

**\*Corresponding author:**

**Kyunghyun Lee**

Animal Disease Diagnostic Division, Animal and Plant Quarantine Agency, 177 Hyeoksin 8-ro, Gimcheon 39660, Korea  
Tel: +82-54-912-0460  
E-mail: mylovehyun@korea.kr  
<https://orcid.org/0000-0002-3113-2781>

<sup>†</sup>These authors contributed equally to this work.

**Conflict of interest:**

The authors declare no conflict of interest.

**Received:** Apr 23, 2023

**Revised:** Aug 10, 2023

**Accepted:** Aug 11, 2023

## 반려동물 학대 의심 폐사축에 대한 중독물질검사 연구

강정우<sup>1,†</sup>, 김아영<sup>1,†</sup>, 채현영<sup>1</sup>, 임한애<sup>1</sup>, 김선춘<sup>2</sup>, 구복경<sup>1</sup>, 이경현<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>농림축산검역본부 질병진단과

<sup>2</sup>국립과학수사연구원 대전과학수사연구소

## Forensic analysis of toxic substances in fatalities with suspected companion animal cruelty

JeongWoo Kang<sup>1,†</sup>, Ah-Young Kim<sup>1,†</sup>, Hyun Young Chae<sup>1</sup>, Hanae Lim<sup>1</sup>, Suncheon Kim<sup>2</sup>, Bok-Kyung Ku<sup>1</sup>, Kyunghyun Lee<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Animal Disease Diagnostic Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon 39660, Korea

<sup>2</sup>Forensic Toxicology Division, National Forensic Service, Wonju 26460, Korea

### Abstract

The increasing prevalence of toxic substance-exposure in pets in South Korea endangers the health and safety of numerous companion animals, and has become a cause for concern. Notably, the annual incidence of forensic analysis in pets has increased by more than 150% in South Korea, mainly in populous regions such as Seoul, Incheon, and Gyeonggi. In response to this growing issue, veterinary forensic examinations were conducted on 549 dogs and cats from 2019 to 2022. This study revealed the presence of various toxic substances, including pesticides, insecticides, and drugs such as analgesics, anesthetics, antidepressants, and muscle relaxants, in pets. Among the 38 different toxins identified in pets, coumatetralyl, methomyl, terbufos, and bupropion were the most frequently detected. In this study, toxic substances for pets were identified based on the “toxic agent list for humans,” developed by the National Forensic Services, because no list of toxic agents for animals currently exists and data regarding potentially toxic substances for dogs and cats is limited. This is one of the limitations of this study, and necessitates the establishment of a toxic agent list for animals. Continued monitoring and research is also recommended to reveal the incidence, causes, and solutions of toxicity in animals.

**Keywords:** animal abuse; forensic analysis; toxic substance; pesticides; drugs

### 서론

동물학대는 동물에게 신체적이고 정서적인 고통을 주거나 생명을 위협하는 행위로서, 전 세계적으로 주목받고 있는 사회적 문제 중 하나가 되었다[1]. 동물에 대한 적절한 보호와 복지는 우리가 동물과 함께 건강한 환경에서 살아갈 수 있도록 보장하는 데 중요한 역할을 한다[2]. 동물학대로 인한 피해는 동물에게만 국한되지 않으며, 인간에게도 심각한 영향을 미칠 수 있기에 동물학대와 사회적 약자에 대한 폭력과 연관되어 있음을 보여주는 연구들이 증가하고 있다[3].

이러한 추세로 인해 동물보호법이 개정되어 동물학대 처벌이 더욱 강화되고 있다. 실

제로 2008년에는 동물학대에 대한 처벌이 500만원 이하의 벌금이었지만, 2021년에는 이 벌금이 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금으로 강화되었다. 또한 같은 법 제39조 제4항이 신설되면서(2023년 4월 27일 시행), 반려동물의 학대 여부 판단 등을 위한 동물검사를 의뢰 및 실시할 수 있는 법적 근거가 마련되었다[4].

독일 및 미국에서는 동물학대에 대한 인식과 규제가 강화되면서, 각종 사례에서 약물 독성을 검사하는 것이 동물학대 의심 사례를 확인하고 처벌하는 데 중요한 증거로 활용되고 있다[5,6]. 이에 이번 논문에서는 그 동안 국립과학수사연구원과 협력하여 농림축산검역본부에서 수행된 학대 의심 신고 폐사축에서의 약독물 검사결과를 분석하고, 향후 동물학대와 관련되는 약독물 검사업무 개발을 목표로 제시하고자 한다. 이를 통해 동물학대 문제를 보다 체계적이고 과학적인 방법으로 해결하는 데 기여할 수 있기를 기대한다. 또한 국가 차원에서의 인식 개선과 연구를 통해 동물학대에 대한 사회적 인식을 높이고, 동물의 복지와 보호를 증진하는 방향으로 나아가는 것이 무엇보다 중요하다 생각한다.

## 재료 및 방법

### 검사시료

이 연구는 2019년부터 2022년까지 중독 의심으로 폐사된 반려동물(개, 고양이) 549마리를 대상으로 진행하였다. 해당 동물들은 전국에서 신고되었고, 주로 경찰서를 통해 의뢰되었다.

### 검체 채취 및 처리

사체 549마리를 부검하여 위 내용물을 채취하였고 위 내용물이 없는 사체의 경우에는 위 조직을 절개하여 채취하였다. 채취된 검체는 검사의를 위해 4°C에서 보관하고 48시간 내 국립과학수사연구원에 배송하였다.

### 약독물 검사

채취한 검체에 대해 국립과학수사연구원에 의뢰하여 약물 독성검사를 실시하였다. 검사물질은 청산염, 유기인제류, 유기염소제류, 카바메이트제류, 살서제류, 바르비탈산유도체류, 벤조디아제핀유도체류, 페노티아진유도체류, 살리실산유도체류 및 기타 알칼로이드류이며 검사 방법으로는 국립과학수사연구원 약독물 감정처리규정[7]에 따라 자외선 가시광선분광광도법, 가스크로마토그래피/질량분석법(GC-MS/MS) 및 액체크로마토그래피/질량분석법(LC-MS/MS)이 사용되었다.

### 검사시료 데이터 수집 및 분석

국립과학수사연구원에서 얻은 검사결과(검사성분, 검출성분)는 국가동물방역통합시스템(Korea Animal Health Integrated System)에 입력하여 부검소견, 세균 및 바이러스 검사결과와 함께 해당

동물의 사인규명에 사용되었다.

## 결과

### 연간 수의법의검사 및 약독물 검사 상황

2019년부터 2022년까지 농림축산검역본부로 동물보호법 위반 의심으로 접수된 건을 조사한 결과에 따르면, 2019년에는 102건, 2020년에는 119건으로 증가하였으며, 2021년에는 228건, 그리고 2022년에는 323건의 검사 요청이 접수되었다. 이 중에서 외인사(unnatural death) 중 외상 등으로 판단되는 경우를 제외하고 약독물 검사가 경찰 등에서 요청된 건수는 2019년에는 79건, 2020년에는 96건, 2021년에는 194건, 2022년에는 180건으로, 총 549건이 확인되었다. 이러한 결과를 통해 반려동물 검사 중 약독물 검사가 지속적으로 증가하고 있음을 확인할 수 있었다(Fig. 1).

### 연간 약독물 검사의뢰 발생 지역 및 건수

대한민국의 여러 지역에서 4년간(2019-2022) 보고된 약독물 검사 요청 건수를 살펴보면, 2019년에는 총 79건의 검사 요청이 있었다. 그 중 43건이 서울 지역(서울, 인천, 경기)이었으며, 14건이 부산 지역(부산, 울산, 경남)이었다. 2020년에는 총 96건의 약독물 검사 요청이 있었는데, 부산 및 대구 지역(대구, 경북)에서 가장 큰 증가를 보여 22건 및 19건이었고, 서울 지역에서는 34건이었다. 대전(충북, 충남) 및 강원 등 지역에서도 요청 건수가 9건 및 10건으로 증가했다. 2021년에는 검사 요청이 크게 증가해 총 194건이 발생했다. 서울 지역은 83건으로 가장 많은 건수를 나타냈으며, 그 다음으로 부산 지역에서는 42건이었다. 그 외 대구, 대전, 광주 및 강원 지역에서도 전년도에 비해 요청 건수가 24건, 19건, 11건 및 15건으로 증가되었다. 2022년에는 총 180건의 약독물 검사 요청이 있었다. 대구 지역(대구, 경북)에서 39건으로 눈에 띄는 증가가 있었으나 그 외 다른 지역에서는 전년도 수준의 검사 요청 건수를 기록하였다. 지역별 누적 건수를 살펴보면, 서울, 인천, 경기 지역에서 독성검사 요청

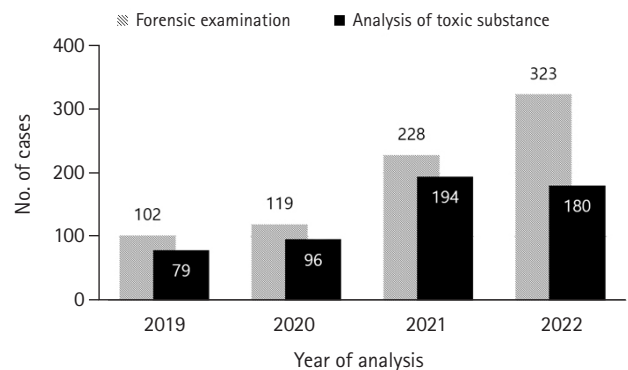


Fig. 1. Annual cases of veterinary forensic analysis.

건수가 가장 많았으며, 총 240건(44.0%)이었다. 그 뒤로 부산, 경남 지역에서 100건(18.3%), 대구, 경북 지역에서 87건(15.9%), 대전 지역(충북, 충남)에서 51건(9.3%), 광주 지역(전북, 전남)에서 28건(5.1%), 강원 및 기타 지역에서 43건(7.3%)이 발생했다. 모든 지역의 총 요청 건수는 549건이었다(Fig. 2).

**반려동물별 약독물 검사결과 검출성분 목록**

반려동물에 약독물 검사로 검출된 물질들을 조사한 결과, 개에서는 총 29건의 물질이 발견되었으며, 이 중 농약이 23건으로 가장 높은 비율을 차지하였다. 농약 중에서는 organophosphates 5건(terbufos 1건, phorate 4건), organochlorines 5건(endosulfan 5건), carbamates 9건(methomyl 8건, carbofuran 1건) 등이 주로 관찰되었다. 또한, 약품 중에는 rodenticides가 5건(coumatetralyl 5건), 기타 성분으로는 청산중독이 1건으로 확인되었다. 개에서 혼합 검출된 사례로는 carbofuran + terbufos + etofenprox 1건, diazinon + terbufos + etofenprox + sulfotep + metalaxyl 2건, 그리고 terbufos + phorate 1건 있었다(Table 1).

한편, 고양이에서는 41건의 물질이 검출되었으며, 농약이 22건, 약품이 19건으로 검출되었다. 농약의 경우, organophosphates 3건(terbufos 3건), organochlorines 1건(endosulfan 1건), carbamates 7건(methomyl 1건, carbaryl 1건, cymoxanil 1건, carbofuran 4건), pyrethroids 3건(etofenprox 3건), plant growth regulators 7건(buprofezin 7건) 등이 주로 발견되었다. 약품 중에서는 rodenticides가 13건(bromadiolone 1건, coumatetralyl 8건, flocoumafen 4건), opioids가 1건(tramadol 1건), 혼합되어 검출된 사례가 4건으로 나타났다. 고양이에서는 다음과 같이 5건의 혼합 검출 사례가 발견되었는데, mebendazole + praziquantel 1건, coumatetralyl + trifloxystrobin 1건, sertraline + chlorpromazine + flurazepam + zolpidem + quetiapine + trazodone + diazepam + doxepin + (s)Cit-

alopram 3건이었다. 그러나 주요 사망 원인이 아닌 것으로 판단되어 케이스에서 제외된 nicotine + flunitrazepam + 7-aminoflunitrazepam 1건, ketamine + tramadol 1건, ketamine + mebutamide + xylazine 1건 및 tiletamine + zolazepam 1건 총 4건의 혼합 검출 사례도 있었다.

**반려동물에서 검출된 성분의 종류, 검출빈도 및 주요 사인 관련성**

반려동물에서 약독물 검사결과를 분석한 결과 총 38가지의 성분이 검출되었으며, 검출된 사례는 총 118건이었다. 그 중 98건에서 검출된 물질이 주요 사망 원인으로 진단되었는데 coumatetralyl이 14건으로 가장 많이 검출되었고, 주요사인은 살서제 중독으로 진단되었다. 그 다음으로는 methomyl, terbufos, buprofezin, endosulfan, etofenprox, phorate 및 flocoumafen이 각각 9건, 9건, 7건, 6건, 6건, 5건 및 3건 검출되었으며, 주요사인은 각각 메토밀, 터부포스, 살충제, 카보푸란, 엔도설판, 살충제, 포레이트 및 살서제 중독 순이었다. 특히 고양이에서는 다수의 개체를 수면제 투여 후 땅에 산 채로 묻어 질식사한 사례가 확인되었는데, 이 때 사용된 약물로는 (es)citalopram, chlorpromazine, diazepam, doxepin, flurazepam, quetiapine, sertraline, trazodone, zolpidem 등이 각각 3건씩 검출되었다. 이 외에도 diazinon, ketamine, metalaxyl, sulfotep, tramadol 등의 물질이 검출되었다(Table 2).

**고찰**

최근 동물학대 문제가 점차 증가하고 있으며, 이로 인해 반려동물들의 건강과 안전이 크게 위협받고 있다[8]. 이러한 배경을 고려하여, 이번 연구에서는 2019년부터 2022년까지 중독 의심으로 신고된 반려동물(개, 고양이) 549마리를 대상으로 약독물 검사를 진행하였다. 연구결과를 보면 연간 동물학대 관련 검사의뢰가 매년 약 150% 증

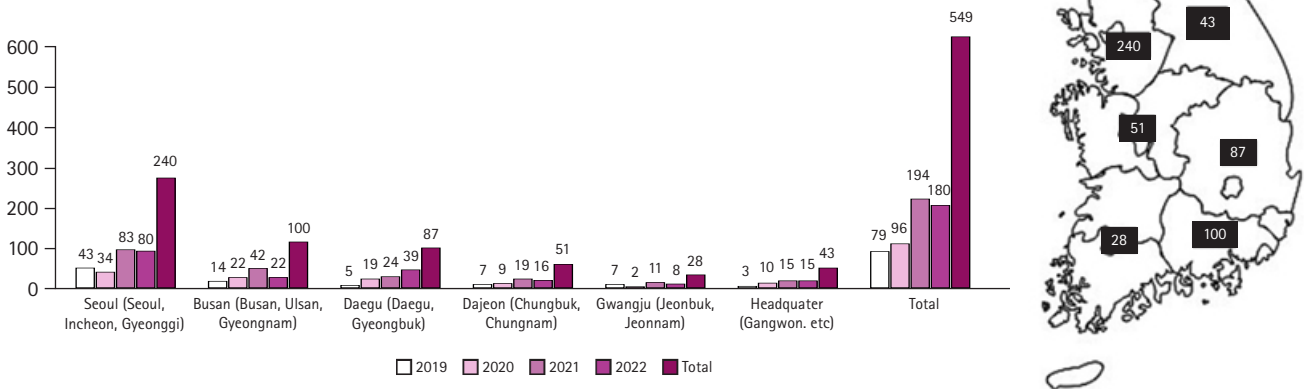


Fig. 2. Geographical distribution in veterinary forensic examinations of companion animals from 2019 to 2022.

**Table 1.** Classification and analysis of detected toxic compounds in dogs and cats, grouped by agent category and substance

Animal	Agent	Substances (no. of cases)	
Dog (29)	Pesticide (23)	Terbufos (1), phorate (4)	
		Endosulfan (5)	
		Methomyl (8), carbofuran (1)	
		Carbofuran-terbufos-etofenprox (1)	
			Diazinon-terbufos-etofenprox-sulfotep-metalaxyl (2)
			Terbufos-phorate (1)
	Drugs (5)		
	Rodenticide (5)	Coumatetralyl (5)	
	Other (1)		
	Cyanide (1)	Cyanide (1)	
Cat (41)	Pesticide (22)	Terbufos (3)	
		Endosulfan (1)	
		Methomyl (1), carbaryl (1), cabendazim (1), carbofuran (4)	
		Etofenprox (3)	
		Buprofezin (7)	
		Bifenthrin-terbufos (1)	
	Drugs (19)	Bromadiolone (1), coumatetralyl (8), flocoumafen (4)	
		Tramadol (1)	
		Mebendazol-praziquantel (1)	
		Coumatetralyl-trifloxysulfon (1)	
		Sertraline-chlorpromazine-flurazepam-zolpidem-quetiapine-trazodone-diazepam-doxepin(es) citalopram (3)	
		Nicotine-flunitrazepam-7-aminoflunitrazepam (1)*	
		Ketamine-tramadol (1)*	
		Ketamine-embutamide-xylazine (1)*	
Tiletamine-zolazepam (1)*			

Total = 70, pesticide = 45, drugs = 24, other = 1.

\*Excluded from no. of cases as it is not primary cause of death.

가하고 있다(2019년 102건, 2020년 119건, 2021년 228건, 2022년 323건). 특히 서울, 인천, 경기 지역에서 검사 요청 건수가 가장 많았는데 이는 인구 밀집도가 높은 지역, 즉 도시에서 유기동물의 분포가 높고, 동물학대 의심 신고도 많은 것으로 생각된다.

이 연구에서 제시된 최종 검사 요청 건수는 549건이며, 실제로 독성물질이 검출된 케이스는 70건으로 전체의 약 12.8%이다. 이는 사람에게 비해 약 3.4배에 이른다[9]. 다만 동물학대 신고자들은 대부분 약독물 중독을 의심하여 검사를 요청하고 있으나 실제 부검 등을 진행하여 보면 다른 질병 등의 이유로 폐사한 경우가 많음을 확인할 수 있다. 검출된 물질들은 크게 농약과 약품이었으며, coumatetralyl, methomyl, terbufos, buprofezin 성분 등이 주로 검출되었다. 이러한 물질들은 독성이 매우 높아 반려동물에게 치명적인 위협이 될 수 있다. 실제로 본 연구결과에서 대부분이 주요 사인이 된 케이스들을 확인할 수 있었다.

축종별로 살펴보면 개에서는 29건의 물질이 검출되었으며, 농약이 23건으로 가장 높은 비율을 차지하였고 methomyl, phorate, endosulfan 등이 주로 검출되었다. 약품 중에서는 살서제인 cou-

matetralyl이 5건으로 가장 많이 확인되었고, 기타 물질로는 청산염이 1건 있었다. 혼합 검출된 농약 성분도 4건 확인되었다. 고양이에서는 40건의 검출 물질이 확인되었으며, 농약이 22건, 약품이 18건이었다. 농약의 경우 carbofuran 등 카바이트계 성분들이 주로 검출되었으며 아파트 단지 내 조경을 위해 주로 사용되는 살충제인 buprofezin이 7건 확인되었다. 약품 중에서는 coumatetralyl, flocoumafen 및 bromadiolone 살서제가 13건, opioids계 성분인 tramadol이 1건 검출되었다. 특이적으로 chlorpromazine, diazepam, doxepin, flurazepam, quetiapine, sertraline, trazodone, zolpidem 같은 수면유도제 등이 혼합 검출된 사례가 4건이 있었다. 이 사건은 축주가 처방 받은 약들을 고양이에게 투약한 후 살아있는 상태에서 땅에 매장하였다고 경찰조사 결과 밝혀졌다. 마지막으로 ketamine, tiletamine, zolazepam, flunitrazepam 등이 복합적으로 검출된 케이스들이 4건 있었는데, 이는 동물병원에서 마취유도제 사용 등으로 추정되어 주요 사인에서 제외하였다.

반려동물에서 검출된 물질은 38성분으로 총 118건이 검출되었다. 이중 주요 사망 원인으로 지적된 것은 98건이었으며, 가장 많이 검

**Table 2.** Overview of detected substances in companion animals, their frequency, primary cause of poisoning, and diagnosis

Substance (38)	No. of detection (118)	No. of prime cause (98)	Diagnosis
Coumatetralyl	14	13	Rodenticide poisoning
Methomyl	9	9	Pesticide poisoning
Terbufos	9	9	Pesticide poisoning
Buprofezin	7	7	Pesticide poisoning
Carbofuran	6	6	Pesticide poisoning
Endosulfan	6	6	Pesticide poisoning
Etofenprox	6	6	Pesticide poisoning
Phorate	5	5	Pesticide poisoning
Flocoumafen	4	3	Rodenticide poisoning
(es)Citalopram	3	3	Asphyxiation linked to hypnotics
Chlorpromazine	3	3	Asphyxiation linked to hypnotics
Diazepam	3	3	Asphyxiation linked to hypnotics
Doxepin	3	3	Asphyxiation linked to hypnotics
Flurazepam	3	3	Asphyxiation linked to hypnotics
Quetiapine	3	3	Asphyxiation linked to hypnotics
Sertraline	3	3	Asphyxiation linked to hypnotics
Trazodone	3	3	Asphyxiation linked to hypnotics
Zolpidem	3	3	Asphyxiation linked to hypnotics
Diazinon	2	2	Pesticide poisoning
Ketamine	2	0	-
Metalaxyl	2	0	-
Sulfotep	2	0	-
Tramadol	2	1	-
7-Aminoflunitrazepam	1	0	-
Bifenthrin	1	1	Pesticide poisoning
Bromadiolone	1	1	Rodenticide poisoning
Cabendazim	1	1	Pesticide poisoning
Carbaryl	1	0	-
Cyanide	1	1	Cyanide poisoning
Embutamide	1	0	-
flunitrazepam	1	0	-
Mebendazol	1	0	-
Nicotine	1	0	-
Praziquantel	1	0	-
Tiletamine	1	0	-
Trifloxysulfon	1	0	-
Xylazine	1	0	-
Zolazepam	1	0	-

출된 독성 물질은 coumatetralyl이었고, 주요사인은 살서제 중독이었다. 이어 반려동물에 높은 위험을 나타낼 수 있는 methomyl, terbufos, buprofezin 등이 검출되어 메토밀 중독, 터부포스 중독, 살충제 중독으로 주요사인이 진단되었다[10,11].

이번 연구로 이러한 독성 물질들의 종류와 검출 빈도 결과를 통해 향후 반려동물에 대한 중독물질의 위험도 우선순위를 평가할 수 있는 기초자료를 확보할 수 있었다. 다만 이 결과는 2019년부터 2022년까지 일정 기간 동안의 데이터만을 분석한 것으로 검사시료가 적고 반려동물만 독성을 나타내는 약독물 사례에 대해서는 파악할 수 없다는 한계가 있었다. 따라서 지속적인 연구와 모니터링이 필요하며, 앞으로도 다양한 약독물에 대한 중독 사례를 수집하고 분석하여

관련 정보를 업데이트할 필요가 있다[12,13]. 또한 이번 내용에서는 약독물에 대한 검출 비율만을 고려했지만, 앞으로는 노출된 반려동물의 생리적 특성, 노출 시기 및 농도 등을 고려한 위험도 평가가 필요하며 이를 통해 반려동물을 대상으로 한 중독물질의 관리 및 예방 조치를 수립하는 것이 필수적이다.

더욱이 앞으로도 지속적인 연구와 모니터링을 통해 약독물 노출에 대한 예방 및 관리 방안을 개선해 나가야 할 것이며, 연구개발을 통해 본 연구에서 언급한 한계점을 극복하고, 보다 다양한 약독물과 노출 상황에 대한 데이터를 수집하여 국내 반려동물 중독 사례에 대한 이해를 더욱 확장시켜 나갈 필요가 있음을 확인하였다.

이에 동물학대 관련한 초동 대응기관인 농림축산검역본부는

2023년 약독물 검사 전문인력을 확충하고 기존 국립과학수사연구원 협조로 진행되었던 업무의 독립과 체계적 수행을 통해 수의법의 학진단 전문성 강화 및 연구 활성화를 이루고자 노력하고 있다.

## Acknowledgments

본 연구는 농림축산검역본부 수의과학기술개발연구사업 연구개발과제(과제번호 B-1543069-2023-25-02)의 지원으로 수행되었습니다. 또한 본 연구에 관심을 기울여주신 시카고 일리노이 대학교의 MD. Akil Hossain 박사님과 약독물 검사를 수행하여 주신 국립과학수사연구원에 감사드립니다.

## ORCID

JeongWoo Kang, <https://orcid.org/0000-0002-2097-6137>  
 Ah-Young Kim, <https://orcid.org/0000-0003-0600-1816>  
 Hyun Young Chae, <https://orcid.org/0000-0001-7295-5250>  
 Hanae Lim, <https://orcid.org/0009-0007-1081-0890>  
 Suncheun Kim, <https://orcid.org/0000-0002-2769-8571>  
 Bok-Kyung Ku, <https://orcid.org/0000-0002-1892-8910>  
 Kyunghyun Lee, <https://orcid.org/0000-0002-3113-2781>

## References

1. Ascione FR. Animal Abuse and Youth Violence. *Juvenile Justice Bulletin*. 1–15. U.S. Department of Justice, Office of Juvenile Justice and Delinquency Prevention, Washington, 2001.
2. Hahm T. A study on improvement for animal protect legislation in Korea. *Ewha Law J* 2015;19:403–431.
3. Kim H, Park J. A study on the re-offense prevention and punishment reinforcement of animal cruelty: the effect of gender and acceptability of violence. *Correct Rev* 2018;28:51–82.
4. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). Enforcement Decree of the Animal Protection Act. MAFRA, Sejong, 2023.
5. McFarland SE, Mischke RH, Hopster-Iversen C, von Krueger X, Ammer H, Potschka H, Stürer A, Begemann K, Desel H, Greiner M. Systematic account of animal poisonings in Germany, 2012–2015. *Vet Rec* 2017;180:327.
6. Gullone E. Risk factors for the development of animal cruelty. *J Anim Ethics* 2014;4:61–79.
7. National Forensic Service. Regulation for Toxic Substances Evaluation and handling. National Forensic Service, Wonju, 2022.
8. Lee M. A study of the relationship between animal abuse and violent crime. *J Korean Assoc Anim Assist Psychother* 2022; 11:15–19.
9. Park JH, Na JY, Lee BW, Yang KM, Choi YS. A statistical analysis on forensic autopsies performed in Korea in 2017. *Korean J Leg Med* 2018;42:111–125.
10. Forrester MB, Stanley SK. Patterns of animal poisonings reported to the Texas Poison Center Network: 1998–2002. *Vet Hum Toxicol* 2004;46:96–99.
11. Humphreys DJ, Clarke ML. *Veterinary Toxicology*. 3rd ed. pp. 10–13, Bailliere Tindall, London, 1988.
12. Park YK, Oh JA, You AS, Park SJ, Jo YM, Lee JB, Kim CS. Acute toxicity of pesticides to carp (*Cyprinus carpio*) and changes of toxicity to the exposure time. *Korean J Pesticide Sci* 2017;21:453–492.
13. Lee H, Bae YC, Lee B, Lee K, Baek K, Lee MH. Animal poisoning in Korea in 1974–June 2013. *Korean J Vet Res* 2013;53: 149–153.