

도축 사슴의 체조직내 카드뮴 함량에 관한 조사 연구

장종식, 권오덕*

상주대학교 축산학과, 전북대학교 수의과대학*
(접수 2001. 3. 2, 게재승인 2001. 4. 9)

Cadmium contents in tissues of slaughtered deer in Korea

Jong-Sik Jang, Oh-Deog Kwon*

*Department of Animal Science, Sangju National University, Sangju, 742-711, Korea
College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756, Korea**
(Received 2 March 2001, accepted in revised form 9 April 2001)

Abstract

In order to clarify the cadmium(Cd) contents of normal deer, tissue samples including kidney, liver, muscle, spleen, heart, lung, rumen, abomasum, intestine, skin and bone were collected from 18 deer which were slaughtered in Korea. All samples were burned to ashes and analyzed for Cd contents by atomic absorption spectrophotometric method. The mean Cd contents in $\mu\text{g/g}$ wet matter for 18 deer were liver 0.013, kidney 0.286, muscle 0.010, spleen 0.001, heart 0.007, lung 0.005, rumen 0.019, abomasum 0.016, intestine 0.018, skin 0.016 and bone 0.312, respectively. Two samples in kidney, one sample in muscle out of 18 deer showed higher Cd contents than normal limit value of $0.50\mu\text{g/g}$ for liver and kidney, $0.10\mu\text{g/g}$ for muscle. In addition, three deer also showed higher Cd contents in one body tissue than normal limit value which reported foreign countries.

Key words : Deer, Tissues, Cadmium, Atomic absorption spectrophotometry

서 론
카드뮴은 아연 및 납과 함께 자연계에서 흔

히 발견되는 원소로서 배터리, 색소, 금속도금, 플라스틱 등을 비롯한 현대 산업의 여러 분야에서 널리 이용되고 있으며, 환경에 오염된 카

Corresponding author : Oh-Deog Kwon, College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756, Korea. Tel) 063-270-3775, Fax) 063-270-3785

드름은 직접 또는 대기, 하천수, 토양 등을 매개로 하여 농산물이나 사료에 오염되어 전세계적으로 사람과 동물의 건강을 위협하고 있는 실정이다¹⁻⁵⁾. 인축이 일시에 다량의 카드뮴에 폭로될 때에는 급성 중독을 일으킬 수도 있지만, 고도로 산업화되고 있는 현대에서 각종 산업과정에서 유출된 소량의 카드뮴을 장기간 섭취했을 경우 유발되는 만성 카드뮴 중독 시에는 이러한 가축의 체조직과 그 부산물을 사람이 이용할 수 있기 때문에 공중위생학적으로 중요한 문제로 대두되고 있다^{6,7)}.

체내에 축적된 카드뮴은 주로 간 및 신장에 축적되어 변성 또는 섬유화를 일으키며⁸⁻¹⁰⁾ 고혈압^{1,11)}, 불임¹²⁾, 발암작용¹²⁾, 빈혈¹³⁾, 면역억제¹⁴⁾ 등을 나타낼 뿐만 아니라 특히, 일본에서는 신변성증, 골연증 및 가성골절에 기인하여 심한 통증을 특징으로 하는 이른바 itai-itai(가성골절)병이 이와 관련된 것으로 보고되었다¹⁴⁾.

외국에 있어서는 일반가축뿐만 아니라 야생동물의 체조직내 중금속함량 및 그 허용치에 관한 보고^{3,15,16)}가 많으나 우리나라에서는 아직도 문헌상 보고가 많지 않은 실정이다. 단지 근년에 이 등¹⁷⁾이 도살 한우와 돼지의 체조직과 피모내 카드뮴과 납 함량에 대한 보고 및 장 등¹⁸⁾이 도살견의 체조직내 카드뮴 함량에 관한 보고가 있을 뿐이며, 국내산 사슴에 대한 중금속 축적상태를 보고한 문헌은 찾아보기 힘든 실정이다.

본 연구에서는 우리나라에서 사육되어 도축된 사슴의 체조직내 카드뮴 축적상태를 파악함으로써 공중위생상의 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험동물 및 가검물 채취

우리나라에서 주로 사육되고 있는 꽃사슴 11두, elk 6두 및 red deer 1두의 1~4년생 사슴 18두를 대상으로 도축시 간, 신장, 근육, 비장, 심장, 폐, 1위, 4위, 장, 피부 및 뼈(비골)를 일정한 부위에서 약 10~20g씩 채취하여 분석 시

까지 -20℃에서 냉동 보관하였다.

카드뮴 함량의 측정

채취한 각 조직은 무게를 측정(wet weight basis)한 후 80~100℃에서 충분히 건조시킨 다음 450~470℃에서 24시간 회화를 실시하였다. 회분은 1:1 회염산액(유해금속측정용 염산, (株)松野圓製藥所, Japan)으로 용해하여 이것을 원자흡수분광광도계(ANALAB 9200A, 신일기 기진홍(주))를 이용하여 카드뮴함량을 분석하였다. 이때 사용된 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Conditions of atomic absorption spectrophotometry

Element	Wave-length(nm)	Slit (mm)	HCL (mA)	Flame type
Cd	228.8	0.2	3.0	Air / C ₂ H ₂

결과 및 고찰

음식물이나 물을 통해 체내에 들어온 카드뮴은 배출되지 않고 체내에 남아 있게 되므로, 비록 적은 양이라도 오랫동안 계속 노출될 경우 심각한 농도까지 축적될 수 있으며³⁾, 사람의 경우 50세에 평균 50μg/g의 카드뮴을 보유하게 된다는 것은 Cousin¹⁹⁾을 비롯한 여러 연구자들^{3-5,12,20)}에 의하여 보고된 바 있다. 그러나 Humprey²¹⁾는 가축의 경우 실제로 카드뮴 중독 현상을 나타내는 경우는 드물다고 하였으며, Fox²²⁾는 사람에서 카드뮴의 중독현상이 유발되기 위해서는 음식물내 최소한 5μg/g 이상의 카드뮴이 함유되어야 된다고 하였다. 그러나 현재까지로서는 카드뮴 중독의 정확한 함량에 관해서는 아직 불명한 상태이다.

본 조사 결과 Table 2에 표시한 바와 같이 사슴 18두의 각 조직내 카드뮴 함량(μg/g)은 간 0~0.124(평균 0.013), 신장 0~0.742(평균 0.286), 근육 0~0.161(평균 0.010), 비장 0~0.022(평균 0.001), 심장 0~0.067(평균 0.007), 폐 0~0.084(평균 0.005), 1위 0~0.262(평균 0.019), 4위 0~0.270(평균 0.016), 장 0~0.174

Table 2. Cadmium concentrations of each organs in the slaughtered deer($\mu\text{g/g}$)

Slaughtered deer No	Liver	Kidney	Muscle	Spleen	Heart	Lung	Rumen	Abomasum	Intestine	Skin	Bone
1	ND	0.438	ND	ND	0.014	ND	ND	0.012	0.174	0.019	0.090
2	ND	0.076	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.222
3	0.054	0.261	0.161	0.022	0.003	0.084	ND	0.270	0.131	0.113	0.313
4	ND	0.038	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.334
5	ND	0.094	ND	ND	NS	ND	ND	ND	ND	NS	NS
6	ND	0.092	ND	NS	ND	ND	ND	ND	ND	0.014	0.454
7	ND	0.043	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NS	ND	NS
8	ND	0.258	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.018
9	ND	0.189	ND	ND	ND	ND	ND	0.006	ND	NS	0.333
10	ND	0.421	0.018	ND	0.014	ND	0.065	ND	ND	0.004	0.183
11	ND	0.490	ND	ND	ND	ND	0.262	ND	ND	ND	0.148
12	ND	0.480	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.237
13	ND	0.114	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.186
14	0.124	0.388	ND	ND	0.067	ND	ND	ND	ND	0.006	0.130
15	0.059	0.478	0.008	ND	ND	ND	0.019	NS	0.006	0.020	0.424
16	ND	0.742	ND	0	0.019	ND	ND	0.007	ND	0.070	0.183
17	ND	0.551	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.358
18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NS	0.380
Range	ND~ 0.124	ND~ 0.742	ND~ 0.161	ND~ 0.022	ND~ 0.067	ND~ 0.084	ND~ 0.262	ND~ 0.270	ND~ 0.174	ND~ 0.113	0.090~ 1.018
Mean	0.013	0.286	0.010	0.001	0.007	0.005	0.019	0.016	0.018	0.016	0.312
SD	0.033	0.218	0.038	0.005	0.017	0.019	0.063	0.063	0.051	0.032	0.218

ND : Not detectable, NS : No sample

(평균 0.018), 피부 0~0.113(평균 0.016) 및 뼈 0.09~1.018(평균 0.312)을 나타내었다.

사슴의 체조직내 카드뮴 함량에 관해서 Schroeder와 Blassa⁵⁾는 간 0.35~0.74, 신장 2.10~6.58 $\mu\text{g/g}$ 이라고 보고하였으며, Falandysz¹⁵⁾는 간 0.11~0.21, 신장 1.5~2.1, 근육 0.001~0.01 $\mu\text{g/g}$ 이라고 하였으며, 그리고 Crete 등¹⁶⁾은 간 1.7~4.0, 신장 5.6~51.3, 근육 0~0.27 $\mu\text{g/g}$ 이라고 보고하였다. 이러한 사슴의 체조직내 카드뮴 함량은 본 조사 결과에서 나타난 간 0~0.124, 신장 0~0.742, 근육 0~0.161 $\mu\text{g/g}$ 과 대체로 유사한 결과로 생각된다.

한편, 피부에서는 측정 한 15예 중 7예에서 0.004~0.113(평균 0.035) $\mu\text{g/g}$ 이 검출되어 축종은 다르지만 장 등¹⁸⁾이 개의 피부에서 평균

0.07 $\mu\text{g/g}$ 이 검출되었다고 한 보고와 유사한 결과로서 사슴의 피부에도 카드뮴이 축적된다는 것은 매우 흥미 있는 사실로 생각된다.

뼈에서는 측정 한 16예 모두에서 0.09~1.018(평균 0.312) $\mu\text{g/g}$ 의 카드뮴이 검출되었다. 카드뮴이 뼈에 침착된다는 것은 Itogawa 등⁸⁾, Yoshiki 등¹⁰⁾ 및 Murata 등²³⁾에 의해서 이른바 itai-itai병을 유발하는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서 조직내 카드뮴 축적이 뼈에 현저한 것은 사슴에 있어서도 카드뮴이 특히 뼈에 많이 축적된다는 것을 알 수 있다.

축산물내 카드뮴의 허용량에 관하여서는 아직까지 정확한 보고가 없는 실정이며 시판되는 육류내의 카드뮴 함량에 관해 Bartik과 Piskac¹⁾은 간 및 신장 0.5, 근육 0.1, 육가공품 1.0 $\mu\text{g/g}$

이라고 한 반면 Neathery와 Miller¹²⁾는 정상우의 간 및 신장내 카드뮴 허용량을 각각 0.64 및 1.35 $\mu\text{g/g}$ 이라고 하였으며, Kreuzer 등²⁴⁾은 도축우를 대상으로 행한 실험에서 간 0.005~0.3, 신장 0.04~1.66, 근육 0.005 $\mu\text{g/g}$ 로 보고하였다. 국내에서는 이 등¹⁷⁾이 도살 한우 및 돼지의 체조직내 카드뮴 함량에 관한 보고에 의하면 한우에서 평균 함량이 간 0.10, 신장 0.23, 근육 0.05 $\mu\text{g/g}$ 이라고 하였다.

우리나라에서 사육된 사슴에 대한 체조직내 카드뮴 함량은 개체별 차이는 인정되었으나 평균치는 Table 2에 표시한 바와 같이 간 0.013, 신장 0.286 및 근육 0.010 $\mu\text{g/g}$ 을 나타내어 사용조건이 다른 외국의 보고와 비교할 수는 없으나 Bartik과 Piskac¹⁾이 보고한(간 및 신장 0.5, 근육 0.1 $\mu\text{g/g}$) 허용치를 초과하지 않았다. 그러나 개체별로는 Table 3에 표시한 바와 같이 18예 중 신장 2예(11%), 근육 1예(6%)에서 그리고 Table 4에 나타난 바와 같이 3두가 한가지 조직에서 Bartik과 Piskac¹⁾이 보고한 허용치보다는 다소 높게 나타났으나, Neathery와 Miller¹²⁾ 및 Kreuzer 등²⁴⁾이 정상우의 간 및 신장조직내 카드뮴 함량을 측정 보고한 결과보다는 낮게 나타

났다. 그러나 간, 신장 및 근육을 제외한 다른 조직에서는 외국허용치와 비교할 수 없었으나 뼈에서 0.09~1.018(평균 0.312) $\mu\text{g/g}$ 으로 다소 높은 수치를 나타내어 우리나라의 축산부산물 소비 형태를 고려할 때 육류와 더불어 기준 허용치 설정이 요구되는 결과로 생각된다.

결 론

우리나라에서 사육되어 도살되는 사슴의 체조직내 카드뮴 축적 상태를 알아보기 위하여 18두의 사슴에서 간, 신장, 근육, 비장, 심장, 폐, 1위, 4위, 장, 피부 그리고 뼈를 채취하여 원자흡수분광도계법으로 카드뮴의 함량을 측정하여 본 결과 다음과 같은 성적을 얻었다.

체조직내 카드뮴 함량($\mu\text{g/g}$)은 간 0~0.124(평균 0.013), 신장 0~0.742(평균 0.286), 근육 0~0.161(평균 0.01), 비장 0~0.022(평균 0.001), 심장 0~0.067(평균 0.007), 폐 0~0.084(평균 0.005), 1위 0~0.262(평균 0.019), 4위 0~0.270(평균 0.016), 장 0~0.174(평균 0.018), 피부 0~0.113(평균 0.016) 및 뼈 0.09~1.018(평균 0.312)로 측정되었다. 검체 중 외국허용치인 간 및 신장 0.5, 근육 0.1 $\mu\text{g/g}$ 을 초과한 예는 신장 2예 및 근육 1예였으며, 또한 18두 중 3두가 한가지 조직에서 허용량을 초과하는 카드뮴을 함유하고 있었다.

참고문헌

1. Bartik M, Piskac A. 1981. *Veterinary toxicology*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam : 95~118.
2. Sharma RP, Street JC. 1980. Public health aspects of toxic heavy metals in animal feeds. *JAVMA* 177 : 149~153.
3. Underwood EJ. 1977. *Trace elements in human and animal nutrition*. 4 ed., Academic Press. London : 243~257, 410~423.
4. Lucis OJ, Lucis RS, Shaikn ZA. 1972.

Table 3. Distribution of higher cadmium contents in slaughtered deer

No of slaughtered deer	Distribution of higher cadmium content		
	liver*	kidney*	muscle**
18 (100)	0 (0)	2 (11)	1 (6)

Remarks : * : >0.5 $\mu\text{g/g}$ ** : >0.1 $\mu\text{g/g}$
Letters in parentheses are percentages

Table 4. Number of samples which showed higher cadmium contents in one or more than limit value

No of slaughtered deer	No of distribution			
	0	1	2	3
18	15	3	0	0

Liver, kidney : >0.5 $\mu\text{g/g}$,
Muscle : >0.1 $\mu\text{g/g}$

- Cadmium and zinc in pregnancy and lactation. *Arch Environ Health* 25 : 14~22.
5. Schroeder HA, Balassa JJ. 1961. Abnormal trace metals in man, Cadmium. *J Chronic Dis* 14 : 236~271.
 6. Aronson BH. 1972. Lead poisoning in cattle and horses following long term exposure to lead. *Am J Vet Res* 33 : 627~629.
 7. Blood DC, Radositis OM, Henderson JA. 1983. *Veterinary medicine*. 6 ed. Bailliere Tindall. London : 1091~1093.
 8. Itokawa Y, Abe T, Tabei R. 1974. Renal and skeletal lesions in experimental cadmium poisoning. *Arch Environ Health* 28 : 149~154.
 9. Stowe HD, Wilson M, Goyer RA. 1972. Clinical and morphologic effects of oral cadmium toxicity in rabbit. *Arch Pathol* 94 : 389~405.
 10. Yoshiki S, Yanagisawa T, Kimura M. 1975. Bone and kidney lesions in experimental cadmium intoxication. *Arch Environ Health* 30 : 559~562.
 11. Perry HM, Erlanger M, Yunice SE, et al. 1981. Hypertension and tissue metal levels following intravenous cadmium to swine. *Am J Vet Res* 42 : 1542~1546.
 12. Neathery MW, Miller WJ. 1975. Metabolism and toxicity of cadmium, mercury and lead in animals. *J Dairy Sci* 58 : 1767~1781.
 13. Plum CM. 1951. Liver and spleen in haematopoiesis. *Arch Int Pharmacodyn* 86 : 52~79.
 14. Piscator M. 1966. Proteinuria in chronic cadmium poisoning. *Arch Environ Health* 12 : 335~344.
 15. Falandysz J. 1994. Some toxic and trace metals in big game hunted in the northern part of Poland in 1987-1991. *Sci Total Environ* 141(1-3) : 59~73.
 16. Crete M, Nault R, Walsh P, et al. 1989. Variation in cadmium content of caribou tissues from northern Quebec. *Sci Total Environ* 80(2-3) : 103~112.
 17. 이현범, 이근우. 1989. 도살 한우 및 돼지의 체조직과 피모내 카드뮴 및 연 함량에 관한 조사 연구. 연구보고서.
 18. 장종식, 이현범, 이근우. 1993. 도살견의 체조직내 카드뮴 함량에 관한 조사 연구. 대한수의사회지 29 : 160~164.
 19. Cousins RJ, Barber AK, Trout JRP. 1973. Cadmium toxicity in growing. *J Nutr* 103 : 964~972.
 20. Shaikh ZA, Lucis OJ, Halifax NS. 1972. Cadmium and zinc binding in mammalian liver and kidney. *Arch Environ Health* 24 : 419~425.
 21. Humprey DJ. 1988. *Veterinary toxicology*. 3 ed. Bailliere Tindall. London : 26~27.
 22. Fox MRS. 1976. *Trace elements and human disease*. Academic Press. New York : 401~406.
 23. Murata I, Hirono T, Saeki Y, et al. 1970. Cadmium enteropathy, renal osteomalacia ("itai-itai disease in Japan") *Bull Soc Int Chir* 29(1) : 34~42.
 24. Kreuzer W, Sansoni B, Kracke W, et al. 1975. Cadmium in Fleish und Organen von Schlachttieren. *Die Fleischwirtschaft* 55 : 387~396.