

# 급성중독가토의 치아 및 악골에서의 청산 및 비소검출에 관한 실험적 연구

연세대학교 대학원 치의학과

임 동 원 · 김 종 열

## 一 목 次 -

- I. 서 론
  - II. 연구재료 및 방법
  - III. 연구성적
  - IV. 총괄 및 고찰
  - V. 결 론
- 참고문헌  
영문초록
- ### I. 서 론

기원전 1500년경에 쓰여진 것으로 알려진 Ebers Papyrus에 Hemlock, Aconite, Hyocymes, Hellbore, Opium, Lead, Antimony, Copper 등이 유용한 약물로서 언급된 이래 독물학의 창시자라고 불리워지는 Orifila에 이르는 19세기 초까지 의학적독물학으로 발전되었으며 그 이후 독물학의 단독분야로 발달되기에 이르렀다.<sup>1) 2) 3)</sup>

또한 변사체의 사인규명은 법의학적 및 법치학적으로 중요한 과제의 하나이며 사인중 중독을 증명하기 위해서는 시체 각 조직 및 내용물의 독물학적 검사 및 병리조직학적 연구의 방법이 주로 실시되는데 독극물은 실질독, 핵색독, 부식독, 신경독 및 효소독으로 분류하고 각 독극물에 대한 검출방법 및 병리조직학적 연구가 많은 선인들에 의해서 꾸준히 연구되어왔다.<sup>4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17)</sup>

체내에 흡수된 독극물은 대소변으로 배설되지만 일부는 신, 간, 폐 등의 장기에 축적되어 독성 및 조직변화를 야기시키는 것으로 알려졌다.

즉 Fatten<sup>18)</sup>는 아비산의 급성중독시 위점막의 출혈과 만성중독시 탈모, 피부착색 및 각화가 야기된다고 하였고 Fowher, Woods<sup>19)</sup>는 아비산의 간의 축적과 hepatocyte mitochondria의 팽창을 보고하였으며 Bettley, O'shea<sup>20)</sup>는 아비산이 암발생의 중요한 인자가 됨을, Lugo<sup>21)</sup>는 임신부의 아비산중독시 그 영향은 태아에 미친다는 것을 보고한 바 있다. 또 오, 유, 심<sup>22)</sup>은 방사화분석으로 간에서 비소를 검

출하였다.

비소중독시 치아에 대한 연구로는 伊藤, 江口<sup>23)</sup>가 아비산을 경구투여하여 치아와 주위조직에 변화가 야기됨을 보고하였고 安元<sup>24)</sup>은 치아에서 중금속을 검출하였으며 치사랑의 비소투여 후 치아에서 비소를 검출한 바 있고 또한 Rasmussen<sup>25)</sup>은 기원전, 고대, 중세, 근대인이 사체치아에서 비소를 검출한 결과 별차이가 없음을 확인하였다.

청산염중독은 청산염이 Cytochrome Oxidase의 활성을 저지시켜 세포내에 산소결핍을 야기시키고 혈액속의 헤모글로빈에 작용하여 사안화헤모글로빈을 형성하여 산소결핍증을 초래함이 여러학자들이<sup>26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)</sup>에 의하여 보고된 바 있으며 Fisher, Mckerher<sup>6)</sup>는 소의 신피질과 치수의 산소결핍 정도를 비교분석하였다. 鈴木, 大野<sup>39)</sup>는 청산가도를 일정 기간동안 매장하여 부패시킨 후 치가내에서 청산염 검출함으로써 내구성이 강한 치아조직으로부터 사후 장시간 경과 후에 청산검출의 가능성을 밝혔고 日高<sup>40)</sup>는 청산으로 중독사한 사체에서 치수의 조직소견을 보고한 바 있다.

이와같이 중독사에 있어서 독극물에 대한 연구나 검출에 대하여 많은 업적들이 있었으나 치아경조직을 비롯한 구강조직에서의 연구는 법의학적 및 법치학적으로 활용성이 높은데도 불구하고 국내에서의 이에 대한 연구는 전무한 상태이다.

따라서 치아경조직 및 치아주위조직이 물리적 및 화학적변화에 대하여 저항성이 강하다는 것에 착안하여 국내에서 야기되는 중독사 및 중독살의 주된 원인이 되고있는 독극물을 가토에 투여하고 치아를 비롯한 구강조직을 중심으로 검출양상 및 병리조직변화 등을 검색하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 그 결과를 보고하는 바이다.

## II) 연구재료 및 연구방법

### 가) 연구재료 및 동물

체중 2.5kg 내외의 가토 29마리를 청산염피하투여군 5 마리(검출군 3 마리, 조직표본군 2 마리), 청산염경구투여군 5 마리(검출군 3 마리, 조직표본군 2 마리), 비소경구투여군 4 마리(검출군 2 마리, 조직표본군 2 마리), 청산염투여 후 열처리군 4 마리, 화학섬유소각가스에 질식사군 4 마리 및 대조군 7 마리(청산염검출군 3 마리, 비소검출군 2 마리, 조직표본군 2 마리)로 구분하였다.

	검출군	조직표본군	계
청산염피하투여군	3	2	5
청산염경구투여군	3	2	5
비소경구투여군	2	2	4
청산염투여후열처리군	4		4
화학섬유소각가스에 질식사군	4		4
대조군	5	2	7

실험동물로서는 청산염(KCN, 日本関東株式会社製), 아비산(AS<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 日本津石製藥株式会社製)를 사용하였다.

#### 나. 연구방법

청산염의 가토를 고정실험대에 사지를 고정시키고 청산염 25mg/kg을 피하주사, 40mg/kg을 경구투여하였으며 아비산은 60mg/kg을 경구투여하였다. 청산염투여 후 열처리군과 화학섬유소각가스에 질식사군은 이 3도화상 정도로 열처리하였으며 이들 중에서 열부가토를 취하여 악골을 적출하고 이 악골을 건조시키나 타도록 장작불로 다시 열처리 하였다. 전 가토를 즉시 부검하여 간, 비, 폐, 신, 혈액 및 악골을 채취하여 악골을 제외한 각 장기는 Homogenizer를 이용하여 균일화시키고 악골은 치아 및 치수로 각각 분리한 다음 악골 및 치아를 각각 여과지에 싸서 최첨구로 분쇄 한 다음 다시 사기막자로 세밀하게 분쇄하였다. 분석할 때까지 각 장기별로 냉장 보관하였다가 각 실험에 사용하였다.

(1) 청산염의 검출<sup>30, 42</sup>: 청산검출용기인 표준형확산기의 외실에 각각의 장기를 정량하여 넣고 증류수를 부어 5ml가 되도록 한 다음 내실에는 0.1N NaOH를 2ml씩 넣은 후 외실에 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5~6방울을 떨어뜨린 후 바셀린을 도포한 뚜껑을 덮어 3시간정도 실온에서 방치하였다. 외실의 각 장기에서 발생된 시안화수소가 내실의 0.1N NaOH에 흡수된 후 이 용액 2ml중 1ml를 취하여 Nessler 관속에 넣었다. 여기에 1M NaHSO<sub>3</sub> 2ml, 0.25%(W/V) Chloramine T 1ml씩을 첨가하여 흔들어 준 후

Pyridine-barbituric acid 3ml씩 첨가하여 색의 변화를 관찰하였다. 정확한 비색을 측정하기 위하여 각 Nessler관의 용액을 Spectrophotometer에 넣고 자외선의 흡수율을 측정하였고 이와동시에 0.0ppm, 0.5ppm, 1.0ppm, ……5.0ppm, 10.0ppm의 청산염표준용액을 만들어 위와 동일한 실험을 거쳐 자외선 흡수율을 측정하여 검량선을 그렸다. 각 장기의 흡수율을 이 검량선에 대입하여 각 장기의 전체 검체량중에 포함되어 있는 청산염의 농도를 계산하였다.

(2) 아비산의 검출<sup>30, 42</sup>: Gutzeit 방법으로 실험하였으며 각종 장기를 평량하여 도가니에 넣고 36% HCl 2ml를 첨가하여 160°C에서 HCl이 증발하도록 한 후 회화로에 넣어 450°C가 넘지않도록 주의하여 완전히 회분이 될때까지 회화시켰다. 이 회분에 진한 염산 1cc씩 첨가하여 여과시킨 후 증류수를 넣어 25ml가 되도록 만들었다. 이렇게하여 만든 검액중 5ml를 비소발생병에 취하여 요오드화칼륨 5ml 및 산성염화제일석시액 5ml를 넣고 실온에서 10분간 방치한 후 다시 증류수 25ml 및 무비소 아연 굼은입자 3g을 넣고 얻은 브롬화제이시험지의 색을 점토하고 이와 동시에 아비산 0.0ppm, 0.5ppm, 1.0ppm, ……10ppm, 표준용액을 위와 동일한 실험을 거쳐서 얻은 브롬화제이수은시험지색과 비교검토하여 정성분석을 하였다.

(3) 조직표본제작: 각 실험군 및 대조군을 희생시킨 후 협점막 및 구개점막을 10% Formalin 용액에 고정하였으며 통법에 따라 조직표본을 하였고 상, 하악골은 10% Formalin에 24시간 고정시키고 5% 질산으로 탈회시킨 후 통법에 따라 paraffin 포매하여 5~7μ의 조직절편을 제작하여 Hematoxylin-Eosin으로 염색한 후 광학현미경으로 관찰하였다.

### Ⅲ. 연구성적

#### 가) 독극물의 검출

##### (1) 청산염의 검출

0.0ppm, 0.5ppm, 1ppm, ……5.0ppm, 10.0ppm, 의 청산염표준용액을 분광분도계(Spectrophotometer)를 이용하여 구한 U-V흡수율에서 청산염피하투여군은 표 1과 같으며 청산염경구투여군은 표 2와 같이 나타났다. 이 U-V흡수율로 검량선을 제작한 결과 각각 표 3, 4 표와 같다.

청산염피하투여군 및 대조군의 검체량과 U-V흡수율을 표 3의 검량선에 대입하여 전체 검체량의

Table 1 U-V Absorbant rate of Standard Solution(KCN)

p. p. m	U-V Absorbant rate
0.0	0.0000
0.5	0.0553
1.0	0.1327
1.5	0.2087
2.0	0.3306
2.5	0.3930
5.0	0.7634
10.0	1.4727

Table 2 U-V Absorbant rate of Standard Solution(KCN)

p. p. m	U-V Absorbant rate
0.0	0.0000
0.5	0.0660
1.0	0.1459
1.5	0.2430
2.0	0.3360
2.5	0.3910
5.0	0.7302
10.0	1.4990

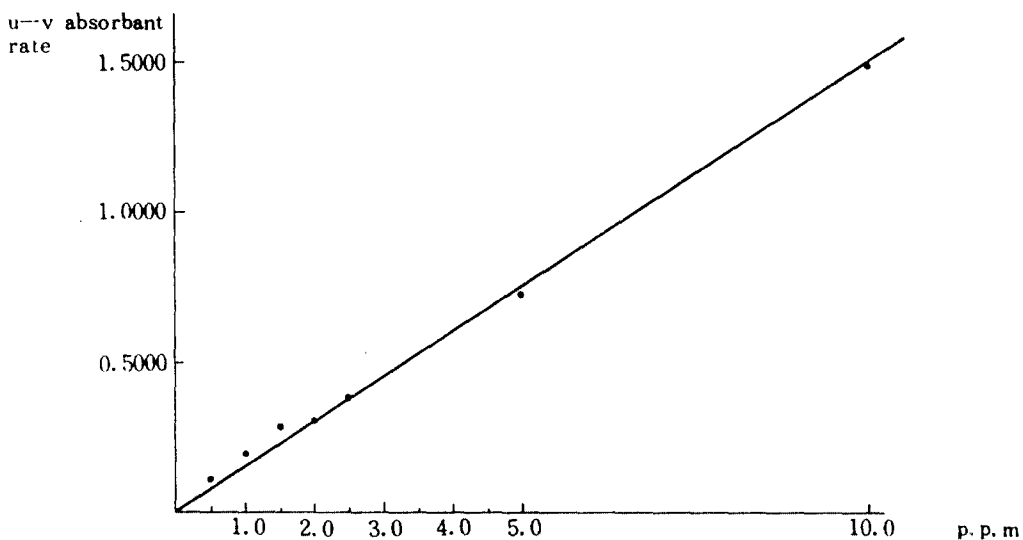


Table 3. Calibration Curve of Standard Solution

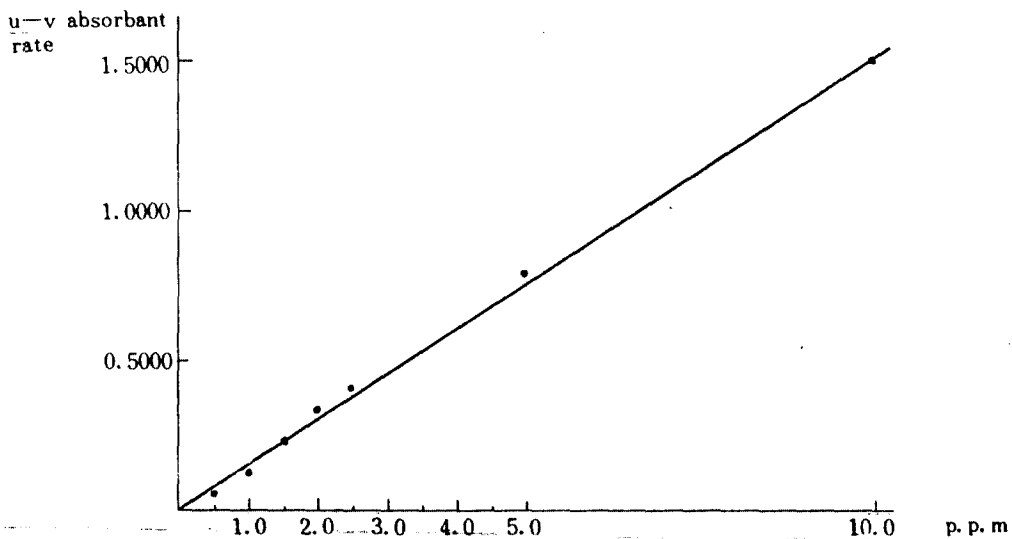


Table 4. Calibration Curve of Standard Solutic..

청산농도를 측정하고 이것을 다시 단위농도를 바꾸어 환산한 결과 표 5 와 같은 결과를 얻었다. 경구투여군 및 대조군도 표 4 에 대입하여 얻은 결과는 표 6 과 같다.

표 5 에서 혈액과 폐에서 비교적 많은 양이 검출되었으며 치아 및 치수에는 비교적 적은 양이 검출되었다. 약골에서는 검출이 되지 않았으며 혈액의 대조군에서는 적은 양이 검출되었다.

표 6 의 청산염경구투여시에도 피하부 경지와 마찬가지로 혈액 및 폐에서 비교적 많은 양이 검출되었으며 치수에서도 많은 양이 검출되었고 치아 및 약골에서도 적은 양이지만 검출되었다.

청산염의 U-V 흡수율을 검량선에 대입할 때 얻은 농도는 검체량 전체에 존재되는 농도이므로 각 장

기별로 비교분석하기 위하여 이 농도를 검체량으로 나누었으며 또한 실험과정중 표준형확산기의 내실에 있는 0.1N NaOH를 시험관에 취할 때 2 ml 중 1 ml를 취하였기 때문에 2 배로 다시 환산하여 정확한 농도를 구하였다.

또한 청산염흡성중독사 후 인처리된 군과 화학성유소각가스에 질식사한 군의 검체량, U-V 흡수율 및 농도는 표 7 과 같으며 이들중 약골을 적출하여 다시 인처리한 군은 표 8 과 같은 결과를 얻었다. 청산염투여군에서는 피하부 인처리된 군이나 약골 적출하여 인처리한 군이나 공허 치수에서 비교적 많은 양이 검출되었고 청산염을 부여하지 않고 화학성유소각가스에 질식사한 군에서는 거의 검출되지 않았다.

Table 5. Weight, U-V Absorbant rate and Concentration of Individual Organs (subcutaneous Inj.)

	Weight (gm)		U-V Absorbant rate		p. p. m. by c. c of sample		p. p. m. /gm.	
	C. G.	E. G.	C. G.	E. G.	C. G.	E. G.	C. G.	E. G.
Tooth	2.28	3.26	0.0049	0.0214	—	0.14	—	0.08
	3.82	4.30	0.0021	0.0200	—	0.13	—	0.06
	2.30	3.02	0.0032	0.0012	—	—	—	—
Pulp	0.38	0.97	0.0018	0.0205	—	0.13	—	0.28
	0.49	0.70	0.0001	-0.0050	—	—	—	—
	0.27	0.52	0.0012	0.0408	—	0.27	—	1.06
Jaw	5.00	4.00	-0.0068	-0.0020	—	—	—	—
	6.00	6.00	0.0036	-0.0052	—	—	—	—
	10.00	5.00	0.0051	0.0021	—	—	—	—
Blood	7.00	7.00	0.0266	0.9490	0.18	6.44	0.05	1.84
	6.00	2.00	0.0144	0.432	0.09	2.93	0.03	2.93
	10.00	5.00	0.0030	0.784	—	5.32	—	2.12
Liver	7.00	7.00	-0.0030	0.006	—	—	—	—
	6.00	5.00	0.0012	-0.0062	—	—	—	—
	10.00	6.00	-0.0054	0.0084	—	—	—	—
Kidney	7.00	7.00	0.0016	0.0061	—	—	—	—
	5.00	6.00	0.0038	0.0435	—	0.29	—	0.09
	5.55	6.00	-0.0060	0.0016	—	—	—	—
Lung	4.71	7.00	-0.0094	0.7200	—	4.88	—	1.39
	6.00	5.00	0.0003	-0.0032	—	—	—	—
	4.55	4.00	-0.0089	0.4842	—	3.28	—	1.64
Spleen	0.56	0.64	-0.0045	0.0001	—	—	—	—
	0.77	1.09	0.0019	0.0009	—	—	—	—
	0.64	1.84	-0.0050	0.0023	—	—	—	—

C. C. : Calibration Curve

E. G. Experimental Group

C. G. : Control Group

Table 6. Weight, U-V Absorbant rate and Concentration of Individual Organs (Oral Adm.)

	Weight (gm)		U-V Absorbant rate		p. p. m. by c. c. of sample		p. p. m. /gm.	
	C. G.	E. G.	C. G.	E. G.	C. G.	E. G.	C. G.	E. G.
Tooth	2.28	4.46	0.0049	0.0820	—	0.54	—	0.24
	3.82	4.30	0.0021	0.0936	—	0.62	—	0.29
	2.30	4.00	0.0032	0.0248	—	0.16	—	0.08
Pulp	0.38	0.63	0.0018	0.2180	—	1.45	—	4.61
	0.49	0.60	0.0001	0.2020	—	1.34	—	4.48
	0.27	0.48	0.0012	0.1896	—	1.26	—	5.26
Jaw	5.00	8.05	-0.0068	0.0480	—	0.32	—	0.08
	6.00	6.00	0.0036	-0.0001	—	—	—	—
	5.00	8.00	0.0051	0.0189	—	0.12	—	0.03
Blood	7.00	2.00	0.0266	2.7001	0.18	18.00	0.05	18.00
	6.00	2.00	0.0144	3.5700	0.09	23.80	0.03	23.80
	10.00	2.00	0.0030	2.4456	—	16.30	—	16.30
Liver	7.00	8.68	-0.0030	1.2655	—	8.43	—	1.94
	6.00	5.00	0.0012	0.8420	—	5.61	—	2.24
	10.00	6.00	-0.0054	0.9738	—	6.49	—	2.16
Kidney	7.00	7.40	0.0016	0.0450	—	0.30	—	0.08
	5.00	6.00	0.0038	0.0235	—	0.15	—	0.05
	5.55	5.00	-0.0060	0.0378	—	0.25	—	0.10
Lung	4.71	3.00	-0.0094	2.1458	—	14.30	—	9.53
	6.00	5.00	0.0003	2.8462	—	18.97	—	7.51
	4.55	5.00	-0.0089	2.4305	—	16.20	—	6.48
Spleen	0.56	1.19	-0.0045	0.4472	—	2.98	—	5.61
	0.77	0.90	0.0019	0.1677	—	1.11	—	2.48
	0.64	0.88	-0.0050	0.2467	—	1.64	—	5.73

C. C. : Calibration Curve

E. G. : Experimental Group

C. G. : Control Group

Table 7. Weight, U-V Absorbant rate and Concentration of Heat-Treated Rabbits after acute KCN poisoning and suffocated Rabbits by Gas of burned up Chemical Textile Goods.

	검체량 (gm)		U-V 흡수율		검량선에 의한 농도		p. p. m./gm.	
	KCN투여군	질식사군	KCN투여군	질식사군	KCN투여군	질식사군	KCN투여군	질식사군
치 아	4.65	3.98	0.1846	0.0050	1.23	—	0.52	—
	4.09	4.50	0.3736	0.0010	2.49	—	1.21	—
치 수	0.56	0.54	0.4786	0.0070	3.19	—	11.39	—
	0.50	0.27	0.3856	0.0045	2.57	—	10.20	—
악 골	5.00	5.00	0.1358	-0.0050	0.90	—	0.36	—
	5.00	5.00	0.3220	0.0045	2.14	—	0.85	—

Table 8. Weight, U-V Absorbant rate and Concentration of Heat-Treated Jaws of Rabbits after acute KCN-poisoning and Jaws of suffocated Rabbits by Gas of burned up Chemical Textile Goods

	검체량 (gm)		U-V 흡수율		검량선에 의한 농도		p. p. m/gm	
	KCN투여군	질식사군	KCN투여군	질식사군	KCN투여군	질식사군	KCN투여군	질식사군
치 아	4.92	4.13	0.1645	-0.0284	1.09	-	0.44	-
	4.14	4.78	0.0930	-0.0248	0.62	-	0.29	-
치 수	0.54	0.67	0.4873	0.0025	3.24	-	12.03	-
	0.64	0.60	0.5246	0.0080	3.49	-	10.90	-
악 골	5.00	5.60	0.0990	-0.0493	0.66	-	0.26	-
	5.00	5.00	0.0390	-0.0372	0.26	-	0.10	-

Table 9. Degree of Detection of Arsenic Trioxide by Gutzeit Method

	Weight (gm)		Degree of Detection	
	C. G.	E. G.	C. G.	E. G.
Tooth	3.45	3.11	±	++
Pulp	0.46	0.51	-	+
Jaw	3.82	3.50	-	++
Blood	8.00	8.00	-	+
Liver	6.00	10.00	-	+
Kidney	10.00	7.00	-	+
Lung	4.00	7.00	-	+
Heart	4.40	4.50	-	+
Spleen	0.46	0.51	-	±

- : no detect

+ : slightly detect

± : detect or not

++ : marked detect

#### (2) 비소의 검출

Gutzeit 방법에 의해 각 농도별 비소표준액과 비소화제이수은시험지에 나타난 색과 검액에 나타난 색을 비교분석한 결과 표 9와 같은 결과를 얻었다. 악골과 치아의 경조직에서는 다량의 비소가 검출되었으며 치수에서도 검출되었고 다른 제장기에서도 미량 검출되었다.

#### 나) 병리조직학적 소견

청산염피하투여군, 청산염경구투여군 및 비소경구투여군에서 공히 치수에 혈관확장, 울혈 및 출혈의 현저한 상을 보였으며 구개점막은 비소투여시기저세포변성 및 섬유화를 보였다. 혀점막에서는 비소투여시에 고유층의 울혈 및 출혈을 보였다.

### IV. 총괄 및 고찰

청산염은 우리나라의 경우 시중에서 구입이 용이하여 중독사고의 가장 큰 원인이 되고 있으며 자살 및 타살에 주로 이용되고 있는 혈액독의 일종으로

시 혈액내에서 시안화해모글로빈을 형성하여 Cytochrome Oxidase의 활성을 저지시켜 세포의 질식을 야기시킨다. 청산염중독에 대한 소견은 여러학자들<sup>1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)</sup>의 의하여 연구되었으나 치아 및 경조직에서의 검출은 별로 연구된 바 없는 실정이므로 치아 및 주위조직에서 청산염을 검출하여 다른 장기에서의 검출과 비교 검토하였다.

청산염은 청산카스로 공기중에 기화되기 쉽기 때문에 혈류를 따라 치수내로 침투할 경우 경조직으로 싸여있는 치수강내에서 용이하게 보존 될 것으로 추측되며 鈴木, 大野<sup>30)</sup>는 개를 청산중독시켜 땅속에 매장한후 일정시간 경과한 다음 치수, 간, 폐, 신, 골수에서 청산염을 검출한 바 있다. 본 실험에서는 가토를 사용하여 분광분석법에 의한 청산염을 각종 장기에서 검출해 본 결과 피하주사한 경우 혈액과 폐에서 가장 많이 검출되었으며 치수, 치아에서도 청산염이 검출되었으나 악골, 신, 비장에서는 검출되지 않았다. 치수에서 검출된 것으로 보아 악골

에서도 검출이 예상되었지만 검출되지 않은 것이 특이 하였다. 경구투여시 혈액과 폐에서 가장 많이 검출되었고 심장, 비장에서도 검출이 뚜렷하였으며 특히 치수에서는 청산염이 치아나 악골에 비해 검출이 용이하였다.

청산염을 경구투여할 경우 구강내에 남아있는 청산염이 직접 구강조직으로 침투되는 것을 방지하기 위하여 악갈을 추출 후 즉시 NaOH용액으로 세척하여 위에서 흡수되어 혈류를 따라 들어간 청산염만을 검출하도록 노력하였다. 대조군에서는 각 장기 모두 청산염이 검출되지 않았다. 또한 청산염은 열에 의한 휘발성이 강한 독물이므로 본 실험에서 청산염투여 후 피부만 전부 태우고 일부 가토는 악갈을 적출하여 열처리한 후 청산염을 검출해 봄으로써 열에 대한 저항성을 실험하였다. 그 결과 열처리 전이나 후에도 공히 청산염이 검출되었고 화학섬유 조각가스에 의한 질식사시킨 군에서는 청산염이 검출되지 않은 것으로 보아 청산가스가 흡입되지 않은 것을 알 수 있었다. 검량선을 작성함에 있어서 0.5ppm, 1.0ppm, 1.5ppm……2.5ppm의 표준용액 외에 혈액, 폐에서는 예비실험결과 10.0ppm 이상이 검출되어 5.0ppm, 10.0ppm의 표준용액을 만들어 분광분석을 한 후 검량선을 작성하였고 이 검량선에 의하여 각 장기별 검출량을 구하였다.

山木<sup>27)</sup>는 청산염을 실험동물에 경구투여하였을 경우와 기체로 흡입시켰을 경우에 청산의 농도를 측정된 결과 경구투여시에 각 장기의 청산염농도가 훨씬 높다고 보고하였으며 이것을 청산중독시 호흡중지가 심장마비보다 선행되어 호흡이 정지한 후까지 위에서 심장으로 CN<sup>-</sup>가 이동되고 또한 CN<sup>-</sup>이 위에서 다른 장기로 확산되므로 문이라고 설명하였다. 본 실험에서도 투여방법은 달랐지만 경구투여시 검출량이 피하주사시의 검출량보다 대부분이 장기에서 많은 것으로 나타났다.

日高<sup>28)</sup>는 청산중독사한 6예의 사체에서 치수를 검사하여 본 결과 전부 치수에서 총혈상을 관찰하였으며 그중 2예에서 치수출혈이 나타난 것을 보고하였고 본 조직검사에서 청산염급성투여군에서 치수에 혈관확장, 울혈 및 출혈의 현저한 상을 관찰할 수 있었다.

비소는 무미, 무취의 백색분말로서 원형질 및 모세혈관에 독성을 나타내는 실질독으로서 고대로부터 독살에 많이 이용되었으며 치료목적으로도 이용되어 왔기 때문에 비소중독 및 비소검출에 관한 연

구가 여러학자들<sup>1, 10, 12, 15, 21, 22, 29, 34)</sup>에 의해서 이루어졌다. Fatteh<sup>1)</sup>는 그의 저서에서 아비산 투여시 신, 간, 비장에 가장 많이 축적된다고 하였고 Adelson<sup>2)</sup> 등은 비소를 경구투여한 급성중독사체를 부검하여 각 장기별 비소의 분포상태를 보고하였던바 모발, 손톱, 골조직에도 비소가 삼산화비소의 형태로 존재하고 있었다고 했으며 Wester<sup>3)</sup> 등은 사망한 비소제련업자의 폐, 간, 신의 비소농도를 측정하여 폐에서 정상인 보다 7배정도 검출되었으며 비소제련업을 그만둔 후에도 비소의 함량이 간에서는 감소하나 폐에서는 생물학적 반감기가 길다는 것을 지적하였다. 문<sup>4)</sup>, 四方<sup>5)</sup> 등에 의하면 비소는 체내에 흡수되어 간에 일부 축적되며 일부는 대소변에 배설된다고 했으며 비소가 위 및 장기에서만 증명되면 급성중독, 모발 및 피부에서만 증명되면 치료목적, 양자 모두에서 증명되면 만성중독이라고 하였으며 만성중독시 비소성흑피증 및 비소성각화증이 생긴다고 보고하였다.

이와같이 각종 장기 및 모발, 손발톱, 배설물 등에서의 비소검출은 많이 이루어졌으나 치아 및 악골조직에서의 검출은 거의 없는 실정이며 安山<sup>6)</sup>이 각종 장기 및 치아, 악골조직에서 비소를 검출한 정도이다.

伊藤<sup>7)</sup>는 백서의 위내에 비소를 20~30일간 주입한 결과 법랑질아세포층에 핵의 농축 및 변성과 출혈에 의한 배열부정, 파골세포층의 출혈을 관찰 보고하였다. 본 실험에서는 급성중독시 점막의 기저세포층의 변성이 있었고 혈관의 감소와 섬유화를 볼 수 있었으며 점막하층에 출혈을 볼 수 있었다.

또한 비소검출에 있어서는 가토에 치사량 이상을 투여하여 Gutzeit법에 의한 브롬화제이수은시험지의 비색을 육안적으로 관찰하는 방법을 택하였다. Gutzeit법은 비소의 정상시험에 사용되고 있고 어느정도 정량도 가능한 검출법이며 최소검출량은 1 μg 정도로 알려졌다.<sup>29)</sup> 본 실험에서는 악골과 치아에서 다량 검출되었고 치수에서도 소량 검출되었다. 비소표준원액에 의한 브롬화제이수은시험지와 비교할 때 치아 및 악골에서 10.0ppm 이상으로 검출이 용이하게 확인되었다. 비소는 450°C 이하의 회화로에서도 안정한 상태로 유지되는 것을 볼 때 인체의 장기중에서 물리화학적으로 가장 저항성이 큰 치아 및 악골조직에서의 비소검출은 감정실무에 응용될 수 있는 가능성이 높은 것으로 생각되며 특히 부패가 심한 사체를 주로 다루는 법치학분야에서는

매우 유용할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

실험가토에 청산염 및 비소를 투여하여 급성중독을 일으킨 후 그 치아, 악골 및 구강조직에서의 독극물의 검출양상을 구명하기 위하여 이들 장기조직의 화학적 독물검사 및 조직검사를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 청산염피하투여군에서 혈액 및 폐에서 청산염이 다량 검출되었으며 치아 및 치수에서도 미량이 검출되었으나 악골에서는 검출되지 않았다.

2. 청산염경구투여군에서 혈액 및 폐에서 청산염이 다량 검출되었으며 치수에서도 검출되었으나 치아 및 악골에서는 미량이 검출되었다.

3. 비소경구투여군에서 치아 및 악골에서 비소 검출이 용이하였으며 치수에서는 미량이 검출되었다.

4. 청산염투여 후 일처리한 치아, 치수 및 악골에서 청산염이 검출되었으며 청산염중독사와 화재시 발생하는 청산염가스의 흡입에 의한 경우와는 구별이 가능하였다.

5. 청산염피하투여, 청산염경구투여 및 비소경구투여시 치수에서 골리 혈관확장, 울혈 및 출혈이 현저하게 보였다.

6. 비소투여시 협점막에서 고유층의 울혈 및 출혈을 보였으며 구개점막에 기세포변성 및 섬유화 현상을 보였다.

## 참 고 문 헌

1. Arena J.M.: Poisoning, C.C. Thomas Publisher, 3rd Ed., 1974.
2. Adelson L. et al: Acute Arsenic Intoxication shown by Roentgenograms, Arch. Intern. Med., 107: 401-404, 1961.
3. Bettleg F.R. and O'shea J.A.: The Absorption of Arsenic and its Relation to Carcinoma, Br. J. Dermatology, 92: 563-568, 1975.
4. Elghawabi S.H. et all: Chronic Cyanide Exposure, Br. J. Ind. Med., 32: 215-219, 1975.

5. Freeman A.G.: Chronic Cyanide Intoxication, Br. Med. J., Apr., 18: 282, 1981.
6. Fisher A.K. and Mckerher T.C.: The Effect of Cyanide on Oxygen Consumption in Bovine Dental Pulp, J. Dent. Res., 48: 920-923, 1969.
7. Fisher A.K. and Schwabe C.: The Endogenous Restpiratory Quotient of Bovine Dental Pulp, J. Dent. Res., 40: 346-351, 1961.
8. Fisher A.K. and Walters C.E.: Anaerobic Glycolysis in Bovine Dental Pulp. J. Dent. Res., 47: 717-719, 1968.
9. Fatteh A.: Handbook of Forensic Pathology, J.B. Lippincott Company, 1973.
10. Fowler B.A. and Woods T.S.: The Effect of Prolonged Oral Arsenic Exposure on Liver Mitochondria of Mice, Toxicology and Applied Pharmacology, 50: 177-187, 1979.
11. Frank G., de Furia, Miller D.R., Cera M. and Manning J.M.: The Effect of Cyanide in vitro on Red Blood Cell Metabolism and Function in Sickle Cell Anemia, J. Clin. Invest., 51: 566-574, 1972.
12. Gousious A.K. and Adelson L.: Electrocardiographic and Radiographic Findings in Acute Arsenic Poisoning, Am. J. Med., 27: 659, 1959.
13. Ivankovich A.D. et al: Cyanide Antidotes and Method of their Administration in Dogs, Anesthesiology, 52: 210-216, 1980.
14. Isom G.E. and Way J.L.: Lethality of Cyanide in the Absence of Inhibition of Liver Cytochrome Oxydase, Bio. Pharm., 25: 605-608, 1976.
15. Lugo G., Cassady G. and Palmisano P.: Acute Maternal Arsenic Intoxication with Neonatal Death, Am. J. Dis. child., 117: 328-330, 1969.
16. Lee-Johns M., Bentee M.A. and Sherwell



- J.M.: Cyanide poisoning, Br. Med. J., 4: 780-781, 1970.
17. Michenfelder J.D. and Tinker J.H.: Cyanide Toxicity Thiosulfate Protection during Chronic Administration of Sodium Nitroprusside in the Dog, Anesthesiology, 47: 441-448, 1977.
  18. Mascarenhas B.R., Geller A.C. and Goodman A.I.: Cyanide Poisoning, N.Y. State J. Med., 15: 1782-1984, 1969.
  19. Murakani H.: Calcium Cyanamide Poisoning, Indust. Med. and Surgery, 30: 35-37, 1961.
  20. Patty F.A.: Industrial Hygiene and Toxicology, Interscience Publisher, 2nd Ed, 1972.
  21. Rasmussen E.G.: Antimony, Arsenic, Bromine, and Mercury in Enamel from Human Teeth, Scand. J. Res., 82: 562-565, 1974.
  22. Robson A.O. and Jelliffe A.M.: Medicinal Arsenic Poisoning and Lung Cancer, Br. Med. J., 2207 Page, 1963.
  23. Stewart C.P. and Stoleman A.: Toxicology, Academic Press, 1960.
  24. Schwabe C. and Fisher A.K.: Respiration and Glycolysis in Bovine Dental Pulp, J. Dent. Res., 48: 439-443, 1969.
  25. Singh N.N. and Srinvastava A.K.: Effect of Aldrin on Carbohydrate Metabolism in Indian Catfish, Acta. Pharmacol. et Toxicol., 49: 266-269, 1981.
  26. Steinman R.R. and Leonora: Effect of Infusing Selected Chemical Compounds on Dentinal Fluid Movement in the Rat, J. Dent. Res., 54: 567-569, 1975.
  27. Tedeshi C.G., Eckert W.G. and Tedeshi L.G.: Forensic Medicine (Vol. III: Environmental Harzard), Sanders Publishers, 1977.
  28. Wayland J. and Hayer J.: Toxicology of Pesticides, William and Wilkins Company, 1975.
  29. Wester P.O., Brune D. and Norderg G.: Arsenic and Selenium in Lung, Liver and Kidney Tissue from dead Smelter Worker, Br. J. Indust. Med., 38: 179-184, 1981.
  30. Standard Methods for the Examination of Water & Waste Water, 15th Ed., APHA-AWWA-WPCF, 1981.
  31. 安元安徳：歯牙と中毒との関係(特仁金属性毒物の分光学的検出について). 久留米医学会誌, 13: 1~8, 1950.
  32. 野田金次限, 鈴木康男, 大野喜佐雄：歯髓の中毒. 文部省研究集録(昭32, 医学), 169~170, 1958.
  33. 林實：各種死内による歯牙並びに周囲組織の実験的研究. 文部省研究集録(昭32, 医学) 167, 1958. 採柿
  34. 伊藤眞義, 江口望：砒素の歯牙所見. 日法医誌, 14: 202~203, 1960.
  35. 日高和郎：ヒト歯牙の歯髓に関する病理組織学的研究. 日法医誌, 26: 159~170, 1972.
  36. 神田瑞穂：有機合成農薬の法医中毒学的研究. 日法医誌, 29: 187~202, 1975.
  37. 山本啓一：経口, 吸入による実験的胃酸中毒死の比較. 日法医誌, 31: 140~145, 1977.
  38. 鈴木康男, 大野喜佐雄：歯髓の胃酸検出知への利用. 日法医誌, 12: 316, 1958.
  39. 鈴木康男：法歯学. 永末書店, 1983.
  40. 四方一郎：現代の法歯学. 金原出版, 1983
  41. 김동욱：Gas chromatography에 의한 Endosulfan의 생체내 장기별분포에 관한 연구, 전국대학원, 1982.
  42. 고인석, 법화학실험서, 동명사, 1974.
  43. 문국진：최신법의학, 일조각, 1982.
  44. 오수창외：독물학적 감정을 통해 본 중독사고의 최근경향, 국과수연보, 5: 173~179, 1966.
  45. 오수창, 이병수：사체장기중에서 Malix 검출법에 관한 연구. 국과수연보, 11: 230~234, 1972.
  46. 오수창：중독사고에 대한 통계적고찰, 국과수연보. 10: 182~186, 1971.
  47. 우상덕：법의학. 최신의학사, 1966.
  48. 유영찬, 오수창, 심장부：방사화분석에 의한 한국인의 인체장기 특히 간장중에서의 비소함량계측에 대하여. 국과수연보, 7: 209~211,

1971.

49. 이병수, 이남준 : 농약혼합제제에 대한 분리정량법에 관한 연구. 국과수연보, 7 : 229~237, 1968
50. 이성한, 홍종욱 : 개정농약학, 향문사, 1982.
51. 이병수, 하정선 : 농약중독사고의 통계적고찰. 국과수연보, 10 : 187~192, 1971.
52. 최규한, 이명연 : 법화학. 동명사 1974.
53. 한대섭 : 약리학, 약사연구사, 1976.

▷ ABSTRACT ◀

Detection of Cyanide and Arsenic from Oral Tissues  
of Acute Poisoned Rabbits.

Dong-Won Im, D.D.S., M.S.D.

*Dept. of Dental Science, Graduate School, Yonsei University.*

*(Director: Prof. Chong-Youl Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.)*

The purpose of this study was detection of the poison from the acute cyanide and arsenic poisoned rabbits. The author administered KCN and  $AS_2O_3$  to rabbits and caused acute poisoning, then analysed the teeth, dental pulp and jaws of the rabbits chemico-toxicologically and observed the specimen histopathologically.

1. In subcutaneously injected group of KCN, a large amount of cyanide was detected in blood and lung and a small amount of cyanide was detected in teeth and dental pulp, but was not detected in jaws.
2. In orally administered group of KCN, a large amount of cyanide was detected in blood, lung and dental pulp and a small amount of cyanide was detected in teeth and jaws.
3. In orally administered group of  $AS_2O_3$ , arsenic was detected markedly in teeth and jaws, but was detected a little in dental pulp.
4. In orally administered and heat-treated group of KCN, the author could detected cyanide in teeth, dental pulp and jaws.
5. In subcutaneously injected group of KCN, orally administered group of KCN and orally administered group of  $AS_2O_3$ , histopathologic findings showed the congestion and hemorrhage in dental pulp.
6. In orally administered group of  $AS_2O_3$ , the congestion and hemorrhage in buccal mucosa were found and the basal cell degeneration and fibrosis were found in palatal mucosa.

## 〈 사진부도 설명 〉

〈 사진부도 1 - A , B 〉 청산염 피하투여군의 치수 : 치수에서 혈관확장 및 출혈이 현저하게 보인다

( 1 - A :  $\times 100$  , 1 - B :  $\times 400$  )

〈 사진부도 2 - A , B 〉 청산염 경구투여군의 치수 : 치수에서 혈관확장 및 출혈이 현저하게 보인다

( 2 - A :  $\times 100$  , 2 - B :  $\times 400$  )

〈 사진부도 3 - A , B 〉 비소경구투여군의 치수 : 치수에서 혈관확장 및 출혈이 보인다

( 3 - A :  $\times 100$  , 3 - B :  $\times 400$  )

〈 사진부도 4 - A , B 〉 비소경구투여군의 협점막 : 고유층의 울혈 및 출혈이 보인다

( 4 - A :  $\times 100$  , 4 - B :  $\times 400$  )

〈 사진부도 5 - A , B , C 〉 비소경구투여군의 구개점막 : 기저세포층의 변성 및 섬유화 현상이 보인다

( 5 - A :  $\times 100$  , 5 - B :  $\times 100$

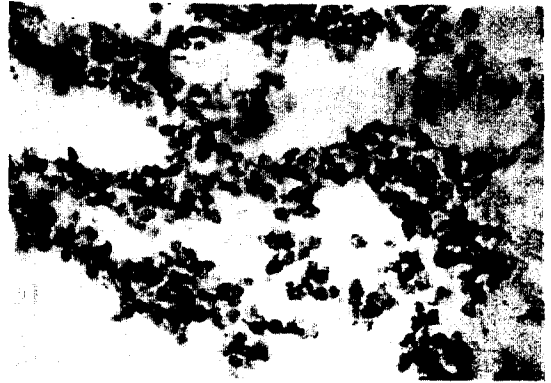
5 - C :  $\times 400$  )

논문사진 부도 ①

청산염 피하투여군의 치수

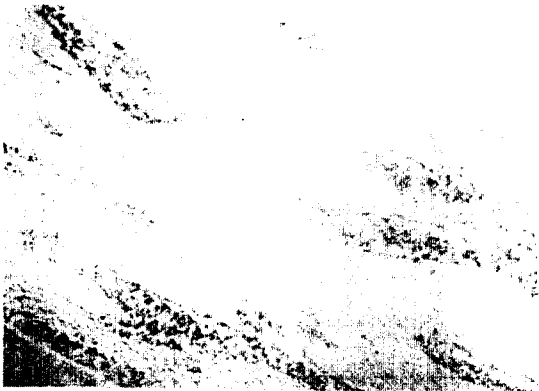


1-A



1-B

청산염 경구투여군의 치수



2-A

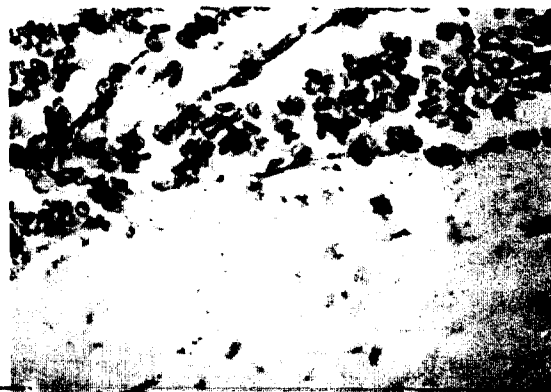


2-B

비소 경구투여군의 치수



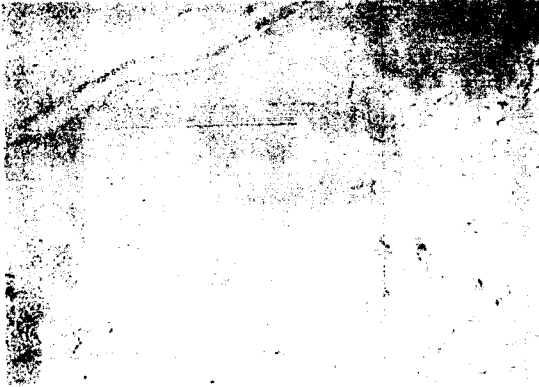
3-A



3-B

논문사진 부도 ②

비소 경구투여군의 협점막



4-A

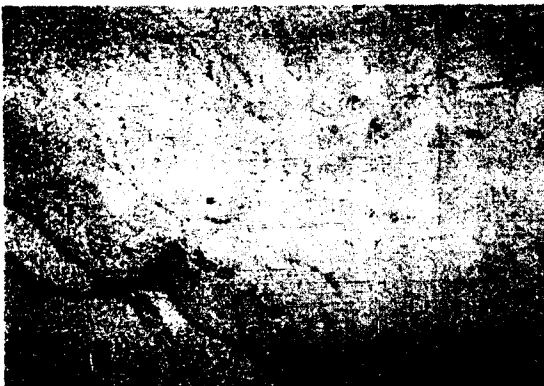


4-B

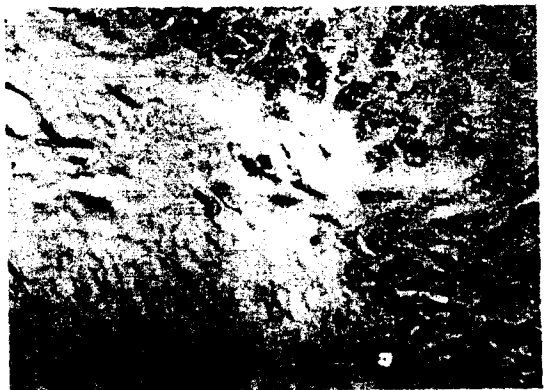
비소 경구투여군의 구개점막



5-A



5-B



5-C