

전남지역 일부 대학생 모발 중 수은 농도에 관한 연구

송미라* · 조태진 · 전해리 · 김종오** · 손부순†

순천향대학교 환경보건학과, *동신대학교 뷰티미용학과, **동남보건대학 환경보건학과
(2009. 6. 15. 접수/2009. 7. 6. 수정/2009. 7. 30. 채택)

A Study on Mercury Concentration in the Hair of University Students in Jeon-nam Area

Mi-Ra Song* · Tae-Jin Cho · Hye-Li Jeon · Jong-O Kim** · Bu-Soon Son†

Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang University

*Department of Beauty Design, Dongshin University

**Department of Environmental Health, Dongnam Health College

(Received June 15, 2009/Revised July 6, 2009/Accepted July 30, 2009)

ABSTRACT

This study analysed the mercury concentration in the hair of 62 students (male : 21, female : 41) of D university in Najusi, Jeon-Nam area. Also, questionnaire, which developed by NIES, were completed by the students. According to the questionnaire, most of the students had a higher intake of meat than that of fish. Also, among the students, there were many smokes and many had dental treatment with amalgam. Based on the gender, female showed 1.024 $\mu\text{g/g}$ and male showed 0.882 $\mu\text{g/g}$ of the mercury concentration. This means that female students had higher level of mercury in their hair, but it was not a significant statistic difference. Comparing by the intake frequency of meat, processed food stuffs, protein foods, it shows the more they at the higher mercury concentration was observed. According to the intake frequency of fish, when the number of times they intake increased, the mercury concentration was higher. Under one time was 0.857 $\mu\text{g/g}$ and twice or more times were 1.152 $\mu\text{g/g}$, which showed a significant statistical difference ($p < 0.05$). Depending on the Life style, the mercury concentration in the hair was high with workout, outdoor activities, and direct smoking. The mercury concentration in the hair showed no difference for whether they received amalgam treatment but the personal dietary habit and the Living condition affects strongly on the mercury concentration level.

Keywords: mercury, hair, concentration, students

I. 서 론

오늘날 우리 사회는 생활양식이 다원화되고, 소득수준이 향상 되어 개인 생활과 의식에 많은 변화를 가져왔다. 그 중 개인의 미용은 남녀노소를 불문하고 관심의 대상이 되고 있으며, 단순한 얼굴 화장에서 요즘에는 머리염색, 문신, 장신구 등 여러 종류의 화장술이 개발되고 있다. 그러나 화장술에 이용되는 여러 종류의 화장품과 머리 염색 약품에 함유하고 있는 자체 성분, 개인적인 체질, 사용 중 오염에 의해 여러 환경보건 문제를 발생시키고 있다. 미용실에서 쉽게 접하게 되는

염색제나 perm제 등과 같은 헤어 관련 제품은 비닐 피롤리돈(vinyl pyrrolidone) 중합체 또는 비닐아세테이트(vinyl acetate)와 무수말레산(maleic anhydride) 등으로 된 고분자 화합물로 구성되어 있다. 이들은 머리카락에 뿌리거나 바르고 난 뒤 유기용매가 휘발하게 되면 머리카락 표면에 고분자 화합물이 남게 되거나 분무하는 과정에서 입자상으로 되어 공기 중에 분산되므로 흡입되거나 피부 또는 눈과 접촉하여 들어올 수도 있고 삼킬 수도 있다. 따라서 이와 관련된 업종에 종사하는 사람들이나 전문 인력을 양성하는 관련 학과에 재학 중인 학생들의 건강에 주의를 야기시키고 있다.¹⁶⁾

또한 화장품이나 염색약에 포함되어 있는 여러 물질 중 중금속은 입, 코, 피부 등을 통해 체내 주요장기에서 장기간 축적이 되면서 인체에 치명적인 피해를 주는 것으로 보고되고 있다. 화장품에 함유되어 있는 중금속은

†Corresponding author : Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang
Tel: 82-41-530-1270, Fax: 82-41-530-1272
E-mail : sonbss@sch.ac.kr

로는 수은(Hg), 납(Pb), 카드뮴(Cd), 비소(As), 구리(Cu), 망간(Mn) 등이 있으며, 그 중 수은은 체내에서 수용성이기 때문에 폐포벽의 지방함유 세포막을 통하여 쉽게 확산된다.¹⁾ 체내에 흡수된 수은은 혈액과 조직 내 단백질과 결합하여 수은의 유리를 어렵게 만들어 체내 축적작용을 일으킨다. 축적된 수은은 화합물의 종류에 관계없이 중추 신경계, 순환기 등에 작용하여 건강장해를 일으키는 것으로 보고되고 있다.²⁾

인체에 치명적인 독성을 주고있는 중금속의 체내 중독과 폭로 정도를 측정하기 위해서는 직접 장기를 떼어내서 측정을 해야 하나, 이 방법은 제약이 따르므로, 인체 시료인 모발, 뇨, 혈액, 손톱 등을 이용하는 방법으로 진행되고 있다. 특히 모발은 타 장기 보다 채취가 용이 하고, 중금속이 장기간 농축되어 있어 인체의 중금속 폭로 정도를 알아내는데 매우 적합한 지표물이며,³⁾ 향후 생체지표의 인체 노출과 용량을 평가하는데 활용도가 매우 클 것으로 생각된다. 또한 모발을 구성하는 keratin 단백질은 산성기를 가지고 있기 때문에 쉽게 금속이온을 흡수한다. 특히 화학적 처리를 받은 모발은 니르카프토기, 술폰기, 카르복실기 등이 증가하기 때문에 금속의 흡착량도 많아진다. 따라서 모발에 함유된 중금속을 분석하여 중금속의 인체 축적 정도를 충분히 판단할 수가 있다.^{17, 18)}

공단지역이나 소각장등의 외부 대기환경오염에 의한 인체영향을 평가하거나, 주거환경에 의한 백그라운드 노출로서의 일반성인과 어린이들을 대상으로 한 연구가 있으나(수은의 인체노출 및 건강영향에 관한 연구, 국립환경과학원, 2007), 20대 청년층을 대상으로 이들의 음식물 섭취 특성 및 생활특성에 따른 수은 노출에 관한 연구는 상당히 미비한 수준이다.

따라서 본 연구에서는 학교 실습에서 많이 사용 · 노출되고 있는 대학생들에 대한 중금속 농도를 파악하고자 화장품이나 염색약 등을 많이 사용하는 전남 나주시에 위치한 D대학교 뷰티디자인학과 학생 62명을 대상으로 모발 중 수은 함량을 조사함으로써, 미용사나 관련학과 학생들의 수은 농도에 관한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 전남 나주시에 위치한 D대학교 학생 62명(남자: 21명, 여자: 41명)을 대상으로 실시하였다. 대상자의 신장, 몸무게, BMI는 Table 1에 제시하였다.

Table 1. BMI of participants in the study

| (Unit : kg/m ²) | | | |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| Gender (N) | Height (cm) (Mean±Std) | Weight (kg) (Mean±Std) | BMI (Mean±Std) |
| Male (20) | 174.55±4.29 | 67.80±8.14 | 22.23±2.31 |
| Female (41) | 161.27±4.69 | 53.19±6.10 | 20.43±2.27 |
| Total (61) | 165.62±7.74 | 57.98±9.67 | 21.02±2.42 |

Table 2. Contents of questionnaire

| Category | Questionnaire |
|---------------------|--|
| General information | Personal information about students and parents |
| Residence | Location, distance to road, housing type, and dwelling period |
| Lifestyle | Time spent outdoor and regularly exercise |
| Passive smoke | Smokers, passive smoke experience, smoking period and amount |
| Dietary | Type of drinking water frequency and amount |
| Fish intake | Fish preference, fish intake frequency and amount |
| Health condition | Current medication, dental record history of illness and vaccination |

2. 연구 방법

1) 설문조사

모발 중 수은농도에 영향을 줄 수 있는 요인을 파악하기 위하여 설문조사를 실시하였다. 설문지는 국립환경과학원에서 개발한 설문지(부록)를 이용하였고, 설문지의 작성은 개인이 직접 작성 하는 것을 원칙으로 하였으며, 구체적인 설문조사 내용은 Table 2와 같다.

2) 모발 중 총 수은(Hg) 분석

(1) 모발시료 채취 및 보관

수은분석을 위한 모발시료의 채취는 후두부 두피로부터 약 5 cm 이내의 모발을 약 3g 이상을 채취하였고, 모발이 짧은 남성의 경우에는 전체 모발을 채취하였다. 채취한 시료는 polyethylene bag에 넣어 시료분석 전까지 데시케이터 안에서 보관하였다.

(2) 시료의 전처리

채취한 모발의 전처리는 모발 중에서 약 2g을 취하여 가위로 세절한 후 모발 표면에 붙어있는 오염물질을 제거하기 위해서 acetone 및 2~3%의 중성세제(Triton X-100, SIGMA-ALDRICH社)를 이용하였다.

즉 모발을 3차 증류수로 2회 세척한 후, 중성세제를 이용하여 2회 세척 후 3차 증류수로 3회 행군 다음, acetone으로 2회 세척 후 3차 증류수로 2회 씻어냈다. 최종적으로 세척한 모발 시료는 105°C의 건조기에서 항량이 될 때까지 건조시킨 후 데시케이터 내에 보관하여 실온으로 건조시켰다.

(3) 분석기기 및 조건

분석에 사용된 기기는 가열기화 골드아말감법을 이용한 자동수은 분석기(SP-3DS, Nippon Instrument Co., Japan)이다. 시료를 고온으로 가열 분해하여 수은을 기화시킨 다음 다공성물질의 표면에 금을 코팅한 골드아말감에 포집시킨 후 가열하여 유리된 수은증기를 파장 253.7nm에서 원자흡광도를 측정 수은의 농도를 구하는 방법이다. 이 방법은 시료를 습식분해하지 않고 수은을 직접 정량할 수 있으며, 시료 중에 포함되어 있는 수은을 간단한 조작으로 신속, 정확하게 고감도로 측정할 수 있다. 자동수은분석기기 및 분석조건은 Table 3에 제시하였다.

(4) 모발 중 총 수은(Hg) 분석절차

검정곡선 작성을 위하여 1000 ml 용량 플라스크에 3차 증류수, 10 mg의 L-cysteine과 2 ml의 HNO₃을 첨가하여 0.01% L-cysteine을 조제하였다. 1000 ppm Hg 표준용액을 0.001% L-cysteine으로 희석하여, 표준시료를 50, 100, 150, 200 ppb로 희석하여 제조한 후 검정곡선을 작성하였다.

모든 모발 시료는 sample boat에 첨가제 MHT, 시료, MHT, BHT, MHT 순으로 Fig. 1과 같이 넣었으

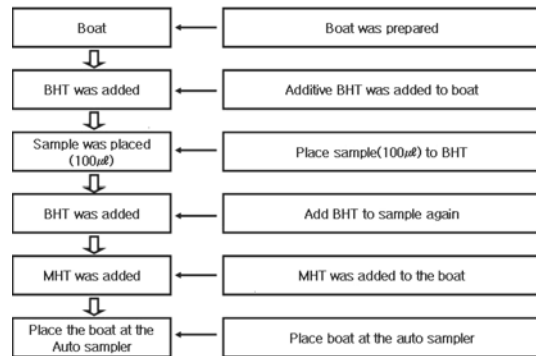


Fig. 1. Mercury analysis progress.

며, 모발시료는 10 mg으로 정확히 평량, 주입하여 Table 2의 조건에서 자동분석기로 분석하였다.

(5) 방법 검출한계 및 정량한계

방법검출한계(MDL, Method Detection Limit) 및 정량한계(LOQ, Practice Quantitation Limit)를 구하기 위하여 7 개의 0.01% L-cysteine 용액에 HgCl₂의 Cl의 농도가 0.5 µg/l가 되도록 첨가하고 시험과정과 동일하게 분석하였다. MDL은 측정값의 표준편차에 student's t 값(n = 7, t = 3.14)을 곱한 결과, 0.08 µg/l이었으며 LOQ는 0.25 µg/l (표준편차×10)로 확인되었다.

3) 통계적 분석

생체시료 분석결과 및 설문자료의 분석을 위하여 SPSS (Ver. 12.0)를 이용하여 분석하였다.

모발 중 수은의 농도분포는 Independent, t-test를 통하여 성별, 흡연유무 등에 따른 수은 농도 차이 검증을 실시하였고, 일원배치 분산분석(ANOVA)을 실시하여 식수종류별에 따른 수은 농도 차이를 검증하였다.

수은 농도에 영향을 주는 요인들의 관련성을 파악하기 위하여 다중회귀분석(Multiple Regression)을 적용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 설문조사결과

설문조사에 따른 일반적인 특성은 다음의 Table 4와 같다. 섭취 관련된 설문조사 결과 학생들의 생선섭취 선호도는 77.4%로 높았으나, 실제로는 육류 섭취빈도(53.2%)가 생선섭취빈도(40.3%) 보다 높은 것으로 조사되었으며, 37.1%로 음용수 중에서는 정수기물을 섭취하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 흡연양상에 따른

Table 3. Condition for Mercury analyzer

| Condition | |
|-----------------|--|
| Method | Gold-amalgam collection method with thermal decomposition by a ceramic tube heater |
| Measuring range | 0.001~1000 ng |
| Carrier gas | purified dry air, 0.5 l/min |
| Sample forms | Solid |
| Sample amount | 10 mg |
| Additive | M ^a +S ^b +M+B ^c +M |
| Heating mode | Standard mode 1 Sample mode 3 |

^aM (MHT): Sodium hydroxide (250 g) :Calcium carbonate (250 g)=1:1 (W:W).

^bS (Sample): Sample.

^cB (BHT): Aluminium oxide.

Table 4. General characteristics of participants in this study (Unit : %)

| Category | Number(%) | |
|------------------------|-------------------|----------|
| Meat instake | ≤1 (a time) | 29(46.8) |
| | ≥2 (a time) | 33(53.2) |
| Processed food instake | ≤1 (a time) | 40(64.5) |
| | ≥2 (a time) | 22(35.5) |
| Protein food instake | ≤3 (a time) | 41(66.1) |
| | ≥4 (a time) | 21(33.9) |
| Fish preference | Like | 48(77.4) |
| | Dislike | 14(22.6) |
| Fish instake | ≤1 (a time) | 37(59.7) |
| | ≥2 (a time) | 25(40.3) |
| Drinking water | Tap water | 15(24.2) |
| | Purified water | 23(37.1) |
| | Bottled water | 8(12.9) |
| | Underground water | 3(4.8) |
| Other | | 13(21.0) |
| | Yes | 24(38.7) |
| Smoke | No | 38(61.3) |
| | Yes | 36(58.1) |
| Passive smoke | No | 26(41.9) |
| | Yes | 41(66.1) |
| Amalgam filling | No | 21(33.9) |

결과에서는 직접 흡연하는 사람에 비해 하지 않는 사람의 비율이 더 높았으며, 간접흡연을 하는 사람의 비율(58.1%)이 높은 것으로 조사되었다. 수은 농도에 영향을 줄 것이라 생각되는 아말감 충전별 수은 농도의 경우, 66.1%의 학생들이 아말감 충진을 받은 것으로 조사되었다.

2. 성별에 따른 수은농도

성별에 따른 모발 중 수은 농도는 Table 5와 같다. 남성과 여성의 농도는 각각 0.882, 1.024 µg/g로 남성에 비해 여성의 농도가 높은 경향을 나타내고 있으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있지는 않았다.

조 등⁴⁾(1984)이 성별을 구분하여 대도시 주민을 대상으로 모발을 조사한 결과 남성 1.75 µg/g로서 여성 0.92 µg/g에 비해 모발 중 수은 농도가 높은 수준으로 나타났고, 이 등⁵⁾(2002)이 성별을 구분하여 모발 중 수은 농도를 평가하였을 경우에, 남성이 평균 1.00 µg/g, 여성 0.96 µg/g로 조사되었다. 그러나 Akagi 등⁶⁾(2000)이 필리핀 초등학교를 대상으로 한 연구에서도 남·여성별간 농도는 비슷한 수준으로 보고하였고, Agusa

Table 5. Hair mercury level according to gender (Unit : µg/g)

| Gender | Number | Mean ^a (Range) | Std ^b | GM ^c | p-value |
|--------|--------|------------------------------|------------------|-----------------|---------|
| Male | 21 | 0.882 (0.53-1.47) | 0.287 | 0.841 | 0.168 |
| Female | 41 | 1.024 (0.27-2.28) | 0.510 | 0.906 | |

^aArithmetic mean.

^bStandard deviation.

^cGeometric mean.

등⁷⁾(2005), Olivere 등⁸⁾(2002)의 연구에서는 성별에 따른 차이가 명확하게 나타나지 않아 본 연구결과와 같은 경향을 보이고 있다.

성별에 따른 수은농도는 개인의 주거환경이나 식생활 등의 생활방식의 차이가 중요한 요인으로 영향을 줄 수 있으므로, 앞으로 이에 대한 구체적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

3. 식이사항에 따른 수은농도

1) 육류, 가공식품, 단백질식품 섭취에 따른 수은농도

모발 중 수은농도와 음식물 섭취와의 관계를 알아보기 위해 육류, 가공식품, 단백질식품과의 관계를 Table 6에 나타내었다.

육류식품, 가공식품, 단백질식품 섭취에 따른 모발 중 수은 농도는 섭취 횟수가 증가함에 따라 높게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. Björnberget 등⁹⁾(2003)의 연구에서는 임신부의 닭고기 섭취가 태아의 수은 노출에도 영향을 미칠 가능성이 있다고 보고하였고, 본 연구의 결과에서도 육류 섭취를 1회 이하로 하는 사람(0.859 µg/g)보다 2회 이상 먹는 사람(1.060 µg/g)의 수은 농도가 높은 경향으로 나타났다. 그러나 육류섭취 횟수만을 가지고 모발 중 수은 농도를 평가하기에는 무리가 있어 향후 육류에서의 수은 농도 조사와 섭취량과의 관계가 함께 병행되어 이루어져야 할 것으로 생각된다.

2) 식수 섭취 종류에 따른 수은농도

식수 섭취 종류에 따른 수은 농도는 수도물 섭취의 경우가 0.907 µg/g, 정수기물 섭취시에는 0.978 µg/g, 시판생수의 섭취는 1.071 µg/g 나타났으며(Table 7), 어린이 머리카락의 수은 농도 결과를 보고한 박¹⁰⁾(2007)의 연구결과에서도 수도물 섭취의 경우 0.67 µg/g, 정수기물 섭취는 0.78 µg/g, 시판생수 섭취는 0.70 µg/g으로 정수기물과 시판생수를 섭취하는 사람들의 수은농도가

Table 6. Hair mercury level according to meat, process food, protein food intake (Unit : µg/g)

| | | Number | Mean ^a (Range) | Std ^b | GM ^c | p-value |
|-----------------------|-------------|--------|---------------------------|------------------|-----------------|---------|
| Meat intake | ≤1 (a time) | 29 | 0.859(0.27-2.09) | 0.400 | 0.779 | 0.078 |
| | ≥2 (a time) | 32 | 1.060(0.30-2.28) | 0.468 | 0.986 | |
| Processed food intake | ≤1 (a time) | 40 | 0.941(0.27-2.10) | 0.411 | 0.861 | 0.408 |
| | ≥2 (a time) | 22 | 1.040(0.30-2.28) | 0.517 | 0.925 | |
| Protein food intake | ≤3 (a time) | 41 | 0.908(0.27-1.69) | 0.332 | 0.847 | 0.172 |
| | ≥4 (a time) | 21 | 1.108(0.30-2.28) | 0.608 | 0.958 | |

^aArithmetic mean.

^bStandard deviation.

^cGeometric mean.

Table 7. Hair mercury level according to drinking water (Unit : µg/g)

| | Number | Mean ^a (Range) | Std ^b | GM ^c | p-value |
|-------------------|--------|---------------------------|------------------|-----------------|---------|
| Tap water | 15 | 0.907(0.44-1.66) | 0.339 | 0.854 | 0.943 |
| Purified water | 23 | 0.978(0.37-2.28) | 0.524 | 0.876 | |
| Bottled water | 8 | 1.071(0.30-2.08) | 0.536 | 0.937 | |
| Underground water | 3 | 0.926(0.27-1.42) | 0.590 | 0.749 | |
| Other | 13 | 1.005(0.43-1.69) | 0.390 | 0.937 | |

^aArithmetic mean.

^bStandard deviation.

^cGeometric mean.

Table 8. Hair mercury level according to fish intake (Unit : µg/g)

| | | Number | Mean ^a (Range) | Std ^b | GM ^c | p-value |
|-----------------|-------------|--------|---------------------------|------------------|-----------------|---------|
| Fish preference | Like | 48 | 1.014(0.27-2.28) | 0.461 | 0.913 | 0.223 |
| | Dislike | 14 | 0.846(0.44-2.09) | 0.396 | 0.787 | |
| Fish instake | ≤1 (a time) | 37 | 0.857(0.27-2.09) | 0.403 | 0.778 | 0.010* |
| | ≥2 (a time) | 25 | 1.152(0.37-2.28) | 0.466 | 1.066 | |

*p<0.05

^aArithmetic mean.

^bStandard deviation.

^cGeometric mean.

수돗물을 섭취하는 사람에 비해 다소 높게 나타나 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타냈다.

3) 어류섭취에 따른 수은농도

인체 내 수은노출의 가장 큰 원인으로 알려진 어패류 섭취와의 관계를 보기 위해 어류섭취 선호도와 일정 기간별 생선섭취 횟수에 따른 모발 중 수은농도를 Table 8에 나타내었다. 연구 대상자들의 생선식품 선호도에 따른 수은 농도의 경우, 선호 1.014 µg/g로 비선호 0.846 µg/g보다 높은 농도를 보였으며, 생선섭취에 따른 수은 농도는 1회 이하 0.846 µg/g보다 2회 이상이 1.014 µg/g로 높은 농도를 보였다. 생선식품 선호도 및 생선섭취에 따른 수은농도는 통계적으로 유의한 차이를 보이지

않았으나, 생선섭취 횟수가 증가할수록 머리카락 중의 수은 농도는 약간 높아지는 경향을 보이고 있다. Airey¹¹⁾(1983)가 조사한 생선섭취 빈도에 따른 두발 중 평균 수은농도를 보면 1개월에 1회 미만 섭취 시 1.4 ppm, 주 2회 섭취는 1.9 ppm, 주 1회 섭취시는 2.5 ppm, 하루 1번 이상 섭취시는 11.6 ppm으로 생선 섭취 빈도가 높아짐에 따라 두발 중 수은 함량도 크게 높아졌다고 나타나 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보였다.

4. 생활 습관에 따른 수은농도

신체활동(어떤 목적을 이루려고 일정한 규칙과 방법에 따라 힘쓰는 일, 활동) 및 야외활동, 직, 간접흡연

Table 9. Hair mercury level according to life a habit (Unit : $\mu\text{g/g}$)

| | | Number | Mean ^a (Range) | Std ^b | GM ^c | p-value |
|------------------|--------------------|--------|---------------------------|------------------|-----------------|---------|
| Body activity | Yes | 25 | 1.016(0.54-2.10) | 0.433 | 0.942 | 0.568 |
| | No | 37 | 0.949(0.27-2.28) | 0.465 | 0.845 | |
| Outdoor activity | ≤ 10 (a time) | 42 | 0.989(0.27-2.28) | 0.471 | 0.890 | 0.741 |
| | ≥ 10 (a time) | 20 | 0.948(0.43-1.69) | 0.412 | 0.869 | |
| Smoke | Yes | 24 | 0.993(0.54-2.08) | 0.393 | 0.928 | 0.813 |
| | No | 38 | 0.965(0.27-2.28) | 0.487 | 0.856 | |
| Passive Smoke | Yes | 36 | 0.960(0.30-2.08) | 0.387 | 0.888 | 0.747 |
| | No | 26 | 0.998(0.27-2.28) | 0.532 | 0.877 | |

^aArithmetic mean.^bStandard deviation.^cGeometric mean.

여부에 따른 모발 중 수은농도를 Table 9에 나타내었다. 신체활동 여부의 경우 신체활동을 한다고 응답한 사람(1.016 $\mu\text{g/g}$)이 안한다고 응답한 사람(0.949 $\mu\text{g/g}$)보다 높은 농도를 나타내었다.

흡연여부에 따른 수은농도는 직접흡연을 하는 경우가 0.993 $\mu\text{g/g}$ 로 하지 않는 사람 0.965 $\mu\text{g/g}$ 에 비해 높은 농도를 보이는 것으로 조사되었다. Mortada 등³⁾(2002)의 연구 결과, 흡연자에서 0.25 $\mu\text{g/g}$, 비흡연자 0.21 $\mu\text{g/g}$ 로 본 연구결과와 같이 흡연에 따른 수은 농도는 큰 차이가 없었다. 또한 Batista 등¹³⁾(1996)의 연구에서도 흡연에 따라 모발 중 수은농도가 유의하지 않다고 보고하고 있어, 흡연에 따른 차이가 모발 중 수은 농도에 주는 영향은 낮은 것으로 생각되나, 보다 더 명확한 흡연과의 관련성 여부를 확인하기 위해서는 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

5. 치과 아말감 충전별 수은농도

최근 6개월 이내 아말감 충전에 따른 모발 중 수은

의 농도는 Table 10과 같다. 본 연구 대상자의 경우 최근 6개월 이내에 치과에서 아말감 충진을 받은 그룹의 모발 중 수은의 농도는 0.966 $\mu\text{g/g}$ 로 조사되었으며, 비충진 그룹의 수은농도는 0.996 $\mu\text{g/g}$ 로 비슷한 수준이었고, Kim 등¹⁵⁾이 1~15세를 대상으로 한 연구에서도 아말감 충진에 의한 통계적 유의성은 보고되지 않았다. Counter 등¹³⁾에 의하면 대부분의 치과에서 충전시 주요한 금속으로 무기수은이 함유된 아말감을 사용하기 때문에 Hg⁰ 인체노출의 주원인은 치과 아말감이라고 보고하고 있다. 그러나 본 연구결과에서 검토한 모발에서의 수은함유량은 주로 유기수은 화합물을 의미하므로,¹⁴⁾ 아말감 충전으로 인한 인체의 수은 노출의 정확한 영향을 보기 위해서는 무기수은의 영향을 반영하는 요에서의 수은분석도 함께 이루어져야 할 것으로 생각된다.

6. 다중회귀분석 결과

대상자들의 모발 중 수은농도에 영향을 주는 요인을

Table 10. Hair mercury level according to amalgam filling (Unit : $\mu\text{g/g}$)

| | | Number | Mean ^a (Range) | Std ^b | GM ^c | p-value |
|-----------------|-----|--------|---------------------------|------------------|-----------------|---------|
| Amalgam filling | Yes | 41 | 0.966(0.27-2.28) | 0.480 | 0.859 | 0.802 |
| | No | 21 | 0.996(0.53-2.09) | 0.396 | 0.932 | |

^aArithmetic mean.^bStandard deviation.^cGeometric mean.**Table 11.** Multiple regression analysis model about mercury exposure factors

| Input variables | R ² | Adjusted R ² | S.E | p-value |
|---|----------------|-------------------------|-------|---------|
| Gender, Body activity, Outdoor activity, Smoke, Passive Smoke, Road distance, Drinking water, Meat intake, Protein food intake, Fish intake | 0.240 | 0.091 | 0.188 | 0.130 |

S.E=Standard error of estimate.

Table 12. Multiple regression analysis result

| | β | S.E | p-value |
|---------------------|---------|-------|---------|
| Gender | -0.245 | 0.068 | 0.145 |
| Body activity | 0.137 | 0.059 | 0.361 |
| Outdoor activity | -0.131 | 0.058 | 0.345 |
| Smoke | 0.264 | 0.073 | 0.152 |
| Passive Smoke | 0.192 | 0.063 | 0.233 |
| Road distance | -0.087 | 0.057 | 0.531 |
| Drinking water | 0.051 | 0.052 | 0.699 |
| Meat intake | 0.168 | 0.06 | 0.276 |
| Protein food intake | 0.087 | 0.054 | 0.504 |
| Fish intake | 0.302 | 0.056 | 0.036 |
| R-square | | 0.240 | |

S.E: Standard error.

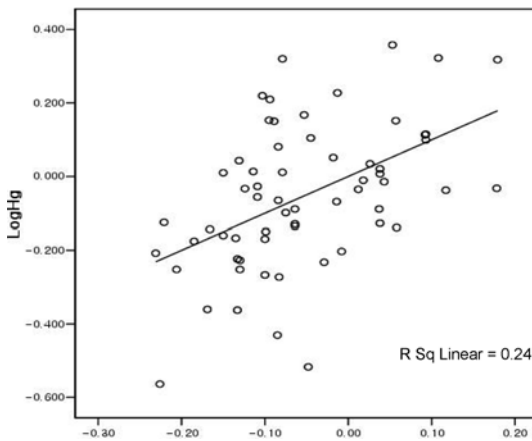


Fig. 2. Correlation between measured value and predicted value.

알아보기 위하여 다중회귀분석을 실시하였고(Table 11, 12), Fig. 2에 다중회귀분석 결과에 따른 예측 값을 구하여 실측값과 상관관계를 나타내었다.

분석결과 성별, 신체활동유무, 야외활동, 직·간접흡연유무, 도로와의 인접거리, 식수종류, 육류섭취빈도, 단백질식품섭취빈도, 생선섭취빈도가 모발 중 수은농도에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 모발 중 총 분산에 대해 24.0%의 기여도를 나타내었다.

IV. 결론

본 연구는 전남 나주시에 위치한 D대학교 학생 62명(남자: 21명, 여자: 41명)을 대상으로 모발 중 수은 농도를 분석하였으며, 결과는 다음과 같다.

1. 연구 대상자의 성별에 따른 수은 농도는 여성이 1.024 $\mu\text{g/g}$, 남성이 0.882 $\mu\text{g/g}$ 로 여성이 남성에 비해 높은 농도를 보였으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

2. 연구 대상자의 육류, 가공식품, 단백질식품 섭취에 따른 수은 농도를 비교 분석해 보았을 때, 세 가지 식품 모두 2회 이상 섭취의 경우 1.060 $\mu\text{g/g}$, 1.040 $\mu\text{g/g}$, 1.108 $\mu\text{g/g}$ 으로 섭취 횟수가 증가할수록 수은농도가 높은 것으로 조사되었다.

3. 연구 대상자의 생선섭취빈도에 따른 수은 농도는 1회 미만 섭취의 경우 0.857 $\mu\text{g/g}$, 2회 이상 섭취는 1.152 $\mu\text{g/g}$ 으로 섭취빈도가 높을수록 수은농도가 높게 조사되었으며, 통계적으로도 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

4. 연구 대상자의 생활습관 요인별 수은 농도의 경우 신체활동, 직접흡연을 한다고 응답한 대상자가 모발 중 수은 농도가 1.016 $\mu\text{g/g}$, 0.993 $\mu\text{g/g}$ 으로 높은 경향을 보였다.

5. 연구 대상자의 치과 아말감 충전 여부에 의한 모발 중 수은 농도는 차이가 없었다. 이는 아말감 충전 여부 보다는 오히려 개인의 식습관이나 생활환경에 의한 영향이 더 크게 작용한 것이라 생각된다.

참고문헌

1. Lee, J. H. : Mercury level in blood and urine of a primary school children in Korea. Soonchunhyang University Graduate School, 2006.
2. Johnsson, C., Sallsten, G., Schutz, A., Sjors, A., Bergregard, L. : Hair mercury levels versus freshwater fish consumption in household members of Swedish angling societies. *Environmental Research*, **96**, 257-63, 2004.
3. Mortada, W. I., Sobh, M. A., El-Defrawy, M. M., Faragat, S. E. : Reference intervals of cadmium, lead, and mercury in blood, urine, hair, and nails among residents in Mansoura city, Nile Delta, Egypt. *Environmental Research Section*, **90**, 104-110, 2002.
4. Cho, Y. S., Park, J. J., Chung, S. U., Shin, D. Y., Lee, M. S., Cho, J. H., Han, Y. M. : Studies on trace metal levels of megalopolis citizens scalp hair. *National Institute of Environmental Research*, **6**, 239-249, 1984.
5. Lee, I. H. : A study on the contents of heavy metals in hairs by sex and coloring. *Journal of Korean Society Hygienic Sciences*, **8**, 67-74, 2002.
6. Akagi, H., Castillo, E. S., Cortes-Maramba, N., Francisco-Rivera, A. T., Timbang, A. T. : Health assessment for mercury exposure among schoolchildren residing near a gold processing and refining plant in Apokon, Tagum, Davao del Norte, Philippines. *The*

- Science of the Total Environment*, **259**, 31-43, 2000.
7. Agusa, T., Kunito, H., Iwata, H., Monirith, I., Tana, T. S., Subramanian, A., Tanabe, S. : Mercury contamination in human hair and fish from Cambodia: levels, specific accumulation and risk assessment. *Environmental Pollution*, **134**, 79-86, 2005.
 8. Olivero, J., Johnson, B., Arguello, E : Human exposure to mercury in San Jorge river Basin, Colombia (South America). *The Science of the Total Environment*, **289**, 41-47, 2002.
 9. Bjönberg, K. A., Vahter, M., Petersson-Graw, K., Glynn, A., Cnattingius, S., Darnerud, P. O., Atuma, S., Aune, M., Becker, W., Berglund, W. : Methyl Mercury and inorganic mercury in swedish pregnant women and in cord blood: influence of fish consumption. *Environmental Health Perspectives*, **111**, 637-641, 2003.
 10. Park, H. J. : Mercury level in hair of primary school children in Korea and China. Soonchunhyang University, Graduate School, 2007.
 11. Airey, D. : Mercury in human hair due to environment and diet. a review. *Environ Health Peerspect*, **52**, 303-316, 1983.
 12. Batista, J., Schuhmacher, M., Domingo, J. L., Corbella, J. : Mercury in hair for a child population from Tarragona Pronince, Spain. *The Science of the Total Environment*, **193**, 143-148, 1996.
 13. Counter, S. A., Buchanan, L. H. : Mercury exposure in children. a review. *Toxicology and Applied Pharmacology*, **198**, 209-230, 2004.
 14. Pesch, A., Wilhelm, M., Rostek, U., Schmitz, N., Weishoff-Houben, M., Ranft, U., Idel, H. : Mercury concentrations in urine, scaip hair, saliva in children from Germany. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, **12**, 252-258, 2002.
 15. Kim, S. A., Jeong, C. K., Peak, D. M. : Hair mercury concentrations of children and mothers in Korea. Implication for exposure and evaluation. *The Science of the Total Environment*, **402**, 36-42, 2008.
 16. Song, M. R. : Air pollutants and personal exposure of Beauty Shops in Kwangju metropolitan city. Kwangju Women's University, Graduate School, 2004.
 17. Lee, I. H. : Study on the heavy metal contents in the hair. Catholic University of Daegu, Graduate School, 2001.
 18. Kwon, H. H. : Studies on the interrelation between some chronic diseases and trace elements in human hair. SungShin Women's University, Graduate School, 1988.