

## 동물성 생약의 중금속 함량 및 이행률 조사

이성득<sup>#</sup> · 이정숙 · 황광호 · 김희순 · 유인실 · 한기영 · 채영주

서울시보건환경연구원

(Received January 9, 2013; Revised February 21, 2013; Accepted February 22, 2013)

### A Survey on Heavy Metal Contents and Transfer Rate in Animal Medicines

Sung-Deuk Lee<sup>#</sup>, Jeong-Sook Lee, Kwang-Ho Hwang, Hee-Soon Kim, In-Sil Yoo,  
Ki-Young Han and Young-Zoo Chae

Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, Seoul 130-060 Korea

**Abstract** — The objective of this study is investigation of contamination levels and transfer rate of heavy metals and assessment of health risk effects in animal medicines. A total of sixteen items with 148 samples were obtained for this investigation from major herbal medicine producing areas and herbal markets from 2011 to 2012. Inductively coupled plasma mass spectrometer method was conducted for the quantitative analysis of Pb, Cd and As. In addition, the mercury analyzer system was conducted for that of Hg without sample digestion. The average contents of heavy metals in animal medicines were as follows : 1.55 mg/kg for Pb, 0.28 mg/kg for Cd, 0.70 mg/kg for As and 0.047 mg/kg for Hg respectively. The average contents of heavy metals in decoctions were as follows : 0.03 mg/kg for Pb, 0.01 mg/kg for Cd, 0.17 mg/kg for As and 0.003 mg/kg for Hg respectively. The average transfer rates of heavy metals from animal medicines to decoctions were 1.9% for Pb, 3.6% for Cd, 24.2% for As and 6.0% for Hg respectively. Cancer risks of animal medicines and decoctions through slope factor by ministry of environment republic korea and environmental protection agency was  $1.36 \times 10^{-6}$  and  $2.50 \times 10^{-8}$  for Pb and  $7.46 \times 10^{-5}$  and  $1.98 \times 10^{-5}$  for As (assuming that the total arsenic content was equal to the inorganic arsenic) respectively. The hazard index of heavy metals in animal medicines and decoctions was below recommended hazard index as 0.52 and 0.05 respectively. Taken together, cancer risks about Pb and hazard indexes of animal medicines and decoctions indicate that the majority of samples except for some samples with relative high contents of heavy metals were safe. But cancer risks about As of animal medicines indicate that the majority of samples were not relatively safe.

**Keywords** □ animal medicines, decoctions, heavy metals, cancer risk, hazard index

인류의 역사와 함께 질병의 역사가 시작되었고, 인류는 자연 환경에서 구할 수 있는 천연물을 사용하여 질병을 치료하였으며, 천연물의 기원은 서양의 기원전 1550년경 에벨스 파피루스와<sup>1)</sup> 동양의 1~2세기경의 신농본초경에 각각 700종과 365종의 약물이 수록되어 있다.<sup>2)</sup> 우리나라에서 천연물인 한약의 최초 사용은 신라 초기에 중국에서 수입된 것으로 추정되며<sup>3)</sup> 최근 질병의 예방과 치료 목적으로 식물성 생약과 함께 동물성 생약의 사용량도 증가하고 있다.<sup>4)</sup>

한약은 약사법과 본초학 및 대한약전에서 질병의 예방이나 치료를 위하여 사용되는 동물, 식물 또는 광물에서 채취된 것으로서

원형대로 건조, 절단 또는 정제된 약용부위로 정의하고 있고,<sup>2,5,6)</sup> 한약재는 한약재 수급 및 유통관리규정에서 한약 또는 한약제제를 제조에 사용되는 생약으로 정의하고 있다.<sup>7)</sup> 위의 규정에 의하면 동물성 생약은 한약을 제조하기 위하여 동물에서 채취된 원형대로 건조, 절단, 정제된 약용부위라 할 수 있다. 일반적으로 사용되는 동물성 생약은 동물이나 곤충의 신체의 일부나 전체를 약용하는데, 동물은 뽕, 가죽, 뼈, 내장, 생식기, 배설물, 태아, 태반, 결석 및 교질 등이 이용되며, 곤충은 성충, 유충, 번데기, 집, 허물 등이 이용되고 있다. 이들 동물성 생약의 원료인 동물이나 곤충은 식물성 생약보다 생육기간이 길어 중금속이 축적될 가능성이 많으며,<sup>8)</sup> 특히 동물의 경우에는 뼈와 내장 등을 이용하는 데, 동물 체내 중금속의 주요 축적부위로 남은 뼈, 카드뮴과 비소는 간이나 신장 및 뼈 그리고 수은은 폐와 뇌, 신장에 축적되어,<sup>4)</sup> 동물성 생약을 약용할 경우 중금속에 대한 주의가 필요하다.

<sup>#</sup>본 논문에 관한 문의는 저자에게로  
(전화) 02-968-5098 (팩스) 02-964-8174  
(E-mail) lesudu@seoul.go.kr

중금속은 비중 4~5 이상의 금속으로서 체내로 유입될 경우 어떤 종류의 생화학적 반응을 발생시켜, 효소반응을 억제하고 생체기능을 변화시킴으로써 발암, 기형, 순환기계 질환을 발생시킨다.<sup>9)</sup> 이에 대하여 국제식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)에서는 화학적 오염물질로 중금속에 대한 저감화 방안을 모색하고 있으며, 국제식품첨가물위원회(JECFA)는 중금속의 인체 내 축적성에 근거하여 일일섭취허용량(ADI)보다는 잠정주간섭취허용량(PTWI)으로 오염도를 비교하도록 권장하고 있고, 또한 2011년에도 미국독성질병등록국은 중금속 자체의 독성, 발생빈도 및 노출가능성을 고려하여 유해 독성물질 우선순위목록 중 10위 내에 비소, 납, 카드뮴 및 수은을 기록하고 있다.<sup>10-14)</sup>

생약의 잔류오염물질 중 다량의 잔류농약과 잔류이산화황의 발생은 원료의 수확과 가공과정 중 인위적인 조작에 의하여 발생하지만, 일반적인 중금속의 체내 축적은 인위적인 오염 경로 외에 환경에서 먹이사슬에 의하여 축적되어 생물농축이 이루어지게 된다. 우리나라의 생약 중금속 관리기준은 1985년 생약 등 동제제의 중금속 함유에 대한 검토를 시작으로, 2005년 식물성 생약의 개별 유해 중금속 허용기준을 도입하였고, 그 오염물질에 대한 연구가 광범위하게 이루어지고 있다. 그러나 동물성 생약은 2002년 녹용 중 비소의 기준이 3 mg/kg 이하로 신설된 이후,<sup>15)</sup> 현재까지 다른 동물성 생약에 대한 기준이 정비되고 있지 않아, 유해 중금속 함량에 대한 안전성이 확인되지 않은 상태로 제조되어 유통되고 있다.

우리나라의 공정서 수재 생약 중 동물성 생약의 비율은 548품목 중 47품목으로 8.6%를 차지 하지만, 각종 생약제제의 원료로 직접 사용되거나, 민간처방에서 식물성 생약과 유사하게 탕제 상태로 제조하거나, 직접 섭취하고 있어, 보건 위생의 사각지대로 방치되고 있다. 본 조사는 동물성 생약의 오염물질 중 자체의 납,

카드뮴, 비소 및 수은의 함량과 탕제로 제조 하였을 경우 추출액으로 이행되는 납, 카드뮴, 비소 및 수은의 이행률을 조사하여 동물성 생약의 중금속 안전성에 대한 과학적 근거를 제시하고자 한다.

**실험방법**

**재료**

2011~2012년 동안 서울 약령시에서 유통 중인 계내금(12건), 귀관(13건), 녹각(11건), 녹용(4건), 모려(11건), 반묘(1건), 백강잠(11건), 별갑(9건), 선퇴(10건), 영양각(3건), 오공(8건), 오령지(11건), 오배자(12건), 용골(11건), 전갈(8건), 해표초(13건) 16품목 148건을 구입하여 분쇄 후 분말로 균질화한 후 냉동 보관하면서 시험 재료로 사용 하였다. 시료의 원산지는 중국 90건(60.8%), 인도네시아 28건(18.9%), 한국14건(9.5%), 기타 16건(10.8%)로 수입산 134건(90.5%), 국내산 14건(9.5%) 이었다(Table I).

**시약**

납, 카드뮴 및 비소의 측정을 위한 시료의 분해 및 탈색은 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 및 HNO<sub>3</sub>(반도체가공용, 동우화인켐, 서울, 한국)을 사용하였고. 납, 카드뮴 및 비소의 표준용액은 다윈소 표준용액(10 µg/mg, Agilent, Santa Clara, CA, USA)을 사용하였으며, 회수율 검정은 미국 국립표준 연구원의 SRM 1547(Peach leaves, NIST, Gaithersburg, USA)을 사용하였다.

수은의 측정을 위하여 수은 표준용액은 Hg standard solution (1,000 mg/kg, Kanto chemical Co, Tokyo, Japan)과 수은용 첨가제는 HG-MHT, HG-BHT(Nippon Instrument Co., Japan)을 사용하였다.

**Table I** - Number of samples and the place of origin of animal medicines

English name	Korean name	Total	New zealand	Russia	Vietnam	Indo	Indonesia	China	Korea
Galli Somachichum Corium	계내금	12						4	8
Testudinis Plastrum	귀관	13					12	1	
Cervi Cornu	녹각	11	1	9				1	
Cervus Nippon Temminch	녹용	4	3					1	
Oyster Shell	모려	11						6	5
Cantharides	반묘	1						1	
Batryticatus Bombyx	백강잠	11						11	
Amydae Carapax	별갑	9					9		
Cicadidae Periostracum	선퇴	10						10	
Antelopis Cornu	영양각	3						3	
Scolopendrae Corpus	오공	8						7	1
Trogopterorum Faeces	오령지	11						11	
Rhus Galls	오배자	12						12	
Longgu	용골	11						11	
Scorpio	전갈	8					1	7	
Sepiae Os	해표초	13			1	2	6	4	
<b>Total</b>		<b>148</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>90</b>	<b>14</b>

### 분석기기

납, 카드뮴 및 비소의 측정을 위한 시료의 분해는 microwave digestion system(MARS 5 Version 194A01, CEM, North Carolina, USA)을 사용하였고, 측정은 시료의 이온화 과정에서 생성되는 Ar base의 방해이온을 제거하기 위하여 octapole reaction system(ORS)이 부착된 inductively coupled plasma mass spectrometer(Agilent 7500ce, Tokyo, Japan)를 사용하였으며, 또한 수은의 측정은 수은분석기(mercury analyzer NIC, MA-2, Nippon Instrument Co, Tokyo, Japan)를 사용하였다.

### 납, 카드뮴, 비소 측정

**시험용액의 조제** - 동물성 생약은 균질화한 분말 시료 0.5 g를 칭량하여 microwave digestion system의 분해 용기에 넣고 70% HNO<sub>3</sub> 12 ml을 가한 후 16시간 이상 방치하여 예비분해를 하였다. 다시 예비 분해된 시료가 있는 분해 용기를 microwave digestion system에 넣고, 1,200 W power에서 15분간 200°C까지 상승시킨 후 5분간 온도를 유지하였고, 다시 1분간 210°C까지 상승시킨 후 5분간 유지하였으며, 다시 1분간 220°C까지 상승시킨 후 5분간 유지하여 분해하였다. 분해 후 방랭, 탈기하여 분해 용기에 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1 ml을 가하여 탈색시킨 후 증류수로 50 ml로 정용하고 5A 여과지(110 mm, Advantec, Toyo Roshi Kaisha Ltd, Japan)로 여과 후 시험용액으로 사용하였다. 또한 동물성 생약 추출액은 물 1000 ml에 동물성 생약 100 g를 탕제용주머니에 넣은 후 약탕기(대웅, DWP-5000M, 나주, 한국)에서 2시간 30분간 가열하여 식히고, 그 중 3 ml를 취한 후 동물성 생약 자체의 증금속 처리방법과 동일하게 microwave digestion system을 이용하여 시험용액을 조제하였다.

### 기기분석

동물성 생약과 추출액의 납, 카드뮴 및 비소의 측정은 ICP-MS로 분석하였으며, 기기분석 조건은 Table II와 같다. 검량선은 다원소 표준용액을 5% HNO<sub>3</sub> 용액을 사용하여 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10, 20, 50 및 100 µg/kg의 농도로 조제하여 시료와 동일한 방법으로 측정하였다.

### 수은 측정

시험용액을 별도로 조제하지 않고, 동물성 생약 분말 시료와 동물성 생약 추출액을 각각 약 50 mg 및 500 mg을 정밀히 칭량 후 각각 수은분석기에 넣고 가열기화금아말감법(Combustion-Gold Amalgamation Method)을 적용하여 파장 253.7 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 기기분석 조건은 Table III과 같다. 검량선은 수은 표준원액을 0.001% L-cysteine(98%, Nacalai Tesque Inc, Tokyo, Japan)으로 희석한 후 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10 및 20 µg/kg의 농도로 조제하여, 시료와 동일한 방법으로 측정하여 작성하였다.

### 회수율 검정

회수율은 미국국립표준연구원의 표준인증물질(CRM)을 이용하여, 분석시료와 동일한 조건으로 3회 반복하여 측정하였고, 검출한계(LOD)와 정량한계(LOQ)는 반응의 표준 편차와 검량선의 기울기에 따라 표준용액을 단계 별로 3회 반복 측정하여 평균값으로 계산하였다.

$$\text{LOD} = 3.3 \times \sigma / S, \text{ LOQ} = 10 \times \sigma / S$$

$\sigma$ : 반응의 표준편차, S: 검량선의 기울기

**Table II** - Operating conditions for the ICP-MS

Parameter	Operating conditions	Parameter	Operating conditions
Rf power	1,500 W	Argon gas flow rates	
Nebulizer	Babington	Plasma	15.0 l/min
Spray chamber	Quartz	Auxiliary	0.27 l/min
Torch	Fassel	Carrier	0.85 l/min
Sampling and skimmer cones	Nickle	He gas flow rate	3.0 ml/min
ICP source	27.12 MHz	Mass range	2-260
Ion optics	Omega lens	Integration time/mass	0.1 sec
Detector	Analog/Pulse	Autotuning	3 mass

**Table III** - Operating conditions for the mercury analyzer

Parameter	Operating conditions	Parameter	Operating conditions
Method	Gold amalgam collection	Carrier gas	Purified dry air
Wavelength(nm)	253.7	Heating mode	Two available modes
Mode selector	Standard : 1, Sample : 2	Heating temperature	600°C
Combustion tube	Filling catalysts	Measuring range	0~1,000 ng
Flow meter	0.5 l/min	Gas washing bottle	Buffer solution of pH 7
Decomposing furnace H2	Heated to about 850°C	Additive	Standard: unnecessary
Mercury collector H3	Preheating at about 160°C		Sample: M+S+M+B+M*

**Table IV** – Toxicity indices of heavy metals

Metals	Slope factor (mg/kg/day)	Reference dose (mg/kg/day)
Pb <sup>1)</sup>	0.0085	0.0005
Cd <sup>2)</sup>	ND <sup>4)</sup>	0.001
As <sup>2)</sup>	1.5	0.0003
Hg <sup>3)</sup>	ND	0.0003

<sup>1)</sup>MOE (Ministry of environment republic korea) (2006).

<sup>2)</sup>EPA, IRIS (2011).

<sup>3)</sup>API(American petroleum institute) (1988).

<sup>4)</sup>ND: Not Determined.

**위해성 평가**

동물성 생약의 복용으로 인한 중금속의 위해성 평가는 동물성 생약과 생약에서 추출액으로 중금속이 이행되었을 경우 일일평균섭취량(ADD)을 계산하고, 미국 환경보호청(US.EPA)의 양-반응 평가과정에서 용량-반응 곡선상의 기울기인 발암잠재력(SF)과, 노출로 인한 유해 영향이 나타나지 않는 체중 당 참고섭취량(RfD)<sup>15-18)</sup> 그리고 우리나라 환경부 지침<sup>19)</sup> 및 API<sup>20)</sup>의 기준을 이용하여 초과발암위해도와 비발암위해도를 산출하였다(Table IV). 노출 평가에 필요한 통계 값인 일일평균섭취량은 식약청 본초서(Table V)에 수록된 일일 최대복용량을 적용하였으며, 평균체중은 2005년 지식경제부 기술표준원<sup>21)</sup>에서 제시하고 있는 남자 69.6 kg, 여자 56.4 kg의 평균 63 kg을 이용하였고, 기대수명은 통계청<sup>22)</sup>의 2009년 생명표의 남자 77세, 여자 83.8세의 평균 80세를 적용하였다.

일일평균섭취량(Average daily dose)

$$ADD(mg/kg/day) = \frac{CHi \times IRi \times ED}{BW \times AT}$$

ADD(Average daily dose): 일일평균섭취량(mg/kg/day)

CHi(Concentration of heavy metal):

시료(i) 중 중금속 농도(mg/kg)

IRi(Ingestion rate): 시료(i)의 섭취율(g/day)

ED(Exposure duration): 노출기간(year)

BW(Body weight): 체중(kg)

AT(Averaging time): 평균 수명(year)

초과발암위해도(Excess cancer risk)

$$Cancer\ risk = ADD \times SF$$

SF(Slope factor): 발암잠재력

비발암위해도(Hazard index)

$$HQ(Hazard\ quotient, non-cancer\ risks) = \frac{ADD}{RfD}$$

$$HI(Hazard\ index) = \sum HQ$$

**실험결과 및 고찰**

**회수율 검정**

납, 카드뮴 및 비소의 검량선은 0.5~100 µg/kg의 농도에서 R=0.9999이었고, 수은의 검량선은 0.5~20.0 µg/kg의 농도에서 R=0.9995이었으며 납, 카드뮴, 비소 및 수은의 검출한계(µg/kg)는 각각 0.091, 0.021, 0.011, 0.001이었고, 정량한계(µg/kg)는 각각 0.275, 0.064, 0.033, 0.003이었으며, 회수율은 미국 표준과학원(NIST)의 SRM 1547(Peach leaves)을 시료와 동일한 조건에서 3회 반복 시험한 결과 평균 회수율은 납 94.2%, 카드뮴 96.2%, 비소 98.3% 및 수은 96.8%로 나타났다(Table VI).

**Table V** – The minimum and maximum dose of animal medicines by day

English name	Amount/Day		English name	Amount/Day	
	Min	Max		Min	Max
Galli Somachichum Corium	4	12	Cicadidae Periostracum	3	6
Testudinis Plastrum	6	24	Antelopsis Cornu	2	8
Cervi Cornu	4	12	Scolopendrae Corpus	2	4
Cervus Nippon Temminch	3	6	Trogloterorum Faeces	4	12
Oyster Shell	12	40	Rhus Galls	4	8
Cantharides	0.03	0.06	Longgu	20	40
Batryticatus Bombyx	6	12	Scorpio	2	4
Amydae Carapax	6	24	Sepiae Os	5	9

**TableVI** – Recovery, LOD and LOQ in the experiment

Element	Certified (mg/kg)	Measured <sup>1)</sup> (mg/kg)	Recovery (%)	LOD (µg/kg)	LOQ (µg/kg)
Pb	0.872	0.821	94.2	0.091	0.275
Cd	0.026	0.025	96.2	0.021	0.064
As	0.060	0.059	98.3	0.011	0.033
Hg	0.031	0.030	96.8	0.001	0.003

<sup>1)</sup>Mean: value of three measurements.

### 중금속 함량 및 위해도 평가

2011~2012년 동안 서울 약령시에서 유통 중인 동물성 생약 16품목 148건을 구입하여, ICP-MS와 수은분석기를 이용하여 동물성 생약과 추출액의 유해 중금속인 납, 카드뮴, 비소 및 수은의 함량을 조사하고, 그 결과를 바탕으로 동물성 생약과 추출액의 복용하여 발생할 수 있는 중금속의 초과발암위해도와 비발암위해도를 평가하였다.

### 동물성 생약의 중금속 함량

동물성 생약별로 검출된 중금속 함량은 Table VII과 같다. 동물성 생약 16종 148건의 평균 함량(범위)(mg/kg)은 납 1.55(0.00~16.25), 카드뮴 0.28(0.00~4.69), 비소 0.70(0.00~4.90) 및 수은 0.05(0.00~0.31)이었으며, 평균 중금속 검출량은 납>비소>카드뮴>수은의 순이었고, 동물성 생약별 각 중금속 함량의 차이가 많았으며, 동일 종류의 동물성 생약도 개체별 차이가 많았다. 시료 중 중금속 함량이 높았던 시료로 오령지는 납, 해표초

는 카드뮴, 반묘에서는 비소와 수은의 함량이 높았다.

전체 시료에서 납은 129건(87.2%), 카드뮴은 125건(84.5%), 비소는 120건(81.1%) 및 수은은 48건(32.4%)에서 검출되어, 대부분의 시료는 납, 카드뮴 및 비소를 함유하고 있는 것을 알 수 있었다.

우리나라의 동물성 생약에 대한 중금속 기준은 녹용에 한하여 비소가 3 mg/kg 이하로 설정되어 있으며, 이를 적용하면 녹용은 모두 비소의 기준에 적합하였다. 그러나 현재 중금속 기준이 설정되지 않은 동물성 생약에 대하여 식물성 생약의 중금속 기준을 적용할 경우 148건 중 85건인 57.4%가 개별 중금속의 기준을 초과하였고, 기준 초과된 중금속 시료는 카드뮴 38건(25.7%)>납 12건(8.1%)>비소 5건(3.4%)>수은 4건(2.7%)이었다.

시료 별로 납의 기준(5 mg/kg 이하)을 초과한 시료는 선퇴(3건), 오령지(7건), 용골(1건) 및 계내금(1건) 4품목(12건)이었고, 카드뮴의 기준(0.3 mg/kg 이하)을 초과한 시료는 선퇴(8건), 오령

Table VII – Heavy metal contents of animal medicines and decoctions (mg/kg)

English name	Case	Animal medicines				Decoctions			
		Pb	Cd	As	Hg	Pb	Cd	As	Hg
Galli Somachichum Corium	12	0.57 <sup>1)</sup> (ND <sup>2)</sup> ~6.66 <sup>3)</sup>	0.10	0.13	0.007	ND	0.01 <sup>1)</sup> (ND <sup>2)</sup> ~0.03 <sup>3)</sup>	0.02	ND
Testudinis Plastrum	13	0.71 (0.19~2.25)	0.09	0.06	0.009	ND	ND	0.01	0.001
Cervi Cornu	11	0.30 (ND~0.44)	0.11	0.06	0.001	0.04	0.01	0.01	ND
Cervus Nippon Temminch	4	0.25 (ND~0.42)	0.01	0.01	0.005	ND	ND	ND	ND
Oyster Shell	11	0.78 (0.26~2.09)	0.06	0.16	0.002	0.01	0.01	0.07	ND
Cantharides	1	4.23 (4.23)	0.03	3.14	0.240	0.10	ND	0.24	ND
Batryticatus Bombyx	11	0.83 (0.07~4.21)	0.07	0.96	0.032	0.10	0.01	0.36	0.004
Amydae Carapax	9	0.90 (0.23~2.75)	0.07	0.05	0.012	0.03	ND	0.01	0.001
Cicadidae Periostracum	10	3.94 (1.62~5.52)	0.51	2.11	0.024	0.04	ND	0.42	0.004
Antelopis Cornu	3	1.02 (0.02~1.69)	0.03	0.23	0.025	ND	ND	0.01	0.002
Scolopendrae Corpus	8	0.53 (0.09~4.50)	0.23	0.57	0.193	ND	0.01	0.34	0.012
Trogopterorum Faeces	11	8.61 (2.06~16.25)	0.73	0.95	0.115	0.05	0.01	0.23	0.013
Rhus Galls	12	0.16 (ND~0.53)	0.05	0.05	0.010	0.04	0.01	0.01	0.001
Longgu	11	1.22 (0.15~6.79)	0.07	0.54	0.003	0.03	0.02	0.05	ND
Scorpio	8	0.17 (0.05~0.53)	0.73	0.32	0.069	0.01	0.06	0.30	0.012
Sepiae Os	13	0.07 (ND~0.40)	2.08	1.54	0.008	0.02	0.02	0.64	0.001
Total	148	1.55 (ND~16.25)	0.28 (ND~4.69)	0.70 (ND~4.90)	0.047 (ND~0.311)	0.03 (ND~0.33)	0.01 (ND~0.33)	0.17 (ND~1.86)	0.003 (ND~0.081)

<sup>1)</sup>Mean, <sup>2)</sup>ND: Not detected, <sup>3)</sup>Range.

**Table VIII** – Case of animal oriental medicines above permissible level

English name	Case	Pb	Cd	As	Hg
Cicadidae Periostracum	10	3	8	1	
Trogopterorum Faeces	11	7	7		
Scorpio	8		7		
Sepiae Os	13		13	1	
Scolopendrae Corpus	8		2		3
Longgu	11	1	1	1	
Galli Somachichum Corium	12	1			
Cantharides	1			1	1
Batryticatus Bombyx	11			1	
Total	85	12	38	5	4

지(7건), 전갈(7건), 해표초(13건), 오공(2건), 용골(1건) 6품목(38건)이었으며, 비소의 기준(3 mg/kg 이하)을 초과한 시료는 선퇴(1건), 해표초(1건), 용골(1건), 반묘(1건), 백강잠(1건) 5품목(5건)이었다. 또한 수은의 기준(0.2 mg/kg 이하)을 초과한 시료는 오공(3건), 반묘(1건) 2품목(4건)이었다(Table VIII). 특히 선퇴는 시료의 80%가 카드뮴의 기준을 초과하였고, 오령지는 64%가 납과 카드뮴의 기준을 초과하였으며, 전갈은 88%, 해표초는 모든 시료에서 카드뮴의 기준을 초과하여, 선퇴, 오령지, 전갈 및 해표초는 납 및 카드뮴의 오염이 심각함을 추측할 수 있었다.

동물성 생약의 중금속 함량(mg/kg)에 대한 황 등,<sup>23)</sup> 오 등,<sup>4)</sup> 김 등<sup>8)</sup>의 연구 결과에 의하면 전체 시료에서 비소 0.00~37.47, 카드뮴 0.00~3.01, 납 0.26~18.14 및 수은 0.00~54.50의 범위

로 많은 차이가 있었으며(Table IX), 개별적인 동물성 생약의 중금속 함량도 오 등<sup>4)</sup>은 백강잠, 지룡에서 카드뮴, 지룡, 녹각, 우황에서 비소의 함량이 높았으며, 김 등<sup>8)</sup>은 백화사, 석결명, 영양각, 영와, 천산갑에서 수은의 함량이 높았고, 백 등<sup>24)</sup>은 노봉방, 누고, 맹충, 반묘, 사퇴, 수질, 오공, 오령지, 전갈 및 합계에서 수은 함량이 높은 것으로 보고하고 있다. 또한 동일한 동물성 생약의 중금속 함량(mg/kg)도 본 조사에서 오령지는 납 11.08, 해표초는 카드뮴 1.76, 수은 0.13이었고, 김 등<sup>25)</sup>의 조사에서 오령지는 납 2.86, 해표초는 카드뮴 0.08, 수은 1.49이었다. 이러한 동물성 생약의 중금속 함량에 대한 연구자별, 시료별 차이는 대상 시료에 기인하며, 동물성 생약의 중금속 오염 원인에 대하여 오 등<sup>4)</sup>은 곤충 또는 동물이 초식에 의한 토양 중의 중금속에 오염된 것으로 추정하고 있고, Rudy<sup>26)</sup>는 특히 납과 카드뮴 함량은 동물의 연령에 따라 증가하며, 동물의 종, 연령, 금속이 유기체 내로 흡수되는 형태와 경로에 따라 중금속 함량이 결정되는 것으로 보고하고 있다.

또한 본 조사에서 식물성 생약의 기준을 초과한 동물성 생약들의 중금속 함량은 카드뮴(25.7%)>납(8.1%)>비소(3.4%)>수은(2.7%)의 순으로 함량이 높았으나, 오 등<sup>4)</sup>은 카드뮴(60.4%)>비소(54.2%)>납(27.1%)>수은(14.6%), 김 등<sup>8)</sup>은 수은(56.0%)>카드뮴(15.7%)>납(5.9%)>비소(4.0%)로 조사하였으며, 백 등<sup>24)</sup> 수은(54.5%)>카드뮴(14.8%)>납(5.9%)>비소(4.0%)로 각각 차이가 있었다.

동물성 생약의 약용 부위는 몸체, 뼈, 갑각껍질, 뿔, 분변, 쓸개, 녹용, 복갑 및 외각으로 분류하였고, 이들의 중금속 함량(범

**Table IX** – Heavy metal contents of animal medicines by other studies (mg/kg)

English name	Pb	Cd	As	Hg	Ref.
Scolopendrae Corpus etc	0.76~18.14	0.00~0.01	0.00~2.69	0.00~0.96	23
Bombycis Corpus etc	0.26~11.60	0.03~3.01	0.14~37.47	0.02~0.19	4
Gryllotalpa Africana etc	0.26~28.52	0.01~2.89	0.14~15.28	0.01~54.50	8

**Table X** – Transfer rate of heavy metal from animal medicines to decoctions by parts (mg/kg)

Parts	Case	Pb			Cd			As			Hg		
		Animal medicines	Decoctions	T.R (%)									
Body	40	0.76	0.03	4.4	0.28	0.02	6.3	0.63	0.24	37.9	0.070	0.006	8.4
Bone	24	0.61	0.02	3.6	0.82	0.02	2.6	1.09	0.37	33.9	0.005	0.001	11.8
Carapace	9	0.90	0.03	3.5	0.07	0.00	1.7	0.05	0.01	23.7	0.012	0.001	7.3
Cornu	15	0.39	0.03	7.1	0.07	0.01	8.8	0.08	0.01	14.5	0.006	0.000	7.1
Feces	11	8.61	0.05	0.5	0.73	0.01	1.7	0.95	0.23	24.3	0.115	0.013	11.3
Gall	12	0.16	0.04	22.8	0.05	0.01	28.0	0.05	0.01	15.3	0.010	0.001	12.5
Parvum Cornu	4	0.20	0.00	2.3	0.01	0.00	2.7	0.01	0.00	46.7	0.005	0.000	7.0
Plastron	13	0.88	0.00	0.1	0.06	0.00	0.3	0.05	0.01	19.9	0.008	0.001	14.6
Test	21	2.29	0.02	1.0	0.27	0.01	2.8	1.09	0.23	21.4	0.012	0.002	17.9
Total	148	1.55	0.03	1.8	0.28	0.01	4.0	0.70	0.17	24.2	0.05	0.00	6.9

These figures were expressed to two decimal places, T.R: transfer rate.

Table XI – Transfer rate of heavy metal from animal medicines to decoctions (mg/kg)

Name	Pb			Cd			As			Hg		
	Animal medicines *	Decoctions *	T.R (%)	Animal medicines	Decoctions	T.R (%)	Animal medicines	Decoctions	T.R (%)	Animal medicines	Decoctions	T.R (%)
Galli Somachichum Corium	0.68	0.00	0.3	0.09	0.01	8.7	0.09	0.02	21.7	0.006	0.000	2.9
Testudinis Plastrum	0.88	0.00	0.1	0.06	0.00	0.3	0.05	0.01	19.9	0.008	0.001	14.6
Cervi Cornu	0.23	0.04	16.0	0.07	0.01	11.1	0.04	0.01	18.6	0.001	0.000	9.3
Cervus Nippon Temminch	0.20	0.00	2.3	0.01	0.00	2.7	0.01	0.00	46.7	0.005	0.000	7.0
Oyster Shell	0.79	0.01	1.3	0.06	0.01	19.3	0.16	0.07	40.7	0.002	0.000	12.4
Cantharides	4.23	0.10	2.3	0.03	0.00	2.3	3.14	0.24	7.7	0.240	0.000	ND <sup>1)</sup>
Batryticatus Bombyx	0.83	0.10	12.4	0.07	0.01	7.6	0.96	0.36	37.5	0.032	0.004	11.5
Amydae Carapax	0.90	0.03	3.5	0.07	0.00	1.7	0.05	0.01	23.7	0.012	0.001	7.3
Cicadidae	3.94	0.04	0.9	0.51	0.00	0.6	2.11	0.42	19.8	0.024	0.004	18.3
Periostracum												
Antelopsis Cornu	1.02	0.00	0.1	0.03	0.00	0.5	0.23	0.01	4.4	0.025	0.002	6.7
Scolopendrae Corpus	0.82	0.00	0.5	0.24	0.01	2.9	0.79	0.34	43.0	0.171	0.012	6.9
Trogopterorum Faeces	8.61	0.05	0.5	0.73	0.01	1.7	0.95	0.23	24.3	0.115	0.013	11.3
Rhus Galls	0.16	0.04	22.8	0.05	0.01	28.0	0.05	0.01	15.3	0.010	0.001	12.5
Longgu	1.22	0.03	2.3	0.07	0.02	27.2	0.54	0.05	9.9	0.003	0.000	7.4
Scorpio	0.27	0.01	1.9	0.95	0.06	6.7	0.50	0.30	59.2	0.096	0.012	12.8
Sepiae Os	0.10	0.02	17.4	1.45	0.02	1.7	1.56	0.64	40.8	0.007	0.001	13.4
Total	1.55	0.03	1.8	0.28	0.01	4.0	0.70	0.17	24.2	0.047	0.003	6.9

These figures were expressed to two decimal places, <sup>1)</sup>ND: Not detected, \*Mean, T.R: transfer rate.

위)(mg/kg)은 납 0.16~8.61, 카드뮴 0.01~0.82, 비소 0.01~1.09 및 수은 0.010~0.115이었으며, 중금속 함량이 높았던 부위는 뼈, 분변 및 외각이었고, 특히 외각에서는 납과 비소가 높았고, 분변에서는 4가지 중금속 함량이 모두 높았으며, 뼈에서는 비소와 카드뮴이 높게 나타나 뼈가 카드뮴과 비소의 주요 축적 장소라는 것이 확인되었다(Table X).

#### 동물성 생약에서 추출액으로 이행된 중금속 함량

동물성 생약에서 추출액으로 이행된 중금속 함량은 Table VII 과 같다. 동물성 생약에서 추출액으로 이행된 중금속 평균 함량(범위)(mg/kg) 중 납 0.03(0.00~0.33), 카드뮴 0.01(0.00~0.33), 비소 0.17(0.00~1.76) 및 수은 0.003 (0.000~0.081)으로 동물성 생약에 비하여 중금속 함량이 낮았으며, 추출액 중의 중금속 함량은 우리나라의 식물성 생약의 중금속 기준을 적용할 경우 납, 카드뮴, 비소 및 수은 모두 허용기준 이하로 나타났다.

동물성 생약에서 추출액으로 이행된 중금속 평균 이행량은 납이 1.55→0.03 mg/kg으로 1.9%, 카드뮴이 0.28→0.04 mg/kg으로 3.6%, 비소가 0.70→0.17 mg/kg로 24.2% 및 수은이 0.050→0.003 mg/kg으로 6.0% 이행되어, 생약에서 추출액으로 중금속 이행률은 비소(24.2%)>수은(6.0%)>카드뮴(3.6%)>납(1.9%)의 순이었다.

동물성 생약의 약용 부위별 이행률은 납 0.1%(복갑)~22.8%

(쓸개), 카드뮴 0.3%(복갑)~28.0%(쓸개), 비소 14.5%(뿔)~46.7%(녹용) 및 수은 7.0%(녹용)~17.9%(외각)의 범위이었다. 납과 카드뮴의 이행률은 복갑 부위에서 가장 낮았고, 쓸개 부위에서 가장 높았으며, 비소의 이행률은 뿔 부위에서 가장 낮았고, 수은은 외각 부위에서 이행률이 가장 높았다. 또한 녹용은 비소의 이행률은 가장 높았고 수은의 이행률은 가장 낮은 것으로 나타났다(Table V).

개별 동물성 생약의 이행률은 납 0.1~22.8%, 카드뮴 0.3~28.0%, 비소 4.4~59.2% 및 수은 0.0~14.6%의 범위이었으며, 납의 이행률이 높았던 시료는 오배자(22.8%), 해표초(17.4%), 녹각(16.0%)이었고, 카드뮴의 이행률이 높았던 시료는 오배자(28.0%), 용골(27.2%)이었으며, 비소의 이행률이 높았던 시료는 전갈(59.2%), 오공(43.0%), 해표초(40.8%), 모려(40.7%)이었다. 또한 수은의 이행률이 높았던 시료는 선퇴(18.3%), 귀관(14.6%)이었다(Table XI).

김 등<sup>8)</sup>의 동물성 생약 추출액 이행률 비소(46.7%)>수은(1.8%)>납(1.3%)>카드뮴(0.4%)과, 임 등<sup>27)</sup>의 식물성 생약 추출액 이행률 비소(26.1%)>납(9.8%)>수은(6.8%)>카드뮴(6.7%) 및 서 등<sup>28)</sup>의 다빈도 생약 처방의 이행률인 비소(6.1%)>납(5.9%)·수은(5.9%)>카드뮴(4.3%)의 결과를 비교하면 각 연구자별로 중금속별 이행률의 차이가 있었으나 비소의 이행률이 높은 것은 일치하였다.

**Table XII** – Cancer risk of lead and arsenic in animal medicines and decoctions

English name	Animal medicines		Decoctions	
	Pb	As	Pb	As
Galli Somachichum Corium	$6.18 \times 10^{-7}$	$1.53 \times 10^{-5}$	$1.61 \times 10^{-9}$	$3.31 \times 10^{-6}$
Testudinis Plastrum	$1.60 \times 10^{-6}$	$1.60 \times 10^{-5}$	$1.31 \times 10^{-9}$	$3.19 \times 10^{-6}$
Cervi Cornu	$2.11 \times 10^{-7}$	$6.35 \times 10^{-6}$	$3.39 \times 10^{-8}$	$1.18 \times 10^{-6}$
Cervus nippon Temminch	$8.96 \times 10^{-8}$	$5.80 \times 10^{-7}$	$2.09 \times 10^{-9}$	$2.71 \times 10^{-7}$
Oyster Shell	$2.39 \times 10^{-6}$	$8.62 \times 10^{-5}$	$3.01 \times 10^{-8}$	$3.51 \times 10^{-5}$
Cantharides	$1.93 \times 10^{-8}$	$2.52 \times 10^{-6}$	$4.40 \times 10^{-10}$	$1.95 \times 10^{-7}$
Batryticatus Bombyx	$7.54 \times 10^{-7}$	$1.54 \times 10^{-4}$	$9.35 \times 10^{-8}$	$5.78 \times 10^{-5}$
Amydae Carapax	$1.64 \times 10^{-6}$	$1.71 \times 10^{-5}$	$5.76 \times 10^{-8}$	$4.04 \times 10^{-6}$
Cicadidae Periostracum	$1.79 \times 10^{-6}$	$1.70 \times 10^{-4}$	$1.67 \times 10^{-8}$	$3.36 \times 10^{-5}$
Antelopsis Cornu	$6.17 \times 10^{-7}$	$2.41 \times 10^{-5}$	$8.63 \times 10^{-10}$	$1.05 \times 10^{-6}$
Scolopendrae Corpus	$2.50 \times 10^{-7}$	$4.23 \times 10^{-5}$	$1.21 \times 10^{-9}$	$1.82 \times 10^{-5}$
Trogopterorum Faeces	$7.84 \times 10^{-6}$	$1.53 \times 10^{-4}$	$4.13 \times 10^{-8}$	$3.72 \times 10^{-5}$
Rhus Galls	$9.68 \times 10^{-8}$	$4.95 \times 10^{-6}$	$2.21 \times 10^{-8}$	$7.56 \times 10^{-7}$
Longgu	$3.71 \times 10^{-6}$	$2.87 \times 10^{-4}$	$8.42 \times 10^{-8}$	$2.84 \times 10^{-5}$
Scorpio	$8.12 \times 10^{-8}$	$2.67 \times 10^{-5}$	$1.54 \times 10^{-9}$	$1.58 \times 10^{-5}$
Sepiae Os	$6.70 \times 10^{-8}$	$1.88 \times 10^{-4}$	$1.17 \times 10^{-8}$	$7.66 \times 10^{-5}$
Total	$1.36 \times 10^{-6}$	$7.46 \times 10^{-5}$	$2.50 \times 10^{-8}$	$1.98 \times 10^{-5}$

The USEPA considers excess cancer risks that are below about 1 chance in 1,000,000 to be so small as to be negligible.

**동물성 생약 및 추출액의 초과발암위해도 평가**

동물성 생약과 추출액의 일일평균섭취량(ADD)과 발암잠재력(SF)을 이용하여 초과발암위해도를 구하였다(Table XII). 미국 환경보호청(US.EPA)은 초과발암위해도가  $1 \times 10^{-6}$  이하일 경우 무시할 수 있는 수준이고,  $10^{-6} \sim 10^{-4}$ 일 경우 수용할 수 있는 정도로 간주하고 있다. 본 조사의 동물성 생약에 대한 비소와 납의 평균 초과발암위해도는 각각  $7.46 \times 10^{-5}$ ,  $1.36 \times 10^{-6}$ 으로 미국 환경보호청(US.EPA)의 수용할 수 있는 수준이거나 최소 위험수준 이하이었다.<sup>29)</sup>

동물성 생약 시료별 비소의 초과발암위해도는 계내금, 귀관, 녹각, 모려, 반묘, 백강잠, 별갑, 선퇴, 영양각, 오공, 오령지, 오배자, 용골, 전갈 및 해표초 15품목이  $10^{-6}$  이상으로 최소 위험수준을 초과하였으며, 납의 초과발암위해도는 모려, 오령지, 용골 3품목이 최소 위험수준을 약간 초과하였다.

동물성 생약 추출액의 비소와 납의 평균 초과발암위해도는 각각  $1.98 \times 10^{-5}$ ,  $2.50 \times 10^{-8}$ 로 동물성 생약과 비하면 낮은 수준으로 미국 환경보호청(US.EPA)의 수용할 수 있는 수준이거나 최소 위험수준 이하이었다.

식물성 생약에 대한 비소의 기준을 적용할 경우 이를 초과한 선퇴(1건), 해표초(1건), 용골(1건), 반묘(1건), 계내금(1건)은 비소의 초과발암위해도도 미국 환경보호청(US.EPA)의 최소 위험수준 이상이었고, 납의 기준을 초과한 선퇴(3건), 오령지(7건), 용골(1건), 계내금(1건) 4품목에서 선퇴와 오령지의 납의 초과발암위해도도  $10^{-6}$  이상이였다. 동물성 생약 시료별 추출액의 비소 초과발암위해도는 동물성 생약과 유사하게 계내금, 귀관, 녹각, 모려, 백강잠, 별갑, 선퇴, 영양각, 오공, 오령지, 용골, 전갈 및 해

표초 13품목이  $10^{-6}$  이상으로 최소 위험수준 이상이였으며, 납의 초과발암위해도는 모두  $10^{-8}$  이하로 안전한 것으로 나타났다.

**동물성 생약 및 추출액의 비발암위해도 평가**

동물성 생약과 추출액의 비발암위해도는 일일평균섭취량(ADD)과 참고용량(RfD)을 이용하여 구하였다(Table XIII). 동물성 생약의 납, 카드뮴, 비소 및 수은의 hazard quotient를 이용한 평균 hazard index는 0.52로 안전한 것으로 평가할 수 있었다.

또한 개별 시료의 hazard index는 계내금(0.19), 귀관(0.43), 녹각(0.07), 녹용(0.02), 모려(0.78), 반묘(0.01), 백강잠(0.54), 별갑(0.45), 선퇴(0.83), 영양각(0.21), 오공(0.18), 오령지(2.31), 오배자(0.04), 용골(1.54), 전갈(0.12), 해표초(0.55)이었다. 시료 중 오령지와 용골이 hazard index가 1을 초과하여 유해하였으며, 그 밖의 다른 동물성 생약들은 hazard index가 1이하로 안전한 것으로 나타났다. 특히 오령지는 생약으로 복용할 경우 초과발암위해도와 비발암위해도의 평가에서 모두 안전하지 않은 것으로 평가되어 주의가 필요한 것으로 생각된다.

동물성 생약 추출액의 평균 hazard index는 0.05이었고, 개별 시료의 hazard index는 계내금(0.01), 귀관(0.01), 녹각(0.01), 녹용(0.00), 모려(0.09), 반묘(0.00), 백강잠(0.15), 별갑(0.02), 선퇴(0.08), 영양각(0.00), 오공(0.04), 오령지(0.10), 오배자(0.01), 용골(0.09), 전갈(0.04), 해표초(0.18)이었다.

동물성 생약의 모든 추출액은 hazard index가 모두 1 이하로 안전하였으며 또한 동물성 생약에서 hazard index가 1 이상인 오령지와 용골도 추출액에서는 각각 0.10과 0.09로 안전한 것으로 나타났다.

Table XIII – The hazard index of heavy metals in animal medicines and decoctions

English name	Animal medicines					Decoctions				
	Hazard Quotient				Hazard Index	Hazard Quotient				Hazard Index
	Pb	Cd	As	Hg		Pb	Cd	As	Hg	
Galli Somachichum Corium	0.15	0.01	0.03	0.00	0.19	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Testudinis Plastrum	0.38	0.01	0.04	0.01	0.43	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Cervi Cornu	0.05	0.01	0.01	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Cervus Nippon Temminch	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oyster Shell	0.56	0.02	0.19	0.00	0.78	0.01	0.00	0.08	0.00	0.09
Cantharides	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Batryticatus Bombyx	0.18	0.01	0.34	0.01	0.54	0.02	0.00	0.13	0.00	0.15
Amydae Carapax	0.39	0.02	0.04	0.01	0.45	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
Cicadidae Periostracum	0.42	0.03	0.38	0.00	0.83	0.00	0.00	0.07	0.00	0.08
Antelopsis Cornu	0.15	0.00	0.05	0.01	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Scolopendrae Corpus	0.06	0.01	0.09	0.02	0.18	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
Troglodyterorum Faeces	1.85	0.08	0.34	0.04	2.31	0.01	0.00	0.08	0.00	0.10
Rhus Galls	0.02	0.00	0.01	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Longgu	0.87	0.02	0.64	0.00	1.54	0.02	0.01	0.06	0.00	0.09
Scorpio	0.02	0.03	0.06	0.01	0.12	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
Sepiae Os	0.02	0.12	0.42	0.00	0.55	0.00	0.00	0.17	0.00	0.18
Total	0.32	0.02	0.17	0.01	0.52	0.01	0.00	0.04	0.00	0.05

The hazard index is the sum of hazard quotients. A hazard index value of 1.0 or less than 1.0 indicates that no adverse human health effects (noncancer) are expected to occur.

## 결 론

2011~2012년 동안 서울 약령시에서 유통 중인 동물성 생약 16품목 148건을 구입하여, ICP-MS와 수은분석기를 이용하여 동물성 생약과 추출액의 유해 중금속인 납, 카드뮴, 비소 및 수은의 함량을 조사하고, 초과발암위해도와 비발암위해도를 평가 하였다. 그 결과 동물성 생약의 평균 중금속 함량(범위)(mg/kg)은 납 1.55(0.00~16.25), 카드뮴 0.28(0.00~4.69), 비소 0.70(0.00~4.90) 및 수은 0.05(0.00~0.31)이었으며, 추출액의 평균 중금속 함량(범위)(mg/kg)는 납 0.03(0.00~0.33), 카드뮴 0.01(0.00~0.33), 비소 0.17(0.00~1.76) 및 수은 0.003(0.000~0.081)이었다.

동물성 생약에서 추출액으로 이행된 중금속 평균 이행량은 납이 1.55→0.03 mg/kg으로 1.9%, 카드뮴이 0.28→0.04 mg/kg으로 3.6%, 비소가 0.70→0.17 mg/kg로 24.2% 및 수은이 0.050→0.003 mg/kg으로 6.0% 이행되어, 생약에서 추출액으로 중금속 이행률은 비소(24.2%)>수은 (6.0%)>카드뮴(3.6%)>납(1.9%)의 순이었다.

동물성 생약에 대한 비소의 초과발암위해도는 평균  $7.46 \times 10^{-5}$ , 납의 초과발암위해도는 평균  $1.36 \times 10^{-6}$ 이었고, 동물성 생약 추출액의 비소의 초과발암위해도는 평균  $1.98 \times 10^{-5}$ , 납의 초과발암위해도는 평균  $2.50 \times 10^{-8}$ 이었다. 동물성 생약과 추출액에 대한 납의 초과발암위해도는 일부 품목을 제외하고 미국 환경보호청(US.EPA)의 최소 위험수준과 유사하거나 이하이었고, 비소의 초과발암위해도는 최소 위험수준을 상회하는 수준이었지만 수용할 수 있는 수준이었다.

비발암위해도인 동물성 생약의 hazard index는 평균 0.52이었고, 동물성 생약 추출액의 hazard index는 평균 0.05로 안전한 수준이었다.

동물성 생약 및 추출액의 대부분은 비소와 납에 대한 평균 초과발암위해도는 미국 환경보호청(US.EPA)에서 제시하는 수용할 수 있거나, 최소 위험수준 이하이지만, 일부 품목은 장기간 복용 시 주의가 필요한 것으로 생각되며, 비발암위해도는 일부 품목을 제외하고 안전한 것으로 평가할 수 있었다.

## 참고문헌

- 1) History of medicine. Available from: [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_medicine](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_medicine) Accessed May. 11, 2012.
- 2) 서부일, 이제현, 최호영, 권동렬, 부영민 : 한약본초학. 영림사, 서울 (2006).
- 3) 두산백과사전. 한약의 사전적 정의. Accessed May. 11, 2012.
- 4) 오창환 : 생약의 개별 중금속 기준제정 연구(II) - 동물 생약의 개별 중금속 기준 제정 연구. 식품의약품안전청 연구보고서 (2003).
- 5) 약사법 제 2조(정의) 5항 (2012).
- 6) 대한약전 9개정, 식품의약품안전청, 서울 (2010).
- 7) 한약재 수급 및 유통관리 규정. 보건복지부 고시 2011-4호 (2011.1.24).
- 8) 김택제 : 생약의 개별 중금속 기준제정 연구(III) - 동물 생약의 개별 중금속 기준제정 연구. 식품의약품안전청 연구보고서 (2004).
- 9) 이영환, 정문호 : 금속과 사람, 한국학술진흥재단번역총서 167

- (1993).
- 10) World health organization. (1997a) Food consumption and exposure of chemicals. Report of a FAO/WHO consultation, Geneva, Switzerland, 10-14 February 1997. Geneva, Switzerland, World Health Organization (WHO/FSF/FOS/97.5).
  - 11) JECFA. Lead. Summary of evaluations performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Available from: [http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec\\_1260.htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_1260.htm). Accessed May. 11, 2012.
  - 12) JECFA. Cadmium. Summary of evaluations performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Available from: [http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec\\_297.htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_297.htm). Accessed May. 11, 2012.
  - 13) JECFA. Mercury. Summary of evaluations performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Available from: [http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec\\_1373.htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_1373.htm). Accessed May. 11, 2012.
  - 14) Agency for toxic substances and disease registry. (2007) CERCLA Priority list of hazardous substances. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/cercla/07list.html> Accessed May. 11, 2012.
  - 15) 식품의약품안전청 고시 제2002-56호 (2002).
  - 16) US Environmental protection agency, Integrated risk information system. Lead and compounds (inorganic). (CASRN 7439-92-1). Available from: <http://www.epa.gov/iris/subst/0277.htm> Accessed May. 11, 2012.
  - 17) US Environmental protection agency, Integrated risk information system. Cadmium. (CASRN 7440-43-9). Available from: <http://www.epa.gov/iris/subst/0141.htm> Accessed May. 11, 2012.
  - 18) US Environmental protection agency, Integrated risk information system. Arsenic, inorganic. (CASRN 7440-38-2). Available from: <http://www.epa.gov/iris/subst/0278.htm> Accessed May. 11, 2012.
  - 19) US Environmental protection agency, Integrated risk information system. Mercury elemental. (CASRN 7439-97-6). Available from: <http://www.epa.gov/iris/subst/0370.htm> Accessed May. 11, 2012.
  - 19) 환경부 예규 283호. 토양오염 위해성 평가지침 (2006).
  - 20) Lim, H. S., Lee, J. S., Chon, H. K. and Sager, M. : Heavy metal contamination and health risk assessment in the vicinity of the abandoned Songcheon Au-Ag mine in Korea. *J. Geochem. Explor.* **96**, 223 (2008).
  - 21) 산업자원부 기술표준원. 한국인의 인체치수조사사업의 학술용역 연구결과보고서 (2004).
  - 22) 통계청 생명표 (2009).
  - 23) 황진봉 : 한약재의 중금속 기준개정 용역사업. 식품의약품안전청 연구보고서 (2001).
  - 24) 백선영, 정재연, 이지혜, 박경수, 강인호, 강신정, 김연제 : 동물성 생약에 함유되어 있는 몇 가지 중금속에 대한 실태 조사. 분석과학기술학회지 **22**, 201 (2009).
  - 25) 김연제 : 생약의 유해물질 기준 제·개정을 위한 연구-동물, 광물성 생약의 개별 중금속 기준 설정 연구. 식품의약품안전청 연구보고서 (2006).
  - 26) Rudy, M. : The analysis of correlations between the age and the level of bioaccumulation of heavy metals in tissues and the chemical composition of sheet meat from the region in SE Poland. *Food and Chemical Toxicology* **47**, 1117 (2009).
  - 27) 임옥경, 한은정, 정재연, 박경수, 강인호, 강신정, 김연제 : 한약재 중 중금속의 모니터링 및 가용 섭취율 분석 연구. 분석과학기술학회지 **22**, 128 (2009).
  - 28) 서창섭, 황대선, 이준경, 하혜경, 천진미, 엄영란, 장철, 신현규 : 전탕 전과 후의 한약재 및 처방에 포함된 위해물질의 농도 변화 - 다빈도 한약 처방을 중심으로, 대한본초학회지 **24**, 13 (2009).
  - 29) Rosemary, C. R., Tracey, J. and Woodruff, T. J. : Assessment of potential risk levels associated with U.S. environmental protection agency reference values. *Environ. Health Perspect.* **111**, 1318 (2003).