

24시간 복제 음식물 중의 Fe, Cu, Zn 함량: 유도결합플라즈마-원자발광분광법에 의한 정량분석

백종민 · 문찬석[†]

부산가톨릭대학교 응용과학대학 산업보건학과
(2007. 10. 16. 접수/2007. 10. 24. 채택)

Concentration of Fe, Cu, Zn in 24-hour Food Duplicate Samples: Quantitative Analysis by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry

Jong-Min Paik · Chan-Seok Moon[†]

Dept. of Industrial Health, College of Applied Science, Catholic University of Busan, Busan 609-757, Korea
(Received October 16, 2007/Accepted October 24, 2007)

ABSTRACT

The present study was initiated to examine the measures of dietary intake of Fe, Cu and Zn. The food duplicate samples were collected in Busan and its neighboring area, from the 69 middle-aged women (healthy non-smoking, mostly house wives), who provided informed consent. The samples were wet ashed by being heated in the presence of mineral acids, and Fe, Cu, Zn in the wet-ashed samples were analyzed by inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry(ICP-AES). Dietary intake of Fe, Cu and Zn were 10.4 mg/day in Fe, 1.2 mg/day in Cu, 7.4 mg/day as arithmetic mean. The values for dietary Fe and Zn were lower, and the values for dietary Cu were higher than the recommended daily intake from Korean Nutrition Society. Further studies of Korean foods are needed to clarify the representative values for daily dietary Fe, Cu and Zn intake in the Korean population.

Keywords: Fe, Cu, Zn, dietary intake, ICP-AES

I. 서 론

철(Fe), 구리(Cu), 아연(Zn)은 음식물을 통해 주로 섭취되고, 인체 필수 원소인 동시에 과량섭취 시에는 위해를 일으키므로 적정량을 섭취하는 것이 중요하다.^{1,2)} 이들 원소들은 섭취 함량에 따라 상반성을 나타내는 원소들임에도 불구하고, 한국인을 대상으로 하여 섭취량에 따른 위해성을 평가한 자료나 섭취의 충족도에 관해 평가한 논문은 거의 없는 실정이다. 또한 한국인의 영양섭취기준이 최근(2005년)에 설정되었으나, 한국인을 대상으로 한 섭취량의 자료가 불충분하여 외국의 자료를 일부 참고로 하고 있다. 현시점에서 볼 때, 일반인을 대상으로 한 섭취량의 데이터는 보건학적인 측면

에서 중요한 의미를 가지며 섭취량의 대표치를 산출하기 위한 기초자료로서의 의의가 있다.

원소들의 섭취량을 산정할 때에는 대부분의 경우 영양 성분표에 의한 음식물 항목 별 영양소의 계산치를 사용하는 것이 간편하므로 보편적으로 사용되어 오던 방법이다.^{3,5)} 그러나 계산치와 실측치에 간에 차이에 관해서는 계속적인 논의가 되고 있으며,^{6,7,20)} 측정 장비에 의한 실측치로서 실제 섭취량의 평가가 필요한 시점이다.⁸⁾ 실측의 측면에서 볼 때, 상기의 3가지 원소의 분석에는 유도결합플라즈마-원자발광분광법(ICP-AES)이 원자흡수분광광도법(AAS)보다 단시간에 많은 수의 원소를 분석할 수 있고, 공존물에 의한 영향이 비교적 적으며, ppm 수준의 농도분석에는 ICP가 AAS보다 더 유리한 측정을 할 수 있다. 그러나 ICP의 경우는 음식물시료의 정량에 있어 정도가 우수하고 보다 효율적인 분석법 및 분석전처리법에 대한 연구보고가 거의 없어, 국내에서와 같이 정부 차원에서의 대단위의 환경보

[†]Corresponding author : Dept. of Industrial Health, College of Applied Science, Catholic University of Busan
Tel: 82-51-510-0633, Fax: 82-51-510-0638
E-mail : csmoon@cup.ac.kr

건 및 역학조사가 진행되고 있는 시점에서는 효율적인 분석법의 연구개발이 필요하다. 혼합 음식물 시료내의 원소분석의 경우에서도 공존하고 있는 다른 원소들의 종류가 많고, 측정하고자 하는 원소들의 농도가 공존하고 있는 물질들의 농도보다 상대적으로 낮으므로 매트릭스에 따른 정량분석에 어려움이 있고 발광분광법임에도 불구하고 매트릭스 영향에 의하여 분석치의 부정확함이 확인되고 있으므로,⁸⁾ 효율적인 신뢰도와 정확성이 높으며 경제적인 분석 방법을 지속적으로 연구개발해야 할 필요가 있다.

본 연구는 생활환경내의 특정 오염원을 갖고 있지 않은 일반인을 대상으로 하여 그들의 1일 음식물을 통하여 섭취되는 Fe, Cu, Zn의 함량을 24시간 음식물 복제법(24h food duplicate method)과 ICP-AES를 이용하여 경구섭취의 수준을 알아보았다. 그리고 국내외의 위해기준과의 차이를 비교하고, 이들 원소에 대한 국내 일반인의 섭취수준이 적합한지에 대한 검토를 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

부산시내 및 인근에 거주하고 있고 직업적으로 철, 구리, 아연에 노출력이 없는 30대, 40대 일반여성으로부터 24시간 복제 음식물을 얻었다. 대상자에게는 음식물 시료를 수집하기 2-3일전 설명회를 통하여 본 연구의 취지 및 방법을 충분히 주지시키었으며, 대상자 본인이 수집일 당일에 섭취하고 있는 음식물과 동일한 양을 배부한 용기에 담아 오게 하였다.²¹⁾ 음식물은 아침, 점심, 저녁 및 간식과 음료수로 나누게 하고 각 식사별로 주식 및 부식을 담은 용기와 국과 같은 수분이 많은 음식물을 담은 병을 포함하여 수집에 필요한 충분한 수량의 용기를 배부하였다. 단, 관혼상제 및 뷔페음식물, 회식과 같은 특별한 날의 음식물 및 특별요리는 제외하고 통상적인 일상의 식사를 가져오도록 하였다.^{22,23)} 음식물 수집 용기는 모두 30% 질산에 하루 동안 재워둔 후 초순수 (18.2 MΩcm)로 충분히 헹군 용기를 사용하였으며, 대상자에서 배부하여 본인이 직

접 음식물을 담도록 하였다. 음식물 채집 과정에 있어 외부 오염이 되지 않도록 각별히 유의하였다. 연구 대상자로부터 수집해 온 각 개인의 1일 음식물 복제 시료는 다시 영양사와 대상자의 인터뷰를 통하여 섭취한 음식물의 결여가 없음을 확인하고, 1일 전식으로서 타당성을 확인한 후 분석용 시료로 사용하였다.^{9,12)} 음식물 시료는 조사당일 음식물 항목 별 질량을 측정 한 후 음식물 명세표에 질량을 기입하고, 혼합기(Model TM-1, Nihonseiki, Tokyo, Japan)를 이용하여 음식물이 완전히 혼합될 때까지 균질화하였다. 연구 대상자는 Table 1에 나타난 바와 같이 전체 평균 연령이 41.1세였으며, 30대 여성이 26명, 40대 여성이 43명으로서 전체 69명의 여성을 대상으로 하였다. 전체 대상자의 키는 평균치에서 154.6 cm였으며, 체중은 57.9 kg이고 BMI는 24.2를 나타내었다. 평균치에서 볼 때 30대와 40대간에 신장과 체중은 큰 차이를 나타내지 않았다. 1일 음식물 섭취 총량은 평균 1902.9 g이며 주 에너지 원으로서의 밥의 섭취량은 665.9 g을 나타내었다.

2. 연구 방법

24시간 복제 음식물 시료는 균질화(Homogenate) 한 후 냉동 보관하여 실험실로 운반하였다. 균질화된 시료를 일정량 취하여 습식산화(wet digestion)하였다. 20 ml 테프론 튜브에 시료와 질산 5 ml(61%, 유해금속측정용, Wako Pure Chemicals, Japan) 및 황산 0.1 ml(97%, Ultrapure grade, Wako Pure Chemicals, Japan)을 넣고 전기열판(Thermolyne Type 2200 Hot Plate, U.S.A)을 이용하여 80°C에서 30분, 120°C에서 3시간, 가열처리한 후 5 ml 질산과 2 ml 과염소산(30%, 유해금속측정용, Wako Pure Chemicals, Japan)을 첨가하고 150-180°C에서 최종 잔여물이 0.3 ml가 될 때까지 가열하였다. 최종 잔여물은 증류수로 10 ml가 되도록 부피를 맞춘 후 ICP-AES(Model SPS 7000A, Seiko Instruments, Japan)의 측정용 시료로 사용하였다.⁸⁾ 분석 전처리 과정은 중금속 오염에 각별히 유의하여 시행하였다. ICP-AES 분석 조건은 Table 2에 나타난 바와 같다. 분석 결과치는 분석전처리상의 회석배수와 1일

Table 1. Age, height, weight and food intake of participants

No.	Age	Height ^{a)}	Weight ^{b)}	BMI ^{c)}	Total food intake ^{d)}	Cooked rice intake ^{e)}	
30~39	26	36.4 ± 1.5	154.3 ± 4.0	56.8 ± 7.8	23.8 ± 3.0	1885.5 ± 465.7	673.9 ± 185.0
40~49	43	43.9 ± 3.0	154.8 ± 4.7	58.5 ± 7.8	24.4 ± 3.2	1913.5 ± 415.4	665.9 ± 171.7
Total	69	41.1 ± 4.4	154.6 ± 4.4	57.9 ± 7.8	24.2 ± 3.1	1902.9 ± 431.8	665.9 ± 171.7

^{a)}; cm, ^{b)}; kg, ^{c)}; body mass index, ^{d)}; g, ^{e)}; g.

Table 2. Wavelength and other analytical conditions

Mineral	Fe	Cu	Zn
Dilution (times)	6	6	6
Wavelength (nm)	259.940	324.754	213.856
Integration (s)	3	3	3
Std. Sol.1 (mg/l)	1.0	0.1	1.0
Std. Sol.2 (mg/l)	0.1	0.01	0.1
Detection limit (mg/l)	0.03	0.005	0.03

음식물 총량으로 환산하여 개인당 1일 음식물을 통한 Fe, Cu, Zn 각각의 섭취량을 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 24시간 음식물을 통한 Fe, Cu, Zn 섭취량

섭취량을 평가하는 방법으로서 다음의 3가지 방법을 사용한다. 본 조사에서 사용된 음식물 복제법(food duplicate method)²⁴은 일정기간내의 개인이 섭취한 음식물의 종류 및 그 양을 똑같이 다른 용기에 담아 이 음식물을 근거로 하여 영양소의 평가나 음식물내의 원소 및 미량 유해물의 평가에도 사용되고 있는 방법이다.²⁵ 이 방법은 개인이 섭취한 음식물을 직접 복제하는 방법으로서 섭취량 평가에 사용되는 가장 정확한 방법 중의 하나이기는 하나, 조사 수행에 사용되는 시간과 인력 및 부가 비용이 다른 연구방법에 비해 월등히 높고, 제한된 조사인력으로 단시간에 많은 수의 사람을 대상으로 조사할 수 없는 단점은 있다. 회상법¹³은 일정기간 동안에 본인이 섭취한 음식물을 회상하여, 섭취한 음식물의 양을 산정하기 위한 도구를 이용하여 섭취량을 산정하는 방법으로서 영양사와의 인터뷰를 통하여 이루어진다. 음식물 복제법에 비해 간편하나 정확도는 비교적 약하다고 볼 수 있다. 마켓 베스킷법²⁶은 구미국가들에서 자주 사용되는 방법으로서 조사 대상자와 함께 일정기간에 먹을 음식물을 마켓에 같이 가서 동일하게 구입한 다음 이것을 기준으로 하여 일정기간 내의 섭취량을 구하는 방법이다. 구미국가들의 경우 개인의 섭취 음식물은 사생활에 관련된 것으로 생각하는 경우가 많아 음식물 복제법을 통한 정확한 조

사는 거의 불가능한 경우가 많으므로 마켓 베스킷법이 조사 연구에 흔히 사용된다. 이 방법은 음식물 중 가식 부위 이외에 요리 중 버려지거나 손실이 생기는 부분을 알 수 없고, 먹기 위해 보관을 하고 있다가 먹지 못하고 그냥 버려지는 부분에 대한 손실을 평가 할 수 있는 방법이 없어 대략적인 양 밖에 산정할 수 없다는 결점이 있다.

Table 3은 30대와 40대 여성의 음식물 섭취에 따른 Fe, Cu, Zn의 섭취량을 기하평균과 산술평균으로 나타내었다. Fe의 경우, 전체 69명의 산술평균 및 기하평균은 각각 10.35 mg/day, 9.33 mg/day로서 산술평균과 기하평균 간에 큰 차이를 나타내지 않았다. Cu와 Zn의 경우에서도 마찬가지로 산술평균과 기하평균이 각각 Cu가 1.15 mg/day, 1.11 mg/day이고 Zn이 7.35 mg/day, 7.11 mg/day로서 차이를 나타내지 않았다. 연령대 별로 볼 때 Fe, Cu, Zn 모두 30대와 40대 간의 섭취량의 유의한 차이는 나타나지 않았다($p>0.1$, student's *t*-test).

2. 국내외 기준치 및 보고자료의 비교

본 조사 결과를 국내외 기준치 및 국내 보고 자료와 비교하여 Table 4에 나타내었다. 섭취평균필요량(EAR, Estimated Average Requirement), 권장섭취량(RDI, Recommended daily Intake) 및 상한섭취량(UL, Tolerable Upper Intake Level)은 2005년에 한국영양학회의 한국인영양섭취기준위원회에서 제정된 한국인의 영양섭취기준을 인용하였다.¹³ 또한 국제 기준치로서 섭취량과 관련하여 최소독성량(LOAEL, Lowest observed adverse effect level),¹⁴ 경구 참고섭취량(RfD, Oral reference dose)¹⁵ 및 잔류허용기준(MRL, Maximum Residue Level)¹⁶과 비교하였다. 상한 섭취량의 경우는 최소독성량(LOAEL)이나 만성적으로 인체 노출시에 유해한 영향이 일어나지 않을 것으로 예측되는 최대량이므로 참고섭취량(RfD)과 같은 위해성기준과는 의미상 차이가 있고 기준치도 차이가 나타나므로 같이 비교하였다. 음식물 섭취량과 관련하여 인용된 국내보고는¹⁷⁻¹⁹ 모두 국내 일반 여성을 대상으로 하였고, 음식물 복제법에 의하여 섭취량의 실측치를 나타내었으

Table 3. Dietary intake of Fe, Cu, Zn in participants (mg/day)

Age(n) ^a	Fe		Cu		Zn	
	AM ± ASD	GM(GSD)	AM ± ASD	GM(GSD)	AM ± ASD	GM(GSD)
30~39(26)	11.45 ± 4.93	10.25(1.67)	1.08 ± 0.28	1.04(1.32)	7.10 ± 1.88	6.85(1.32)
40~49(43)	9.69 ± 5.21	8.82(1.51)	1.19 ± 0.31	1.15(1.29)	7.50 ± 1.79	7.28(1.29)
Total (69)	10.35 ± 5.14	9.33(1.58)	1.15 ± 0.30	1.11(1.30)	7.35 ± 1.82	7.11(1.30)

^a; No. of participants.

Table 4. Fe, Cu, Zn intake in other Korean reports (mg/day)

	Fe	Cu	Zn	Remarks
<i>EAR</i>	11	0.6	6.8	Korean Nutrition Society, 2005 ¹³⁾
<i>RDI</i>	14	0.8	8	Korean Nutrition Society, 2005 ¹³⁾
<i>UL</i>	45	10	35	Korean Nutrition Society, 2005 ¹³⁾
<i>LOAEL</i>	-	-	59.72	Yadrick <i>et al.</i> 1989 ¹⁴⁾
<i>RfD</i>	-	-	0.3 ^a	IRIS, 1993 ¹⁵⁾
<i>MRL</i>	-	0.02 ^a	-	Pizarro <i>et al.</i> 1999 ¹⁶⁾
	10.4	1.2	7.4	This study
Adult women	6.9	1.2	9.4	K.-H. Kim and H.-S. Lim, 2006 ¹⁷⁾
Women	12.3	3.7	8.4	40 years of age, J.-Y. Lee, 1991 ¹⁸⁾
Female college students	10.5	2.2	7.1	20 years of age, Y.-H. Yoon, 1999 ¹⁹⁾

EAR: Estimated Average Requirement, *RDI*: Recommended daily Intake, *UL*: Tolerable Upper Intake Level, *LOAEL*: Lowest observed adverse effect level, *RfD*: Oral reference dose, *MRL*: Maximum Residue Level.

^a; mg/kg body weight/day

로 실질적으로 본 연구 결과와의 비교에 적합하였다.

Fe의 경우 본 연구 대상자들에서는 10.4 mg/day의 평균치를 나타내었다. 한국인의 섭취평균필요량(11 mg/day)¹³⁾보다 약간 낮은 결과이며 권장섭취량(14 mg/day)¹³⁾보다는 낮아 음식을 통한 1일 섭취량이 부족함을 나타내었다. 기존 연구결과에서 볼 때, 김경희와 임현숙의 보고¹⁷⁾는 6.9 mg/day이며, 이주연¹⁸⁾이 보고한 40대 일반 중년 여성의 경우는 12.3 mg/day이며 윤영화¹⁹⁾가 보고한 20대 여자대학생의 경우는 10.5 mg/day를 보고하였다. 이들 보고 모두 섭취평균필요량과 비슷하거나 낮은 수치이고 권장 섭취량에는 미치지 못하였다.

Cu의 경우는 본 연구 결과 1.2 mg/day를 나타내었고, 김경희와 임현숙의 보고¹⁷⁾와 일치하였다. 이주연¹⁸⁾과 윤영화¹⁹⁾의 보고에서는 각각 3.7 mg/day, 2.2 mg/day로서 본 연구결과와 비교하여 보았을 때 2-3배 높은 결과치를 보고하였다. Cu의 섭취평균필요량(0.6 mg/day)¹³⁾과 권장섭취량(0.8 mg/day)¹³⁾보다는 높은 섭취량을 나타내었으나 상한섭취량(10 mg/day)¹³⁾에는 미치지 못하였다. 잔류허용기준(0.02 mg/kg body weight/day)과 비교하여 보았을 때, 잔류허용기준을 여성의 체중 기준으로서 60 kg으로 환산하면 1.2 mg/day로서 본 연구 결과가 잔류허용기준(*MRL*)과 일치하고 있음을 알 수 있었다.

Zn(7.4 mg/day)은 섭취평균필요량(6.8 mg/day)¹³⁾보다는 높으며, 권장 섭취량(8 mg/day)¹³⁾보다는 낮은 값을 보였다. 최소독성량(59.72 mg/day)¹³⁾이나 참고섭취량(0.3 mg/kg bw/day)¹⁵⁾에는 미치지 못하는 결과를 보였다. 본 연구결과는 윤영화의 보고¹⁹⁾와 비슷한 결과를 나타내었으며 김경희와 임현숙이 보고한 값¹⁷⁾이나 이주연이 보

고한 값¹⁸⁾ 보다는 약간 낮은 결과치를 나타내었다.

현 시점에서 볼 때, 이들 3종류 원소들의 섭취량은 국내의 경우 가이드라인은 설정이 된 상태이나 실제 일반인들의 섭취수준을 결정하기 위해서는 실측치에 관한 보고 자료가 아직 부족하며 더 많은 연구보고들이 필요하다고 생각된다.

IV. 결 론

국내 부산 및 인근지역의 중년여성을 대상으로 하여 이들의 24시간 음식물 섭취를 통한 Fe, Cu, Zn 섭취량을 ICP-AES를 이용하여 정량 분석하였다. Fe(10.4 mg/day)와 Zn(7.4 mg/day)은 한국인 권장섭취량(Fe는 14 mg/day, Zn은 8 mg/day)보다 낮았으며 Cu(1.2 mg/day)는 높게 나타났다(권장량 0.6 mg/day). 3종류의 원소 모두 상한섭취량이나 최소독성량 및 참고섭취량(Zn의 경우)에는 미치지 못하였으나, 추후 국내 다양한 지역과 연령대의 조사를 통하여 한국 일반인의 대표치를 형성할 수 있는 지속적인 연구들이 필요하다.

참고문헌

1. Shimbo, S., Imai, Y., Tominaga, N., Gotoh, T., Yokota, M., Inoguchi, N., Ikeda, Y., Watanabe, T., Moon, C.-S. and Ikeda, M. : Insufficient calcium and iron intakes among general female population in Japan, with special reference to inter-regional differences. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, **10**(3), 133-138, 1996.
2. Kim, J.-G. and Lee, I.-K. : A survey on some heavy metal contents of water and rice in the Jeon-buk area of Korea. *Korean Journal of Environmental Health*,

- 32(6), 556-559, 2006.
3. Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Imai, Y., Shimbo, S., Watanabe, T., Moon, D.-H., Lee, B.-K., Lee, S.-H. and Ikeda, M. : Nutritional evaluation of women in urban and rural areas in Korea as studied by total food duplicate method. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, **181**(2), 245-265, 1997.
 4. Shimbo, S., Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Watanabe, T., Guo, Y.-L. L., Ma, W.-C., Nakatsuka, H., Peng C.-J. and Ikeda, M.: Nutritional evaluation of Chinese working women in the city of Tainan, Taiwan. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, **181**(3), 339-352, 1997.
 5. Zhang, Z.-W., Moon, C.-S., Qu, J.-B., Shimbo, S., Watanabe, T., Nakatsuka, H., Yin, S.-A., Hu, M.-L., Chen, Z.-Q. and Ikeda, M. : Nutritional evaluation of women in urban areas in continental China. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, **182**(1), 41-59, 1997.
 6. Zhang, Z.-W., Shimbo, S., Miyake, K., Watanabe, T., Nakatsuka, H., Matsumoto-Inoguchi, N., Moon, C.-S., Higashikawa, K. and Ikeda, M. : Estimates of mineral intakes using food composition tables vs measures by inductively-coupled plasma mass spectrometry: Part 1. calcium, phosphorus and iron. *European Journal of Clinical Nutrition*, **53**(3), 226-232, 1999.
 7. Shimbo, S., Zhang, Z.-W., Miyake, K., Watanabe, T., Nakatsuka, H., Matsumoto-Inoguchi, N., Moon, C.-S., Higashikawa, K. and Ikeda, M. : Estimates of mineral intakes using food composition tables vs measures by inductively-coupled plasma mass spectrometry: Part 2: sodium, potassium, magnesium, copper, zinc. *European Journal of Clinical Nutrition*, **53**(3), 233-238, 1999.
 8. Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Shimbo, S., Hokimoto, S., Shimazaki, K., Saito, T., Shimizu, A., Iami, Y., Watanabe, T. and Ikeda, M. : A comparison of the food composition table-based estimates of dietary element intake with the values measurement by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry: An experience in a Japanese population. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, **10**(4), 237-244, 1996.
 9. Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Shimbo, S., Watanabe, T., Moon, D.-H., Lee, C.-U., Lee, B.-K., Ahn, K.-D., Lee, S.-H. and Ikeda, M. : Dietary intake of cadmium and lead among general population in Korea. *Environmental Research*, **71**, 46-54, 1995.
 10. Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Shimbo, S., Watanabe, T., Moon, D.-H., Lee, C.-U., Lee, B.-K., Ahn, K.-D., Lee, S.-H. and Ikeda, M. : Evaluation of urinary cadmium and lead as markers of background exposure of middle-aged women in Korea. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, **71**, 251-256, 1998.
 11. 문찬석, 백종민: 음식물을 통한 어린이와 그들의 어머니에 대한 PCDDs/PCDFs 섭취량 평가. *한국환경보건학회지*, **33**(1), 11-15, 2007.
 12. Jung, S. H., Ma, D. S., Ryu, J. I., Hwang, J. H. and Kho, Y. L. : Fluoride intake by the duplicate-diet technique and urinary excretion in Korean children aged 3-6 years. *Korean Journal of Environmental Health*, **31**(6), 475-482, 2005.
 13. 한국영양학회, 한국인영양섭취기준위원회 : 한국인 영양섭취기준. 한국영양학회, 2005.
 14. Yadrick, M. K., Kenney, M. A. and Winterfeldt, E. A. : Iron, copper, and zinc status: response to supplementation with zinc or zinc and iron in adult females. *American Journal of Clinical Nutrition*, **49**(1), 145-150, 1989.
 15. Integrated Risk Information System (IRIS): Toxicological review of Zinc and compounds (CAS No. 7440-66-6). *USEPA*, 52-58, 2005.
 16. Pizarro, F., Olivares, M., Gidi, V. and Araya, M. : The gastrointestinal tract and acute effects of copper in drinking water and beverages. *Reviews on Environmental Health*, **14**(4), 231-238, 1999.
 17. 김경희, 임현숙 : 성인 여성의 미량 무기질(Fe, Zn, Cu, Mn, Se, Mo 및 Cr) 섭취량. *한국가정과학회지*, **9**(3), 69-79, 2006.
 18. 이주연 : 한국 일부 농촌 성인남녀의 일상식이 중 아연, 구리, 철분대사와 혈청지질과의 관계 연구. *숙명여자대학교대학원 석사학위논문*, 1991.
 19. 윤영화 : 일상식이를 섭취하는 일부 한국 여대생들의 식이, 혈청, 소변, 두발, 손톱에서 측정된 칼슘, 마그네슘, 아연, 구리, 망간 함량 비교분석. *숙명여자대학교 대학원 석사학위논문*, 1999.
 20. Bland, J. M. and Altman, D. G. : Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, **Feb 8**, 307-310, 1986.
 21. Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Shimbo, S., Watanabe, T., Lee, C.-U., Lee, B.-K., Ahn, K.-D., Lee, S.-H. and Ikeda, M. : Evaluation of urinary cadmium and lead as markers of background exposure of middle-aged women in Korea: dietary intake as an influential factor. *Toxicology Letters*, **108**, 173-178, 1999.
 22. Shimbo, S., Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Watanabe, T., Ismail, N. H., Ali, R., M., Noor, M. I. M., Nakatsuka, H. and Ikeda, M. : Nutritional evaluation of working Malay women in Kuala Lumpur as studied by total food duplicate method. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, **180**, 99-114, 1996.
 23. Shimbo, S., Higashikawa, K., Hatai, I., Murakami, M., Hayase, A., Watanabe, T., Moon, C.-S., Zhang, Z.-W. and Ikeda, M. : Chronological changes and inter-regional differences in dietary fiber intakes among middle-aged Japanese women. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, **180**, 1-15, 1996.
 24. Acheson, K. J., Campbell, I. T., Edholm, O. G., Miller, D. S. and Stock, M. J. : The measurement of food and energy intake in man- An evaluation of some techniques. *American Journal of Clinical Nutrition*, **33**, 1147-1154, 1980.
 25. Shimbo, S., Imai, Y., Yasumoto, M., Yamamoto, K., Kawamura, S., Kimura, K., Watanabe, T., Sata, R., Iwami, O. and Ikeda, M. : Quantitative identification

- of sodium chloride sources in Japanese diet by 24-hour total duplicate analysis. *Journal of Epidemiology*, **3**, 77-82, 1993.
26. Moon, C.-S., Zhang, Z.-W., Watanabe, T., Shimbo, S., Ismail, N. H., Hashim, J. H. and Ikeda, M. : Non-occupational exposure of Malay women in Kuala Lumpur, Malaysia, to cadmium and lead. *Biomarkers*, **1**, 81-85, 1996.