

원 지

한약재에 포함된 금속의 煎湯 전과 후의 농도변화연구 -첩약 / 다린 찌꺼기 / 탕약을 중심으로-

이선동, 박해모, 이장천¹⁾, 국운범¹⁾

상지대학교 한의과대학 예방의학교실, 본초방제학교실¹⁾

Concentration of metal in herbal drugs -in crude, remnant after boiling and decoction of herbal drugs-

Sun-Dong Lee, Hae-Mo Park, Jang-Cheon Lee¹⁾, Yoon- Bum Kook¹⁾

Dept of preventive medicine and Dept of herbal/Dgy prescription¹⁾, College of Oriental medicine, SangJi university

This study was conducted to analyze metal concentration changes following processing steps for crude, remnant after boiling, and decoction of Korea herbal drugs. We measured metal concentration from 20 random patients who visited Oriental medical clinics for treatment of several diseases through normal action.

The results obtained were as below:

First, in the study to acknowledge quality control between Korean Lab and Harvard Lab in the US, 20 equal herbal samples resulted in the same values, so we confirmed the precision of measurement results from both labs. Second, hazardous metal mean concentration in crude, remnant after boiling, and decoction of herbal drugs were 32.5 μ g/22.1 μ g/8.8 μ g for As, 0.0 μ g/0.0 μ g/0.0 μ g for Cd, 1.0 μ g/0.0 μ g/0.0 μ g for Hg and 5416.3 μ g/3639.6 μ g/1002.6 μ g for Pb, respectively. These metal concentrations decreased 72.9-100.0% compared to crude status. The same trend was also visible in the other essential elements. From reviewing these results, we could carefully conclude that decoction had the least amount of metal concentration and is the optimal way to intake herbal drugs. (*J Korean Oriental Med 2003;24(2):59-65*)

Key Words: metal concentration, herbal drugs, crude, remnant after boiling and decoction

서 론

많은 만성 퇴행성 질병의 발생과 이들 질병에 대한 서양의학적인 적절한 치료와 예방법이 없어서 최근 아시안 뿐만 아니라 미국인, 영국인과 유럽인 등

세계적으로 서양의학의 대안으로 대체의학 이용율이 크게 증가하고 있다¹⁾. 더불어 대체의학의 중요치료방법 중의 하나인 한약의 소비와 이용률도 크게 늘어나고 있다²⁾. 이렇듯 과거에 비해 대체의학의 관심과 한약이용률이 크게 증가하고 있으나 산업발달과 더불어 환경오염으로 인한 한약오염도 증가하는 것으로 나타나고 있다. 한약은 자연환경 속에서 재배 생산 수확되기 때문에 다른 농산물처럼 재배환경의 오염으로 인한 금속오염 등이 항상 문제시 될 수 있다. 실제로 여러 연구에 의하면 한약중 유해금속인 Pb,

· 접수 : 2003년 2월 12일 · 논문심사 : 2003년 3월 21일
· 채택 : 2003년 4월 21일
· 교신저자 : 이선동, 상지대학교 한의과대학 예방의학교실, 강원도 원주시 우산동 660번지.
(Tel. 033-730-0665, Fax. 033-730-0663, E-mail: sdlee1012@hotmail.com)

Hg, As, Cd가 상당량 함유되거나^{2,7)}, 태아·어린이 그리고 여성의 건강장에 문제^{8,9)}와 중독사건이 case-report로 발표^{10,12)}되고 있다.

한약은 신체의 허약과 여러 가지 질병을 치료하는 치료제로써 이용하는 환자들에게 피해가 없거나 최소화해야 하는 것은 당연한 것이다. 잘 알고 있듯이 특히 금속은 인체의 치명적인 고혈압 및 심혈관계¹³⁾, 암과 피부질환^{14,15)}, 신경행동계¹⁶⁾에 치명적인 질병을 일으키며 대부분 '불가역적' 질병 특성을 갖고 있어서 예방이 최선인 것으로 지금까지 알려지고 있다. 한약 금속오염에 대한 지금까지의 연구를 살펴보면 단순 건조상태의 한약중에 금속농도가 어느 정도 함유되어 있는 위주로 연구되고 있다. 그러나 현실적으로 한국에서는 거의 대부분이 산 및 환제 등으로 단순 변형된 상태로 복용하기 보다는 한약제를 전탕하여 복용하는 경향이 있다. 이는 약제를 단순히 산제 및 환제로 변화시켜 복용하여 오염된 것을 그대로 복용하는 것과는 크게 다르다. 즉 약제를 전탕하는 과정에서 물리 화학적 반응, 약제 성분인 불용성 또는 난용성의 무기염, Tannin 등과 금속간의 작용 약제에 함유된 금속의 용출문제가 전탕과정에서 일어날 수 있는 반응¹⁷⁾으로 이러한 결과에 따라 최종적으로 복용하는 형태인 탕제에 금속농도에도 많은 차이가 있을 수 있다. 따라서 본 연구는 단순 건조상태인 약제, 이것을 전탕하여 버리는 찌꺼기와 최종적으로 服用하는 前단계인 湯劑에 대한 금속량의 변화를 측정하여 한약 금속 오염문제를 최소화하거나 해결하는데 기초 연구자료를 제공하는데 의의가 있다.

재료 및 방법

1. Materials

1) Sampling

여러 가지 疾病治療를 위해 한의원을 방문한 20명 환자의 처방을 다리기전 첩약상태 (crude drug), 약탕기에 다린 뒤에 남은 찌꺼기 (remnant after boiling) 그리고 복용전 pack 보관상태 등 일련의 한약 복용 단계별로 한약내 금속 농도 변화를 측정하였다. 내원

한 환자를 정상적으로 韓醫師의 診斷處方후에 시중에 유통되는 약제를 使用하였다. 다시말하면 乾燥된 상태의 한약재중 금속농도를 측정하기 위해서 약탕내에 보관되어 있는 1첩의 한약을 별도로 조제하였으며 동일한 약장에 보관되어 있는 약제를 10일 분량(한제)으로 약탕기에 다리기 위해 첩약과 동일한 양과 질을 고려하여 한방 병원에서 일반적으로 이루어지는 상태로 깨끗한 부직포에 한약을 넣어 약탕기에 3시간 (100℃정도) 다린 뒤에 환자가 복용하기 전 상태인 여러 개의 pack중에서 1개를 분석용으로 선택하였다. 그리고 다린 약 찌꺼기 중의 평균 금속양을 측정하기 위하여 젖은 약 찌꺼기를 오염되지 않게 건조시켜서 세밀한 가루로 만든 후 일정한 양을 취하여 분석에 사용하였다.

2) 연구에 사용된 중요 약물

연구를 위해 使用된 주요약들은 금은화, 연교, 우방자, 판람근, 황금, 괴화, 감국, 생지황, 하수오, 천문동, 맥문동, 사삼, 석곡, 백작약, 당위, 계혈등, 백질려, 토복령, 지부자, 인진, 갈근, 치자, 생석고, 방풍, 강활, 독활 등이다.

2. 전처리 및 분석방법¹⁸⁾

1) 다리기전 건조된 약과 찌꺼기

시료를 분쇄기로 파쇄한 후 건시료 1-2g을 Teflon 비이커에 취한 후 Junsei사의 유해금속용 (1+1) 질산 10ml를 첨가한다. Teflon 재질의 watch glass를 덮은 후 95±5℃의 hot plate에서 15분간 가열한다. 냉각 후 질산원액 5ml를 첨가하고 30분간 가열한 후 냉각하였다. 이 과정을 3회 반복하였다. 질산화 반응이 끝나면 과산화수소 3ml, 증류수 2ml를 첨가한 후 가열한다. 냉각 후 과산화수소 1ml를 첨가한 후 과산화반응이 종료될 때까지 이 과정을 반복하였으며 과산화수소의 총량이 10ml를 넘지 않도록 하였다. 시료를 여과(Whatman No. 41)한 후 최종 volume을 100ml로 하여 ICP-MS(Varian, Ultramass 700)를 이용하여 분석하였다.

2) 탕제

시료 10ml를 Teflon 재질의 용기에 취한 후 비이커

에 취한 후 Junsei사의 유해금속용 (1+1) 질산 5ml를 첨가한다. Teflon 재질의 watch glass를 덮은 후 95±5℃의 hot plate에서 15분간 가열한다. 냉각 후 질산원액 2.5ml를 첨가하고 30분간 가열한 후 냉각하였다. 이 과정을 3회 반복하였다. 질산화 반응이 끝나면 과산화수소 1.5ml, 증류수 1ml를 첨가한 후 가열한다. 냉각 후 과산화수소 0.5ml를 첨가한 후 과산화반응이 종료될 때까지 이 과정을 반복하였으며 과산화수소의 총량이 5ml를 넘지 않도록 하였다. 시료를 여과(Whatman No. 41)한 후 최종 volume을 50ml로 하여 ICP-MS(Varian, Ultramass 700)를 이용하여 분석하였다.

3. 통계처리¹⁹⁾

Stata version 7.0(2001)을 사용하여 한국의 실험실과 미국 Harvard대학교 실험실간의 금속측정값의 일치성을 알아보기 위하여 相關性 조사와 P-value, 그리고 각 금속의 최소값과 최대값, 평균과 표준편차 등을 분석하였다.

결 과

본 연구의 정확성과 신뢰성을 위해서 상지대학교 자연과학 센터(한국)와 Harvard university Channing

Lab(미국)의 측정결과는 Table 1과 같다.

각 금속의 두 실험실(한국/미국) 분석결과의 평균(표준편차)농도는 Cr은 0.21(0.28)/0.29(0.07), Co는 0.03(0.01)/0.03(0.01), Ni는 0.29(0.09)/0.25(0.04), Cu는 0.17 (.0.25)/0.18(0.06), Cd는 0.00(0.00)/0.00(0.00), Pb는 0.36(1.38)/0.33(0.58), Mn은 5.20(2.51)/5.22(3.16), Zn은 1.57(1.04)/1.24(0.31) 그리고 As는 0.04(0.02)/0.07(0.02)였다.

다리기 전 乾燥된 상태, 찌꺼기 및 탕약중의 금속 농도는 Table 2와 3과 같다. 유해금속 (As, Cd, Hg, Pb)의 단계별 평균(표준편차)농도 변화에서 As는 32.5(13.4)µg/22.1(12.5)µg/8.8(4.3)µg, Cd는 0.0(0.0)µg/0.0(0.0)µg/0.0(0.0)µg, Hg는 1.0(3.0)µg/0.0(0.0)µg/0.0(0.0)µg, 그리고 Pb는 5416.3(7757.2)µg/3639.8(6165.7)µg/127.1(312.8)µg였다. 그리고 Al, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Se, Zn의 필수금속 결과도 대체로 전탕 전과 후의 경향은 비슷하였다.

고 찰

한의학은 중국, 인도 및 한국인들에게서 오래전부터 널리 사용해진 전통의학으로 최근에는 서양의학의 본고장인 미국 및 영국 등 EU국가들에서도 전에

Table 1. Comparison of Measurement Values of Metal Concentration in Herb Decoction between Korea Lab and Harvard University Unit : µg/g

Metals	Herbal decoction made in Korea									
	Korea Lab ¹⁾ N=20				Harvard University(Channing Lab) ²⁾ N=20				correlation	P-value
	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max		
Cr	0.21	0.28	0.00	0.77	0.29	0.07	0.21	0.48	0.38	0.49
Co	0.03	0.01	0.02	0.06	0.03	0.01	0.02	0.06	0.71	0.77
Ni	0.29	0.09	0.16	0.45	0.25	0.04	0.15	0.37	0.31	0.39
Cu	0.17	0.25	0.00	0.82	0.18	0.06	0.06	0.28	0.25	0.27
Cd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00	1.00
Pb	0.36	1.38	0.00	4.45	0.33	0.58	0.02	2.33	0.59	0.67
Mn	5.20	2.51	2.13	9.67	5.22	3.16	1.72	13.02	0.23	0.32
Zn	1.57	1.04	0.21	3.86	1.24	0.31	0.67	2.00	0.21	0.38
As	0.04	0.02	0.02	0.07	0.07	0.02	0.03	0.11	0.43	0.56

*Originate from China and Korea. Samples made in Korea

¹⁾ Measured by Korea Lab (Sangji University, Center of Nature and science)

²⁾ Measured by the Channing Lab of Harvard University in USA

Table 2. Toxic Metal Concentration Following Process Steps of Herbal Drugs in Crude, remnant after Boiling and Decoction Process

Process		No.samples	Minimum	Maximum	Mean	S.D.	%loss rate
As	Crude Drug	20	17.1	55.7	32.5	13.4	100.0%
	Waste After Boiling	20	0.0	49.1	22.1	12.5	67.9%
	Decoction	20	4.7	16.2	8.8	4.3	27.1%
Cd	Crude Drug	20	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0%
	Waste After Boiling	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
	Decoction	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
Hg	Crude Drug	20	0.0	9.6	1.0	3.0	100.0%
	Waste After Boiling	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
	Decoction	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
Pb	Crude Drug	20	0.0	22262.3	5416.3	7757.2	100.0%
	Waste After Boiling	20	0.0	16539.6	3639.8	6165.7	67.2%
	Decoction	20	0.0	1002.6	127.1	312.8	2.3%

Table 3. Essential Metal Concentration Following Process Steps of Herbal Drugs in Crude, remnant after Boiling and Decoction Process

Process		No.samples	Minimum	Maximum	Mean	S.D.	%loss rate
Al	Crude Drug	20	17490.2	87042.1	41595.4	20065.4	100.0%
	Waste After Boiling	20	9071.6	52638.6	27260.2	13558.3	65.5%
	Decoction	20	102.6	2945.5	1915.2	889.2	4.6%
Co	Crude Drug	20	20.8	66.8	34.1	14.2	100.0%
	Waste After Boiling	20	16.8	39.8	27.0	9.5	79.0%
	Decoction	20	4.5	13.5	8.6	2.9	25.2%
Cr	Crude Drug	20	0.0	4384.2	984.2	1615.6	100.0%
	Waste After Boiling	20	0.0	3299.6	591.3	1257.1	60.1%
	Decoction	20	0.0	173.9	46.6	65.0	4.7%
Cu	Crude Drug	20	642.3	49170.7	5859.8	15223.1	100.0%
	Waste After Boiling	20	442.8	40067.8	4584.8	12468.6	78.2%
	Decoction	20	0.0	205.3	246.2	574.2	4.2%
Fe	Crude Drug	20	25502.4	93457.7	51576.4	20327.4	100.0%
	Waste After Boiling	20	15906.7	54997.4	38025.9	13439.4	73.7%
	Decoction	20	621.5	544.5	3160.6	1348.7	6.1%
Mn	Crude Drug	20	4451.3	17894.2	8818.4	4459.6	100.0%
	Waste After Boiling	20	3790.1	9112.7	6112.9	2079.6	69.3%
	Decoction	20	480.8	2174.9	1147.3	564.5	13.0%
Ni	Crude Drug	20	141.2	561.5	270.4	119.9	100.0%
	Waste After Boiling	20	0.0	554.2	55.4	175.2	20.5%
	Decoction	20	38.0	102.6	67.1	22.3	24.8%
Se	Crude Drug	20	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0%
	Waste After Boiling	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
	Decoction	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
Zn	Crude Drug	20	2709.9	4635.6	3932.6	682.3	100.0%
	Waste After Boiling	20	1580.9	3697.3	2763.7	662.6	70.3%
	Decoction	20	45.2	869.6	354.4	235.6	9.0%

비해 많은 사람들의 이용과 관심의 대상이 되고 있으며 또한 의학적 측면에서 주요한 학문적 연구대상

이 되고 있다¹⁾. 한의학이 이렇게 세계인들 특히 미국, 영국과 유럽인들에게 관심과 이용을 증가하게 된

이유는 서양의학의 한계와 문제점의 인식과 그리고 무엇보다도 많은 퇴행성 질병을 적절히 치료하거나 예방할 수 있는 방법이 없어서 현대인들의 기대에 부응하지 못하는 것이 가장 중요한 이유라고 할 수 있다.

이렇듯 과거에 비해 한의학의 관심과 이용이 크게 증가되고 있으나 산업혁명이후 지금까지 다양한 산업의 발달로 인한 한약오염원인 환경오염 또한 다양화, 광역화, 누적화 되고 있는 형편이다. 잘 알고 있듯이 한의학의 주요한 치료 수단인 한약은 여러 가지 오염원과 오염 경로를 통해 금속, 농약 그리고 기타 미생물들에 오염 될 수 있다. 특히 이중에서 금속오염은 수은 및 카드뮴 오염으로 인한 미나마타, 이타이이타이병 뿐만 아니라 genetic damage 과 uncommon 질병²¹⁻²²⁾, 중풍²³⁾, 어린이 신경독성²⁴⁾ 등 많은 무서운 만성 퇴행성 질병과 의학적으로 불치병의 발생과 관련된 것으로 연구되고 있다. 이러한 여러 가지 한약 오염과 한의학의 세계적 관심 등으로 인한 최근의 한약 금속오염 연구가 과거에 비해 많은 관심의 초점이 되고 있는게 현실이다. 특히 중국 및 인도에서 사용하거나 생산된 한약속에 유해 금속인 Pb, Hg, As, Mn 등이 포함되어 있는 것으로 연구되고 있으며²⁻⁷⁾ 이러한 오염된 한약 복용으로 Fetus/baby and children 이나 여성들의 건강 위험⁸⁻⁹⁾, 금속이 오염된 한약 복용으로 인한 신·간장의 기능장애²⁰⁾ 등 많은 관련 논문들이 발표되고 있다. 아직까지 이 분야에 대한 역학조사 연구 등이 부족하거나 충분치 않기 때문에 좀더 정확하고 객관적인 결론을 내리기는 어렵지만 현재까지의 연구 결과를 종합해 볼 때 현재 사용되고 있는 한약은 어느 정도 금속에 오염되어 있다는 것을 알 수 있다. 이러한 상황에서 좀 더 근본적인 해결책은 한약재의 생산 재배에서부터 유통 보관 그리고 최종 소비단계까지 오염원과 오염경로를 최대한 차단하여 금속오염을 최소화 또는 'Zero' 상태까지 확보해야 할 것이다. 그러나 우선은 최종 소비단계에서 환자들에게 최소화 할 수 있는 방법이 있다면 당장 환자 및 치료자의 부담과 피해를 줄일 수 있기 때문에 매우 좋은 학문적 접근이라

고 할 수 있을 것이다.

우리가 잘 아는 것처럼 한약은 최종 소비단계에서 치료 목적과 학문적 근거와 관행에 따라 탕약, 환약 및 가루약 등 여러 형태로 사용된다. 이중 탕약을 한약을 다려서 찌꺼기는 버리고 추출된 한약의 성분을 복용하는 방법이며 환약 및 가루약은 한약을 가루로 만들어 즉, 한약의 형태만 변화시켜서 그대로 복용하는 것으로 최종소비단계에서 복용 Type에 크게 차이가 있다. 특히 금속의 물리 화학적 특성상 탕제를 다린 뒤 버리는 약제의 찌꺼기 속에 금속이 그대로 용출되지 않고 남아 있다면 남아있는 만큼의 양을 복용하지 않게 된다. 다행히도 한국에서는 대부분의 한약 복용이 탕제로 이루어지는 것을 고려할 때 단순히 한약재의 오염단계에서 오염량을 근거로 할 게 아니며 복용 형태에 따라서 최종소비단계를 오염량의 기준으로 할 수 있는 합리적 근거로 내세울 수 있다.

이러한 한약소비단계의 차이를 고려하여 다리기전 상태, 다린 뒤의 찌꺼기 그리고 탕약중의 금속 농도의 차이가 있는지 여부와 특히 찌꺼기와 탕제중의 금속 농도를 알아보기 위하여 실제 한의원을 방문한 환자를 한의사의 정상적인 진단 후에 처방을 받아서 같은 약재로 한 침의 한약을 조제하고 그리고 같은 약제로 일정한 양(1제 또는 1/2 제)을 다린 뒤의 찌꺼기 그리고 여러 pack중에 하나의 탕약을 선택하여 각각 전 처리 및 분석을 실시하였다.

본 연구결과와 신뢰성과 정확한 결과를 위하여 한국의 상지대학교 부설 자연과학센터와 미국 Harvard 대학교 Channing lab에서 같은 sample을 분석하여 정도관리를 실시한 결과 두 연구소의 결과가 일치하였다(Table 1). 따라서 이러한 결과를 근거로 乾燥된 한약재, 다린후 찌꺼기 그리고 탕약중의 단계별 금속농도 변화는 금속마다 차이가 있었다. 다리기전 상태의 약재 중 금속량은 100.0%라고 했을 때 다린 뒤의 찌꺼기속의 금속량을 비교하여 손실량 (% Loss rate)를 계산했을 때 최고 100.00%(Hg)에서 최저 21.0%(Co)까지 모든 금속에서 감소하였다. 또한 다리기전 상태의 약재와 탕제중의 금속 양을 비교했을 때 최고 100.0(Cd)%에서 72.9%(Co)까지 감소하였다. 이는 다

린뒤 한약재중에 금속 감소량은 다리기전 량인 100.0%에 비해 0.00-25.2%만 남아 있을 정도로 대부분 감소했으며 없어진 대부분의 량은 찌꺼기 중에 남아 있었다.

본 연구와 직접 관련된 한약중 금속 함량 및 용출에 관한 연구¹⁷⁾에 의하면 이러한 현상은 일반적으로 한약은 그대로 복용하기 보다는 대부분 물로 끓여서 그 침출액만 복용하고 잔사나 침전물은 복용하지 않으므로 불용성 또는 난용성의 무기염들은 용출되지 않고 그대로 제거 될 수 있다고 하였다. 또한 Okuda 등의 보고²⁹⁾에 의하면 tannin이 금속과 공존할 경우에 착제의 형성에 의한 침전 생성은 금속과 tannin의 조합에 따라 현저히 다르고 tannin의 농도가 높은 경우에는 침전을 생성하지도 않기도 하고 오히려 가용성 착제형성에 의한 침전의 용해현상도 생김을 밝힌 바 있다. 따라서 앞으로 한약중에 함유된 금속의 존재 형태와 흡수 등으로 할 경우 금속과 유기 화합물과 생성된 불용성 또는 가용성 화합물의 결합 형태 등에 관한 연구가 필요하다.

결 론

여러 가지 질병 치료 목적으로 한의원을 방문한 20명환자의 처방을 다리기전, 다리 뒤의 남은 찌꺼기 그리고 탕약으로 한약 복용단계별로 한약내 금속농도의 변화를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째로 측정결과의 정확성과 신뢰성을 위해 한국 상지대 자연과학 연구소와 미국 Harvard Channing lab의 측정 결과는 차이가 없었다.

둘째로 다리기전 한약중 유해금속 평균 농도는 As는 32.5 μ g, Cd는 0.0 μ g, Hg는 1.0 μ g, Pb는 5416.3 μ g이었으며 이들의 찌꺼기중의 금속 농도는 As는 22.1 μ g, Cd와 Hg는 0.0 μ g, Pb는 3639.8 μ g이었으며 그리고 이들 금속의 탕제중 농도는 As는 8.8 μ g, Cd와 Hg는 0.0 μ g, Pb는 12.7 μ g으로 다리기전에 비해 72.9 ~ 100.00%까지 제거 되었다. 또한 몸에 필요한 필수금속인 Al, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Se, Zn 등도 다리전과 후의 탕액중 금속농도가 74.8 -100.0%까지 감소하여

비슷한 경향을 나타냈다.

이러한 결과에 근거 할 때 당제복용이 한약재 금속오염의 피해를 최소화하기 위한 방법 중의 하나임을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Eisenberg DM외 5인. Unconventional medicine in the united states: prevalence costs, and patterns of use. N. Engl J Med 1993;328:246-52
2. Caw, Mitchell-Heggs, M. conway, J. Cassar. Herbal medicine as a cause of combined lead and arsenic poisoning. Human and experimental toxicology 1990;9:195-196
3. David WD, George AT, Phillip YP, Raymond AL. Lead poisoning from Indian herbal medicine (Ayurveda). The medical J of Australia 1992;157:835-6
4. Elaine KY, Stanley HO. Chinese patient medicine as a potential source of mercury poisoning - clinical reports-. Vet Hum Toxicol 1992;34:235-7
5. Wu MS, Hong JJ, Yang CW, Chien HC. Multiple tubular dysfunction induced by mixed Chinese herbal medicine containing cadimium. Nephrol Dial Transplant 1996;11:867-70
6. Gregory HG, Gray H, Richard VL, Raymond DH. Heavy metal hazard of Asian traditional remedies. International Journal of Environmental Health Research 2001;11:63-71
7. Chong-Hay Tay, Cheng-siang seah. Arsenic poisoning from Anti-Ashmatic Herbal preparations. The Medical J of Australia 1975;13:424-428
8. Fernando LM, Sara SC. Fetal abnormalities and use of substances sold in herbal remedies shops. Drug safety 1996;14:68
9. Thomas YK chan. The prevalence use and Harmful potential of some chinese Herbal medicines in babies and children. Vet. Human Toxicol 1994;36(3):238-40
10. Levitt외 5인. Folk Remedy-Associated lead poisoning in Hmong Children. JAMA, 1983;250(23):3149-10
11. Justine smitherman, Philip harber. A case of mistaken identify : Herbal medicine as a cause of lead toxicity. American journal of industrial medicine 1991;20:795-798

12. Slifman Nancy 외 7인. Contamination of botanical dietary supplements by digitalis lanata 1998;339:806-811
13. Howard Hu. poorly controled hypertension in a painter with chronic lead toxicity, Environmental health perspectives. 2001;109:95-99
14. Martin tonde이 외 7인. The relationship of arsenic levels in drinking water and the prevalence rate of skin lesions in Bangladesh, Environmental health perspectives. 1999;107:727-9
15. Floyd frost, Gunther ceaun and Kenneth. Brown, detection of excess arsenic related cancer risk, Environmental health perspectives. 2002;110:12-14
16. Guiwen guo 외 3인. Age-dependent differences of neurobehavioral function among workers exposed to aluminium, J of environmental medicine 1999;1:81-85
17. 김남재 외 4인. 한약중 중금속 함량및 용출에 관한 연구. 경희의학 1996;12(2):158-166
18. U.S. EPA. Test methods for evaluating solid waste physical/chemical methods, 1994
19. Stata 7.0 version 2001
20. 이선동,김명동,박경식. 한약재의 안전성확보및 관리 방안-오염경로및 대책을 중심으로-대한예방의학 회지 1998;2(1):209-29
21. Alexander Vaglenov 외 5인. occupational exposure to lead and induction of genetic damage, Environmental health perspectives. 2001;109:295-298
22. Middle Dannie C. chronic beryllium disease: uncommon disease, less common diagnosis Environmental health perspectives. 1998;106:765-767
23. Lee sun-dong 외 4인. an exploratory to comparison of blood metal concentraton between stroke and nonstroke patients in Koreans (in press)
24. Ahmed 외 9인. maternal bone lead as an independent risk factor for fetal neurotoxicity: a prospective study. pediatrics 2002;110:110-117
25. Okuda T, Mori K, Shiota M, Ida KT : effect of the interaction of tannins with co-existing substances II , reduction of heavy metal ions and solubiligation of precipitator, Yakugaku gasshi 1982;102 : 735