



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](#)

碩士學位論文

우리나라 성인의 어패류 섭취빈도에
따른 혈중 수은 농도

濟州大學校 保健福祉大學院

保健學科

金男龍

2020年 8月

우리나라 성인의 어패류 섭취빈도에 따른 혈중 수은 농도

指導教授 홍 성 철

金 男 龍

이 論文을 保健學 碩士學位 論文으로 提出함

2020年 7月

金男龍의 保健學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 김 수 영 ①

委 員 박 형 근 ①

委 員 홍 성 철 ①

濟州大學校 保健福祉大學院

2020年 8月

Blood Mercury Concentration by the
Frequency of Fish and Shellfish Consumption
in Korean Adults

Nam-Yong Kim

(Supervised by professor Sung-Chul Hong)

A thesis submitted in partial fulfillment of the
requirement for the degree of Master of Public Health

2020. 7.

This thesis has been examined and approved.

Su-Young Kim

Thesis director Su-Young Kim Prof. of Public Health

Hyeung-Keun Park

Sung-Chul Hong

..... AUGUST 2020

Department of Public Health
GRADUATE SCHOOL OF PUBLIC HEALTH AND WELFARE
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 배경 및 필요성	1
2. 연구의 목적	4
II. 연구 방법	6
1. 연구대상 및 방법	6
1) 연구자료	6
2) 연구대상	6
3) 연구도구	7
4) 통계분석	8
2. 윤리적 고려	9
III. 연구 결과	10
1. 대상자의 일반적 특성 및 건강행태와 식습관 특성	10
2. 대상자의 성별, 연령별 수은 농도 수준 비교	12
3. 대상자의 거주지역별 수은 농도 수준 비교	13
4. 일반적 특성과 건강행태에 따른 혈중 수은 농도에 미치는 영향	14
5. 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 혈중 수은 농도에 미치는 영향	16
IV. 고 찰	18
V. 결론 및 제언	22
참고문헌	24
국문요약	27
ABSTRACT	28
감사의 글	30

List of Tables

Table 1. Compared to the level of mercury concentration exposure in the body of adults in Korea and foreign countries	4
Table 2. General characteristics of the study subjects	10
Table 3. Health behavior and eating habits of study subjects	11
Table 4. Levels of heavy metal concentration by gender and age(blood mercury)	12
Table 5. Levels of heavy metal concentration by gender and age(urinary mercury)	13
Table 6. Heavy metal(blood mercury) concentrations by residential area(By City area)	13
Table 7. Heavy metal(urinary mercury) concentrations by residential area(By City area)	14
Table 8. Logistic regression analysis for analysis of the impact on blood mercury concentrations according to general characteristics and health behavior adjusted by sex, age, smoking	15
Table 9. Logistic regression analysis for analysis of factors affecting mercury concentration in blood according to frequency of seafood intake adjusted by gender, age, smoking	16
Table 10. Fishery safety standard in other countries	21
Table 11. Fishery safety standard in Korea 2020	21

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

우리 인간은 일상 생활의 편리와 삶을 위하여 수많은 활동을 하면서 여러 가지 환경 오염물질인 부산물을 환경에 남긴다. 이 때 버려진 환경 오염물질은 생태계를 파괴시키고 다시 인간에게 피해를 주게 되는데, 이러한 환경오염 물질의 순환 과정은 환경오염 피해를 유발하는 전형적인 양상이며, 1956년에 화학공장에서부터 방출된 유기수은에 오염된 어패류를 섭취한 일본 구마모토 현의 미나모토 시의 주민들에게 미나마타 병이 집단적으로 발생한 것이 수은에 의한 건강 피해의 대표적인 예라고 할 수 있다.

대기, 토양 및 수질 내 환경오염물질에 포함된 수은이 강이나 바다로 유입되면 수중 미생물 내에서 독성이 있는 유기수은으로 변환되고 먹이사슬을 통해 어패류에 축적되며, 그 결과 개인적 차이는 있으나 어패류를 섭취하는 사람의 체내에는 항상 수은이 존재한다고 알려져 있다(WHO, 2008).

우리나라는 삼면이 바다로 둘러 싸여져 있어 이웃나라 일본 등과 함께 다른 나라에 비해 수산자원이 풍부해 육류에 비해 어패류 섭취비율이 점차적으로 증가하는 경향이 있으며, 최근 산업 발달로 해양오염이 갈수록 심화되고 있어 수은(Hg), 납(Pb), 카드뮴(Cd) 등 인체에 해로운 유해 중금속에 노출되는 정도가 점차 클 것으로 예상된다.

중금속은 지구표면의 자연적인 구성성분으로 식품, 물, 공기 등을 통해 인체로 소량 유입되는 경향이 있고, 그 중 오염된 환경에서 먹이사슬 과정을 거쳐 생물학적으로 농축된 해양생물을 지속적으로 섭취 시 중금속이 체내에 고농도로 축적되어 여러 가지 질병을 유발한다고 보고되었다(Jun, J. Y. et al. 2007).

특히 수은(mercury)은 액체 상태로 존재하는 유일한 금속이고 무기수은(inorganic mercury)과 유기수은(organic mercury)이 있는데 대부분은 무기수은으로 액체 상태의 수은은 체온계와 형광등, 전기 스위치 등에 사용된다. 수은은 피부

와 소화기관으로는 잘 흡수되지 않지만 오랜 기간 동안 체내에 쌓여 흥분과 불안 등의 정신적 이상현상을 유발하며, 염소, 황 등의 화학물질과 결합하여 가루 형태로 방부제나 불법 화장품 등에 사용되는 무기수은은 주로 신경계에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

신경 독성은 무기수은과 유기수은 모두 유발할 수 있는데, 유기수은이란 유기 성분인 탄소와 수은이 결합한 형태이고, 유기수은은 생물체를 통해 전해질 수 있고 해산물 특히 어패류에 상당한 양이 존재한다. 미나마타병도 유기수은의 한 종류인 메틸수은이 원인이고 임신부가 유기수은에 노출되면 태아도 수은중독 피해를 입을 수 있다고 알려져 있다(조용민(2016. 3. 7.)).

그리고 수은에 대한 노출은 수은을 함유하고 있는 폐기물이나 과거에 제조되고 사용된 수은을 함유한 농약 등에서 수은이 방출되어 물, 토양, 공기 등의 자연 환경을 오염시키게 되면 생물학적 대사작용의 과정에서 이를 섭취한 식물이나 어류 등에 수은이 축적되어 잔류하게 된다. 먹이사슬에 의한 포식활동을 통해 인간의 체내에 수은이 유입되게 되고 심한 경우 중독현상이 나타날 수 있다(조용민(2016. 3. 7.)).

수은 중독의 증상은 급성기 증상과 만성기 증상으로 구분할 수 있는데, 급성기 증상은 높은 농도의 수은 증기에 노출되면 폐 기관과 중추신경계에 영향을 주어 심하면 폐부종, 청색증, 양측성 폐침윤이 나타날 수 있다. 만성적 증상의 전형적인 세 가지 증후로는 구강염증, 진전(떨림), 정신적 변화가 나타날 수 있고 그 외 청력저하, 시야협착, 구음 장애, 만성피로감, 피부염, 부정맥 등이 나타날 수 있다(SNUH서울대학교병원. 2017. 7. 20.).

중금속 축적이 인체에 미치는 영향에 대한 외국의 연구 사례도 살펴보면 수은은 신경계, 신장계, 심장 및 생식계 장애 등 유전적 손상의 원인이 되는 것으로 보고된 바 있다(Zahir F, et al. 2005).

그리고 식이 습관에 따른 중금속 농도와와의 연관성을 분석한 선행연구에 따르면 혈중 수은 농도는 생선 섭취를 일주일에 3~4회 이상 섭취하는 군이 다른 군(한 달에 2~3회 이하, 일주일에 1~2회)에 비해 통계적으로 유의하게 높게($p < 0.01$) 나타나 임신부와 태아 등을 포함하는 일반인에게 나타날 수 있는 건강 장애를 예방하기 위한 연구가 지속적으로 계속되어야 한다고 하였다(김찬우, et al. 2010).

또한 국민건강영양조사(2008) 자료를 이용하여 분석한 선행연구에서 김영아 외 6인(2011)은 명태와 멸치의 경우 ‘일주일에 1회 이상’ 섭취하는 군이 ‘한 달에 1회 이하’ 섭취하는 군에 비해 유의적으로 높게 나타났고($p < 0.05$), 고등어와 조기, 조개, 젓갈 또한 ‘일주일에 1회 이상’ 섭취하는 군이 ‘한 달에 1회 이하’, ‘한 달에 2~3회’ 섭취하는 군에 비하여 유의적으로 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 그 결과 어패류 섭취빈도가 혈중 수은농도와 관련성이 있으므로 어패류 섭취를 제한하는 것이 필요하다고 제안하였다.

신지에 등 2인(2012)은 국민건강영양조사(2008~2010) 자료를 이용하여 분석한 논문에서 생선 섭취 빈도에 따른 혈중 수은 농도가 유의적으로 증가($p < 0.0001$)하는 것으로 보고하였고, 한국인의 대표식단 중 카드뮴, 납, 수은 섭취에 많은 기여를 하는 식품군인 어패류군은 해양의 오염으로 인해 유해물질에 쉽게 노출될 수 있으므로 해양오염을 예방하는 것이 필요하며, 다량의 생선 섭취 시 혈중 중금속의 섭취가 증가되므로 어패류 기준 섭취량 마련의 필요성을 제기하였다.

한편, 국립환경과학원의 제1, 2기(2009~2014) 국민환경보건 기초조사(Korean National Environmental Health Survey, 이하 “KoNEHS”라 한다) 보고서에 따르면 식이 습관에 따른 중금속 생체지표 농도의 차이를 분석한 결과, 해산물(대형어류 및 참치류, 생선류, 갑각류, 해초류, 패류 및 오징어 같은 기타 해산물 등 7가지로 분류)의 모든 범주에서 혈중 수은에 유의한 영향을 주는 것으로 조사되었다. 또한 제1기 KoNEHS 보고서에 따르면 우리나라 성인의 혈액 중 수은의 평균은 $3.10 \mu\text{g/L}$ ¹⁾로 미국(CDC, 2011)의 $0.94 \mu\text{g/L}$ 에 비해 약 3배나 높은 수치를 보였고, 최근 제3기(2015~2017) KoNEHS에서도 우리나라 성인의 혈중 수은은 $2.75 \mu\text{g/L}$ 로 미국의 국민건강영양조사(NHANES) 조사결과(2013-2014)에 보고된 성인 $0.814 \mu\text{g/L}$ 보다 3.3배나 높은 것으로 나타나 선진국과 비교할 경우 우리나라 성인의 혈중 수은에 대한 지속적인 관리와 모니터링이 계속적으로 필요한 것으로 실정이다.

참고로 우리나라 성인의 체내 수은 농도의 노출수준을 외국과 비교한 결과는 Table 1과 같다.

1) $1 \mu\text{g/L} = 0.001 \text{mg/L}$

Table 1. Compared to the level of mercury concentration exposure in the body of adults in Korea and foreign countries

Item	Unit	KOREA(KoNEHS)						USA NHANES ¹⁾	Germany HBM ²⁾	
		3rd('15-'17)		2nd('12-'14)		1st(09-'11)			Mean	I
		Mean	95 th	Mean	95 th	Mean	95 th			
blood mercury	µg/L	2.75	8.81	3.11	9.05	3.08	9.91	0.814	5 ³⁾	15 ³⁾
urinary mercury	µg/L	0.36	1.42	0.38	1.27	0.53	1.67	0.274	7 ³⁾	25 ³⁾
	µg/g cr.	0.41	1.39	0.49	1.35	0.61	1.76	0.318	5 ³⁾	20 ³⁾

1) 미국 국민건강영양조사(NHANES) 조사결과(2013-2014)

2) 독일 환경청 인체모니터링 위원회(Human Biomonitoring Commission, HBM) 권고값, 2017

3) 독일 HBM 권고값 (대상 : 어린이·성인)

자료출처: 제3기(2015~2017) 국민환경보건 기초조사

지금까지 국민건강영양조사 자료를 이용한 어패류 섭취빈도에 따른 중금속 농도에 관한 연구는 많이 보고된 바 있으나, 국민환경보건 기초조사를 이용하여 어패류 섭취빈도와 혈중 중금속 농도에 관한 연구결과는 많지 않은 실정이다.

이에 본 연구에서는 제3기 국민환경보건 기초조사 자료를 활용하여 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 생체시료(혈액) 중 수은 농도에 미치는 영향과 관련성을 연구하여 체내 중금속 농도를 줄이기 위한 식습관 개선과 어패류 섭취 허용 기준 마련 및 해양오염 노출 위험의 예방 등 국민 건강을 보호하고 피해를 줄여 나가는 데 활용될 수 있는 기초자료로 제공하고자 하였다.

2. 연구의 목적

본 연구는 제3기 국민환경보건 기초조사(KoNEHS) 자료를 활용하여 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 체내 혈중 수은 농도에 미치는 영향과 관련성을 연구하여 우리나라 성인의 체내 중금속 농도 수준을 파악하고 위해 중금속의 노출을 줄이기 위한 식습관 개선과 어패류 섭취 허용 기준 마련 및 해양오염 노출 위험의 예방

등 국민 건강을 보호하고 피해를 줄여 나가는데 활용될 기초자료로 제공하고자 하였으며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 대상자의 인구학적 일반적 특성과 건강행태 및 식습관 특성을 파악한다.

둘째, 대상자의 인구학적 특성별 중금속(수은) 농도 수준을 비교 분석한다.

셋째, 건강행태 및 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 혈중 수은농도에 미치는 영향요인 등을 파악한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 방법

1) 연구자료

본 연구는 국립환경과학원 주관으로 수집되는 국민환경보건 기초조사(KoNEHS) 제3기(2015~2017) 원시자료를 이용한 이차자료 분석 연구이다. 자료는 우리나라 국민 성인의 생체(혈액, 소변 등)내 납, 수은, 카드뮴 등 환경 유해물질의 노출수준 등을 확인하기 위해 매 3년 간격으로 실시한 자료를 국립환경과학원에 이용계획서를 제출하여 승인을 받은 후 사용하였다.

연구대상자는 제3기 KoNEHS에서 전체 6,167명(영유아 571명, 초등학생 887명, 중고생 922명, 만 19세 이상 성인 3,787명)을 대상으로 조사한 자료 중 만 19세 이상의 성인 3,787명에서 결측값이 있는 49명을 제외한 3,738명을 최종 연구대상으로 선정하였는데, 표본 추출틀은 통계청의 인구주택 총조사(2010년) 조사구를 모집단으로 사용하였다.

조사 내용은 환경 노출관련 1:1 면접 설문조사(성인의 경우 163문항), 임상검사(일반화학검사 등 총 16종), 환경유해물질 체내 노출수준 평가(중금속 등 총 26종)로 구성되어 있으며, 조사방법에 대해서는 제3기 KoNEHS 원시자료 이용지침서(성인)에 상세히 기술되어 있다

2) 연구대상

본 연구는 제3기 KoNEHS에서 전체 6,167명을 대상으로 조사한 자료 중 만 19세 이상의 성인 3,787명에서 결측값이 있는 49명을 제외한 3,738명을 최종 연구대상으로 선정하여 분석하였다. 만 19세 이상의 성인은 통계청의 인구주택 총조사

(2010년) 조사구를 모집단으로 사용하여 행정구역과 해안층으로 1차 층화하였고, 1차 층 내의 2차 층화기준은 사회·경제적으로 구분하여 구성하였으며, 환경부에서 운영하는 전국 42개 중금속 측정망 설치지역을 층으로 추가하였다.

3) 연구도구

(1) 일반적 특성

설문조사 자료 중 성별과 연령, 거주지역, 학력수준에 대한 자료를 이용하였다.

연령은 19~29세, 30~39세, 40~49세, 50~59세, 60~69세, 70세 이상으로 6분류하였고, 거주지역은 동지역, 읍·면지역, 해안층, 중금속 측정망으로 4분류하였다.

학력수준은 중졸이하(무학, 초졸, 중졸 포함), 고졸, 대학이상(대학 4년제 미만과 이상, 대학원 포함)으로 3분류하였다.

(2) 건강행태 특성

설문조사 자료 중 BMI(키와 몸무게를 이용), 흡연여부, 한약 복용 여부, 최근 1주일 이내 생선류, 조개류, 해초류 등 섭취여부 등에 대한 자료를 이용하였고, 각 조사 자료를 통해 생활 습관과 약물복용, 최근 식습관 등을 살펴봄으로써 대상자의 건강행태를 파악하고자 하였다.

BMI(Body Mass Index)는 대상자의 키와 몸무게 자료를 이용하여 체질량 지수를 계산한 것인데, 현재 체중(Kg)을 키(m)의 제곱으로 나눈 값으로 비만을 판정 지을 수 있는 지표로 활용되고 있으며, BMI가 25 미만은 정상군, BMI가 25 이상은 비만군으로 분류하였다.

흡연 여부는 “전혀 피운적 없음”, “과거에만 피움”, “현재 피움”으로 분류하였다.

한약 복용여부는 현재 한약을 복용중이거나 지난 1년간 복용하신 적이 있는 지에 대하여 “아니오” 또는 “예”로, 최근 1주일 이내 생선류, 조개류, 해초류 등을 드신 적이 있는 지에 대하여 “아니오” 또는 “예”로 각각 분류하였다.

(3) 어패류 등 해산물의 종류 및 섭취빈도

해산물의 종류는 대형어류 및 참치류(고래, 상어, 갈치, 다랑어 등), 생선류(갈치, 고등어, 꽁치, 조기, 삼치 등), 갑각류(새우, 게 등), 해초류(김, 미역, 다시마, 파래 등), 패류(홍합, 바지락, 꼬막 등), 기타 해산물(오징어, 해삼 등) 등 6가지로 분류하였고, 섭취빈도는 “거의 먹지 않음”, “월 1~3회(월 2~3회 빈도 포함)”, “주 1회 이상(주 2~3회, 주4~6회, 일 1회, 일 2회, 일 3회 빈도 포함)” 등 3가지로 분류하였다.

4) 통계 분석

국민환경보건 기초조사 원시자료 이용지침서에 성인대상 기초조사 가중치 부여는 표본 추출에 따른 추출률의 차이와 응답률 및 모집단에 대한 정보 등을 이용하여 모집단의 표본 구조를 맞추므로써 추정의 정확도를 높일 수 있다고 되어 있으므로 본 연구에서 활용하는 국민환경보건 기초조사자료는 층화와 표본 추출 자료라는 점을 감안하여 가중치를 부여한 복합 표본 분석을 실시하였다.

자료 분석에는 대상자의 일반적 특성과 건강행태 및 식습관 확인을 위해 빈도 분석을 실시하였고, 인구학적 특성에 따른 혈중 수은 농도의 수준 차이를 확인하기 위하여 T-test와 ANOVA를 실시하였다. 그리고 종속변수인 혈중 수은 농도를 하위 25%(정상군)와 상위 25%(고위험군)로 구분하고 어패류 등 해산물 섭취 빈도에 따른 혈중 수은 농도에 미치는 영향요인 등을 확인하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.

또한 로지스틱 회귀분석 시 수은 농도에 영향을 미칠 수 있는 Gender, Age, Smoking을 통제변수로 처리하였고, 자료분석은 SPSS(Ver 22.0) program 을 이용하였으며, 모든 자료분석의 유의성 결정은 $p < 0.05$ 수준으로 하였다.

2. 윤리적 고려

국민환경보건기초조사는 환경부 국립환경과학원에서 원시자료 이용계획서를 제출한 연구자에게 한하여 제공되며, 학술연구 등 승인받은 이용계획서에만 활용하도록 하고 있고 원시자료 활용에 대한 규정을 반드시 준수하도록 하고 있다.

본 연구는 제주대학교 생명윤리위원회의 IRB 심의면제(JJNU-IRB-2019-018) 승인을 받아 수행하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성 및 건강행태와 식습관 특성

본 연구는 19세 이상 성인 3,738명을 대상으로 분석하였으며, 연구대상자의 일반적 특성을 빈도 분석한 결과는 Table 2와 같다.

연구 대상자의 일반적 특성을 살펴보면 가중치를 부여한 결과 성별의 분포는 남자 1,870명(50.0%), 여자 1,868명(50.0%)으로 각각 비율이 동일하였고, 연령대 분포는 40~49세와 50~59세의 대상자가 각각 774명(20.7%), 746명(20.0%)로 많았으며, 30~39세 674명(18.0%), 19~29세 657명(17.6%), 60~69세 470명(12.6%), 70세 이상 415명(11.1%) 순이었다. 그리고 거주지역의 경우 동지역 대상자가 3,180명(85.1%)으로 대다수를 차지하고 있고 읍·면지역이 509명(13.6%), 해안층이 49명(1.3%) 순이었으며, 학력 수준은 대학 이상이 1,838명(49.1%)으로 가장 많았고 고졸 1,116명(29.9%), 중졸 이하가 783명(21.0%) 순이었다.

Table 2. General characteristics of the study subjects

Variables	Categories	Weighted specimens number(N)	S.E.	Number of unweighted specimens	%	S.E.
Gender	Male	1870.696	59.089	1639	50.0%	0.8%
	female	1868.291	45.404	2099	50.0%	0.8%
	Total	3738.987	88.284	3738	100.0%	0.0%
Age	19-29	657.086	56.297	276	17.6%	1.2%
	30-39	674.411	45.950	536	18.0%	1.2%
	40-49	774.778	46.435	614	20.7%	1.1%
	50-59	746.224	40.839	872	20.0%	1.0%
	60-69	470.636	23.148	923	12.6%	0.7%
	70 years	415.852	28.493	517	11.1%	0.9%

	of age or older Total	3738.987	88.284	3738	100.0%	0.0%
Residential area	City area	3180.358	72.767	2619	85.1%	1.3%
	Town area	509.276	55.923	578	13.6%	1.3%
	Coastal areas	49.095	10.827	218	1.3%	.3%
	Heavy metal measuring network	.257	.029	323	.0%	.0%
	Total	3738.987	88.284	3738	100.0%	0.0%
Education	Less than junior high school	783.553	36.744	1255	21.0%	1.2%
	University and above	1116.738	51.040	1173	29.9%	1.1%
	University and above	1838.696	86.663	1310	49.1%	1.6%
	Total	3738.987	88.284	3738	100.0%	0.0%

S.E.: Standard error

연구 대상자의 건강행태와 식습관 특성을 조사한 결과 BMI는 정상군(BMI<25)이 62.2%(2,324명), 비만군(BMI≥25)은 37.8%(1,414명)로 정상군이 다수를 차지하고 있다. 흡연의 경우 비흡연자가 61.8%(2,309명)로 가장 많았고 현재 흡연자가 19.6%(733명), 과거 흡연자는 18.6%(695명) 순이었다. 한약의 경우 복용하지 않는다는 대상자가 89.7%(3,354명)로 대부분이었고, 최근 일주일 이내 생선류, 조개류, 해초류 등을 섭취한다는 대상자가 86.6%(3,237명)로 대다수인 것으로 조사되었다.(Table 3)

Table 3. Health behavior and eating habits of study subjects

Variables	Categories	Weighted specimens number(N)	S.E.	Number of unweighted specimens	%	S.E.
BMI	Normal	2324.576	75.507	2196	62.2%	1.0%
	Obesity	1414.411	43.957	1542	37.8%	1.0%
	Total	3738.987	88.284	3738	100.0%	0.0%
Smoking	Non smoker	2309.641	63.648	2385	61.8%	0.9%

	Past smoker	695.778	27.937	755	18.6%	0.7%
	Current smoker	733.568	43.177	598	19.6%	0.9%
	Total	3738.987	88.284	3738	100.0%	0.0%
Taking Chinese medicine	No	3354.793	82.431	3297	89.7%	0.7%
	Yes	384.194	27.972	441	10.3%	0.7%
	Total	3738.987	88.284	3738	100.0%	0.0%
Intake of fish, etc. within the last week	NO	501.876	44.657	484	13.4%	1.2%
	Yes	3237.111	90.630	3254	86.6%	1.2%
	Total	3738.987	88.284	3738	100.0%	0.0%

2. 대상자의 성별, 연령별 수은 농도 수준 비교

인구학적 특성에 따른 수은 중금속 농도의 수준 차이를 확인하기 위하여 t-test와 ANOVA를 실시한 결과는 Table 4, 5와 같다.

혈중 수은의 경우 성별에서는 여자(2.7513 ug/L)에 비해 남자(4.2237 ug/L)가 유의하게 높았고($p < 0.001$), 연령대에서는 19~29세부터 50~59세까지는 연령이 증가할수록 유의하게 증가하고 있고($p < 0.001$), 60세 이후부터는 혈중 수은 농도가 조금씩 줄어드는 경향이 있는 것으로 확인되었다. 이는 나이가 들어서는 어패류 등 관련된 식품을 적게 섭취하는 때문인 것으로 판단되는데, 신지에 외 2인(2012)의 선행연구에서 연령이 많을수록 생선 섭취 빈도는 감소한다고 보고한 결과에서 이를 뒷받침 해주고 있다.

요중 수은의 경우에도 여자(0.4640 ug/L)에 비해 남자(0.5564 ug/L)가 유의하게 높은 것으로 나타났고($p < 0.001$), 연령대에서도 혈중 수은과 비슷하게 19~29세부터 50~59세까지는 연령이 증가할수록 유의하게 증가하고 있고($p < 0.001$) 60세 이후부터는 요중 수은 농도도 조금씩 줄어들고 있는 것으로 분석되었다.

Table 4. Levels of heavy metal concentration by gender and age(blood mercury) (단위:ug/L)

Variables	Categories	Estimate	S.E.	95% CI		P-Value
				Lower	Upper	
Gender	Male	4.2237	0.12832	3.9705	4.4769	0.000
	female	2.7513	0.07622	2.6009	2.9017	
Age	19-29	2.2104	0.11494	1.9836	2.4372	0.000
	30-39	3.4913	0.15494	3.1855	3.7970	
	40-49	3.7378	0.13131	3.4787	3.9969	
	50-59	4.1749	0.18556	3.8087	4.5411	
	60-69	4.0284	0.17192	3.6891	4.3677	
	70 years of age or older	3.2821	0.22290	2.8422	3.7220	

95% CI : 95% confidence interval

Table 5. Levels of heavy metal concentration by gender and age (단위:ug/L)
(urinary mercury)

Variables	Categories	Estimate	S.E.	95% CI		P-Value
				Lower	Upper	
Gender	Male	0.5564	0.02358	0.5099	0.6029	0.000
	female	0.4640	0.02067	0.4232	0.5048	
Age	19-29	0.4789	0.05027	0.3797	0.5781	0.001
	30-39	0.5801	0.03456	0.5119	0.6483	
	40-49	0.5360	0.03313	0.4706	0.6014	
	50-59	0.5564	0.03126	0.4947	0.6180	
	60-69	0.4888	0.02525	0.4390	0.5386	
	70 years of age or older	0.4209	0.02777	0.3661	0.4757	

3. 대상자의 거주지역별 수은 농도 수준 비교

동지역을 기준으로 한 연구 대상자의 거주지역에 따른 수은 중금속 농도의 수준 차이를 확인한 결과, 거주지역별로는 혈중 수은의 경우 해안층에서 가장 높고

중금속측정망> 동지역> 읍·면지역 순으로 높았지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 요중 수은의 경우 읍·면지역에서 다소 높았지만 거주지역별 유의한 차이는 없는 것으로 확인되었다(Table 6, 7).

Table 6. Heavy metal concentrations by residential area(By City area) (단위:ug/L)
- blood mercury

Residential area	Mean	S.E.	95% CI		P-Value
			Lower	Upper	
Town area	3.2498	0.20421	2.8469	3.6528	0.229
Coastal areas	4.4711	0.59299	3.3009	5.6413	0.118
Heavy metal measuring network	3.7838	0.45049	2.8948	4.6727	0.573
City area	3.5233	0.09673	3.3324	3.7142	-

Table 7. Heavy metal concentrations by residential area(By City area) (단위:ug/L)
- urinary mercury

Residential area	Mean	S.E.	95% CI		P-Value
			Lower	Upper	
Town area	0.5985	0.04887	0.5021	0.6949	0.083
Coastal areas	0.5229	0.07726	0.3705	0.6754	0.838
Heavy metal measuring network	0.5404	0.07330	0.3957	0.6850	0.657
City area	0.5065	0.02014	0.4668	0.5463	-

4. 일반적 특성과 건강 행태에 따른 혈중 수은 농도에 미치는 영향

혈중 수은농도를 하위 25%(정상군)와 상위 25%(고위험군)로 이분(二分)하고 종속변수로 하여 일반적 특성과 건강 행태에 따른 상위 수준의 혈중 수은농도에 미치는 영향요인을 확인하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 그 결과는 Table 8과 같다. 또한 로지스틱 회귀분석 시 수은 농도에 영향을 미칠 수 있는

Gender, Age, Smoking을 통제변수로 처리하였고, 혈중수은 농도는 빈도 분석을 통하여 사분위점수를 확인하고 상·하위 각각 25%에 속한 응답자를 변수로 처리하여 분석하였다.

Table 8. Logistic regression analysis for analysis of the impact on blood mercury concentrations according to general characteristics and health behavior adjusted by sex, age, smoking (단위:ug/L)

Variables	Categories	Exp(B)	95% CI		P-Value
			Lower	Upper	
Gender	Male	3.701	2.411	5.682	.000
	female	1.000	-	-	-
Age	70 years of age or older	3.543	1.668	7.526	.001
	60~69	9.506	5.379	16.800	.000
	50~59	9.940	5.252	18.812	.000
	40~49	8.332	4.462	15.559	.000
	30~39	6.365	3.245	12.483	.000
	19~29	1.000	-	-	-
residential area	Town area	.768	.454	1.300	.324
	Coastal areas	1.778	.804	3.932	.154
	Heavy metal measuring network	.951	.470	1.923	.887
	City area	1.000	-	-	-
BMI	Obesity	1.708	1.291	2.260	.000
	Normal	1.000	-	-	-
Smoking	Current smoker	1.603	.999	2.572	.050
	Past smoker	1.661	1.039	2.657	.034
	Non smoker	1.000	-	-	-

성별에서는 여자에 비해 남자가 혈중수은 상위 25%(고위험군)에 속할 확률이 3.701배 유의하게 높았고($p < 0.001$), 연령별로는 젊은 연령층(19~29세)에 비해 30대에서부터 50대까지에서 고령층이 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 6.365~9.940배 유의하게 높았지만 60세 이후부터는 고위험군에 속할 확률이 다소 낮은 배수의 확률로 높은 것으로 분석되었다($p < 0.001$).

거주지역별로는 동지역에 비해 해안층 지역이 혈중 수은 고위험군에 속할

확률이 1.778배나 크게 높았지만 통계적으로 유의하지는 않았다.

BMI의 경우 정상군(BMI<25)에 비해 비만군(BMI≥25)이 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 1.708배 유의하게 높았고($p<0.001$), 흡연은 흡연을 전혀하지 않는 사람들에 비해 과거 또는 현재 피우는 사람들이 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 유의하게 높은 것으로 확인되었다($p<0.001$).

5. 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 혈중 수은 농도에 미치는 영향

혈중 수은농도를 하위 25%(정상군)와 상위 25%(고위험군)로 이분(二分)하고 종속변수로 하여 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 상위 수준의 혈중 수은 농도에 미치는 영향요인을 확인하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였고 그 결과는 Table 9와 같다.

또한 전향(4. 일반적 특성과 건강 행태에 따른 혈중 수은 농도에 미치는 영향)과 마찬가지로 Gender, Age, Smoking을 통제변수로 처리하였으며, 혈중수은 농도는 빈도 분석을 통하여 사분위점수를 확인하고 상·하위 각각 25%에 속한 응답자를 변수로 처리하여 분석하였다.

Table 9. Logistic regression analysis for analysis of factors affecting mercury concentration in blood according to frequency of seafood intake adjusted by gender, age, smoking (단위:ug/L)

Independent variables	Categories	Exp(B)	95% CI		P-Value
			Lower	Upper	
Intake of fish, etc. within the last week	Yes	3.375	2.119	5.376	0.000
	No	1.000	-	-	-
Large fish and tuna	More than once a week	1.229	.746	2.023	.416
	1-3 times a month	1.353	.946	1.935	.097
	Almost no eating	1.000	-	-	-
fish	More than once a week	8.427	5.207	13.639	.000
	1-3 times a month	3.476	1.935	6.245	.000

	Almost no eating	1.000	-	-	-
Crustaceans	More than once a week	3.814	2.213	6.573	.000
	1-3 times a month	2.085	1.499	2.901	.000
	Almost no eating	1.000	-	-	-
Seaweed	More than once a week	2.106	1.081	4.105	.029
	1-3 times a month	2.012	.988	4.097	.054
	Almost no eating	1.000	-	-	-
Shellfish	More than once a week	2.621	1.770	3.881	.000
	1-3 times a month	1.883	1.346	2.634	.000
	Almost no eating	1.000	-	-	-
Other seafood	More than once a week	2.229	1.455	3.415	.000
	1-3 times a month	1.486	1.020	2.164	.039
	Almost no eating	1.000	-	-	-

최근 일주일 내 생선류, 조개류, 해초류 등을 섭취하지 않은 사람들에 비해 생선류 등을 섭취하는 사람들이 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 3.375배 유의하게 높았다($p < 0.001$). 그리고 생선류와 갑각류, 해초류, 패류, 기타해산물을 거의 섭취하지 않는 사람들에 비해 월 1~3회 또는 주 1회 이상 섭취하는 사람들이 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 모두 유의하게 높았고($p < 0.05$), 특히 생선류와 갑각류를 주 1회 이상 섭취하는 사람들은 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 각각 8.427배, 3.814배 유의하게 높았다($p < 0.001$).

하지만 대형어류 및 참치류는 거의 섭취하지 않는 사람들에 비해 월 1~3회 또는 주 1회 이상 섭취하는 사람들이 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 1.2~1.3배 높았지만 통계적으로 유의하지는 않았다.

IV. 고찰

본 연구는 제3기 국민환경보건 기초조사 자료를 활용하여 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 체내 혈중 수은 농도에 미치는 영향과 관련성을 연구하여 우리나라 성인의 중금속 농도 수준을 파악하고 위해 중금속의 노출 피해를 줄이기 위한 식습관 개선과 다양한 예방 관리 대책을 마련하는 등 국민 건강을 보호에 활용될 기초자료로 제공하고자 하였으며, 연구결과를 살펴보면 다음과 같다.

대상자의 인구학적 특성에 따른 수은 중금속 농도 수준을 분석한 결과 성별에 따른 혈중 수은농도는 여자(2.7513 ug/L)에 비해 남자(4.2237 ug/L)가 훨씬 높았고, 연령별로는 연령대가 젊은 연령층에서 고령층으로 갈수록 혈중 수은 농도가 유의하게 증가하였으며 특히 50대(4.1749ug/L) 연령에서 가장 높았는데, 이전의 김영아 외 6(2011)과 주영경 외 6(2019)의 선행연구의 연구결과와도 일치한다.

그리고 대상자의 거주지역별 혈중 수은 농도는 동지역(3.5233ug/L)에 비하여 해안층 지역(4.4711ug/L)이 가장 높은 수준으로 조사되었지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 한편 다른 선행연구결과에서 혈중수은 농도가 도시지역이 가장 낮고 농촌지역, 대기 측정망 지역, 해안지역 순으로 혈중수은 농도가 높다고 보고(오세영, 2011)한 사례가 있었는데, 이는 해안지역이 다른 지역보다 해산물 소비가 많은 식습관과 관련성이 있는 것으로 판단된다.

또한 대상자의 건강 행태 특성에 따른 혈중 수은 농도와의 관련성을 분석한 결과, BMI가 정상인 사람들에 비해 비만한 사람들이 혈중수은 고위험군에 속할 확률이 1.708배 유의하게 높았고, 흡연의 경우 흡연을 전혀하지 않는 사람들에 비해 과거 또는 현재에 흡연하는 사람들이 혈중수은 고위험군에 속할 확률이 1.66배 정도 유의하게 높은 것으로 분석되었다. 이전의 연구에서도 혈중수은 농도와 BMI간에 상관 관계가 있다고 보고(강대원, 2013)되었고, 흡연자가 비흡연자보다 혈중수은 농도가 유의하게 높다고 보고(주영경 외 6, 2019; 황문영 외 4, 2019)한 사례가 있어 기존의 연구결과와도 유사함을 확인할 수 있었다.

아울러 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 혈중 수은 농도에 미치는 영향을 분석한 결과, 최근 일주일 이내 생선류, 조개류, 해초류 등을 섭취한 사람들이 그렇지 않은 사람들에 비해 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 3.375배 통계적으로 유의하게 높았고, 대형어류 및 참치류를 제외한 생선류와 갑각류, 해초류, 패류, 기타해산물 등 5가지의 식품을 월 1~3회 또는 주 1회 이상 섭취하는 사람들이 그렇지 않은 사람들에 비해 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 모두 통계적으로 유의하게 높았다. 특히 생선류와 갑각류의 식품을 주 1회 이상 섭취하는 사람들의 경우는 거의 섭취하지 않는 사람들에 비해 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 각각 8.427배와 3.814배 높은 것으로 확인되었다.

이 결과는 국민건강영양조사를 이용하여 어패류 섭취빈도와 한국 성인의 혈중 수은 농도간의 관련성을 보고한 선행연구(김영아 외 6, 2011)결과와도 유사하였다.

또한 이번 연구에서 대형어류 및 참치류의 섭취빈도가 다른 해산물류 식품과 비교하여 혈중 수은 고위험군에 속할 확률이 유의하지 않은 것으로 분석되었는데 이전의 선행연구(김영아 외 6, 2011)에서 참치와 오징어 식품의 경우 섭취빈도에 따른 혈중 수은 농도에 유의한 차이가 없다고 보고한 결과와 우연하게도 유사한 사례임을 발견하게 되었다.

이러한 점에서 어류의 먹이사슬 최상위인 상어고기 섭취가 지역주민들의 혈중 수은 농도에 유의하게 기여하고 있음을 보고한 선행연구(은종우, 2014) 결과를 참고하여 추후 상어나 참치 같은 대형어류의 섭취빈도에 따른 혈중 수은농도의 유의성을 검증하기 위한 추가적인 연구도 필요해 보인다.

이상의 결과를 보았을 때 한국인의 대표식단 중 특히 수은 섭취에 기여를 하는 식품군인 어패류는 산업의 발달과 해양의 오염으로 인해 위해 중금속에 쉽게 노출될 수 있으므로 이에 대한 예방대책과 함께 어패류 등 식품 섭취 허용기준 마련이 필요할 것으로 판단된다.

이번 연구는 국가의 대표성 있는 표본자료인 국민환경보건 기초조사(제3기)자료를 이용하여 우리나라 성인의 혈중 수은 농도에 미치는 건강 위해요인을 파악하였다는데 의의가 있다고 할 것이다. 그러나 제한점도 가지고 있는데 어패류 등 식품 섭취빈도 분석 결과를 제시함에 있어 원시자료에서 제시된 섭취빈도가 9가지였으나 3가지로 줄여서 분석함으로써 보다 의미 있는 결과를 도출하는데 한계가

있었다는 점이다. 그리고 연구 대상자의 직업군이 너무 다양하고 세분화되어 있어 유사한 직업군별로 그룹화하지 못하고 직업별 특성에 따른 혈중 수은 농도와 의 관련성을 제시하지 못한 미흡한 부분도 있다. 이외에도 음주 및 운동 행태, 기타 환경유해물질 등 여러 가지 변수가 연구에 포함되지 않아 중금속 수은의 위해 영향요인에 대한 결과를 해석하는데 주의할 필요가 있다.

참고로 수은은 인체에 직접적으로 노출되지 않는 일반 국민들에서 수은 노출의 주된 요인은 어패류 섭취라고 할 수 있는데, 선진국의 경우 어패류 섭취를 통한 과도한 수은 노출로부터 국민들을 보호하기 위하여 어패류에 대한 수은 농도의 허용기준을 설정하고 있다. 일본은 총수은 0.4ppm, 메틸수은 0.3ppm으로 정하고 있고, 미국의 경우 수은 허용기준을 1.0ppm으로, 유럽연합(EU)에서는 일반 수산물에 0.5ppm, 상어나 참치는 1.0 ppm까지 허용하고 있다(Table 10).

우리나라의 경우에도 수산물에 대한 중금속 허용기준은 상어류를 포함한 다량 어류, 새치류에 한하여 메틸수은 1.0ppm(mg/kg), 그 어류군을 제외한 어류에 대해서는 수은 0.5ppm(mg/kg)으로 정하고 있다(Table 11).

한편 우리나라 국민의 경우 어류를 통한 섭취량이 전체 수은 섭취량의 63.9%를 차지하며(식품의약품안전처, 2006), 식품군별 수은 섭취비율도 채소류 6.5%, 곡류 15.9%에 비해 어패류가 67.7%로 가장 많았다는 보고(권영민, 2010)도 있다.

따라서 우리나라 성인의 혈중 수은농도가 $2.75\mu\text{g/L}$ 로 미국의 성인 $0.814\mu\text{g/L}$ 보다 3.3배나 높은 것으로 파악되고 있으므로 선진국과 비교할 때 앞으로도 우리나라 성인의 혈중 수은에 대한 지속적인 연구와 모니터링이 계속적으로 필요할 것으로 생각된다.

Table 10. Fishery safety standard in other countries

By Country	JAPAN	USA	EU	Canada	Australia
Total mercury	Total mercury: 0.4ppm Methyl mercury: 0.3ppm (Excluding deep-sea seafood, freshwater fish, and tuna fish)	Methyl mercury : 1.0ppm or less	- General seafood: 0.5ppm - 18 species including sharks, tuna and eels : 1.0ppm	- 0.5ppm (Excluding sharks, tuna and billfish)	- Crustaceans, Fish, mollusks, Shellfish : 0.5ppm - Sharks, tuna, rays : 1ppm

자료 출처: 김하진. (2019). 동해병 폐기물 배출해역의 어획량 및 붉은 대게 근육내 중금속 함량 변동 특성 연구. 전남대학교대학원 석사학위 논문

Table 11. Fishery safety standard in Korea 2020

Target foods	Mercury(mg/kg)	Methyl mercury(mg/kg)
Fish	0.5 or less (Excluding deep-sea fish, tuna and billfish)	1.0 or less (Only in deep sea fish, tuna and billfish)
mollusks	0.5 or less	-
Crustacean	-	-
seaweed	-	-
Frozen fish head	0.5 or less (Excluding deep-sea fish, tuna and billfish)	1.0 or less (Only in deep sea fish, tuna and billfish)
Frozen fish intestines	0.5 or less (Excluding deep-sea fish, tuna and billfish)	1.0 or less (Only in deep sea fish, tuna and billfish)

자료 출처: 식품의약품안전처. 2020. 「식품공전」 (제2. 식품일반에 대한 공통기준 및 규격 ▶ 3. 식품일반의 기준 및 규격 ▶ 중금속기준(수산물))

V. 결론 및 제언

본 연구는 제3기 국민환경보건 기초조사 자료를 활용하여 대상자의 인구학적 일반적 특성과 건강행태 및 식습관 특성을 파악하고 대상자의 인구학적 특성별 중금속(수은) 농도 수준을 비교 분석하여 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 혈중 수은농도에 미치는 영향요인 등을 파악해 보고자 실시하였으며, 만 19세 이상의 성인 3,738명의 자료를 분석하였다.

인구학적 특성별 조사에서 여자에 비해 남자의 혈중 수은농도가 유의하게 높았고, 연령별로는 나이가 젊은 연령층에서 고령층으로 갈수록 혈중 수은 농도가 유의하게 증가하였으며, 거주지역별 조사에서 혈중 수은 농도는 통계적으로 유의하지는 않았다.

건강 행태 특성별 조사에서 BMI의 경우 정상인 사람들에 비해 비만한 사람들이 혈중수은이 유의하게 높았고, 흡연은 흡연을 전혀하지 않는 사람들에 비해 과거 또는 현재에 흡연하는 사람들이 혈중수은이 유의하게 높은 것으로 분석되었다.

그리고 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 혈중 수은 농도에 미치는 영향을 분석한 결과, 최근 일주일 이내 생선류 등을 섭취한 사람들이 그렇지 않은 사람들에 비해 혈중 수은농도가 통계적으로 유의하게 높았고, 대형어류 및 참치류를 제외한 생선류와 갑각류, 해초류, 패류, 기타해산물 등 5가지의 식품을 월 1~3회 또는 주 1회 이상 섭취하는 사람들이 그렇지 않은 사람들에 비해 혈중 수은 농도가 통계적으로 유의하게 높은 것으로 확인되었다.

종합해 볼 때 성별과 연령, BMI와 흡연, 최근 일주일 이내 생선류 등 섭취 습관, 그리고 생선류를 비롯한 갑각류, 해초류, 패류, 기타해산물 등 식품의 섭취빈도가 우리나라 성인의 혈중 수은 농도에 유의한 영향을 주는 요인으로 파악되었다.

따라서 국민의 건강 보호와 식품 안전성 확보를 위하여 초기 성인기부터 식이 습관을 개선하고 비만을 예방하기 위한 금연과 운동 등 건강한 생활 습관을 실천하려는 적극적인 노력이 필요할 것으로 보이고, 국가적인 차원의 중금속 수은 노출 피해와 해양오염의 위험을 줄이기 위한 적절한 예방교육 및 어패류 섭취

특성, 지역별 해양오염 정도의 분석을 통한 어패류 등 식품(해산물)의 적정 섭취량에 대한 기준 설정과 중금속 수은의 다양한 노출원에 대한 세부적인 연구가 계속되어져야 할 것으로 사료된다.

또한 추후 관련 연구에서는 본 연구에서 다루지 못한 다양한 직업군을 그룹화하고 중금속 노출 요인이 되는 변수들을 고려해 보다 세부적인 분석이 필요할 것으로 사료되며, 이번 연구는 우리나라 성인만을 대상으로 조사한 만큼 향후에는 성인뿐만 아니라 아동과 청소년을 포함한 전국민을 대상으로 하여 체내 중금속 축적을 줄이고 건강한 삶을 살아갈 수 있도록 지원하는 다양한 연구가 진행되길 기대한다.

참고문헌

- 강대원, 이가영, 2010년 국민건강영양조사 자료를 이용한 혈중 수은 농도와 체성분 측정치와의 관련성, 대한비만학회지, 22(4):237~242, 2013
- 김기해, et al. "특정식품 섭취를 통한 중금속 위해 기여 요인과 혈중 수은 농도와의 상관성 분석." 환경독성보건학회 심포지엄 및 학술대회 (2017): 338-338.
- 김성아. (2014). 한국인 상용식품 중 수은 함량 데이터베이스 구축 및 식품으로 인한 수은 노출수준 평가. (국내석사학위논문, 서울대학교 보건대학원).
- 김영아, 김영남, 조경동, 김미영, 김은진, 백옥희, et al. (2011). 국민건강영양조사 제 4기 2차년도(2008)를 이용한 어패류 섭취빈도에 따른 한국 성인의 혈중 중금속 농도 조사. 한국영양학회지, 44(6), 518-526.
- 김영아. (2012). 국민건강영양조사 제4기 2차 및 3차년도(2008-2009)를 이용한 한국 성인의 어패류 섭취와 혈중 중금속농도 및 심혈관계질환과의 관계. (국내 석사학위논문, 중앙대학교 대학원).
- 김지영, 신민서, 김성희, 서지현, 마혜선, & 양윤정. (2017). 한국 여자 청소년과 성인 여성의 혈청 철 영양상태 및 식품 섭취와 혈중 중금속농도와의 상관성: 2010~2011 국민건강영양조사 자료를 이용하여. Journal of Nutrition and Health (J Nutr Health), 50(4), 350-360.
- 김은경. (2013) 혈중 중금속 농도 및 관련요인 : 국민건강영양조사 제 5기 1차년도 (2010) 자료를 이용(국내 석사학위 논문, 고려대학교 보건대학원).
- 김찬우, et al. "우리나라 일부 지역 주민에서 생선 섭취 빈도가 혈중 수은 농도에 미치는 영향". 대한산업의학회지 22.2 (2010): 114-121.
- 김하진. (2019). 동해병 폐기물 배출해역의 어획량 및 붉은 대게 근육내 중금속 함량 변동 특성 연구. (석사학위 논문, 전남대학교대학원)
- 국립환경과학원(유지영, 최옥희, 전해리, 권영민, 이나영, 정선경, 주영경, 이기재, 이철우, 유승도). Korean National Environmental Health Survey(KoNEHS) - Annual Report on cycle 3, 3rd year (2017) -.
- 권대호. (2018). 수산물로 인한 수은 노출량과 불포화지방산 섭취량의 관련성 연구.

- (국내석사학위논문, 연세대학교 보건대학원).
- 권영민. (2010). 식품을 통한 수은 노출 및 위해도 평가. (고려대학교 대학원).
- 식품의약품안전처. (2006). 한국인의 대표식단 중 오염물질 섭취량 및 위해도 평가
식품의약품안전처. 2020. 「식품공전」 http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=12
- 신지예, 김지명, 김유리. (2012). 국민건강영양조사(2008~2010)를 이용한 성인의 혈중
중금속 농도와 생선 섭취 및 심혈관 질환과의 관련성. (국내석사학위논문,
이화여자대학교 대학원).
- 오정숙. (2013). 한국 아동 및 청소년에 대한 식품으로부터의 중금속 노출량 추정 및
적용. (국내박사학위논문, 강원대학교 대학원).
- 오세영. (2011). 혈중 요중 유해물질 농도, 식이 섭취, 건강상태와의 관련성 연구.
(석사학위논문, 경희대학교 대학원)
- 은중우. (2014) 경상북도 지역별 상어고기 섭취량과 지역주민 혈중 수은 농도의
관련성. (석사학위 논문, 영남대학교 대학원)
- 조용민(2016. 3. 7.). “ 인간이 버린 수은, 부메랑 되어 인간을 공격한다”.
[의협신문]. Available from URL: https://www.doctorsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=109009&sc_word=&sc_word2=
- 주영경, 권영민, 김성연, 최경호, 이철우, 유승도, 유지영. (2019). 우리나라 성인의
체내 중금속 3종에 대한 노출수준과 주요 인구사회학적 영향요인에 관한 연구
- 제1~3기 국민환경보건 기초조사(2009-2017) 결과 -. 1. 한국환경보건학회지,
45(5): 541-555
- 홍영습, 김병권, 서정욱, 김정만, & 김준연. (2009). 일부 대도시 주민의 혈중 수은
농도 및 관련 요인. Paper presented at the pp. 585-586.
- 환경부. (2005). 국민 혈중의 중금속 농도 조사연구.
- 환경부 국립환경과학원. 제3기(2015~2017) 국민환경보건 기초조사
- 환경부 국립환경과학원. (2019). 제3기('15~'17) 국민환경보건 기초조사 원시자료
이용지침서(성인)
- 환경부 국립환경과학원. (2018). 제3기 국민환경보건 기초조사 생체시료 중 환경
유해물질 분석매뉴얼(중금속).

- 황문영, 홍수연, 권영민, 조혜정, 박충희. (2019). 주거환경 및 개인 생활습관에 따른 화학물질 노출수준 차이 - 국민환경보건기초조사; 한국환경보건학회지. 45(2): 142-153
- 황현숙. (2009). 경북 일부 지역주민의 어류 섭취와 혈중 수은 농도의 관련성. (국내석사학위논문, 영남대학교 환경보건대학원).
- SNUH서울대학교병원. N의학정보[mercury poisoning]. [Cited 2017 July 20]. Available from <http://www.snuh.org/health/nMedInfo/nView.do?category=DIS&medid=AA000674>
- Centers for Disease Control and Prevention(CDC). 2011. Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, Updated Tables. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention. <http://www.cdc.gov/exposurereport/>
- Jun, J. Y., Xu, X. M., & Jeong, I. H. (2007). Heavy metal contents of fish collected from the Korean coast of the East Sea (Donghae). Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 40(6), 362-366.
- Kimáková T, Kuzmová L, Nevolná Z, Bencko V. Fish and fish products as risk factors of mercury exposure. Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM. 2018;25(3):488-493.
- Liang G, Gong W, Li B, Zuo J, Pan L, Liu X. Analysis of heavy metals in foodstuffs and an assessment of the health risks to the general public via consumption in beijing, china. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019;16(6):909.
- McKelvey W, Alex B, Chernov C, et al. Tracking declines in mercury exposure in the new york city adult population, 2004 - 2014. Journal of Urban Health. 2018;95(6):813-825.
- World Health Organization: Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. 2008. Available: <http://www.who.int/foodsafety/en/>
- Zahir F, Rizwi SJ, Haq SK, Khan RH. Low dose mercury toxicity and human health. Environ Toxicol Pharmacol. 2005; 20(2): 351-360

국문 요약

한국인의 대표식단 중 특히 수은 섭취에 기여를 하는 식품군인 어패류는 산업의 발달과 해양의 오염으로 인해 위해 중금속에 쉽게 노출될 수 있으므로 피해 예방을 위한 대책 방안과 함께 어패류 등 해산물 섭취 허용기준 마련이 필요한 실정이며, 최근 조사결과 우리나라 성인의 혈중 수은 농도가 $2.75\mu\text{g/L}$ 로 미국의 성인 $0.814\mu\text{g/L}$ 보다 3.3배나 높아 이에 대한 체계적인 연구와 모니터링이 필요한 것으로 보고되고 있음에 따라 위해 중금속으로부터 노출 피해를 줄이고 국민의 건강을 보호하는 데 활용될 기초자료로 제공하고자 하였다.

본 연구는 제3기 국민환경보건 기초조사 자료를 활용하여 대상자의 인구학적 일반적 특성과 건강행태 및 식습관 특성을 파악하고, 인구학적 특성별 중금속(수은) 농도 수준을 비교 분석하여 어패류 등 해산물 섭취빈도에 따른 혈중 수은 농도에 미치는 영향요인 등을 파악해 보고자 만 19세 이상의 성인 3,738명의 자료를 분석하였다. 그리고 종속변수인 혈중 수은 농도는 하위 25%(정상군)와 상위 25%(고위험군)에 속한 응답자를 이분(二分)한 변수로 처리하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.

연구결과 성별과 연령, BMI와 흡연, 최근 일주일 이내 생선류 등 식이 습관 그리고 생선류를 비롯한 갑각류, 해초류, 패류, 기타 해산물 등 어패류 식품의 섭취빈도가 우리나라 성인의 혈중 수은 농도에 유의한 영향을 주는 요인으로 파악되었다.

따라서 국민의 건강 보호와 식품 안전성 확보를 위하여 초기 성인기부터 식이 습관을 개선하고 비만을 예방하기 위한 금연과 운동 등 건강한 생활 습관을 실천하려는 적극적인 노력이 필요할 것으로 보이고, 국가적인 차원의 중금속 수은 노출 피해와 해양오염의 위험을 줄이기 위한 적절한 예방교육 및 어패류 섭취 특성, 지역별 해양오염 정도의 분석을 통한 어패류 등 식품(해산물)의 적정 섭취량에 대한 기준 설정과 중금속 수은의 다양한 노출원에 대한 세부적인 연구가 계속 되어져야 할 것으로 사료된다.

ABSTRACT

Blood Mercury Concentration by the Frequency of Fish and Shellfish Consumption in Korean Adults

Nam-Yong Kim

Department of Public Health

Graduate School of Public Health and Welfare Jeju National University

(Supervised by Sung-Chul Hong)

Objectives: While fish and shellfish occupy a great deal of the diets of Koreans, they can contribute to mercury intake as they are easily exposed to heavy metals due to industrial development and marine pollution. Thus, it is necessary to prepare standards for consumption of seafood including fish and shell fish, along with countermeasures to prevent damage. Recent investigations have shown that the blood mercury concentration in Korean adults is $2.75 \mu\text{g/L}$, which is 3.3 times higher than $0.814 \mu\text{g/L}$ in American adults. This study intends to provide basic data to be used to reduce damage and promote healthy diet.

Methods: This study used the 1st Korean National Environmental Health Survey to identify the general demographic characteristics, health behaviors,

and dietary habits of the subjects. To compare and analyze the concentration level of heavy metal (mercury) by demographic characteristics, this study analyzed the data of 3,738 adults over the age of 19 to find out the factors affecting the concentration of mercury in the blood according to the frequency of seafood consumption such as fish and shellfish. In addition, a logistic regression analysis was conducted by treating respondents belonging to the lower 25% (normal group) and the upper 25% (high-risk group) of the dependent variable as dichotomous variables.

Results: Gender and age, BMI, smoking, dietary habits such as consumption of fish within the last week, and frequency of seafood consumption including fish, crustacean, seaweed, and shellfish were found to have significant effect on blood mercury levels in Korean adults.

Conclusion: At the personal level, active efforts to practice healthy lifestyles such as quitting smoking and exercising seem necessary to improve dietary habits and prevent obesity from the early adulthood. At the national level, based on the results of this study, a differentiated strategy is needed to protect public's health, such as appropriate preventive education and measures to reduce the risk of marine pollution and exposure to heavy metals, and to prepare standards for the seafood consumption such as fish and shellfish.

Keywords: Frequency of fish and shellfish consumption, blood mercury concentration, body mass index (BMI), smoking, seafood, Korean National Environmental Health Survey, heavy metal, high-risk group