

## 한약재 복용으로 인한 금속 섭취량 추정 및 위해성 평가 연구

박해모 · 최경호\* · 정진용\* · 이선동†

상지대학교 한의과대학, \*서울대학교 보건대학원 환경보건학과

## Metal Exposure Through Consumption of Herbal Medicine, and Estimation of Health Risk Among Korean Population

Haemo Park · Kyungho Choi\* · Jinyong Jung\* · Sundong Lee†

School of Oriental Medicine, Sangji University

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

(Received March 9, 2006/Accepted March 21, 2006)

### ABSTRACT

Metal contamination of medicinal herbs is of growing concern because of their potential adverse health effects. In this study, metal exposures were estimated and their potential health risks were preliminarily evaluated using available data including metal contamination levels and consumption estimates of herbal medicine in Korea. Consumption and contamination data of 34 medicinal herbs abundantly used in Oriental medicine in Korea were used in this study. Lead, mercury, arsenic, cadmium, cobalt, and chrome were identified as contaminants of potential health concerns. Even based on a conservative exposure scenario, i.e., consuming 5 times more herbal medicine with 95th percentile contamination levels, health risks associated with herbal medicine consumption were estimated to be minuscule. Herbal consumption was 0.3% of the provisional tolerable daily intake levels recommended by Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) of WHO/FAO. However, it should be noted that there are several important assumptions and uncertainties associated with this evaluation: This study was conducted for only 34 types of medicinal herbs of which consumption and metal contamination data were available. In addition, there are no reliable herbal medicine consumption data among Korean population. The pattern and amount of herbal (medicine) consumption in Korea need to be investigated in order to conduct more refined risk assessment associated with metal contamination in medicinal herbs.

**Keywords:** herbal medicine, risk estimation, metal exposure, metal contamination, oriental medicine

### I. 서 론

한의학에서 중요한 치료수단으로 사용하고 있는 한약은 자연에 존재하는 다양한 식물, 동물, 광물질 등을 천연 그대로 사용하거나 건조 및 수치(修治) 등의 일정한 가공을 통해 원재료로 사용되어져 왔다. 외국과의 교역이 활발하지 않은 시대에는 국내에서 생산되는 한약재를 주로 사용하여 왔으나, 근래에 들어서는 한약재의 수요가 증가하여 단순히 국내에서 자연 채취하거나 재배하는 한약재로는 적정수요량에 미치지 못하기 때문에 중국 등의 외국으로부터 상당량을 수입해 오고 있다.

이러한 한약재는 그 특성상 식물한약재의 경우에 토양 같은 자연환경을 기반으로 자라기 때문에 주변 환경오염에 많은 영향을 받을 수밖에 없다. 실제로 교통량이 과밀한 도로나 고속도로 근처 토양과 가로수, 체소는 금속 오염수준이 높은 등 주변 환경에 영향을 받는 것으로 보고된다.<sup>1,2)</sup> 특히 지난 수십 년간 급속한 산업화와 공업화를 겪어온 한국은 생태계의 오염문제가 심각해지고 있으며, 최근에 비슷한 산업화과정을 겪고 있는 중국도 예외는 아니다.

이러한 상황에서 중국산 수입한약재가 전체 유통 한약재의 70% 이상을 차지하고 있어 한약재내의 금속 및 농약이 한의계를 비롯하여 일반국민에게 많은 불안을 안겨주고 있으며, 각종 언론보도를 통해 사회문제로 제기된 바 있다.<sup>3)</sup>

금속은 자연적으로 지각과 토양에 존재하며 인간의 활동에 의해서도 환경에 배출될 수 있는 오염물질이

†Corresponding author : Dept. of Preventive Oriental Medicine, School of Oriental Medicine, Sangji University  
Tel: 82-33-730-0665, Fax: 82-33-738-7825  
E-mail : sdlee@sangji.ac.kr

다. 화학적으로는 비중이 5-7 이상으로, 이동성이 적어 최초로 오염되는 지역에 머무르는 경향이 강하고, 토양 내에 수년에서 수십 년의 반감기를 가지면서 쉽게 분해되지 않고 축적되는 특성이 있다. 이중 철, 아연, 구리 등은 인체에 필요한 물질이나, 납, 카드뮴, 수은, 비소 등은 인체에 유해하며, 체내에서 대사되지 않고 축적되므로 주의를 기울여야 한다. 유해금속이 체내에 축적되면 암 등 각종 질병과 호르몬 대사 이상까지 초래하는 것으로 보고되고 있다.<sup>4)</sup>

한약재는 자연환경 속에서 재배 생산 되므로 다른 농산물과 마찬가지로 환경오염의 영향을 받으며, 금속에 오염될 수 있다. 한약재내의 금속농도는 여러번 사회화된 바 있으며, 한약의 장기투여로 인한 금속 인체축적<sup>5)</sup>의 위해성에 대한 우려가 고조됨에 따라 한약재내의 금속 기준도 최근에 강화되어 중증의 총금속 30 ppm에서 개별금속에 따라 그 기준을 차등적용하고 있다.<sup>6)</sup>

현재까지의 연구에서는 한약재 모니터링사업을 통해 허용기준치 이상의 금속이 검출되는 한약재를 검색하였고,<sup>15-17)</sup> 유통되고 있는 국내산과 수입산 한약재간의 금속 함량을 비교하였으며,<sup>7)</sup> 실제 복용하는 제형형태(탕액과 환제)에 따른 금속함량의 변화비교,<sup>8)</sup> 실험동물에서 한약투여에 따른 축적정도<sup>9)</sup> 등이 보고된 바 있다.

하지만 인체에 대한 연구는 거의 보고된 바 없는데, 그 이유는 인간은 금속에 노출될 수 있는 경로가 다양하고, 개인에 따른 흡수와 대사, 노출시간 등이 다르기 때문에 한약재에서 직접 정량한 결과로 인체의 직접적인 영향력을 추정하기는 어렵기 때문이다.<sup>10)</sup> 이 등<sup>12)</sup>은 이에 대해 한약을 섭취한 사람들의 뇨와 모발 중 금속 함량을 고찰한 결과 대조군보다 낮은 수준의 금속 함량을 나타냄에 근거하여, 한약성분이 금속 착화합물을 형성하여 독성을 저감시킬 가능성을 제시한 바 있다.

또 다른 이유로는 한약재를 접하게 되는 경로가 한의사의 처방에 의한 것 뿐만 아니라 다양한 민간요법과 건강식품이 존재하므로 정확한 노출량을 추정하기가 어렵다. 이러한 어려움으로 인해 한약재내 금속에 의한 인체위해성에 대한 연구는 거의 보고되고 있지 않다. 이처럼 연구가 많이 진행되지 않은 것은 한약재의 금속 오염자료가 산발적으로 수집되어 왔으며, 한국인의 한약재 소비 양상과 소비량에 대한 정확한 통계가 없었던 것에 부분적으로 기인한다.

이 연구는 현재까지 수집된 한약재 금속 오염자료를 정리하여, 한약 복용으로 인한 금속섭취와 그로 인한 위해성을 추정하기 위한 목적으로 수행되었다. 즉 다소비 한약재를 중심으로 기존의 분석 자료에 의거하여 금

속 검출량 대표치를 산출하였고, 한약 복용으로 인한 한국인의 금속 섭취량과 그로 인하여 초래되는 위해성을 추정하였으며, 향후 연구가 보강·수행되어야할 지점도 살펴보았다.

## II. 연구방법

### 1. 다소비 한약재와 연구대상 금속

국내생산량<sup>13)</sup>(농림부 2004)과 수입량(한국의약품수출입협회 2004)을 고려한 상위 20위의 다소비 한약재 중 주요 한의원의 평균 판매량 자료<sup>14)</sup>와 금속 오염도<sup>15-17)</sup>를 찾을 수 있는 한약재는 결명자, 길경, 사삼, 오미자, 작약, 지황, 택사, 향부자, 황기 등 9개였다. 이 한약재 이외에 갈근, 감초, 건강, 계지, 계피, 대추, 마황, 목단피, 목향, 반하, 방풍, 백출, 복령, 사인, 산사, 산조인, 속단, 시호, 애엽, 용안육, 우슬, 원지, 창출, 천문동, 해방풍 등 25종에 대하여 금속 오염도와 19개소 한의원의 연평균 판매량 자료를 얻을 수 있었기 때문에 연구대상 한약재에 포함하였다. 따라서 모두 34개의 한약재를 연구대상 다소비 한약재로 선정하여 분석을 수행하였다.

조사대상 금속으로 납, 수은, 비소, 카드뮴, 코발트, 크롬이 선정되었다. 납, 수은, 비소, 카드뮴과 같은 금속은 FAO(국제식량농업기구)/WHO(세계보건기구) 합동 식품첨가물전문가위원회(Joint Expert Committee on Food Additives: JECFA)에서 감시대상이 되는 금속으로서 인간에게 독성이 있어 잠정주간섭취허용량(Provisional Tolerable Weekly Intake: PTWI)을 정하여 권고하고 있다.<sup>18)</sup> 코발트와 크롬에 대한 잠정주간섭취허용량 값은 보고된 바 없다. 코발트는 비타민 B12에 함유되어 있으며, 적혈구의 헤모글로빈 형성에 관여하며, 골수의 조혈기능에 필수적인 무기질이다. 3가 크롬은 포도당이나 지질의 대사에 관여하고 있는 필수금속으로도 알려져 있다. 그러나 코발트와 3가크롬은 모

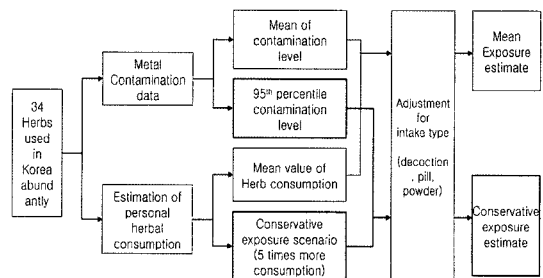


Fig. 1. Estimation of metal exposure due to herbal contamination of medicinal herbs.

두 과량 섭취하였을 때 유해한 금속이며 이들 금속의 한약재 중 오염도는 여러 문헌<sup>15-17)</sup>에서 보고된 바 있다. 부가하여, 한약재내의 6가 크롬에 대한 보고와 무기비소, 유기비소와 같은 분류에 따른 분석은 아직 보고되지 않았다.

## 2. 한약재 중 금속 노출평가

다소비 한약재 34종에 대해 보고된 금속 오염도 자료에 근거하여, 이들 한약재를 섭취함에 따라 체내에 유입되는 금속의 양을 추정하였다. 한약재의 금속 오염 수준은 기존의 문헌에서 보고하고 있는 검출량을 활용하였다.<sup>15-17)</sup> 수입 한약재의 종류와 양이 많으며 수입 한약재의 안전성에 대한 우려가 크기 때문에 한약재의 금속 오염수준은 국내산 한약재와 외국산 수입한약재로 나누어서도 평가하였다. 노출수준을 보수적으로 추정하기 위하여 문헌의 노출분포로부터 평균값과 95백분위수 등 대표값을 추정하였다. 오염도 분포가 정규분포 특성을 따르는 경우에는 모수적 방법을 이용하여 대표값을 추정하였고, 정규분포하지 않는 경우에는 비모수적 방법(예: Jackknife Mean, Minimum variance unbiased estimate of the log-mean, Jackknifed upper confidence limit, Upper confidence limit based on H-statistic)을 적절하게 활용하였다. 분석값의 빈도가 적어서( $n < 5$ ) 95백분위수의 추정이 불가능하거나 추정된 95백분위수가 최고농도값보다 높은 경우에는 분석된 최고농도값을 95백분위 값으로 대신 사용하였다. 분석값이 불검출(Non-detect)로 되어있으나 검출한계(LOD; Limit of detection)가 명시되어있지 않은 경우에는, 분석 보고값 중 가장 작은 값을 검출한계로 가정하여 대표치 추정에 활용하였다. 일반적으로 불검출값의 경우 검출한계의 1/2을 통계치 추정등에 사용하도록 하고 있다.<sup>11)</sup> 단 모든 시료에서 금속이 검출되지 않은 경우에는 검출한계를 추정하는 것이 불가능하여 대표치를 0으로 보았다.

한국인 1인당 평균 한약재 소비량 자료는 체계적으로 조사된 자료가 없어, 현재 활용가능한 자료를 이용하여 추정하였다. 주요 한의원의 다소비 한약재의 평균 판매량 자료<sup>12)</sup>를 통해 우리나라 한의원의 평균 한약재 판매량을 추정하였고, 이 평균 판매량에 전국의 한의원 수(152(한방병원) + 9,336(한의원) = 9,488)를 곱하여, 다소비 한약재의 전국 판매량을 추정하였다. 2005년 5월 11일 기준 한국의 인구수(48,268,726명)를 이용하여 주요 한약재 34종에 대한 평균 한약재 소비량 자료를 산출하였다.

지금까지 한약의 금속 오염에 대한 대부분의 연구는

단순 건조 상태의 한약 중 금속 농도에 근거하였다. 그러나 한국에서는 거의 대부분이 한약제를 전탕하여 복용하고 있다. 약제를 단순히 산제 및 환제로 변화시켜 복용하는 경우는 그리 많지 않다. 약제를 전탕하는 과정에서 약제 성분인 불용성 및 난용성의 무기염, 탄닌 등이 금속과 반응하게 되므로 최종적으로 사람이 복용하는 형태인 탕제의 금속 함량은 달라질 수 있다. 따라서 한약 섭취를 통해 사람에게 노출되는 금속의 양을 정확하게 추정하기 위해서는 한약의 조제방식에 따른 금속 농도의 변화를 고려할 필요가 있다. 본 연구에서는 이 등의 연구<sup>8)</sup>에서 보고한 한약재 별 전탕 전후의 금속 농도변화자료와 한양대학교<sup>14)</sup>에서 보고한 한약 중 탕제 비중(79.3%)을 고려하여, 한약재에 오염된 금속 중 실제로 사람의 체내로 흡수될 수 있는 용량을 추정하였다.

## 3. 위해성평가

한방 의료나 식품에서 많이 이용되는 한약재의 유해 중금속의 허용기준은 식품의약품안전청 고시 제1998-29호(98. 4. 16)에 의하여 한도시험법으로 설정되어 있으며, 그 기준은 총중금속 시험법으로서 30 ppm 이하로 규정되어 있다.<sup>17)</sup> 하지만 이 기준은 유해중금속의 종류에 따른 유해성의 종류와 정도가 상이함을 고려하지 못하고 있으며 섭취하는 사람에게 미치는 건강상의 피해를 과학적으로 정량화하는 데에는 제한점이 매우 많다.

이 연구에서는 한약 섭취를 통해 노출되는 금속의 안전성을 평가하기 위해 각 금속의 섭취량을 잠정주간섭취허용량(PTWI; Provisional Tolerable Weekly Intake)과 비교하여 평가했다(JECFA, 2000, <http://jecfa.ilsa.org/search.cfm>). 잠정주간섭취허용량은 FAO/WHO 합동 식품첨가물 및 오염물질 전문가회의(JECFA : Joint Expert Committee Food Additives)에서 1972년 이후 식품에 대해 권고하는 잠정적인 안전 섭취용량이다. 한편 잠정주간섭취허용량이 제시되어있지 않은 금속인 크롬과 코발트에 대해서는 미국 환경보호청(U.S. EPA)의 IRIS 데이터베이스에서 만성경구섭취 참고용량(Chronic oral reference dose: RfD)을 찾아 이를 활용하였다.

WHO/FAO 합동 식품첨가물 및 오염물질 전문가위원회(JECFA)에서 제안하는 잠정주간섭취허용량 또는 잠정1일섭취허용량(PTDI : Provisional Tolerable Daily Intake)을 근거로 1일허용노출수준에 상응하는 1일허용섭취량(Table 1)을 산출하여, 금속 노출량과 비교하였다. 한약 섭취에 의한 금속의 위해도를 설명하는 유해지수(Hazard Quotient)는 1일노출용량을 1일허용섭취량

**Table 1.** Derivation of daily tolerable levels for metals detected in herbal medicine

Metal	Daily tolerable level
Pb	PTWI : 25 µg/kg/week → 3.6 µg/kg/day
Hg	PTWI : 5 µg/kg/week → 0.7 µg/kg/day
As	PTWI : 15 µg/kg/week → 2.0 µg/kg/day
Cd	PTWI : 7 µg/kg/week → 1.0 µg/kg/day
Co	Chronic oral RfD : 20 µg/kg/day → 20.0 µg/kg/day
Cr	Chronic oral RfD : 3 µg/kg/day → 3.0 µg/kg/day

으로 나누어 구하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 한약재 소비를 통한 금속 노출량 추정

Table 2는 한약 섭취를 통한 금속 노출량 추정값이다. 가장 많이 소비되는 34종의 한약재를 섭취한 경우에 노출되는 주요 금속의 용량을 추정한 것이다. 따라서 34종 이외의 한약재 섭취를 통해 체내에 유입되는 금속의 양까지 고려하면 금속 노출량은 Table 2의 값보다 높게 된다. Fig. 1의 설계에 따라 평균 수준으로

오염된 한약재를 평균 수준으로 소비하는 사람에게 노출되는 금속의 용량(평균노출추정값)과, 95백분위 수준에 금속이 오염된 한약재를 평균보다 5배 많이 섭취하는 경우의 금속 노출용량(극단노출추정값)을 추정하였다.

Table 2에서 볼 수 있는 것처럼 국내산과 수입 한약재 섭취를 통한 금속 노출량은 납의 경우 국내산이 약간 높았고, 수은, 코발트의 경우는 수입산이 약간 높은 것으로 추정되었다. 평균값만을 고려했을 때 코발트와 크롬의 경우 수입산이 국내산보다 각각 2.6배와 3.8배 높았으나, 나머지 4개 금속은 국내산과 수입산 사이에 금속 오염수준이 2배 이하의 차이로 둘 사이에 뚜렷한 차이가 있다고 하긴 어려웠다.

#### 2. 한약재 소비를 통한 금속 노출량의 상대 기여도

한약재 소비를 통한 금속 노출량을 한국인의 대표식단 섭취를 통한 1인당 하루평균 금속 섭취량<sup>19,20)</sup>과 비교하였다(Table 3). 한약재를 통한 금속 노출량의 대표값으로는 평균 노출추정치와 극단적 노출추정치를 사용하였다. 납을 제외한 나머지 금속에 대해서는 한약재 소비를 통한 금속 노출은 전체 금속 노출량에 비해 미미한 수준임을 확인할 수 있었다. 납의 경우는 우리나라

**Table 2.** Estimation of metals through consumption of herbal medicine prepared with domestic or imported herbs (unit µg/kg/day)

	Pb (n=34)	Hg (n=34)	As (n=34)	Cd (n=34)	Co (n=24)	Cr (n=7)
<b>Total</b>						
Mean exposure estimate	$8.06 \times 10^{-4}$	$7.29 \times 10^{-5}$	$7.00 \times 10^{-4}$	$2.30 \times 10^{-4}$	$1.52 \times 10^{-4}$	$2.97 \times 10^{-4}$
Conservative exposure estimate	$6.38 \times 10^{-3}$	$5.92 \times 10^{-4}$	$6.60 \times 10^{-3}$	$2.11 \times 10^{-3}$	$1.29 \times 10^{-3}$	$2.30 \times 10^{-3}$
<b>Domestic</b>						
Mean exposure estimate	$9.12 \times 10^{-4}$	$6.59 \times 10^{-5}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$2.47 \times 10^{-4}$	$1.80 \times 10^{-4}$	$6.31 \times 10^{-5}$
Conservative exposure estimate	$7.59 \times 10^{-3}$	$5.23 \times 10^{-4}$	$6.22 \times 10^{-3}$	$2.00 \times 10^{-3}$	$1.53 \times 10^{-3}$	$2.52 \times 10^{-3}$
<b>Imported</b>						
Mean exposure estimate	$6.60 \times 10^{-4}$	$8.91 \times 10^{-5}$	$6.49 \times 10^{-4}$	$2.08 \times 10^{-4}$	$4.67 \times 10^{-4}$	$2.40 \times 10^{-4}$
Conservative exposure estimate	$6.68 \times 10^{-3}$	$8.72 \times 10^{-4}$	$6.87 \times 10^{-3}$	$1.92 \times 10^{-3}$	$3.64 \times 10^{-3}$	$1.70 \times 10^{-3}$

n=number of herb types employed for estimation of metal exposure.

**Table 3.** Comparison of total dietary heavy metal exposure and heavy metal exposure through herbal consumption

Heavy metal	Total dietary metal exposure* (mg/person/day)	Metal exposure through herbal consumption (mg/person/day)		Contribution of herbal medicine as source of metal exposure (%)	
		Mean exposure	Conservative exposure	Mean exposure	Conservative exposure
Pb	2.6	0.056	0.450	2.20	17.20
Hg	2.0	0.005	0.041	0.26	2.10
As	125	0.049	0.460	0.04	0.37
Cd	7.8	0.016	0.150	0.21	1.90

\*: 한국보건산업진흥원, 2004

**Table 4.** Hazard quotients of each metal through herbal consumption

	Pb	Hg	As	Cd	Cr	Co
PTDI (mg/kg/day)	3.57	0.71	2.14	1.0	(3.0)	(20)
Total						
Mean exposure estimate	$2.3 \times 10^{-4}$	$1.0 \times 10^{-4}$	$3.3 \times 10^{-4}$	$2.3 \times 10^{-4}$	$9.9 \times 10^{-5}$	$7.6 \times 10^{-6}$
Conservative exposure estimate	$1.8 \times 10^{-3}$	$8.3 \times 10^{-4}$	$3.1 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-3}$	$7.7 \times 10^{-4}$	$6.4 \times 10^{-5}$
Domestic						
Mean exposure estimate	$2.6 \times 10^{-4}$	$9.2 \times 10^{-5}$	$3.1 \times 10^{-4}$	$2.5 \times 10^{-4}$	$2.1 \times 10^{-5}$	$9.0 \times 10^{-6}$
Conservative exposure estimate	$2.1 \times 10^{-3}$	$7.3 \times 10^{-4}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-3}$	$8.4 \times 10^{-4}$	$7.7 \times 10^{-5}$
Imported						
Mean exposure estimate	$1.8 \times 10^{-4}$	$1.2 \times 10^{-4}$	$3.0 \times 10^{-4}$	$2.1 \times 10^{-4}$	$8.0 \times 10^{-5}$	$2.3 \times 10^{-5}$
Conservative exposure estimate	$1.9 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-4}$	$1.8 \times 10^{-4}$

PTDI: Provisional Tolerable Daily Intake. Values in parenthesis are equivalent of PTDI derived from Oral Reference Dose available from U.S. EPA IRIS database.

라 대표식단 섭취에 의해 노출되는 양의 2.2% 수준이며, 극단적인 한약소비 시나리오에 근거했을 때는 17.2%에 달하는 기여도를 차지하는 것으로 나타났다. 대표식단을 통한 코발트와 크롬의 노출수준 자료를 구할 수는 없어 비교에 활용할 수 없었다.

### 3. 한약재 소비를 통한 금속 노출의 위해성 평가

한약재를 통해 체내에 유입되는 금속의 용량과 잠정 1일섭취허용량(PTDI)의 상대적인 비율을 아래와 같은 식에 의해 유해지수를 구하였다.

$$\text{유해지수} = \frac{\text{한약재를 통한 체중 1kg당 1일 중금속 섭취량}(\mu\text{g/kg/day})}{\text{잠정 1일섭취허용량(PTDI)}(\mu\text{g/kg/day})}$$

위의 식에 의해서 산출된 각 금속의 유해지수는 Table 4에 정리되어 있다. 금속 오염도 분포의 95백분위수준으로 오염된 한약재를 한국인 평균 한약재 섭취량의 5배를 섭취하는 경우를 가정한 극단적인 노출시나리오에 근거했을 때 납, 수은, 비소, 카드뮴, 크롬 및 코발트의 유해지수는 각각  $1.8 \times 10^{-3}$ ,  $8.3 \times 10^{-4}$ ,  $3.1 \times 10^{-3}$ ,  $2.1 \times 10^{-3}$ ,  $7.7 \times 10^{-4}$  및  $6.4 \times 10^{-5}$ 로 나타났다. 이중 가장 높은 유해지수를 나타낸 비소의 경우에  $3.1 \times 10^{-3}$ 로 나타나 주간잠정섭취허용량의 0.3% 정도로 미미한 수준을 보이고 있다.

## IV. 결 론

한국의 다소비 한약재 34종을 선정하여, 한약재 중 주요 금속 함량을 조사한 결과를 활용하여, 한약재의

소비로 인한 금속 노출량을 파악하고, 그 건강위해성을 추정하였다. 다소비 한약재에서 자주 보고된 금속은 납, 수은, 비소, 카드뮴, 코발트, 크롬 등이었다. 금속 오염도 자료의 분포를 고려한 통계적 기법을 활용하여 한약재의 금속 평균오염도와 95백분위 오염도를 계산하였다. 한국인의 한약재 섭취량에 대한 신뢰성 있는 자료가 부족하여 한약재 판매량 자료에 근거하여 1인당 평균 한약재 섭취량을 산정하였고, 이 평균섭취량의 5배를 한약 다소비 인구의 대표 섭취량으로 가정하였다.

금속에 특히 높게 오염된 한약재(금속 오염도 95백분위값)만을 평균 추정섭취량보다 5배 많이 섭취한다고 가정한 극단적인 노출시나리오에서도 한약재 소비를 통한 금속 섭취량은 미미하였다. WHO/FAO 식품첨가물 전문가위원회(JECFA)에서 권고한 금속의 주간잠정허용 섭취량과 비교하였을 때, 가장 높은 유해지수는 0.32%로 수입한약재 섭취를 통한 As 극단노출 추정값으로부터 얻은 것이다. 따라서 한약의 소비에 의한 금속 노출은 미미한 수준으로 건강상의 심각한 영향을 미친다고 보기 어렵다.

이 연구는 1인당 한약재 소비량 자료의 추정이 정교하지 않고 주요 금속의 오염도가 보고되어 있는 34종 한약재만을 대상으로 한 것이라는 제한점을 가지고 있다. 보다 정밀한 위해성 평가를 위해서는 한국인의 한약재 소비양상과 소비량에 대한 상세한 조사가 수행되어야 한다.

## 참고문헌

1. 박기학 : 교통량 과밀 도로주변의 토양과 가로수, 대기 중 Pb, Cu, Zn 중금속 농도와 그 상관성에 관한 연

- 구. 한국환경보건학회지, **18**(2), 19-25, 1992.
2. 홍사오, 박승희 : 토양 및 채소중의 중금속오염에 관한 연구. 한국환경보건학회지, **10**(1), 33-45, 1984.
  3. 조후리, 이선동 : 십전대보탕을 투여한 흰쥐의 혈액중 금속농도변화에 관한 연구. 대한예방의학학회지, **3**(2), 151-170, 1999.
  4. 국립환경연구원 : 내분비계장애물질의 이해. 행정간행물등록번호 11-1480083-000285-01, 2005.
  5. 강상훈, 이상순, 조승연, 정용삼 : 인체 환경 연구를 위한 한약재, 작업장 공기 및 모발의 원소분석. 한국환경보건학회지, **28**(3), 64-71, 2002.
  6. 식약청 : 식품의약품안전청고시 제2005-62호 생약등의 중금속 허용 기준 및 시험방법 개정.
  7. 이선동, 김명동, 박경식 : 한약재의 안전성 확보 및 관리방안. 대한예방의학학회지, **2**(1), 209-230, 1998.
  8. 이선동, 박해모, 이장천, 국윤범 : 한약재에 포함된 금속의 전탕 전과 후의 농도변화 연구. 대한한의학회지, **24**(2), 59-65, 2003.
  9. 이정렬, 이선동 : 오직산을 투여한 흰쥐의 혈액중 금속농도 비교에 관한 연구. 대한한의학회지, **23**(1), 67-82, 2002.
  10. 김선희 : 한국인의 체내 중금속 오염도 조사 연구. The Annual Report of KNTIP, **1**, 497-519, 2002.
  11. U.S. EPA. 1998b. Draft document. Guidance for Submission of Probabilistic Human Health. Exposure Assessments to the Office of Pesticide Programs. November 4.
  12. Lee, S. D., Park, Y.-C., Kim, J. B. and Park, H. M. : Urine and hair metal concentration in subjects with long term intake of herbal medicine. *Journal of Toxicology and Public Health*. In Press, 2006.
  13. 농림부 : 2004 특용작물생산실적. 2005.
  14. 한양대학교 : 한국인의 한약재 복용실태 조사 연구. 식품의약품안전청, 2005.
  15. 정래석, 신동우, 심연, 이진하, 김세은, 주인선, 강숙경, 김근희, 김혜정, 허옥순, 방옥균 : 유통한약재의 유해중금속 함유량 모니터링. 식품안전청연구보고서, **6**, 694-704, 2002.
  16. 정래석, 신동우, 이진하, 김세은, 주인선, 강숙경, 허옥순, 신현수 : 유통한약재의 유해중금속 함유량 모니터링. 식품안전청연구보고서, **7**, 529-537, 2003.
  17. 조정희, 김도훈, 성낙선, 오미현, 강인호, 심영훈, 김은경, 조창희, 지선경, 이춘길, 석명주, 김현주, 송용섭, 오준석, 원도희, 명승윤, 김남재 : 한약재 유해물질 모니터링 사업(1) -유통 한약재의 중금속 및 표백제에 관한 연구. 식품의약품안전청연구보고서, **4**, 567-582, 2000.
  18. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) : Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. WHO Food Additives Series 44. International Programme on Chemical Safety and WHO, GENEVA:273-391, 2000.
  19. 한국보건산업진흥원 : 한국인의 대표식단 중 오염물질 섭취량 및 위해도 평가. 정책-식품-2004-44, 식품의약품안전청, 2004.
  20. 김미혜, 장문의, 정소영, 소유섭, 홍무기 : 우리나라 곡류, 두류 및 서류 중 중금속 함량 및 안전성 평가. 한국식품영양과학회지, **29**(3), 364-368, 2000.