

[SS031]

나노소재 근로자의 산업보건과 역학적 감시의 중요한 문제

주제: 나노소재 근로자의 건강

날짜: 6월 3일 (수)

시간: 14:15-15:45

장소: 308B

좌장: Paul Schulte (미국)

책임자: Paul Schulte (미국)

이 세션은 나노소재 근로자의 건강의 현재 상태를 평가하기 위해 설계되었다. 나노소재 근로자들에 대한 역학 및 감시 요구를 확인할 수 있다.

나노소재 근로자의 산업보건과 역학적 감시의 중요한 문제

Paul A. Schulte, I Iavicoli, M Schubauer-Berigan, L Hodson, R Zumwalde, M Dahm, C Geraci

교육정보과, 국립산업안전보건연구원, 신시내티, 미국

산업용 나노소재가 2000년대 초반부터 일반적으로 상용화되었다. 나노소재를 이용한 상업적 제품의 증가 및 연구 간행물의 증가를 볼 때, 나노소재에 노출된 근로자의 수가 이 기간 동안 매년 증가했을 것 같다. 나노소재 근로자들에 대한 의학적 모니터링, 더 많은 역학 연구의 실시, 그리고 지속적인 의학적 모니터링에 유용할 수 있는 더 많은 검증된 노출과 효과의 바이오마커의 개발이 필요하다. 지금이 산업용 나노소재에 노출되는 근로자들의 건강에 대해 우리가 알고 있는 것을 조사할 좋은 때이다. 그런데 일반적으로, 나노소재 근로자에 대한 유해효과를 증명하는 명확한 연구는 없는데, 이는 대부분의 노출이 비교적 낮게 유지되고 있고, 노출 횟수가 적고, 최초 노출 이후의 시간이 아마도 겨우 최대 14년이고, 대부분의 노출 기간은 이보다 훨씬 더 짧은 정도로 짧기 때문이다. 향후에 유용할 수 있는 한 가지 초점 분야는 위험, 핵심 이환율, 사망률, 그리고 노출 데이터세트에 대한 미해결 문제가 있는 기존의 나노소재, 카본 블랙에 대한 종단 분석이다. 초미립자(입자 직경 100 nm 미만)에 대한 노출이 있는 부분군을 식별할 수 있다면 이산화티탄 근로자의 코호트 연구 또한 유용할 수 있다. 산업용 나노소재에 노출된 근로자의 수가 적

기 때문에, 국제적인 그룹은 산업보건 감시와 역학에 대해 전 세계적으로 조화된 접근법의 필요성이 있다고 결론지었다. 이 그룹에 의해 식별된 로드맵을 기술할 것이다. 또한, 전 세계의 사업주들의 예방 지침 사용에 의해 진보가 이루어지고 있는 정도에 대해서도 보고할 것이다.

EpiNano, 산업용 나노소재에 노출될 수 있는 근로자들의 역학 감시를 위한 프랑스 프로그램

Irina I Guseva Canu, L Delabre, S Ducamp, D Jezewski-Serra, Y Iwatsubo, JL Marchand

산업보건, 프랑스 공중보건 및 질병관리 연구원(InVS), 생 모리스, 프랑스

소개:

산업용 나노소재 노출과 관련된 인간의 건강에 대한 잠재적 위험에 관한 역학적 및 생의학적 데이터의 부족은 검증, 위험평가 모델링, 그리고 필요한 경우 일관성 있는 위험관리 지침 개발에 대한 실질적인 흠결이다. EpiNano 프로그램은 탄소 나노튜브(CNT) 또는 TiO₂ 나노물체, 그리고 이들의 응집체(NOAA)에 노출되었을 수 있는 근로자들의 역학적 추적조사를 위해 출범했다.

방법:

근로자들을 3단계 접근법을 사용해 식별했다.

- 1- 탄소 나노튜브 또는 TiO₂를 다루는 기업의 식별 및 선정(사용, 생산되는 나노소재에 대한 의무신고와 ‘기업 질문지’에 따라 식별 및 선정)
- 2- 현장 방문 및 NOAA 노출과 관련되는 작업장/업무의 식별(표준 도구인 ‘현장 기술 일지’에 따라 식별)
- 3- 이러한 작업장/업무에 관련되는 근로자의 식별

식별된 근로자들은 ‘선정 기준 질문지’를 통해 수집된 관심사항 데이터와 함께 프로그램에 초대되었다.

결과:

이 프로그램은 2014년 1월에 시작했다. 4개월의 운영 기간 동안 10개 사가 참가를 수락

하고 현장 방문을 받았다. NOAA를 다루고 현장 관찰된 53개 작업장 중 30개 작업장 (57%)이 NOAA 노출 우려가 있는 것으로 분류되었다.

- TiO₂ 노출 우려가 있는 5개소
- 단일벽 탄소나노튜브(CNT) 노출 우려가 있는 16개소
- 다중벽 CNT 노출 우려가 있는 27개소

그리고 주로 합성, 샘플링, 전송 및 기능화 작업 중 이러한 우려가 있다. 공공 연구소의 작업장은 방문한 민간 기업보다 개인보호구 및 집단적 보호 장비가 덜 갖추어져 있었기 때문에 NOAA 우려가 있는 것으로 더 자주 분류되었다. 수백 명의 근로자가 노출 가능성이 있는 것으로 확인되었다. 기업으로부터 근로자들 기록의 접수 및 선정 기준 질문지를 통한 노출 가능성이 있는 근로자들의 선정이 진행 중이다.

토의:

3년의 모집 기간 후에, EpiNano 코호트 데이터는 NOAA 노출과 관련해 발생률과 사망률을 조사하기 위해 국가 건강보험 데이터베이스의 자료 및 사망사유 국가등록부와 비교될 것이다.

핵심어: 나노입자, 직업적 노출, 역학, 코호트 연구

나노소재 바이오마커의 현황

Ivo Iavicoli, V Leso, M Manno, PA Schulte

공중보건연구소, 산업의학부, 사크로 쿠오레 가톨릭 대학교, 로마, 이탈리아

핵심어: 나노소재, 생물학적 모니터링, 위험 평가

소개:

최근에 나노기술의 발전은 여러 산업 부문에서 사용되는 산업용 나노소재의 생산을 가능하게 했다. 산업용 나노소재의 이용이 증가되면서 이 소재의 인간에 대한 잠재적 독성에 대한 우려가 커졌다. 그러나 나노소재의 잠재적인 건강 유해효과를 조사하기 위해 실시된 수많은 연구에도 불구하고, 이 소재의 생물학적 반응 및 관련되는 안전보건 측면에 대한 전반적인 이해는 여전히 부족하다. 특히, 직업적 노출의 증가하는 가능성을 고려할 때, 생물학적 모니터링이 근로자의 건강 보호를 보장하기 위한 주요 예방적 조치이기 때문에

나노소재에 대한 노출과 나노소재의 영향의 바이오마커의 식별, 검증 및 결과적인 적용이 절실히 필요하다 (1,2). 따라서 본 연구에서는 인간과 동물의 연구로부터 바이오마커에 관한 문헌을 검토했다.

방법:

이 검토는 이 주제에 대한 현재의 동료검토 문헌의 비판적 분석에 근거한다.

결과:

현재 이 주제에 대한 연구는 거의 없고, 이러한 연구들은 종종 관련되는 방법론의 차이가 특징이다. 그 결과, 적절한 바이오마커의 식별이 매우 어렵고 도전적이다. 그럼에도 불구하고 증거는 유망하다. 예를 들어, 이용 가능한 데이터는 금속/금속산화물 나노입자 노출의 내부 선량 바이오마커로 여러 생물학적 매트릭스의 원소금속 함량의 측정값을 사용할 가능성을 제시한다. 문제의 바이오마커에 관해, 연구는 주로 비특이적이지만 산화와 염증성 전신 반응에 의해 생성되는 분자의 검출에 대한 것이었다. 또한, “체학(omic)” 기술로부터 얻어지는 바이오마커의 사용은 최근에 나노소재 노출의 초기 유해효과 식별을 위한 잠재적 도구로 제시되고 있다.

토의:

현재, 적절한 정보의 부족으로 직업적 나노소재 노출의 바이오모니터링 프로그램에 일상적으로 사용할 수 있는 검증된 바이오마커가 없다. 따라서 노출과 효과의 적절한 바이오마커를 식별하기 위해, 실험적 연구를 포함해 더욱 연구를 할 절실한 필요가 있고, 특히 노출의 더 현실적인 수준 및 조건을 채택하고 나노소재의 물리화학적 성질을 더 정확히 규명하여 연구해야 한다.

참고문헌:

1. Schulte PA, Trout DB. Nanomaterials and worker health: medical surveillance, exposure registries, and epidemiologic research. J Occup Environ Med. 2011;53:S3-S7.
2. Iavicoli I, Leso V, Manno M, Schulte P. Biomarkers of nanomaterial exposure and effect: current status. J Nanopart Res 2014;16:2302

Critical Issues in Occupational Health and Epidemiologic Surveillance of Nanomaterial Workers

Topic: Nanomaterial Workers' Health Date : June 3 (Wed.)

Time : 14:15-15:45

Location : 308B

Chair : Paul Schulte (USA)

Responsible Person : Paul Schulte (USA)

This session is designed to assess the current status of the health of nanomaterial workers. Epidemiology and surveillance needs for these workers will be identified.

Critical Issues in Occupational Health and Epidemiologic Surveillance of Nanomaterial Workers

Paul A. Schulte, I Iavicoli, M Schubauer-Berigan, L Hodson, R Zumwalde, M Dahm, C Geraci

Education and Information Division, National Institute for Occupational Safety and Health,
Cincinnati, USA

Engineered nanomaterials have generally been in commerce since the early 2000's. Based on the increasing number of commercially available products utilizing nanomaterials and the rise of research publications, the number of workers exposed to nanomaterials is likely to have grown each year during that period. There is a need for medical monitoring for these workers, the conduct of more epidemiologic studies, and the development of more validated biomarkers of exposure and effect that may be useful in ongoing medical monitoring. This is a good time to take stock of what is known about the health of the working population exposed to engineered nanomaterials. Generally, there are no clear cut studies demonstrating adverse effects in nanomaterial worker populations but that may be because most exposures have been kept relatively low, the numbers exposed were small, and the time since first exposure has been short, probably only reaching a maximum of 14 years with many exposures much shorter. One area of focus that might be useful in the future is a longitudinal analysis of the legacy nanomaterial, carbon black, since there are unresolved questions of risk, and core morbidity, mortality, and exposure data sets. Studies of cohorts of titanium dioxide workers might also be useful to study if subsets with exposures to the ultrafine particles (less than 100

nm) can be identified. Since the number of workers exposed to engineered nanoparticles is low, an international group concluded that there is a need for a globally harmonized approach to occupational health surveillance and epidemiology. The roadmap identified by that group will be described. Additionally, there will be a report on the extent to which progress is being made on the use of precautionary guidance by employers worldwide.

EpiNano, the French program for epidemiological surveillance of workers potentially exposed to engineered nanomaterials

Irina I Guseva Canu, L Delabre, S Ducamp, D Jezewski-Serra, Y Iwatsubo, JL Marchand
Occupational health, French Institute for Public Health Surveillance (InVS), Saint Maurice,
France

Introduction:

The lack of epidemiological and biomedical data on the human health potential risks related to the engineered nanomaterials exposure is a substantial gap for validating, risk-assessment modelling and developing consistent risk management guidelines, if needed. The EpiNano program was launched for an epidemiologic follow-up of workers potentially exposed to carbon nanotubes (CNT) and/or TiO₂ nano-objects and their aggregates and agglomerates (NOAA).

Methods:

Workers are identified using a 3-level approach: 1-identification and selection of companies dealing with carbon nanotubes and/or TiO₂ (based on compulsory declaration of nanomaterials used and produced and 'Company questionnaire'), 2-onsite visit and identification of the workstations/tasks concerned with NOAA exposure (based on standardized tool 'Onsite technical logbook'), and 3-identification of workers involved in these workstations/tasks. Workers identified are invited into the program, with data of interest collected through 'Inclusion questionnaire'.

Results:

The program started in January 2014. During the four-month operation period, ten companies accepted to participate and were visited. Among 53 workstations dealing with NOAA and observed onsite, 30 (57%) were classified as concerned with NOAA exposure: 5 with TiO₂, 16 with single-walled CNT, 27 with multi-walled CNT, mostly during the synthesis, sampling, transfer and functionalization tasks. In public research laboratories workstations were more often classified as concerned with NOAA and were less equipped with personal and collective protection devices than in private companies visited. More than hundred workers have been identified as potentially exposed. The reception of workers' records from the companies and inclusion of potentially exposed workers through the Inclusion questionnaire are ongoing.

Discussion:

After a three-year recruitment period, data of EpiNano cohort will be matched with data from the national health insurance data-base and national causes of death registry for studying incidence and mortality with respect to the NOAA exposure. Key words: nanoparticles; occupational exposure; epidemiology; cohort study

Current status of nanomaterial biomarkers

Ivo Iavicoli, V Leso, M Manno, PA Schulte

Institute of Public Health Section of Occupational Medicine, Catholic University of Sacred Heart, Rome, Italy

Keywords: nanomaterials, biological monitoring, risk assessment

Introduction:

Recently, advances in nanotechnology enabled the production of engineered nanomaterials that are used in several industrial sectors. The increased applications of engineered nanomaterials raised concerns about their potential human toxicity. However, despite the numerous studies that have been carried out to investigate the possible adverse health effects of nanomaterials,

the overall understanding of their biological responses and of the related health and safety aspects is still limited. In particular, considering the increasing likelihood of an occupational exposure, the identification, validation and consequent application of biomarkers of exposure to and effect from nanomaterials is urgently required since biological monitoring is a major preventive measure to ensure the protection of workers' health (1,2). We reviewed, therefore, the literature on biomarkers from human and animals' studies.

Methods:

This review is based on a critical analysis of current peer review literature on the topic.

Results:

At present there are just a few studies on this issue, and often characterized by relevant methodological differences,. Consequently, the identification of suitable biomarkers is particularly difficult and challenging. Nevertheless, the evidence is promising. The data available, for instance, suggest the possibility of using the measurement of elemental metal content in different biological matrices as an internal dose biomarker for metallic/metal oxide nanoparticles exposure. With regard to biomarkers of effect, research has been mainly engaged toward the detection of molecules produced by, oxidative and inflammatory, although nonspecific, systemic responses. Moreover, the use of biomarkers from “omic” technologies has recently been suggested as a potential tool for the identification of early adverse health effects from nanomaterial exposure.

Discussion:

At the present time validated biomarkers that can be routinely used in biomonitoring programs of occupational nanomaterial exposure are not available, due to a lack of adequate information. Consequently, there is an urgent need to carry out further, including experimental studies, to identify suitable biomarkers of exposure and effect, particularly by adopting more realistic levels and conditions of exposure and characterizing the physicochemical properties of nanomaterials more accurately.

References:

1. Schulte PA, Trout DB. Nanomaterials and worker health: medical surveillance, exposure registries, and epidemiologic research. *J Occup Environ Med.* 2011;53:S3–S7.
2. Iavicoli I, Leso V, Manno M, Schulte P. Biomarkers of nanomaterial exposure and effect: current status. *J Nanopart Res* 2014;16:2302