

한약재복용으로 인한 한국인의 중금속 섭취량 및 위해성 평가연구

이선동 · 정진용* · 최경호* · 이종태** · 박해모 · 신헌태†

상지대학교 한의과대학 예방의학교실, *서울대학교 보건대학원 환경보건학과
**고려대학교 보건과학대학 환경보건학과

(2009. 12. 2. 접수/2009. 12. 29. 수정/2010. 1. 11. 채택)

Risk Analysis and Estimating Consumption of Heavy Metal from Intake of Oriental Medicines

Sun-dong Lee · Jin-Yong Jung* · Kyung-ho Choi* · Jong-Tae Lee** ·

Hae-Mo Park · Heon-Tae Shin†

Department of Oriental Medicine, Sangji University, Wonju, Kangwon, Korea

*Department of Environmental Health, School of Public Health, Seoul National University, Seoul, Korea

**Department of Environmental Health, College of Health Science, Korea University, Seoul, Korea

(Received December 2, 2009/Revised December 29, 2009/Accepted January 11, 2010)

ABSTRACT

Based on a nationwide survey of the consumption of oriental medicine by the Korean population, we estimated the potential risk from the inadvertent ingestion of heavy metals such as Pb, Hg, As, and Cd as a result such consumption. Compared to the provisional daily intake limit, heavy metal intake through oriental medicine resulted in hazard quotients of less than one. The upper 90th percentile exposure estimates for each metal also showed insignificant risk. In relation to inorganic forms that are known carcinogens the excess cancer risk was less than 1×10^{-7} . Based on the results of this study exposure to Pb, Hg, As, or Cd through oriental medicine intake appeared to be negligible and would not cause a significant impact on health.

Keywords: risk analysis and estimating consumption, heavy metal, oriental medicines

I. 서 론

삶의 질이 높아짐에 따라 일상생활에서 섭취하는 물질에 대한 관심도 높아지고 한약의 원료나 재료의 안전성에 대한 우려도 증가하고 있다. 매일 섭취하는 식품류(곡류, 농산물, 일반식품류)에 대하여는 다양한 연구들이 수행된 바 있으나 한약재의 원료가 되는 생약 중 오염물질에 대한 연구는 제한적이었다. 한약재는 특성상 자연에 존재하는 다양한 식물, 동물, 광물질 등을 그대로 사용하거나 가공을 거쳐서 약용되어지기 때문에 안전성 관리가 매우 중요하다. 이런 한약재들은 재배지역의 오염도에 영향을 많이 받는다.^{1,2)} 한약재 중에 중금속, 잔류농약이 기준치 이상으로 검출되어 종종 사

회적 문제로 대두되었다. 이러한 사회적 우려에 따라 한약재 내의 중금속 기준도 종전의 총 30 ppm에서³⁾ 개별금속에 따라 그 기준을 차등적용하고 있다. 식품의약품안전청고시 제 2008-2호 생약 등의 중금속 허용기준 및 시험방법에서 식물성 생약은 납 5 mg/kg 이하, 비소 3 mg/kg 이하, 수은 0.2 mg/kg 이하, 카드뮴 0.3 mg/kg 이하, 동물성 한약인 녹용은 비소 3 mg/kg 이하, 노감석, 노사, 녹반, 대리석, 등의 광물생약은 별도의 허용기준을 고시하고 있다.⁴⁾

최근 한약재 중 중금속 오염이 위의 기준에 근거하여 기준치보다 높게 검출이 되었다는 보도가 있어 한약재 섭취로 인한 소비자의 건강상의 우려의 목소리가 높아지고 있다. 하지만 이는 修治前 한약재에 포함된 중금속 농도로 총 한약재중 소비자에게 최종 도달 형태로 이행 시 감소하는 부분을 배제한 단순한 비교이다. 실제의 건강영향을 보다 정확하게 추정하기 위해서 첫째, 한약재 중 중금속이 실제 소비자에게 최종 도달되

†Corresponding author : School of Oriental Medicine, Sangji University
Tel: 82-33-730-0665, Fax: 82-33-730-0653
E-mail : goodomd@naver.com

는 형태일 때 중금속 농도 변화, 둘째 최종 섭취 형태로의 중금속을 실제 복용했을 때 장관 내의 중금속 섭취율을 고려한 위해성 평가가 수행되어야 한다. 이 등(2006)은 가용 섭취율을 고려하여 한약재 중 중금속 오염도 자료와 1인당 한약재 섭취량을 기반으로 위해성 평가를 한 바 있다.⁵⁾ 하지만 전국 한의원 수와 한약재 판매량의 자료를 바탕으로 개인의 한약재 소비량을 추정하였고 주요 금속의 오염도가 보고되어 있는 34종 한약재만을 대상으로 평가했다는 제한점을 가지고 있다. 보다 정밀한 위해성 평가를 위해서는 한국인의 한약재 소비양상과 소비량에 대한 상세한 조사가 선행되어야 함이 지적되었다.

본 연구는 실제의 한약재 소비량을 이용하고 가용 섭취율과 장관 내 중금속 흡수율을 고려하여 보다 현실에 부합하는 위해성 평가를 수행함으로써 한약재 섭취의 중금속 위해성을 평가하고자 수행되었다. 한국인의 한약재의 소비양상과 소비량에 대한 조사⁶⁾를 바탕으로 1인당 한약재 섭취량 등 대표성 있는 노출자료를 산출하였고 최근 조사된 한약재 내 중금속 오염 자료도 보강하여 정밀한 노출평가를 수행하였다.⁷⁾ 점추정 자료 사용의 오류와 상한 노출값 및 최대오염도자료 사용으로 발생할 수 있는 노출의 비현실적 측정을 줄이기 위해⁸⁾ Monte-Carlo simulation을 이용하여 노출량 분포를 산출하였고 이를 노출 평가에 활용하였다.

II. 연구방법

1. 조사대상 한약재

한약재 중의 중금속(Pb, Hg, As, Cd) 모니터링자료를 통해 총 106종 한약재에 대한 오염도 분석값을 얻었다(n=1525).^{7,10-12)} 중금속자료가 있는 총 106개의 한약재 중 한양대학교(2006) 연구를 통해 한약재 일평균 섭취량도 알 수 있었던 것은 총 57종이다.⁶⁾ 이 연구에 의하면, 한양대학교에서 전 국민을 대상으로 설문조사를 수행하여 인구특성 및 계절별 다소비 한약재 100종에 대한 섭취량을 실측하였으며, 1첩당 평균 처방용량에 1일 2첩을 3회에 걸쳐 복용하는 일반적인 경우를 가정하여 한약재 일 섭취량(g/day)을 추정하였다. 1첩당 평균 처방용량은 149개 한의원의 한의사를 대상으로 한 설문조사로 구해진 값이다.

조사대상 한약재는 갈근, 감국, 감초, 강황, 건강 계지, 계피, 곽향, 구기자, 금은화, 길경, 대추, 도인, 맥문동, 목단피, 목향, 반하, 방풍, 백지, 백출, 복령, 복분자, 빈랑, 산사, 산약, 산조인, 상백피, 석창포, 속단, 승마, 시호, 애엽, 연자육, 오미자, 오약, 용안육, 우방자,

우슬, 원지, 음양곽, 익지인, 작약, 조구등, 지실, 지황, 진피, 창출, 천궁, 천마, 천문동, 택사, 인진, 향부자, 형개, 황기, 황련, 황정의 57종이었다.

2. 조사대상 중금속

조사대상 중금속으로 납(Pb), 수은(Hg), 비소(As), 카드뮴(Cd)이 선정되었다. 이들 중금속은 자연에 원래 존재하는 원소이지만 인간의 인위적인 활동에 의해 환경 중에 높은 농도로 오염될 수 있으며 따라서 오염된 지역에서 재배되는 한약재에도 오염이 될 수 있다. Pb, Hg, As, Cd과 같은 금속은 FAO(국제식량농업기구)/WHO(세계보건기구) 합동식품첨가물전문가위원회(Joint Expert Committee on Food Additives: JECFA)에서 감시대상으로 정한 금속으로서 인간에게 독성이 있어 잠정주간섭취허용량(Provisional Tolerable Weekly Intake: PTWI)을 정하여 이 이하를 섭취토록 권고하고 있다.¹³⁾ As는 그룹 A의 발암물질로 사람에게 암을 일으킬 수 있는 것으로 알려진 물질이지만 실제 발암성이 있는 물질은 무기비소이다. As는 경구로 섭취했을 때 발암력(Slope Factor)이 1.5 (mg/kg-day)⁻¹이다. 또한 Pb, Hg, Cd은 발암도가 각각 B2(probable human carcinogenicity), D(Not classifiable as to human carcinogenicity), B1(Probable human carcinogenicity)이다.¹⁴⁾

3. 한약재를 통한 중금속 섭취량 추정

한약재를 통한 체중 1 kg 당 일일 중금속의 노출량(INGs; ingestions)은 식 (1)을 활용하여 구하였다. 노출량을 추정하기 위해 사용된 각종 노출계수와 오염도 값은 평균값 등 점추정 값과 Monte-Carlo simulation을 이용한 방식으로 구하였다. Monte-Carlo simulation은 오염도 자료와 노출변수들의 분포값을 고려하는 방법으로 정량적 위해성평가의 정확성 향상을 위해서 많이 사용되는 확률론적 접근방법이다.¹⁵⁾

$$INGs \text{ (mg/kg day)} = \frac{Ci \times IRi \times CF \times FI \times ABSm \times EF \times ED}{BW \times AT} \times Rm \quad (1)$$

한약재를 통한 중금속의 인체노출량 계산시 오염도자료(C), 한약재섭취량(IR), exposure frequency(EF), body weight(BW)는 분포값을 적용하였다(Table 1). 오염도자료(C)는 한약재별 오염도 분석값의 빈도가 적어(n<15) Crystal Ball®(Oracle, Redwood Shores, CA, USA)을 통해 분포 적합(distribution fitting)이 불가능한 경우 미리 비모수나, 모수적 방법을 이용하여 평균값을 구한

Table 1. Parameters used in exposure quantification

Parameter	Value	Distribution	Reference
C_i : Concentration of metal in each herbal medicine (mg/kg)	Distribution (mean: different by herbal medicine)	Log normal	
IR_i : Ingestion rate of each herbal medicine (mg/day)	Distribution (mean: different by herbal medicine)	Normal	
CF : Conversion factor	0.001	-	
FI : Fraction of intake from contaminated source	1	-	Conservative approach
ABSm : Gastrointestinal absorption rate of each metal	Pb: 0.15 Hg:0.001 As: 0.41 Cd: 0.01	-	IRIS(1999)
EF : Exposure Frequency (day/year)	distribution (mean: 25)	Normal	KFDA(2006)
ED : Exposure Duration (year)	70	-	US EPA 1989
BW : Body weight (kg)	distribution (mean: 70)	Normal	US EPA 1989
AT : Averaging time (day)	25550	-	
R_m : Reduction of heavy metal content by preparation of decoction*	Pb: 0.23 Hg: 0.21 As: 0.45 Cd: 0.23	-	KFDA(2005)

*: Herbal medicine is taken mainly as drink type (decoction), in 79.3% of total intake among Korean.
i=each herbal medicine (n=57), m=metal (Pb, Hg, As, Cd)

후, 분포와 표준편차는 전체 한약재 오염도 분석값인 1525 case의 그것(log normal 분포)과 동일하다고 가정하였다. Intake rate 즉 일일 한약재 섭취량(g/day)은 1첩당 평균 처방용량에 1일 2첩을 3회에 걸쳐 복용하는 일반적인 경우를 가정하였으며,⁶⁾ 분포값은 정규분포를 가정하였다. 노출빈도 역시 한약재⁶⁾의 소비자 설문

조사로부터 얻은 수치인 평균 25일/1년과 정규분포를 가정하였다. 체중은 평균 70 kg로 정규분포를 가정하였다. Conversion factor, 위장관흡수율(ABSm)과 노출기간(ED), R_m는 점추정값(point value)로 주었다. 토양과 같은 매체와는 달리 한약재의 경우 단순 건조상태가 아니라 대부분 탕제의 형태로 최종 섭취한다. 약제를 산

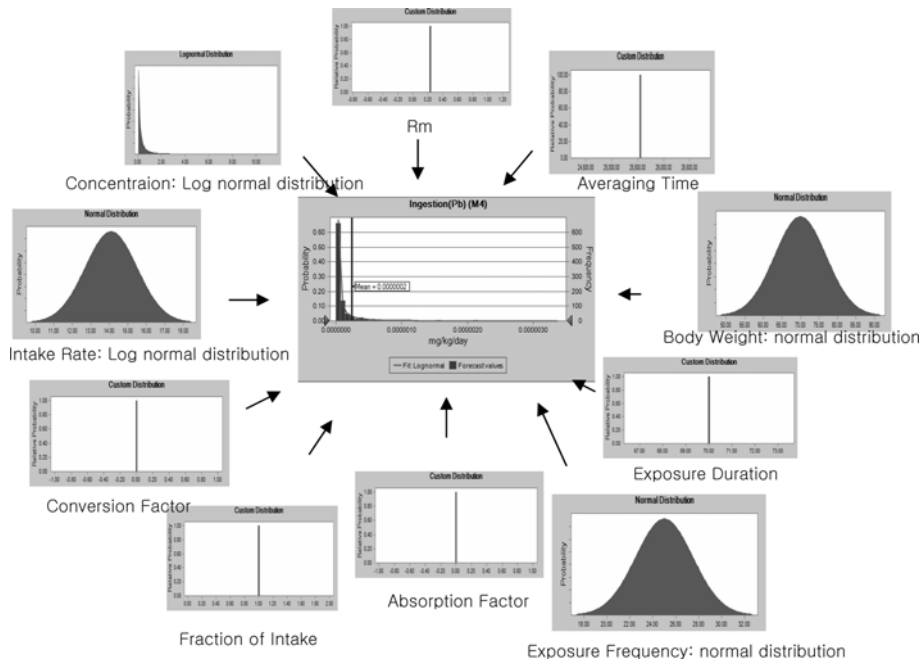


Fig. 1. Distribution of parameters regarded in quantification of chronic daily intake via Monte-Carlo simulation.

제나 환제로 변화시켜 복용하는 것과는 달리 탕제의 경우 전탕하는 과정에서 약제 성분인 불용성 및 난용성의 무기염, 탄닌 등이 금속과 반응하게 되어 최종으로 사람이 복용하는 가용부분에는 금속함량은 줄어들게 된다.^{7,8)} 보다 현실적인 금속 노출량 추정을 위해 탕제 섭취율과 탕제 조제에 따른 한약재의 중금속 감소율(Rm)을 고려하였다. 보고서에 의하면 탕약 조제시 음용단계에 존재하는 금속의 양은 Pb, Hg, As, Cd 각각 3%, 0.5%, 30.2%, 2.8%이다.¹⁶⁾ 또한 탕제의 형태(꺾)로 한약재를 구입하는 경우가 79.3%이었다(Rm의 추정 근거). 한약재를 통한 만성적인 노출을 평가하기 위한 목적으로 point value와 분포를 활용하여 계산한 Monte-Carlo simulation의 기본개념은 Fig. 1과 같다(i=갈근, m=납의 경우).

각 한약재로 인한 중금속 노출량이 분포로 정해지면 노출량 10%, 50%, 90% 값을 각각 합산하여 실험대상 한약재(n=57) 섭취로 인한 중금속 섭취량을 계산하였다.

4. 위해성 평가

이 등⁵⁾의 접근법과 동일한 방식으로 한약 섭취를 통해 노출되는 금속의 안전성을 평가하기 위해 각 금속의 섭취량을 잠정주간섭취허용량(PTWI; Provisional Tolerable Weekly Intake)과 비교했다.¹⁵⁾ 잠정주간섭취허용량은 FAO/WHO 합동 식품첨가물 및 오염물질 전문가회의(JECFA: Joint Expert Committee Food Additives)에서 1972년 이후 식품에 대해 권고하는 잠

정적인 안전 섭취용량이다. WHO/FAO 합동 식품첨가물 및 오염물질 전문가위원회(JECFA)에서 제안하는 잠정주간섭취허용량 또는 잠정1일 섭취허용량(PTDI: Provisional Tolerable Daily Intake)을 근거로 1일 허용 노출수준에 상응하는 1일 허용섭취량(Table 2)을 산출하여, 금속 노출량과 비교하였다(HQ). 유해지수(HQ)는 한약재를 통한 체중 1kg 당 1일 중금속 섭취량(ug/kg/day)과 잠정 1일 섭취허용량(PTDI; ug/kg/day)의 비로 나타났다.

III. 결과 및 고찰

1. 한약재 중 중금속 오염농도

전체 한약재 106종 1524개(1, 2, 3, 4) 시료에서 측정된 중금속 오염도는 모두 로그정규분포하였다(Table 3). 조사대상 중금속 중 카드뮴의 경우 95% 오염도의 값은 0.32 ppm으로 중금속 허용기준인 0.3 ppm을 초과하였다. 나머지 납, 수은, 비소는 95% 극단 오염값도 식약청이 고시한 허용기준에 못 미치는 것으로 나타났다.

2. 한약재 소비를 통한 중금속 노출량 추정과 위해성 평가

한약재를 통한 금속 노출량은 Crystal Ball[®]을 이용하여 각 한약재(n=57)별로 측정된 중금속 노출량을 모두 더한 값이다(Table 4). 유해지수는 한약재를 통한 체중 1kg 당 1일 중금속 섭취량(ug/kg/day)과 잠정1일 섭취허용량(PTDI; ug/kg/day)의 비로 나타낸다(식 (2)).

$$\text{유해지수} = \frac{\text{한약재를 통한 체중 1kg당 1일 중금속 섭취량(ug/kg/day)}}{\text{잠정 1일 섭취허용량(ug/kg/day)}} \quad (2)$$

현실적인 위해성 평가를 위해 탕제 섭취 시 감소되는 중금속의 양(Rm)과 중금속의 장내 흡수율(ABS)이 고려되어 나온 노출량의 결과값은 모든 조사대상 중금속

Table 2. Derivation of daily tolerable levels for metals detected in herbal medicine

Metal	Provisional tolerable weekly intake	→Provisional tolerable daily level
Pb	PTWI: 25 ug/kg/week	→3.6 ug/kg/day
Hg	PTWI: 5 ug/kg/week	→0.7 ug/kg/day
As	PTWI: 15 ug/kg/week	→2.0 ug/kg/day
Cd	PTWI: 7 ug/kg/week	→1.0 ug/kg/day

Table 3. Distribution, mean(SD), 95% upper confidence limit of mean (95% UCL) and standard value of Pb, Hg, As, and Cd (N=1524)

	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Distribution	Log normal	Log normal	Log normal	Log normal
Mean ± SD	0.85 ± 3.42	0.04 ± 0.06	0.36 ± 0.94	0.15 ± 1.10
95% UCL	3.28	0.12	1.35	0.32
Standard*	5	0.2	3	0.3

*: Standard value according to Korea Food and Drug Administration's Standard and Experiment Methods on Heavy Metal in Medicine, 2005-62.

Table 4. Estimation of metals of herbal medicine (unit: ug/kg/day) and hazard quotients (HQ) of each metal though consumption

Percentile		Pb (3.57)	Hg (0.71)	As (2.14)	Cd (1.0)
10%	exposure	7.67E-07	1.08959E-09	1.73787E-06	1.0078E-08
	HQ	2.15E-07	1.53E-09	8.12E-07	1.01E-08
50%	exposure	3.05E-06	2.49778E-09	8.24E-06	4.18861E-08
	HQ	8.54E-07	3.52E-09	3.85E-06	4.19E-08
90%	exposure	1.79E-05	7.39678E-09	4.6249E-05	2.74062E-07
	HQ	5.01E-06	1.04E-08	2.16E-05	2.74E-07

Value in parenthesis indicates provisional tolerable daily intake (ug/kg/day).

에서 극단의 90% 경우에도 HQ가 1에 훨씬 못 미치는 것으로 나타났다. 이중 가장 높은 유해지수를 보이는 비소의 경우 유해지수가 2.16E-05였다. 즉 비발암위해도 측면에서 평가했을 때 잠정1일 섭취허용량의 0.00216%으로 한약재를 통해 인체에 미치는 위해성은 거의 없다고 볼 수 있다.

비발암 물질인 경우는 유해지수의 값이 1보다 크면 그 물질의 유해영향이 나타날 우려가 있는 것으로 판단한다.

중금속 Pb, Hg, Cd는 IRIS(Integrated Risk Information System by EPA)가 분류한 각각 발암도 B2(probable human carcinogenicity), D(Not classifiable as to human carcinogenicity), B1(Probable human carcinogenicity)로 Pb와 Cd의 경우는 잠재적 발암물질이라고 할 수 있으나 발암위해도의 산정에 필요한 발암력(slope factor) 등의 독성값은 제시되어 있지 않다. Cd의 경우 주로 호흡기를 통한 발암성에 대한 동물실험 자료가 존재하지만 섭취를 통한 발암가능성에 대해서는 확인되지 않았다. 무기 As는 섭취시 발암성이 있는 확인된 발암물질이다.¹⁷⁾ 비소에 대한 발암 위해성 평가를 수행하였다. 중금속에 많이 노출되는 시나리오인 90% 노출값인 4.6249E-05(ug/kg/day)로 비소의 섭취경로 노출 발암력인 1.5(mg/kg-day)⁻¹를 곱하여 구해진 초과발암위해도는 7×10^{-8} 였다. 이는 백만명당 한약재를 통한 As섭취로 0.07명의 초과발암위해도를 의미하는 것이며, 측정한 As가 총비소로 발암성이 있는 무기 As의 함량은 이보다 낮음을 고려할 때 실제 초과발암위해도는 이보다 낮을 것으로 추정된다. 허용가능한 초과발암위해도를 일반적으로 10^{-6} 로 설정함을 고려할 때¹⁸⁾ 한약재 복용으로 인한 비소의 발암 위해성 또한 극히 낮다고 볼 수 있다.

IV. 결 론

한국인이 많이 복용하는 다소비 한약재 중 4가지 중

금속 오염자료와 한약재 섭취율을 이용하여 한약재를 통한 중금속 노출의 위해성평가를 실시하였다. Monte-Carlo simulation의 방법으로 분포값을 이용한 중금속 노출량과 잠정주간섭취허용량에서부터 유도한 잠정1일 섭취허용량의 비율로 확인한 유해지수는 그 기준인 1보다 훨씬 낮은 수준이었다. 또한 노출의 90% 극단값도 한약재 복용으로 인한 중금속의 위해도에서도 극히 미미하였다. 특히 연구대상 중금속중의 경구섭취시 발암성이 있는 비소의 경우 초과발암위해도가 백만분의 0.07에 불과하여 비교적 낮았다. 따라서 한약소비로 인한 중금속노출은 매우 미미한 수준으로 한약 섭취를 통한 중금속 노출이 즉각적인 건강상의 영향을 미친다고 보기 어렵다. 다만, 한국인의 한약복용량의 좀 더 정확한 추정을 위해 다양한 연구자료를 활용하기 어려웠던 점, 한국인들의 한약복용이 1-2개월 단기간에 집중적으로 나타나는 점 등을 분석 시 고려하기 어려웠던 점이 본 연구의 제한점으로 남는다.

참고문헌

1. Park, G. H. : Pb, Cu, Zn contaminants and their correlation of soil, leave and bark of Ginkgo. B and ambient air adjacent to a heavy traffic road side. *Korean Journal of Environmental Health Society*, **18**(2), 19-25, 1992.
2. Hong, S. U., Park, S. H. : Studies on the pollution of heavy metal in soil and vegetable. *Korean Journal of Environmental Health Society*, **10**(1), 33-45, 1984.
3. Reference dose of Heavy metals in Natural medicine and Test method Revision, No.1998-29, KFPA, 1998.
4. Reference dose of Heavy metals in Natural medicine and Test method Revision, No.2008-2, KFPA, 2008.
5. Park, H. M., Choi, K. H., Jung, J. Y., Lee, S. D. : Metal exposure through consumption of herbal medicine and estimation of health risk among korean population. *Korean Journal of Environmental Health Society*, **32**(2), 186-191, 2006.

6. HanYang Univ. : Survey of the consumption of oriental medicine by the Korean population, KFDA, 2006.
7. Yim, O. K., Han, E. J., Chung, J. Y., Park, K. S., Kang, I. H., Kang, S. J., Kim, Y. J. : The monitoring of some heavy metals in oriental herbal medicines and their intake rates. *Analytical Science & Technology*, **22**(2), 128-135, 2009.
8. Lee, S.-D., Park, H.-M., Lee, J.-C., Kook, Y. B. : Concentration of metal in herbal drugs -in crude, remnant after boiling and decoction of herbal drugs-. *Journal of Korean Oriental Medicine*, **24**(2), 59-65, 2003.
9. Helton, J. C., Shiver, A. W. : A Monte-Carlo procedure for the construction of complementary cumulative distribution functions for radioactive waste disposal. *Risk Analysis*, **16**(1), 43-55, 2007.
10. Jung, R. S., Shin, D. W., Lee, J. H., Kim, S. E. : Studies on heavy metals of Natural medicines in market-. *Report of KFDA*, **6**, 694-704, 2002.
11. Jung, R. S., Shin, D. W., Lee, J. H., Kim, S. E. : Studies on heavy metals of Natural medicines in market-. *Report of KFDA*, **7**, 529-537, 2003.
12. Cho, J. H., Kim, D. H., Sung, N. H., Oh, M. H., Kang, I. H., Shim, Y. H., Kim, E. K. : Studies on monitoring hazardous substances of natural medicines(1)-Studies on heavy metals of natural medicines in market-. *Report of KFDA*, **4**, 567-582, 2000.
13. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) : Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, WHO Food Additives Series44. International Program on Chemical Safety and WHO, GENEVA, 273-391, 2000.
14. IRIS toxicity data.
15. Sanga, R. N., Bartell, S. M., Ponce, Rafael A., Boischio, Ana A. P., Joiris, Claude R., Pierce, Crispin H., Faustman, Elaine M. : Effects of Uncertainties on Exposure Estimates to Methylmercury -A Monte Carlo Analysis of Exposure Biomarkers versus Dietary Recall Estimation-. *Risk Analysis*, **21**(5), 859-859, 2001.
16. HanYang Univ. : Survey of the consumption of oriental medicine by the Korean population, KFDA, 2005.
17. Mandal, B. K., Suzuki, K. T. : Arsenic round the world: a review. *Talanta*, **58**(1), 201-235, 2002.
18. Mark G. Robson, William A. Toscano : Risk Assessment for Environmental Health, A Wiley Imprint, 2007.