

십전대보탕을 투여한 흰쥐의 중요장기중 금속농도변화에 대한 연구

윤성욱 · 이선동

상지대학교 한의학과 예방의학 교실

Effect of SipJeonDaeBo-Decoction on Target Organ Metal Level in Rats

Seong Wook Yoon, Sun Dong Lee

Dept. of Oriental Medicine, Sangji University

Abstract

This dissertation was to research how some metal level within SipJeonDaeBo - Decoction, one of oriental prescriptions, influence Sprague-Dawley animals.

1. Under the experiment with drinking waters there was no metal~0.65 mg/L detected. A metal with feed found 0.001-376.983mg/kg.

2. In the mice's kidney, brain, bones used experiment, As searched 0.474 mg/kg, 0.486 mg/kg, 0.314 mg/kg 0.834 mg/kg respectively ; Cd 0.060 mg/kg, 0.045 mg/kg, 0.030 mg/kg, 0.353 mg/kg, ; Co 0.105 mg/kg, 0.063 mg/kg, 0.030 mg/kg, 0.399 mg/kg, ; Cr 0.292 mg/kg, 0.304 mg/kg, 0.234 mg/kg, 0.962 mg/kg, ; Cu 4.201 mg/kg, 3.759 mg/kg, 1.923 mg/kg, 0.484 mg/kg, ; Fe 57.535 mg/kg, 150.571 mg/kg, 17.178 mg/kg, 281.506 mg/kg, ; no Hg, Mn 0.612 mg/kg, 2.968 mg/kg, 0.528 mg/kg, 4.205 mg/kg, ; Ni 0.094 mg/kg, 0.072 mg/kg, 0.078 mg/kg, 27.714 mg/kg, ; Pb 0.269 mg/kg, 0.293 mg/kg, 0.283 mg/kg, 43.142 mg/kg, ; Zn 4.149 mg/kg, 21.861 mg/kg, 8.088 mg/kg, 226.283 mg/kg respectively.

3. In level of hazardous metal within kidney control group searched 0.194 ± 0.052 mg/kg, experimental I group 0.189 ± 0.036 mg/kg, experimental II group 0.264 ± 0.179 mg/kg. In level of non hazardous metal control group searched 15.917 ± 5.575 mg/kg, experiment I group 17.064 ± 2.246 mg/kg, experiment II group 16.892 ± 3.586 mg/kg. Besides in total level of metal control group detected 6.484 ± 2.258 mg/kg, experiment I group 6.940 ± 0.914 mg/kg, experiment II group 6.915 ± 1.508 mg/kg There all was no statistical significance.

4. In level of hazardous metal within the liver control group searched 0.187 ± 0.048 mg/kg, experiment I group 0.168 ± 0.079 mg/kg, experiment II group 0.277 ± 0.159 mg/kg. In level of

non hazardous heavy metal control group detected 44.925 ± 18.468 mg/kg, experiment I group 39.917 ± 12.772 mg/kg, experiment II group 49.525 ± 33.484 mg/kg. Besides in total concentration control group searched 18.082 ± 7.395 mg/kg, experiment I group 16.068 ± 5.128 mg/kg, experiment II group 19.977 ± 13.443 mg/kg. There was no statistical significance but hazardous metal gets more level in the experiment group than in the control group.

5. In level of hazardous metal within brain control group searched 0.145 ± 0.056 mg/kg, experiment I group 0.167 ± 0.030 mg/kg, experiment II group 0.172 ± 0.123 mg/kg. In level of non hazardous heavy metal control group detected 6.488 ± 0.965 mg/kg, experiment I group 7.290 ± 0.588 mg/kg, experiment II group 7.010 ± 1.627 mg/kg. Besides in total concentration control group searched 2.683 ± 7.395 mg/kg, experiment I group 3.017 ± 0.238 mg/kg, experiment II group 2.908 ± 0.711 mg/kg. Therefore there was no statistical significance.

6. In level of hazardous metal within bone control group searched 8.172 ± 5.195 mg/kg, experiment I group 9.128 ± 4.143 mg/kg, experiment II group 9.401 ± 6.924 mg/kg. There is statistical significance($p < 0.05$). In level of non hazardous metal control group detected 94.065 ± 36.035 mg/kg, experiment I group 147.563 ± 79.939 mg/kg, experiment II group 142.730 ± 77.374 mg/kg. Besides in total level control group searched 48.530 ± 16.523 mg/kg, experiment I group 64.502 ± 31.078 mg/kg, experiment II group 62.733 ± 34.641 mg/kg. Therefore there was no statistical significance.

7. In the correlative research as to how each metal influences to ingestion Cd and Co searched 0.954 and Pb and Ni -0.0884 from kidney. Co and Cd was 0.995 and Zn and As -0.190 from liver. Co and Cd were 0.995 and Zn and Cu -0.393 from brain. Co and Cd were 0.998 and Zn and Mn -0.206 from bones

Key words : SipJeonDaeBo-decoction, Metal level, Metal correlation,

I. 서론

한의학은 자연에 존재하는 천연한약재를 이용하여 인체의 질병을 예방하고 치료하여 왔으며 이러한 한약재는 다양한 식물, 동물, 광물질을 천연상태로 또는 적절하게 가공해서 사용하고 있다. 그러나 세계적으로 산업화, 공업화가 진행되고 인간의 활동이 증가하여 수질, 대기 및 토양 등 주위환경들이 오염되어 오염된 환경속에서 생산된 각종 농수산물과 한약재 또한 오염되고 있으며 최근의 연구¹⁾에 의하면 오염정도가 증가하고 있는 것으로 알려지고 있다. 특히 의약품의 원료가

되는 한약재의 경우 안전성 확보를 통한 良質의 한약재 사용이 반드시 필요하다. 따라서 이러한 최근의 오염문제에 대한 학문적인 연구경향²⁾을 근거로 오염경로를 차단하고 파악하여 한약재오염을 최소화하는 대책을 세워야 할 것이다.

금속, 농약, 표백제, 미생물 등은 한약재의 주요 오염물질인데 이중 최근의 연구는 주로 금속과 농약(유기인제, 유기염소계 카바메이트계)위주로 연구들이 발표되고 있으나 박³⁾, 이⁴⁾, 김⁵⁾ 등의 연구에 의하면 한약재중 농약 오염은 극히 일부 한약재를 제외하고 특별한 문제가 없는 것으로 보고하여 본 연구자는

현재 한약재 오염문제중 가장 중요한 문제인 금속오염에 대한 연구를 실시하고자 하였다. 자연환경속의 금속은 주로 토양속에 이미 정상적인 성분으로 존재하거나 주위 광산이나 공장, 대기오염으로 인해서 중합적으로 발생한다. 금속은 농약처럼 자연과학의 발달로 인한 인위적인 합성경과에 의한 새로운 오염물질에 의해서 오염되기 보다는 주로 이미 지구의 환경속에 존재하는 것들이 인간의 자연과학발달과 산업화의 결과에 따라 이동범위가 매우 다양해지고 커졌다는게 문제이다^{6),7)}.

금속은 Cd, Hg, As, Cr, Ni, Pb, Co 등의 유독금속과 Fe, Zn, Cu, Mn 등의 필수금속으로 분류되는데 인체에 과량 혹은 결핍상태가 되면 필수금속이라도 유해현상을 나타내게 된다. 또한 금속은 비중이 5~7이상으로 본래 속성이 무겁기 때문에 이동성이 적어 최초로 오염된 지역에서 머무는 경향이 강하며 또한 대체적으로 반감기가 수년에서 수십년으로 쉽게 분해되지 않아 환경에 축적된다^{8),9)}. 이러한 금속의 물리, 화학적 특성은 한약재의 금속오염에 대한 적절한 대책을 세우는데 중요한 해결책을 제공해 줄 수 있다.

따라서 한의사의 진단·처방후 섭취하였을 때 현재 多用 처방의 하나인 십전대보탕을 실험동물에 투여하여 주요장기의 금속농도의 변화를 연구하고자 하였다. 특히 생체내 금속농도에 영향을 미칠 수 있는 모든 요소 즉 사료, 수분, 한약재중의 금속농도를 측정하였으며 또한 중금속의 주요장기인 간, 신장, 뇌, 뼈(경골과 비골)의 중금속 농도와 유해, 무해 및 총금속으로 분류하여 각각의 오염량이 생체에 미치는 의미를 고찰하고 또한 장기별 금속간의 상관성을 조사하여 앞으로 금속오염문제에 대한 구체적인 자료를 제공하고자

한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험동물

동물사육실에서 사육된 Sprague - Dawley 흰쥐의 체중이 180-240g인 암수 30마리(체중 ♂ 177-238g, ♀ 187-224g)를 공급받아 2주일 동안 항온항습기에 적응(온도 18℃ - 22℃, 습도 50%-60%) 시킨후 실험에 사용하였다.

2) 급여사료

실험기간 동안 급여사료는 실험동물용 펠레트사료(주식회사 삼양사)를 무제한 공급하여 섭취된 양을 측정하였으며 음료로는 수돗물을 자유로이 섭취케 하여 2일간격으로 섭취량을 측정하였다. 실험기간 동안 사용된 사료의 성분은 표1.1과 같다.

Table1.1 Composition of Animal Feed

성분명	비율(%)
조단백질	22.1%이상
조지방	3.5%이상
조섬유	5.0%이하
조회분	8.0%이하
칼슘	0.6%이하
인	0.4%이하

3) 십전대보탕 구성 및 십전대보탕 추출방법

(1) 십전대보탕의 내용 및 분량

본 실험에서 사용된 약제는 시중에서 구입하여 정선한 것을 사용하였고 처방내용은 既存韓醫書¹⁴⁾에 준하였으며 내용, 분량은 표1.2와 같다.

Table1.2 Drug names, Scientific names, Dosage of SipJeonDaeBo- Decoction

Drug names	A Scientific names	Dosage (per ounce)
인삼 (人參)	<i>Ginseng Radix</i>	5g
백출 (白朮)	<i>Atractylodis Japoniae Rhizoma</i>	5g
백복령 (白茯苓)	<i>Poria(poria cocos wolf)</i>	5g
감초 (甘草)	<i>Glycyrrhizae Radix</i>	5g
숙지황 (熟地黃)	<i>Rhizoma Rehmsnnae</i>	5g
당귀 (當歸)	<i>Angelicae Gigantis Radix</i>	5g
천궁 (川芎)	<i>Cnidii Rhizoma</i>	5g
백작약 (白芍藥)	<i>Paeoniae Radix Alba</i>	5g
황기 (黃芪)	<i>Astragali Radix</i>	4g
육계 (肉桂)	<i>Cinnamomum cassia presl</i>	4g
생강 (生薑)	<i>Zingiberis Rhizoma Crudus</i>	2g
대조 (大棗)	<i>Zizyphi Fructus</i>	2개
총량		50g

(2) 십전대보탕의 추출

십전대보탕(첨당 50.0g) 1제분량(10일)인 1200.0g를 깨끗한 부직포에 넣어 고압한약추출기(제조회사명 : 삼익)에 수돗물 4700cc 과 함께 120℃~122℃에서 전탕하여 한약 pack에 넣어 실온에 보관한 후 실험원액으로 사용하였다.

2. 실험방법

1) 실험설계

실험군은 대조군, 실험 I군(투여시 실험동물의 무게를 측정후 사람 60kg투여량을 100cc로 기준을 삼고 g당 계산한 량 ×1), 실험 II군(투여시 실험동물의 무게를 측정후 인간 60kg투여량인 100cc를 기준으로 g당 계산한 량의 2배 ×2)으로 나누었으며 10일동안 매일 1회씩 투여량(3회/日)를 계산하여 경구 투여하였다.

Table1.3 Experimental Design

Groups	No. of Animals	Dosage	Feed	Dosage Method
Control	10	100cc/60kg(per rson)	saline	P.O
Experimental Group I	10	100cc/60kg(pe rson)	SipJeonDaeBo-Decoction × 1	P.O
Experimental Group II	10	100cc/60kg(pe rson).	SipJeonDaeBo-Decoction × 2	P.O

2) 실험방법

투여기간은 매일 연속적으로 10일동안 1일 3회분량을 1회씩 투여하였으며 약물을 투여하여 최종적으로 마취(약물명 : 캐타라, 유한양행)후 해부하여 금속의 중요장기인 뇌, 간, 신, 뼈(경골과 비골)을 적출하여 각각 무게를 측정후 장기에 금속을 측정하였다. 중요한 실험측정항목은 十全大補湯中の 전탕하기전 금속측정, 十全大補湯 煎湯後의 금속측정, 투여 수분중의 금속측정, 그리고 실험동물의 주요장기인 간, 신, 뇌, 뼈(경골과 비골)중의 금속분석을 실시하였다.

3) 금속 전처리 및 측정시 사용기계

십전대보탕 전탕액, 사료, 수분, 중요장기의 금속 총합량을 측정하기 위해서 EPA의 실험법인 SW-846 3050A(Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn, As, Pb) 및 7470A(Hg)에 따라 전처리 하였다. 전탕액과 사료, 수분은 실험에 사용된 것과 동일한 것을 재료로 삼았고, 중요장기는 마취제인 캐타라(제조명 : 유한양행)로 흰쥐를 치사시킨 후 심장천자로 혈액을 채취하고 즉시 장기를 적출한 후에 생리식염수로 장기를 세척하고 여과지로 물기를 흡수시킨후 각 장기의 무게를 측정하였으며 냉동보관하였다. 본실험에서는 Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn을 분석하기 위해서 일정량의 실험재료를 취하여 질산 (1+1) 10mL을 가해

95°C에서 10~15분간 가열한 후 질산원액 5mL를 첨가해서 30분간 95°C에서 분해한 후 질산화반응을 통해 일부 분해되지 않은 시료를 처리하기 위해 1회 반복하였다. 잔여유기물을 완전히 분해시키기 위해 30% 과산화수소를 1~3mL 첨가하였으며 이를 수회 반복하였다. 이 때 가해진 과산화수소는 총 10mL를 넘지 않도록 하였다. 염산으로 최종분해한 후 여과하여 Frame AA(Perkin Elmer 5100PC)로 측정하였으며 As, Pb는 Graphite Furnace AA(Perkin Elmer 5100PC with HFA-600)로 분석하였다. Graphite Furnace AA로 분석할 경우에는 염소이온에 의한 간섭 때문에 전처리 과정에서 과산화수소로 유기물을 분해한 후 염산을 첨가하지 않고 바로 여과하여 분석시료로 사용하였다.

Hg는 EPA Method 7470A에 따라 일정량의 실험재료를 3배수로 취하여 왕수를 가해 95°C에서 가열한 후 과망간산칼륨을 가하고, 다시 30분간 가열하여 유기물의 분해를 실시하였다. 시료가 과망간산칼륨에 의해 착색된 것을 염화나트륨-하이드록실아민설피이트 혼합액으로 탈색시켜 Mercury Analyzer(TSP 3200)으로 분석하였다. Hg의 경우 다른 금속의 실험방법과는 달리 표준액을 분석시료와 동일한 방법으로 전처리하는 working standard법을 실시하였다.

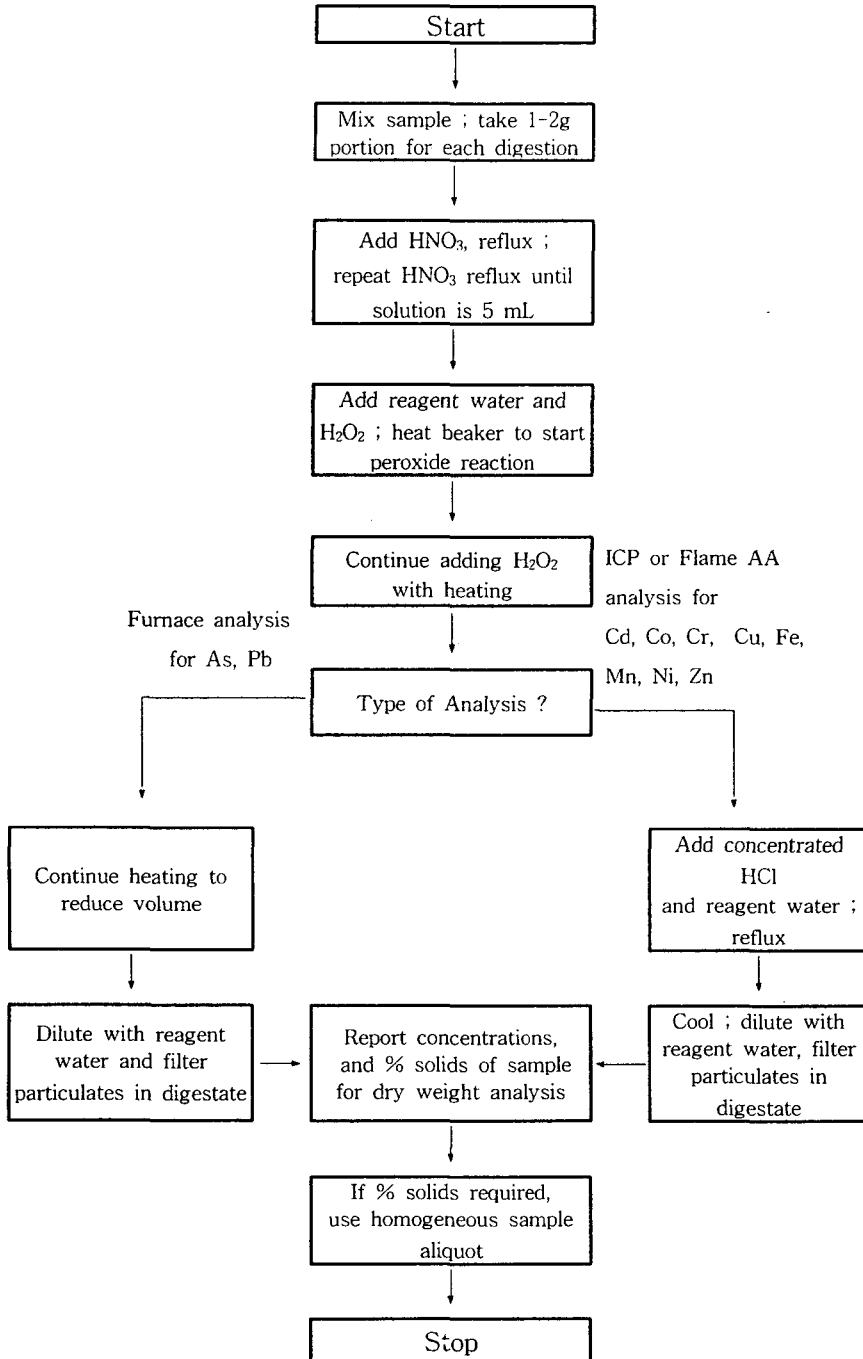


Fig. 1.1 Acid digestion of blood, feed and SipJeonDaeBo-Decoction - SW846 method 3050A (EPA, 1992).

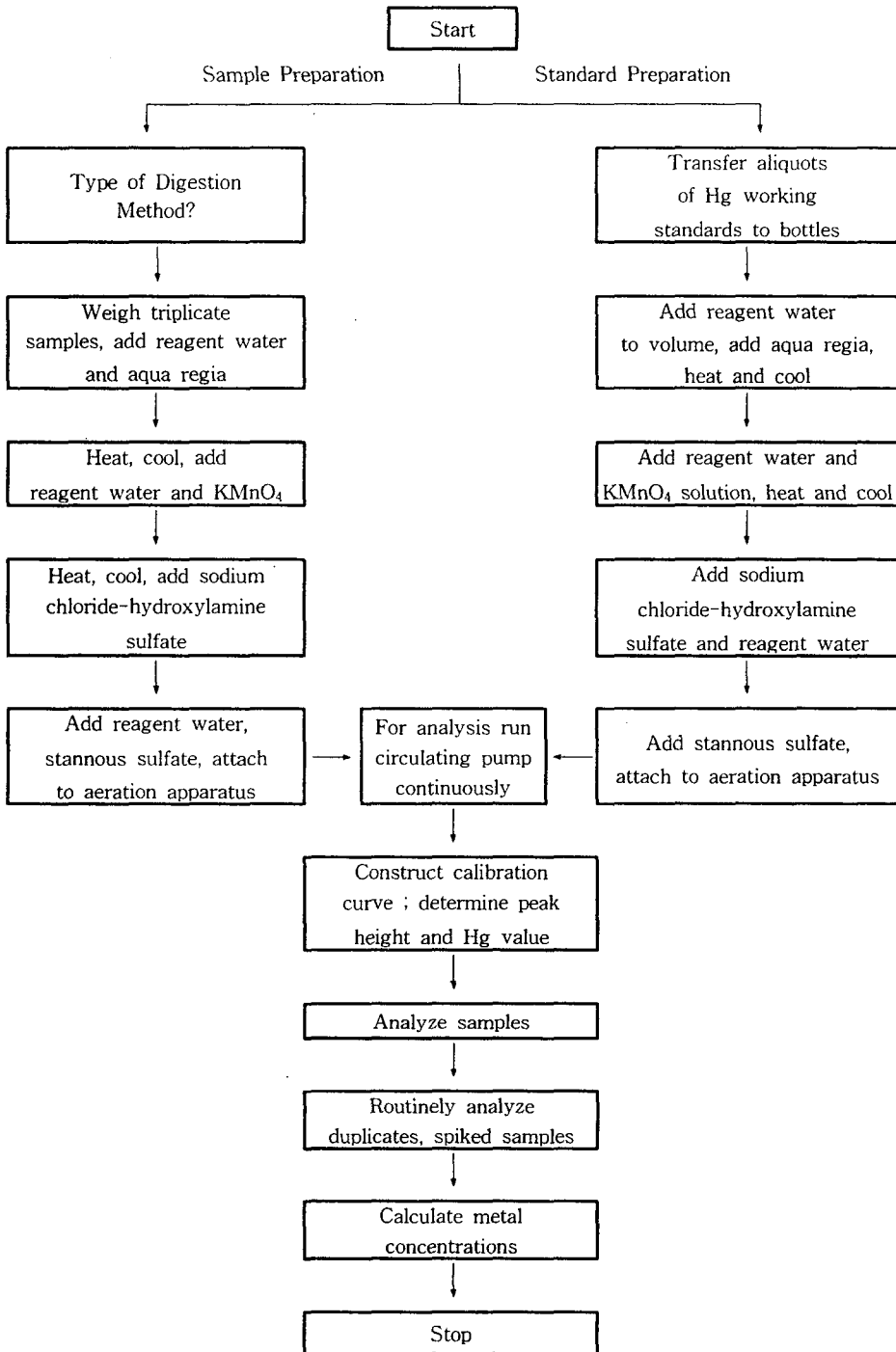


Fig. 1.2 Mercury Analysis of blood, feed and *SipJeonDaeBo-Decoction* - SW846 method 7470A (EPA, 1990)

3. 통계분석

SAS 통계프로그램(Version 6.04)¹⁵⁾을 이용하여 분산분석(ANOVA), 빈도분석 등을 실시하였다.

Ⅲ. 실험 결과

Ⅲ-1 첩약상태, 투여전·후 신장, 간, 뇌, 뼈의 금속농도

다음은 첩약상태, 수분 및 사료, 실험동물에 십전대보탕 투여후 신장, 간, 뇌, 뼈 각각의 금속농도 비교결과이다. 실험에 사용된 첩약과 물, 사료중의 함유된 As는 각각 0.140 mg/kg, 불검출, 0.596 mg/kg, Cd는 각각 0.130 mg/kg, 불검출, 0.309 mg/kg, Co는 각각 0.140 mg/kg, 불검출, 1.421 mg/kg, Cr은 각각 1.108 mg/kg, 불검출, 1.141 mg/kg, Cu는 각각 3.916 mg/kg, 0.008 mg/L, 32.866 mg/kg, Fe는 각각 122.565 mg/kg, 불검출, 376.983 mg/kg, Hg는 각각의 측정항목에서 모두 검출되지 않았고, Mn은 각각 46.334 mg/kg, 0.002mg/L, 134.901 mg/kg, Ni는 각각 1.339 mg/kg, 0.006 mg/L, 2.526 mg/kg, Pb는 각각 0.622 mg/kg, 0.001mg/L, 0.836 mg/kg, Zn은 각각 13.930 mg/kg, 0.065 mg/L, 118.292 mg/kg으로 나타났다.

실험동물의 신장, 간, 뇌, 뼈에서 As는 각각 0.474 mg/kg, 0.486 mg/kg, 0.314 mg/kg, 0.834 mg/kg, Cd는 각각 0.060 mg/kg, 0.045 mg/kg, 0.030 mg/kg, 0.353 mg/kg, Co는 각각 0.105 mg/kg, 0.063 mg/kg, 0.030 mg/kg, 0.399 mg/kg, Cr은 각각 0.292 mg/kg, 0.304 mg/kg, 0.234 mg/kg, 0.962 mg/kg, Cu는 각각 4.201 mg/kg, 3.759 mg/kg, 1.923 mg/kg, 0.484 mg/kg, Fe는 각각 57.535 mg/kg, 150.571 mg/kg, 17.178 mg/kg,

281.506 mg/kg, Hg는 각각 측정항목에서 모두 검출되지 않았고, Mn은 각각 0.612 mg/kg, 2.968 mg/kg, 0.528 mg/kg, 4.205 mg/kg, Ni는 각각 0.094 mg/kg, 0.072 mg/kg, 0.078 mg/kg, 27.714 mg/kg, Pb는 각각 0.269 mg/kg, 0.293 mg/kg, 0.283 mg/kg, 43.142 mg/kg, Zn은 각각 4.149 mg/kg, 21.861 mg/kg, 8.088 mg/kg, 226.283 mg/kg으로 나타났다.

실험에 사용된 첩약, 물 그리고 사료에서 As, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb의 유해금속은 각각 평균 0.497 mg/kg, 0.001 mg/L, 0.976 mg/kg로 나타났으며 신장, 간, 뇌, 뼈에서는 평균 0.185 mg/kg, 0.180 mg/kg, 0.138 mg/kg, 10.486 mg/kg으로 나타났다. 또한 무해금속인 Cu, Fe, Mn, Zn은 첩약, 물 그리고 사료에서 각각 평균 46.686 mg/kg, 0.019 mg/L, 165.761 mg/kg으로 나타났으며, 신장과 간, 뇌, 뼈에서 각각 16.624 mg/kg, 44.790 mg/kg, 6.929 mg/kg, 128.12 mg/kg으로 나타났으며 총금속은 첩약, 물 그리고 사료에서 각각 평균 17.293 mg/kg, 0.007 mg/L, 60.897 mg/kg으로 나타났으며 신장과 간, 뇌, 뼈에서 각각 6.163 mg/kg, 16.402 mg/kg, 2.608 mg/kg, 53.262 mg/kg으로 나타났다.

표 2.1~2.3은 신장중의 유해금속, 무해금속 및 총금속농도의 실험결과이다. 신장중 유해금속 농도는 대조군이 0.194 ± 0.052 mg/kg, 실험I군은 0.189 ± 0.036 mg/kg, 실험II군은 0.264 ± 0.179 mg/kg로 통계적인 유의성은 없었다(표 2.1). 무해금속농도는 대조군이 15.917 ± 5.575 mg/kg, 실험I군이 17.064 ± 2.246 mg/kg, 실험II군이 16.892 ± 3.586 mg/kg로 통계적인 유의성이 없었다(표 2.2). 또한 유해금속과 무해금속농도를 합한 총금속농도는 대조군이 6.484 ± 2.258 mg/kg, 실험I군이 6.940 ± 0.914 mg/kg, 실험II군이 6.915 ± 1.508 mg/kg이었다(표 2.3).

Table 2.1 Hazardous Kidney metal level after SipJeonDaeBo-decoction P.O. Injection

(Unit : mg/kg)	
Group	Concentration (Mean ± S.D.)
Control	0.194 ± 0.052
Experimental group I	0.189 ± 0.036
Experimental group II	0.264 ± 0.179

P > 0.05 (P = 0.257)

Table 2.2 Non hazardous Kidney metal level after SipJeonDaeBo - decoction P.O. Injection

(Unit : mg/kg)	
Group	Concentration (Mean ± S.D.)
Control	15.917 ± 5.575
Experimental group I	17.064 ± 2.246
Experimental group II	16.892 ± 3.586

P > 0.05 (P = 0.792)

Table 2.3 Total Kidney metal level after SipJeonDaeBo-decoction P.O. Injection (Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean ± S.D.)
Control	6.484 ± 2.258
Experimental group I	6.940 ± 0.914
Experimental group II	6.915 ± 1.508

P > 0.05 (P = 0.787)

표 2.4는 신장중 각 금속간의 흡수에 영향을 미치는 정도를 나타내는 상관성 결과이다.

Cd와 Co의 상관성은 0.95442, Cu와 Cd는 0.72700, Cu와 Co는 0.73373, Pb와 Cd는 0.67162, Zn과 Cu는 0.74186으로 정의 상관성이 강하게 나타났으며, Cd와 As는 -0.01594, Mn과 Cd는 -0.05722, Mn과 Co는 -0.12462, Mn과 Cr은 -0.04996, Mn과 Cu는 -0.01399, Ni와 Co는 -0.04695, Ni와 Cu는 -0.06791, Pb와 Cr은 -0.03988, Pb와 Ni는 -0.08844, Zn과 Ni는 -0.04090으로 약한 음의 상관성이 나타났으며, Cr과 Co는 0.04065, Cu와 Cr은 0.03389, Mn과 As는 0.09660, Ni와 Fe는 0.03061, Ni와 Mn은 0.07866, Zn과 Cr은 0.06167로 상관성이 없었다.

Table 2.4 Metal Correlation in Kidney Metal Level

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
As	1.00000									
Cd	-0.01594	1.00000								
Co	0.09918	0.95442	1.00000							
Cr	0.12518	0.02759	0.04065	1.00000						
Cu	0.14467	0.72700	0.73373	0.03389	1.00000					
Fe	0.42400	0.26275	0.30702	0.12893	0.53026	1.00000				
Mn	0.09660	-0.05722	-0.12462	-0.04996	-0.01399	0.15431	1.00000			
Ni	0.17866	-0.01216	-0.04695	0.86214	-0.06791	0.03061	0.07866	1.00000		
Pb	0.30847	0.67162	0.64995	-0.03988	0.51744	0.38171	0.22307	-0.08844	1.00000	
Zn	0.30426	0.52431	0.57569	0.06167	0.74186	0.52896	0.11898	-0.04090	0.55817	1.00000

표 2.5~2.7는 간장중의 유해금속, 무해금속 및 총금속농도의 실험결과이다. 간장중 유해금속농도는 대조군이 0.187 ± 0.048 mg/kg, 실험I군은 0.168 ± 0.079 mg/kg, 실험II군은 0.277 ± 0.159 mg/kg로 통계적인 유의성은 없었다(표 2.5). 무해금속농도는 대조군이 44.925 ± 18.468 mg/kg, 실험I군이 39.917 ± 12.772 mg/kg, 실험II군이 49.525 ± 33.484 mg/kg로 통계적인 유의성이 없었다(표 2.6). 또한 유해금속과 무해금속농도를 합한 총금속농도는 대조군이 18.082 ± 7.395 mg/kg, 실험I군이 16.068 ± 5.128 mg/kg, 실험II군이 19.977 ± 13.443 mg/kg이었다(표 2.12).

Table 2.5 Hazardous Liver metal level after SipJeonDaeBo-decoction P.O. Injection (Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean \pm S.D.)
Control	0.187 ± 0.048
Experimental group I	0.168 ± 0.079
Experimental group II	0.277 ± 0.159

$P > 0.05$ ($P = 0.068$)

Table 2.6 Non-hazardous Liver metal level after SipJeonDaeBo - decoction P.O. Injection (Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean \pm S.D.)
Control	44.925 ± 18.468
Experimental group I	39.917 ± 12.772
Experimental group II	49.525 ± 33.484

$P > 0.05$ ($P = 0.657$)

Table 2.7 Total Liver metal level after SipJeonDaeBo-decoction P.O. Injection (Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean \pm S.D.)
Control	18.082 ± 7.395
Experimental group I	16.068 ± 5.128
Experimental group II	19.977 ± 13.443

$P > 0.05$ ($P = 0.649$)

표 2.8은 간장중 각 금속간의 흡수에 영향을 미치는 정도를 나타내는 상관성 결과이다. Co와 Cd의 상관성은 0.99620, Fe와 Cd는 0.76636, Fe와 Co는 0.75850, Ni와 Cr은 0.81158, Zn과 Cd는 0.82829, Zn과 Co는 0.83514로 정의 상관성이 강하게 나타났으며, Cd와 As는 -0.09604, Co와 As는 -0.09144, Cr과 As는 -0.07646, Fe와 Cu는 -0.18707, Ni와 As는 -0.11992, Ni와 Mn은 -0.14734, Pb와 Cr은 -0.04962, Zn과 As는 -0.19058로 약한 음의 상관성이 나타났으며, Fe와 As는 0.01647, Mn과 Cr은 0.04826, Mn과 Cu는 0.04903, Ni와 Cu는 0.07393, Zn과 Ni는 0.02261, Zn과 Pb는 0.02613으로 상관성이 없었다.

표 2.9~2.11은 뇌중의 유해금속, 무해금속 및 총금속농도의 실험결과이다. 뇌중 유해금속농도는 대조군이 0.145 ± 0.056 mg/kg, 실험I군은 0.167 ± 0.030 mg/kg, 실험II군은 0.172 ± 0.123 mg/kg로 통계적인 유의성은 없었다(표 2.9). 무해금속농도는 대조군이 6.488 ± 0.965 mg/kg, 실험I군이 7.290 ± 0.588 mg/kg, 실험II군이 7.010 ± 1.627 mg/kg로 통계적인 유의성이 없었다(표 2.10). 또한 유해금속과 무해금속농도를 합한 총금속농도는 대조군이 2.683 ± 7.395 mg/kg, 실험I군이 3.017 ± 0.238 mg/kg, 실험II군이 2.908 ± 0.711 mg/kg이었다(표 2.11).

Table 2.8 Metal Correlation in Liver Metal Level

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
As	1.00000									
Cd	-0.09604	1.00000								
Co	-0.09144	0.99620	1.00000							
Cr	-0.07646	0.11913	0.11156	1.00000						
Cu	0.14612	-0.34147	-0.31187	-0.01487	1.00000					
Fe	0.01647	0.76636	0.75850	0.16646	-0.18707	1.00000				
Mn	0.31694	0.22884	0.23182	0.04826	0.04903	0.31516	1.00000			
Ni	-0.11992	0.09332	0.07854	0.81158	0.07393	0.19786	-0.14734	1.00000		
Pb	0.64862	0.11933	0.12500	-0.04962	0.40199	0.20464	0.30271	-0.02436	1.00000	
Zn	-0.19058	0.82829	0.83514	0.04151	-0.08756	0.53479	0.07011	0.02261	0.02613	1.00000

Table 2.9 Hazardous Brain metal level after SipjeonDaeBo-decoction P.O. Injection
(Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean ± S.D.)
Control	0.145 ± 0.056
Experimental group I	0.167 ± 0.030
Experimental group II	0.172 ± 0.123

$P > 0.05$ ($P = 0.729$)

Table 2.10 Non-hazardous Brain metal level after SipjeonDaeBo-decoction P.O. Injection
(Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean ± S.D.)
Control	6.488 ± 0.965
Experimental group I	7.290 ± 0.588
Experimental group II	7.010 ± 1.627

$P > 0.05$ ($P = 0.298$)

Table 2.11 Total Brain metal level after SipJeonDaeBo-decoction P.O. Injection
(Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean ± S.D.)
Control	2.683 ± 7.395
Experimental group I	3.017 ± 0.238
Experimental group II	2.908 ± 0.711

P > 0.05 (P = 0.313)

그림 2.12은 뇌중 각 금속간의 흡수에 영향을 미치는 정도를 나타내는 상관성 결과이다. Co와 Cd의 상관성은 0.99557, Fe와 Cd는 0.73358, Fe와 Co는 0.72712로 정의 상관성이 강하게 나타났으며, Cd와 As는 -0.11569, Co와 As는 -0.12723, Ni와 Cr은 -0.16917, Zn과 Cd는 -0.13329, Zn과 Cu는 -0.39334, Zn과 Fe

는 -0.19117, Zn과 Mn은 -0.20490으로 약한 음의 상관성이 나타났으며, Cr과 Cd는 0.06466, Ni와 Cu는 0.02246, Pb와 Ni는 0.02313, Zn과 As는 0.04479로 상관성이 없었다.

표 2.13~2.15은 뼈(경골과 비골)중의 유해 금속, 무해금속 및 총금속농도의 실험결과이다. 뼈중 유해금속농도는 대조군이 8.172 ± 5.195 mg/kg, 실험I군은 9.128 ± 4.143 mg/kg, 실험II군은 9.401 ± 6.924 mg/kg로 통계적인 유의성은 있었다(p < 0.01 표 2.13). 무해금속농도는 대조군이 94.065 ± 36.035 mg/kg, 실험I군이 147.563 ± 79.939 mg/kg, 실험II군이 142.730 ± 77.374 mg/kg로 통계적인 유의성이 없었다(표 2.14). 또한 유해금속과 무해금속농도를 합한 총금속농도는 대조군이 48.530 ± 16.523 mg/kg, 실험I군이 64.502 ± 31.078 mg/kg, 실험II군이 62.733 ± 34.641 mg/kg이었다(표 2.15).

Table 2.12 Metal Correlation in Brain Metal Level

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
As	1.00000									
Cd	-0.11569	1.00000								
Co	-0.12723	0.99557	1.00000							
Cr	-0.11486	0.06466	0.08216	1.00000						
Cu	0.09623	0.41091	0.41330	0.35813	1.00000					
Fe	0.09495	0.73358	0.72712	0.07492	0.53862	1.00000				
Mn	0.11018	-0.11269	-0.11854	0.37700	0.17276	-0.00745	1.00000			
Ni	-0.04970	0.11423	0.11682	-0.16917	0.02246	0.25940	-0.19573	1.00000		
Pb	-0.04263	0.13999	0.12422	0.08097	0.24283	0.28409	0.44550	0.02313	1.00000	
Zn	0.04479	-0.13329	-0.12930	0.24196	-0.39334	-0.19117	-0.20490	-0.03574	-0.04624	1.00000

Table 2.13 Hazardous Bones(Tibula and Tibia) Metal level after SipJeonDaeBo-decoction P.O. Injection

(Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean ± S.D.)
Control	8.172 ± 5.195
Experimental group I	9.128 ± 4.143
Experimental group II	9.401 ± 6.924

P < 0.01 (P = 0.0013)

Table 2.15 Total Bones(Tibula and Tibia) Metal level after SipJeon DaeBo-decoction P.O. Injection

(Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean ± S.D.)
Control	48.530 ± 16.523
Experimental group I	64.502 ± 31.008
Experimental group II	62.733 ± 34.641

P > 0.05 (P = 0.401)

Table 2.14 Non-hazardous Bones(Tibula and Tibia) Metal level after SipJeonDaeBo-decoction P.O. Injection

(Unit : mg/kg)

Group	Concentration (Mean ± S.D.)
Control	94.065 ± 36.035
Experimental group I	147.563 ± 79.939
Experimental group II	142.730 ± 77.374

P > 0.05 (P = 0.166)

표 2.16은 뇌중 각 금속간의 흡수에 영향을 미치는 정도를 나타내는 상관성 결과이다. Co와 Cd의 상관성은 0.99878, Ni와 Mn은 0.82422, Zn과 Cd는 0.55590, Zn과 Co는 0.55866으로 정의 상관성이 강하게 나타났으며, Cr과 As는 -0.15157, Fe와 As는 -0.15743, Fe와 Cu는 -0.15232, Zn과 Mn은 -0.20626, Zn과 Pb는 -0.10552로 약한 음의 상관성이 나타났으며, Cu와 As는 0.01980, Fe와 Cr은 0.02811, Ni와 As는 0.02376, Zn과 As는 0.01397로 상관성이 없었다.

Table 2.16 Metal Correlation in Bones(Fibula and Tibia) Metal Level

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
As	1.00000									
Cd	-0.09590	1.00000								
Co	-0.11017	0.99878	1.00000							
Cr	-0.15157	0.13593	0.13935	1.00000						
Cu	0.01980	-0.08716	-0.08718	-0.11577	1.00000					
Fe	-0.15743	0.03963	0.06271	0.02811	-0.15232	1.00000				
Mn	0.08542	-0.06851	-0.05728	0.35027	0.40072	0.06594	1.00000			
Ni	0.02376	0.41229	0.41961	0.36789	0.27279	0.11375	0.82422	1.00000		
Pb	-0.03218	-0.04095	-0.02729	0.11442	-0.08270	0.05342	0.07447	-0.00687	1.00000	
Zn	0.01397	0.55590	0.55866	0.18341	-0.05117	0.22171	-0.20626	0.05391	-0.10552	1.00000

IV. 고찰

산업화와 공업화로 환경이 파괴되고 이로 인한 환경오염문제는 국민의 건강권에 커다란 영향을 미치고 있다. 또한 국민들의 생활수준의 향상과 더불어 건강에 많은 관심을 갖게 되면서 보다 안전성이 확보된 양질의 한약재나 식품을 요구하게 되었다. 이 결과 국가에서는 한약재에 대한 금속이나 농약의 오염이 커다란 사회적 문제로 점차 대두되어 그 허용기준을 정하게 되었다¹⁶⁾. 한약은 자연 환경에서 자연적이거나 인공적으로 재배 및 생산, 유통되어 최종적으로 한의사에 의해서 예방 및 치료목적으로 소비된다. 한약의 품질은 대기, 토양 및 수질오염 등 주변환경에 의하여 영향을 많이 받고 있으며 또한 한약 자체에도 생명을 영위하는데 필요한 필수금속을 비롯하여 많은 종류의 무기화합물을 함유하고 있다. 이러한 무기성분은 실제 금속이온

으로 역할을 하며 대부분 생체성분과 금속매체를 형성하여 발현하게 되며 이외에 단백질, 핵산과도 금속매체를 이루어 생리적으로 중요한 역할을 담당하게 된다¹⁷⁾.

그러나 특히 지상생물의 생활기반인 토양의 금속오염문제가 크게 우려되고 있는데 토양무기물중 용해성이 높은 것은 용해되어 축적현상이 일어나지 않으나 금속류는 토양중에 이동성이 적고 축적성이 높아 토양오염의 원인이 되고 있어 이들 토양속에서 생장발육하는 한약재의 오염문제는 최근 많은 사회문제가 되고 있는 실정에 있다⁸⁾. 또한 불명확한 수확, 수집, 가공, 운반 등의 과정에서 의도적 및 비의도적인 금속오염 등이 한의계 및 국민건강에 상당한 부정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 염려되고 있다¹³⁾.

따라서 저자는 한약중 농약오염에 대한 연구에서 극히 일부 한약재를 제외하고는 검출한계치이하였다는 박³⁾, 이⁴⁾, 김⁵⁾ 등의 연구를

근거로 하여 한약중의 금속을 중심으로 현재 한의사들이 多用하는 처방중의 하나인 십전대보탕을 실험동물에 경구투여한 후 한약재 중에 들어있는 금속이 실질적으로 동물생체 내에 얼마나 축적되는지에 대해서 최초로 실험을 실시하였다.

한약재중의 금속의 전함량을 분석하기 위해서 사용된 전처리방법은 미국환경보호청의 퇴적물, 슬러지 및 토양의 중금속분석을 위해 개발된 Method 3050A방법(수은을 제외한 대부분의 중금속처리법)과 7470방법(수은전처리법)을 채택¹⁸⁾하였다(그림1.1, 그림1.2). 이는 서¹⁹⁾ 등이 QA/QC결과를 검토하여 한약재들의 중금속전함량을 측정하기 위한 전처리 방법으로 QC과정인 duplicate, matrix spike, matrix spike duplicate 결과 적합하다고 판단된 것이다.

본 연구에서는 실험동물 중요장기에 중금속농도에 미칠 수 있는 모든 영향요소를 파악하기 위해 투여전후 십전대보탕중의 금속량, 실험과정에서 투여한 수분속에서 금속량 그리고 사용된 사료중의 금속량을 각각 실험하였다.

실험에 사용된 흰쥐의 신장, 간, 뇌, 뼈(경골과 비골)에서 As는 0.314~0.834mg/kg, Cd는 0.030~0.353 mg/kg, Co는 0.030~0.399 mg/kg, Cr은 0.234~0.962 mg/kg, Cu는 0.484~4.201 mg/kg, Fe는 17.178~281.506 mg/kg, Hg는 불검출, Mn은 0.528~4.205 mg/kg, Ni은 0.072~27.714 mg/kg, Pb는 0.269~43.142 mg/kg, 그리고 Zn은 4.149~226.283 mg/kg으로 각 장기 및 각금속마다 상당한 농도차이로 검출되었다. 이러한 결과는 각 금속이 갖고 있는 물리, 화학적인 특성의 차이와 금속의 생체내 중요 축적기관인 표적기관(Target organ)이 다르기 때문으로 사료된다. 이는 복용하기 전인 침약상태의 금속농도를 최근에 연구한 한¹⁾의 한약재종류별 금속평균농도에서 As가 1.878mg/kg, Co가 9.205mg/kg, Cr이 1.839mg/kg, Cu가

6.909mg/kg, Fe이 547.080mg/kg, Hg이 1.031mg/kg, Mn이 95.715mg/kg, Ni이 8.760mg/kg, Pb가 4.155mg/kg, 그리고 Zn이 38.510mg/kg과 본 실험의 결과와 비교할 때 Fe, Ni 등에서만 검출량이 많았다. 또한 이²⁾ 등이 전국의 한의원 30여곳에서 수거한 한약재를 전탕한 후에 함유되어 있는 금속농도와 십전대보탕 탕액을 비교검토한 결과 As가 0.105mg/L, Cd은 0.007mg/L, Hg가 0.150mg/L, 그리고 Mn이 5.227mg/L 등으로 일부 금속에서 높은 농도로 검출되었다. 이러한 결과는 본 실험에서 사용전 침약일부중 금속농도의 차이, 사용된 수분, 특히 사료중에 함유된 금속농도의 차이와 실험동물자체에 이미 오염된 요소 등이 실험결과에 종합적으로 영향을 미치고 있다고 사료된다.

이러한 금속의 정상적인 성인 체내량은 Fe이 70mg/kg, Zn이 38.3mg/kg, Cu가 1.2mg/kg, Mn이 0.2mg/kg, Ni이 0.16mg/kg, Cr이 0.025mg/kg, Co가 0.025mg/kg, Pb가 2.0mg/kg, Cd가 0.83mg/kg, 그리고 Hg가 0.21mg/kg범위인데 Ni과 Pb 등 일부금속을 제외하고는 실험결과로 얻어진 금속농도가 정상범위에 포함되어 그동안 우려했던 만큼의 차이는 아니었다. 이처럼 사람을 포함한 모든 생물의 체내에는 거의 모든 금속(원소)이 포함되어 있는데 생체내 금속을 크게 둘로 나눌 수 있다. 첫번째는 Pb, Hg, Cd, Cr, As, Ni 등으로 생체의 기능 및 구성과 전혀 관계가 없는 것으로서 그 생체내 농도는 생물이 거주하는 토양, 음식물, 대기중의 함유량에 좌우되고 일정농도이상 함유될 때 중독을 일으키는 것으로서 체내에서의 항상성을 볼 수 없는 소위 오염금속 즉 유해금속이다. 두번째는 필수금속인데 일반적으로 체내농도는 환경중 농도에 그다지 좌우되지 않고 극단적인 결핍이나 과잉일 경우를 제외하면 체내농도가 거의 일정하게 유지되는 것으로서 흡수나 배설의 자기조절에 의해 항상성이 유지되는 것이다. 관련된 생체장해로써 결핍증과 중독증이 있는데 그 중에서 미량금속에

속하는 것을 특히 필수미량금속이라고 부른다. 대표적으로는 Cu, Fe, Mn, Zn 등이 있다⁸⁾. 이것에 근거하여 각각의 금속농도를 유해, 무해 및 총(유해+무해금속)금속으로 분류하여 대조군과 실험 I, II군간에 차이를 연구하였다.

본 실험에서는 유해중금속인 As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Co의 평균농도는 신장, 간, 뇌, 뼈에서 각각 0.185mg/kg, 0.180mg/kg, 0.138mg/kg, 10.486mg/kg으로 나타났으며 무해금속인 Cu, Fe, Mn, Zn의 신장, 간, 뇌, 뼈의 평균농도는 각각 6.163mg/kg, 16.402mg/kg, 2.608mg/kg, 52.262mg/kg으로 나타났다. 또한 표2.1-2.3, 2.5-2.7, 2.9-2.11, 2.13-2.15에서 보듯이 장기별 유해금속농도연구에서 십전대보탕투여후 신장농도는 대조군에서 0.194 ± 0.052 mg/kg, 실험 I군에서 0.189 ± 0.036 mg/kg, 실험 II군에서 0.264 ± 0.179 mg/kg, 간장중 대조군의 농도는 0.187 ± 0.048 mg/kg, 실험 I군에서는 0.168 ± 0.079 mg/kg, 실험 II군에서 0.277 ± 0.159 mg/kg, 뇌중의 농도는 대조군에서 0.145 ± 0.056 mg/kg, 실험 I군에서 0.167 ± 0.030 mg/kg, 실험 II군에서 0.172 ± 0.123 mg/kg으로 나타났으나 대조군과 비교에서 유의한 차이가 없었으며, 또한 뼈(경골과 비골)중의 농도는 대조군에서 8.172 ± 5.195 mg/kg, 실험 I군에서 9.128 ± 4.143 mg/kg, 실험 II군에서 9.401 ± 6.924 mg/kg로 나타났으나 대조군과의 통계적인 비교에서는 유의한 차이가 있었다($P < 0.05$).

각 장기에 따른 평균 무해금속과 총금속농도에서는 대조군과 실험군간의 유의한 차이가 없었으며 오직 뼈중의 평균 유해금속의 농도가 대조군에 비해서 크게 증가하였는데 이는 Pb, Cd 등의 주요 금속의 표적기관이 뼈이기 때문으로 사료된다. 예를들어 금속의 체내 분포상황을 보면 Zn은 골격, 간, 근육에 Cu는 골격, 간, 심장, Mn은 골격, 간, Cr은 근육, 간 등으로 그 차이가 크게 나타나고 있다²⁰⁾. 각 장기함량은 기관과 조직마다 이러한 금속들은 특히 필수금속은 생체내에 일정농도를 유지하면서 생체의 건강유지 및 질병치료에 많은 영향을 미치는 것으로 최근 보고되고 있다. 예를 들어 이러한 미량

금속이 결핍되었을 때 정신분열²¹⁾, 신중합증출혈열²²⁾, 소아신경행위²³⁾, 식도암, 위암 등 소화기계 암^{24),25)}, 기억력²⁶⁾, 체내기형²⁷⁾, 면역기능²⁸⁾, 지능지수^{29),30),31)}, 간장 및 신장기능손상, 항암효과³⁴⁾, 순응행위³⁵⁾, 골대사³⁶⁾, Fe결핍성빈혈²⁸⁾, 치아우식증³⁷⁾, 백반증³⁷⁾ 등 다양한 질병의 발생과 관련되는 것으로 연구되고 있다. 그동안 한약의 치료효과는 氣味論을 중심으로 연구되어 왔으나 기존의 여러 연구^{1),13)}에 의하면 많은 약재중에는 인체에 필수적인 금속들이 상당량 함유되어 있는 것을 볼 때 한약의 효과중 상당부분은 현재까지 무관심했거나 알려지지 않은 한약재중에 포함된 금속들의 역할이나 작용이었다고 볼 수 있으며 앞으로 이에 대한 구체적인 연구가 좀더 필요할 것으로 사료된다.

본 논문의 실험설계는 증류수 투여군인 대조군, 실험동물무게를 측정후 인간 60kg의 투여량인 100cc를 기준으로 인간의 투여량×1(실험 I군), ×2(실험 II군)로 분류하여 10일간 1제, 2제분량을 경구투여하여 실험 I군과 II군간의 차이가 있는지에 대한 연구를 하였다. 투여후 신장중 총금속농도가 대조군의 6.484 ± 2.258 mg/kg, 실험 I군의 6.940 ± 0.914 mg/kg, 실험 II군의 6.915 ± 1.508 mg/kg으로 대조군에 비해서 실험 I군과 II군의 검출량이 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 간장, 뇌, 뼈(경골과 비골) 등에서도 대체로 같은 경향의 결과를 얻었는데 이는 한약재를 과량 또는 장기간 투약했을때 생체내 농도도 증가할 수 있는 것으로 추정할 수 있다. 이러한 결과는 최근 수년동안 사회적으로 한약재 오염에 관한 많은 우려와 염려가 계속되고 있는 시점에서 많은 시사점을 의미한다. 그러나 생체속의 양이 대체적으로 정상범위에 있기 때문에 선부른 오해와 판단은 무리이며 앞으로 이 분야에 대한 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 중요장기에 따른 금속농도의 차이는 금속자체의 화학적 특성과 금속간의 반응, 화학결합, 효소, 대사 및 세포막의 구조적 차이등에 의해서 나타난다고 볼

수 있는데 본 연구에서 신장중의 금속간의 상관성은 Cd와 Co는 0.95, Cu와 Cd는 0.72, Cu와 Co는 0.73, Cd와 As는 -0.01, Mn과 Cd는 -0.05였으며, 간장중의 금속간의 상관성은 Co와 Cd는 0.99, Fe와 Cd는 0.76, Fe와 Co는 0.75, Co와 As는 -0.09, Cr과 As는 -0.07였으며, 뇌중 금속간의 상관성은 Co와 Cd는 0.99, Fe와 Cd는 0.73, Fe와 Co는 0.72로 강한 正의 상관성을 나타냈으며 Cd와 As는 -0.11, Co와 As는 -0.12, Ni와 Cr은 -0.16이었으며 그리고 뼈중의 금속간 상관성은 Co와 Cd는 0.99, Ni와 Mn은 0.82, Cr과 As는 -0.15, Fe와 As는 -0.15, Fe와 Cu는 -0.15였다(표2.9, 2.13, 2.17, 2.21).

이러한 금속간의 正의 상관관계 및 否의 상관관계는 금속의 체내흡수 및 배설에 대해서 연구하는데 중요한 자료를 제공할 수 있다. 이것의 의미는 금속간의 상호경쟁 및 보완관계를 의미하기 때문에 正의 상관관계 및 否의 상관관계를 이용하여 생체내에 과량으로 축적되어 있는 금속이 있다면 상호경쟁관계에 있는 독성작용이 없거나 적은 필수금속을 투여하므로써 과량축적된 금속의 체외배출을 통해 생체를 보호하고 금속간의 균형을 유지할 수 있게 되며, 결과적으로 미량금속의 과잉과 결핍으로 인한 건강유지 및 질병예방을 이룰 수 있게 된다^{8),17)}.

실질적으로 본 실험의 결과를 뒷받침하는 연구자료 등이 다수 존재한다^{38)~40)}. 예를들어 Fe와 Co, Zn, Cu, Mn은 상호경쟁관계에 있기 때문에 Fe의 흡수를 억제한다거나 Cu와 높은 농도의 Zn, Cd, Cr은 경쟁관계에 있어서 서로 흡수를 저해하며 Pb와 Zn은 상호 원자구조가 비슷하여 서로 길항작용이 있다고 보고되고 있다^{8),20)}.

지금까지 본 실험결과를 종합해 보면 사회적으로 일반인들이 우려하는 것처럼 다용한약처방중의 하나인 십전대보탕 1제, 2제량을 투여했을때 독성학적인 큰 문제는 없었으나 뼈(경골과 비골)중의 유해금속농도가 유의하

게 증가하였는데 이는 앞으로 여러가지 측면에서 좀더 연구해야할 것으로 생각된다. 더불어 보다 근본적인 대책으로 한약오염문제에 대한 국가, 한의사협회 및 한의사, 한약재배자 및 유통업자 등 한약관련 단체 및 인사들이 적극적으로 참여하여 이 문제를 해결해야 할 것으로 사료된다¹³⁾.

V. 결론

현재 한의사의 多用한약처방중의 하나인十全大補湯중의 금속농도(As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)가 Sprague-Dawley흰쥐의 뇌, 신, 간, 뼈에 미치는 영향을 연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 실험에 사용된 수분중 금속은 불검출 ~ 0.65mg/l 과 사료중의 금속은 0.001 ~ 376.983mg/kg범위로 검출되었다.

2. 실험에 사용된 쥐의 신장, 간, 뇌, 뼈에서 As는 각각 0.474 mg/kg, 0.486 mg/kg, 0.314 mg/kg, 0.834 mg/kg, Cd는 각각 0.060 mg/kg, 0.045 mg/kg, 0.030 mg/kg, 0.353 mg/kg, Co는 각각 0.105 mg/kg, 0.063 mg/kg, 0.030 mg/kg, 0.399 mg/kg, Cr은 각각 0.292 mg/kg, 0.304 mg/kg, 0.234 mg/kg, 0.962 mg/kg, Cu는 각각 4.201 mg/kg, 3.759 mg/kg, 1.923 mg/kg, 0.484 mg/kg, Fe는 각각 57.535 mg/kg, 150.571 mg/kg, 17.178 mg/kg, 281.506 mg/kg, Hg는 각각의 측정항목에서 모두 검출되지 않았고, Mn은 각각 0.612 mg/kg, 2.968 mg/kg, 0.528 mg/kg, 4.205 mg/kg, Ni는 각각 0.094 mg/kg, 0.072 mg/kg, 0.078 mg/kg, 27.714 mg/kg, Pb는 각각 0.269 mg/kg, 0.293 mg/kg, 0.283 mg/kg, 43.142 mg/kg, Zn은 각각 4.149 mg/kg, 21.861 mg/kg, 8.088 mg/kg, 226.283 mg/kg으로 나타났다.

3. 신장중 유해금속 농도는 대조군이 0.194

± 0.052 mg/L, 실험I군은 0.189 ± 0.036 mg/L, 실험II군은 0.264 ± 0.179 mg/L로 통계적인 유의성은 없었으며 무해금속농도는 대조군이 15.917 ± 5.575 mg/L, 실험I군이 17.064 ± 2.246 mg/L, 실험II군이 16.892 ± 3.586 mg/L로 통계적인 유의성이 없었다. 또한 유해금속과 무해금속농도를 합한 총금속농도는 대조군이 6.484 ± 2.258 mg/L, 실험I군이 6.940 ± 0.914 mg/L, 실험II군이 6.915 ± 1.508 로 통계적인 유의성은 없었다.

4. 간장중 유해금속농도는 대조군이 0.187 ± 0.048 mg/L, 실험I군은 0.168 ± 0.079 mg/L, 실험II군은 0.277 ± 0.159 mg/L로 통계적인 유의성은 없었으며 무해금속농도는 대조군이 44.925 ± 18.468 mg/L, 실험I군이 39.917 ± 12.772 mg/L, 실험II군이 49.525 ± 33.484 mg/L로 통계적인 유의성이 없었다. 또한 유해금속과 무해금속농도를 합한 총금속농도는 대조군이 18.082 ± 7.395 mg/L, 실험I군이 16.068 ± 5.128 mg/L, 실험II군이 19.977 ± 13.443 으로 통계적인 유의성은 없었으나 유해금속농도가 실험군에서 대조군에 비해 증가하는 경향이 나타났다.

5. 뇌중 유해금속농도는 대조군이 0.145 ± 0.056 mg/L, 실험I군은 0.167 ± 0.030 mg/L, 실험II군은 0.172 ± 0.123 mg/L로 통계적인 유의성은 없었으며 무해금속농도는 대조군이 6.488 ± 0.965 mg/L, 실험I군이 7.290 ± 0.588 mg/L, 실험II군이 7.010 ± 1.627 mg/L로 통계적인 유의성이 없었다. 또한 유해금속과 무해금속농도를 합한 총금속농도는 대조군이 2.683 ± 7.395 mg/L, 실험I군이 3.017 ± 0.238 mg/L, 실험II군이 2.908 ± 0.711 로 통계적인 유의성은 없었다.

6. 뼈중 유해금속농도는 대조군이 8.172 ± 5.195 mg/L, 실험I군은 9.128 ± 4.143 mg/L, 실험II군은 9.401 ± 6.924 mg/L로 통계적으로 유의하였으며($p < 0.01$) 무해금속농도는 대조군이 94.065 ± 36.035 mg/L, 실험I군이 147.563 ± 79.939 mg/L, 실험II군이 142.730 ± 77.374

mg/L로 통계적인 유의성이 없었다. 또한 유해금속과 무해금속농도를 합한 총금속농도는 대조군이 48.530 ± 16.523 mg/L, 실험I군이 64.502 ± 31.078 mg/L, 실험II군이 62.733 ± 34.641 mg/L로 통계적인 유의성은 없었다.

7. 장기중 각 금속간의 흡수에 미치는 상관성 연구에서 신장의 Cd와 Co는 0.954, Pb와 Ni는 -0.0884였으며 간장의 Co와 Cd는 0.996, Zn과 As는 -0.190였으며, 뇌의 Co와 Cd는 0.995, Zn과 Cu는 -0.393였으며 뼈(경골과 비골)의 Co와 Cd는 0.998, Zn과 Mn은 -0.206 등으로 나타났다.

참고문헌

1. 한상백, 다용한약재의 산지별 중금속농도에 관한 연구, 상지대학교 석사학위 논문, 1998
2. 이선동, 김명동, 박경식, 한약재의 안전성 확보 및 관리방안, 대한예방한의학회지 제 2권 제11호, 1998, p209-229
3. 박철수, 다용한약재의 산지별 유기염소계 농약농도에 관한 연구, 상지대학교 대학원, 1998
4. 이재욱, 다용한약재의 산지별 유기인계 농약농도에 관한 연구, 상지대학교 대학원, 1998
5. 김창석, 다용한약재의 산지별 카바메이트계 농약농도에 관한 연구, 상지대학교 대학원, 1998
6. K.B.P.N. Jinadasa의 6人, Heavy metals in the environment, J, Environ, Qual, 26 : 924-933, 1997
7. S.D. Ebbs의 5人, Heavy metals in the environment, J, Environ, Qual, 26 : 1424-1430, 1997
8. 和田政著, 이영환, 정문호 역, 금속과 사람, 신광출판사, 1993
9. Berit Swensen, Bal Ram Singh, Soil processes and chemical transport, J,

Environ, Qual, 26 : 1516-1523, 1997

10. 백정혜의 8인, 중국산 생약의 중금속 오염도 조사, 식품의약청 1996.9 pp 41~45
11. 김남재, 심상범, 류재환, 김중우, 홍남두, 한약중 중금속 함량 및 용출에 관한 연구, 경의의학 12(2), 1996, p158-166
12. 정호혁의 6인, 한약재의 미량금속 및 무기질 함량조성, 한국식품위생안전성학회, 추계학술논문 포스터발표, 1999
13. 사단법인 대한한의사협회, 다용한약재의 산지별 중금속 농약농도에 관한 연구(연구보고서), 1999
14. 황도연, 방약합편, 행림출판사, 1986
15. 조인호, SAS강좌와 통계컨설팅, 제일경제연구소, 1995
16. 식약청, 생약의 잔류허용기준 및 시험방법(안), 1998.11.17
17. 曹治極 主編, 미량원소와 중의학, 중국중의학출판사, 1996
18. U.S. EPA, Handbook for analytical quality control in water and waste water laboratories, 1979
19. 서용찬, 이선동, 유진열, 한약재중 중금속 함량측정시 분성정도 관리법에 관한 연구, 한국환경위생학회지, 제24권 제4호, 1998, p105-112
20. 승정자, 극미량원소의 영양, 민음사, 1996
21. 李東方의 10인, 對分裂樣精神病患者頭髮5種元素含量的研究, 中國公共衛生, 1999, 15(2) p129-130
22. 張璋 王登忠, 微量元素與家鼠型腎綜合證出血熱發病的關係, 中國公共衛生, 12(9), 1996, p399
23. 呂毅의 3인, 環境鉛暴露水平與兒童神經行為功能關係, 中國公共衛生, 12(10), 1996, p447 - 449
24. 顏世銘의 5인, 缺鋅對大鼠胃癌發生率的影響, 中國公共衛生, 16(3), 1997, p139-140
25. 范廣勤의 5인, 微量元素鋅與消化系癌關係研究, 現代豫防醫學, 24(2), 1997, p133-134
26. 任榕娜의 5인, 避暗及迷宮實驗研究鋅缺乏及鋅過量對大鼠學習記憶的影響, 現代豫防醫學, 24(1) 1997, p61-62
27. 李云, 王瑞淑, 鋅缺乏與過量的體內致畸研究, 現代豫防醫學, 23(3), 1996, p144-145
28. 馬忠杰의 6인, 女大學生鐵營養狀況與免疫機能及核黃素營養狀況關係的研究, 中國公共衛生學報, 16(1), 1997, p21
29. 李國華의 3인, 交通鉛污染對小學生智商的影響, 中國公共衛生學報, 15(5), 1996, p280-282
30. 吳曉芳, 楊明, 樊飛, 兒童發中微量元素與智商的關係探討, 中國公共衛生學報, 17(3), 1998, p183
31. 李春靈, 彭崇基, 低濃度鉛對兒童智力影響的多因素分析 中國公共衛生學報, 12(3), 1996, p160-167
32. 邢卉春의 3인, 急性肝損傷大鼠肝組織中鐵鈣鋅銅錳含量的變化, 中國公共衛生 14(4), 1998, p209-211
33. 徐兆發의 5인, 鎘污染區居民腎功能狀況調查, 中國公共衛生學報 15(4), 1996, p232-233
34. 王亞麗, 微量元素餘中藥抗癌, 甘肅中醫 11(5), 1998, p43-44
35. 載梅竟, 王沁丹, 劉新軍, 遵醫行為對兒童補鋅效果的影響初探, 中國學校衛生 20(1), 1999, p47-48
36. 奚奇蔡, 萬伯健, 鉛對骨代謝影響的研究進展, 中國公共衛生 13(11), 1997, p691-692
37. 孔祥瑞, 我國兒童微量元素缺乏症的嚴重性和普遍性, 中國學校衛生 20(1), 1999.7
38. 越人琿의 4인, 兒童鉛暴露與其他元素間的關係, 中國公共衛生 14(3), 1998, p161
39. 曾隆強의 5인, 兒童鉛吸收的研究, 中國公共衛生 12(6), 1996, p263-264
40. 汪春紅의 3인, 職業鉛接觸者尿Pb, Zn, Cu相關分析, 中國公共衛生學報 15(1) 1996, p39