

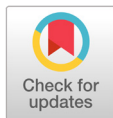
Journal of Korean Society of Dental Hygiene

Original Article 중금속의 혈중 농도와 치주염간의 상관성에 대한 연구 : 제5기 국민건강영양조사 자료 이용

정윤숙^{ID} · 김은경^{ID}

경북대학교 과학기술대학 치위생학과

A study on the association between blood levels of heavy metals and periodontitis, using the fifth Korean National Health and Nutrition Examination Survey



Received: June 05, 2019

Revised: July 09, 2019

Accepted: July 10, 2019

Yun-Sook Jung^{ID} · Eun-Kyong Kim^{ID}

Department of Dental Hygiene, College of Science & Technology, Kyungpook National University

Corresponding Author: Eun-Kyong Kim, Department of Dental Hygiene, College of Science & Technology, Kyungpook National University, 2559 Gyeongsangde-ro, Sangju, Gyeongsangbuk-do, 37224, Korea. Tel: +82-54-530-1423, Fax: +82-54-530-1429, E-mail: jinha01@naver.com

ABSTRACT

Objectives: Internal exposure to certain heavy metals is thought to be associated with periodontitis. Therefore, this study aimed to assess the relationship between blood levels of heavy metals and periodontitis among the Korean population. **Methods:** Data from the 2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey was analyzed. A total of 1,968 adults aged 19 years or above were included. Logistic regression analysis was performed to assess the association between blood lead levels of lead, cadmium, and mercury, and periodontitis. Confounders such as sex, age, brushing frequency, smoking, etc. were adjusted. **Results:** Blood levels of lead, cadmium, and mercury showed a significant relationship with periodontitis in a crude model of logistic regression analysis. However, participants with the highest blood levels of cadmium showed higher risk of periodontitis, than those with lower blood levels of cadmium (OR: 1.73; 95% CI: 1.11-2.70) after adjusting for the confounders. **Conclusions:** High blood levels of cadmium may be associated with periodontitis among the Korean population.

Key Words : Cadmium, Heavy metals, Lead, Mercury, Periodontitis

색인 : 납, 수은, 중금속, 치주염, 카드뮴

서론

납, 수은 또는 카드뮴 등으로 대표되는 중금속은 정상적인 인체 대사에서 필요치 않고 오히려 유해한 작용을 일으키는 독성을 가지는 경우가 흔하므로 과다노출시 건강장애를 초래할 수 있다[1]. 중금속에 대한 노출은 각종 산업공정에 참여한 근로자에게 주로 발생할 수 있으며 이 경우 호흡기계 또는 소화기계를 통해 중금속이 체내에 유입될 수 있다[2]. 다양한 중금속 중 크롬과 납에 의한 중독은 거의 매년 발생하고 있다[2]. 중금속의 여러 가지 유입 경로 중 호흡기계가 소화기계에 비해 인체에 흡수되는 정도가 높다[3]. 인체에 흡수된 중금속은 대부분의 경우 혈액을 통해 인체 내 각 장기에 축적되며, 이 때 그 종류에 따라 조직 내 축적 정도가 다르다[2,3]. 중금속은 생물학적 작용기전에 따라 인체에서 다양한 독성을 나타내며 암, 빈혈, 식욕부진, 소화불량, 통증을 동반한 소화기 불량, 저림과 마비를 동반한 신경근육계 장애, 두통, 어지러움, 진전 등이 해당된다. 중금속의 종류에 따라 다양한 독성을 나타내는데 수은의 경우 만성적으로 노출된 경우 신경정신의학적 증상과 더불어 치은염, 치아침식증과 같은 부작용을 나타낸다[1]. 납의 경우에는 약 90%가 뼈에 축적되는 성질이 있으며 또한 치아에도 축적되는 것으로 알려져 있고 생화학적 기전이 완벽히 규명되지는 않았지만 치아우식과 치주질환에도 영향을 미친다는 보고가 있다[4]. 특히, 아말감 충전이 되어 있는 치아를 가진 경우 그렇지 않은 경우에 비해 혈중 납의 농도가 유의하게 높았다[5]. 카드뮴은 아시아국가에서 체내농도가 비교적 높는데 칼슘 대사에 영향을 주어 골다공증 유발을 관련하며 미국 성인을 대상으로 한 연구에서 혈 중 카드뮴 농도가 치주질환 증가 확률과 관련이 있었다[6].

치주질환은 치주조직의 만성적인 염증 상태로 치주인대와 치조골의 파괴로 인해 성인의 경우 치아를 상실하게 되는 주된 요인에 해당되며 한국의 경우 2015년 기준으로 19세 인구의 29.8%가 이환되어 있는 것으로 보고되었다[7,8]. 치주질환과 뇌졸중, 당뇨병, 심근경색, 대사증후군 등과 같은 다양한 전신질환의 연관성에 대한 연구가 보고 됨에 따라서 치주질환을 예방하고 관리하기 위해 치주질환에 관련된 위험 인자에 대한 관심이 고조되고 있다[9]. 치주질환 위험인자로 구강위생관리를 포함하여 유전, 흡연, 음주, 성별, 비만, 당뇨, 식생활 패턴 등이 해당되는데 일부 연구에 의하면 납, 수은, 카드뮴 등의 일부 중금속이 치주질환과 연관되어 있다[10]. 2006년 20세 이상 56세 이하의 4,899명의 미국 성인을 대상으로 납 노출량과 치주염간의 상관관계를 분석한 연구에 의하면 혈중 납 농도가 7 µg/dL 이상인 성인의 경우 3 µg/dL 이하인 성인에 비해 남자의 경우 1.7배, 여자의 경우 3.8배 치주염에 이환될 가능성이 더 컸다[6]. 수은의 경우 2009년 국내의 시화 및 반월 지역에서 실시된 연구와 2008~2009년 국민건강영양조사 자료를 분석한 연구에 의하면 모발에 포함된 수은농도 또는 혈중 수은농도와 치주염간의 유의한 상관관계가 있었다[11,12]. 또한 국내의 경우 제 4기 국민건강영양조사의 2009년 데이터를 이용하여 1,966명의 성인을 대상으로 혈중 납과 카드뮴의 농도와 치주염간의 상관관계를 분석한 연구에서 카드뮴의 혈중농도가 높은 그룹에 해당하는 성인들이 낮은 그룹에 해당하는 성인들보다 치주염에 이환될 확률이 1.57배 더 높았다[13].

이와 같이 국내의 경우 2009년 국민건강영양조사를 이용하여 납과 수은, 카드뮴의 혈중 농도와 치주염간의 상관관계에 대한 선행 연구가 있으나 수은 및 카드뮴의 경우에만 일부 삼분약(tertile)에서 유의성이 확인되었다. 인체의 중금속 농도는 산업발달에 따른 환경오염과 생활환경 및 습관에 의해 영향을 크게 받으므로 최근 황사 또는 미세먼지 등과 같은 악화되는 대기환경과 변화되는 산업 및 생활환경을 고려할 때 체내 중금속 농도의 변화 가능성이 있고 이를 반영하여 구강건강과의 상관성을 역학적으로 재평가하기 위해 본 연구에서는 2012년 실시된 제5기 국민건강영양조사의 자료를 분석하여 수은, 납, 카드뮴의 중금속과 치주질환 사이의 상관성을 재분석하였다.

연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2012년 시행된 제5기 국민건강영양조사에서 제공된 원시자료 중 20세 이상의 성인을 대상으로 하였다. 제5기 국민건강영양조사에서 층화집락표본추출방법을 사용하여 동읍면, 조사구, 가구 순서로 3단계 추출하여 조사대상자가 선정되었으며 대상자 중 납, 수은, 카드뮴의 혈중 중금속 농도와 구강검사 결과가 모두 있는 1,968명의 데이터를 분석하였다(2013-07CON-03-4C).

2. 연구방법

1) 일반적 특성

연구대상자의 사회경제학적 특성을 분석하기 위해 나이, 성별, 결혼유무, 교육수준, 가계수입 등을 조사하였으며, 구강위생관리 상태를 파악하기 위해 구강위생관리도구의 사용, 일일치솔질 횟수에 대해 분석하였다. 건강행동관련 특성을 파악하기 위해 흡연, 음주를 조사하였다. 전신질환은 고혈압 또는 당뇨병에 대해 조사하였으며 둘 중 하나의 질환이라도 있는 경우 전신질환이 있는 그룹으로 분류하였다.

2) 중금속 혈중 농도 측정

중금속 검사는 임상검사에 동의한 대상자의 혈액을 채취하여 전용 운송 기구과 운송 시스템을 통해 네 오딘의학연구소로 운송되어 분석하였다. 납과 카드뮴의 혈중 농도 측정을 위해 전혈(whole blood) 1.0 ml 에 표준물질 첨가법으로 비불꽃 원자흡광도계(PerkinElmer AAnalyst 600 (PerkinElmer/Finland))를 이용하였으며 수은의 혈중 농도 측정을 위해 골드아말감법(DMA-80 (Milestone/Italy))을 이용하였다[14]. 대상자를 비교적 비슷한 숫자로 세 그룹으로 분류하기 위해 각 중금속의 혈중 농도에 따라 삼분약(tertile) 하여 대상자를 각각 3개의 그룹(납; Low: 1st tertile(0.21-1.50 µg/dL), Middle: 2nd tertile(1.50-2.19 µg/dL), High: 3rd tertile(2.19-9.67 µg/dL), 카드뮴; Low: 1st tertile(0.06-0.55 µg/L), Middle: 2nd tertile(0.55-1.05 µg/L), High: 3rd tertile(1.05-11.05 µg/L), 수은; Low: 1st tertile(0.34-2.12 µg/L), Middle: 2nd tertile(2.12-3.78 µg/L), High: 3rd tertile(3.78-30.55 µg/L))으로 분류하였다.

3) 구강검사

치주질환 검사를 위해 국민건강영양조사 지침에 의거하여 훈련받은 치과 의사가 치과용 체어에서 대상자를 검진하였다. 지역사회치주지수(Community Periodontal Index:CPI)의 정의에 따라 대표치 8개 치아(#17, 16, 11, 26, 27, 37, 36, 31, 46, 47)에 대해 WHO 치주탐침(Periodontal probe)을 사용하여 검사를 실시하였으며 검사결과에 따라 건전치주조직(0), 출혈치주조직(1), 치석형성치주조직(2), 천치주낭형성조직(3), 심치주낭형성조직(4)으로 분류하였다. 천치주낭형성조직과 심치주낭형성조직은 치주낭 깊이가 각각 4-5 mm, 6 mm 이상인 치주조직으로써 임상치의학에서 치주질환상태로 진단되므로 이러한 치주조직을 가진 대상자를 치주질환 그룹으로 분류하였으며, 이 외 대상자는 치주질환이 없는 그룹으로 분류하였다. 대표치아가 상실되어 측정 불가능한 경우 국민건강영양조사 지침에 의해 해당 분악에 2개 이상의 치아가 있는 경우 인접치아를 검사하였고 그렇지 않은 경우 해당분악은 폐쇄하였다.

4) 통계분석

국민건강영양조사는 대한민국 전 국민을 모집단으로 층화 및 집락 표본추출 방법을 통해 표본조사를 수행하였기 때문에 복합표본설계 분석을 사용하였으며 국민건강영양조사에 제공된 가중치를 반영하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성 및 혈중 중금속 농도에 따른 분포에 대하여 빈도분석을 시행하였고,

일반적 특성 및 혈중 중금속 농도에 따른 치주질환 유병자 분포의 비교는 Chi-square 검정을 이용하였다. 중금속 농도와 치주질환 유무의 관계를 확인하기 위하여 Logistic regression을 시행하였다. 수집된 자료는 SAS 9.4(SAS institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 통계적 유의성 판정을 위한 유의수준은 0.05로 설정하였다.

Table 1. General characteristics and periodontal disease of study population Unit: N(%)

| Variables | Total | No periodontitis | Periodontitis | <i>p</i> * |
|------------------------------|-------------|------------------|---------------|------------|
| Gender | | | | |
| Male | 982(49.5) | 619(66.2) | 302(33.8) | <0.001 |
| Female | 986(50.5) | 721(75.7) | 212(24.3) | |
| Age | | | | |
| 20-39 | 786(37.2) | 678(89.7) | 74(10.3) | <0.001 |
| 40-59 | 795(41.1) | 479(63.0) | 273(37.0) | |
| ≥60 | 387(21.7) | 183(53.0) | 167(47.1) | |
| Marital status | | | | |
| Not married | 1,506(77.6) | 936(65.2) | 472(34.8) | <0.001 |
| Married | 459(22.3) | 402(90.6) | 41(9.4) | |
| Education | | | | |
| Below primary school | 300(16.9) | 131(46.5) | 139(53.5) | <0.0011 |
| Middle school | 171(9.7) | 108(65.5) | 58(34.5) | |
| High school | 720(38.5) | 503(72.3) | 181(27.7) | |
| More than university | 674(35.0) | 544(82.0) | 109(18.0) | |
| Income | | | | |
| Low | 518(25.6) | 327(67.5) | 151(32.5) | 0.264 |
| Mid-low | 482(24.7) | 326(69.9) | 133(30.1) | |
| Mid-high | 494(25.5) | 339(72.6) | 127(27.4) | |
| High | 466(24.2) | 343(74.1) | 101(25.9) | |
| Use of oral hygiene devices | | | | |
| No | 1,000(51.2) | 635(66.6) | 299(33.4) | <0.001 |
| More than one | 968(48.8) | 705(75.6) | 215(24.4) | |
| Frequency by brushing (/day) | | | | |
| ≤1 | 215(24.4) | 130(61.4) | 77(38.6) | 0.001 |
| 2 | 646(34.6) | 417(67.0) | 195(33.0) | |
| 3 | 731(38.3) | 532(75.2) | 166(24.8) | |
| ≥4 | 293(14.8) | 225(76.1) | 60(23.9) | |
| Smoking | | | | |
| None | 1,058(57.1) | 791(76.5) | 221(23.5) | <0.001 |
| Current or past | 803(42.9) | 492(63.7) | 265(36.3) | |
| Drinking | | | | |
| None | 155(8.9) | 100(70.2) | 48(29.8) | 0.870 |
| Current or past | 1,709(91.1) | 1,184(71.0) | 440(29.0) | |
| General disease | | | | |
| None | 1,615(80.7) | 1,176(75.6) | 357(24.4) | <0.001 |
| Yes | 353(19.3) | 164(51.1) | 157(48.8) | |

*by complex sample chi-square test

연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성 및 치주질환자의 분포

연구대상자는 총 1,968명으로 남자 982명(49.5%), 여자 986명(50.5%)이었으며, 남자는 치주질환이 없는 대상자는 619명(66.2%), 있는 대상자는 302명(33.8%)이었고, 여자는 각각 721명(75.7%), 212명(24.3%)이었다($p<0.001$). 연령은 20~30대 786명(37.2%), 40~50대 795명(41.1%), 60대 이상 387명(21.7%)이었고, 60대 이상에서 치주질환이 없는 대상자가 183명(53.0%), 있는 대상자가 167명(47.1%)이었다($p<0.001$). 결혼 상태, 교육 수준 및 전신질환유무에 따라 치주질환에 통계적으로 유의한 차이가 있었는데 결혼하지 않은 그룹과 교육수준이 낮은 그룹, 그리고 전신질환이 있는 그룹에서 각각 그렇지 않은 그룹에 비해 치주질환이 있는 비율이 높았다($p<0.001$).

구강위생용품을 1개 이상 사용한다는 응답자는 968명(48.8%)이었고, 전혀 사용하지 않는 대상자는 1,000명(51.2%)이었다. 구강위생용품을 전혀 사용하지 않는 대상자에서 치주질환이 없는 대상자가 635명(66.6%), 치주질환인 대상자가 299명(33.4%)이었다($p<0.001$). 현재 혹은 과거 흡연자는 803명(42.9%)이었고, 흡연 경험이 없는 대상자는 1,058명(57.1%)이었다. 현재 혹은 과거 흡연자에서 치주질환이 아닌 대상자는 492명(76.5%), 치주질환인 대상자는 265명(36.3%)이었으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.001$)<Table 1>.

2. 혈중 중금속 농도에 따른 치주질환자의 분포

연구대상자의 평균 중금속 농도는 납, 카드뮴, 수은의 경우 각각 2.12 ± 0.03 $\mu\text{g/dL}$, 1.03 ± 0.02 $\mu\text{g/L}$, 4.03 ± 0.09 $\mu\text{g/L}$ 이었다. 혈중 납 농도가 높은 그룹에서 치주질환이 없는 대상자는 456명(63.0%) 치주질환이 있는 대상자는 258명(37.0%)이었다($p<0.001$). 혈중 카드뮴 농도가 높은 그룹 중 치주질환이 없는 대상자가 446명(62.4%), 치주질환이 있는 대상자는 263명(37.6%)이었다. 혈중 수은 농도가 높은 그룹에서 치주질환이 없는 대상자는 465명(64.1%), 치주질환이 있는 대상자는 250명(35.9%)이었다<Table 2>.

Table 2. Distribution of periodontal disease according to heavy metal in blood

| Variables | Total N(%) | Heavy metal in blood($\mu\text{g/dL}$) | No Periodontitis | Periodontitis | p^* |
|-----------|---------------|--|------------------|---------------|--------|
| | | Min-Max(Mean \pm SD) | N(%) | N(%) | |
| Pb | | (2.12 ± 0.03) | | | |
| Low | 510(25.1) | 0.21-1.50 | 396(79.6) | 96(20.4) | <0.001 |
| Middle | 688(34.4) | 1.51-2.19 | 488(73.9) | 160(26.1) | |
| High | 770(40.5) | 2.20-9.67 | 456(63.0) | 258(37.0) | |
| Cd | | (1.03 ± 0.02) | | | |
| Low | 438(21.5) | 0.06-0.55 | 362(85.4) | 61(14.6) | <0.001 |
| Middle | 759(37.7) | 0.56-1.05 | 532(71.7) | 190(28.3) | |
| High | 771(40.8) | 1.06-11.05 | 446(62.4) | 263(37.6) | |
| Hg | | (4.03 ± 0.09) | | | |
| Low | 520(25.9) | 0.34-2.12 | 386(77.1) | 110(22.9) | <0.001 |
| Middle | 687(35.4) | 2.13-3.78 | 489(74.0) | 154(26.0) | |
| High | 761(38.7) | 3.79-30.55 | 465(64.1) | 250(35.9) | |

* by complex sample chi-square test

Pb: Lead, Cd: Cadmium, Hg: Mercury

Low: 1st tertile, Middle: 2nd tertile, High: 3rd tertile

3. 혈중 중금속 농도가 치주질환에 미치는 영향

혈중 중금속 농도가 치주질환에 미치는 영향에 대해 분석하였으며, 그 결과는 <Table 3>과 같다. 먼저 혈중 납농도의 경우 교란변수를 보정하지 않은 상태에서는 납농도가 낮은 그룹에 비해 높은 그룹에서 치주질환 유병 가능성이 2.3배 높았으나, 성별 및 연령 등 기타 교란변수를 보정한 결과에서는 통계적으로 유의한 영향이 없었다. 혈중 카드뮴 농도의 경우에는 교란변수를 보정하지 않은 모델에서 혈중 카드뮴 농도가 낮은 군에 비해 높은 군인 경우 치주질환 유병 가능성이 3.5배 높았으며, 성별, 연령, 구강위생관리, 흡연상태를 보정한 최종 모델에서도 혈중 카드뮴 농도가 낮은 군에 비해 높은 군일 경우 치주질환 유병 가능성이 1.7배 높았다. 마지막으로 혈중 수은 농도의 경우 교란변수를 보정하지 않은 모델에서는 혈중 수은 농도가 낮은 군에 비해 높은 군일 때 치주질환 유병 가능성이 1.8배 높았으나 기타 교란변수를 보정한 모델에서는 통계적으로 유의한 관련성이 없었다<Table 3>.

총괄 및 고안

중금속은 인체에 유입될 경우 장기간 축적되어 다양한 독성을 나타낼 수 있으므로 본 연구에서는 중금속과 치주질환과의 상관성을 분석하여 중금속의 치주건강에 대한 영향을 평가하고자 하였다. 연령, 성별, 구강위생관리정도, 흡연유무 등의 주요 교란변수를 보정하여 회귀분석을 한 결과 납, 카드뮴, 수은 등의 중금속 중 카드뮴의 경우 혈중 농도가 높은 그룹에서 낮은 그룹에 비해 치주염이 있을 확률이 1.73배 유의하게 높았다. 본 연구결과를 통해 납을 제외하고 카드뮴이 치주건강에 영향을 미친다는 기존의 연구결과에 부합되는 결과를 확인할 수 있었고 납과 카드뮴에 수은을 더하여 분석함으로써 비교적 다양한 중금속의 치주건강에 대한 영향을 평가하였다는 데 의의가 있다. 국내의 2009년 제4기 국민건강영양조사의 자료를 분석하여 납과 카드뮴과 치주건강과의 상관관계를 분석한 선행 연구에 의하면 혈중 카드뮴 농도가 1.467

Table 3. Odds ratio for periodontal disease by heavy metal in blood and other confounding factors in study population

| Variables | Model 1 | | Model 2 | | Model 3 | |
|-----------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|
| | OR | (95% CI) | OR | (95% CI) | OR | (95% CI) |
| Pb | | | | | | |
| Low | 1.000 | | 1.000 | | 1.000 | |
| Middle | 1.372 | (0.963-1.955) | 0.998 | (0.679-1.466) | 0.998 | (0.665-1.497) |
| High | 2.285 | (1.668-3.130) | 1.092 | (0.761-1.567) | 1.083 | (0.742-1.582) |
| Cd | | | | | | |
| Low | 1.000 | | 1.000 | | 1.000 | |
| Middle | 2.317 | (1.621-3.312) | 1.483 | (1.023-2.149) | 1.557 | (1.035-2.342) |
| High | 3.526 | (2.411-5.157) | 1.755 | (1.162-2.652) | 1.736 | (1.116-2.700) |
| Hg | | | | | | |
| Low | 1.000 | | 1.000 | | 1.000 | |
| Middle | 1.181 | (0.875-1.594) | 1.022 | (0.735-1.422) | 0.989 | (0.706-1.384) |
| High | 1.882 | (1.401-2.529) | 1.240 | (0.883-1.740) | 1.212 | (0.853-1.722) |

OR: Odds ratio, 95% CI: 95% Confidence interval

Pb: Lead, Cd: Cadmium, Hg: Mercury

Low: 1st tertile, Middle: 2nd tertile, High: 3rd tertile

Model 1: Unadjusted model, Model 2: Adjusted by sex and age, Model 3: Adjusted by sex, age, Use of oral hygiene devices, frequency by brushing per day and smoking

$\mu\text{g/L}$ 이상인 그룹에서 $0.669 \mu\text{g/L}$ 이하인 그룹보다 치주질환 발병 위험도가 1.57 배 유의하게 높은 것을 확인할 수 있었으나 본 연구에서는 2012년 국민건강영양조사의 자료를 이용하여 선행 연구보다 혈중 카드뮴 농도가 더 낮은 $1.05 \mu\text{g/L}$ 이상인 그룹에서 $0.55 \mu\text{g/L}$ 이하인 그룹보다 치주질환 발병 위험도가 1.73 배 유의하게 높은 것을 확인할 수 있었다[10]. 카드뮴을 제외한 납과 수은의 경우 교란 변수를 보정하지 않았을 경우 치주건강에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으나 주요 교란 변수를 보정한 결과 유의성이 사라지는 것을 확인하였다.

카드뮴은 인체 내 칼슘의 무기질화 작용을 방해하여 골다공증을 유발할 수 있는 것으로 보고되고 있으며 대표적 질환으로 일본의 ‘이타이이타이’병은 폐수로 오염된 농작물을 장기간 섭취함으로 인체에 카드뮴이 축적되어 뼈가 연골화되고 통증을 유발한 사례가 보고되었다[15]. 이러한 독성으로 인해 세계보건기구(WHO)에서 혈중 카드뮴 농도를 $5.0 \mu\text{g/L}$ 이하로 권고하고 있으며 국내의 경우 2009년 제4기 국민건강영양조사에서는 20세 이상 대상자의 평균 카드뮴 혈중 농도는 $0.94 \mu\text{g/L}$ 이었고 2012년 국민건강영양조사에서는 평균 $0.98 \mu\text{g/L}$ 으로 2009년에 비해 다소 증가하였으나 세계보건기구에서 제시한 수치보다 낮은 것을 확인할 수 있었다[16]. 정확한 기전은 아직 규명되지 않았지만, 신장에 축적된 카드뮴으로 의해 칼시다올(Calcidiol)의 칼시트리올(Calcitriol)변환이 저해되므로 칼슘 흡수가 감소되어 골의 무기질화에 영향을 주어 골연화증 또는 골다공증을 유발할 수 있는 것으로 추정되고 있다[17]. 카드뮴 중독으로 인한 치조골에 대한 영향에 대한 연구는 아직 미흡한 실정으로 카드뮴 체내 노출과 치주염간의 상관관계는 일부 역학 연구에서만 관찰되었다[6,13]. 치주질환은 치조골 흡수가 동반되어 치주조직이 파괴되는 질환이므로 카드뮴과 골다공증과의 상관관계를 고려할 때 직접적인 기전은 밝혀지지 않았지만 카드뮴과 치조골의 연관성에 개연성이 있으리라 유추할 수 있다[18]. 즉, 정확한 기전은 제시되지 않았으나 골다공증은 치주염의 위험인자로 제시되고 있으며 전신적인 골밀도의 감소는 치조골에도 영향을 미쳐 치주조직의 감염 시 치주질환이 더 쉽게 유발될 수 있는 것으로 보고되고 있다[19].

납의 체내노출은 칼슘대사에 영향을 주어 골세포와 골기질 합성을 저해하며 골대사에 악영향을 미치며 콜라겐 생성을 저해하고 수산화인회석 결합에 영향을 미쳐 뼈 형성을 방해한다[20]. 이러한 기전에 근거하여 일부 연구에서 혈중 납 농도와 치주질환과의 상관관계가 제시되기도 하였으나 2009년 국민건강영양조사 자료를 이용한 연구에서는 상반된 결과가 제시되었으며 본 연구 결과에서도 유의한 상관성은 관찰되지 않았다[13,20].

수은의 경우 인체에 대한 독성은 수은의 존재 형태, 유입경로, 노출 연령, 및 노출용량에 따라 복잡하게 결정되며 중추신경계를 포함한 신장, 면역계, 유전 등에 영향을 미친다[21]. 구강의 경우 수은 중독으로 인해 치은염, 출혈, 점막 궤양, 타액 과다 분비 등의 독성이 나타나며, 일부 역학연구에서 수은과 치주염과의 상관관계가 관찰되었다[22,23]. 그러나 본 연구에서는 수은과 치주염간의 유의한 상관관계는 관찰되지 않았다.

그러므로 본 연구의 결과를 종합적으로 고려할 때 본 연구에서 제시된 카드뮴과 치주염간의 유의한 상관관계를 개연성이 있다고 판단되며 직업적으로 카드뮴에 노출될 위험성이 있는 사람들에게 치주질환의 위험성에 대해 경고하고 치주질환의 적극적인 예방이 필요함을 제시할 수 있다.

결론

본 연구는 2012년에 실시된 제5기 국민건강영양조사 원시자료를 분석하여 납, 카드뮴, 수은 등의 중금

속의 혈중 농도와 치주염간의 상관관계에 대해 회귀분석을 실시하여 평가하였다. 만 20세 이상의 성인 중 중금속 혈중 농도자료와 치과의사에 의한 구강검사 결과가 있는 1,968명을 대상으로 하여 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 납과 치주염간의 상관관계를 분석하기 위해 혈중 납 농도를 삼분악(tertile)로 구분하였으며 혈중 납 농도가 2.19 µg/dL 이상인 그룹에서 1.50 µg/dL 이하인 그룹에 비해 교란변수를 보정하기 전에는 유의한 상관관계가 있었으나 보정 후에는 관찰되지 않았다.

2. 카드뮴과 치주염간의 상관관계를 분석하기 위해 혈중 카드뮴 농도를 삼분악(tertile)로 구분하였으며 혈중 카드뮴 농도가 1.05 µg/L 이상인 그룹에서 0.55 µg/L 이하인 그룹에 비해 주요 교란변수를 보정하기 전과 후에서 모두 유의한 상관관계가 관찰되었다.

3. 수은과 치주염간의 상관관계를 분석하기 위해 혈중 수은 농도를 삼분악(tertile)로 구분하였으며 혈중 수은 농도가 3.78 µg/L 이상인 그룹에서 2.12 µg/L 이하인 그룹에 비해 교란변수를 보정하기 전에는 유의한 상관관계가 있었으나 보정 후에는 관찰되지 않았다.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

References

- [1] Park JD. Heavy metal poisoning. *Hanyang Medical Reviews* 2010;30(4):319-25. <https://doi.org/10.7599/hmr.2010.30.4.319>
- [2] Liu J, Goyer RA, Waalkes MP. Toxic effects of metals. In: Klaassen CD. Casarett and Doull's Toxicology. The basic science of poisons. 7th ed. New York: McGrawHill 2008; 931-79. [https://doi.org/10.1016/0041-008x\(82\)90276-9](https://doi.org/10.1016/0041-008x(82)90276-9)
- [3] Mackie J. Current occupational and environmental medicine. *Occupational Medicine* 2008;58(1):77. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqm123>
- [4] Arora M, Weuve J, Schwartz J, Wright RO. Association of environmental cadmium exposure with pediatric dental caries. *Environ Health Perspect* 2008;116(6):821-5. <https://doi.org/10.1289/ehp.10947>
- [5] Alomary A, Al-Momani IF, Massadeh AM. Lead and cadmium in human teeth from Jordan by atomic absorption spectrometry: Some factors influencing their concentrations. *Sci Total Environ* 2006;369(1-3):69-75. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.04.023>
- [6] Arora M, Weuve J, Schwartz J, Wright RO. Association of environmental cadmium exposure with periodontal disease in US adults. *Environ Health Perspect* 2009;117(5):739-44. <https://doi.org/10.1289/ehp.0800312>
- [7] Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW. Periodontal diseases. *lancet* 2005;366(9499):1809-20. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(05\)67728-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(05)67728-8)
- [8] Korean Statistical Information Service[Internet]: Periodontitis prevalence rate. 2015. [cited 2017 Jan 10]. Available from: [http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=DT_11702_N107&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=117_11702_B01&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1\(2016, December 27\)](http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=DT_11702_N107&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=117_11702_B01&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1(2016, December 27)).
- [9] Seymour GJ, Ford PJ, Cullinan MP, Leishman S, Yamazaki K. Relationship between

- periodontal infections and systemic disease. *Clin Microbiol Infect* 2007;13:3-10. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2007.01798.x>
- [10] Genco RJ, Borgnakke WS. Risk factors for periodontal disease. *Periodontol* 2000 2013;62(1):59-94. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2012.00457.x>
- [11] Han DH, Lim SY, Sun BC, Janket SJ, Kim JB, Paik DI, et al. Mercury exposure and periodontitis among a Korean population: the Shihwa - Banwol environmental health study. *J Periodontol* 2009;80(12):1928-36. <https://doi.org/10.1902/jop.2009.090293>.
- [12] Kim Y, Lee BK. Association between blood lead and mercury levels and periodontitis in the Korean general population: analysis of the 2008-2009 Korean National Health and Nutrition Examination Survey data. *Int Arch Occup Environ Health* 2013;86(5):607-13. <https://doi.org/10.1007/s00420-012-0796-y>
- [13] Won YS, Kim JH, Kim YS, Bae KH. Association of internal exposure of cadmium and lead with periodontal disease: a study of the Fourth Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *J Clin Periodontol* 2013;40(2):118-24. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12033>
- [14] Korea Centers for Disease Control and Prevention[Internet]: The Sixth Korea National Health and Nutrition Examination Resource Guide. [cited 2019 May 10]. Available from: https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub04/sub04_02_02.do?classType=4
- [15] Järup L, Berglund M, Elinder CG, Nordberg G, Vanter M. Health effects of cadmium exposure—a review of the literature and a risk estimate. *Scand J Work Environ Health* 1998;1-51.
- [16] Korea Centers for Disease Control and Prevention[Internet]: 2009 & 2012 Korea National Health Statistic report. [cited 2019 May 10]. Available from: https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/sub04/sub04_03.do?classType=7
- [17] Kazantzis G. Cadmium, osteoporosis and calcium metabolism. *Biometals* 2004;17(5):493-8. <https://doi.org/10.1023/b:biom.0000045727.76054.f3>
- [18] Alfvén T, Elinder CG, Carlsson MD, Grubb A, Hellström L, Persson B, et al. Low - level cadmium exposure and Osteoporosis. *J Bone Miner Res* 2000;15(8):1579-86. <https://doi.org/10.1359/jbmr.2000.15.8.1579>
- [19] Wactawski - Wende J. Periodontal diseases and osteoporosis: association and mechanisms. *Ann Periodontol* 2001;6(1):197-208. <https://doi.org/10.1902/annals.2001.6.1.197>
- [20] Needleman H. Lead poisoning. *Annu Rev Med* 2004;55(1):209-22. <https://doi.org/10.1146/annurev.med.55.091902.103653>
- [21] Saraiva MDCP, Taichman RS, Braun T, Nriagu J, Eklund SA, Burt BA. Lead exposure and periodontitis in US adults. *J Periodontal Res* 2007;42(1):45-52. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.2006.00913.x>
- [22] Langford NJ, Ferner RE. Toxicity of mercury. *J Hum Hypertens* 1999;13(10):651-6. <https://doi.org/10.1038/sj.jhh.1000896>
- [23] Corbett CEP, El Khouri M, Costa AN, Gyuricza JV, Corbett JF, Frizzarini R, et al. Health evaluation of gold miners living in a mercury-contaminated village in Serra Pelada, Para, Brazil. *Arch Environ Occup Health* 2007;62(3):121-8. <https://doi.org/10.3200/aeoh.62.3.121-128>