

마필관리사에서 발생한 폐암 위험도 연구: 건강보험공단 빅데이터 12년 추적 연구

이승현 · 김승한 · 윤세현 · 김규상^{1*} · 윤진하^{*}

연세대학교 의과대학 예방의학교실, ¹서울대학교 의학연구소

A Study on Risk of the Incidence of Lung Cancer in a Horse Trainer Using National Health Insurance Service

Seunghyun Lee · Seunghan Kim · Sehyun Yun · KyooSang Kim^{1*} · Jin-Ha Yoon^{*}

*The Institute for Occupational Health, Department of Preventive Medicine,
Yonsei University College of Medicine*

¹Department of Occupational and Environmental Medicine, Seoul Medical Center

ABSTRACT

Objectives: Horse trainers ensure the horses they are training and monitor horse's health, hygiene. While most of the studies on horse trainer's health focused on musculoskeletal disorders, few studies have examined the health effect of occupational exposure. This study aimed to investigate the risk of lung cancer in Korean Horse trainers.

Methods: Among the largest health screening program of health screening service of the National Health Insurance Corporation, 2,246 workers were selected for study. We utilized data from the National Health Insurance Service (NHIS) National Cohort Data Base 2005-2017. We performed analyses using a Cox's proportional hazards model to identify the risk of lung cancer in Horse trainers.

Results: This study found that the horse trainers group had a higher risk of lung cancer 10.07 (95% CI :2.38-42.64) compared to other occupational group. Additionally, there was 6.5 times higher risk of lung cancer in non-smoker horse trainers group.

Conclusions: We, thus, verified horse trainers could have relation with increase of lung cancer risk. As lung cancer is known as a cancer with a high contribution of occupational factors compared to other cancers, it is necessary to determine the efficacy of continuous attention and active management of occupational exposure.

Key words: big data, horse trainers, lung cancer, NHIS, quartz

I. 서 론

마필관리사는 조교사나 기수를 보조하여 경주용 또는 승마용 말을 훈련시키고, 사육, 관리하는 업무를 하는 직종으로 사양관리, 구사관리, 보건관리, 장제관리 등

전체적인 말의 건강과 위생, 훈련을 책임진다.


살아있는 동물을 다루는 직업은 재해의 위험성이 높은 직업이다. 특히 말의 경우는 체격이 크고 예민하며, 행동에 대한 예측이 어렵다는 점에서 마필관리사에게서 사고가 발생할 확률이 더욱 높다는 것을 예측할 수 있


*Both authors are contributed equally to this manuscript.


Corresponding author: Jin-Ha Yoon, Tel: 02-2228-1579, E-mail: flyinyou@yuhs.ac
50-1, Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, Korea, 03722


Corresponding author: KyooSang Kim, Tel: 02-2276-8667, E-mail: kyoosang@daum.net
156 Sinnæ-ro, Jungnang-gu, Seoul, 02053, Republic of Korea


Received: September 7, 2021, Revised: October 13, 2021, Accepted: November 12, 2021

 Seunghyun Lee <https://orcid.org/0000-0001-7497-4930>

 Seunghan Kim <https://orcid.org/0000-0002-2780-7352>

 Sehyun Yun <https://orcid.org/0000-0002-7886-4242>

 Jin-Ha Yoon <https://orcid.org/0000-0003-4198-2955>

 KyooSang Kim <https://orcid.org/0000-0003-4896-0548>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

다. 2019년 마필관리사의 재해율은 18.5%로 이는 같은 해 우리나라 전체 업종의 산업 재해율(0.58%)에 비해 약 32배에 달하는 높은 수준으로 나타났다(Kim et al., 2020; MoEL, 2020). 경마 산업 종사자의 연간 응급센터 후송 사례 기록에 따르면 마필관리사의 후송 사례는 130건으로 전체 사례(168건)의 72.6%를 차지해 10명 중 7명은 1년에 한 번씩 응급센터에 후송될 정도의 재해를 입었다는 것을 알 수 있다(Kim et al., 2020). 한국 마사회 보고서에 따르면 마필관리사의 44.6%가 지난 1년동안 의료기관을 방문할 정도로 사업장에서 사고를 경험하였고, 주요 재해 유형으로는 낙마, 충돌, 무리한 동작, 끼임 및 감김이 있고, 손상 유형으로는 골절, 염과, 인대손상이 있다고 파악되었다. 또한 주요 건강장해로는 물리적 환경에서 의한 직무스트레스와 수면장애 그리고 근골격계 증상에서 높은 수준의 유병률을 보여 주었다(KRA, 2019). 또 다른 건강장해로는 유기 먼지 독성 증후군(organic dust toxic syndrome), 기관지염(bronchitis), 천식(asthma)과 같은 호흡기질환과 밀접한 관계를 보였고, 2013년에는 서울경마장에서 마필관리사에게서 처음으로 폐암이 발생했다(Gallagher et al., 2007).

Yoon et al.(2013)은 마필관리사에게서 폐암의 위험성에 대해 보고하였는데, 마필관리자에게 폐암을 일으킨 유해노출물질은 결정형 실리카인 석영(quartz, SiO₂)으로, 이는 경마장에서 말을 훈련시키는 훈련장 모래에 80% 함유되었다고 보고하였다.

지금까지 석영 노출에 의한 폐암 발생은 주로 광업, 건설업, 운송업, 제조업에서 주로 나타나는 것으로 보고되었다(Hoy, 2020). 한 실태조사의 결과에 의하면 경마장의 실내마장에서 채취한 모래의 입경은 일반 지역의 모래보다 작은 입자 크기로 구성되어 있는 것으로 나타났다(Cho, 2020). 호흡기를 통해 노출되는 미세한 크기의 석영 입자는 인체의 폐에 침투하여 염증 반응을 일으키고, 만성적인 노출은 규폐증, 폐결핵, 만성폐쇄성 폐질환을 포함한 다양한 호흡기 질환과 자가면역질환을 일으킨다(Hoy, 2020). 석영은 국제 암 연구소(IARC)에서 인간에 대한 발암성의 근거가 충분한 물질인 group 1으로 분류하고, 우리나라 고용노동부에서는 사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 물질인 1A 물질로 분류된 유해인자이다.

Cho et al.(2020)에 따르면, 마필관리사들은 말을 훈련시키는 업무 중 부서진 모래가 비산하면서 고농도

의 모래분진에 노출되는데, 말을 훈련시키는 연습 마장 모래의 주성분이 석영인 것으로 나타났다. 국내 선행연구에서 연습 마장에서 조마삭 운동시에 발생하는 호흡성 석영을 측정된 결과 석영의 노출농도는 0.020-0.086 mg/m³으로, 이는 미국정부 산업위생전문가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienist, ACGIH)의 석영 TLV값인 0.025mg/m³, 우리나라 노동부의 노출기준 0.05mg/m³를 초과하는 높은 수준임을 알 수 있다(Yoon et al., 2013). 또한, 국외 연구에서 말 산업 종사자를 대상으로 작업 시 노출되는 석영의 노출 농도는 0.01-0.09mg/m³로 측정되었고, 이 또한 ACGIH-TLV값을 초과하는 높은 수준을 보여준다(Bulfin et al., 2019).

그러나, 석영 노출이 심각한 수준임에도 대부분의 분진, 석영 노출에 대한 건강장해 연구는 주로 석탄광업, 기타 비금속 광물제품 제조업, 도자기 및 기타 요업 제품 제조업, 토목건설업, 그리고 금속 주조업에 종사하는 근로자들에서 이루어져있고, 마필관리사를 대상으로 한 보고는 미미한 수준이다(Lee et al., 2016; Poinen-Rughooputh et al., 2016; Morotti et al., 2021). 또한 마필관리사의 건강실태와 작업환경 개선책에 대한 보고는 있지만 폐암 위험을 입증한 연구는 찾아보기 어렵다.

본 연구는 2006년부터 2017년까지 국민건강보험공단 데이터를 활용하여 마필관리자를 대상으로 석영 노출에 의한 폐암 위험에 대해서 알아보고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2005년 1월부터 2017년 12월까지 국민건강보험공단(Korean National Health Insurance, KNHI) 빅데이터에서 전체 사업장 중 경마장 근로자에서 석영에 노출된 근로자를 연구대상으로 선정하였다. 새로 발생된 위암에 대한 위험요인을 확인하기 위하여 연구 대상자 중 2005년까지 위암을 진단받은 폐암 환자는 제외하였고 2006년 1월부터 2017년 12월까지 관찰하여, 연령은 20세 이상, 상병코드(ICD-10)의 C33-C34(기관, 기관지 및 폐의 악성 신생물)를 대상으로 하였다. 최종 2,246명 중 마필관리사는 693명, 타 직업군(기수, 조교사, 공원 도우미 등) 1,553명을 대상

자료 하였다.

2. 변수설정

인구사회학적 특성을 나타내는 변수로는 직군, 연령, 몸무게, 키를 조사하였고, 건강관련행위 요인으로는 흡연여부, 음주여부, 규칙적 운동여부 등을 조사하였다. 직업군은 마필관리사의 경우 독립된 사업장등록번호가 있어 이를 통해 건강보험공단에 등록된 정보를 토대로 구별하였다. 연령은 건강보험공단의 자격변수를 통해, 몸무게, 키, 흡연여부, 음주여부, 규칙적 운동여부는 2006년부터 2017년까지 받은 건강검진 자료 정보를 통해 조사하였다.

3. 통계 방법 및 분석

본 연구에서는 위험요인들을 분석하는데 있어 범주형 변수들은 카이제곱 검정을 사용하였고 연속형 변수에 대해서는 t-검정을 사용하였다. 마필관리사들의 폐암에 대한 위해 비율을 확인하기 위해 콕스비례위험모형(Cox proportional hazard model)을 이용하였고 조 위험비(crude hazard ratio, 95% CI)와 보정위험비(adjust hazard ratio, 95% CI)로 위험비를 설정하였다. 통제변수로는 연령, 흡연여부, 알코올 섭취여부, 신체활동, 키, 몸무게를 사용하였고, 특히 중요 변수인 비

흡연자 마필관리사를 층화하여 폐암 위험비에 대해 추가 분석하였다. 추적 기간은 2005년-2017년에 건강검진을 시행한 시점을 시작시점으로 하고, 폐암 발병 환자는 폐암 첫 발생진단시점까지, 발병하지 않은 환자는 마지막으로 진료한 시점이나 사망시점을 종료시점으로 하였다. 분석에는 R 프로그램을 사용하였으며, 모든 통계량의 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

III. 연구결과

조사대상자의 인구사회학적 및 건강관련행위별 분포는 Table 1과 같다. 마필관리사들과 대조군의 일반적 특성을 비교 분석한 결과, 연구에 포함된 대상자는 총 2,246명이고 이중 마필관리사는 30.9%를 차지하였고, 마필관리사의 평균 연령은 36.8세, 대조군은 38.9세였다. 키와 몸무게의 경우 마필관리사들은 대조군에 비해 작았다. 흡연자가 비흡연자에 비해 유의하게 높았고, 음주상태별로는 음주를 하는 그룹이 비 음주 그룹보다 유의하게 높게 나타났다. 운동여부별로는 운동을 하는 집단이 운동을 하지 않는 집단에 비해 유의하게 높았다. 마필관리자 693명 중 8명, 대조군 1,553명 중 3명이 폐암에 걸렸다.

흡연여부에 상관없이 폐암 발병을 분석한 결과 마필

Table 1. Baseline characteristics of study participants

Parameters	Horse trainer	Others
Total	693	1,553
Age	36.8±10.4	38.9±10.2
Height	170.0±6.4	172.9±6.1
Weight	69.3±8.8	75.7±11.0
Smoking		
Yes	419	773
No	274	780
Alcohol		
Yes	530	1258
No	163	295
Physical exercise		
Yes	530	939
No	163	614
Lung cancer		
Yes	8	3
No	685	1,550

Table 2. The incidence of lung cancer in horse trainers according to smoking status

Parameters	Non-smoker		Smoker	
	Horse trainer	Others	Horse trainer	Others
Total	274	780	419	773
Lung cancer				
Yes	4	3	4	0
No	270	777	415	773

Table 3. Results of Cox proportional hazard regression associated to incidence of lung cancer in horse trainers

	Crude HR* (95% CI)	Adjusted HR* (95% CI)	
		Smoker	Non-smoker
Horse Trainer	5.33 (1.34-20.62)	10.07 (2.38-42.64)	6.50 (1.19-36.01)

Adjusted for age, smoking status, alcohol, physical exercise, height, weight.

*HR: hazard ratio, CI: confidence interval.

관리사들은 대조군보다 폐암 발병 비율이 높은 것으로 나타났다. 흡연자와 비흡연자를 구분하여 폐암 발생건수를 분석하였을 때, 비흡연자인 마필관리사 총 274명 중 4명이 폐암에 걸렸고, 흡연자인 마필관리사 419명 중 4명이 폐암에 걸린 것을 파악할 수 있었다(Table 2).

전체대상자에서 폐암 발생에 미치는 위험요인을 변수로 콕스모형 통계분석을 진행한 결과 (Table 3), 조위험비(Model 1)의 경우 대조군과 비교했을 때 폐암이 발생할 위험이 마필관리사에서 5.33(95% CI = 1.34-20.62)로 유의하게 높았다. 공변량들을 모두 보정한 모형을 분석결과(Model 4)에서 대조군과 비교하여 보정위험비가 마필관리사들에서 10.07(95% CI = 2.38-42.64)로 폐암이 발생할 위험이 유의하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 비흡연자를 층화하여 분석한 결과 폐암에 대한 보정위험비가 6.50(95% CI = 1.19-36.01)로 유의하게 높게 나타났다.

IV. 고 찰

본 연구에서는 건강보험공단의 빅데이터를 이용하여 마필관리사에서 석영 노출에 의한 폐암발생 위험에 대해 분석하고자 하였다. 분석 결과 마필관리사에서 폐암이 발생할 위험이 대조군에 비해 유의하게 높은 수준으로 나타났고, 공변량들을 모두 보정한 모형에서도 동일한 결과를 보였다. 특히, 이번 결과에서는 폐암의 주요 위험요인으로 알려져 있는 흡연을 하지 않는 비흡연자 마필관리사 그룹에서도 폐암 발생 위험이 유의하게 높

게 나타났다.

과거 수 십년간 세계 각 기관의 역학적 연구에서는 흡연과 폐암의 관계를 일관되게 보여주며 흡연과 폐암 발생사이의 인과관계는 잘 알려진 사실이다. 본 연구의 결과는 마필관리사에게 흡연 이외에도 폐암 발생에 영향을 미치는 유해인자가 작업환경에 존재한다는 것을 암시한다.

우리나라 통계청 사망 자료에 의하면 전체 사망자의 27.5%가 암으로 사망, 암사망률은 인구 10만명당 158.2명이고, 이중 폐암은 36.2명으로 집계되어, 10년 전 대비 20.4%, 전년도 대비 4%의 증감률을 나타내었다. 또한 폐암은 이외 암인 간암(20.6명) 대장암(17.5명), 위암(14.9명), 췌장암(12.5명)보다 높은 사망률을 보였다(Statistics Korea, 2020).

폐암은 다른 암에 비해 직업적인 요인의 기여도가 높은 암으로 알려져 있고, 교과서적으로는 석영에 15년이상 지속적으로 노출 시 이는 폐암의 예측 인자의 중요한 지표가 된다고 알려져 있다(Doll et al., 1981; Kim et al., 2017; Rosenstock et al., 2004). 우리나라에서는 「산업재해보상보험법」 시행령 제34조제3항 관련 <별표 3>의 업무상 질병에 대한 구체적인 인정기준에서 석영에 노출되어 발생한 폐암을 업무상 질병으로 인정하고 있다.

Lim et al.(2010)의 역학조사를 통해 직업성 폐암으로 판단된 사례를 분석한 연구 결과에 따르면, 1999년부터 2005년까지 폐암 사례 중 41%가 직업성 폐암으로 판단되었고 이중 석영 노출로 인한 폐암 발생이

26.4%로 나타났다. 또한 Kim et al.(2017)의 연구결과에서는 2007년부터 2016년까지 직업성 폐암으로 인정된 사례 중 마필관리사의 예는 4건이었고, 현재까지는 6명으로 증가하여 이 중 2명은 사망, 2명은 퇴직, 1명은 휴업치료, 나머지 1명은 복직하였다.

전 세계적으로 폐암 발생률은 계속적으로 증가하고 있는 추세이고, 작업환경에서 노출된 석영으로 인해 발생한 여러 폐질환과 폐암 등을 포함하는 모든 질병 사회경제적 부담은 전 세계 근로자들에게 영향을 미치는 이슈라고 할 수 있다. 최근 한 연구결과에서 석영에 노출된 사람은 노출되지 않은 사람에 비해 폐 관련 질환의 직접적인 의료 부담금이 1인당 약 330만원이 증가되었고, 기대 수명은 4개월 축소되는 것을 보여주었다. 또한 석영에 고농도로 노출되는 사업장에 종사하는 근로자에서는 폐 질환 관련 직접 의료비가 약 456억원 가량 추가적으로 발생할 것으로 예측되었고, 질병으로 인한 기대 수명은 총 8961.25년의 손실이 나타날 것으로 예상된다고 보고하였다(Lee, 2020).

앞서 설명했듯이, 석영은 IARC에서 group1으로 우리나라 고용노동부 1A(사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 물질) 물질로 분류된 유해인자로서 선행연구들을 통해 사람에서 발암성이 확인된 물질이다. 그러나 석영이 인간에게서 폐암을 유발하는 직접적인 발암성 기전은 아직 확실히 밝혀지지 않았다. 최근 동물실험 연구에서는 면역반응 결과를 통해 석영이 암을 유발 할 수 있는 병리학적 기전이 밝혀지고 있다. 석영의 노출은 폐의 여과물을 떨어뜨리고 석영이 오랜 시간 폐 안에 머물면서 폐의 대식세포(macrophage)와 호중구(neutrophil)의 대사와 기능에 영향을 미쳐 종양 괴사 인자 알파(tumor necrosis factor- α , TNF- α), 인터루킨 1(IL-1), 인터루킨6(IL-6)와 같은 염증성 사이토카인과 케모카인을 분비시킨다. 또한, 면역과정에서 석영과 대식세포에 의해 직간접적으로 reactive oxygen species (ROS) 와 같은 활성 산소가 생성되어 폐의 산화적 손상(oxidative damage)을 시켜 암을 유발한다. 뿐만 아니라 폐 내부에서 석영에 의해서 증가된 ATX(autotaxin) 또한 리소포스파티드산(lysophosphatidic acid)을 만들어 DNA에 손상을 준다. 이러한 면역과정으로 생성된 사이토카인에 의한 만성 염증은 손상된 DNA를 복제시키고, 성장억제에 대한 저항성을 높이고, 세포사멸을 줄이고, 혈관을 신생성하며 암세포 전이를 활성화시킨다. 더 나아가서 TNF- α 에 의해 생성된 면역억제미세환경

(immunosuppressive microenvironment)은 환경 내에서 PD-1, PD-L1 결합을 통해 암세포의 제거를 막는다고 알려져 있다(Sato et al., 2018; Poinen-Rughooputh et al., 2019).

또한, 최근 연구에서는 석영 분진이 NLRP3 인플라마좀 작용을 통하여 염증성 사이토카인인 IL-1 β 를 생성시켜 대식세포 활성화에 관여한다는 것을 밝혔다. SR-A1, MARCO, SR-B1, CD36와 같은 대식세포 수용체에 석영이 결합하여 핵인자 카파비(NF- κ B, nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells)를 통하여 NLRP3와 IL-1 β 가 유도되면 NLRP3는 caspase-1을 거쳐서 pro-IL-1 β 를 증가시키고 IL-1 β 는 직접 pro-IL-1 β 를 증가시킨다. 그 후 pro-IL-1 β 는 IL-1 β 로 성숙한 뒤 세포 밖으로 이동하여 염증을 유발시켜 폐암을 유도한다고 보고하였다(Nakayama et al., 2018). 석영이 폐암을 일으키는 병리학적인 메커니즘을 규명하기 위한 추가적인 메커니즘 연구가 필요하다.

본 연구는 마필관리사의 폐암 위험성을 석영 노출에 의한 폐암발생 위험에 대해 국민건강보험공단의 빅데이터로 분석하여 입증한 국내 첫 논문이라 할 수 있다. 빅데이터를 활용한 분석으로 주기적 추적관찰 기간, 정확성을 가지고 있으므로 연구대상이 위험요인에 노출된 시기부터 질병이 발생하기까지 위험요인과 질병 사이의 관계의 인과성의 수준이 강하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 폐암을 일으키는 주요 위험요인인 흡연 여부에 대해 흡연군과 비흡연군으로 층화하여 분석하였고, 비 흡연군에서도 폐암의 위험비가 상당히 높은 수준으로 나타나 석영 노출의 위험성을 강조하고 있다. 그러나, 마필관리사와 폐암의 위험에 대한 통계적인 유의미한 결과에도 불구하고 몇 가지 한계점을 지니고 있다. 본 연구의 결과는 데이터의 한계로 인해 연령, 몸무게, 키와 같은 신체계측과 흡연, 음주, 운동 여부를 공변량으로 사용하여 마필관리사에서의 폐암의 위험비를 도출 했으므로 그 외 폐암을 발생시킬 수 있는 기타 요인에 대한 영향이 충분히 반영되지 않았을 수 있다. 또한 호흡성 석영의 노출 농도에 대한 측정 결과가 없어 노출 수준에 따른 용량-반응 관계(dose-response relationship)에 대한 영향을 보기 어려운 아쉬움이 있다. 보다 과학적인 검증을 위해 추가적인 연구가 필요하다.

노동자들은 작업시간 동안 부지불식 중에 유해물질에 지속적으로 노출되고, 그 유해인자를 선택하여 노출될

수 없기 때문에 노동자의 작업환경에서 발생할 수 있는 유해물질을 파악하고 이를 통제하여 작업조건으로 인해 발생하는 질병을 예방하는 것은 산업보건에서 중요한 부분이다.

마필관리사의 경우 작업환경에서 발생하는 석영 노출 수준을 파악하고 노출을 감소시킬 수 있는 구체적인 개선대책을 세우는 것이 마필관리사의 폐암을 예방하기 위한 과정이라고 할 수 있다. Cho(2020)가 발표한 실태 조사에서는 훈련 마장의 석영 분진 노출을 최소화하기 위해 주기적인 모래 교체 및 세척, 살수 시스템 작동, 총 분진 실시간 모니터링 등을 개선방안으로 제시하였다.

마필관리사에게서 석영 노출에 따른 직업성 폐암의 산재 승인 건수가 증가하고 있는 만큼, 마필관리사의 작업환경에 주목하여 작업 중 발생하는 유해물질에 대한 유해성과 노출실태 파악하는 위험성 평가 등의 추가적인 연구와 지속적인 모니터링이 필요하다.

V. 결 론

본 연구에서는 마필관리사에서 석영 노출에 의한 폐암 발생 위험이 대해 통계적으로 유의미하게 높은 수준으로 나타났다. IARC에서는 석영분진을 폐암 1급 발암물질로 규정하고 있고, 석영의 인체 위험성에 대해서는 타 직종의 선행연구에서 밝혀진 바가 있다. 현재까지 마필관리사를 대상으로 한 건강장해 연구는 근골격계 질환, 낙마로 인한 외상 같은 물리적인 요인에 의한 손상으로 질병이 주를 이루었고, 유해물질의 노출로 인한 건강상의 문제에 대한 연구는 미미한 수준이다. 이는 유해물질로부터 근로자의 건강장해를 방지하기 위한 대책 마련에 어려움으로 작용한다.

따라서 마필관리사의 건강장해 예방을 위한 작업환경의 유해물질 위험성평가와 노출물질의 지속적인 모니터링, 분진 노출저감을 위한 공학적 개선대책, 적절한 보호장비 착용, 산업안전교육 등의 적극적인 대책 실행이 요구된다.

References

Bulfin K, Cowie H, Galea KS, Connolly A, Coggins MA. Occupational exposures in an equestrian centre to respirable dust and respirable crystalline silica. *Int. J.*

Environ. Res. Public Health 2019;16(17):3226
 Cho KH. Precise investigation of the causes of horse trainers' lung cancer to improve work environment. *KOSHA*; 2020. p. 66
 Doll R, Peto R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *JNCI* 1981;66(6):1192-1308.
 Gallagher LM, Crane J, Fitzharris P, Bates MN. Occupational respiratory health of New Zealand horse trainers. *Int Arch Occup Environ Health* 2007;80(4):335-341
 Hoy RF, Chambers DC. Silica-related diseases in the modern world. *Allergy* 2020;75(11): 2805-2817
 Kim DH. A study on exposure characteristics of hazardous substances of lung cancer workers recognized as occupational diseases. *Korea Workers' Compensation and Welfare Service.*; 2017. P. 11
 Kim HJ, Cho HJ, Ki S, Jeon JI, Choi M. et al. horse society structure and facts investigation report. *Korea Racing Authority.*;2020. P. 31
 Korea Racing Authority(KRA). A study on safety management and quality of life improvement for horse racing industry workers.; 2019. p. 75-104
 Lee JH. Research on types and management methods of occupational hazardous agents that require continuous health management of worker (focused on health care cards). *KOSHA*; 2020. p. 97
 Lee WH, Ahn YS, Lee SH, Song BM, Hong SR. Occupational exposure to crystalline silica and gastric cancer: a systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med* 2016;73(11):794-801.
 Lim JW, Park SY, Choi BS. Characteristics of Occupational Lung Cancer from 1999 to 2005. *Ksoem* 2010;22(3): 230-239
 Ministry of Employment and Labor(MoEL). *Employment and labor policy in Korea.* 2020. P. 79
 Morotti A, Sollaku I, Catalani S, Franceschini F, Cavazzana I et al. Systematic review and meta-analysis of epidemiological studies on the association of occupational exposure to free crystalline silica and systemic lupus erythematosus. *Rheumatology* 2021;60(1):81-91
 Nakayama M. Macrophage recognition of crystals and nanoparticles. *Front. Immunol.* 2018;9:103
 Poinen-Rughooputh S, Rughooputh MS, Guo Y, Rong Y, Chen W. Occupational exposure to silica dust and risk of lung cancer: an updated meta-analysis of epidemiological studies. *BMC public health* 2016; 16(1):1-17
 Rosenstock L, Cullen M, Brodtkin C, Redlich C. *Textbook*

of clinical occupational and environmental medicine. 2nd ed. United States; 2004. P.1137

Sato T, Shimosato T, Klinman DM. Silicosis and lung cancer: current perspectives. Lung Cancer Targets and Therapy 2018;9: 91-101

Statistics Korea. Causes of death statistics. 2020

Yoon JH, Kim B, Choi BS, Park SY, Kwag HS et al. A case report of lung cancer in a horse trainer caused by

exposure to respirable crystalline silica: an exposure assessment. Safety and health at work 2013;4(1): 71-74.

<저자정보>

이승현(박사후연구원), 김승한(학생연구원), 윤세현(전공의), 김규상(실장), 윤진하(교수)