

충남 일부지역 여성의 혈청 중금속 함량과 영양소 섭취상태와의 관련성 연구

김 순 경 · 김 애 정*

순천향대학교 자연과학대학 식품영양학과, 혜전대학 식품영양과*

The Relationship between Nutrients Intake Status and Serum Heavy Metal Contents in Adult Women in Korea

Soon-Kyung Kim and Ae-Jung Kim*

Dept. of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Hyejeon College, Hongseng, 350-800, Korea**

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the relationships of dietary nutrients and serum heavy metals in college women living Choong-Nam area of Korea. The mean age, height, weight, and BMI were 22.9years, 158.74cm, 53.39kg, and 21.71kg/m², respectively. The mean daily energy intake was 85.9% of RDA for Koreans. The ratio of energy from carbohydrate, fat, and protein was 61:23:16. And the daily vitamin A, B₂, Ca were 90%, 78%, 60% of RDA for Korea, respectively. The mean serum levels of Pb, Cd, Cr were 0.190, 0.005, 0.025 μ g/ml, respectively. The serum Cd was significantly different with dietary carbohydrate($p < 0.05$). And the serum Cr was significantly different with dietary protein intake($p < 0.05$), phosphorus($p < 0.01$), potassium($p < 0.05$), respectively.

Key words : Pb, Cd, Cr, nutritional status.

I. 서 론

근년에 들어 우리나라는, 급속한 산업 발전에 의한 공장폐수의 유출, 도시 인구집중화 현상으로 인한 생활하수의 다량 방출, 농경지의 과다한 농약사용 등으로 농토, 하천 및 연안 해역 등의 환경오염이 가속화되고 있다. 특히 이로 인해, 식량 자원인 농수산물

의 오염은 그 원인이 다양해지고 정도가 심각해지고 있어, 국가적으로 많은 관심을 갖고 해결해야 할 과제이다¹⁻⁵⁾.

환경오염 물질 중, 일부 유독성 금속은 비교적 낮은 농도에서 체조직과 반응하여 체내에 서서히 독작용을 나타내고 그 생물학적인 반감기가 길어 일단 중독이 되면 완치가 불가능하기 때문에 특히 문제가 된다. 이런 금속물질 중 중금속은 비중이 5 이상인

중금속을 말하는데 약 40종이 있으며, 이중 널리 사용되고 신장장애를 일으키며 발암성이 있거나 발암 가능성이 있는 것으로 밝혀진 대표적인 유해 중금속으로는 납, 카드뮴, 크롬 등을 들 수 있다⁶⁻⁸⁾.

이러한 중금속물질들은 호흡기, 소화기 및 피부점막을 통해 생체내에 흡수되게 되면 대사와 배설의 과정을 거치면서 대부분 체외로 배설되지만 일부는 표적장기(target organ)에 선택적으로 흡수 축적되어 일차적 영향을 미치거나, 급·만성 중독 증상을 나타내게 된다⁹⁾. 따라서 그 오염 정도를 항시 파악하고 감시하는 것은 유해 중금속으로 인하여 발생할 수 있는 건강장해를 예방하기 위해서 매우 필요한 일이다.

그러나 현재 우리나라는 여러 가지 요인으로 인체내 중금속 오염이 이루어지고 있음을 인식하면서 이 분야에 관한 연구는, 주로 공단이나 일부 환경오염에 노출된 지역의 근로자나 주민을 대상으로 이루어져 있다.

그런데 1996년과 1997년에 걸쳐 본 저자는 충남 서해안 일부지역(서산, 대산, 서천)의 수산식품을 수거하여 중금속 오염 정도를 관찰한 바, 일부 수산식품에서 과거에 조사된 중금속 함량에 관한 결과보고에 비하여 오염의 정도가 상승된 결과를 볼 수 있었다^{4, 5)}. 따라서 중금속에 직업적으로나 환경적으로 폭로된 적이 없는 일반 성인들의 중금속과의 관련성에 관한 연구의 필요성을 느끼며 매해 환경오염이 가중되고 있는 현 시점에서 수시로 이 분야의 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

한편 인체에 흡수된 중금속량은 인종, 지리적 조건, 환경오염정도, 식생활습관 등에 따라 차이가 있는 것으로 보고되고 있고, 특히 식이인자에 의해 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 현재까지 알려진 중금속과 영양소와의 관계는 단백질^{10, 11)}, Ca, Zn, Cu, Fe, Ni 등의 2가 금속이온^{12, 13)}, 식이섬유소^{14, 15)}, 셀레늄¹⁶⁾ 등이 보고되고 있어, 대상자의 섭취 식품이나 영양소 섭취상태는 체내 중금속의 함량과 관계가 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 중금속에 직업적 또는 환경적으로 폭로된 적이 없는 일부 지역에 거주하는 성인 여성을 대상으로 혈청내 일부 중금속 함량을 정

량하고 식이 섭취상태와의 관련성을 비교, 분석하고자 실시하였다.

II. 실험내용 및 방법

1. 조사대상 및 기간

충청남도 일부 지역(서산, 대산, 서천지역)에 거주하는 가임기 성인 여성(19~24세) 중 특별한 질병이 없으며 일상식을 섭취하는 평균연령 22.9세의 21명을 대상으로 평상시 식이섭취 상태 및 혈청내 중금속(납, 카드뮴, 크롬) 함량을 1998년 4월과 6월에 걸쳐 8주 간격으로 2회 조사하여 그 관계를 살펴보았다.

2. 조사방법

1) 일반사항 조사 및 영양소섭취 실태조사

조사대상자들의 일반사항 조사는 작성된 설문지를 이용하였고 혈액채취시, 신체계측을 2회 실시하였다. 식이섭취 및 영양소섭취량은 영양분석 프로그램인 CAN(Computer Aided Nutritional analysis program)¹⁷⁾을 이용하여 실험전 대상자들을 사전 교육하여 예비조사를 거친 후, 연속하여 3일동안의 식이섭취량을 8주 간격으로 2회 조사하여 그 평균값을 영양소섭취상태의 결과로 이용하였다.

2) 혈청내 중금속 함량측정

혈중 중금속(Pb, Cd, Cr)은 실험기간 중 8주 간격으로 2회의 혈액을 채취하여 2차 증류수를 사용하여 5배 희석한 후 10분간 3,000 rpm에서 원심분리하여 단백질을 제거하고 상층액을 사용하였다. 혈청 Pb, Cd, Cr은 임¹⁸⁾의 습식분해법에 의거하여 발광분광광도계(ICP: Inductively Coupled Plasma spectrometer: Lactal 8440 Plasmalac)로 한 개의 시료당 3반복 실험하여 그 평균치를 결과치로 사용하였다.

3. 통계분석

모든 자료의 분석은 SAS(Statistical analysis system) program package를 이용하여 처리하였고, 모든 측정치는 평균과 표준편차를 계산하였으며, 각 결과치의 상관성은 Pearson's correlation에 의해 분석

하였다.

III. 결과 및 고찰

건강한 가입기 성인 여성 21명을 대상으로 신체계측, 혈청내 중금속(Pb, Cd, Cr) 함량과 1일 영양소섭취상태를 측정하여, 영양소섭취상태와 혈청 중금속함량간의 상관관계를 살펴본 결과는 다음과 같다.

1. 신체계측

연구대상자들의 신체계측 사항은 Table 1과 같다. 대상자들의 평균 연령은 22.9세였으며 평균 체중과 신장은 각각 53.39kg, 158.74cm로 우리나라 성인(20~24세) 여성의 체위기준치인¹⁹⁾ 53kg, 160cm에 비해 신장이 다소 적은 것으로 나타났다. 신장과 체중 값으로 산출한 체질량지수는 평균 21.7로서 정상군²⁰⁾에 속하였으며, 수축기 혈압과 이완기 혈압은 WHO의 기준치와 비교할 때 정상범위에 있었다.

2. 조사대상자의 혈청내 중금속 함량

조사대상자의 혈청내 납, 카드뮴, 크롬의 함량 측정 결과는 Table 2와 같다.

혈청내 중금속 함량은 체내 각 조직에 함유되어 있는 총량에 비하면 단지 일부분의 양에 지나지 않지만 환경오염에 노출된 사람의 건강상태를 인지할

Table 1. Anthropometric measurements of the subjects (n=21)

Characteristics	Mean ± S.D. ¹⁾
Height(cm)	158.74 ± 3.54
Weight(kg)	53.39 ± 3.78
BMI(kg/m ²) ²⁾	21.71 ± 1.04
Waist(cm)	66.66 ± 3.13
Hip(cm)	91.88 ± 2.34
WHR ³⁾	0.71 ± 0.03
SBP(mmHg) ⁴⁾	107.23 ± 9.04
DBP(mmHg) ⁵⁾	70.95 ± 5.38

¹⁾ Mean ± S.D. : Mean ± Standard deviation

²⁾ BMI(kg/m²) : Body mass index

³⁾ WHR : Waist/Hip Girth Ratio

⁴⁾ SBP(mmHg) : Systolic Blood Pressure

⁵⁾ DBP(mmHg) : Diastolic Blood Pressure

Table 2. Serum concentration of Pb, Cd and Cr (μg/ml)

Variable	Mean ± S.D. ¹⁾ (n=21)	Range (Min. ~ Max.)
Pb	0.190 ± 0.040	0.131 ~ 0.237
Cd	0.005 ± 0.004	0 ~ 0.015
Cr	0.025 ± 0.013	0 ~ 0.055

¹⁾ Mean ± S.D. : Mean ± Standard deviation

수 있는 중요한 자료를 제공해 주는 것으로 알려져 있다^{21~23)}.

납은 생물체내에서 porphyrin 생합성, ATPase와 δ-aminolevulinic acid dehydratase (ALAD)의 활성을 억제하는 유해금속으로 중독은 급성보다는 만성인 경우가 빈번하며 인체내에서 납의 독성증상은 아직 정확히 알려져 있지 않으나, 급성 독성 증상으로는 hemoglobin 결핍으로 인한 빈혈, 산통, 뇌 손상마비, 신장장애 등이 보고되어 있으며 만성인 경우에는 창백한 피부, 두통, 식욕감퇴를 들 수 있다. Kenzaburo²⁴⁾에 의하면 체내 납 함량은 90~400mg으로 90% 정도가 골격에 존재하며 혈액에는 15~40μg/100 ml 정도로 Francis 등²⁵⁾은 일반환경 조건에서는 혈액내 납의 농도는 체내 생리적 항상성에 의해 정상농도를 유지한다고 보고하였다.

본 조사에서 납(Pb)의 혈청내 함량은 0.190 μg/ml로 이(0.208 μg/ml, 1987)²⁶⁾의 기혼여자를 대상으로 한 0.208 μg/ml 보다는 낮았고 이 등(0.121 μg/ml, 1985)²⁷⁾과 박(0.129 μg/ml, 1988)²⁸⁾의 건강성인 여자를 대상으로 한 결과보다는 다소 높은 수치를 나타내었다. 조사자에 따른 성적 차이는 William²⁹⁾의 보고서와 같이 지역간 대기오염 정도에 따라 납의 농도는 7~41%까지의 농도 변화를 보일 수 있으며 계절별 식품에 의한 차이도 클 것으로 생각된다.

카드뮴은 인체에 유독한 금속으로 과잉축적은 당뇨병, 위장장애 및 혈액량 감소를 나타내며 골격의 무기질 감소증과 운동장애를 가져오는 Itai-Itai병을 유발시키는 것으로 알려져 있다. 또한 출생시 인체에는 거의 존재하지 않지만 환경오염의 노출 정도에 따라 점차적으로 축적되는 것으로 알려져 있다^{30, 31)}.

본 조사에서 혈청내 카드뮴 농도는 0.005 ± 0.004 μg/ml로 우리나라 성인 여성을 대상으로 한 주 등

(0.032 μ g/ml, 1978)³²⁾, 전 등(0.028 μ g/ml, 1984)³³⁾, 이 (0.010 μ g/ml, 1987)²⁶⁾, 연(0.015 μ g/ml, 1991)³⁴⁾의 결과치 보다 낮은 성적을 보였으며, 이는 ACGIH³⁵⁾와 OSHA³⁶⁾ 권고치인 0.005 μ g/ml 이하 범위내에 속하였다. 그러나 이와 같이 혈중 중금속함량이 연구자에 따라 약간의 성적 차이를 보이는 것은 조사지역의 환경오염 정도, 식습관, 측정방법, 인종 등 복잡한 요인이 어느 정도 성적에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

크롬은 청백색의 단단한 금속으로 크롬 철광에서 주로 생산되고 인체내 필수적인 금속이며 결핍시에는 탄수화물의 대사장애를 일으킨다고 하며 6가 크롬을 함유한 크롬산이나 중크롬산은 독성이 강하며 인체에 유해한 것으로 알려져 있다³⁷⁾. 미국의 경우 성인의 크롬 1일 섭취량은 음식물과 물에서 5~11 μ g, 공기를 통하여 0.04~0.08 μ g으로 알려져 있다³⁸⁾. 크롬은 호흡기, 소화기 및 피부를 통하여 체내에 흡수되어 간장, 신장, 부갑상선 및 골수 내에 축적되며 주로 신장을 통해서 배설되지만 코, 폐, 위장 및 피부 등에 병변을 일으키기도 한다³⁹⁾. 특히 Gafafer⁴⁰⁾, Payne⁴¹⁾ 등은 크롬에 의해 폐암이 발생된다고 보고하고 있다.

본 조사에서 크롬(Cr)의 혈청내 함량은 0.025 μ g/ml로 부산지역 건강 성인 여성을 대상으로한 박(0.010 μ g/ml, 1988)²⁸⁾과 Nielsen 등(0.013~0.017 μ g/ml, 1994)⁴²⁾ 결과치 보다는 높은 수치였으며, 최근 김 등(0.028 μ g/ml, 1998)⁴³⁾의 결과치와는 유사하였다. 그러나 혈중 크롬의 농도에 대한 국내의 자료가 희소하여 정확한 비교가 어렵고 실험방법에 따라서도 다소 차이가 있을 것으로 사료된다.

3. 조사대상자의 영양소 섭취상태

조사대상자의 평균 1일 영양소 섭취상태와 한국인 영양권장량과 비교한 결과는 Table 3과 같다.

영양소 섭취상태 조사는 개인이나 집단의 영양상태를 판정하는데 중요한 역할을 하나 조사시 문제점은 개인마다 식품소비양상과 소비량이 다양하다는 점과 각 개인에서도 매일의 식품소비가 다양하게 나타나기 때문에 일상섭취량을 측정하기 어렵다는 것이다. 즉 하루동안의 소비량을 조사했을 때 그것이 개인의 일상섭취량을 어느 정도 반영하는지를 알기

Table 3. Energy and nutrient intakes in subjects (n=21)

Variable	Mean \pm S.D.1)	% of RDA ²⁾
Energy(kcal)	1718.06 \pm 356.81	85.9
Protein(g)	67.07 \pm 14.47	111.6
Fat(g)	45.11 \pm 14.15	-
Carbohydrate(g)	261.52 \pm 61.57	-
Fiber(g)	5.04 \pm 2.05	-
Calcium(mg)	423.83 \pm 138.65	60.4
Phosphorus(mg)	1002.58 \pm 235.18	143.1
Iron(mg)	18.77 \pm 2.18	104.8
Sodium(mg)	4703.0 \pm 1480.11	-
Potassium(mg)	2209.48 \pm 618.11	-
Vitamin A(R.E)	635.42 \pm 236.48	90.7
Vitamin B ₁ (mg)	0.99 \pm 0.24	99
Vitamin B ₂ (mg)	0.94 \pm 0.35	78.3
Niacin(mg)	13.09 \pm 3.64	100.6
Vitamin C(mg)	73.58 \pm 35.25	132.7

1) Mean \pm S.D. : Mean \pm Standard deviation

2) RDA : Recommend Dietary Allowances for Koreans (6th reversion, 1995)

어렵기 때문에 잘못 평가될 우려가 있다. 따라서 본 연구에서는 3일간의 조사기간을 2회 실시하여 그 평균값을 1일 영양소섭취량의 결과로 이용하였다.

대상자들의 1일 평균 열량 섭취량은 1718.06 \pm 356.81kcal로서 같은 연령대의 한국인영양권장량¹⁹⁾과 비교할 때 85.9% 수준이므로 열량의 섭취가 낮은 것으로 나타났다.

1일 단백질 섭취량은 67.07 \pm 14.47g으로 한국인영양권장량¹⁹⁾과 비교하여 111% 수준으로 부족함이 없는 것으로 나타났으며 이는 최근의 이⁴⁴⁾나 성 등⁴⁵⁾의 결과들과 유사하였다.

1일 지방의 섭취량은 45.11 \pm 14.15g으로 전체 열량 섭취량의 23.5%를 차지하였으며 이는 유사한 연령대의 대상자를 조사한 이⁴⁴⁾의 40.24g 보다 높았으며 김⁴⁶⁾의 47.8g과 임⁴⁷⁾의 49.8g 보다 낮게 나타났다. 그러나 1980년대 유사한 연령대의 이⁴⁸⁾의 연구결과에 비하여 지방의 섭취량이 크게 증가하였으며 전체 열량의 11% 수준이었던 점을 감안하면 2배 가까운 증가가 있음을 알 수 있다.

전체 열량섭취량 중 당질, 단백질, 지방의 섭취비율은 각각 61, 16, 23%로 한국영양학회¹⁹⁾에서 권장

하는 바람직한 열량구성비인 65:15:20에 비하여 지방의 섭취량이 다소 높음을 알 수 있다.

1일 비타민 섭취량은 비타민 A와 비타민 B₂가 영양권장량¹⁰⁾에 비해 각각 90.7%와 78.3%로 낮은 것으로 나타났으며 비타민 B, 비타민 C, niacin 등은 각각 99%, 100.6%, 132.73%를 섭취하고 있었다.

1일 무기질 섭취량중 칼슘은 423.83±138.65mg으로 권장량에 60%에 해당하여 낮은 섭취량을 나타내었다. 이는 유사한 연령대의 결과인 이⁴¹⁾의 556.67mg보다 낮은 수준이었으며, 농촌여성을 대상으로한 최⁴⁹⁾의 426.7mg과는 비슷한 수준이었으나, 전반적으로 우리나라의 식생활에 있어서 칼슘섭취 상태는 아직까지 취약한 것으로 사료되며 칼슘섭취에 많은 관심을 가져야 할 것으로 생각된다.

1일 인의 섭취량은 1002.58±235.18mg으로 권장량의 143.1%로 높게 나타났다. 일반적으로 이상적인 칼슘과 인의 섭취비율을 1:1의 비슷한 수준으로 권장하고 있는데 비해, 본 대상자의 경우 1:2.3의 비율을 보였다. 이는 칼슘의 섭취량이 많이 부족한 것과 함께 인의 섭취량이 다소 많은 것으로 생각된다.

1일 철분의 섭취량은 18.77±2.18mg으로 권장량의 104.8%를 나타내어 부족하지 않은 것으로 보이나 철분의 섭취량은 급원식품과 흡수상태에 따라 많은 영향을 받으므로 이에 유의해야 할 것이다.

1일 나트륨과 칼륨은 각각 4703.01±1480.11mg과 2209.48±618.11mg을 섭취하고 있었다.

4. 혈청내 중금속 함량과 영양소 섭취상태와의 상관관계

혈청내 중금속(납, 카드뮴, 크롬) 함량과 영양소 섭취상태와 어떤 관계가 있는가를 살펴본 결과는 Table 4와 같다.

혈청내 납, 카드뮴, 크롬의 중금속 함량과 영양소 섭취상태와의 상관관계에서는 카드뮴과 당질($P<0.05$), 크롬과 단백질($P<0.05$), 인($P<0.01$), 칼륨($P<0.05$) 간의 상관관계를 나타내었다.

혈청내 중금속과 영양소 섭취상태와의 관계에 대하여는 국내·외에서 납이나 카드뮴에 대한 일부 연구가 진행되고 있으나^{7, 41-44)} 대부분 동물을 대상으로 하고 있어 현재로서는 정확한 비교연구가 어려운 실정

Table 4. Correlation coefficients of serum Pb, Cd and Cr with the average daily nutrients intake

Variables	Pb	Cd	Cr
Energy	-0.0466	0.3840	0.2571
Protein	-0.2150	0.0566	0.5677**
Lipid	0.0959	0.0325	0.1006
Carbohydrates	-0.0746	0.5293*	0.1006
Fiber	-0.2855	0.3475	0.023
Calcium(Ca)	-0.2412	-0.2516	0.1724
Phosphorus(P)	-0.2769	-0.0337	0.5909**
Iron(Fe)	-0.2591	0.1524	0.1716
Sodium(Na)	-0.1368	-0.0850	0.1579
Potassium(K)	-0.3697	-0.1922	0.4336*
Vitamin A	-0.1130	0.1449	0.1483
Vitamin B ₁	-0.3715	0.1898	-0.0149
Vitamin B ₂	0.0270	-0.2024	-0.2150
Niacin	-0.1955	0.0901	0.4232
Vitamin C	-0.1909	0.3862	0.1504

* $P<0.05$, ** $P<0.01$ by Pearson's correlation

이며 크롬에 관하여는 자료가 거의 없는 실정이다.

중금속 중독과 영양소에 관하여는 1970년대 구미 제국에서 중금속 오염의 빠른 진행을 막기 위해 Mahaffey와 Goyer 등⁴⁵⁾에 의해 납독성에 미치는 영양소에 대해 조사함으로써 시작하였고, 현재까지 알려진 납독성에 경감효과가 있는 영양소로서 섬유소⁴¹⁾, 단백질⁴⁶⁾, 셀레늄⁴⁶⁾, 철분과 구리 등^{42, 47)}에 대한 연구들이 보고되어 왔다. 최근 우리 나라에서도 손 등^{48, 49)}에 의해 철분 부족의 아동이 혈액내 납, 카드뮴 수준이 유의적으로 높았음을 보고하고 있고 동물을 대상으로한 김 등⁴²⁾의 연구에서도 철분과 구리가 납의 독성효과를 경감시키는 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 그러한 결과는 나타나지 않았으며 기존의 연구결과와는 다소 다른 결과를 보였다.

저자가 최선을 다해 조사해 본 결과 인체를 대상으로한 이 분야의 연구가 거의 전무한 실정으로 추후 이 방면의 연구가 더 필요할 것으로 사료되며, 더욱 많은 대상자를 대상으로 보다 장기적인 follow up 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

건강한 가임기 성인 여성 21명을 대상으로 신체계측, 혈청내 중금속(Pb, Cd, Cr) 합량과 1일 영양소섭취상태를 측정하여, 영양소섭취상태와 혈청 중금속합량간의 상관관계를 살펴본 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 대상자들의 평균 연령은 22.9세로 평균 체중과 신장은 각각 53.39kg, 158.74 cm였으며, 체질량지수(BMI)는 21.7로서 정상군에 속하였다.
2. 혈청내 함유된 중금속 합량은 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr)이 각각 0.190 μ g/ml, 0.005 μ g/ml, 0.025 μ g/ml 였다.
3. 1일 평균 영양소 섭취상태는 한국인 영양권장량에 비해 열량(85%), 비타민 A(90%), 비타민 B₂(78%) 섭취량은 낮았고 칼슘(60%)의 섭취량이 부족하였다.
4. 혈청내 중금속 합량과 영양소섭취 상태간의 상관관계는 카드뮴과 당질(P<0.05), 크롬과 단백질(P<0.05), 인(P<0.01), 칼륨(P<0.05)간의 상관관계를 나타내었다.

앞으로 본 연구를 기초로 하여 혈청중 중금속합량과 식이 중금속 섭취량과의 관계를 조사하는 연구가 조속히 이루어져 식이 중금속 섭취수준 및 혈청 중금속 합량과의 관계 구명이 이루어져야 할 것으로 본다.

V. 참고문헌

1. 국립보건원: 식품중의 미량금속에 관한 조사연구. 국립보건원보 29(2): 365~377, 1992.
2. 성덕화: 우리나라 일부 연안 해산 어류 중의 중금속합량에 관한 연구. 서울대학교 보건대학원 석사학위논문, 1993.
3. 이용옥: 수질오염, 대기오염, 토양오염에 의한 식품오염. 국민영양(10): 22026, 1986.
4. 김순경, 이종화, 김애정: 서해안 지역의 환경오염에 의한 수산식품 오염실태 및 예방에 관한 연구. 한국식품영양과학회지, 26(5): 851~859, 1997.
5. 김순경: 서해안 일부지역에 서식하는 패류의 중금속 함량에 관한 연구. 순천대학교 자연과학연구, 3(1): 353~364, 1997.
6. 정문호: 킬레이트 수지에 의한 몇가지 중금속의 흡착 및 제거에 관한 실험적 연구. 보건학논문집, 39: 55, 1986.
7. 이광목: 환경과 중금속. 카톨릭대학 의학부 논문집, 4(2): 475, 1988.
8. 정현숙: 농촌 주민의 혈중 납과 카드뮴 농도에 관한 조사연구. 충남대학교 보건대학원 석사학위논문, 1991.
9. 윤창규: 공단 근로자들의 혈중 중금속 농도에 관한 비교 연구. 충남대학교 대학원 박사학위논문, 1990.
10. 이해영, 김미경: 식이내 Cadmium과 단백질 수준이 흰쥐의 체내 단백질 대사 및 Cd 중독에 미치는 영향. 한국영양학회지, 21(6): 27~37, 1988.
11. 김미경, 박주연: 식이 단백질과 Cystein 수컷 흰쥐의 Cadmium 중독에 미치는 영향. 한국영양학회지, 29(5): 461~471, 1996.
12. 권오란, 김미경: 식이단백질과 Ca 수준이 흰쥐의 Cd 중독과정 중 Metallothionein과 조직의 형태 변화에 미치는 영향. 한국영양학회지, 25(5):360~378, 1992.
13. 배서영: 식이내 Zinc가 흰쥐의 Cadmium 중독과 대사에 미치는 영향. 이화여대 석사학위 청구논문, 1990.
14. Kiyozumi, M., Mishima, M., and Moda, S.: Studies on poisonous metals. IX, Effects of dietary fibers on absorption of Cd in rats, Chem. Pharm. Bull., 30: 4494-4495, 1982.
15. Rose, H. E. and Quarterman, J.: Dietary fibers and heavy metal retention in the rats, Environ Res., 42:166~175, 1989.
16. 방진숙, 이순재: 식이셀레늄이 납중독된 흰쥐에 있어서 delta-aminolevulinic acid dehydratase 활성에 미치는 영향. 한국영양학회지, 24(6): 526~533, 1991.
17. Computer Aided Nutritional analysis program: 한국영양학회 부설 영양정보센터, 1998.

18. Yim, J. N.: Analysis of food minerals, Food & Nutrition RDA, 7(1): 42~46, 1986.
19. 한국영양학회: 한국인 영양권장량(제6차 개정), 1995.
20. Rosalind, S. Gibson.: Principles of Nutritional Assessment, 181, 1990.
21. David, O. J., Wintrob, H. L. and Arcoleo, G. G.: Blood lead stability, Arch. Environ. Health., 37(3): 147, 1982.
22. 승정자: 극미량 원소의 영양, 민음사, 19-24, 1984.
23. Bogden, J. D.: Cd, Pb and Zn concentration in whole blood samples of children, Environ. Scien. & Tech., 8: 740, 1974.
24. Kenzaburo, T., Yuki, S. and Minoru, S.: Biologica criteria for exposure to lead and cadmium, Arch. Environ. Health., 25: 91, 1976.
25. Francis, S. and Desire, R.: Blood lead levels and age, A study in two male urban populations not occupationally exposed, Arch. Environ. Health., 35(2): 110, 1980.
26. 이제향: 일부 중소도시 기혼여성의 혈액 및 뇨중 중금속 함량의 상관성에 관한 연구, 서울대학교 보건대학원 석사학위논문, 1987.
27. 이상숙, 김두희: 도시 및 농촌 若年者의 혈액가스 및 중금속함량 비교, 예방의학회지, 18(1): 129, 1985.
28. 박가식: 부산지역 건강성인의 혈중 중금속 농도, 인제대학교 대학원 의학과 석사학위논문, 1988.
29. William, I. M.: Sources of lead in blood, Arch. Environ. Health., 32: 149, 1977.
30. Lewis, G. D.: Cadmium accumulation in man, J. Chro. Dis., 25: 717, 1972.
31. Yokohashi, G.: Dynamics of cadmium from human biological point of view, 東京醫學, 82: 186, 1974.
32. 주택소, 차철환: 한국인의 혈중 중금속 함량에 관한 조사, 최신의학, 22: 159, 1978.
33. 전진호, 김돈균: 도시 및 농촌지역 가임연령 여성들의 혈중 미량금속 원소의 함량에 관한 조사, 예방의학회지, 17(1): 95, 1984.
34. 연유용: 카드뮴에 폭로되지 않은 일부 한국인의 혈중, 뇨중 카드뮴 농도, 순천향대학교 지역사회개발대학원 석사학위논문, 1991.
35. ACGIH: Threshold limit values & biological exposure indices, 57~71, 1997.
36. Melissa, A. M., Caroline, S. F., Elizabeth, A. G. and John, M.: Biological monitoring results for cadmium exposed workers, OSHA cadmium standard categorization of biological monitoring results, AIHA J. 57: 1020~1023, 1996.
37. 예방의학과 공중보건 편집위원회: 예방의학과 공중보건, 계축문화사, 1988.
38. Last, J. M.: Maxcy-rosenau public health and preventive medicine, 12th ed., New York, AppletonCentury-Crofts, 1985.
39. Clayton, G. D.: Patty's industrial hygiene and toxicology, New York, Wiley-Interscience pub., 1981.
40. Gafafer, W. M.: Health of worker in chromate producing industry. U.S. Public Health Service, 192, 1953.
41. Payne, W. W.: Production of cancers in mice and rats by chromium compounds. A.M.A. Arch Ind health, 21: 539~553, 1960.
42. Nielsen, F. H.: Chromium. In Shils ME, ed. Modern nutrition in health and disease. 8th ed, 264~268, Lea & febiger, 1994.
43. 김애정, 장옥자, 김혜경, 김순경, 김진호, 지현영, 김선여: 체질량지수에 따른 일부 농촌지역 여자 대학생의 혈청 크롬과 혈당 및 지질과의 상관관계 연구, 한국영양학회지, 31(8): 1307~1314, 1998.
44. 이현옥: 일부도시지역 젊은 여성의 체질량지수에 따른 영양상태, 면역반응 및 미량 무기질 양상, 숙명여자대학교 박사학위논문, 1997.
45. 성미경: 우리나라 일부 여대생의 영양섭취실태에 관한 연구-지방 및 단백질섭취의 질적 평가를 중심으로, 한국식생활문화학회지, 11(5): 643~649, 1996.

46. 김이화: 정상성인 여성의 철분저장 상태에 따른 나트륨 섭취수준이 철분, 구리, 아연 대사에 미치는 영향에 관한 연구, 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, 1996.
47. 임현숙: 일부지역 여대생의 식생활실태조사, 대한가정학회지, 18: 47~52, 1980.
48. 이기열, 이양자, 김숙영, 박계숙: 대학생의 영양실태 조사, 한국영양학회지, 13(2), 1980.
49. 최미경: 일부한국농촌 성인남녀의 일상식 중 칼슘, 인, 마그네슘대사와 혈압 및 혈청지질과의 관계에 대한 연구, 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, 1990.
50. 김미경, 김혜영: 식이내 섬유질의 종류가 성장기 흰쥐의 납흡수 및 체내대사에 미치는 영향, 한국영양학회지, 22(6): 485~495, 1989.
51. 김애정, 승정자: Pb중독에 Fe, Cu가 흰쥐의 체내에 미치는 효과에 관한 연구, 한국영양학회지 26(6): 743~757, 1993.
52. 이명희: 단백질에 결합된 카드뮴과 CdCl₂를 섭취한 쥐에서 카드뮴의 체내축적 및 분포의 차이, 한국영양학회지, 27(8): 828~836, 1994.
53. 김애정, 승정자: 장기간 카드뮴에 중독된 흰쥐에서 카드뮴 축적에 대한 식이 구리와 철분의 효과, 한국영양학회지, 29(1): 70~76, 1996.
54. Mahaffey-Six, K. R., Goyer, R. A.: The influence of iron deficiency on tissue content and toxicity of ingested lead in the rat, J. Lab. Clin. Med., 79: 128~136, 1972.
55. 김미경, 조경희: 납가 단백질 수준을 달리한 식이로 사육한 성장기 흰쥐 체내대사 변화, 한국영양학회지, 19(5): 323~332, 1986.
56. Goldwater, L. J., Hoover, A. W.: An international study of "normal" levels of lead in blood and urine, Arch. Environ. Health., 15: 60~63, 1967.
57. 손숙미, 양정숙: 철분부족 아동과 정상 아동의 혈액, 소변, 머리카락 속의 납, 카드뮴 수준차이에 관한 연구, 지역사회영양학회지, 3(2): 167~173, 1998.
58. 손숙미, 정혜영: 철분의 구강투여가 철분부족 아동의 혈중철분지표 및 적혈구, 소변, 머리카락의 납과 카드뮴 수준변화에 미치는 영향, 한국영양학회지, 31(7): 1165~1173, 1998.