# 가축의 외부기생충 살충제(1)

이 재 구 / 전북대학교 명예교수

I. 식물성 살충제
II. 카르바민산염 및 유기인제
III. 염화탄화수소계
IV. 포름아미딘계
V. 대환식 락톤계
VI. 곤충 기피제
VII. 곤충 성장 조절제
VIII. 살충 상승제
IX. 기타 살충제

살충제 또는 구충제는 숙주보다는 기생충에 대한 독성이 더욱 강하다. 그러나, 숙주에 대한 독성의 정도는 어떤 경우에는 매우 적거나 또는 상당히 있지만 결코 숙주에게 안전하지 않기 때문에 그 적용은 숙주에 대하여 항상 위험성이 도사리고 있다. 실제 문제로서, 구충제가 기생충을 어떻게 죽이는가보다는 숙주에게 나타내는 유해한 영향을 설명한다는 것이 더욱 쉽다는 사실을 때때로 느끼게 된다. 전형적인 살충제(곤충, 진드기, 응애 등)나 구충제의 개발 과정은 대체로 다음과 같다. 어떤 물질이 살충제로서 유망한가를 알아내기 위해서는 수 많은 화합물을 스크리닝하여야 한다. 구충제의 경우 실제 기생충에 대한 생체실험을 통하여 구충 효과를 증명하여야 한다. 또한, 랫트나 마우스를 사용해서 포유동물에 대한 독성 실험도 수행하여야 한다. 항기생충제에 대한 기생충의 여러 종이나 계통과 그들 숙주들의 반응은 때로는 매우 선택적이다. 즉, 피페라진은 회충류에 대하여서는 매우 감수성이 있지만 구충류에는 매우 내성적이다. 소와 개의 대부분의 품종은 유기인제 살충제의 적정한 적용법에 잘 견디지만 Brahman(소)이나 Greyhound와 Whippet(개)은 치명적으로 중독된다. 새로운 구충제를 정부 당국(식품의약품안전청 또는 국립수의과학검역원)으로부터 판매 승인을 받기 전에 치료후 실험동물의 부검 소견과 잔류 충체수 검사 등을 포함한 실험을 완벽하게 수행하여야 한다. 확인 실험은 여러 지역의 독립된 연구소에서 연속적인 야외 실험을 수행하여야 한다. 또한, 약품 생산자는 구충제를 판매한 6개월

후에는 일정한 간격을 두고 정기적으로 명백한 부작용 발현 여부, 레텔에 주의 사항 부착, 또는 제품 수거 등을 정부 당국에 보고하여야 한다. 기행충에 대한 구충제를 규칙적으로 반복 적용함으로써 저항성 유전자 표현형의 선발에 의하여 약제 저항성 기생충 집단이 필연적으로 생기기 마련이다. 그래서, 그 구충제는 효력이 없으므로 다른 약제로 대체하여야 한다. 불행하게도 특히 같은 화학계열의 대체 약품은 구충에 실패할 수도 있으므로 주의하여야 한다. 한 구제 약제를 다른 것으로 맹목적으로 대체하는 것보다는 기생충의 보다 좋은 관리 방법을 개발하여야 한다.

가축의 외부기생충 살충제에 관한 문헌은 매우 많은데 최신 문헌을 근거로 하여 살충제의 개황에 관하여 다음과 같이 체계적으로 구분하여 기술하고자 한다.

## I. 식물성 살충제(BOTANICALS)

식물성 살충제는 식물체에서 유래되었으며, 그 꽃, 잎, 줄기, 뿌리 등의 분제 또는 그 추출물이 여러 형식으로 조제되어 있다. 식물로부터 유래된 필수 기름은 곤충의 유인제나 기피제로 사용된다.

특히, 피레트린 같은 식물성 살충제는 여러 곡물이나 동물의 해충에 좋은 독성 효과가 있으며, 환경에 매우 짧게 잔류하며, 포유동물에는 비교적 낮은 독성이 있다. 피레트로이드제는 합성 피레트럼양 화합물로서 우수한 살충 효과가 있다. 로테논은 여러 식물의 뿌리로부터 얻어진 식물성 살충제이다.

### 1. 로테논(Rotenone)

로테논은 남아메리카 원주민이 독화살과 물고기를 마비시키려고 최초로 사용하였다.

18세기에는 식물의 잎을 먹는 나방 유충을 관리하는데 사용하였다. 로테논은 콩과식물의 데레스 뿌리(derris root), 큐베 뿌리(cube root) 등 열대 유독식물의 살충 성분이다.

미토콘데리아의 호흡 사슬 중에서 NADHCoQ 환원효소계 부위의 전자 전달을 저해하는 호흡 저해제이다. 물에는 녹지 않지만 알코올, 아세톤, 사염화탄소, 클로로포름 등 그 밖에 많은 유기용제에 잘 녹는다.

분자식 C23H22O6, 분자량 394.42, 융점 163 이며 광선과 공기에 노출되면 분해된다. 경구 $LD_{50}$은 쥐 133mg/kg, 마우스 350mg/kg 이지만 물고기에는 매우 독성이 강하다. 로테논은 연고, 약욕제, 액체로서 개의 국소성 모낭충증이나 고양이의 귀응애를 포함한 개와 고양이의 여러 가지 절지동물 기생충의 관리에 적용된다. 4주 이내의 고양이새끼와 젖먹이 강아지, 돼지, 물고기, 뱀에는 독성이 강하므로 로테논으로 치료해서는 안된다.

고양이와 개는 털에 묻은 로테논을 핥아먹으면 구토가 일어난다. 쥐에는 발암 물질로 작용할 수 있다.

### 2. 피레트린(Pyrethrins)

제충국(Chrysanthemum cinerariaefolium)의 꽃 머리에는 피레트린이라고 알려진 6가지의 매우 비슷한 살충 성분이 들어있다. 즉, 피레트린(pyrethrin) I (C21H28O3) 및 II (C22H28O5), 시네린(cinerin) I (C20H28O3) 및 II

(C21H28O5), 자스모린(jasmolin) Ⅰ 및 Ⅱ이다. 화학적으로 시클로프로판카르복실산이 살충작용이 있다. 피레트린은 공기, 광선, 습기에 쉽게 분해되고 생체내에서도 역시 쉽게 변성된다. 석유에는 매우 잘 용해되지만 물에는 용해되지 않는다. 쥐에 대한 경구 $LD_{50}$은 제품의 순도에 따라 kg당 200-1,500mg이며, 피부 LD50은 kg당 1,800mg이상이다. 쥐에 흡입되면 약간의 문제가 있지만 가축에 있어서 정상적인 분무 적용은 어떤 부작용도 일어나지 않는다. 어류에는 독성이 있으므로 어류 탱크 주위에서는 사용하지 않아야 하지만 관상어류나 그 밖에 관상 동물에 정상적으로 사용하면 매우 적은 충격만을 주게된다. 절지동물을 신속하게 떨어뜨려 마비시켜서 죽이게 되는데 축삭(axon)을 따라 뉴런접합부(synapse)에서 신경 전달에 독작용을 발휘함으로써 신경막에 있어서 소디움과 포타시움의 운반을 붕괴시키기 때문이라고 알려졌다. 피레트린의 잔류물은 때로는 불쾌감을 준다. 피레트린은 일반적으로 피페로닐부톡시드염(piperonyl butoxide) 또는 N-octyl bicyclohepten dicarboximide와 같은 상승제와 결합시킨다. 이와 같은 상승제는 살충력을 10-20배까지 증가시킨다. 상승제는 곤충 체내에서 살충제를 해독시키는 복합 기능 산화효소를 불활화시킨다. 자연 피레트린은 안전하고 얼굴파리(Musca autumnalis), 집파리, 말파리, 침파리, 모기, 벼룩, 이, 진드기 등을 빨리 쓰러트리기 때문에 가정이나 농장에서 다른 살충제보다도 널리 사용하고 있다. 피레트린은 고기소나 비유 젖소 그리고 축사 등에 적용할 때는 기록하여야 한다. 지속성 살충제가 아니므로 정기적으로 반복적으로 적용하여야 하며 집파리나 소에 기생하는 진드기에서 저항성 주가 생겼다는 보고가 있다. 젖먹이 강아지나 4주이하의 고양이새끼에 적용해서는 안된다. 이 약제를 섭식하였을 때 보다 중요한 독성 성분은 일반적으로 용제이기 때문에 구토는 금기이다. 활성탄을 투여하고 보조치료를 하여야 한다. 피부에 노출되었을 때에는 동물을 좋은 세척제로 씻어 주어야 한다

## 3. 피레트로이드제(Pyrethroids)

피레트로이드제는 제충국(피레트럼) 비슷한 합성 물질이다. 이 새로운 화합물은 자연 피레트린보다 곤충 등을 죽이는 힘이 강력하다.

생체내에서 변성되기 쉽지만 공기나 광선에 노출되었을 때에 매우 안전하므로 매주 또는 2주마다 적용하여도 곤충 등을 관리하는 데 좋은 성과를 얻을 수 있다. 또한, 낮은 온도에서도 좋은 살충 효과를 기대할 수 있다. 피레트로이드제는 곤충 등을 처음에는 자극하지만 나중에는 신경세포 기능을 약화시킴으로써 결국 마비를 일으킨다. 날아 다니는 곤충을 빨리 쓰러트리는 것은 신속한 근육 마비의 결과이다. 포유동물에는 독성이 낮지만 피부 또는 점막의 감각을 자극한다. 피레트로이드제를 세대별로 기술하면 다음과 같다.

### 1) 제1세대 피레트로이드제

자연 피레트린의 시네린 Ⅰ의 한 합성 복제품이다. 이는 자연 피레트린보다 강력하지도 안전하지 않으며 공기나 광선에 빨리 분해된다.

알레트린(Allethrin) - 여러 가지 광학

이성체의 한 혼합물이다. 포유동물에는 독성이 낮아서 쥐에 대한 $LD_{50}$은 kg당 920mg보다 크다. 축사속의 파리, 모기, 진드기, 벼룩을 관리하기 위하여 상승제와 같이 분무한다. 개와 고양이의 벼룩을 구제하기 위한 벼룩 샴푸도 있다.

**2) 제2세대 피레트로이드제**

자연 피레트린으로부터 처음으로 한 단계 진전된 약제로서 자연 제품보다 10-50배의 살충 효과가 있다. 자연 제품보다 광선에 더욱 안전하지 않다. 레스메트린(Resmethrin) - 피레트럼 상승제와 결합시켜도 상승 효과가 별로 없다. 포유동물에 독성이 낮다는 것에 큰 의의가 있다. 쥐에 대한 급성 경구 $LD_{50}$은 kg당 4,240mg이다. 살충 효과가 우수하여 개와 고양이의 벼룩을 관리하기 위하여 분무하거나 반여동물 샴푸를 사용한다. 뿔진드기(brown dog tick, Rhipicephalus sanguineus), 미국 운모참진드기(lone star tick, Amblyomma americanum)나 벼룩 등을 구제하기 위하여 가옥내를 분무하면 효과적이다. 테트라메트린(Tetramethrin) - 일본에서 처음으로 합성, 개발한 피레트로이드제이다. 아파트, 주택, 살림 보관 장소, 반여동물 침실의 벼룩이나 바퀴를 관리하기 위하여 퍼메트린과 합제로 안게 분무하면 효과적이다.

**3) 제3세대 피레트로이드제**

1970년대에 처음으로 사용하게 되었다.

광안정성으로서 품질의 우수성을 인정받았다. 처음으로 같은 분자에 있어서 효능 증가와 광안정성이 고정되었다.

펜발얼에이트(Fenvalerate) - 매우 광안정성이 있고 효과적인 이 제품은 처음으로 상업적으로 성공한 제3세대 피레트로이드제이다.

쥐에 대한 급성 경구 $LD_{50}$은 kg당 451mg, 집토끼에 대한 급성 피부 $LD_{50}$은 kg당 2,500mg이다. 어류에는 독성이 고도이다. 살충 효과가 오랫동안 잔류한다. 소귀표(cattle ear tag)는 젖소와 고기소의 털침파리(Haematobia irritans), 얼굴파리(Musca autumnalis), 운모참진드기(Amblyomma maculatum), 가시귀진드기(Otobius megnini)를 관리하는데, 그리고 이, 집파리(Musca domestica), 침파리(Stomoxys calcitrans)를 관리하는 보조 수단으로서 사용한다. 펜발얼에이트는 돼지, 말, 양, 산양의 이, 개선충, 양이파리(Melophagus ovinus), 파리를 관리하기 위하여 분무하면 효과적이다. 축사의 집파리와 딸집파리(Fannia canicularis)를 관리하기 위하여 역시 적용할 수 있다. 퍼메트린(Permethrin) - 여러 가지 곤충을 신속하게 죽일 수 있는 매우 우수한 살충제이다. 쥐에 대한 급성 경구 $LD_{50}$은 kg당 4,000mg이상이다. 펜발얼에이트와 같이 어류에 매우 독성이 강하다. 광안정성이 있으며 농작물의 잎에 대한 잔류 효과는 4-7일간 지속한다. 축사, 창고 등에 서식하는 집파리, 침파리, 그 밖에 분뇨에서 번식하는 파리를 관리하기 위하여 잔류 치료제로서 많은 제제가 있다. 동물체와 그 주위에 사용할 수 있게 인정된 피레트로이드제 중에서 가장 흔하게 접할 수 있는 제품이다. 개, 고양이, 말, 소, 돼지 등의 동물에 직접 분무하거나, 약욕시키거나, 씻기거나, 귀표로서 붙이거나, 등줄기에 붓어주거나(pour-on),

분제를 뿌리면 효과적이다.

개에 65% 용액을 직접 적용하면 벼룩의 성충 관리에 전신적으로 작용한다. 벼룩, 진드기, 파리를 관리하기 위하여 가축이나 반여동물 주위에 가정 분무액으로서 널리 사용하고 있다.

**4) 제4세대 피레트로이드제**

피레트로이드제 개발의 최첨단에 있는 제품이다. 가장 효력이 우수하고 그 효력이 가장 오랫동안 지속한다. 현재에는 살충성 귀표로만 이용하고 있다. 사이풀우트린(Cyfluthrin) - 털침파리와 얼굴파리를 관리하기 위하여 고기소에 사용이 입증된 귀표 제제이다.

이 귀표는 5개월간 효력이 지속한다. 다른 살충성 귀표와 같이, 계속적으로 사용하면 곤충 저항성이 생긴다.

이 저항성을 지연시키기 위하여 살충제의 계열을 계절마다 순환시켜야 한다. 파리의 유행 계절 말기와 도살하기전에 귀표를 제거하여야 한다.

사이퍼메트린(Cypermethrin) - 강력한 제4세대 피레트로이드제이며 클로르피리포스와 결합한 귀표 제제이다. 털침파리, 얼굴파리, 가시귀진드기, 운모참진드기를 관리하기 위하여 젖소와 고기소에 사용이 입증되었으며 침파리, 집파리, 이를 관리하는 데 도움이 된다.

이 결합 귀표는 4개월까지 피레트로이드제 저항 털침파리를 관리한다. 도살전에는 귀표를 제거하여야 한다. 한편, 이 유제는 우리나라에서 농업용 살충제로서 널이 사용하고 있다.

람부다사이할로트린(Lambdacyhalothrin) - 피페로닐부톡시드염과 결합한 귀표는 털침파리를 5개월까지 얼굴파리를 4개월까지 관리한다고 한다. 고기소, 건유기 젖소, 송아지에 사용이 입증되었다. 제타메트린(Zetamethrin) - 이 제품(jeta-cypermethrin)은 피레트로이드제 귀표 중에서 가장 새로운 것으로서 상승제인 피페로닐부톡시드염과의 합제이다. 털침파리, 얼굴파리, 운모참진드기, 가시귀진드기, 이, 침파리, 집파리, 먹파리, 작은 말파리를 관리하기 위하여 젖소와 고기소에 사용이 입증되었다. 무는 이와 빠는 이를 관리하기 위하여 겨울철에 사용할 수 있다.

## II. 카르바민산염 및 유기인제 (CARBAMATES AND ORGANOPHOSPHATES)

흔히 사용하고 있는 이들 살충제의 동물에 대한 중독 작용은 신경계통의 중요한 한 효소인 아세틸콜린에스테라제(acetylcholinesterase)의 억제에 의하여 일어난다. 이들 살충제는 이 효소와 결합하여 이 효소를 불활화시키므로 아세틸콜린이 신경뉴런접합부에 축적되어 시냅스중독(synaptic poison)으로서 작용한다.

아세틸콜린이 축적되면 급성 중독 증상이 나타나는 데 이는 자율주효기관에 대한 아세틸콜린의 무스카린 작용의 결과로 축동, 눈물 및 침 흘림, 구토, 설사, 빈뇨, 호흡곤란, 서맥, 저혈압 등의 증상이 나타난다. 그리고, 신경근접합부에의 니코틴 작용으로 신속한 불수의근의 불규칙적인 경도의 연축과 산란성

근섬유속 연축을 일으킨다음 고도의 허약과 마비가 뒤 따르고 결국 호흡 실조로 죽게된다. 많은 유기인제 살충제는 척수와 말초신경(예, 좌골신경)의 축삭 변성이 있는 만성 신경중독을 일으킨다. 카르바민산염과 유기인제 중독에 대한 해독제로서 아트로핀을 비경구적으로 투여한다. 염산프랄이독심(pralidoxime chloride)도 유기인제 중독에 사용할 수 있으나 카르바민산염에는 효과가 없다. 염산프랄이독심의 주요 작용은 아세틸콜린에스테라제에 반응하여 축적된 아세틸콜린을 파괴함으로써 뉴런접합부와 신경근접합부의 기능이 다시 정상적으로 가동할 수 있게 된다.

이 약제는 비교적 짧은 시간 작용하므로 반복 투여하여야 한다. 카르바민산염 및 유기인제의 중증 중독에는 인공 호흡이 필요하다. 카르바민산염과 특히 유기인제는 다른 콜린에스테라제 억제제, 다른 살충제 또는 페노다이아진과 함께 사용해서는 안된다. 그 이유는 콜린에스테라제잔류량에 대한 이들 제품의 영향이 축적되기 때문이다. 유기인제는 사냥개(예, Greyhound, Whippet) 또는 Chianina, Charolais, Gelbvieh, Simmental, Brahman과 같은 소의 품종에 적용하여서는 안된다. 이들 품종은 이들 약제에 대한 특이체질 반응에 감수성이 있기 때문이다. 쇠가죽파리(Hypoderma spp.) 유충에 감염된 소에의 유기인제의 적용은 숙주 - 기생중 반응을 일으키므로 주의하여야 한다.

## 1. 카르바민산염(Carbamates)

이들 제품은 아세틸콜린에스테라제를 두 단계로 불활화시킨다. 처음에는 가역성 카르바민산 - 아세틸콜린에스테라제 복합체를 형성한 다음 아세틸콜린에스테라제는 카르바밀기화되어 불활화된다. 그 다음 이 카르바민산염은 쪼개져 독특한 아세틸콜린에스테라제를 유리시키며, 이 카르바민산염은 다른 아세틸콜린에스테라제 분자와 결합할 수 없게 된다. 해독제는 아트로핀이다.

### 1) 카르바릴(Carbaryl/Sevin)

카르바민산염중에서 가장 많이 사용되며, 1956년에 처음으로 상품화하여 성공하였다.

포유류에 대한 독성은 낮아서 암컷 쥐의 경구 $LD_{50}$은 500㎎이다. 그러나, 꿀벌에 대한 독성은 높다. 소동물의 벼룩과 진드기의 관리에 흔히 사용한다. 개와 고양이에 단독 또는 다른 제품과 같이 혼합하여 사용한다. 벼룩, 이, 진드기에 감염된 큰 개와 고양이는 0.5-1.0% 용액에 잠깐동안 침지시키거나 씻어준다.

또는 2-5% 분제를 동물에 살포하고 털을 충분히 비벼야한다. 그러나, 많은 지역에서 벼룩과 진드기는 이 약제에 대한 저항성이 생겼다. 이 제품과 그 밖에 콜린에스테라제 억제제를 함께 사용해서는 안된다. 4주이하의 강아지와 고양이새끼에 사용해서도 안된다. 중독 증상이 나타나면 아트로핀을 투여한다. 프랄이독심은 금기이다.

### 2) 메톰일(Methomyl)

1966년에 개발된 이 제품은 카르바릴보다 살충력이 좋다. 포유동물에 매우 독성이 있어 쥐에 대한 경구 $LD_{50}$은 ㎏당 17㎎이다.

채소와 곡물에 기생하는 많은 종류의 곤충에 대한 살충 효과가 인정된다. 효력이 신속하게

나타나므로 이 제품이 파리에 묻거나 먹히게 되면 바로 죽게된다. 이 제품에는 합성 파리 - 유인 페로몬이 들어있다. 어류와 꿀벌에 독성이 있으며, 동물과 접촉시켜서는 안된다. 중독되었을 때 아트로핀을 투여한다.

### 3) 푸로폭수루(Propoxur)

1959년에 개발되어 소개된 이 제품은 곤충 등을 신속하게 쓰러트리는 힘과 4 - 6주간에 걸친 지속 효과가 있다. 조류와 꿀벌에는 독성이 있으나, 포유류 가축에는 안전하게 사용된다. 쥐에 대한 경구 $LD_{50}$은 kg당 100mg이다.

개와 고양이의 벼룩과 진드기를 신속하게 죽임으로 흔히 벼룩 목걸이로서 사용한다.

또한 축사내, 외에 해충 구제와 구더기 발생을 방지하기 위하여 1%분제를 살포한다.

우리나라에서도 많이 사용하고 있다. 이 제품도 역시 다른 카르바민산염이나 유기인제와 같이 아세틸콜린에스테라제의 작용을 억제한다. 해독제로서 아트로핀을 적용한다.

## 2. 유기인제(Organophosphates)

아세틸콜린에스테라제의 불활화는 두 단계에 걸쳐 일어난다. 첫단계는 유기인제가 아세틸콜린에스테라제의 활성 부위에 가역적으로 결합한 다음 그 효소에 불가역적으로 결합하게 된다. 불가역적으로 결합하면 이 효소는 재생할 수 없으므로 조직은 새로운 효소를 합성하여야 한다. 프랄이독심은 처음 반응을 가역화시켜 이 효소를 재생시키는 데 효과적이다.

그래서 이 제품에 노출된 직후에 가장 효과적이다. 유기인제를 화학 구조에 따라 지방족 유도체, 페닐 유도체 및 이환식 유도체의 세 군으로 나눌 수 있다. 처음으로 개발된 지방족 유도체는 복합환이 없는 단순한 선상 구조로서 단순하기 때문에 동물체내와 그 환경에서 쉽게 파괴된다. 한 개의 벤젠환을 지니고 있는 페닐 유도체는 제2세대 제품이며, 지방족 유도체보다 효력이 오랫동안 지속한다. 마지막으로 개발된 이환식 유도체는 적어도 한 개의 탄소 원자가 산소, 질소 또는 황으로 치환된 환식 구조이다. 이 군에 속하는 제품들은 유기인제 중에서 효력이 가장 길게 지속한다.

유기인제 살충제에 대한 독성은 흔히 응급처치를 요하므로 활성탄 투여, 흡착 감소를 위한 목욕, 아세틸콜린에스테라제에 결합을 가역화시키기 위한 프라이독심의 투여, 아세틸콜린 과잉에 따른 임상증상을 감소시키기 위한 아트로핀 투여가 필수적이다.

### 1) 지방족 유도체(Aliphatic Derivatives)

이 군중에서 디클로르보스나 트리클로르폰은 지금도 동물에 사용하고 있으며, 단순 직선 쇄구조이기 때문에 신속하게 파괴된다.

디클로르보스(Dichlorvos) - 1960년대 초반에 개발된 이 제품(DDVP, $C_4H_7Cl_2O_4P$, 분자량 220.98)의 유일한 특성은 높은 증기압이다. 그래서, 밀폐 공간안에 있는 곤충의 좋은 살충제이다.

또한, 벼룩 목걸이로서 최초로 시판되었다. 접촉, 경구 투여, 훈증제로써 신속한 살충작용이 있으나 작류 효과는 짧다. 중성 수용성 배지에서의 반감기는 약 8시간이며, 포유동물 체내에서 신속하게 가수분해한다. 서방성 제제는 개, 고양이, 돼지 그리고 말의 경제적으로 중요한 선충류에 대한 고도의 효력이

입증되었다. 소에는 물이나 디이젤유에 1%의 농도로 희석하여 고기소와 젖소에 마리마다 30-60㎖ 비율로 얼굴파리, 털침파리, 침파리, 집파리, 깔다구 및 모기를 관리하기 위하여 분무한다.

디클로르보스와 테트라클로르빈포스 합제는 고기소의 벼룩, 이, 가시귀진드기(Otobius megnini)를 포함한 진드기의 관리를 위하여 분무하거나 또는 backrubber로서 사용한다. 개와 고양이에는 벼룩을 관리하기 위하여 목주위에 목걸이를 채워준다. 축사나 그 주위에도 곤충을 관리하기 위하여 적용한다. Persian 고양이, 아픈 고양이, Greyhound나 Whippet 개에는 목걸이를 채워서는 안된다. 이 목걸이가 물에 묻으면 그 효력이 떨어진다. 동물에 대한 이 약제의 적용은 7-14일마다 안전하게 반복할 수 있다. 식용 가축은 도살전 1일부터 적용하여서는 안된다. 트리클로르폰(Trichlorfon) - 네구본(Neguvon)이라고도 불리는 이 약제는 고도의 살충 효과가 있으며 포유류에 독성이 낮다.

트리클로르폰은 시험관내에서 디클로르보스로 가수분해되며, 이것이 아세틸콜린에스테라제 효소를 억제함으로써 곤충이 죽게된다. 쥐에 대한 경구 $LD_{50}$은 kg당 450㎎이며, 피부 $LD_{50}$은 kg당 500㎎이상이다. 소의 쇠가죽파리 유충, 털침파리, 이를 관리하는데 8% 용액의 pour-on이 효과적이다. 파리(성충)의 왕성한 활동말기에 바로 치료하여야 한다.

젖소에 치료후 7일까지는 우유를 사람이 마셔서는 안되며, 도살전 21일 소에도 투여하여서는 안된다.

닭, 돼지, 개 등에도 사용할 수 있다. 특히, 개에서는 이 약제를 먹지않도록 주의하여야 한다. 양식 어류의 외부 기생충인 쌍자충, 킬로도넬라, 트리코디나 등의 구제에도 사용한다.

**2) 페닐유도체(Phenyl Derivatives)**

대표적인 제품으로서 다음과 같은 것들이 있다. 사이티오에이트(Cythioate) - Famphur (famophos)의 질소 치환 동족체로서 유일하다. 개와 고양이에 경구 투여하면 벼룩(성충)에 효과적이다.

고양이에 대한 경구 $LD_{50}$은 kg당 220㎎이다. 이 용량을 2-5일간에 걸쳐 나누어서 경구 투여하여도 안전하다.

개에 매일 15-200ppm으로 희석하여 투여하면(kg당 6-80㎎), 적혈구 및 혈장 콜린에스테라제 활성이 경도내지 고도로 억제된다. 추천 약용량의 10배로 반복 경구 투여하면, 목 근육의 일과성 진전과 쇠약 등의 부작용이 나타난다. 1.6% 용액과 30㎎ 정제가 개의 벼룩 관리에 처방된다. Kg당 3㎎의 비율로 경구 투여하는 데, 4.5kg당 1ml 용액이나 또는 9kg당 30㎎ 정제 한 개를 3일마다 투여한다. 검증은 되지 않았지만 고양이에 대해서는 kg당 3㎎을 1주일에 2번 벼룩을 관리하기 위하여 주의 깊게 투여할 수 있다.

Demodex, Otodectes, 이, 진드기에도 사용할 수 있다. 임신한 암컷이나 스트레스를 받고 있는 동물에는 투여하여서는 안된다.

펜티온(Fenthion) - 강력하고 고도의 지속성이 있는 살충제이다. 수컷 쥐에 대한 경구 $LD_{50}$은 kg당 255-298㎎, 급성 피부 $LD_{50}$은 kg당 1,680㎎이다. 국소적으로 적용하여도

매우 효과가 있는 데, 이는 전신으로 흡수되어 외부 기생충에 작용하기 때문이다. 고기소와 건유기 젖소의 파리, 이 그리고 쇠가죽파리 유충을 관리하기 위해서는 3% 용액을 100kg당 33mg 비율로 동물의 등줄기에 붓어준다. 점적 치료를 하기 위해새서는 100kg당 20%의 기름 용액 3mℓ를 사용할 수 있다.

고기소의 털침파리, 얼굴파리를 관리하기 위하여 플라스틱 귀표가 있는데 파리가 봄철에 나타날 때 동물마다 2개를 적용하여야한다. 이 귀표는 5개월간이나 효과가 지속하며, 도살전이나 파리의 번성 계절 말기에 제거하여야한다. 쇠가죽파리 유충을 관리하기 위해서는 계절마다 한 개를 적용하면 적당하다.

단 한번을 적용한 다음 35일이내에는 소를 도살해서는 안된다. 소의 이를 관리하기 위하여 일반적으로 처음 적용한 후 35일째에 두 번째로 적용할 때에는 그 후 45일이내에 도살하여서는 안된다. 28일이내의 송아지를 기르고 있는 젖소, 비유중인 젖소, 3개월이내의 송아지, 스트레스를 받고 있는 동물에는 사용하여서는 안된다. 돼지에도 3% 용액을 100kg당 33ml의 비율로 이를 관리하기 위하여 pour-on한다. 도살전 14일이내에는 적용할 수 없다. 개의 벼룩에 대해서는 플라스틱 튜우부속에 들어 있는 이 약제를 kg당 4-8mg을 등쪽 피부에 국소적으로 적용하면 전신에 흡수되어 벼룩(성충)을 죽이게 된다. 2주마다 한번이상, 그리고 10주이내의 강아지에 적용하여서는 안된다. 다른 콜린에스테라제 억제제와 함께 사용해서도 안된다. 14일마다 6개월이상 치료를 지속해도 안된다.

테트라클로르빈포스(Tetrachlorvinphos) - 포유동물에 대한 독성이 낮아서 쥐에 대한 경구 $LD_{50}$은 kg당 4,000-5,000mg, 집토끼에 대한 급성 피부 $LD_{50}$은 kg당 2,500mg이다. 습윤 분제, 분제, 디클로르보스와의 유화성 농축제로서 사용되는 데, 젖소의 얼굴파리, 털침파리, 집파리, 침파리, 이, 진드기, 식피개선충의 관리에 효과적인 것으로 입증되었다. 습윤 분제와 디클로르보스와의 유화성 농축제는 손으로 뿌리거나 또는 3% 분제를 분제 주머니를 이용하거나, 또는 액체를 분무하거나, 또는 기름에 용해시킨 농축액을 backrubber로서 적용할 수 있다. 습윤 분제는 고기소와 젖소에 하루에 kg당 1.54mg의 비율로 완전 사료, 광물질 급원 또는 당밀 덩어리에 혼합하여 급여하면 털침파리와 얼굴파리 유충의 발육을 예방한다. 창고에 규칙적으로 분무하면 파리의 관리에 효과적이다.

**3)이환식 유도체(Heterocyclic Derivatives)**

이환식은 3개, 5개 또는 6개의 원자로 되어 있으며, 모든 유기인제 중에서 가장 오랫동안 효력이 지속되므로 동물에 널리 사용하고 있다. 대표적인 것으로서 다음과 같은 것들이 있다.

클로르피리포스(Chlorpyrifos) - 환경에 적절하게 잔류하고 있으므로 모기와 파리의 유충, 불개미, 흰개미의 관리에 효과가 있다. 쥐에 대한 급성 경구 $LD_{50}$은 kg당 163mg, 집토끼에 대한 급성 피부 $LD_{50}$은 kg당 2,000mg이다. 축사와 그 주위를 분무하거나 뿌려주는데 이용한다.

벼룩과 진드기 목걸이는 오직 개의 벼룩과 진드기를 관리하는 데에만 처방한다. 한번

적용하면 벼룩을 죽이고 1개월간까지 재감염을 예방한다. 보다 효과적인 방법은 개의 침대나 쉬는 곳을 역시 분무하는 것이다. 임신한 암캐와 10주이하의 강아지에는 처방하여서는 안된다. 퍼메트린(permethrin)과 함께 조제한 귀표는 고기소와 젖소의 얼굴파리, 운모참진드기, 침파리, 집파리, 이의 관리에 처방한다. 송아지, 모든 연령의 젖소, 21일이내의 송아지를 기르고 있는 암소, 도살 14일이내의 소에는 처방하여서는 안된다.

코우마포스(Coumaphos) - 포유동물에 대한 독성이 비교적 낮다. 마우스는 매우 감수성이 있어 경구 $LD_{50}$은 kg당 55mg이지만 쥐에 대한 경구 $LD_{50}$은 kg당 90-110mg이다. 알칼리성 조건에서 서서히 가수분해 하지만 소의 간장에서는 신속하게 변성한다. 많은 종류의 기생성 절지동물의 관리를 위하여 동물이나 축사 등에 여러 가지 조성으로 유화성 농축제, 습윤 분제, 1% 분제로서 사용한다.

소이, 털침파리, 흡연개선충, 나사구더기 및 진드기를 관리하기 위하여 1-5% 자가치료 분말 주머니로서, 기름에 1% 비율로 용해시켜 backrubber로서, 물에 희석하여 유화성 농축제의 분무액으로서 적용한다. 5% 분제를 창상 부위에 충분하게 뿌려주면 감염 창상에 있는 나사구더기를 치료하는 데 효과적이다. 도살에 제한없이 고기소와 비유 젖소에도 사용할 수 있다. 농축제를 소에 적용할 때에는 치료후 14일간은 우유를 마실 수 없다. 양 및 산양에 있어서 5% 분제는 파리구더기, 나사구더기, 이, 양이파리, 진드기, 식피개선충에 효과가 있다. 돼지에서는 0.25-3% 용액의 분무 또는 1-5% 분제가 이와 나사구더기의 관리에 효과가 있다. 말에는 이를 포함한 외부 기생충을 관리하기 위하여 분무한다. 다이아지논(Diazinon) - 비교적 안전한 제품이다. 수십년 동안 여러 종류의 해충을 죽이기 위하여 사용하였다. 쥐에 대한 경구 $LD_{50}$은 kg당 300-400mg, 집토끼에 대한 급성 피부 $LD_{50}$은 kg당 4,000mg이다. 최근에 이르러 벼룩 목걸이가 개와 고양이에 사용하고 있다. 고기소와 건유기 젖소의 털침파리, 이, 운모참진드기, 가시귀진드기, 얼굴파리, 침파리, 집파리를 관리하기 위하여 귀표도 사용하고 있다. 겨울철에 이를 관리하기 위하여 사용할 수 있다. 3개월이내의 송아지에는 송아지 전용 귀표를 달아야 한다. 파리의 전성기 말기나 도살전에는 귀표를 떼어야 한다.

포스멧(Phosmet) - 많은 종류의 해충에 사용하며 수컷 쥐에 대한 경구 $LD_{50}$은 kg당 147-316mg, 집토끼에 대한 급성 피부 $LD_{50}$은 3,160mg이다. 소에는 털침파리와 진드기의 관리를 위하여 분무한다. 3개월이내의 송아지, 젖소, 도살전 21일의 고기소에는 적용할 수 없다.

개와 고양이에는 방향성 석유 용매에 11.6% 비율로 용해시켜 벼룩, 진드기, 개선충의 관리를 위하여 사용한다. 물 1갈롱당 앞의 용액 30㎖의 희석액을 한번 적용하면 개의 개선충에 효과적이라고 한다. 이 방법은 16일간에 걸쳐 벼룩과 진드기도 역시 관리된다.

8주이하의 강아지에는 처방하여서는 안된다. 7일이내에 반복 치료를 하여서도 안된다.

계속