



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



**저작자표시.** 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



**비영리.** 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



**변경금지.** 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학 석사학위 논문

흡연시 포함된 중금속과 혈압 및  
지질대사와의 관계

아주대학교 대학원

의학과

홍두희

흡연시 포함된 중금속과 혈압 및  
지질대사와의 관계

지도교수 박 셋 별

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2008년 2월

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

홍 두 희

홍두희의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 박 셋 별 인

심사위원 이 경 중 인

심사위원 이 순 영 인

아 주 대 학 교 대 학 원

2007년 12월 21일

## 흡연시 포함된 중금속과 혈압 및 지질대사와의 관계

**연구 배경:** 담배는 심혈관 질환의 발생 및 진행의 주요 위험 인자로 알려져 있으며, 소량의 다양한 중금속을 함유하고 있다. 중금속은 심혈관 질환의 원인이 될 수 있다는 여러 보고가 있었으며, 모발을 이용한 조직미네랄 검사는 중금속 분석에 유용한 도구이다. 따라서 본 연구에서는 모발 검사를 통하여 흡연자와 비흡연자간 체내 축적된 중금속 농도의 차이를 알아보고, 혈압 및 지질대사와의 관련성을 알아보았다.

**방법:** 2004년 1월부터 2007년 1월까지 일개 대학병원 건강검진센터와 가정의학과 외래에서 인구사회학적 특성을 설문조사 하였다. 신체 계측 및 혈압 측정과 공복시 혈액검사를 통해 지질 농도를 측정하였으며 모발 조직 미네랄 검사를 시행하였다. 흡연력에 대한 자료가 확보된 236명을 대상으로 흡연 여부와 모발 조직 미네랄 검사를 통해 납, 카드뮴, 수은, 알루미늄의 농도를 구하였고, 중금속에 따른 혈압 및 혈중 지질의 차이를 알아보았다.

**결과:** 현재흡연자의 평균 수축기혈압은  $121.4 \pm 16.3$ mmHg, 평균 이완기혈압은  $79.5 \pm 11.5$ mmHg, 과거흡연자의 평균 수축기혈압은  $125.6 \pm 13.8$ mmHg, 평균 이완기혈압은  $81.3 \pm 10.2$ mmHg 였으며 비흡연자의 평균 수축기혈압은  $117.2 \pm 15.9$ mmHg, 평균 이완기혈압은  $75.1 \pm 11.3$ mmHg였다. 흡연 여부에 따른 중금속 농도는 수은에서 현재흡연자, 과거흡연자, 비흡연자 군간 유의한 차이가 있었으며 흡연 갑년이 증가될수록 수축기혈압 및 이완기혈압이 증가되는 양의 상관관계를 보였다. 수은이 정상인 군에 비하여 정상보다 높은 군에서 혈압이 높았으며 중성지방이 높고 고밀도콜레스테롤이 낮았다.

**결론:** 흡연시 포함된 수은은 체내 잔류하여 혈압 상승의 위험 인자가 되며, 체내 수은이 높을수록 혈압 상승 및 이상 지질대사의 위험이 증가한다. 따라서 우리가 소비하는 담배 및 식품의 수은 함량에 대한 연구가 수반되어야 하겠다.

---

**핵심어:** 흡연, 중금속, 수은, 혈압, 지질대사

## 차 례

국문요약 .....	i
차례 .....	iii
그림 차례 .....	iv
표 차례 .....	v
I. 서론 .....	1
II. 연구대상 및 방법 .....	3
A. 연구대상 .....	3
B. 연구방법 .....	3
C. 통계처리 .....	4
III. 결과 .....	6
IV. 고찰 .....	13
V. 결론 .....	16
참고문헌 .....	17
ABSTRACT .....	23

## 그림 차례

Fig. 1. The relationship between mercury concentration and systolic blood pressure. ....	10
Fig. 2. The relationship between mercury concentration and diastolic blood pressure. ....	11



## 표 차례

Table 1. Baseline characteristics of the study subjects. ....	8
Table 2. Mean heavy metal concentrations according to smoking status. .....	9
Table 3. Comparison of mean blood pressure and plasma lipid profile according to mercury level. ....	12

## I. 서 론

담배는 심혈관 질환의 발생 및 진행의 주요 위험 인자로 알려져 있다 (Jacobs 등, 1999). 흡연시 혈소판 및 혈관의 이상(Nowak 등, 1987) 및 지혈과정의 이상기능을 유도하며(Kannel 등, 1987) 혈관을 수축시키고 맥박수를 빠르게 하여(Rhee 등, 2007) 혈압을 높이는 것으로 알려져 있다. 이러한 심혈관계 문제 이외 악성 질환 및 호흡기계 질환의 원인이 되며(대한가정의학회, 2003) 소량이기는 하나 수은, 카드뮴, 납, 알루미늄 등의 다양한 중금속을 함유하고 있다 (Chiba와 Masironi, 1992). 납과 카드뮴이 관상동맥의 죽상경화증 및 고혈압을 유발하는 원인이 된다는 것은 여러 문헌에서 언급되었으며(Subramanyam 등, 1992; Nomiyama 등, 2002) 수은 중독으로 인하여 고혈압 및 빈맥 발생이 가능하다(Wössmann 등, 1999). 따라서 중금속은 고혈압을 일으키는 여러 인자 중 하나로 설명할 수 있다. 중금속의 주된 인체 유입 경로는 크게 두 가지로 설명할 수 있는데, 오염된 식품을 섭취하여 소화관에서 흡수되는 경로와 호흡 과정에서 대기중에 포함된 중금속을 흡입하는 과정으로 나눌 수 있다(Kershaw 등, 1980; Ryan 외, 1999). 이러한 과정을 통하여 인체 내로 들어온 중금속은 각각의 조직에 불균일한 농도로 축적되므로 혈중 또는 소변에서의 중금속 농도로 전체의 중금속 축적 정도를 파악하기는 무리가 따른다(Gill 등, 2002).

모발은 한 달에 약 1cm 성장하여 3개월 정도 자라면 대략 3cm 길이가 된다. 이 모발을 채취하여 과거 약 3개월간의 미네랄의 변화를 확인하는 검사가 모발을 이용한 조직미네랄 검사이다. 기존에 체내 미네랄을 확인하기 위해 흔히 사용된 혈액 검사의 경우 세포와 조직에서의 미네랄 함량의 변화가 나타난 이후 혈액에 반영되며, 혈액 자체가 항상성을 유지하는 능력이 있어 혈액 검사로 정상이라 하더라도 조직내 미네랄 농도가 비정상일 수 있다(Suzuki 등, 1984; 오한진, 2003). 이러한 특징 때문에 모발을 이용한 조직미네랄 검사는 중금속을 분석하거나 약물중독의 진단적인 도구로 쓰여 왔다(Graham 등, 1989; Cernichiari 등, 1995; Nowak, 1998).

따라서 본 연구에서는 모발 검사를 통하여 흡연자와 비흡연자간 체내 축적된 중금속 농도의 차이를 알아보고, 혈압 및 지질대사와의 관련성을 알아보았다.

## II. 연구대상 및 방법

### A. 연구대상

2004년 1월부터 2007년 1월까지 일개 대학병원 건강검진센터와 가정의학과 외래에서 모발검사를 시행한 665명 중에서 건강검진센터 설문지에서 흡연 여부를 기록하지 않은 13명 및 외래에서 모발검사를 하였으나 흡연력에 대한 자료가 미비한 416명을 제외한 236명을 대상으로 하였다. 대상자의 연령은 16세부터 75세까지였다.

### B. 연구방법

정형화된 설문지를 통하여 나이, 흡연력, 음주력, 활동 정도를 조사하였다. 현재 흡연하는 사람을 현재흡연군, 과거에 흡연을 하였으나 금연 후 1개월 이상 경과된 사람을 과거흡연군, 한번도 흡연하지 않은 사람을 비흡연군으로 분류하고 하루 흡연량 및 흡연 기간을 기록하도록 하였다. 음주를 하는 경우 1주일 평균 음주 횟수와 1회 음주시 술의 종류, 양을 확인하였고, 과거에 마셨으나 현재 금주인 경우 음주당시 하루 음주량과 음주 기간을 조사하였다. 알코올 함량은 주종별 단위 용량당 알코올과 알코올 비중(0.79g/ml)을 감안하여 평균 순수 알코올 소비량을 계산하였다. 활동 정도는 하루 종일 거의 누워 있는 경우는 안정 상태로, 타이피스트, 운전, 사무직, 연주가, 학생, 글쓰기, 교사 등의 직업을 갖거나 일상적인 집안일, 보통 속도로 걷는 경우에는 좌식생활로, 아기보기, 페인트 칠하기 등의 활동을 하거나, 오락으로서의 운동을 하는 경우(자전거, 탁구 등)에는 가벼운 생활로, 간호사, 목공, 짐 들기 등의 활동을 하거나 빨리 걷기, 규칙적인 운동(자전거, 배드민턴, 수영, 조깅 등)을 하는 경우에는 중등 활동으로, 운동선수, 농업, 임업, 광업 등의 직업을 갖거나 등산을 하는 경우에는 심한 활동의 5개 군으로 나누었다.

키(m)와 체중(kg)은 신발을 벗고 가벼운 옷을 입은 상태에서 신체계측기(Fanics, S. Korea)를 이용하여 측정하였다. 체질량지수(Body mass index, 이하

BMI는 측정된 키(m)와 체중(kg)을 이용하여 계산하였다( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). 혈압은 TM-2655P (PMS Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며 고혈압의 정의는 JNC 7(Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure) 기준에 따라 140/90mmHg 이상으로 하였다. 총콜레스테롤, 중성지방, 저밀도지단백콜레스테롤, 고밀도지단백콜레스테롤은 8시간 이상 금식 후 혈액을 채취하여 자동화분석기(TBA 2000FR, Toshiba, Japan)을 이용하여 분석하였다. 머리카락내 중금속 검사를 위하여 약 2주 정도 염색제 및 퍼머를 시행하지 않고 모발 채취 48시간 이내에는 세척을 피하도록 하였다. 주로 후두부와 목덜미 여러 군데에서 두피에서 가까운 약 5cm 이내의 모발을 건조중량으로 약 150mg 이상 채취하여 한국 TEI(Trace Elements, Inc)에 분석을 의뢰하였다. 한국 TEI에서는 수거한 모발을 미국 TEI(Dallas, TX, USA) 검사소로 보냈다. 검사소에서는 먼저 채취한 모발을 탈 이온수로 2회 세척하고, 3mm 이하의 길이로 더욱 가늘게 자른 후 금속 측정용 질산과 함께 시험관에 넣어 마이크로파 오븐(CEM Mars 5 Plus Microwave Digestion Apparatus, CEM corporation, Matthew, NC, USA)을 이용하여 70도에서 20분간 방치 후 온도를 천천히 올린 다음 115도에서 15분간 더 방치하여 가열분해 하였다. 분해된 표본을 냉각하고 탈 이온수로 희석하여 유도 결합 플라즈마 질량 분석기(Sciex Elan 6100, Perkin-Elmer corporation, Foster, CA, USA)를 이용하여 포함된 미네랄의 양을 분석하였다(Miekeley 등, 2001). 측정된 미네랄 농도는 ppm으로 보고하였다.

### C. 통계처리

통계를 위한 프로그램은 SPSS 11.5를 사용하였다. 기본 특성에 대하여 평균 및 표준편차를 구하였고, 흡연여부 및 흡연량(갑년)과 조직미네랄검사를 통한 중금속의 비교는 일원변량분석(one-way ANOVA)을 시행하였다. 수은 농도에 따른 혈압의 관계를 구하기 위하여 피어슨 상관분석을 하였고 수은 농도가 정상범위인 군과 정상보다 높은 군의 혈압 및 혈중 지질 비교를 위하여 나이를 보정

한 후 공변량분석(ANCOVA)를 시행하였다. 통계적 유의성은  $P < 0.05$ 로 하였다.

### Ⅲ. 결 과

#### A. 연구대상자의 일반적 특성

총 236명의 자료를 수집하였으며 이 중 남자가 148명, 여자가 88명 이었다. 현재흡연자의 평균 수축기혈압은  $121.4 \pm 16.3 \text{mmHg}$ , 평균 이완기혈압은  $79.5 \pm 11.5 \text{mmHg}$ , 과거흡연자의 평균 수축기혈압은  $125.6 \pm 13.8 \text{mmHg}$ , 평균 이완기혈압은  $81.3 \pm 10.2 \text{mmHg}$  였으며, 비흡연자의 평균 수축기혈압은  $117.2 \pm 15.9 \text{mmHg}$ , 평균 이완기혈압은  $75.1 \pm 11.3 \text{mmHg}$ 였다. 수축기혈압, 이완기혈압, 나이, 혈중중성지방, 일회음주량은 각 군간 유의한 차이가 있었으나 혈중총콜레스테롤, 혈중고밀도지단백콜레스테롤, 혈중저밀도지단백콜레스테롤, BMI, 활동 정도는 차이가 없었으며 분포는 (Table 1)과 같다.

#### B. 흡연 여부에 따른 중금속의 농도 차이

수은, 납, 카드뮴, 알루미늄의 농도가 현재흡연자, 과거흡연자, 비흡연자 군에서 어떤 차이를 보이는지 확인하였다. 흡연자의 모발에서의 수은 농도가  $2.34 \text{ppm}$ , 과거흡연자는  $2.65 \text{ppm}$ , 비흡연자는  $1.41 \text{ppm}$ 으로 각 군간 차이가 통계적으로 유의하였으며 흡연의 과거력이 있는 군에서 높게 나왔으나 납, 카드뮴, 알루미늄은 각 군간 유의한 차이를 보이지 않았으며 각각의 값은 (Table 2)에 제시하였다.

#### C. 수은 농도와 고혈압, 고지혈증과의 관계

수은 농도에 따른 수축기혈압과 이완기혈압의 상관 관계를 그래프로 나타내었다. 수축기혈압 및 이완기혈압에서 수은 농도와 양의 상관 관계가 있음을 확인하였으며 이완기혈압이 수축기혈압에 비해 더 강한 상관 관계가 있었다. 수축기혈압과 수은 농도와의 관계를 (Fig. 1)에, 이완기혈압과 수은 농도와의 관계를 (Fig. 2)에 나타내었다. 정상 및 높은 수은 농도에 따라 혈압 및 혈중 지질 정도를 나이를 보정하여 비교하였다. 수은 농도가 정상보다 높은 군에서의 평균 수축

기혈압은  $123.9 \pm 13.8 \text{ mmHg}$ , 평균 이완기혈압은  $80.6 \pm 10.7 \text{ mmHg}$ , 정상인 군에서의 평균 수축기혈압은  $117.6 \pm 16.9 \text{ mmHg}$ , 평균 이완기혈압은  $75.6 \pm 11.5 \text{ mmHg}$ 이었다. 또한 수은 농도가 정상보다 높은 군에서의 중성지방이 정상군보다 높았으며 고밀도지단백콜레스테롤은 정상군보다 낮았다. 그 밖의 혈중 지질 정도는 (Table 3)에 나타내었다.



**Table 1. Baseline characteristics of the study subjects.**

Variables	Mean $\pm$ SD			<i>P</i> -value
	Current smoker (n=70)	Ex-smoker (n=54)	Non-smoker (n=112)	
Age (year)	44.6 $\pm$ 6.2	49.3 $\pm$ 10.4	44.9 $\pm$ 11.5	0.015
Smoking (packyear)	25.8 $\pm$ 15.4	29.7 $\pm$ 20.4	0	
Male/Female	64/6	51/3	33/79	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.4 $\pm$ 3.3	24.0 $\pm$ 3.5	23.2 $\pm$ 3.0	0.44
Alcohol intake (g/day)	86.6 $\pm$ 75.2	61.8 $\pm$ 34.9	53.2 $\pm$ 48.4	0.029
Activity grade*	1.4 $\pm$ 0.8	1.6 $\pm$ 1.0	1.5 $\pm$ 0.9	0.361
Systolic BP (mmHg)	121.4 $\pm$ 16.3	125.6 $\pm$ 13.8	117.2 $\pm$ 15.9	0.005
Diastolic BP (mmHg)	79.5 $\pm$ 11.5	81.3 $\pm$ 10.2	75.1 $\pm$ 11.3	0.001
Total cholesterol (mg/dL)	186.9 $\pm$ 31.8	188.2 $\pm$ 29.1	184.7 $\pm$ 33.3	0.788
Triglyceride (mg/dL)	163.4 $\pm$ 107.2	145.8 $\pm$ 96.1	114.9 $\pm$ 71.0	0.001
HDL-C (mg/dL)	51.0 $\pm$ 13.6 <sup>†</sup>	52.5 $\pm$ 12.3 <sup>‡</sup>	55.7 $\pm$ 12.8 <sup>¶</sup>	0.070
LDL-C (mg/dL)	100.8 $\pm$ 30.6 <sup>  </sup>	109.3 $\pm$ 27.5 <sup>§</sup>	107.0 $\pm$ 30.6 <sup>¶</sup>	0.285

*P*-values for comparison between groups; one-way ANOVA for variables

\*: no physical activity: 0, sedentary activity: 1, mild activity: 2, moderate activity: 3, severe activity: 4

<sup>†</sup> : n=66, <sup>‡</sup> : n=45, <sup>¶</sup>: n=97, <sup>||</sup> : n=65, <sup>§</sup>: n=44,

SD: standard deviation, BMI: body mass index, BP: blood pressure, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol

**Table 2. Mean heavy metal concentrations according to smoking status.**

Heavy metal	Mean $\pm$ SD(ppm)			<i>P</i> -value
	Current smoker (n=70)	Ex-smoker (n=54)	Non-smoker (n=112)	
Hg	2.34 $\pm$ 1.19	2.65 $\pm$ 1.63	1.41 $\pm$ 1.15	0.000
Pb	1.37 $\pm$ 1.22	1.48 $\pm$ 1.36	1.24 $\pm$ 1.55	0.572
Cd	0.036 $\pm$ 0.063	0.027 $\pm$ 0.043	0.024 $\pm$ 0.038	0.206
Al	5.81 $\pm$ 4.39	5.37 $\pm$ 2.78	6.07 $\pm$ 5.23	0.646

*P*-values for comparison between groups; one-way ANOVA for variables  
SD: standard deviation, Hg: mercury, Pb: lead, Cd: cadmium. Al: aluminum

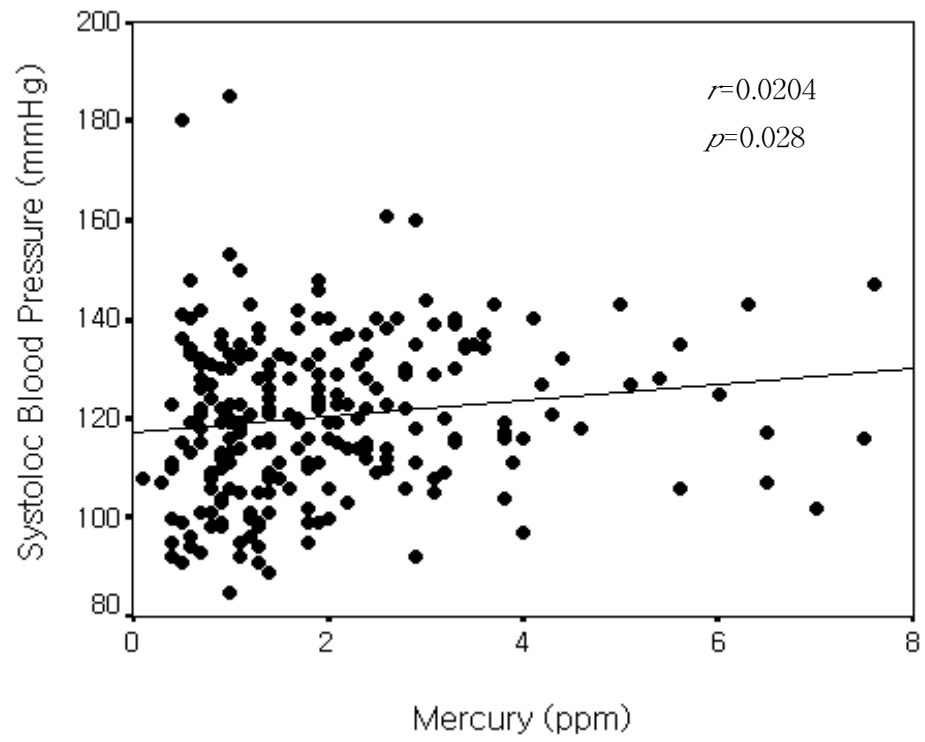


Fig. 1. The relationship between mercury concentration and systolic blood pressure.

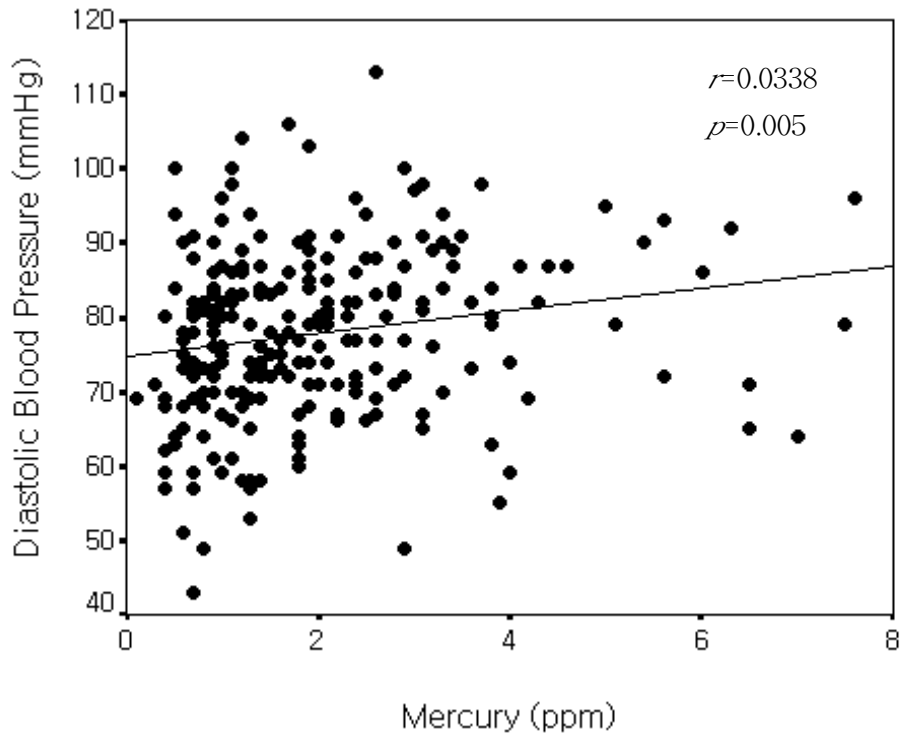


Fig. 2. The relationship between mercury concentration and diastolic blood pressure.

**Table 3. Comparison of mean blood pressure and plasma lipid profile according to mercury level.**

Variables	Mean $\pm$ SD		<i>P</i> -value <sup>†</sup>
	Normal Hg level (n=133)	High Hg level (n=103)	
Systolic BP (mmHg)	117.6 $\pm$ 16.9	123.9 $\pm$ 13.8	0.012
Diastolic BP (mmHg)	75.6 $\pm$ 11.5	80.6 $\pm$ 10.7	0.003
Total cholesterol (mg/dL)	183.8 $\pm$ 31.9	189.2 $\pm$ 31.7	0.266
Triglyceride (mg/dL)	122.4 $\pm$ 74.9	154.3 $\pm$ 106.1	0.006
HDL-C (mg/dL)	55.4 $\pm$ 12.6	51.2 $\pm$ 13.3	0.020
LDL-C (mg/dL)	104.2 $\pm$ 28.5	107.2 $\pm$ 31.8	0.613

<sup>†</sup> : ANCOVA, adjusted by age.

SD: standard deviation, Hg: mercury, BP: blood pressure, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol.

## IV. 고 찰

신체 조직을 이용한 조직 미네랄 검사를 통한 중금속 검사는 현재 상태의 중금속을 반영하는 것이 아니라 조직이 성장하는 동안의 평균치를 반영한다는 점에서 만성적인 중금속 노출을 확인하는 데 유용하다(오한진, 2003). 여러 신체 조직 중에서 모발은 채취, 보관, 이동이 용이하며 길이 성장을 하면서 성장 당시의 인체의 상태를 반영한다는 장점이 있다(Willers 등, 1988). 혈액의 수은 농도에 비해 뇌는 5배, 머리카락은 250배 더 높은 수은을 함유하고 있으며, 모발의 납 농도는 혈액의 납 농도에 비해 150-200배 높다(Gill 등, 2002). 따라서 중금속의 미세한 변화를 확인하는 데 모발 조직 미네랄 검사는 유용한 지표가 된다. 본 연구의 참고치는 미국 TEI사의 자료를 참조하였는데, 이 자료는 건강한 성인 2200명(북아메리카인 57%, 유럽인 17%, 남아메리카인 16%, 아시아인 12%)의 모발을 대상으로 측정한 값이다(Watte, 1995).

담배는 알루미늄, 카드뮴, 크롬, 구리, 납, 망간, 수은, 니켈 등을 함유하고 있으며 각각의 금속별로 담배가 체내 중금속이 축적되는 원인으로 기여하는 바가 다르다. 알루미늄, 카드뮴이 축적되는데 담배가 많은 역할을 하나 수은, 납의 경우는 담배를 포함한 여러 다양한 경로를 통해서도 체내에 축적된다(Bernhard 등, 2005). 흡연자의 경우 비흡연자에 비해 더 많은 양의 중금속을 축적하게 되는데, 오스트리아의 비엔나와 이탈리아의 로마에 거주하는 성인 남녀의 경우 지역적인 차이보다 흡연 여부에 따라 카드뮴, 납의 축적 정도가 달랐다(Wolfspurger 등, 1994). 담배와 신독성에 관한 연구에서는 흡연자의 혈액 및 모발에서 카드뮴과 납의 농도가 높았으나 그것이 신장에 독성을 일으킬 만큼의 농도가 되지는 않았다(Mortada 등, 2002). 흡연으로 인한 체내 중금속 축적은 간접흡연에서도 나타나게 되며(Chiba와 Masironi, 1992). 이는 성인뿐만 아니라 아동에 관한 연구에서도 확인할 수 있다. 집안에 흡연자의 수가 많을수록 아동들의 모발에서 납과 카드뮴의 농도가 높게 측정되었으며(Ozden 등, 2007) 흡연자가 어머니인 경우가 아버지가 흡연을 하는 것보다 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(Willers 등,

1988). 현재흡연자와 과거흡연자, 비흡연자 군에서 각각 중금속의 평균값과 표준편차를 구하면 수은, 납, 카드뮴에서 현재흡연자 및 과거흡연자 군에서 높았고, 알루미늄은 오히려 비흡연자군의 농도가 더 높았다. 그렇지만 수은의 농도 차이외 다른 군에서는 통계적 의의가 없었다. 선행된 연구에서 흡연과 중금속, 특히 납과 카드뮴의 관계를 밝힌 경우가 많았던 것과 비교하였을 때 흥미로운 결과라 하겠다.

수은 농도가 높을수록 수축기혈압과 이완기혈압 모두 증가되는 것을 확인하였으며 이를 통하여 수은이 혈압을 높이는 요인 중 하나임을 알 수 있었다. 여러 연구에서 밝혔듯이 수은은 혈관 내피 세포의 기능 저하를 유도하며(Kishimoto 등, 1995) 활성산소를 증가시키고(InSug 등, 1997), 혈관평활근의 증식을 유도한다(Lu 등, 1990). 따라서 지속적으로 수은에 노출되는 경우 혈압이 높아질 위험성이 증가된다. 수은에 오랜 기간 직업적 노출을 한 경우 활성 산소 증가 및 지질의 과산화화로 심근 경색이 발생할 위험이 높아지며, 노출이 중단되더라도 활성산소의 생성 증가는 지속된다(Kobal 등, 2004). 또한 발톱에서의 수은 농도가 높은 경우 심근경색의 위험도가 올라가며(Guallar 등, 2002), 머리카락에서의 수은 농도가 높을수록 경동맥 내막중막 두께가 증가한다(Salonen 등, 2000). 따라서 인체내 수은이 축적되는 것은 고혈압 및 동맥경화의 위험 인자로 볼 수 있다.

또한 나이를 보정한 상태에서 수은이 높은 군의 혈압이 수은이 정상인 군에 비해 높았으며 중성지방의 증가 및 고밀도콜레스테롤의 감소를 확인할 수 있었다. 그렇지만 총콜레스테롤과 저밀도콜레스테롤은 두 군간 큰 변화가 없었다. 유사한 내용을 동물 실험에서도 확인할 수 있는데, 수은을 일차성 고혈압 쥐에게 12주간 투여하였을 경우 혈압 상승 및 고지혈증이 악화되는 결과를 보였다. 고지혈증 항목 중에서 총콜레스테롤과 저밀도콜레스테롤은 큰 변화가 없었으나 중성지방 상승 및 고밀도콜레스테롤 저하를 볼 수 있었으며 이는 본 연구의 결과와 유사하였다(Takahashi 등, 2000). 또한 어류에서도 급성 혹은 만성적인 수은 노출시 콜레스테롤의 증가를 보였으며(Sastry와 Sharma, 1980), 다른 연구에서는

수은으로 인하여 인체에서 고밀도콜레스테롤의 감소 및 저밀도콜레스테롤의 증가를 확인할 수 있었다(Meltzer 등, 1994).

일반인에서 수은이 체내에 쌓이게 되는 데는 담배 이외에도 수은이 함유된 생선 섭취, 충치 치료에 사용한 아말감, 연령이 증가하면서 수은 배출 능력의 감소 등으로 설명할 수 있다(Mortada 등, 2002). 특히 생선을 비롯한 해산물에는 다른 식품에 비해 수은 함유량이 높아 체내 수은 축적의 원인이 된다(Arakawa 등, 2006). 수은은 잘 흡수되며, 반감기가 길어 소량의 수은이 함유된 음식을 계속 섭취하게 되면 체내 축적이 점차 증가되는데, 해산물 중 참치와 같이 먹이사슬의 상층에 위치하고, 덩치가 큰 생선일수록 수은 함유량이 높다(Burger와 Gochfeld, 2004; Srogi, 2007). 생선 섭취는 일반적으로 심혈관질환의 위험을 줄이는 것으로 알려져 있지만(Morris와 Shekelle, 1997; Albert 등, 1998) 상대적으로 높은 수은 함량 때문에 그 효과가 반감될 수도 있다(Rissanen 등, 2000). 한 연구에서는 생선 섭취와 심혈관질환 위험도가 유의하지 않은 결과를 얻었는데(Morris 등, 1995), 이는 수은이 어느 정도 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 따라서 심혈관질환 예방을 위해 무조건적인 생선 섭취를 권장할 것이 아니라 실제 우리가 소비하는 생선 및 다른 식품의 수은 함량에 대한 연구가 수반되어야 할 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점으로 다음과 같은 점을 들 수 있다. 첫째, 본 연구에 참여한 사람들의 자료는 무작위로 선택된 것이 아니므로 결과가 전체 인구집단을 대변한다고 보기 어렵다. 둘째, 수은 등의 중금속이 체내로 유입되는 과정은 흡연 이외 수은이 함유된 식품이나 오염된 대기 등의 다양한 경로를 거치게 되는데 이에 대한 자료 수집이 이루어지지 않았다. 셋째, 담배에 포함된 여러 중금속이 흡연시 어느 정도 인체에 유입되는지 확인할 수 없어 중금속 축적의 원인으로 흡연과의 관계를 설명하기 위해서는 이에 관한 추가적인 연구가 필요하다 하겠다.



## V. 결 론

흡연시 포함된 수은은 체내 잔류하여 혈압 상승의 위험 인자가 되며, 체내 수은이 높을수록 혈압 상승 및 이상 지질대사의 위험이 증가한다. 따라서 우리가 소비하는 담배 및 식품의 수은 함량에 대한 연구가 수반되어야 하겠다.

## 참고 문헌

1. 대한가정의학회. 가정의학 임상편, 계축문화사, pp.1597-1605, 2003
2. 오한진: 모발 검사의 허와 실. *대한가정의학회지* 24:781-785, 2003
3. Albert CM, Hennekens CH, O'Donnell CJ, Ajani UA, Carey VJ, Willett WC, Ruskin JN, Manson JE.: Fish consumption and risk of sudden cardiac death. *JAMA* 7;279(1):23-8, 1998
4. Arakawa C, Yoshinaga J, Okamura K, Nakai K, Satoh H.: Fish consumption and time to pregnancy in Japanese women. *Int J Hyg Environ Health* 209(4):337-44, 2006
5. Bernhard D, Rossmann A, Wick G. Metals in cigarette smoke. *IUBMB Life* 57(12):805-809, 2005
6. Burger J, Gochfeld M. Mercury in canned tuna: white versus light and temporal variation. *Environ Res* Nov;96(3):239-49, 2004
7. Cernichiari E, Brewer R, Myers GJ, Marsh DO, Lapham LW, Cox C, Shamlaye CF, Berlin M, Davidson PW, Clarkson TW.: Monitoring methylmercury during pregnancy: maternal hair predicts fetal brain exposure. *Neurotoxicology* 16(4):705-10, 1995
8. Chiba M, Masironi R.: Toxic and trace elements in tobacco and tobacco smoke. *Bull World Health Organ* 70(2):269-75, 1992
9. Daviglius ML, Stamler J, Orenchia AJ, Dyer AR, Liu K, Greenland P, Walsh MK, Morris D, Shekelle RB.: Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction. *N Engl J Med* 10;336(15):1046-53, 1997

10. Gill US, Schwartz HM, Bigras L.: Results of multiyear international interlaboratory comparison program for mercury in human hair. *Arch Environ Contam Toxicol* 43(4):466-72, 2002
11. Graham k, Koren G, Klein J, Schneiderman J, Greenwald M.: Determination of gestational cocaine exposure by hair analysis. *JAMA* 15;262(23):3328-30, 1989
12. Guallar E, Sanz-Gallardo MI, van't Veer P, Bode P, Aro A, Gómez-Aracena J, Kark JD, Riemersma RA, Martín-Moreno JM, Kok FJ; Heavy Metals and Myocardial Infarction Study Group.: Mercury, fish oils, and the risk of myocardial infarction. *N Engl J Med* 28;347(22):1747-54, 2002
13. InSug O, Datar S, Koch CJ, Shapiro IM, Shenker BJ.: Mercuric compounds inhibit human monocyte function by inducing apoptosis: evidence for formation of reactive oxygen species, development of mitochondrial membrane permeability transition and loss of reductive reserve. *Toxicology* 31;124(3):211-24, 1997
14. Jacobs DR Jr, Adachi H, Mulder I, Kromhout D, Menotti A, Nissinen A, Blackburn H.: Cigarette smoking and mortality risk: twenty-five-year follow-up of the Seven Countries Study. *Arch Intern Med* 12;159(7):733-40, 1999
15. Kannel WB, D'Agostino RB, Belanger AJ: Fibrinogen, cigarette smoking, and risk of cardiovascular disease: insights from the Framingham Study. *Am Heart J* 113(4):1006-10, 1987

16. Kershaw TG, Clarkson TW, Dhahir PH.: The relationship between blood levels and dose of methylmercury in man. *Arch Environ Health* 35:28-36, 1980
17. Kishimoto T, Oguri T, Abe M, Kajitani H, Tada M.: Inhibitory effect of methylmercury on migration and tube formation by cultured human vascular endothelial cells. *Arch Toxicol* 69(6):357-61, 1995
18. Kobal AB, Horvat M, Prezelj M, Briski AS, Krsnik M, Dizdarevic T, Mazej D, Falnoga I, Stibilj V, Arneric N, Kobal D, Osredkar J.: The impact of long-term past exposure to elemental mercury on antioxidative capacity and lipid peroxidation in mercury miners. *J Trace Elem Med Biol* 17(4):261-74, 2004
19. Lu KP, Zhao SH, Wang DS: The stimulatory effect of heavy metal cations on proliferation of aortic smooth muscle cells. *Sci China B* 33(3):303-10, 1990
20. Meltzer HM, Mundal HH, Alexander J, Bibow K, Ydersbond TA.: Does dietary arsenic and mercury affect cutaneous bleeding time and blood lipids in humans? *Biol Trace Elem Res* 46(1-2):135-53, 1994
21. Miekeley N, de Fortes Carvalho LM, Porto da Silveira CL, Lima MB: Elemental anomalies in hair as indicators of endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism. *J Trace Elem Med Biol* 15:46-55, 2001
22. Morris MC, Manson JE, Rosner B, Buring JE, Willett WC, Hennekens CH.: Fish consumption and cardiovascular disease in the physicians' health study: a prospective study *Am J Epidemiol* 15:142(2):166-75, 1995
23. Mortada WI, Sobh MA, el-Defrawy MM, Farahat SE.: Reference intervals of cadmium, lead, and mercury in blood, urine, hair, and nails among

- residents in Mansoura city, Nile delta, Egypt. *Environ Res* 90(2):104-10, 2002
24. Nomiya K, Nomiya H, Liu SJ, Tao YX, Nomiya T, Omae K.: Lead induced increase of blood pressure in female lead workers. *Occup Environ Med* 59(11):734-8, 2002
25. Nowak B.: Contents and relationship of elements in human hair for a non-industrialised population in Poland. *Sci Total Environ* 8;209(1):59-68, 1998
26. Nowak J, Murray JJ, Oates JA, FitzGerald GA.: Biochemical evidence of a chronic abnormality in platelet and vascular function in healthy individuals who smoke cigarettes. *Circulation* 76(1):6-14, 1987
27. Ozden TA, Gökçay G, Ertem HV, Süoğlu OD, Kiliç A, Sökücü S, Saner G.: Elevated hair levels of cadmium and lead in school children exposed to smoking and in highways near schools. *Clin Biochem* 40(1-2):52-6, 2007
28. Rhee MY, Na SH, Kim YK, Lee MM, Kim HY: Acute effects of cigarette smoking on arterial stiffness and blood pressure in male smokers with hypertension *Am J Hypertens* 20(6):637-41, 2007
29. Rissanen T, Voutilainen S, Nyssönen K, Lakka TA, Salonen JT.: Fish oil-derived fatty acids, docosahexaenoic acid and docosapentaenoic acid, and the risk of acute coronary events: the Kuopio ischaemic heart disease risk factor study. *Circulation* 28;102(22):2677-9, 2000

30. Ryan D, Levy B, Levy BS, Pollack S, Walker B.: Protecting children from lead poisoning and building healthy communities. *Am J Public Health* 89(6):822-4, 1999
31. Salonen JT, Seppänen K, Lakka TA, Salonen R, Kaplan GA: Mercury accumulation and accelerated progression of carotid atherosclerosis: a population-based prospective 4-year follow-up study in men in eastern Finland. *Atherosclerosis* 148(2):265-73, 2000
32. Sastry KV, Sharma K.: Mercury induced haematological and biochemical anomalies in *Ophiocephalus* (*Channa*) *punctatus*. *Toxicol Lett* 5(3-4):245-9 1980
33. Srogi K.: Mercury content of hair in different populations relative to fish consumption. *Rev Environ Contam Toxicol.* 2007;189:107-30.
34. Subramanyam G, Bhaskar M, Govindappa S.: The role of cadmium in induction of atherosclerosis in rabbits. *Indian Heart J* 44(3):177-80 1992
35. Suzuki T, Hongo T, Yamamoto R.: Hair mercury levels of Japanese women during the period 1881 to 1968. *J Appl Toxicol* 4(2):101-4, 1984
36. Takahashi T, Namiyama H, Namiyama K. Mercury elevates systolic blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *J Trace Elem Exp Med* 13:227-237, 2000
37. Watte L.: Trace Elements and Other Essential Nutrients. 1st ed. Dallas, Texas, TEI Publishers, 1995
38. Willers S, Schütz A, Attewell R, Skerfving S.: Relation between lead and cadmium in blood and the involuntary smoking of children. *Scand J Work Environ Health* 14(6):385-9, 1988

39. Wolfsperger M, Hauser G, Gössler W, Schlagenhafen C.: Heavy metals in human hair samples from Austria and Italy: influence of sex and smoking habits. *Sci Total Environ* 156(3):235-42, 1994
  
40. Wössmann W, Kohl M, Grüning G, Bucskey P.: Mercury intoxication presenting with hypertension and tachycardia. *Arch Dis Child* 80(6):556-7, 1999

- ABSTRACT -

## Relation between Heavy Metal on Smoking and Blood Pressure and Lipid Metabolism

Doohee Hong

Department of Medical Sciences  
The Graduate School, Ajou University

(Supervised by Assistant Professor Sat Byul Park)

**Object:** Smoking has been known a major risk factor for the development and progression of cardiovascular disease and it contains slight amount of various kinds of heavy metals. There have been some reports that heavy metals can cause cardiovascular diseases and hair mineral analysis is a useful tool for analysis of heavy metals. We evaluated the content of heavy metal in hair of smokers and non-smokers and its influence to blood pressure and lipid metabolism.

**Methods:** We examined mineral concentration of hair in 236 healthy people who had visited health promotion center in a university hospital from January 2004 to January 2007. Self-reported cigarette smoking status and baseline health questionnaire were obtained. Heavy metal concentration(Hg, Pb, Cd, Al) and differences of blood pressure and serum lipid according to the heavy metal level were evaluated.



**Results:** The mean systolic blood pressure in current smoker group was  $121.4 \pm 16.3$  mmHg, and mean diastolic pressure was  $79.5 \pm 11.5$  mmHg. In ex-smoker group, mean systolic pressure was  $125.6 \pm 13.8$  mmHg, and mean diastolic pressure was  $81.3 \pm 10.2$  mmHg. In nonsmoker group, mean systolic pressure was  $117.2 \pm 15.9$  mmHg, and diastolic pressure was  $75.1 \pm 11.3$  mmHg. The differences of heavy metal concentration was confirmed in mercury according to smoking status groups (current smoker, ex-smoker, and nonsmoker), and it showed positive correlation with systolic and diastolic blood pressure as the packyear of smoking increases. The mean blood pressure and triglyceride of high mercury concentration group was higher than that of normal mercury concentration group and high-density lipoprotein cholesterol was lower in high mercury concentration group.

**Conclusion:** The mercury inhaled through cigarette smoking remained in human body and became a risk factor for high blood pressure and the higher mean mercury content the higher the risk of high blood pressure and abnormal lipid metabolism. Therefore, it is necessary to evaluate the mercury concentration on cigarette and daily foods.

---

**Key words :** smoking, heavy metal, mercury, blood pressure, lipid metabolism