



중금속이란 무엇일까요?

일반적으로 중금속은 상대적으로 높은 밀도나 원자량, 또는 큰 원자 번호를 가진 금속입니다. 중금속은 몸에 꼭 필요한 중금속(철, 구리, 아연 등), 유해한 중금속(카드뮴, 수은, 납 등) 등으로 구분되며 그 중 카드뮴에 대해 구체적 알아보고자 합니다.

카드뮴이란?

카드뮴은 푸른빛을 띠는 은백색 금속으로, 칼로 자를 수 있을 정도로 무르며 연성과 전성이 아주 좋습니다. 사람 몸 안으로 들어온 것은 간이나 신장(콩팥)에 축적되고, 특히 신장의 여과 기능을 손상시킵니다. 일부 식품, 오염된 물과 공기, 흡연 등을 통해 인체로 들어오는데, 카드뮴 중독은 골절, 심장 및 신장 손상, 고혈압, 암 등 여러 질환의 원인이 되며, 대표적인 예가 이타이이타이병입니다.



카드뮴 노출원

직업적 노출



건전지 제조



염료



카드뮴이 처리된 금속의 용접



식기 도금

환경 노출



폐금속광산



공해 및 자동차 배기가스



흡연

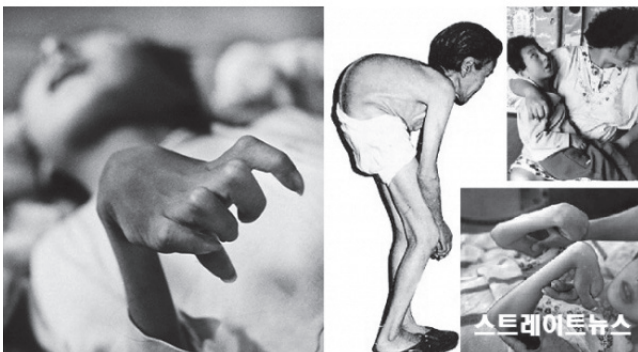


오염된 토양에서 자란 곡물 채소

이타이 이타이 병이란?

일본 도야마현 진초강 유역에서 약 1910년부터 발생한 것으로 과거 주변의 광산에서 아연을 제련할 때 배출된 폐광석의 카드뮴이 제거되지 않은 채, 그대로 강으로 고스란히 흘러 들어갔고 이를 식수, 농업용수로 사용한 주민들에게 발병한 것으로 밝혀졌습니다.

수백명이 심한 고통을 호소했고 이 병으로 사망한 사람만 56명이나 됩니다. 이 이름의 유래는 환자가 아픔을 호소할 때 '이타이 이타이'라고 하는 것에서 붙여진 병명입니다. (痛い痛い, 아프다 아프다)



이타이이타이병에 노출된 일본 도야마현(富山縣) 신통천(神通川) 인근 주민들
(자료: mainichi/igem.org) ©스트레이트뉴스/디자인: 김현숙



카드뮴과 건강 영향

카드뮴은 세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소(IARC)에서 인체발암 확인 물질(그룹 1)로 분류하고 있으며, 체내로 들어오면 쉽게 배설되지 않는 특성 때문에 나이가 들수록 체내에 축적이 많이 됩니다. 일반적으로 카드뮴은 신장을 손상시키고, 뼈 속의 미네랄을 제거하여 뼈의 밀도와 강도를 감소시킬 수 있습니다. 또한 카드뮴이 많이 오염된 환경에 노출된 사람들에서, 고혈압을 비롯한 순환기계 질환과 빈혈이 많이 발생하는 것으로도 알려져 있습니다. 카드뮴 중독에 대한 효율적인 임상적 치료법은 아직 없으므로 노출 예방이 최선입니다.



몸 속 유해 중금속 낮추기



- ▶ 충분한 물 섭취는 체내 중금속 희석 및 배출에 도움을 주기 때문에 하루에 물을 1.5 리터 이상 섭취합니다.



- ▶ 몸 속 중금속 배출을 돕는 해조류, 녹차, 양파, 크랜베리 등을 충분히 섭취합니다.



- ▶ 땀과 호흡을 통해 중금속 배출을 촉진하기 위해 운동(주당 3회 이상, 1회에 30분), 반식욕, 족욕 등을 정기적으로 합니다.



- ▶ 식품을 통한 칼슘, 철분, 인의 섭취량이 낮아지면 중금속의 흡수가 증가됩니다. 비타민과 필수 미네랄은 중금속의 산화작용 및 인체 흡수를 억제하고, 배출을 돕습니다.



- ▶ 농약을 적게 사용한 친환경 유기농 제품을 섭취합니다.

생활 속 유해 중금속 낮추기



- ▶ 새로 산 금속제 그릇은 표면의 중금속을 제거하기 위해 사용 전 식초 물로 끓인 후 세척하여 사용합니다.



- ▶ 식품의 염분이 용기 등의 금속 성분 용출을 증가시키는 것을 예방하기 위해 조리한 음식을 금속제 프라이팬이나 냄비에 보관하지 않고, 코팅이 벗겨진 식기나 냄비, 프라이팬 또한 사용하지 않습니다.



- ▶ 황사와 미세먼지가 심한 날 외출을 삼가합니다.



- ▶ 흡연은 혈관을 수축시키고, 혈액순환을 저해하여 중금속 배출을 억제합니다. 따라서 직·간접 흡연을 하지 않습니다.



전문가 컬럼

우리나라 국민 카드뮴 노출 수준 여전히 높다.

카드뮴은 생활환경 속에서 쉽게 인체에 노출되고, 노출에 따른 인체 영향에 대해서도 비교적 연관성이 잘 밝혀져 있는 중금속이다. 현재까지 밝혀진 카드뮴의 인체 영향은 크게 신장손상, 뼈 손상, 심혈관계 영향, 발암성으로 구분할 수 있다. 카드뮴의 가장 중요한 영향기관은 신장이다. 일정 농도 이상의 카드뮴에 장기간 노출되면 주로 신장손상을 유발하게 된다. 세뇨관에서 재흡수율이 낮아져 저분자 단백뇨를 배출하게 되는데, 점차 진행하면서 말기신부전으로 진행할 수 있다. 카드뮴이 칼슘대사에 장애를 주어 뼈에 직접적인 영향을 미쳐서 골연화증이나 골다공증 등을 유발할 수도 있지만, 신장손상으로 인해 뼈가 간접적으로 영향을 미칠 수도 있다. 카드뮴의 만성적인 노출과 고혈압과의 연관성에 대해서는 많은 역학적 연구에서 밝혀지고 있는데 기전과 관련한 몇 가지 가설이 제기되어 있다. 발암성은 흡입 노출에 의해서 발생하므로 식이 등 경구 섭취에 의한 독성영향과는 구분되어야 한다.

유럽식품안전청(EFSA) 보고서에 의하면 인체 영향 노출 수준이 점차 하향하여 요즘 카드뮴 1 $\mu\text{g/g}$ Cr의 노출 수준에서도 인체 영향을 미친다고 보고하고 있다. 국민보건기초조사(2017) 자료에 의하면 상위 95 % 국민의 요즘 카드뮴 농도는 1.169 $\mu\text{g/g}$ Cr 인점을 고려하면 위험인구 중심의 적극적인 관리의 필요성이 있다. 최근 10년간의 농도 추세를 살펴보면 국민들의 평균은 하향하고 있지만, 카드뮴 노출에 대한 지속적인 저감 및 고위험군에 의학적 관리의 필요성이 있다고 판단된다.



홍영섭 교수 동아대 중금속노출 환경보건센터장

- 삼성서울병원 아토피 환경보건센터
- 고려대 안암병원 천식 환경보건센터
- 울산대병원 아토피질환 환경보건센터
- 제주대학교 아토피피부염/알레르기비염 환경보건센터
- 단국대의료원 소아발달장애 환경보건센터
- 서울대 의과대학 선천성기형 환경보건센터

- 동아대학교 중금속노출 환경보건센터
- 강원대병원 강원도 환경보건 기반구축 환경보건센터
- 순천향대 천안병원 충청남도 환경보건 기반구축 환경보건센터
- 순천향대 구미병원 환경독성 환경보건센터
- 한국환경정책·평가연구원 환경보건정보 환경보건센터
- 서경대학교 환경보건 연구정보 환경보건센터

- 가톨릭대학교 환경보건 전문인력 육성 환경보건센터
- 서울시립대학교 환경보건 전문인력 육성 환경보건센터
- 인하대병원 환경보건 전문인력 육성 환경보건센터
- 평택대학교 환경보건 전문인력 육성 환경보건센터

카드뮴 노출과 건강영향 관련 연구 동향

인구집단의 비교를 통한 폐금속광산 지역 주민의 카드뮴 노출수준 및 건강영향평가

서정욱(동아대학교 환경보건센터)

배경 및 목적

중금속 노출 취약지역인 폐금속광산 지역주민과 일반인구집단의 카드뮴 노출 수준과 건강영향을 비교하였다. 카드뮴 만성 노출로 인한 주요한 영향 기관은 신장이며, 혈관계 및 골밀도와도 상관성이 있다고 보고된 바 있다.

방법

폐금속광산 주민건강영향조사(AMS, 1기)는 2008~2011년 동안 총 7,483명을 대상으로 거주 지역 및 대상자 특성, 질병 이환 상태 등을 조사하였다. 건강영향을 평가하기 위해 혈 중 카드뮴 농도를 사분위수(S1~S4)로 분류한 다음, 신장 기능, 혈압, 골밀도 기준치 초과 여부에 대해 S1 대비 S2~S4의 OR(odds ratio)를 추정하였다. 또한, 일반 인구집단과의 비교를 위해 동일 기간의 국민건강영양조사(KNHANES)를 이용하였고 AMS와의 OR를 확인하였다.

결과

AMS의 혈 중 카드뮴 농도의 기하평균은 1.34 $\mu\text{g/L}$ 로 KNHANES 1.22 $\mu\text{g/L}$ 보다 통계적으로 유의하게 높았다. AMS와 KNHANES의 통합 자료에서, 진단 검사 결과 기준치 초과에 대한 S1 대비 S4의 추정된 OR을 살펴보았을 때, 혈청 크레아티닌은 1.70, 고혈압의 경우 1.71, 족골뼈의 T-score는 2.02로 나타났다. 이들 추정치는 모두 통계적으로 유의하였다.

결론

취약지역인 폐금속광산 지역 주민이 일반 인구 집단에 비해 혈 중 카드뮴 농도가 높았고, 신장, 혈압, 골밀도의 일부 건강 지표와의 상관성이 확인되었다. 이러한 결과로부터 혈 중 카드뮴의 노출 수준이 상대적으로 높은 폐금속광산 지역에서 관련 질환 지표의 유병 및 진단 기준치 초과가 더 많을 것으로 추정하였고 일부 질환 지표에서 이를 직접적으로 확인할 수 있었다. 따라서 취약 지역에 대한 지속적인 생체 모니터링이 이루어져야하며 카드뮴 노출 수준의 저감과 만성 질환 관리를 위한 조치가 필요하다.

[출처: Seo JW, Kim BG, Hong YS. Health Impact Assessment for Cadmium Exposure: Comparison of Residents around Abandoned Mines with the General Population. Journal of Environmental Health Sciences. 2020;46(3):297-311.]

-동아대학교 환경보건센터 연구팀 편집-

한국의 폐금속광산 지역 주민의 납, 수은 노출의 건강영향

문주영(중앙대학교)

배경 및 목적

폐금속광산 지역 주민들은 유해금속에 노출될 위험이 높으며, 노출에 따른 건강영향평가가 요구된다.

방법

2013년-2017년 동안 104개 폐금속광산 인근에 거주하는 평균 연령 68.5세(남: 1,768명 / 여: 2,732명) 4,500명의 주민을 대상으로 설문 조사를 실시하였다(AMS, 2기). 개인 설문, 혈액 및 소변을 채취하였고, 혈 중 납과 카드뮴, 그리고 요중 카드뮴 농도를 측정하였다.

카드뮴 노출과 건강영향 관련 연구 동향

결과

혈 중 납, 카드뮴, 요 중 카드뮴의 기하평균은 각각 2.27 $\mu\text{g}/\text{dL}$, 1.42 $\mu\text{g}/\text{L}$ 및 1.66 $\mu\text{g}/\text{g-creatinine}$ 으로 확인되었다. 노출 수준은 AMS 1기(2008년~2011년)보다 낮았지만 일반 인구집단에 비해 높았다. 혈 중 납은 남성이, 혈 중 카드뮴과 요 중 카드뮴은 여성이 통계적으로 유의하게 높았다. 혈 중 납은 40~59세에서 가장 높았으며 혈 중 및 요 중 카드뮴은 80세 이상까지 연령이 증가할수록 높은 농도 수준을 보였다. 카드뮴 노출 수준은 현지에서 생산된 쌀의 섭취와 폐금속광산 인근 거주 기간의 영향을 받는 것으로 나타났다. 또한 납과 카드뮴 간의 음의 상관관계가 관찰되었다. 4,500명 중 252명이 혈 중 카드뮴 또는 요 중 카드뮴의 기준치를 초과하였다.

결론

본 연구에서 폐금속광산 지역에서 카드뮴 만성 노출로 인해 고령 인구 집단에서 지속적인 건강 영향을 미칠 수 있다는 것을 시사한다. 그러므로 환경오염 관리 및 건강 증진을 위해서 지속적인 바이오 모니터링과 환경보건 위해성 평가가 필요하다.

[출처: Moon JY, Eom SY, Seo JW, Lee JE, Choi BS, Kim H, Hong YS, Chang JY, Jeon MJ, Park WJ, Sakong J. Effects of Exposure to Lead and Cadmium on Health of Inhabitants of Abandoned Metal Mine Area in Korea. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2021 Feb;80(2):490-8.]

-동아대학교 환경보건센터 연구팀 편집-

쌀에서의 비소 및 카드뮴 축적과 완화 전략

Fang-Jie Zhao(난징농업대학)

배경 및 목적

논 토양의 비소 및 카드뮴은 쌀 곡물로 이동 위험이 높은 독성 원소이며, 쌀을 주식으로 소비하는 인구 집단에서의 주요한 인체 노출 원인으로 작용할 수 있다. 따라서 쌀에서의 비소 및 카드뮴 축적을 줄이는 것은 식품의 섭취 안전과 인체 건강을 위해 중요하다.

방법

본 연구에서 논 토양의 비소 및 카드뮴의 생체이용률(bioavailability)을 제어하는 생지화학적(biogeochemical) 과정, 벼의 흡수, 전이 및 해독 메커니즘, 그리고 쌀 곡물 축적 저감 전략의 최근 연구 동향을 검토한다.

결과

쌀 곡물의 비소 및 카드뮴 농도는 토양, 쌀의 유전자형 및 재배 조건에서 두 원소의 생체이용률에 따라 3배 정도의 차이가 있는 것으로 나타났다. 논 토양의 산화 환원 반응의 잠재력은 비소 및 카드뮴의 생체이용률에 역의 효과를 가지는 반면, 토양 pH는 비소에 비해 카드뮴의 생체이용률에 상대적으로 더 많은 영향을 미친다. 쌀의 비소 및 카드뮴의 흡수, 전이, 제거 및 해독에 관련된 많은 주요 유전자가 특성화되어 있다. 카드뮴 축적에 대한 변이의 기저를 이루는 다양한 유전자의 대립유전자 변이가 확인되었으나, 비소에 대해서는 아직 더 많은 연구가 필요하다.

결론

비소 및 카드뮴의 축적을 줄이기 위해, 토양에서의 생체이용률 또는 쌀의 흡수 및 전이를 감소하는 두 가지 유형의 전략을 사용될 수 있다. 쌀에 있어 비소와 카드뮴의 축적을 동시에 저감하는 것은 여전히 큰 과제이다.

[출처: Zhao FJ, Wang P. Arsenic and cadmium accumulation in rice and mitigation strategies. Plant and Soil. 2020 Jan;446(1):1-21.]

-동아대학교 환경보건센터 연구팀 편집-