

아말감 충전물 제거와 뇨중 수은농도의 관련성 평가: 예비연구

백혜진 · 사공준¹ · 안서영² · 이희경³ · 송근배 · 최연희

경북대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실 · ¹영남대학교 의과대학 예방의학교실 ·
²경북대학교 치의학전문대학원 구강악안면방사선학 · ³영남대학교 의과대학 치과학교실

Association between amalgam removal and urinary mercury concentration: a pilot study

Hye-Jin Baek · Kong-Joon Sa¹ · Seo-Young An² · Hee-Kyung Lee³ ·

Keun-Bae Song · Youn-Hee Choi

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

¹*Department of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu*

²*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kyungpook National University, Daegu*

³*Department of Dentistry, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu*

ABSTRACT

Objectives : The aim of this study was assessment of the variation of urinary mercury concentrations after removal of amalgam fillings in children.

Methods : 10 elemental school children with amalgam filling tooth surfaces were took part in this study. One dentist recorded the number of amalgam filling surface, and general characteristics of subjects were surveyed by questionnaire. Each urine samples were collected before, immediately after and after 24 hours amalgam removal. The statistical analysis was performed using the SPSS 18.0.

Results : The mean concentration urinary mercury immediately after amalgam removal was higher ($5.70 \pm 1.20 \mu\text{g/g}$ creatinine) than before amalgam removal ($5.28 \pm 1.53 \mu\text{g/g}$ creatinine). The mean concentration urinary mercury level whose have 1-10 amalgam removal surfaces was increased after amalgam removal compared with before.

Conclusions : Mercury concentration in urine was influenced by amalgam removal. (J Korean Soc Dent Hygiene 2012;12(2):431-438)

Keywords : Amalgam, amalgam removal, mercury concentration

색인 : 수은농도, 아말감, 아말감제거

▶ 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NO.2010-0670000).

1. 서론

수은은 자연 상태에서 다양한 형태로 존재하는 금속 원소이다. 일반적으로 생선이나 해산물의 섭취는 유기 수은, 치과용 아말감은 수은증기 노출의 주원인으로 알려져 있고, 실생활에서도 형광등이나 혈압계, 체온계 등에 직접 사용되거나, 다른 원소들과 결합된 화합물 형태로 널리 사용되고 있다^{1,2)}. 중추신경계와 신장에 독성을 나타낸다고 알려진 수은은 과량으로 노출되면 관절이나 근육의 통증, 피로감, 어지럼증, 소화불량 및 급속성 입맛 등과 같은 중독 증상을 일으킬 수 있다^{3,4)}.

치과에서 사용하는 아말감은 50%의 수은과 다른 금속의 합금형태로 이루어져 있으며, 1800년대 치과용 충전 재료로 처음 소개된 이후 현재까지 약 200년 동안 널리 사용되어 왔다²⁾. 치과용 아말감은 오랜 기간 사용되면서 안전성과 경제성 및 내구성을 인정받았지만, 구강 내 적용된 아말감은 타액에 의해 용해되거나 저작과 칫솔질 등에 의해 지속적으로 수은증기를 유리시키기 때문에 인체에 미치는 전신적인 영향에 대해서는 여전히 논란이 되고 있다^{1,5)}.

아말감으로부터 유리되는 수은은 체내로 흡수되어 조직에 축적되거나 혈액이나 뇨, 타액과 같은 체액 내 수은농도에 영향을 미친다. Abraham 등⁶⁾은 구강내 아말감 충전물이 있는 경우가 없는 경우와 비교했을 때 혈중 수은농도가 높게 나타났다고 하였고, Luglie 등⁷⁾은 아말감 치면수가 많은 그룹에서 산모의 양수 내 수은농도가 높게 나타났다고 보고하였다. Khordi-Mood 등⁸⁾은 아말감 충전 전에 비해 아말감 충전 후 소변의 수은농도가 증가한다고 하였으며, 김과 송⁹⁾은 아말감이 충전물이 있는 경우에서 소변과 타액의 수은농도가 유의하게 높게 나타났다고 하였다. 한편, Kroncke 등¹⁰⁾과 Ott 등¹¹⁾은 혈액과 소변을 이용한 연구에서 아말감 충전이 수은농도와 관련성이 없다고 보고한바 있다.

치과용 아말감에서 유리되는 수은은 극소량이기 때문

에 인체에 미치는 영향은 미미한 것으로 알려져 있다. 하지만, 수은노출에 취약한 어린이의 경우는 미량의 수은이라도 중추신경계 발달장애와 같은 부정적인 결과를 가져올 수 있어 일부 지역에서는 아말감의 사용을 제한하거나 사용범위를 축소하기도 한다^{12,13)}. 한편, 우리나라에서는 여전히 아말감 사용률이 여전히 높지만¹⁴⁾ 아말감에서 유리되는 수은이 인체에 미치는 영향에 대한 연구는 부족하다. 더욱이 수은은 쉽게 기화되어 공기 중에 부유하기 때문에 아말감 충전이나 제거과정에서 더 많은 양의 수은증기가 방출되어 체내에 영향을 줄 수 있다^{15,16)}. Bjorkman 등¹⁷⁾은 아말감 충전물 제거 후 대변과 혈장의 수은농도의 변화를 각각 비교하여 대변 내에서는 아말감 제거 후 수은농도의 감소를, 혈장에서는 제거 후에도 초기에는 증가한 것을 확인하였으며, Molin 등¹⁸⁾도 아말감 충전물 제거 후 혈장 내 수은농도와 소변 내 수은농도는 즉각적으로 증가하였다고 보고하였다. 이처럼 아말감 제거는 체내 수은농도에 다양하게 영향을 미칠 수 있으나 우리나라에서는 아말감 제거와 수은노출의 관련성에 대한 연구는 미미한 수준이다. 따라서 본 연구는 치과용 아말감이 소아인체에 미치는 영향에 대한 연구의 한 부분으로 아말감 제거에 따르는 뇨중 수은농도의 변화를 알아보기 위한 예비연구로 진행되었다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 연구대상자 선정

지역 내에 소재한 두 개의 초등학교 1~4학년 재학생 중 부모에게 연구목적과 연구과정에 대해 서면으로 설명한 후 동의를 한 484명의 아동에 한하여 치과용 아말감이 소아 인체에 미치는 영향에 대한 연구의 대상자로 선정하였다. 연구 수행 전 기관에 연구심사승인을 받았다(IRB NO: KNUH_10-1056).

치과용 아말감이 소아 인체에 미치는 영향에 대한 연구에 참여한 대상자에서 초기 검사 시 조사된 소변검사 수은농도가 상대적으로 높았던 어린이 중 아말감 치면수를 고려하여 학교별로 각 10명씩 아말감 제거 대상자를 선정하였다. 선정된 20명의 어린이 중 보호자와 전화통화를 통해 연구에 대해 설명한 후 연구참여에 동의하

여 검진당일 학교를 방문하여 모든 검사에 참여한 어린이 10명을 최종대상자로 선정하였다.

2.2. 연구방법

훈련된 1인의 치과 의사에 의해 WHO 기준에 따라 구강검사를 시행하여, 어린이의 구강건강상태와 충전물 실태를 조사하였다. 소변검사는 검진당일 소변 검사용 컵에 직접 받아오도록 하였으며, 처음 나오는 소변은 흘려버리고 중간부분부터 받아오도록 하여 즉시 밀폐용기에 담아 아이스박스에 보관하였고, 분석 전 까지 -50°C ~ -70°C 에 저장하였다. 이후 지역 내 대학병원 산업의학과 및 분석기관에 의뢰하여 뇨중 수은농도와 뇨중 크레아티닌 농도를 측정하였다. 추가적으로 설문지를 통해 부모 및 어린이의 사회경제적인 특성, 어린이의 칫솔질 및 껌저작 습관과 같은 구강위생습관 및 체내 수은축적과 관련된 생선섭취빈도에 대한 정보를 조사하였다.

아말감 충전물 제거는 전체 대상자 중 구강내 아말감 충전치면 수와 초기의 뇨중 수은농도 분석결과를 기준으로 학교별로 대상자를 선정하였고, 사전에 동의를 얻은 10명의 학생을 대상으로 학교구강보건실에서 검사를 실시하였다. 구강검사를 통해 구강건강상태와 구강내 충전물 현황을 확인하였고, 아말감을 제거하기 전에 검사용 소변컵을 제공하여 이전과 동일한 방법으로 소변을 받아오도록 하였으며, 아말감 제거 후 첫 소변과 아말감 제거 24시간 후 소변 또한 동일한 방법을 이용하여

받아오도록 하였다. 아말감 충전물 제거는 구강검사와 동일한 치과 의사에 의해 시행되었다. 치과용 고속 핸드피스와 저속 핸드피스를 이용하여 아말감 충전물을 제거하고, 2차 우식에 이환된 부위나 건전하지 않은 상아질을 제거하여 충전을 위한 치아의 형태를 만들었다. 핸드피스를 사용할 때는 물을 이용하여 아말감 충전물 제거시 발생하는 수은증기의 확산을 최소화하고, 치아에 열자극이 가해지지 않도록 하였다. 당일 아말감을 제거한 후 레진이나 글래스아이오노머 재료를 이용하여 충전을 시행하였고, 부득이하게 당일 충전이 불가능한 경우는 다음날 재방문했을 때 충전을 시행하였다.

3. 통계분석

대상자의 인구사회학적 특성 및 구강위생습관에 대해 기술통계를 실시하였고, 아말감 제거 각 시점과 치면수에 따른 평균 수은농도를 평가하였으며, 개인의 수은농도 변화를 그래프로 나타내었다. 통계프로그램은 SPSS 18.0(SPSS 18.0K for window, SPSS Inc, USA)을 이용하였다.

3. 연구성적

전체 대상자는 남학생 4명, 여학생 6명이었고, 학년별로 1학년 3명, 2학년 2명, 3학년 1명, 4학년 4명이었

Table 1. General characteristics of study participants

Characters		N (%)	Characters		N (%)
Gender	male	4(40)	Education*	Father	≤12yrs 6(60)
	female	6(60)		>12yrs	2(20)
Grade	1	3(30)	Mother	≤12yrs	5(50)
	2	2(20)		>12yrs	3(30)
	3	1(10)	Dental visit*	no	4(40)
	4	4(40)		yes	4(40)
Income*	<2,000,000	3(30)	Gum*	no	6(60)
	≥2,000,000	4(40)		yes	2(20)
Amalgam surface	≤10	4(40)	Toothbrushing frequency*	2	4(40)
	≥11	6(60)		>3	4(40)
Fish consumption*	no	2(20)			
	yes	6(60)			

* There were missing values.

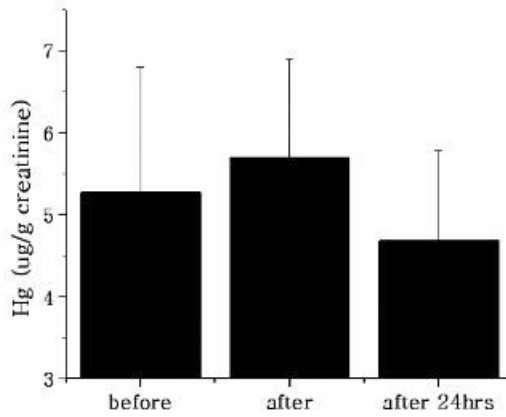


Fig. 1. Mean concentration urinary mercury according to the sampling times

다. 아말감 치면은 10개치면 이하인 경우가 4명, 11개치면 이상인 경우가 6명이었고, 1주일에 한 번 이상 생선을 섭취하는 경우가 6명이었으며, 최근 6개월 이내에 치과를 방문한 경우가 2명 있었다.

아말감 제거대상자들이 아말감 제거를 위해 방문하여 제거 직전 받은 뇨중 수은농도의 평균은 $5.28 \pm 1.53 \mu\text{g/g creatinine}$ 이었고, 아말감 제거 후 첫소변 평균 수은농도는 $5.70 \pm 1.20 \mu\text{g/g creatinine}$ 이었으며, 아말감 제거 24시간 후 소변의 평균 수은농도는 $4.69 \pm 1.09 \mu\text{g/g creatinine}$ 이었다.

대상자들의 평균 아말감 충전 치면수는 9.45개이었다. 초기 아말감 충전치면이 10개 이하인 대상자 4명의 평균 수은농도는 $1.29 \pm 0.15 \mu\text{g/g creatinine}$ 이었고, 11개 이상인 대상자 6명의 평균 수은농도는 $7.94 \pm 1.87 \mu\text{g/g creatinine}$ 이었다. 이 중 아말감 제거 치면수가 10

개 이하인 대상자 5명의 제거전 평균 수은농도는 $2.19 \pm 0.91 \mu\text{g/g creatinine}$ 이었고, 11개 이상인 대상자 5명의 평균 수은농도는 $8.36 \pm 4.98 \mu\text{g/g creatinine}$ 이었으며, 제거 직후 소변의 평균 수은농도는 10개 치면 이하인 경우 $3.89 \pm 1.28 \mu\text{g/g creatinine}$ 이었고, 11개 치면 이상인 경우 $7.51 \pm 1.78 \mu\text{g/g creatinine}$ 으로 나타났다. 아말감 제거 24시간 후에는 아말감 제거치면이 10개 이하의 경우 $3.46 \pm 1.54 \mu\text{g/g creatinine}$ 이었고, 11개 이상의 경우 $5.92 \pm 1.50 \mu\text{g/g creatinine}$ 으로 나타났다. 아말감 제거치면 수에 따른 아말감 제거 전후와 제거 24시간 후의 평균값은 통계적으로 유의한 차이는 없었다(1-10개치면:p-value=0.629, 11+:p-value=0.652).

〈Fig. 2〉는 각 대상자의 아말감 제거 시작 시점을 기준으로 소변을 받은 시간에 따른 수은 농도 값을 나타내었다. 개인에 따라 짧게는 30분에서 길게는 143분에 첫

Table 2. Mean concentration urinary mercury according to number of amalgam surfaces

	Number of amalgam surface	N	Mean±SE(μg/g creatinine)	p-value*
Before	1~10	5	2.19±0.91	0.033
	11+	5	8.36±4.98	
After	1~10	5	3.89±1.28	0.137
	11+	5	7.51±1.78	
After 24hrs	1~10	5	3.46±1.54	0.285
	11+	5	5.92±1.50	
p-value**	1~10		0.629	
	11+		0.652	

* : t-test ** : one-way ANOVA

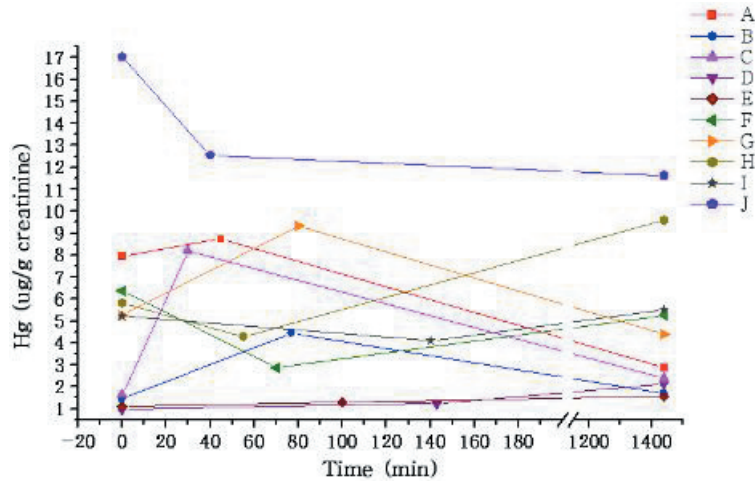


Fig. 2. Concentration urinary mercury according to individuals

소변을 받았고, 24시간 시점에서 추가로 소변을 받았으며, 개인에 따라 경향성의 차이를 보였다.

4. 총괄 및 고안

아말감은 수은을 함유하고 있는 금속으로, 무기수은 노출의 원인이 된다^{19,20}. 아말감에서 유리되는 수은은 건강에 영향을 미칠 정도로 충분한 양은 아니라고 알려져 있지만 아말감 충전물의 유해성에 대해서는 여전히 논란이 되고 있다^{16,21}. 이 연구는 치과용 아말감이 소아 인체에 미치는 영향에 대한 연구에 참여한 어린이 중 구강내 아말감 충전물 치면수와 소변 내 수은농도를 기준으로 대상자를 선정하여 구강내 아말감 충전물을 제거할 때 노출되는 수은이 소아 인체 내 소변의 수은농도에 미치는 영향을 평가하기 위해 예비연구로 시행되었다. 연구에 참여한 대상자 10명의 소변을 아말감 충전물 제거전, 제거후, 제거 24시간 후 각각 채취하여 수은농도를 평가하였고, 통계적으로 유의한 수준은 아니었지만 아말감 제거전보다 제거후 첫 소변에서 수은농도가 약간 상승하였고, 24시간이 지난 후에는 제거전보다 감소한 것을 확인하였다. Bjorkman 등¹⁷은 10명의 대상자를 선정해 아말감 충전물을 제거하고, 대변과 혈장, 타액의 수은농도의 변화를 각각 비교하였다. 대변 내에서는 아말감 제거 2일 후 수은농도가 유의하게 감소하였

고, 6일이 경과한 후에도 대조군보다는 높게 나타났다고 하였으며, 혈장은 제거 2일 후에도 초기보다 증가하였고, 60일 후 감소한 것을 확인하였다. 또한 타액은 아말감 제거 후 2주 동안 감소하였다고 보고하였다. Molin 등¹⁸도 10명의 대상자를 선정해 아말감 충전물을 제거하고 소변과 혈장 내 수은농도를 평가하였고, 충전물 제거 후 혈장 내 수은농도는 즉각적으로 3-4배까지 증가하였으며, 소변 내에서는 50%까지 증가하였다고 보고하였다. 이 수치는 아말감 제거 1개월이 경과한 후 제거 이전수준으로 감소하였고, 12개월이 지난 후에는 제거전보다 혈장에서는 50%, 소변에서는 25%까지 감소하였다고 하였다. Kremers 등²²의 연구에서도 아말감 제거 후 1-3일까지 제거전보다 혈장 내 수은농도가 증가했다고 하였다. 이 연구의 결과는 아말감 제거 직후 즉각적으로 소변내 수은농도가 상승한 것을 확인하였고, 24시간이 지난 후에는 제거 전과 비교해서 떨어지는 경향을 나타내 기존의 연구들과는 부분적으로 일치하였다. 24시간은 다른 연구에 비해 짧은 시간이지만 구강내 아말감 충전물이 제거되면서 소변 내 수은농도가 떨어졌다는 결과로 생각되고, 좀 더 세분화된 시간기준을 적용하여 평가할 필요가 있을 것이다. 또한 수은노출에 대한 결과는 혈장과 혈액, 타액, 대변 등 모든 부위에서 다르게 나타날 수 있기 때문에 보다 정확한 정보를 확인하기 위해서는 이를 보완한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

한편, 아말감 제거 시 러버댐 사용이 혈중 수은농도와 뇨중수은농도에 영향을 미칠 수 있다. Berglund와 Molin²³⁾은 아말감 제거 시 러버댐을 사용하지 않은 대상자에서 혈장과 소변 내 수은농도가 유의하게 증가한 것을 보고하였고, Kremers 등²²⁾은 러버댐을 사용하지 않은 경우 혈장 내 수은농도가 증가하였다고 보고하였다. 이 연구에서는 아말감 충전물 제거 시 러버댐을 사용하지 않았고, 이로 인한 영향을 배제할 수 없다. 향후 러버댐 사용여부가 뇨중 수은농도의 증가에 미치는 영향에 대한 추가연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 핸드피스 사용 시 발생하는 에어로졸로 인해 치과 근로자는 진료실 내 오염된 공기 속에서 직업적인 수은 노출을 많이 경험하게 된다. 하지만 여전히 보호장구의 착용은 제한적으로 이루어지고 있기에 이에 대한 추가연구도 필요할 것이다^{24,25)}.

이 연구에서는 아말감 충전 치면수가 1-10개인 경우 아말감 제거 전에 비해 제거후 소변 내 수은농도가 상승한 결과를 나타냈고, 11개 이상인 경우에는 오히려 떨어지는 경향을 나타냈다. 수은 농도에 영향을 주는 주요인이 아말감 치면수와 충전된 아말감 표면의 면적이라고 알려져 있지만^{18,21)} 이 연구에서는 충전 치면이 많은 경우 오히려 경향성이 나타나지 않았고, 이 연구에서 그 원인을 평가하기에는 한계가 있었다.

체내 수은농도는 음식섭취경향이나, 환경오염물질, 아말감 충전 등 여러 요소들이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 하지만 현재 연구에서는 아말감 충전 치면만을 고려하여 소변 내 수은농도에 미치는 영향에 대해 평가하여 개인의 특성에 대한 차이를 반영할 수 없었다. 또한 이 연구는 향후 진행될 연구의 예비연구로 진행되어 대상자의 수가 작다는 제한점이 있다. 따라서 대규모 인원을 대상으로 개인적 특성이나 기타 수은농도에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인에 대해 보완한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

그럼에도 불구하고 이 연구는 아말감 충전물의 제거가 소아인체의 수은농도에 미치는 영향에 대해 평가한 예비연구로 향후 아말감 충전물 제거가 소아인체의 수은농도에 미치는 영향에 대한 대규모 연구의 필요성을 제시한 의미 있는 연구로 사료된다.

5. 결론

치과용 아말감 충전이 소아인체에 미치는 영향에 대해 평가하고자 시행된 연구에서 일부 대상자를 선정하여 아말감 충전물 제거가 소변 내 수은농도의 변화에 미치는 영향을 평가하기 위해 예비연구로 진행한 이 연구에서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 아말감 제거 후 소변 내 수은농도는 제거전과 비교했을 때 상승한 경향이 있었고, 아말감 제거 후 24시간이 지난 시점에서는 아말감 제거전보다 값이 떨어진 것을 확인할 수 있었다.
2. 아말감 치면이 1-10개보다 11개 이상인 경우가 평균 수은농도가 높았고, 아말감 제거 치면이 1-10개인 경우는 아말감 제거전보다 제거직후 뇨중 수은농도가 증가한 것을 확인할 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 보았을 때, 아말감 충전물은 체내 수은농도와 관련이 있고, 이러한 충전물의 제거는 체내 수은농도의 변화에 영향을 줄 수 있기 때문에 향후 아말감 충전물과 충전물의 제거가 인체에 미치는 영향에 대해 보다 명확하게 평가할 수 있는 추가연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Clarkson TW, Magos L. The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Crit Rev Toxicol* 2006;36(8):609-662.
2. WHO. Elemental mercury and inorganic mercury compounds: human health aspects, Geneva, Switzerland:World Health organization;2003:4-5.
3. Faculty Council of Korean Dental Material. *Dental materials*. 6th. Seoul:Koonja publishing Inc;2011:220-222.
4. Drasch G, Schirpp I, Hofl H, Reinke R, Roeder G. Mercury burden of human fetal and infant tissues. *Eur J Pediatr* 1994;153(8):607-610.

5. Newman SM. Amalgam alternatives: what can compete? *J Am Dent Assoc* 1991;122(8):67-71.
6. Abraham JE, Svare CW, Frank CW. The effect of dental amalgam restorations on blood mercury levels. *J Dent Res* 1984;63(1):71-73.
7. Luglie PF, Campus G, Chessa G, et al. Effect of amalgam fillings on the mercury concentration in human amniotic fluid. *Arch Gynecol Obstet* 2005;271(2):138-142.
8. Khordi-Mood M, Sarraf-Shirazi AR, Balali-Mood M. Urinary mercury excretion following amalgam filling in children. *J Toxicol Clin Toxicol* 2001;39(7):701-705.
9. Dong-Eung Kim, Keun-Bae Song. Mercury accumulation in human tissues from restored dental amalgam. *Journal of Korean Academy of Oral Health* 1998;22(1):69-80.
10. Kroncke A, Ott K, Petschelt A, et al. Mercury concentrations in blood and urine in persons with and without amalgam fillings. *Dtsch Zahnarztl Z* 1980;35(8):803-808.
11. Ott KH, Krafft T, Kroncke A, et al. Duration of mercury release from amalgam fillings after chewing. *Dtsch Zahnarztl Z* 1986;41(10):968-972.
12. Burke FJ. Amalgam to tooth-coloured materials-implications for clinical practice and dental education: governmental restrictions and amalgam-usage survey results. *J Dent* 2004;32(5):343-350.
13. Gelband H. The science and politics of dental amalgam. *Int J Technol Assess Health Care* 1998;14(1):123-134.
14. Ae Young Oh, Youn-Hee Choi, Hye-Jung Jin, et al. Current status of the types of dental filling and preventive materials among children in mixed dentition. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society* 2010;11(4):1483-1491.
15. Counter SA, Buchanan LH. Mercury exposure in children: a review. *Toxicol Appl Pharmacol* 2004;198(2):209-230.
16. 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(1):56-63.
17. Bjorkman L, Sandborgh-Englund G, Ekstrand J. Mercury in saliva and feces after removal of amalgam fillings. *Toxicol Appl Pharmacol* 1997;144(1):156-162.
18. Molin M, Bergman B, Marklund SL, Schutz A, Skerfving S. Mercury, selenium, and glutathione peroxidase before and after amalgam removal in man. *Acta Odontol Scand* 1990;48(3):189-202.
19. Ekstrand J, Bjorkman L, Edlund C, Sandborgh-Englund G. Toxicological aspects on the release and systemic uptake of mercury from dental amalgam. *Eur J Oral Sci* 1998;106(2 Pt 2):678-686.
20. Ganss C, Gottwald B, Traenckner I, et al. Relation between mercury concentrations in saliva, blood, and urine in subjects with amalgam restorations. *Clin Oral Investig* 2000;4(4):206-211.
21. Weidenhammer W, Bornschein S, Zilker T, et al. Predictors of treatment outcomes after removal of amalgam fillings: associations between subjective symptoms, psychometric variables and mercury levels. *Community Dent Oral Epidemiol* 2010;38(2):180-189.
22. Kremers L, Halbach S, Willruth H, et al. Effect of rubber dam on mercury exposure during amalgam removal. *Eur J Oral Sci* 1999;107(3):202-207.
23. Berglund A, Molin M. Mercury levels in plasma and urine after removal of all amalgam restorations: the effect of using rubber

dams. Dent Mater 1997;13(5):297-304.

24. Mi-Suk Choi. The satisfaction and subjective symptom level by indoor air quality in dental parlor in Capital and Jeon-nam area. Journal of Korean Society of Dental Hygiene 2011;11(3):405-417.
25. Eun-Ju Kang, Mi-Hye Choi. Study on the perception of health science college students about the personal protection of dental personnels. Journal of Korean Society of Dental Hygiene 2011;11(5):637-647.