

구강내 아말감 제거가 어린이 뇨중 수은농도에 미치는 영향: 예비연구

진혜정, 김은경, 우경지, 임상욱, 송근배, 최연희

경북대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실

Impact of amalgam removal on urinary mercury concentration in children: a pilot study

Hye-Jung Jin, Eun-Kyong Kim, Gyeong-Ji Woo, Sang-Uk Im, Keun-Bae Song, Youn-Hee Choi

Department of Preventive Dentistry, Kyungpook National University School of Dentistry, Daegu, Korea

Received: September 14, 2013

Revised: October 8, 2013

Accepted: November 7, 2013

Corresponding Author: Youn-Hee Choi

Department of Preventive Dentistry,
Kyungpook National University School of
Dentistry, 2177 Dalgubeol-daero, Jung-gu,
Daegu 700-412, Korea

Tel: +82-53-660-6871

Fax: +82-53-423-2947

E-mail: cyh1001@knu.ac.kr

*이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)
의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아
수행된 기초연구사업임(NO.2010-067000).

Objectives: This pilot study aimed to evaluate the effect of dental amalgam, a restorative material, on children by measuring the mercury concentration in the urine as well as the number of teeth filled with dental amalgam.

Methods: Twenty children enrolled in grades 1-4 of two elementary schools in Daegu participated in this study. One trained dentist performed oral examinations and removed amalgam restorations from the teeth with a high and low speed handpiece. In order to measure the urinary mercury concentrations, urine samples were collected from all participants at baseline and immediately and 24 hours after removal of the dental amalgam restorations.

Results: The mean number of teeth from which the amalgam restorations was removed was 9.8 while the mean urinary mercury concentrations at baseline, immediately, and 24 hours after removal of dental amalgam restorations were 2.66, 2.76, and 2.76 $\mu\text{g/g}$ creatinine, respectively. The mean urinary mercury concentration increased consistently after amalgam restoration removal. For those participants whose removed amalgamated surfaces were more than 11, the mean urinary mercury concentration immediately after amalgam restoration removal and 24 hours after removal increased consistently but showed no significant difference.

Conclusions: This study demonstrated that dental amalgam restoration was related to urinary mercury concentration, and these findings present a possibility of mercury accumulation in the body. Therefore, we suggest future longitudinal studies to ensure the safety of children exposed to mercury by establishing criteria for amalgam removal.

Key Words: Amalgam removal, Children, Urinary mercury concentration

서론

치아우식증으로 인하여 결손된 치질의 수복재로 사용되는 아말감은 약 200년간 전 세계적으로 광범위하게 사용되어 왔다¹⁾. 아

말감은 표면 부식에 높은 저항성을 지니고 있고 오랜기간 동안 임상적으로 기능이 유지된다는 장점이 있다²⁾. 하지만 치과 의료 근무자들은 구강 내 아말감 적용 시에는 충진, 연마, 아말감 제거과정, 잉여 아말감과 수은의 부적절한 취급이나 보관 등에 의해 휘발

성이 높은 수은 금속 입자나 수은 증기 직접적인 노출로 인하여 일반인보다 혈액 및 중금속 농도가 높다³⁾. 수은 노출과 혈액, 뇨, 모발 등으로 생체 내 중금속 농도와 관련성에 대한 연구는 지속적으로 시행되고 있으나 직업적 노출이 없는 일반인을 대상으로 한 연구는 미비한 실정이다. 또한 치과용 아말감 수복물은 성인보다 어린이에서 건강에 대한 위험성이 높다고 알려져 있으나 그 안전성 논란은 계속되고 있다^{4,5)}.

수은은 체내에 흡수되면 주로 뇌, 간, 신장 등에 축적되며 신장에서 가장 높은 농도를 나타낸다. Levy 등⁶⁾의 연구에서 4-8세 어린이의 뇨중 수은 농도가 아말감 충전군이 1.41 µg Hg/g creatinine, 아말감 비충전군이 0.44 µg Hg/g creatinine로 나타나 아말감 충전 여부에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다. Khordi-Mood 등⁷⁾은 5-7세 어린이의 아말감 충전 전후의 뇨중 수은 농도를 비교한 결과 3.83 µg/g에서 5.14 µg/g로 증가하여 아말감 충전이 뇨중 수은 농도에 유의한 영향을 미친다고 하였다. 이로 인해 유럽 일부 국가에서는 아말감 사용을 제한하거나 점차 단계적으로 감소하는 추세이며, 아말감으로부터 유리되는 수은이 인체에 미치는 영향에 대한 논란이 계속되고 있다^{8,9)}. 어린이는 성인에 비해 수은에 장기적으로 노출되었을 때 중추신경계 발달 장애를 초래할 수 있다고 알려져 아말감으로부터 유리되는 수은에 대한 논란이 계속되고 있으며 수은 뿐만 아니라 어린이의 환경오염 물질에 의한 유해성은 여전히 국제적으로 관심을 받고 있다¹⁰⁾.

우리나라 어린이를 대상으로 아말감 충전치면수와 뇨중 수은농도와의 관련성을 평가한 선행연구¹¹⁾에서 구강 내 아말감 충전치면이 없는 군에서 뇨중 수은농도는 1.11 µg/L, 구강 내 아말감 충전치면이 1개 이상인 군의 뇨중 수은농도는 1.69 µg/L로 높게 나타나 구강 내 아말감 치면이 없는 대상자에 비해 충전 치면이 있는 대상자가 뇨중 수은농도가 높게 나타났다. 즉, 구강 내 아말감 충전이 인체 내 수은농도에 영향을 미친다고 할 수 있다. Berglund와 Molin¹²⁾은 10명의 대상자를 선정하여 타액, 대변과 혈액에서 아말감 충전물 제거 후 수은농도 변화를 비교하였으며, 타액의 수은농도는 아말감 제거 2주 후에 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다. 구강 내 충전된 아말감에서 유리되는 수은은 쉽게 기화되어 공기 중에 부유하기 때문에 아말감 충전 과정이나 제거 과정에서 수은증기가 방출되어 체내에 영향을 준다고 알려져 있다^{9,12)}. 성인 남성 10명을 대상으로 아말감 충전물을 제거한 후 뇨중 수은농도가 50% 정도 증가하였다고 보고된 바 있으며,¹³⁾ 21-42세 성인을 대상으로 한 연구에서는 아말감 제거한 후 1-3일 까지 제거 전보다 혈장 내 수은농도가 증가하였다¹⁴⁾. 구강 내 아말감 충전물에서 유리되는 수은은 인체 내 영향을 미친다고 알려져 있으나 우리나라 성인 또는 어린이에서 아말감 제거와 수은노출의 관련성에 대한 연구는 미미한 수준이다.

따라서 대표적인 치아우식 수복재료로써 널리 사용되고 있는 치과용 아말감 제거시 수은 증기가 어린이 인체에 미치는 영향을 알아보기 위하여 구강 내 아말감 충전물 제거 시 뇨중 수은농도를 측정하여 그 관련성을 파악하고자 하였다. 이 연구는 구강 내 충전되어 있는 아말감을 제거할 때 수은과다노출의 가능성 및 그 양상

을 파악하기 위한 예비연구로 진행되었다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

치과용 아말감이 어린이 인체에 미치는 영향에 대한 연구에 참여한 대구광역시 소재 2개 초등학교의 1-4학년 재학생 중 548명을 대상으로 선정하였다. 이들은 3년간 추적연구 참여에 동의하였으며, 검진 당일 결석하여 검사를 받지 못한 경우, 구강검사 결과와 소변 검사가 없는 대상자를 제외하였다. 이들 초기 검사 시 조사된 어린이 중 소변검사 시 수은농도가 높은 어린이를 각 학교별로 50명씩 아말감 제거 예비조사 대상으로 고려하였다. 고려된 대상자의 보호자에게 연구에 대해 설명한 후 연구 참여에 동의를 구하고, 검진 당일 학교를 방문하여 모든 검사에 참여한 28명을 대상으로 선정하여 아말감 제거를 시행하였다. 이후 분석 시 WHO가 권고한 크레아티닌 농도에서 유효농도범위¹⁵⁾를 벗어난 8명을 제외한 20명을 최종대상자로 선정하였다. 연구 수행 전 기관 내 임상연구윤리심의위원회(IRB)로부터 연구 승인을 얻었다(IRB NO: KNUH_10-1056).

2. 연구방법

2.1. 구강검사와 아말감 제거

훈련된 치과 의사 1인에 의해 WHO 기준에 의거하여 인공조명 하에서 치아 상태 검진을 실시하였다. 치아 상태는 우식치면, 처치치면, 상실치면을 조사하였으며 처치치면은 충전재료를 기록하여 아말감을 분류하였다. 최종 연구대상자로 선정된 자는 구강 내 충전되어 있는 아말감을 유치와 영구치의 구분없이 아말감 치면수가 5치면 이상을 가진 대상으로 선정하였으며, 아말감은 2차 우식에 이환되어 있으며 아말감 제거시 건전하지 않은 치질과 함께 제거하였다. 이는 구강검사를 실시하였던 동일한 치과 의사에 의해 진행되었다. 아말감 충전물 제거 시 고속 핸드피스와 저속 핸드피스를 사용하여 제거하였으며, 이때 열이 발생하지 않게 물을 뿌리고 대용량 흡인기를 사용하여 제거 시 발생하는 수은증기 확산을 최소화하였으며, 정확한 수은농도 측정을 위해 리버뎀을 사용하지 않았다. 아말감을 제거한 후에는 임시 충전재를 사용하여 와동을 밀폐한 후 다음 날 재방문시 레진 또는 글래스아이오노머를 이용하여 충전을 시행하였다.

2.2. 설문조사 및 소변검사

뇨중 수은 농도에 영향을 줄 수 있을 것으로 분석에 고려할 요인들은 설문조사를 통하여 조사하였다. 설문지 내용으로는 부모 및 어린이의 사회경제적인 특성, 부모의 직업, 어린이의 칫솔질 시기 및 횟수, 껌 저작 횟수, 구강위생습관 및 체내 수은축적과 관련된 생선 섭취 경향을 조사하였다. 소변검사는 대상자 선정 시 스크리닝 시점에 초기 요, 이후 아말감 제거 직후와 제거 후 24시간 이후 요로 총 3번의 시료를 받아 분석을 시행하였다. 요 시료는 소변검사용 요 컵(urine cup)을 사용하여 수집하게 한 후 약

0.5 ml를 분취하여 즉시 밀폐용기에 담아 아이스박스에 보관하였으며, 분석 전까지 $-50^{\circ}\text{C} \sim -70^{\circ}\text{C}$ 저온냉동고에 보관한 후 분석시료로 활용하였다. 수은농도는 이후 지역 내 대학병원 산업 의학과에 의뢰하여 소변 내 수은농도를 자동수은분석기(Direct mercury analyzer, DMA80, Milestone, Italy)를 사용하여 분석하였다. 크레아티닌 측정은 야페(Jaffe)반응법을 사용하여 의학연구소에서 Automatic Analyzer 7600 (Hirachi, Japan)으로 시약은 CREA (Roche, USA)를 이용하여 분석하였다. 이 분석기기는 CAP (College of American Pathologists) 정도관리 프로그램에서 정기적으로 참여하고 있다¹⁶⁾.

3. 분석방법

조사한 모든 정보를 통해 통계학적 모델을 구축하여 대상자의 인구사회학적 특성과 구강건강상태, 구강 내 충전물의 종류, 아말감 치면 수, 뇨중 수은농도 및 구강위생습관과 생선섭취경향에 대해 평가하고, 각각의 관련성에 대해 분석하였다. 일반적인 특성은 빈도분석을 시행하였으며, 일반적인 특성과 아말감 제거 치면 수에 따른 각 시점별 뇨중 수은 농도 분석은 repeated ANOVA와 two-way ANOVA를 시행하였다. 통계분석용 프로그램은 SPSS 19.0 (SPSS 19.0K for window, SPSS Inc, Chicago, IL., USA)을 사용하였다.

연구성적

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 특성은 Table 1과 같았다. 전체 20명 중 남학생

13명, 여학생 7명이었으며, 학년별로는 1학년 3명, 2학년 3명, 3학년 6명, 4학년 7명으로 나타났다. 일주일에 생선섭취 빈도를 살펴본 결과 1회 이하 생선섭취 대상자는 10명, 2-3회 생선섭취 대상자 8명, 4회 이상 생선섭취 대상자는 2명으로 나타났다. 일일 평균 잇솔질 횟수가 2회인 대상자는 9명, 3회 이상인 대상자는 12명으로 나타났다. 월 가구 수입이 199만원 이하인 대상자가 7명, 200만원 이상 대상자가 13명이었으며, 부모의 학력이 고졸 이상인 아버지는 11명, 어머니는 11명으로 나타났다. 지난 일년간 치과에 방문한 경험이 없는 대상자가 12명, 방문한 경험이 있는 대상자 8명으로 나타났으며, 껌 저작을 거의 하지 않은 대상자가 16명, 자주 씹는 대상자가 4명으로 나타났다.

2. 연구대상자의 일반적인 특성에 따른 시점별 수은농도 변화

연구대상자의 구강 내 아말감 충전물을 제거한 후 시간의 흐름에 따른 뇨중 수은 농도 변화는 Table 2와 Fig. 1과 같았다. 연구대상자의 평균 아말감 제거 치면 수는 9.8개이었으며, 초기 평균 뇨중 수은 농도는 $2.66 \mu\text{g/g creatinine}$, 아말감 제거 후와 제거 후 24시간의 평균 뇨중 수은 농도는 $2.76 \mu\text{g/g creatinine}$ 로 나타났다. 성별에 따른 뇨중 수은 농도의 변화는 남학생이 초기 평균 뇨중 수은 농도가 $2.56 \mu\text{g/g creatinine}$, 아말감 제거 후 $2.84 \mu\text{g/g creatinine}$, 제거 24시간 후 $2.59 \mu\text{g/g creatinine}$ 로 나타났으며, 여학생은 $2.84 \mu\text{g/g creatinine}$, $2.59 \mu\text{g/g creatinine}$, $3.08 \mu\text{g/g creatinine}$ 로 나타났다. 학년에 따른 뇨중 수은 농도의 변화는 1학년에서 초기 평균 뇨중 수은 농도가 $1.92 \mu\text{g/g creatinine}$, 아말감 제거 후 $5.91 \mu\text{g/g creatinine}$, 제거 24시간 후 $6.49 \mu\text{g/g creatinine}$ 로 나타났으며, 2학년에서 $4.00 \mu\text{g/g creatinine}$, $2.74 \mu\text{g/g creatinine}$

Table 1. General characteristics of study participants

Characters	N (%)	Characters	N (%)
Gender		Income (thousand won)	
Boys	13 (65.0)	$\leq 1,990$	7 (35.0)
Girls	7 (35.0)	$> 1,990$	13 (65.0)
Grade		Education*	
1	3 (15.0)	Father	
2	3 (15.0)	≤ 12 yrs	7 (38.9)
3	6 (30.0)	> 12 yrs	11 (61.1)
4	8 (40.0)	Mother	
Fish consumption		≤ 12 yrs	8 (42.1)
≤ 1 /weeks	10 (50.0)	> 12 yrs	11 (57.9)
$1 < < 4$ /weeks	8 (40.0)	Dental visit (6 month)	
≥ 4 /weeks	2 (10.0)	no	12 (60.0)
Toothbrushing frequency		yes	8 (40.0)
≤ 2	9 (45.0)	Chewing gum	
> 2	12 (55.0)	Hardly ever	16 (80.0)
		Occasionally	4 (20.0)

*There were missing values.

Table 2. Mean concentration urinary mercury according to general characteristics

Mean±SD (g/g creatinine)

	Baseline	Post-removal amalgam	After 24 hours	P-value
Total	2.66±1.51	2.76±2.46	2.76±2.30	
Gender				
Boys	2.56±0.83	2.84±2.93	2.59±2.48	0.826
Girls	2.84±2.40	2.59±1.41	3.08±2.06	
Grade				
1	1.92±0.51	5.91±2.97	6.49±2.74	0.025
2	4.00±3.66	2.74±1.90	3.22±2.88	
3	2.61±1.00	0.96±0.77	1.18±0.91	
4	2.48±0.73	2.93±2.33	2.39±0.94	
Fish consumption				
≤1 /weeks	2.31±0.95	2.22±2.76	2.01±1.72	0.246
1< <4 /weeks	2.52±0.78	3.34±2.21	3.37±2.66	
≥4 /weeks	4.99±4.32	3.10±2.57	4.12±3.43	
Toothbrushing frequency				
≤2	3.14±1.94	3.29±2.35	3.55±2.85	0.138
>2	2.27±0.98	2.32±2.57	2.12±1.59	
Income (thousand won)				
≤1,990	2.49±1.07	1.84±1.05	2.13±1.51	0.255
>1,990	2.75±1.74	3.25±2.88	3.10±2.62	
Education				
Father				
≤12 yrs	2.65±0.74	3.19±3.56	1.82±1.36	0.675
>12 yrs	2.50±1.93	2.65±1.51	3.60±2.68	
Mother				
≤12 yrs	2.67±0.99	2.57±2.50	2.08±1.47	0.419
>12 yrs	2.78±1.85	3.04±2.60	3.39±2.74	
Dental visit (6 month)				
No	2.54±0.93	2.92±2.94	2.17±1.31	0.553
Yes	2.84±2.18	2.51±1.66	3.65±3.18	
Chewing gum				
Hardly ever	2.46±0.90	2.63±2.65	2.15±1.49	0.086
Occasionally	3.46±3.06	3.25±1.68	5.21±3.53	

Repeated Measure ANOVA.

g creatinine, 3.22 µg/g creatinine로 나타났다. 3학년에서 2.61 µg/g creatinine, 0.96 µg/g creatinine, 1.18 µg/g creatinine, 4학년에서 2.48 µg/g creatinine, 2.93 µg/g creatinine, 2.39 µg/g creatinine로 유의하게 나타났다($P=0.025$, Table 2).

3. 연구대상자의 아말감 치면 수에 따른 시점별 수은농도 변화

연구대상자의 구강 내 아말감 충전물 제거한 개수에 따라 시점별 수은농도 변화는 Table 3과 같았다. 아말감 8개 이하 제거한 군에서 평균 뇨중 수은 농도의 변화는 초기 평균 뇨중 수은 농도가 3.18 µg/g creatinine, 아말감 제거 후 2.09 µg/g creatinine. 제거

24시간 후 1.19 µg/g creatinine로 감소하는 경향이 나타났으며, 아말감 9-10개 제거한 군에서 2.95 µg/g creatinine, 2.29 µg/g creatinine, 2.73 µg/g creatinine로 나타났다. 아말감 11개 이상 제거한 군에서 1.96 µg/g creatinine, 3.64 µg/g creatinine, 3.93 µg/g creatinine로 증가하는 경향이 나타났으나 각 시점별 수은농도 변화는 유의한 차이는 나타나지 않았다(Table 3).

고 안

구강 내 충전된 아말감에서 유리되는 수은은 쉽게 기화되어

공기 중에 부유하기 때문에 아말감 충전 과정이나 제거 과정에서 수은증기가 방출되어 체내에 영향을 준다고 알려져 있어^{12,13}, 아말감 충전 과정이나 제거 과정으로부터 유리되는 수은과 수은증기는 현재까지 많은 논란이 되고 있다. 어린이는 미성숙하고 약한 면역체계 및 높은 신진대사율로 인해 같은 양의 환경오염물질에 노출되더라도 성인에 비해 민감하고 심각한 영향을 받을 수 있다. 최근 어린이의 환경오염물질이 건강에 미치는 영향에 대한 연구가 증가되고 있으며, 독일에서 국가규모의 어린이를 대상으로 4th German Environmental Survey (GerES IV) 연구¹⁷가 있으며, 미국에서도 National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES) 연구¹⁸를 진행하여 어린이의 환경오염물질에 대한 체내 농도를 조사하였다. 그러나 우리나라 어린이를 대상으로 한 환경오염물질에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 우리나라 어린이를 대상으로 구강 내 충전물인 치과용 아말감 제거 시 수은 증기가 어린이 인체에 미치는 영향을 알아보기 위하여 제거된 충전 치면수에 따른 뇨중 수은농도를 측정하여 관련성을 파악하였다.

이 연구는 대상자 20명의 소변 시료를 각 시점별로 채취하여 수은농도를 평가하였고, 연구대상자의 평균 아말감 제거 치면 수는 9.8개이었으며, 초기 평균 뇨중 수은 농도는 2.66 $\mu\text{g/g creatinine}$, 아말감 제거 후와 제거 후 24시간의 평균 뇨중 수은 농도는 2.76 $\mu\text{g/g creatinine}$ 로 아말감 제거 후 지속적으로 상승한 것을 확인할 수 있었다. 선행연구^{19,20}에서 어린이에서 수은농도 위해성

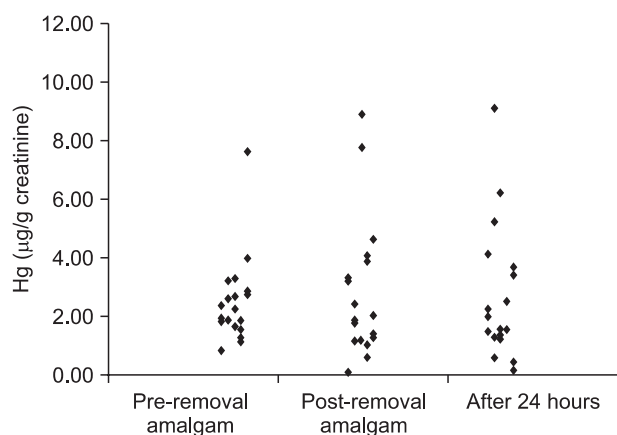


Fig. 1. Concentration urinary mercury according to the sampling times.

기준치는 5 $\mu\text{g/L}$ 이하로 제시하고 있어 기준치에 도달하지 않았지만 아말감 치면 수가 증가할수록 뇨중 수은농도가 유의하게 증가하는 경향을 보였다. 제거한 아말감 치면 수에 따라 뇨중 수은농도 변화량은 통계적으로 유의하지 않지만 제거한 아말감 치면 수가 11개 이상인 대상자에서는 제거 직후와 제거 후 24시간에서 지속적으로 상승하였다. Molin 등¹³의 연구에서 10명의 대상자를 선정해 아말감 충전물을 제거하고 소변과 혈액 수은농도를 분석한 결과 아말감을 제거한 후 즉각적으로 3-4배 증가하였고, 뇨중 수은농도는 50%까지 증가하였으며, 이 수치는 아말감 제거 후 1개월이 경과한 후에야 제거 이전 수준으로 감소하였다. 또한 Krenners 등¹⁴은 아말감 제거 후 1-3일까지 제거 전보다 혈장 내 수은농도가 증가하였다고 보고하여 이전 선행연구가 이번 연구 결과를 지지하였다. 이 연구에서 전체 연구대상자의 평균 뇨중 수은농도가 아말감 제거 후 즉각적으로 상승하는 것을 확인하였으며, 24시간이 지난 후에도 지속적으로 상승하는 것을 확인하였다. 24시간이라는 시점은 다른 연구에 비해 짧은 시간이기기는 하지만, 요는 체내에서 대사된 물질이 대부분 최종적으로 배출되는 경로이며 특히 체내 반감기가 짧은 중금속 물질은 배출된 이후에 빠르게 요로 배출되기 때문에 평가가 가능한 것으로 본다. 이 연구에서 체내에 축적된 수은농도를 평가하기 위하여 요 시료를 사용하여 오염물질 배출을 평가하여 수은 배출의 단기간 평가에 적합성이 있다. 하지만 개인에 따라 변동성이 있기 때문에 장기간 노출 수준을 비교적 잘 반영하지 못하는 한계점을 가지고 있었다. 하지만 생체시료 중 요는 혈액이나 두발, 또는 기타 검체에 비하여 시료채취가 간편할 뿐만 아니라 수은 노출된 이후에 빠르게 요로 배출되기 때문에 뇨 시료는 수은 노출 여부를 확인하는데 매우 유용한 바이오마커라고 할 수 있겠다^{15,21}.

이 연구는 제한점은 다음과 같았다. 첫째, 단면연구이므로 아말감 충전물 제거와 뇨중 수은농도의 관련성에 관한 인과적 관계를 제시할 수 없다. 둘째, 아말감 충전 시기와 농도를 고려하지 못하였으며, 아말감 제거 시 노출되는 수은의 정확한 농도를 파악하지 못하였다. 셋째, 연구대상자를 일부 지역에서 모집하였기 때문에 대표성을 갖지 못하며, 예비연구로 대상자 수가 적어 일반화시키기에 어려운 점이 있겠다. 이 연구에서 아말감 제거 시 뇨중 수은농도가 높아지는 경향을 보였으나 통계적으로 관련성을 제시하기에 어려운 점이 있다. 이 연구는 예비연구로 여러 가지 제한점이 있으나, 아말감 충전물 제거 시 뇨중 수은농도가 증가하는 경향을

Table 3. Mean concentration urinary mercury according to number of amalgam surfaces

Mean \pm SD ($\mu\text{g/g creatinine}$)

	N	Baseline	Post-removal amalgam	After 24 hours	P-value [†]
Amalgam surfaces					
≤8	5	3.18 \pm 0.84	2.09 \pm 3.06	1.19 \pm 0.86	0.611
8< <11	8	2.95 \pm 2.11	2.29 \pm 1.38	2.73 \pm 1.81	
≥11	7	1.96 \pm 0.80	3.64 \pm 2.82	3.93 \pm 2.96	
P-value*		0.319	0.521	0.124	

*Repeated Measure ANOVA, [†]Two-way ANOVA.

보였으며 어린이에서 인체에 영향을 미치는 것을 파악하였다는데 의미가 있다. 어린이에서 아말감 충전물 제거 시 발생하는 수은이 체내 수은 축적을 가중시킬 수 있으며, 양이 미미할지라도 인체에 영향을 받는 것을 확인하였으며 향후 대규모 연구를 통하여 어린이에서 아말감 충전물에 대한 안정성 기준을 제시할 필요가 있겠다.

결론

이 연구는 일부 대도시지역 초등학교 20명을 대상으로 구강검진을 실시하여 아말감 충전물 제거 시 수은노출의 가능성을 파악하기 위하여 예비연구를 진행하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전체 연구대상자의 평균 아말감 제거 치면 수는 9.8개이었으며, 초기 평균 뇨중 수은 농도는 $2.66 \mu\text{g/g creatinine}$, 아말감 제거 후와 제거 후 24시간의 평균 뇨중 수은 농도는 $2.76 \mu\text{g/g creatinine}$ 로 아말감 제거 후 지속적으로 상승하였다.

2. 전체 연구대상자의 평균 뇨중 수은농도가 아말감 제거 후 즉각적으로 상승하였으며, 24시간이 지난 후에도 지속적인 상승을 유지하는 것을 확인할 수 있었다.

3. 아말감 충전물 제거 치면 수에 따라 제거한 아말감 치면 수가 11개 이상인 대상자에서는 제거 직후와 제거 후 24시간에서 뇨중 수은농도가 지속적으로 상승하였으나 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다.

이상의 결과를 종합해 보았을 때, 아말감 충전물은 뇨중 수은 농도와 관련이 있으며 체내 수은농도 축적을 가중시킬 수 있다. 따라서 향후 대규모 연구의 필요성을 제안하며, 아말감 제거 시 허용 기준치를 마련하여 어린이에서 수은노출에 대한 안정성 확보가 필요할 것이다.

참고문헌

- Marshall SJ, Marshall GW Jr. Dental amalgam: the materials. *Adv Dent Res* 1992;6:94-99.
- Fredén H, Helldén L, Milleding P. Mercury content in gingival tissues adjacent to amalgam fillings. *Odontol Revy* 1974;25:207-210.
- Hibberd JH, Smith DC. Systemic mercury levels in dental office personnel in Ontario: a pilot study. *J Can Dent Assoc* 1972;38:249-254.
- Fuks AB. The use of amalgam in pediatric dentistry. *Pediatr Dent* 2002;24:448-455.
- Needleman HL. Mercury in dental amalgam- a neurotoxic risk? *JAMA* 2006;295:1835-1836.
- Levy M, Schwartz S, Dijak M, Weber JP, Tardif R, Rouah F. Childhood urine mercury excretion: dental amalgam and fish consumption as exposure factors. *Environ Res* 2004;94:283-290.
- Khordi-Mood M, Sarraf-Shirazi AR, Balali-Mood M. Urinary mercury excretion following amalgam filling in children. *J Toxicol Clin Toxicol* 2001;39:701-705.
- WHO. Environmental Health Criteria 1: Mercury. Geneva: WHO; 1976:94-131.
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 940. Geneva: World Health Organization; 2006:53-59.
- Counter SA, Buchanan LH. Mercury exposure in children: a review. *Toxicol Appl Pharmacol* 2004;198:209-230.
- Jin HJ, Sa KJ, Choi YH, An SY, Lee YE, Song KB. Relationship between dental amalgam fillings and urinary mercury concentration among children. *J Korean Acad Oral Health* 2011;35:258-266.
- Berglund A, Molin M. Mercury vapor release from dental amalgam in patients with symptoms allegedly caused by amalgam fillings. *Eur J Oral Sci* 1996;104:56-63.
- Molin M, Bergman B, Marklund SL, Schütz A, Skerfving S. Mercury, selenium, and glutathione peroxidase before and after amalgam removal in man. *Acta Odontol Scand* 1990;48:189-202.
- Kremers L, Halbach S, Willruth H, Mehl A, Welzl G, Wack FX, et al. Effect of rubber dam on mercury exposure during amalgam removal. *Eur J Oral Sci* 1999;107:202-207.
- Arndt T. Urine-creatinine concentration as a marker of urine dilution: Reflections using a cohort of 45,000 samples. *Forensic Sci Int* 2009;186:48-51.
- Ohira S, Kirk AB, Dasgupta PK. Automated measurement of urinary creatinine by multichannel kinetic spectrophotometry. *Anal Biochem* 2009;384:238-244.
- Schulz C, Angerer J, Ewers U, Heudorf U, Wilhelm M. Revised and new reference values for environmental pollutants in urine or blood of children in Germany derived from the German environmental survey on children 2003-2006 (GerES IV). *Int J Hyg Environ Health* 2009;212:637-647.
- Caldwell KL, Mortensen ME, Jones RL, Caudill SP, Osterloh JD. Total blood mercury concentrations in the U. S. population: 1999-2006. *Int J Hyg Environ Health* 2009;212:588-598.
- Ewers U, Krause C, Schulz C, Wilhelm M. Reference values and human biological monitoring values for environmental toxins. Report on the work and recommendations of the Commission on Human Biological Monitoring of the German Federal Environmental Agency. *Int Arch Occup Environ Health* 1999;72:255-260.
- Agency for Toxic Substance and Disease Registry. Toxicological profile for mercury. Atlanta: US Department of health and human service; 1999.
- Olstad ML, Holland RI, Wandel N, Pettersen AH. Correlation between amalgam restorations and mercury concentrations in urine. *J Dent Res* 1987;66:1179-1182.