

직업성 분진 노출 관리의 국가적 예방 정책의 비용효과 분석

(건강관리카드를 중심으로)

SOON CHUN HYANG UNIVERSITY HOSPITAL
SOON CHUN HYANG UNIVERSITY HOSPITAL
SOON CHUN HYANG UNIVERSITY HOSPITAL
SOON CHUN HYANG UNIVERSITY HOSPITAL
SOON CHUN HYANG UNIVERSITY HOSPITAL
SOON CHUN HYANG UNIVERSITY HOSPITAL
SOON CHUN HYANG UNIVERSITY HOSPITAL

목차

SOON CHUN HYANG
UNIVERSITY HOSPITAL



01 서론

02 연구방법

03 연구결과

04 고찰

05 결론

건강관리카드 제도의 운영 현황

- 현재 건강관리카드는 건강장해가 발생할 우려가 있는 업무에 종사하였거나 종사하고 있는 사람을 대상으로 직업병의 조기발견 및 지속적인 건강관리 목적으로 운영되고 있음.
- 현재 분진 작업(결정형 유리규산)에 대한 건강관리카드 발급 기준
 - '3년 이상 종사하였으며 흉부방사선 사진에서 진폐가 있다고 인정되는 사람'

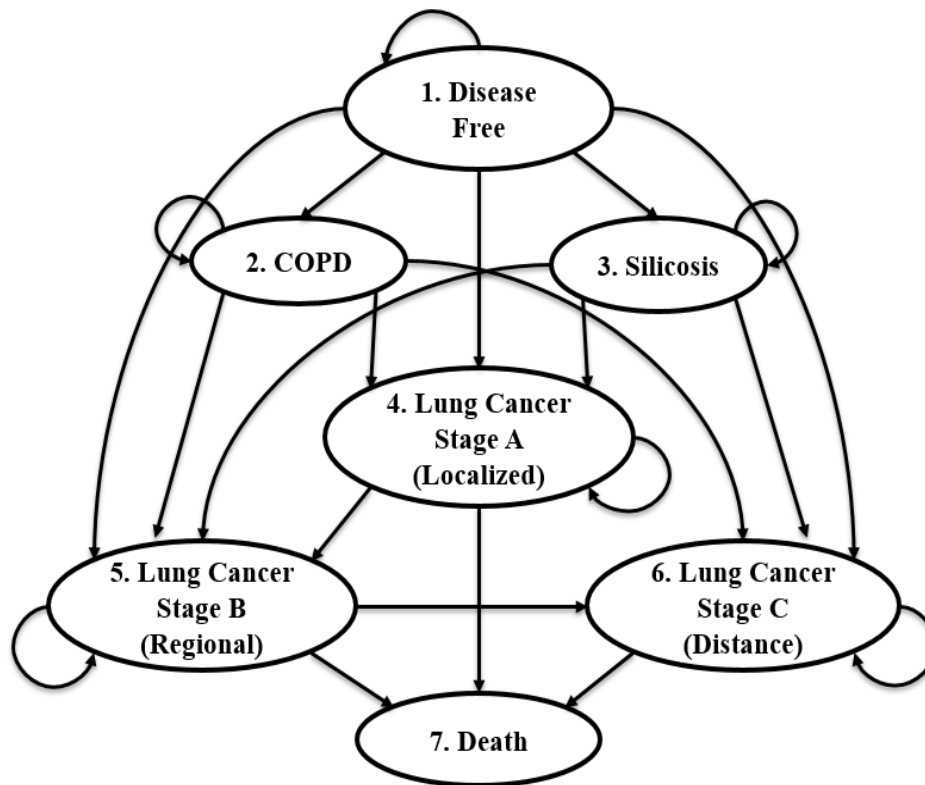
건강관리카드 제도의 문제점

- 진폐증 발생 유무가 결정형 유리규산의 노출 정도를 정확하게 반영하지 않음
- 또한 진폐증은 산업재해보상보험법에서 특례조항의 적용 대상으로 건강관리카드의 건강진단범위를 훨씬 상회하는 처치에 대한 지원이 가능하기 때문에 건강관리카드의 효용은 매우 적은 실정.

경제성평가 모형을 활용한 질병 비용 모델링 방법

(1) 분석의 틀

- 경제성 평가 연구 방법론을 활용하여 **코호트 모델링 질병 비용 연구(cost of illness study: a simulation cohort approach)**를 수행.
- 결정형 유리규산 노출자와 비노출자에 대한 50세 남성의 가상 코호트를 각각 10,000명씩 구성하여 첫해에 Disease Free 단계에서부터 출발하여 30년 동안 폐 관련 질환의 발생을 추적.



폐 관련 질환 평가를 위해 사용된 Markov model의 구조

(2) 분석기간

- 결정형 유리규산 노출자와 비노출자의 폐 관련 질환 건강 성과가 충분히 측정될 수 있을 정도의 기간과 국내 남성의 평균 수명을 고려하여 30년으로 설정.
- 분석 주기는 하나의 건강 상태에서 다른 건강 상태로 이동하는 고정된 시간으로 1년으로 설정.

(3) 전이확률

- Disease Free 상태에서 COPD, 규폐증, 폐암으로 이동하는 확률은 결정형 유리규산 노출군과 비노출군에서 차이가 있을 것으로 생각하여 문헌 고찰을 통해 차이값(odds ratio)을 확정함.
- 전이 확률값은 최대한 국내의 임상 현실을 반영하는 최신의 값을 사용.
- 폐 관련 질환이 발생하면, 다음 상태로 전이하는 확률은 결정형 유리규산 노출군과 비노출군에서 차이가 없다고 가정함.

(4) 비용추정

- 질병 비용은 2019년 시점으로 보험자 관점(payer's perspective)에서 추계함.
- COPD와 규폐증의 질병 비용은 한국표준질병분류코드 (KCD-7th-code)를 활용하여 건강보험심사평가원 보건의료 빅데이터 개방시스템에서 질병 소분류(3단 상병) 통계 조회를 통해 남성에서의 연평균 건강보험 급여 진료 비용을 확인함.
- 병기별 폐암의 질병 비용은 2014년 정경숙 등의 보고서의 폐암의 의료비용 자료에서 환산하여 사용함.
- 모든 비용은 통계청의 소비자 물가조사 자료 중 보건 분야의 지수를 활용하여 2019년 시점으로 인플레이션함.

(5) 결과 평가 방법

- ① **사망자 수 비교:** 결정형 유리규산 노출군과 비노출군에서 30년간 누적하여 발생한 전체 사망자 수 및 폐 관련 질환으로 인한 사망자수를 비교함.
- ② **폐 관련 질환 발생 비교:** COPD, 규폐증, 폐암의 발생을 두 군에서 비교함.
- ③ **관련 질병 비용 평가:** 폐 관련 질환의 직접 의료 비용의 차이를 두 군에서 분석하였고, 비용 추정에 할인율 적용 유무에 따라 결과를 비교함.
- ④ **민감도 분석(sensitivity analysis):** 분석 모형에 적용된 변수 값의 불확실성이 연구 결과에 미치는 영향을 평가하기 위해 주요 변수에 변동을 주어 결과에 미치는 영향을 파악함. 주요 변수로는 결정형 유리규산 노출군에서의 COPD 및 폐암의 상대 발생비를 선택함.

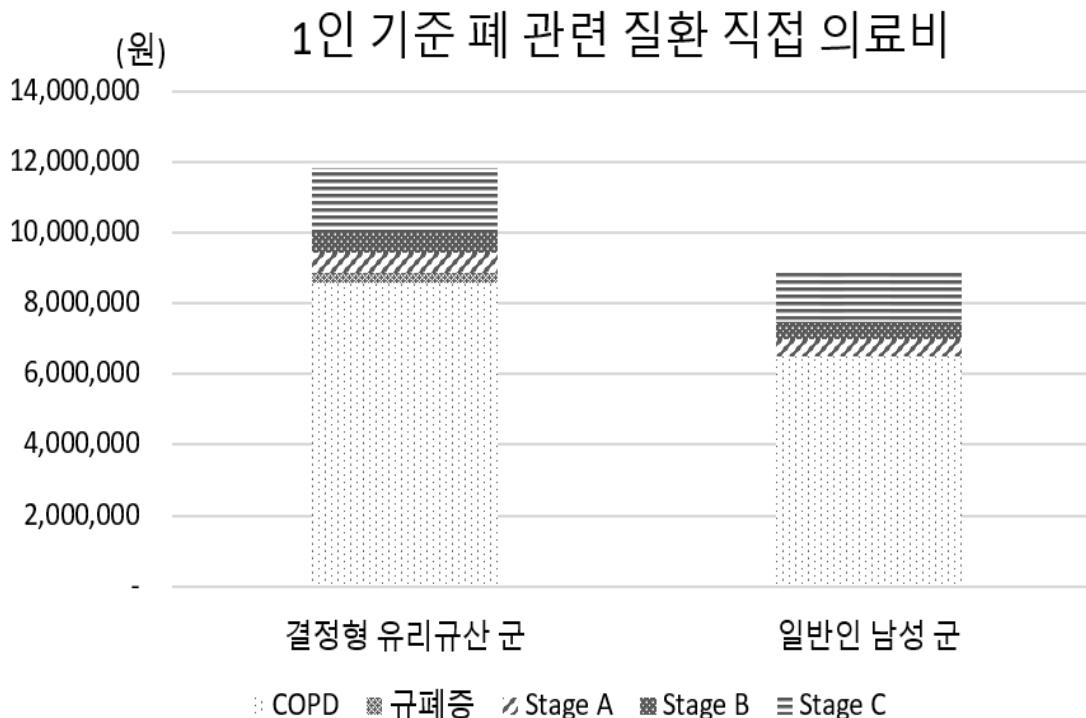
건강관리카드 발급대상 근로자 수 추정결과

- 건강관리카드 발급기준에서 노출산업 및 종사기간을 CAREX 및 작업환경측정 자료만을 이용하여 제한할 경우, **고농도 급성 노출 및 소규모 사업장의 근로자들이 누락될 가능성이 있음.**
- 앞서 확인된 산업이나 업무 이외에 종사하였거나, 종사한 기간이 기준 미만이라도 노출이 의심 될 경우 직업환경의학 전문의 등 자격을 갖춘 전문가가 근로자의 과거직력, 특수건강진단 이력, 작업환경측정 결과 등을 종합하여 **특별소견서**를 발부하는 경우에 한해 건강관리카드 발급하는 방안을 고려할 수 있음.
- 이러한 방안은 교부 대상이 되는 산업 및 업무를 열거하였을 때 소규모 사업장 근로자들이 누락 되는 문제점을 보완할 수 있으며, 이를 고려하면 발급 대상자는 앞선 추계치보다 늘어날 것으로 보임.

경제성평가 모형을 활용한 질병 비용 모델링 결과

- 결정형 유리규산 노출자와 일반인 남성 10,000명의 폐 관련 질환 건강상태를 50세부터 30년간 추적한다면, 결정형 유리규산 군에서는 폐암 관련 사망이 820명, 일반인에서는 617명 발생하여 **결정형 유리규산 군에서 폐암 관련 사망이 203명 더 발생**하는 것으로 계산됨.
- 폐암의 신규 발생은 결정형 유리규산 군에서 1,211명, 일반인 군에서 1,001명으로 **결정형 유리규산 군에서 210명이 더 발생함**.
- 1인 기준 50세 이후 30년 동안의 기대 수명은 결정형 유리규산 군에서 25.39년, 일반인 군에서 25.71년으로 결정형 유리규산 군에서 폐 관련 질환의 발생과 사망으로 인해 **0.32년(약 4개월)의 기대 수명이 축소**되는 것으로 분석됨.

결정형 유리규산 노출군과 일반인 남성군의 1인 기준 폐 관련 질환 직접 의료비 구성 비교



주요 결과에 대한 고찰

- 결정형 유리규산에 노출되면 비 노출자에 비해 **폐 관련 직접 의료비의 부담이 1인당 약 330만원**이 증가되고, **기대 수명도 4개월 축소되는 것으로 분석**되었으며, 민감도 분석 결과에 의해서도 두 군간의 차이가 확정됨.
- 결정형 유리규산 노출자 10,000명을 기준으로 분석 시 일반인에 비해 약 164억(547억-383억)의 직접 의료비가 추가적으로 소요됨. 이는 보험자 관점의 직접 의료 비용만을 추계한 것으로 분석의 관점을 보건의료체계 관점이나 사회적 관점으로 확대한다면 두 군의 점증적 차이는 더욱 확대 될 것으로 예측됨.
- 또한, 본 연구에서 추계한 고농도의 결정형 유리규산 노출자의 규모인 27,761명을 기준으로 분석한다면, **약 456억의 폐 관련 직접 의료비가 결정형 유리규산 군에서 추가적으로 발생할 것으로** 예측됨.

주요 결과에 대한 고찰

- 건강관리카드의 1회 발급 비용은 건당 5,000원이고, 건강관리카드 발급자에 대한 추가적인 검진 비용은 연간 43,300원(진찰료 15,920원, 행정관리비 1,800원, 폐활량검사 18,130원, x-ray 7,450원) 임. 결정형 유리규산 노출 근로자 1인에 대해 건강관리카드 관련 비용을 20년간 추계한다면, 약 87만원, 30년간 약 130만원, 50년간 약 217만원으로 분석할 수 있음.
- 따라서, 향후 결정형 유리규산 노출자 중에서 질병발생에 의한 시간 비용이나 생산성 손실 비용을 고려한 비용 산출과 건강관리 카드 발급에 대한 임상적 우월성이 입증된다면, 건강관리카드의 비용-효과 분석을 통해 건강관리 카드 발급에 대한 객관적인 근거를 생산할 수 있을 것으로 기대 됨.

결정형 유리규산 노출 산업 및 근로자 수 추계

- 각각 10, 1, 0.05mg/m³ 의 TWA 기준에 대하여 91,357, 19,845, 13,088명, **총합 124,290명의 근로자가 작업환경측정에서 결정형 유리규산 및 그와 관련한 분진 노출 기준치의 50%를 초과하는 사업장에서 근무하는 것으로 나타남.**
- CAREX 데이터를 근거로 했을 때에도 상기 분석결과 상 **고농도 노출 산업 15개에 종사하는 근로자 수는 총 27,761명**으로 작업환경 측정 자료와 유사한 숫자를 보임.
- 상기 대상자로 노출 근속년수를 고려하여 추정할 때, **건강관리카드 발급 대상자 최대치는 약 2만여명으로 추산할 수 있음.**

경제성평가 모형을 활용한 질병 비용 모델링 방법

- Markov 모델을 도입함으로써 결정형 유리규산 노출군과 일반인 군과의 폐 관련 직접 의료비 차이를 객관적으로 분석했다는 것에 의의가 있으며, 결정형 유리규산에 노출군은 **폐 관련 직접 의료비의 부담이 1인당 약 330만원이 증가되고, 기대 수명도 4개월 축소되는 것으로 분석됨.**
- 본 연구에서 추계한 고농도의 결정형 유리규산 노출자의 최소 규모인 27,761명을 기준으로 분석하는 경우, **약 456억의 폐 관련 직접 의료비**가 결정형 유리규산 군에서 추가적으로 발생하며, **총 8961.25년의 기대수명 손실($0.3228\text{년} \times 27,761\text{명}$)**을 예상 할 수 있음.
- 이로 인한 근로 손실액 등 사회적 비용을 고려한다면, 현재 폐질환으로 한정된 기대수명 손실 및 직접 의료비 456억 이외에 추가적으로 이를 상회하는 경제적 영향 및 건강영향의 효과를 평가 할 수 있을 것으로 기대됨.

산업별 결정형 유리규산 노출 업무 중 고농도 노출 업무는 다음과 같음

가) 토목 건설업의 할석, 미장, 견출, 석공, 조적, 형틀, 콘크리트 타설, 뽐칠, 철거 업무

레미콘, 콘크리트, 벽돌 관련업

나) 금속 주조업 중

- ① 선철주물 주조업에서 용융, 용해, 조형, 성형, 탈사, 사상 코팅 공정
- ② 강주물 주조업에서 용해, 중자, 조형, 탈형, 주조, 탈사, 쇼트, 용접 공정
- ③ 동주물 주조업에서 투입, 코팅 공정
- ④ 비철금속 주조업에서 원료 투입 후 계량, 배합, 중자, 조형, 탈형 공정

다) 도자기 및 기타 요업제품 제조업 중

- ① 가정용 및 장식용 도자기 제조업에서 도자기 성형, 정형 및 시유 공정
- ② 산업용 도자기 제조업에서 원료혼합 및 압축성형, 건조 공정
- ③ 구조용 정형내화제품 제조업에서 원료 투입, 성형 후 분쇄, 연마하는 공정
- ④ 기타 내화요업제품 제조업에서 원료배합 후 성형, 소성, 건조 공정
- ⑤ 점토벽돌, 블록 및 유사 비내화 요업제품 제조업에서 원료 투입 후 배합, 성형 후 분쇄, 소성, 건조 공정
- ⑥ 타일 및 유사 비내화 요업제품 제조업에서 원료 투입 후 배합, 성형 후 분쇄, 소성, 건조 공정
- ⑦ 요업(성형 등 일부공정), 일부 세라믹 분말 제조, 취급업

라) 석재 성형 가공품 제조업 중

- ① 석재 가공품 재단 및 성형, 강화 공정
- ② 아스콘 제조업에서 원료 투입하여 건조 공정
- ③ 아스팔트 성형제품 제조업에서 원재료 코팅 후 냉각, 절단 공정
- ④ 연마재 제조업에서 원료 투입 후 분쇄, 배합하여 절단 후 소성, 건조 공 정
- ⑤ 석면, 암면, 및 유사제품 제조업에서 원료 투입 후 배합, 성형하고 증기로 양생하는 공정
- ⑥ 비금속광물 분쇄물 생산업에서 원료 투입 후 분쇄, 계량, 포장 공정
- ⑦ 기타 비금속광물 제조업에서 원료 배합, 성형 후 증기 양생, 탈형 공정

마) 자동차 부품 제조업에 종사하는 근로자 중 결정형 유리규산에 노출될 가능성이 있는 업무.

바) 합금철 제조업 중

- ① 합금철 제조업 중 재료 용해 후 조형, 탈형 거쳐 절단 후 가공하는 공정
- ② 기타 철강산업에서 재료 용해 후 조형, 탈사 공정

사) 광업 중

- ① 2차 분쇄포장, 광물분쇄, 선광, 천공, 절삭 업무
- ② 석산 (채석업 종사자)

아) 특수 목적용 기계 제조업에 종사하는 근로자 중 결정형 유리규산에 노출될 가능성이 있는 업무.

자) 자석 및 자석제품 원료 투입, 혼합, 분쇄 공정

차) 귀금속 장신구 및 관련제품 제조업에서 가공, 성형, 열처리, 건조, 세척, 연마 공정

카) 석탄 광업에 종사하는 근로자 중 결정형 유리규산에 노출될 가능성이 있는 업무.

타) 항공기, 우주선 및 부품 제조업에 종사하는 근로자 중 결정형 유리규산에 노출될 가능성이 있는 업무.

파) 전기업 중

- ① 전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업에서 운탄 관련 업무
- ② 발전소나 신재생에너지 생산업체에서 석탄이나 쓰레기 수거차가 수거해온 쓰레기를 고열로 태워서 전기를 생산하는 공정

- 상기 산업 항목들은 기존의 분진 노출자의 건강관리카드 기 발급 기준을 모두 포함하고 있으며 기존의 기준보다 많은 산업을 포함하고 있음.
- 상기 고농도 노출 가능 사업 종사자의 경우 유리규산에 노출되는 작업에 종사하였다고 확인 되는 경우는 5년의 근무기간 후 건강관리카드를 발급하고, 그 외의 산업에 대해서는 10년의 근무기간을 기준으로 하는 것이 적절하다고 판단됨.

- 본 연구를 통하여 유리규산 노출군과 일반 인구군의 질병 발병 위험도를 추계하여 비용 효과 분석을 시행하였으며 위와 같은 모델로 현재 산업보건 관련 사업들이 가지는 장점에 대하여 객관적인 비용 효과를 계산할 수 있다는 점을 확인함.
- 상기 비용 효과 분석은 폐 관련 질환에 국한된 평가로, 현재 유리규산이 발생시킬 수 있는 위암, 신장질환, 류마티스 질환 등에 대한 효과를 평가할 수 있다면 지금의 분석 결과는 최소 효과를 분석한 것으로 생각됨.
- 또한 최소 추정치로 추정되는 유리규산 노출자의 규모인 27,761명을 기준으로 분석하였을 때도 약 456억의 폐 관련 직접 의료비 및 8961.25년의 기대수명 손실($0.3228\text{년} \times 27,761\text{명}$)을 예상할 수 있으며 이는 유리규산 노출 근로자에 대한 건강 불평등의 문제로 볼 수 있음.
- 향후 이들의 근로 손실액 등 사회적 비용에 대한 산출이 이루어 진다면 본 연구결과를 상회하는 경제적 영향 및 건강영향의 효과를 평가할 수 있을 것으로 기대됨.

- 본 연구의 데이터를 기반으로 고농도 5년 근속자의 경우 발급대상 인원은 최대 약 12,700명으로 추산되며 저농도 10년 이상 근속자의 경우 약 7,800명으로 추산되어, 상기 기준으로 하였을 경우 건강관리카드 발급 대상자 최대치는 약 2만 여명으로 추산할 수 있음
- 향후 위의 내용을 종합하여 유리규산 노출자에 대한 관리방안을 확대하여 근로자 건강카드 발급 사업을 진행하게 되면 이번 비용효과분석의 방식을 이용하여 근로자건강카드 발급에 대한 객관적 경제성 평가가 가능할 것으로 생각됨.
- 기존 건강관리카드 발급 기준 중 흉부 방사선 상 진폐를 확인 할 수 있는 부분은 본 연구의 서두에서 언급했듯이 우리나라 산업안전보건법 특성상 혜택의 중복으로 현실을 반영하지 못하는 것으로 보이며 질병 조기발견 및 예방이라는 건강관리카드 발급 목적에 부합하지 않는 조건으로 생각되어 삭제 하는 것이 옳은 방향일 것으로 생각됨.

- 본 연구 중 확인할 수 있었던 것은 현재의 건강관리카드가 가지고 있는 프로그램이 폐암의 조기 발견에 기여할 수 있다는 결과를 확인할 수 있었으며, 유해요인 노출에 따른 저선량 폐 CT 가 더욱 효과적이라는 것 역시 확인할 수 있었음.
- 우리나라는 2019년부터 국가 검진 프로그램에 암관리법 시행령과 암검진 실시기준(고시)에 따라 만 54-74세 남녀 중 30갑년 이상의 흡연력을 보유한 자에 대해 2년 주기로 저선량 폐 CT를 시행하는 폐암 검진을 시행 중 임.
- 흡연력이 있는 유리규산 노출자의 경우 상대적으로 이보다 훨씬 높은 폐암에 대한 위험도를 가지고 있을 것으로 생각되며 이를 위하여 향후 건강관리카드 제도에 포함되어 있는 프로그램에 대한 후속연구가 있어야 할 것으로 생각됨.

- 또한, 폐암검진 이후 금연 상담과 연계할 경우 절반 이상이 금연(20.1%)을 하거나 흡연량을 줄이는(30.5%) 효과도 보여주었다고 제시되어 있는데 이는 1년마다 검진을 하게 되는 건강관리카드 발급 시 더욱 높은 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각되며 향후 데이터 확보를 통해 상기 효과를 객관적으로 나타낼 수 있을 것으로 보임.
- 금번 연구를 통하여 유리규산 노출 근로자의 보호를 위해 건강관리 카드 발급 기준을 재정립 할 수 있었으며 근로자의 유해요인 노출과 질병 비용 및 기대수명과의 연관성을 확인할 수 있었음.
- 본 연구에서 제시한 내용들의 효과 확인과 유해물질 근로자 건강보호를 위해 근로자 건강관리카드 제도의 확대와 효과 확인 및 발급조건 개선을 위한 후속연구가 필요함.