sardinia: an update

study with 10 more years of follow up. [Journal Article] Occupational & Environmental Medicine, 58(12):786-93, 2001 Dec.

Cocco P, Rice CH, Chen JQ, McCawley MA, McLaughlin JK, Dosemeci M. Lung cancer risk, silica exposure, and silicosis in Chinese mines and pottery factories: the modifying role of other workplace lung carcinogens. [Journal Article] American Journal of Industrial Medicine, 40(6):674-82, 2001 Dec.

Duffin R, Gilmour PS, Schins RP, Clouter A, Guy K, Brown DM, MacNee W, Borm PJ, Donaldson K, Stone V. Aluminium lactate treatment of DQ12

quartz inhibits its ability to cause inflammation, chemokine expression, and nuclear factor- κ B activation. [Journal Article] *Toxicology & Applied Pharmacology*, 176(1):10-7, 2001 Oct 1.

Elizegi E, Pino I, Vicent S, Blanco D, Saffiotti U, Montuenga LM. Hyperplasia of alveolar neuroendocrine cells in rat lung carcinogenesis by silica with selective expression of proadrenomedullin-derived peptides and amidating enzymes. [Journal Article] *Laboratory Investigation*, 81(12):1627-38, 2001 Dec.

Finch GL, Nikula KJ, Hoover MD. Dose-response relationships between inhaled beryllium metal and lung toxicity in C3H mice. [Journal Article] *Toxicological Sciences*, 42(1):36-48, 1998 Mar.

Fried LP, Bandeen-Roche K, Kasper JD, Guralnik JM. Association of comorbidity with disability in older women: the Women's Health and Aging Study. [Journal Article] *Journal of Clinical Epidemiology*, 52(1):27-37, 1999 Jan.

Fujii Y, Arimura Y, Waku M, Fujii A, Nakabayashi K, Nagasawa T. [A case of IgA nephropathy associated with silicosis]. [Japanese] [Journal Article] *Nippon Jinzo Gakkai Shi, Japanese Journal of Nephrology*, 43(7):613-8, 2001 Oct.

Glaspole IN, Wells AU, du Bois RM. Lung biopsy in diffuse parenchymal lung disease. [Review] [49 refs] [Journal Article, Review, Tutorial] *Monaldi Archives for Chest Disease*, 56(3):225-32, 2001 Jun.

Hoffmann D, Hoffmann I. The changing cigarette, 1950-1995. [Review] [176 refs] [Journal Article, Review, Review, Academic] *Journal of Toxicology & Environmental Health*, 50(4):307-64, 1997 Mar.

Jindal SK, Aggarwal AN, Gupta D. Dust-induced interstitial lung disease in the tropics. [Review] [55 refs] [Journal Article, Review, Review, Tutorial] *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 7(5):272-7, 2001 Sep.

Johnson NE. The racial crossover in comorbidity, disability, and mortality. [Journal Article] *Demography*, 37(3):267-83, 2000 Aug.

Kor AC, Lee HS, Chee CB, Wang YT. Occupational asthma in Singapore. [Journal Article] *Singapore Medical Journal*, 42(8):373-7, 2001 Aug.

Kuempel ED, Tran CL, Bailer AJ, Porter DW, Hubbs AF, Castranova V. Biological and statistical approaches to predicting human lung cancer risk from silica. [Journal Article] *Journal of*

Environmental Pathology, Toxicology & Oncology, 20 Suppl 1:15-32, 2001.

McLaughlin JK, Lipworth L, Marano DE, Tarone R. A critical evaluation of the scientific basis of the MAK Commission's new general threshold limit values for dust. [Review] [35 refs] [Evaluation Studies, Journal Article, Review, Review, Tutorial] *International Archives of Occupational & Environmental Health*, 74(5):303-14, 2001 Jul.

Sjogren B. Re: "Lung cancer among industrial sand workers exposed to crystalline silica". [Letter] *American Journal of Epidemiology*, 154(8):785, 2001 Oct 15.

Subra JF, Renier G, Reboul P, Tollis F, Boivinnet R, Schwartz P, Chevailler A. Lymphopenia in occupational pulmonary silicosis with or without autoimmune disease. [Journal Article] *Clinical & Experimental Immunology*, 126(3):540-4, 2001 Dec.

Thompson JE. Community acquired pneumonia in north eastern Australia--a hospital based study of aboriginal and non-aboriginal patients. [Journal Article] *Australian & New Zealand Journal of Medicine*, 27(1):59-61, 1997 Feb.

Vehvilainen AT, Kumpusalo EA, Takala JK. Saturday night fever? Reasons for referral from health centres to hospitals during weekends in Finland. [Journal Article] *Family Practice*, 15(6):507-12, 1998 Dec.

Warheit DB. Inhaled amorphous silica particulates: what do we know about their toxicological profiles?. [Review] [27 refs] [Journal Article, Review, Review, Tutorial] *Journal of Environmental Pathology, Toxicology & Oncology*, 20 Suppl 1:133-41, 2001.

Weissman DN, Hubbs AF, Huang SH, Stanley CF, Rojanasakul Y, Ma JK. IgG subclass responses in experimental silicosis. [Journal Article] *Journal of Environmental Pathology, Toxicology & Oncology*, 20 Suppl 1:67-74, 2001.

Yatera K, Morimoto Y, Kim HN, Yamato H, Tanaka I, Kido M. Increased expression of matrix metalloproteinase in Clara cell-ablated mice inhaling crystalline silica. [Journal Article] *Environmental Health Perspectives*, 109(8):795-9, 2001 Aug.

Zhuang Z, Hearl FJ, Odencrantz J, Chen W, Chen BT, Chen JQ, McCawley MA, Gao P, Soderholm SC. Estimating historical respirable crystalline silica exposures for Chinese pottery workers and iron/copper, tin, and tungsten miners. [Journal Article] *Annals of Occupational Hygiene*, 45(8):631-42, 2001 Nov. 