

## 일개 도시지역 산모혈액 및 태아 제대혈액의 수은 농도: 예비조사 연구

동아대학교 의과대학 예방의학교실, 국립환경과학원 환경보건안전부 환경역학과<sup>1)</sup>,  
동아대학교 의과대학 산부인과학교실<sup>2)</sup>, 고신대학교 의과대학 예방의학교실<sup>3)</sup>, 마산 삼성병원 산업의학과<sup>4)</sup>,  
동아대학교 의과대학 병리학교실<sup>5)</sup>, 동아대학교 의료원 산업의학과<sup>6)</sup>, 동아대학교 암분자치료연구센터<sup>7)</sup>

이경은 · 홍영습 · 김대선<sup>1)</sup> · 한명석<sup>2)</sup> · 유병철<sup>3)</sup> · 김영욱<sup>4)</sup> · 노미숙<sup>5)</sup>  
이현재<sup>6)</sup> · 이재원 · 곽종영<sup>7)</sup> · 김준연

— Abstract —

### Mercury Concentrations of Maternal and Umbilical Cord Blood in Korean Pregnant Women: Preliminary Study

Kyung Eun Lee, Young Seoub Hong, Dae Seon Kim<sup>1)</sup>, Myoung Seok Han<sup>2)</sup>,  
Byeng Chul Yu<sup>3)</sup>, Young Wook Kim<sup>4)</sup>, Mee Sook Roh<sup>5)</sup>, Hyun Jae Lee<sup>6)</sup>,  
Jae Won Lee, Jong Young Kwak<sup>7)</sup>, Joon Youn Kim

*Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Dong-A University, Ministry of Environment,  
National Institute of Environmental Research (NER), Seoul, Korea<sup>1)</sup>, Department of Obstetrics and Gynecology,  
College of Medicine, Dong-A University<sup>2)</sup>, Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Kosin University<sup>3)</sup>,  
Department of Occupational Medicine, Masan Samsung Hospital<sup>4)</sup>, Department of Pathology, College of Medicine,  
Dong-A University<sup>5)</sup>, Department of Occupational Medicine, Dong-A University Hospital<sup>6)</sup>,  
Department of Medical Research Center for Cancer Molecular Therapy, Dong-A University<sup>7)</sup>*

**Objectives:** To evaluate the level of maternal and prenatal mercury exposure and to analyze the related factors.

**Methods:** Fifty-nine pregnant women were recruited into this study after obtaining informed consent. Samples were collected at delivery from normal pregnant women who were living in the city of Busan, Korea. Mercury concentrations in maternal and umbilical cord blood samples were measured using a gold-amalgam collection method. The total and methyl mercury levels of 36 of the 59 pregnant women were analyzed after randomization, and the results were compared.

**Results:** The mean total mercury concentration was  $3.16 \pm 1.21$  ppb and  $5.43 \pm 2.22$  ppb in maternal and cord blood, respectively. The average, maternal blood mercury level was lower than the prescribed toxic limit for human (WHO, 5 ppb), whereas the cord blood mercury was higher. The mercury exposure level exceeded the WHO recommendation in 5 (8.47%) cases of maternal blood and 29 of (49.15%) cord blood. There was a significant correlation between maternal and cord blood mercury concentrations. Total mercury and methyl mercury concentrations of the 36 random pregnant women were  $3.06 \pm 1.17$  ppb, and  $2.60 \pm 1.11$  ppb in maternal blood, and  $5.20 \pm 2.36$  ppb, and  $4.70 \pm 1.97$  ppb in cord blood, respectively. Methyl mercury accounted for 85.0% of the total mercury in maternal blood and 90.4% in cord blood. There was a significant correlation between total and methyl mercury concentrations.

〈접수일: 2007년 8월 6일, 채택일: 2007년 10월 23일〉

교신저자: 홍 영 습 (Tel: 051-240-2888) E-mail: yshong@dau.ac.kr

김 대 선 (Tel: 032-560-7265) kimds4@me.go.kr

\* 본 연구는 2006년도 동아대학교 학술 연구비 공모파제의 지원을 받아 이루어졌음.

**Conclusions:** The study results suggest that mercury concentrations of cord blood may be regarded as indicative of high prenatal mercury exposure. Therefore, further studies are necessary to explain the cause of high mercury concentrations in cord blood, and to examine its relationship with various health indices.

**Key Words:** Mercury, Pregnant woman, Prenatal

## 서 론

수은은 의학과 산업 분야 등 일상적인 생활에 널리 이용되고 있으므로 유해성 및 노출 수준에 대한 관심이 있어왔다. 수은은 금속수은, 무기수은 및 유기수은으로 구분된다. 금속수은과 무기수은은 온도계나 체온계 생산, 치과용 아말감 제조, 폐기물과 석탄의 연소 작업등과 같이 대부분 직업적 요인으로 노출될 수 있다(Amin-Zaki et al, 1974). 유기 수은은 생태계의 먹이연쇄 과정을 거치면서 농축되는 특성에 의해 농. 축산물 및 수산물의 오염원이 되고 있으며 이로 인해 직업적으로 수은에 노출된 적이 없는 일반 주민들도 수은 오염 지역에 거주하게 되면 급·만성 수은 중독이 발생된다고 한다(Putman et al, 1972).

최근에는 수은의 용량 및 반응 평가에 대한 폭넓은 연구가 진행 중에 있으며, 노출에 있어서는 안전한 수은의 단계는 점점 낮아지는 추세이다. 수은의 독성은 다양하며 형태와 유입 경로, 노출량과 개인의 감수성에 따라 독성의 정도가 다르다. 수은화합물 중 가장독성이 강한 것으로 알려진 메틸수은은 먹이 사슬을 통한 생물 농축으로 인간에게 유입되는 것으로 알려져 있다(US EPA, 1997). 메틸수은으로 인한 세포 독성의 생물학적 메커니즘은 완전히 밝혀지지 않았으나, 일반적으로 단백질 중 sulfhydryl기와의 높은 결합력에 의해 형성된 disulfide 결합이 단백질 구조와 효소기능을 비특이적으로 만들면서 독성효과가 발생하는 것으로 보고되고 있다(Hughes, 1957; Kim et al, 2006a).

메틸수은은 소화관으로 흡수가 잘 되며 반감기가 70일 정도로 체외 배설이 늦고 체내에 축적되기 쉬울 뿐 아니라, 다른 중금속에 비해 혈뇌관문(blood-brain barrier)을 쉽게 통과하기 때문에 중추신경계에 영향을 미치게 되어 운동실조, 시각장애, 사지마비 등의 중독증상이 발생할 수 있다(WHO/IPCS, 1990). 또한 태반을 쉽게 통과하기 때문에 태아에 유전적인 독성을 야기 할 수도 있다(Lauwery et al, 1978; Gray, 1995). 더욱이 임산부가 수은에 노출되면 모체는 중독증상이 나타나지 않더라도 태아의 사산 및 기형아 출산의 위험을 가지고 있다고 알려져 있다(Fuyuta et al, 1978; Tsuchiya et al,

1984). 특히 태아는 아동과 성인보다 수은 노출에 매우 민감하므로 산모의 혈중 수은 농도가 허용기준치를 초과하지 않더라도 태아에 영향을 미칠 수 있다고 한다(Steuerwald et al, 2000; Weil et al, 2005)

외국에서는 수은의 환경적 노출 수준과 이로 인한 건강장애에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 국내에서 직업적 노출과 관련한 연구를 제외하면 일반인 또는 임산부를 대상으로 한 연구는 드물다. 따라서 임산부 수은 노출에 대한 대처방안 마련의 기초 연구가 매우 부족한 실정이다. 또한 임산부의 혈중 수은 농도 보다 제대혈에서의 수은 농도가 더 높다고 보고됨(Unuvar et al, 2007)에 따라 태아에서 수은으로 인한 뇌신경 손상의 위험은 더 커질 수 있다고 생각된다(Tsuchiya et al, 1984; Vahter et al, 2000). 따라서 산모 및 태아의 수은 노출에 대해 연구하는 것은 매우 중요한 일이기에 본 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 산모혈액과 태아 제대혈액의 총 수은 농도를 비교 분석함과 아울러 수은 화합물 중 가장 독성이 높은 메틸수은 농도를 조사하여 산모와 태아의 노출정도를 파악하고자 하였으며, 수은 노출에 따른 태아의 건강장애의 관련성을 밝히기 위한 장기적인 추적 관찰 연구의 초석을 마련하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 2006년 3월 1일부터 9월 30일까지 부산 모 병원 산부인과 외래를 방문한 임산부 59명을 대상으로 하였으며 본 연구에 대한 사전 동의를 구한 후 연구를 수행하였다. 대상자 중 임신 중독증 및 임신 합병증이 있는 비정상 임신은 연구 대상에서 제외하였다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 설문조사

연구 대상자 59명의 임산부에게 직접 응답 및 전화설문 방식으로 설문조사 하였다. 설문조사 내용은 성별, 연령,

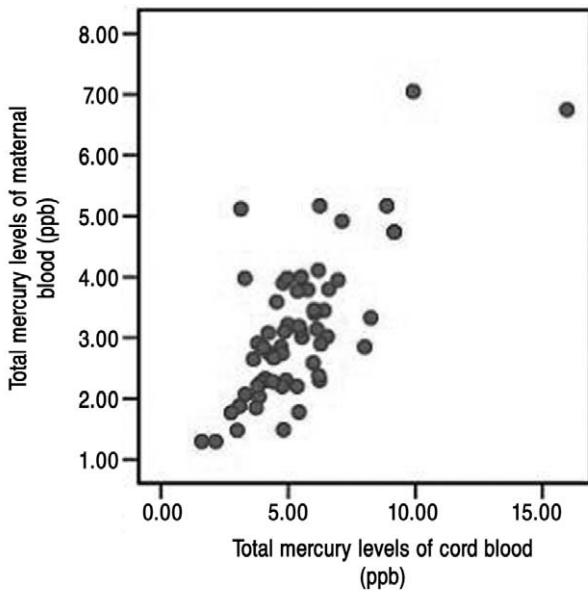
**Table 1.** Total mercury concentrations of maternal and cord blood

Total mercury	Cases	Mean ± SD (ppb)	r*	p-value
Maternal blood	59	3.16 ± 1.21	0.726	p<0.01
Cord blood	59	5.43 ± 2.22		

\*: Pearson correlation coefficient

**Table 2.** Methyl mercury concentrations of maternal and cord blood

	No	Total mercury	Methyl mercury	Methyl mercury
		Mean ± SD	Mean ± SD	ratio (%)
Maternal blood	36	3.06 ± 1.17	2.60 ± 1.11	85.0
Cord blood	36	5.20 ± 2.36	4.70 ± 1.97	90.4



**Fig. 1.** Association between maternal and cord blood of total mercury levels (n=59, p<0.01, r=0.726).

음주와 흡연 유무, 현재 이용하고 있는 식수의 종류, 생선 섭취빈도, 생선 섭취량, 선호하는 생선요리 형태, 충치 및 아말감 치료 과거력 등을 조사하였다.

2) 혈중 총 수은 및 메틸수은 농도 측정 방법

혈액의 응고 방지를 위해 EDTA로 처리된 3 ml 진공 채혈관(Vacutainer, Beckton & Dicktion, U.S.A.)을 사용하여 정맥혈을 직접 채혈한 후 시료 분석까지 4℃ 온도를 유지하며 냉장 보관하였다. 혈중 총 수은 분석은 자동수은 분석기(SP-3DS, 일본 NIC Co.)를 사용하였고, 혈중 메틸수은은 GC-ECD (G6800, 일본 Yamaco Co.)으로 분석하였다. 모든 혈액은 실험 전에 roll-mixer를 이용하여 1시간 이상 교반하였고 시료의 분석은 골드아말감법(가열기화법)을 이용하여 분석하였다. 1000

ml volumetric flask에 10 mg의 L-cystein과 2 ml의 질산을 첨가한 후 증류수로 표선을 채워 L-cysteine 용액을 만든 후, 검량선 작성을 위해 wako사의 1000 ppm Hg 용액을 100 ml의 volumetric flask에 1 ml을 넣고 L-cystein 용액으로 희석하여 10 ppm 용액을 만든 후, standard samples를 각각 100 ml의 volumetric flask에 2, 4, 6, 8 ppb로 희석하여 제조한 후 검량선을 작성하였다. 모든 시료는 사전 혼합(pre-mix)한 후 sample boat에 첨가제(BHT, MHT)를 넣고 100 µl씩 주입하여 분석하였다.

3) 통계 분석

통계 분석은 SPSS (Version 12.0) 프로그램을 이용하였다. 산모혈과 제대혈의 수은 농도 비교는 T-test 및 Kruskal-Wallis test를 이용하였으며 p값이 0.05 미만인 경우를 통계적 유의한 것으로 간주하였다. 또한 두 그룹간의 관련성을 알아보기 위해 pearson 상관관계 분석을 이용하였다.

결 과

1. 산모혈과 제대혈의 총 수은 농도

59명의 임신부 평균 수은 농도를 분석한 결과 산모혈의 평균 수은 농도는 3.16 ± 1.21 ppb, 제대혈의 평균 수은 농도는 5.43 ± 2.22 ppb로 통계적 유의한 차이를 보였으며(Table 1), 상관 분석에서도 상관계수가 0.726으로 나타나 높은 상관관계가 관찰되었다(Fig. 1). WHO의 허용기준치(5 ppb)를 초과하는 고위험군은 산모혈의 경우 5명(8.47%)이었고, 제대혈은 29명(49.15%)으로 조사되었다(Table 3).

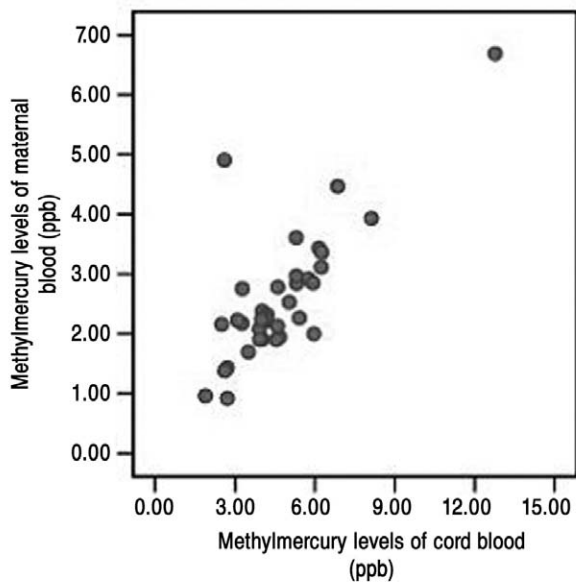
**Table 3.** Numbers of high-risk group (5 ppb) in maternal and cord blood

	Cases	Maternal blood		Cord blood
		No(%)		No(%)
Total mercury	59	5 (8.47)		29 (49.15)
Methyl mercury	36	1 (2.78)		14 (38.89)

**Table 4.** Dietary factors and mercury concentrations in maternal and cord blood

	No	Maternal blood	p*	Cord blood	p*
		Mean ± SD (ppb)		Mean ± SD (ppb)	
Drinking water			0.785		0.591
Tap	24	3.26 ± 1.33		5.43 ± 1.89	
Filtration	22	3.01 ± 0.87		4.96 ± 1.201	
Ground	7	3.70 ± 1.80		7.20 ± 4.38	
Bottled	6	2.68 ± 0.89		5.15 ± 2.51	
Frequency of fish Consumption (per week)			0.277		0.961
<2	35	2.93 ± 1.08		5.44 ± 2.30	
2~3	19	3.48 ± 1.31		5.42 ± 2.04	
≥4	5	3.50 ± 1.54		5.36 ± 2.84	
Amount of fish Consumption (per day)			0.474		0.634
<1/2	28	3.06 ± 1.09		5.08 ± 1.65	
1/2~1	25	3.39 ± 1.39		5.91 ± 2.84	
≥1	6	2.67 ± 0.78		5.03 ± 2.22	

\*: Kruskal-Wallis test



**Fig. 2.** Association between maternal and cord blood of methyl mercury levels (n=36, p<0.01, r=0.769).

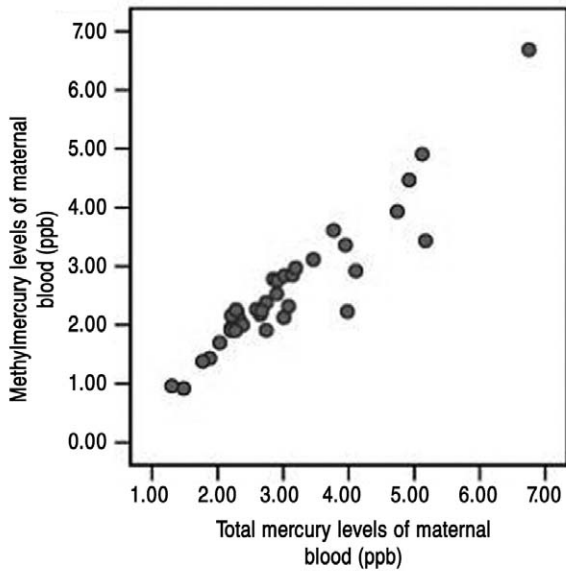
2. 식수원 종류 및 어류 섭취에 따른 수은 농도

시판 생수를 식수로 이용하는 임산부의 평균 수은 농도

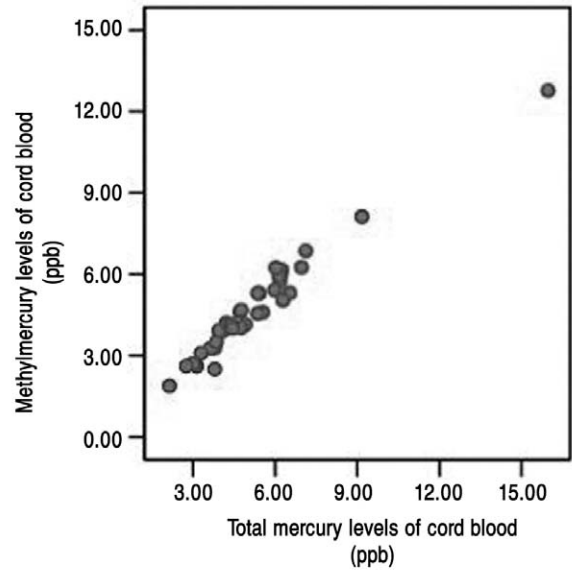
가 2.68±0.89 ppb로 가장 낮게 나타났으며, 지하수를 식수로 이용하는 산모혈 및 제대혈이 3.70±1.80 ppb, 7.20±4.38 ppb로 가장 높게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다(p>0.05). 생선 섭취 빈도에 따른 분석에서 산모혈의 평균 수은 농도가 2.93±1.08 ppb, 3.48±1.08 ppb, 3.50±1.54 ppb로 증가하는 양상은 관찰되었으나 통계적 유의성은 없었다(Table 4). 또한 제대혈의 평균 수은 농도는 식수원 종류, 생선 섭취 빈도 및 생선 섭취량의 차이에 상관없이 WHO의 허용기준치(5 ppb)를 모두 초과하였다(Table 4).

3. 산모혈과 제대혈의 메틸수은 농도

연구 대상 임산부 59명 중 무작위로 선정한 임산부 36명의 메틸수은 농도를 분석하였다. 임산부 36명의 메틸수은 농도를 분석한 결과, 산모혈 평균 농도는 2.60±1.11 ppb, 제대혈의 평균 농도는 4.70±1.97 ppb로 유의한 차이를 보였고(Table 2), 상관 분석에서도 0.769의 높은 상관계수가 관찰되었다(Fig. 2). 산모혈의 1명(2.78%), 제대혈 14명(38.89%)이 WHO의 허용기준치(5 ppb)를 벗어난 고위험군으로 나타났다(Table 3).



**Fig. 3.** Association between total and methyl mercury levels of maternal blood (n=36, p<0.01, r=0.937).



**Fig. 4.** Association between total and methyl mercury levels of cord blood (n=36, p<0.01, r=0.978)

#### 4. 총 수은 농도와 메틸수은 농도의 상관성

무작위로 선정된 임산부 36명의 총 수은 농도와 메틸수은 농도를 비교 분석해 보면, 산모혈의 총 수은 평균 농도  $3.06 \pm 1.17$  ppb이었고, 메틸수은 평균 농도는  $2.60 \pm 1.11$  ppb로 총 수은 농도의 85.0%를 차지하였으며 상관관계 분석에서도 0.937의 높은 상관관계 계수가 관찰되었다(Fig. 3). 제대혈의 경우 메틸수은 평균 농도가  $4.70 \pm 1.97$  ppb로 총 수은 평균 농도  $5.20 \pm 2.36$  ppb의 90.4%를 차지하였으며, 상관관계 분석에서도 0.978의 높은 상관관계 계수가 관찰되었다(Fig. 4).

#### 고 찰

산모의 저농도 수은 노출이 출생아의 신경발달에 영향을 미친다고 입증되면서 제대혈의 수은 농도가 태아의 신경장해의 예측지표가 될 수 있음이 보고되었다(Grandjean et al, 1997; Grandjean et al, 1999). 또한 제대혈의 수은 농도는 태아의 수은 노출을 판단할 수 있는 중요한 지표로도 제시되고 있다(Grandjean et al, 1997). Tsuchiya 등(1984)은 제대혈의 혈중 수은 농도가 산모의 혈중 수은 농도보다 높다고 보고했고, Vahter 등(2000)은 제대혈의 메틸수은 농도가 산모의 메틸수은 농도보다 약 2배 가량 높다고 보고하였다. 생체내에서 메틸수은 이동은 적혈구내의 hemoglobin, glutathione과 결합하여 이동하므로(Imura et al, 1980), 태아의 헤모글로빈 수치가 높고 메틸수은의 반감기가 길기 때문에 오

랜 기간 축적되는 성질이 있기 때문이라고 설명하였다(Vahter et al, 2000; Sakamoto et al, 2004). 또한 메틸수은의 반감기가 긴 이유는 담즙과 함께 위장관에서 배출된 모든 메틸수은은 장에서 재흡수가 되기 때문이다(Venugopal & Luckey, 1978). 본 연구에서도 제대혈의 평균 수은 농도가  $5.43 \pm 2.22$  ppb로 산모혈의 평균 수은 농도  $3.16 \pm 1.21$  ppb 보다 1.72배 가량 높게 나타났다. 그리고 우리나라 환경부 조사에서도 전체 제대혈의 평균 수은 농도가  $5.87 \pm 2.25$  ppb로 산모혈의 평균 수은 농도  $3.99 \pm 1.55$  ppb보다 1.47배 높은 것으로 나타났으며, 부산지역의 평균 수은 농도만 살펴보면 제대혈이  $5.91 \pm 2.38$  ppb로 산모혈  $3.59 \pm 1.54$  ppb보다 1.65배 가량 높게 나타나서 본 연구와 비슷한 결과를 보였으며(Kim et al, 2006a), Kim 등(2006b)의 연구에서도 제대혈의 평균 수은 농도가 산모혈보다 거의 2배가량 높게 나타난다고 하였다. 또한 본 연구에서는 WHO의 허용기준인 5 ppb를 넘는 고위험군이 산모혈의 경우 5명(8.47%)이었고, 제대혈의 경우 29명으로 무려 49.15%가 허용 기준치를 초과하였다. Grandjean 등(1992)은 덴마크령 파로제도에서 출생 코호트를 구축하여 7년간 추적 관찰 한 결과 산모의 수은 노출이 출생아의 집중력, 기억력, 언어능력의 장애를 일으킬 수 있다고 밝혔으며, Crump 등(1998)은 뉴질랜드에서도 수은 노출 수준에 따른 출생 코호트에 대한 건강장해를 연구하였는데 6~7세 소아 200명에 대한 신경정신적 발달 수준은 모체의 모발 중 수은 노출과 유의한 연관관계가 있었다고 보고하였다.

수은 중독에 따른 대표적인 사례를 보면 1953년 일본의 한 건전지 회사에서 폐수로 방출된 수은이 미나마타만의 생태계에서 축적되면서 이 수면에서 잡은 생선을 장기간 섭취한 주민들에서 발생한 미나마타병(Eto, 2000)과 1972년 이라크에서 수은이 함유된 항진균제로 처리한 종자를 이용해 만든 빵을 섭취한 주민에서 다수의 수은중독이 발생하였고, 주민들은 대부분 신경 장애를 호소하였으며 출생아의 이상도 다수 보고되었다(Amin-Zaki et al, 1974). 특히 미나마타병의 원인으로 밝혀진 메틸수은은 주로 해산물, 민물고기나 어패류를 섭취함으로써 인체 내에 축적되며(WHO/IPCS, 1990), 황새치, 상어와 같이 체내에 축적될 기회가 많은 수명이 긴 포식성의 생선에서 농도가 높다(WHO/IPCS, 1990; Mayers et al, 2003).

메틸수은은 뇌가 형성되고 발달중인 태아와 어린이의 경우 뇌세포의 분열, microtubule 형성, 뉴런이동을 방해하여 성인보다 광범위하고 치명적인 손상을 유발하는 것으로 알려져 있다(Hughes et al, 1957). 따라서 인체에 직접적인 영향을 미치는 메틸수은을 확인하기 위해 59명 중 무작위로 36명을 선정하여 메틸수은 평균 농도를 분석한 결과를 보면 산모혈은 총 수은 농도  $3.06 \pm 1.17$  ppb, 메틸수은 농도  $2.60 \pm 1.11$  ppb로 총 수은 농도의 85.0%를 차지하고 있고, 제대혈은 총 수은 농도  $5.02 \pm 2.36$  ppb, 메틸수은 농도  $4.70 \pm 1.97$  ppb로 총 수은 농도의 무려 90.4%를 차지했다. Grandjean 등(1997)은 거두 고래(pilot whale) 섭취를 통한 모체의 메틸수은 노출이 태아의 신경 장애에 영향을 미친다고 하였으나, 반면에 세이첼스 제도의 연구에서는 생선 섭취량에 따른 모체의 모발 중 메틸수은 농도와 태어난 출생아의 성장 후 신경학적 장애 여부를 비교하였으나 유의한 결과를 얻을 수 없었다고도 하였다(Mayers et al, 2003). 그러나 US EPA(1997)에서는 메틸수은이 태반을 쉽게 통과하고(WHO/IPCS, 1990) 뇌에 강한 친화력을 가지며 태아의 유산 및 사산을 유발시키는 것으로 간주하고(Ohlander et al, 1985) 메틸수은에 대한 위험수준을 정하고있다. 본 연구에서도 산모의 혈중 메틸수은 농도는 대부분 허용기준치를 넘지 않았으나, 제대혈의 메틸수은 농도는 무려 14명(38.89%)이 5 ppb를 초과하는 것으로 관찰되었다. 이와 같이 제대혈의 높은 혈중 수은 농도를 낮추기 위하여 임신부의 수은 섭취 주요 경로를 분석하고 수은 섭취량을 제한하여 줄일 수 있도록 노력해야 한다고 생각한다.

Kim 등(2006b)의 연구에서는 생선을 자주 먹는 임신부들의 수은 농도가 높게 나타나서 생선 섭취에 따라 혈중 수은 농도가 통계적으로 의미있는 차이를 보였으며, 추적 관찰한 혈중 수은 농도는 생선을 먹지 말 것을 교육

시킨 실험군이 그렇지 않은 대조군에 비해 적게 상승하는 양상이 관찰되기도 하였다. 그러나 본 연구에서는 연구 대상자의 수가 적었던 이유로 생선 섭취에 따른 산모혈과 제대혈의 수은 농도 분석에서 통계학적 연관성을 찾지 못했으나, 메틸수은 노출의 주요인으로 알려진 생선섭취량에 따라 산모혈의 수은 농도가 증가하는 양상은 관찰되었다. 향후 연구에서는 연구 대상자들의 생선 섭취량을 좀 더 정확하게 파악해서 추적관찰에 따른 분석이 뒤따라야 될 것으로 생각된다.

또한 식수원의 종류에 따른 수은 노출 분석의 경우 지하수를 식수로 사용하는 경우에 산모혈 및 제대혈의 평균 수은 농도가 가장 높게 나타났으며, 제대혈의 평균 수은 농도는 정수기물을 식수로 사용하는 경우를 제외하고는 WHO 허용기준치(5 ppb)를 모두 초과하였다. Turner 등(1980)은 어패류의 섭취량과 인체내 혈중 수은 농도와 의 관계를 알기 위하여 어촌과 농촌주민을 대상으로 조사한 결과 어촌주민이 농촌주민보다 어패류 섭취량이 5배 이상 높았으며 혈중 수은 농도는 농촌보다 8배 이상 높게 나타나므로 어패류 섭취량과 혈중수은농도는 밀접한 관계가 있음을 시사하기도 하였다. 미국 환경청에서도 생선류에 들어있는 수은으로 인한 위험을 피하려면 각종 어패류를 일주일에 12온스(약 340 gm)이상 먹지 말 것을 권유하고 있고, 영국에서는 황새치의 수은 함량이 높으므로 임신부, 가임여성, 16세 이하 어린이들은 섭취를 피하라고 권고하고 있다. 한편 우리나라에서는 임신부나 어린이에 대한 특별한 지침은 없고 식품 의약품 안전청에서 심해서 어류와 참치류를 제외한 생선의 총 수은 잔류 기준을 0.5 mg/kg으로 정하고 있다(KFDA). Tsuchiya 등(1984)은 제대혈의 수은농도가 임신부의 혈중 수은 농도보다 높다고 밝히면서 임신부의 총 수은 농도가 높은 경우 신생아의 혈중 수은 농도는 더 높아지고 이때 신생아는 뇌신경 계통의 발달이 활발한 시기이므로 수은 중독으로 인한 뇌 신경학적 발달 장애의 빈도가 더 높아진다고 하였다. 즉 수은은 필수 원소가 아니므로 극히 소량만 흡수하더라도 체내에 이상반응을 초래할 가능성이 매우 높고, 특히 태아와 소아의 경우 신경발달 장애를 초래할 가능성이 높다고 한다.

본 연구는 짧은 기간 동안 연구 대상자의 수가 적었으므로 이번 실험 결과만으로 산모의 수은 노출에 따른 태아의 건강 장애를 단언하기 어려우나, 산모 및 제대혈의 수은 농도를 낮추기 위해 노력해야 함을 시사했다. 설문 조사를 좀 더 구체화 시켜서 수은 노출의 주요 원인으로 알려진 어류 섭취와의 관련성을 밝히고 어류 종류에 따른 독성을 구분하여 섭취량에 대한 권장수준을 결정할 필요가 있다고 생각된다. 더불어 장기적인 연구 계획을 수립하여 연구 대상자의 수를 충분히 확보함과 동시에 혈액학

적 지표등을 분석하여 임상적 결과와의 관련성을 찾아보는 한편 노출원에 대한 지속적인 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

## 결 론

목적: 임신부와 태아의 수은 노출 수준 및 관련 요인을 파악하고자 본 연구를 수행하였다.

방법: 2006년 부산 모 병원 산부인과 외래를 방문한 임신부 59명을 대상으로 산모혈액 및 제대혈액의 총 수은 농도를 골드 아말감법을 이용하여 분석하였다. 연구 대상 임신부 59명 중 36명의 임신부를 무작위로 선정하여 산모혈액 및 제대혈의 메틸수은 농도를 분석하여 비교하였다.

결과: 산모혈의 총 수은 평균 농도는  $3.16 \pm 1.21$  ppb, 제대혈의 총 수은 평균 농도는  $5.43 \pm 2.22$  ppb로 제대혈이 산모혈보다 1.72배 높았으며 이는 통계적 분석에서도 높은 상관관계를 나타냈다. 무작위로 선정한 임신부 36명의 총 수은 농도와 메틸수은 농도를 비교 분석해보면, 산모혈의 경우 총 수은 평균 농도가  $3.06 \pm 1.17$  ppb로 나타났고, 메틸수은 평균 농도가  $2.60 \pm 1.11$  ppb로 총 수은 농도의 85.0%를 차지하였고, 제대혈의 경우 메틸수은 평균 농도가  $4.70 \pm 1.97$  ppb로 총 수은 평균 농도  $5.20 \pm 2.36$  ppb의 90.4%를 차지하였으며 이는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

결론: 연구 기간이 짧고 연구 대상자의 수가 적어서 메틸수은의 주요인으로 알려진 생선 섭취와의 상관성을 찾지는 못했으나 현 임신부의 수은 노출 실태를 일부 파악할 수 있었기에 주목해야 될 연구 결과라고 생각된다. 이를 바탕으로 지속적인 연구 계획을 수립하여 수은 노출 원인을 규명함과 아울러 임신부 및 태아의 건강 장애를 예방하기 위해 수은 노출을 줄이기 위한 노력이 계속되어야 될 것으로 판단된다.

## 참고문헌

Amin-Zaki L, Elhassani S, Majeed MA, Clarkson TW, Doherty RA, Greenwood M. Intra-uterine methylmercury poisoning in Iraq. *Pediatrics* 1974;54:587-95.

Crump KS, Kjellstrom T, Shipp AM, Silver A, Stewart A. Influence of prenatal mercury exposure upon scholastic and psychologic test performance: benchmark analysis of a New Zealand Cohort. *Risk Anal* 1998;18:701-13.

Eto K. Minamata disease. *Neuropathology* 2000;20:S14-9.

Fuyuta M, Fujimoto T, Hirata S. Embryotoxic effects of methylmercuric chloride administered to mice and rats during orangogenesis. *Teratology* 1978;18:353-66.

Grandjean P, Weihe P, Jorgensen PJ, Clarkson T, Cernichiari E, Videro T. Impact of maternal seafood diet on fetal exposure to mercury, selenium, and lead. *Arch Environ Health* 1992;47:185-95.

Grandjean P, Weihe P, White RF, Debes F, Araki S, Yokoyama K, Murata K, Sorensen N, Dahl R, Jorgensen PJ. Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicol Teratol* 1997;19:417-28.

Grandjean P, White RF. Effects of methylmercury exposure on neurodevelopment. *J Am Med Assoc* 1999;281:896.

Gray DG. A physiologically based pharmacokinetic model for methyl mercury in the pregnant rat and fetus. *Toxicol Appl Pharmacol* 1995;132:91-102.

Hughes WL. A physicochemical rationale for the biological activity of mercury and its compounds. *Ann N Y Acad Sci* 1957;65:454-60.

Imura N, Miura K, Inokawa M, Nakada S. Mechanism of methylmercury cytotoxicity: by biochemical and morphological experiments using cultured cells. *Toxicology* 1980;17:241-54.

Kim DS, Kim GB, Park KH, Kang TS, Lee JH, Nam SH, Park HJ, Kim HM, Lee JS, Park HS, Sakong J, Suh YJ, Ha EH, Hong YS. A study on exposure and health effect of mercury (II). National Institute of Environmental Research 2006a. (Korean).

Kim EH, Kim IK, Kwon JY, Koo JS, Hwang HS, Kim SK, Park YW, Noh JH, Lee DH. The effect of fish consumption on blood mercury levels of in pregnant women. *Yonsei Medical Journal* 2006b;47:626-33.

KFDA. Food Code: Standard and Specifications of Food Types. Available from: URL: <http://www.kfda.go.kr>(Korean).

Lauwery R, Buchet JP, Roels H, Hubermont G. Placental transfer of lead, mercury cadmium and carbon monoxide in women. I. Comparison of the frequency distribution of the biological indices in maternal and umbilical cord blood. *Environ Res* 1978;5:278-89.

Mayers GJ, Davidson PW, Cox C, Shamlaye CF, Palumbo D, Cernichiari E, Soloane-Reeres J, Wilding GE, Kost J, Huang LS, Clarkson TW. Prenatal methylmercury exposure from ocean fish consumption in the Seychelles child development study. *Lancet* 2003;361:1686-92.

Ohlander EM, Ohlin B, Albanus L, Bruce A. Mercury levels in the hair of pregnant women eating Swedish freshwater fish. *Var Foda* 1985;37:380-96.

Putman JJ. Quicksilver and slow death. *Natl Geogr Mag* 1972;144:507.

Sakamoto M, Kubota M, Liu XJ, Murata K, Nakai K, Satoh H. Maternal and fetal mercury and n-3 polyunsaturated fatty acids as a risk and benefit of fish consumption to fetus. *Environ Sci Technol* 2004;38:3860-63.

- Steuerwald U, Weibe P, Jorgensen PJ, Bjerve K, Brock J, Heinzow B, Budtz-Jorgensen E, Grandjean P. Maternal seafood diet, methylmercury exposure, and neonatal neurological function. *J Pediatr* 2000;136:599-605.
- Tsuchiya H, Mitani K, Kodama K, Nakata T. Placental transfer of heavy metals in normal pregnant Japanese women. *Arch Environ Health* 1984;39:11-7.
- Turner M, Marsh DO, Smith JC. Methylmercury in populations eating large quantities of marine fish. *Arch Environ Health* 1980;35:367-77.
- Unuvar E, Ahmadov H, Kiziler AR, Aydemir B, Topark S, Ulker V, Ark C. Mercury levels in cord blood and meconium of healthy newborns and venous blood of their mothers: clinical, prospective cohort study. *Sci Total Environ*. 2007;374:60-70.
- US EPA. Mercury Study Report to Congress. US EPA Dec 1997. Downloaded from <http://www.epa.gov/airprog/oar/mercury.html>.
- Vahter M, Akesson A, Lind B, Bjors U, Schutz A, Berglund M. Longitudinal study of methylmercury and inorganic mercury in blood and urine of pregnant and lactating women, as well as in umbilical cord blood. *Environ Res Sec A* 2000; 84:186-94.
- Venugopal B, Luckey TD. *Metal Toxicity in Mammals*, 2. New York: Plenum Press 1978;90.
- WHO/IPCS. *Methylmercury in Environmental Health Criteria*. 101. WHO. Geneva 1990.
- Weil M, Bressler J, Parsons P, Bolla K, Glass T, Schwartz B. Blood mercury levels and neurobehavioral function. *JAMA* 2005;293:1875-82.