

도살견의 체조직내 카드뮴 함량에 관한 조사 연구

장종식·이현범·이근우

서 론

자연계에서 아연 및 납과 함께 존재하는 카드뮴은 제철소, 금속도금, 염색 및 배터리 공장 등을 비롯한 현대산업의 여러 분야에서 널리 이용되고 있으며 인축의 체조직내에서 주로 metallothionein이라 부르는 단백질과 결합함으로써¹⁻⁴⁾ 이를 생물체의 정상적 구성분으로 보는 의견¹⁾도 있으나 그 확실한 작용이나 기전에 관하여서는 아직 불명한 상태이며 체내에서 축적됨으로써 작용한다는 것이 Underwood⁵⁾를 비롯한 여러 연구자들⁶⁻¹²⁾에 의하여 보고되었다.

카드뮴의 중독에 관하여서는 Wilson과 Deds¹³⁾가 1941년 최초로 보고하였으며 이후 여러 연구가들에 의하여 음식물 또는 공기를 통하여 체내에 흡수된 카드뮴은 항상성을 유지하지 못하고 주로 신장 및 간에 축적되어^{1, 4, 13, 15-24)} 사람의 경우 50세에 체내 카드뮴함량이 30~60 µg/g에 이르게 된다는 것이 보고되었으며^{5, 8, 9, 17, 25)} 또한 카드뮴 중독시의 증상으로서 빈혈^{7, 11, 21, 26-28)}, 성장저하^{25, 31, 32)}, 고혈압^{25, 31, 32)}, 고환조직의 파괴^{25, 31, 32)}, 위장염²²⁾, 면역억압³⁴⁾, 발암작용 등²⁵⁾이 유발된다고 알려졌으며 또한 신변성증을 유발하여 일본의 경우 골연증 및 가성골절에 기인하여 심한 통증을 특징으로 하는 “이파이-이파이”병이 이와 관련된 것으로 보고 되었다.³⁴⁾

가축은 사람처럼 오래 생존하지 못하기 때문에 자연상태에서의 명백한 중독증상을 나타내는 예는 드물지만⁶⁾ 고도로 산업화되고 있는 현대에서 각종 산업과정에서 유출된 소량의 카드뮴을 가축이 장기간 섭취했을 경우 유발되는 만성 카드뮴 중독시에는 이러한 가축의 체조직과 그 부산물을 사람이 이용할 수 있기

때문에 공중위생학적으로 중요하다는 것은 잘 알려진 사실이다.³⁶⁻³⁸⁾

외국에 있어서는 일반가축의 체조직내 중금속의 함량 및 그 허용치에 관한 보고가 많으나³⁸⁾ 우리나라에 있어서는 아직도 문헌상 보고가 없는 실정이며 단지 농림수산부 고시에 의하면 시판되는 육류내의 카드뮴 허용량은 0.1 µg/g 이하로 발표되었으며³⁹⁾ 이 등^{40, 41)} 이 보고한 농업부산물 및 목야초 내의 카드뮴 및 인 함량에 관한 보고⁴²⁾가 있을 뿐이다.

본 연구에서는 우리나라에서 도살되고 있는 사육견의 체조직과 피모내의 카드뮴 축적상태를 파악함으로써 공중위생상의 기초자료를 제공함과 동시에 시판되는 사료내의 카드뮴 함량을 분석함으로써 그 오염원을 찾고자 하였다.

재료 및 방법

공시동물 및 가검물 채취: 대구시내에서 도살되고 있는 건강한 사육견 50두를 대상으로 일정한 부위에서 간, 신장, 근육, 피모 및 피부를 약 10~20g씩을 채취하여 분석시까지 -20°C에서 냉동보관하였다. 한편 시판되는 개 배합고형사료 6종을 수집하여 분석에 공시하였다.

카드뮴의 측정: 모든 재료는 이온교환수지를 통과시킨 재증류수로 5회씩 충분히 세척한 후 실온에서 표면에 부착된 수분을 건조시킨 다음 그리고 배합사료는 그대로 화학천평으로 5g씩 평량하여 500~600°C의 전기회화로에서 24시간 회화시켰다. 이어 회분을 1:1 회염산액으로 용해하고 여지(No. 6)로 여과하여 얻은 여액을 원자흡광분광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer: 일본 Hitachi 170~130)를 사용하여 흡광도를 구한 후 실험량은 미리 표준액(일본 Hayashi Pu-

* 경북대학교 수의과대학

re Industries)으로 작성한 검량선상에서 산출하였다. 이러한 분석으로 2회 반복하여 그 평균치를 구하였다. 카드뮴 분석시 원자흡광분광광도계의 측정조건은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

카드뮴은 자연계에서 아연 및 납과 함께 존재하는 중금속으로써 체내에서는 항상성을 유지하지 못하고 축적됨으로써 작용하여⁵⁾ 사람의 경우 50세에 평균 50 $\mu\text{g/g}$ 의 카드뮴을 함유하게 된다는 것은 Cousin²²⁾을 비롯한 여러 연구자들^{5,8,9,17,25)}에 의하여 보고된 바 있다. 그러나 Humphrey⁴³⁾는 가족의 경우 실제로 카드뮴의 중독현상은 드물다고 하였으며 Fox⁴⁴⁾도 사람에서 카드뮴의 중독현상이 유발되기 위하여서는 음식물내 최소한 5 $\mu\text{g/g}$ 이상의 카드뮴이 함유되어야 된다고 하였다. 그러나 카드뮴 중독의 정확한 함량에 관하여서는 아직 불명한 상태이다.

본 실험의 결과 Table 2에 표시한 바와 같이 도살견 50두의 각 조직내 카드뮴 함량은 간 : 0~1.97 $\mu\text{g/g}$ (평균 0.27 $\mu\text{g/g}$), 신장 : 0~3.52 $\mu\text{g/g}$ (평균 0.63 $\mu\text{g/g}$), 근육 : 0~2.15 $\mu\text{g/g}$ (평균 0.22 $\mu\text{g/g}$), 피부 : 0~0.84 $\mu\text{g/g}$ (평균 0.07 $\mu\text{g/g}$) 및 피모 : 0~0.55 $\mu\text{g/g}$ (평균 0.05 $\mu\text{g/g}$)을 나타내었다.

축산물내 카드뮴의 허용량에 관하여서는 아직까지 정확한 보고가 없는 실정이며 시판되는 육류에서의 카드뮴 함량을 Bartik과 Piskac⁶⁾은 간 및 신장 : 0.5 $\mu\text{g/g}$, 근육 : 0.1 $\mu\text{g/g}$, 피모 : 1.83 $\mu\text{g/g}$ 이라고 보고한 반면 Neathery와 Miller 등³⁵⁾은 정상우의 간 및 신장내 카드뮴 허용량을 0.64 $\mu\text{g/g}$, 1.35 $\mu\text{g/g}$ 으로 그리고 Kreuzer 등⁴⁵⁾은 도살우에서 행한 실험에서 간 : 0.005~0.3 $\mu\text{g/g}$, 신장 : 0.04~1.66 $\mu\text{g/g}$, 근육 : 0.005 $\mu\text{g/g}$ 으로 보고하였다. 그러나 우리나라의 경우는 1989년 5월 22자로 지정고시된 농림수산부령의 축산물 위생처리

법에 의거한 “수육중 잔류물질 시험방법 및 허용기준령”에 의하면³⁹⁾ 쇠고기와 돼지고기내 카드뮴 허용량을 0.1 $\mu\text{g/g}$ 이라고 규정하고 있으며 이 등⁴¹⁾은 도살 한우 및 돼지의 체조직내 카드뮴 함량에 관해 조사 보고한 바 있으며 1990년에 보고된 농촌진흥청의 조사보고에 의하면 시판되는 돼지고기 및 닭고기 내의 카드뮴 함량을 측정된 결과 돼지의 신장 : 0.73±0.59 $\mu\text{g/g}$, 근육 : 0.05±0.11 $\mu\text{g/g}$, 닭의 신장 : 0.05±0.04 $\mu\text{g/g}$, 근육 : 0.08±0.1 $\mu\text{g/g}$ 이라고 보고한 바 있다. 그러나 개의 체조직 내 카드뮴 함량에 관한 조사 보고는 외국에서도 거의 없는 실정이며 단지 일본에서 Hayashi와 Tsukamoto⁴⁶⁾가 0~6세 사이의 폐사견 26두의 조직내 카드뮴 함량을 조사한 결과 간 : 0.29 $\mu\text{g/g}$, 신장 : 0.84 $\mu\text{g/g}$ 및 근육 : 0.02 $\mu\text{g/g}$ 이라는 보고만 있을 뿐이다.

본 실험의 결과 나타난 도살견의 체조직 내 카드뮴 허용량을 측정조건이 다른 외국에서의 허용치와 비교하기는 곤란하나 Hayashi 등⁴⁶⁾의 보고와는 유사한 결과로 추측된 반면 우리나라 도살견의 평균 수명이 1~2년으로 외국에 비하여 생존기간이 짧다는 점을 고려할 때 앞으로 좀 더 철저한 연구가 이루어져야 된다고 생각된다. 아울러 근육에서의 평균함량이 0.22 $\mu\text{g/g}$ 으로써 Hayashi 등⁴⁶⁾의 보고에 비하여 현저히 높은 경향을 나타낸 사실은 본 실험의 결과만으로는 고찰하기 곤란하며 음수 및 사료의 분석을 통하여 그 원인을 밝혀야 할 것이라 생각된다.

피모내 카드뮴 함량에 관하여서는 Bartik과 Piskac⁶⁾은 정상우에서의 함량이 1.83 $\mu\text{g/g}$ 이라고 하였으며 이 등⁴¹⁾도 0.14 $\mu\text{g/g}$ 으로 보고한 바 있다.

본 실험에서도 피모내의 카드뮴 함량은 0.05 $\mu\text{g/g}$ 으로써 비록 선인들의 보고와 직접 비교할 수는 없으나 현재까지 개의 피모내 함량에 관한 보고가 없는 바 지금까지의 보고와 유사한 결과라 사료되며 또한 피부에서도 6예에서 검출되어 평균 0.07 $\mu\text{g/g}$ 을 나타낸 점은 피부에서도 카드뮴이 축적된다는 것을 밝힌 흥미있

Table 1. Conditions of Atomic Absorption Spectrophotometry

Element	Wave Length (nm)	Lamp current (mA)	Air flow (kg/cm)	C ₂ H ₂ flow (kg/cm ²)	Slit (nm)
Cd	222.8	6.0	1.6	0.8	0.18

Table 2. Range and Mean Cadmium Content in Liver, Kidney, Muscle, Hair and Skin of Slaughtered Dogs ($\mu\text{g/g}$)

	liver	kidney	muscle	hair	skin
Range	0~1.97	0~3.52	0~2.15	0~0.55	0~0.84
Mean	0.27	0.63	0.22	0.05	0.07

Table 3. Distribution of Higher Cadmium Content in Slaughtered Dogs

No. of slaughtered dogs	Distribution of higher cadmium content				
	liver*	kidney*	muscle**	hair***	skin
50(100)	10(20)	22(44)	19(38)	0(0)	0(0)

Remark * : >0.5 µg/g, ** : >0.1 µg/g, *** : >1.83 µg/g
Letters in parentheses are percentages

Table 4. No. of Samples which Showed Higher Cadmium Content in One or More than Limit Value(0.1 µg/g)

No. of slaughtered Dogs	No. of distribution				
	0	1	2	3	4
50	5	15	15	13	2

Table 5. Cadmium Content in Commercial Dog Foods

Sample	Cde(µg/g)
A	2.37
B	2.71
C	2.63
D	2.81
E	2.93
F	2.53
Mean	2.66

는 결과로 추측된다.

도살견의 개체별 측정치에 있어서 외국에서의 허용치를 초과한 예 수는 Table 3에 표시한 바와 같이 간 : 10예, 신장 : 22예, 근육 : 19예 였으며 1가지 및 2가지 조직에서 허용기준치를 초과한 예 수는 Table 4에서와 같이 각각 15두 그리고 3가지 및 4조직에서 허용기준치를 초과한 예 수는 13두 및 2두를 나타내었다.

이러한 결과는 1989년 농림수산부에서 축산물위생처리법에 의거 제정 고시한 “수육중 잔류물질 시험방법 및 허용기준”에 의한³⁹⁾ 쇠고기와 돼지고기내의 카드뮴 허용량을 0.1 µg/g이라고 한 사실에 비하면 전예에서 초과한 것으로 생각되나 1990년 농촌진흥청 가축위생시험소의 보고에서도 시판 돼지고기내의 카드뮴 검출량이 신장 : 174/177(98.3%), 근육 : 116/177(65.5%)였으며 닭고기의 경우 신장 : 73/90(81.1%), 근육 : 41/90(45.6%)에서 검출되었다고 하였다. 또한 허용기준치를 초과한 예 수도 돼지의 신장이 124예로써 11.1%를 나타내었으나 근육에서는 허용치를 초과한 예 수가 없다고 한 보고와 유사한 결과로 사료된다.

한편 체조적내 축적된 카드뮴의 오염원을 찾고자 국내에서 시판되는 개 사료 6예에 대한 카드뮴의 함량을 측정한 결과 Table 5에서와 같이 평균 2.66 µg/g(2.37 ~ 2.93 µg/g)이었으나 조적내 축적된 카드뮴이 이러한 사료에 기인한 것인지 또는 음수나 기타 등에 기인된

것인지는 앞으로 더 연구되어야할 과제라 생각된다.

참 고 문 헌

- Goodhart, R.S. and Shills, M.E. : Modern nutrition in health and disease, 6th ed., Lea and Febiger., Philadelphia (1980) pp. 437~439.
- Dorn, C.R. : Cadmium and the food chain, Cornell. Vet., (1979)69 : 322~344.
- Verma, M.P., Sharma, R.P. and Street, J.C. : Hepatic and renal metallothionein concentration in cow, swine and chickens given cadmium and lead in feed, Am. J. Vet. Res., (1978) 39 : 1191~1915.
- Neathery, M. W., Miller, W. J., Gentry, R.P., Stake, P.E. and Blackman, D.M. : Cadmium-109 and mercury-203 metabolism. tissue distribution and secretion into milk of cow, J. Dairy. Sci., (1974)57 : 1177~1183.
- Underwood, E.J.P. : Trace elements in human and animal nutrition. 4th ed., Academic Press., New York. (1977) pp. 243~257.
- Bartik, M. and Piskac, A. : Veterinary toxicology. Amsterdam Elsevier Scientific Pub. (1981) pp. 95~118.
- Blood, D.C., Henderson, J.A. and Radositis, O.M. : Veterinary medicine, 6th ed., Bailliere Tindall, London (1983) pp. 1122.
- Lucis, O. J., Lucis, R. S. and Shaikh, Z.A. : Cadmium and zinc cin pregnancy and lactation, Arch. Environ. Health., (1972)25 : 14~22.
- Schroeder, H.A. and Balassa, J.J. : Abnormal trace metals in man, Cadmium. J. Chronic. Dis., (1961) 14 : 236~271.
- Sharma, R.P. and Street, J.C. : Public health aspects of heavy metals in animal feeds, J.A.V.M.A., (1980) 177 : 149~153.
- Tsuyagawa, H. and Ohno, S. : Bull. Natl. Feeds and Fertil. Inspect. off., Tokyo No. 3. (1973) p. 128.
- 이근우, 이현범 : 사료내 카드뮴 첨가가 체조적과 피모의 카드뮴, 아연, 철 및 구리함량에 미치는 영향. 대한수의학회지, 27 : 361~383.
- Wilson, R.H., Deds, F. and Cox, A.J. : Effects of continu-

- ed cadmium feeding, *J. Pharmacol. Exp. Thera.*, (1941)71 : 222~235.
14. Combs, D.K., Goodrich, R.D. and Meiske, J.C. : Influence of dietary zinc or cadmium on hair and tissue mineral concentrations in rats and goats, *J. Animal. Sci.*, (1983) 56 : 184~193.
 15. Valberg, L. S., Sorbie, J. and Hamilton, D.L. : Gastrointestinal metabolism of cadmium in experimental iron deficiency, *Am. J. Physiol.*, (1976)231 : 462~467.
 16. Winge, D., Krasno, J. and Colucci, A.V. : Effects of trace element metabolism in animals, *Univ. Park. Press., Baltimore.* (1974)pp. 500.
 17. Shaikh, Z.A., Lucis, O.J. and Halifax, N. S. : Cadmium and zinc binding in mammalian liver and kidney, *Arch. Environ. Health.*, (1972) 24 : 419~425.
 18. Lucis, O.J., Lynk, M.E., Lucis, R. and Scotia, N.S. : Turnover of cadmium-109 in rats, *Arch. Environ. Health.*, (1969)18 : 307~310.
 19. Lucis, O.J., Lucis, R. and Scotia, H.N. : Distribution of cadmium-109 and zinc-65 in mice of inbred strains, *Arch. Environ. health.*, (1969) 19 : 334~336.
 20. Decker, C.F., Byerrum, R.U. and Hoppert, C.A. : A study of distribution and retention of cadmium-115 in the albino rat, *Arch. Biochem.*, (1957)66 : 140~144.
 21. Osuna, O., Edds, G.T. and Popp, J.A. : Comparative toxicity of feeding dried urban sludge and an equivalent amounts of cadmium to swine, *Am. J. Vet. Res.*, (1981)42 : 1542~1546.
 22. Cousins, R.J., Barber, A.K. and Trout, J.R.P. : Cadmium toxicity in growing swine, *J. Nutr.*, (1973) 103 : 964~972.
 23. Miller, W.J., Blackman, D.M. and Martin, Y.C. : Cadmium 109 absorption, excretion and tissue distribution following single tracer oral and intravenous doses in young goats, *J. Dairy. Sci.*, (1968)51 : 1836~1839.
 24. Miller, W.J., Blackman, D.M., Gentry, R.P. and Pate, F.M. : Effects of dietary cadmium on tissue distribution of cadmium following a single oral dose in young goats, *J. Dairy. Sci.*, (1969)52 : 2029~2035.
 25. Neathery, M.W. and Miller, W.J. : Metabolism and toxicity of cadmium, mercury and lead in animals, *J. Dairy. Sci.*, (1975)58 : 1767~1781.
 26. Leman, A.D., Glock, R.D., Mengeling, W.L., Penny, R.C.H., Scholl, E. and Straw, B. : Swine disease. 5th ed., *The Iowa state Univ. Press. Ames.*, (1981) Iowa pp. 605.
 27. Powell, G.W., Miller, W.J., Morton, J.D. and Clifton, C.M. : Influence of dietary cadmium level and supplemental zinc on cadmium toxicity in bovine, *J. Nutr.*, (1964)84 : 205~214.
 28. Sharkman, R.A. : Nutritional influence on the toxicity of environmental pollutants, *Arch. Environ. Health.*, (1974)28 : 105~113.
 29. Doyle, J.J., Pfander, W.H., Greding, S.E. and Pierce, J.O. : Effect of dietary cadmium on growth, cadmium absorption and cadmium tissue levels in growing lambs, *J. Nutr.*, (1974)104 : 160~166.
 30. Koller, L.D. : Public health risks of environmental contaminants : Heavy metals and industrial chemicals, *J.A.V.M.A.*, (1980)176 : 525~529.
 31. Perry, H.M. and Erlanger, M. : Hypertensions and tissue metal levels following intravenous cadmium, mercury, and zinc, *Am. J. Physiol.*, (1970)219 : 755~761.
 32. Richardson, M.E., Fox, M.R.S. and Fry, B.E. : Pathological changes produced in Japanese quail by ingestion of cadmium, *J. Nutr.*, (1974)104 : 323~338.
 33. Arena, J.M. and Richard, H. : Poisoning (1986)pp. 329.
 34. Piscator, M. : Proteinuria in chronic cadmium poisoning, *Arch. Environ. Health.*, (1966) 12 : 335~344.
 35. Gunn, S.A., Gould, T.C. and Anderson, W.A. : Cadmium induced interstitial cell tumors in rats and mice and their prevention by zinc, *J. Nat. Cancer Inst.*, (1963)31 : 745~760.
 36. Aronson, B.H. : Lead poisoning in cattle and horses following long term exposure to lead, *Am. J. Vet. Res.*, (1972) 33 : 627~629.
 37. 수육중 잔류물질 시험방법 및 허용기준. 농수산부 고시 제 89~33호(1989)5 : 22.
 38. 이현범 : 한국산 사료의 연함량에 관한 조사연구. 대한수의학회지, (1988)28(1) : 179~185.
 39. 이현범, 이근우 : 한국산 사료의 카드뮴 함량에 관한 조사연구. 경북대학교 새마을 연구 논총, (1990)11 : 123~129.
 40. 이현범, 이근우 : 도살한우 및 돼지의 체조직과 피모내 카드뮴 및 연함량에 관한 조사 연구 보고서. (1989)
 41. Humprey, D.J. : *Veterinary toxicology*, 3rd ed., Bailliere Tindall, London, (1988)pp. 401~406.
 42. Fox, M.R.S. : *Trace elements and human disease*, Academic Press., New York, (1976) pp. 401~406.
 43. Kreuzer, W., Sanson, B., Kracke, W. and Wissmath, P. : *Cadmium in Fleish and Organen von Schlachtieren*, Die Fleishch Wistschaft, (1975) 55 : 387~396.
 44. Hayashi, M. and Tsukamoto, T. : The distribution of environmental pollutants in pet animal. Tissue cadmium concentration in urban dogs, *Jap. J. Vet. Publ. Hlth.*, (1978) 24 : 9 : 557~562.

Cadmium Contents in Organs and Hair of Korean Slaughtered Dogs

Jong-Sik Jang, Huyn-Beom Lee and Keun-Woo Lee

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University

Abstract

In order to clarify the cadmium contents of normal dogs, tissue samples including liver, kidney, muscle, skin and hair were collected from 50 dogs which were slaughtered in Dae Gu area.

All samples were dry ashed and analyzed for cadmium content by atomic absorption spectrophotometric method.

The results obtained were summarized as follows :

The mean cadmium contents in $\mu\text{g/g}$ wet matter for 50 dogs were ; liver-0.27, kidney-0.63, muscle-0.22, skin-0.07, hair-0.05.

Ten samples(20%) in liver, twenty-two samples (44%) in kidney, nineteen samples (38%) in muscle out of 50 dogs showed higher cadmium contents than normal limit value of 0.50 for liver and kidney, 0.10 for muscle.

In addition, forty-five dogs also showed higher cadmium contents in one or four body tissues than normal limit value which reported foreign countries.
