

농식품 위해정보 매뉴얼

2007. 11

농림부

목 차

- 제1장 위해 미생물편 1
- 제1절 식중독균 3
 - 1. 리스테리아증(*Listeria monocytogenes*) 5
 - 2. 바실러스 세레우스(*Bacillus cereus*) 7
 - 3. 병원성 대장균(*Pathogenic Escherichia coli*) 10
 - 4. 병원성 대장균 O157:H7(*Escherichia coli* O157:H7) 14
 - 5. 브루셀라증(*Brucella*) 20
 - 6. 살모넬라증(*Salmonella* spp.) 23
 - 7. 시겔라(*Shigella* spp.) 28
 - 8. 예시니아 엔테로콜리티카(*Yersinia enterocolitica*) 33
 - 9. 장염비브리오(*Vibrio parahaemolyticus*) 36
 - 10. 캄필로박터 감염증(*Campylobacter jejuni*) 39
 - 11. 클로스트리듐 보툴리눔(*Clostridium botulinum*) 43
 - 12. 클로스트리듐 퍼프린젠스(*Clostridium perfringens*) 47
 - 13. 탄저(*Bacillus anthracis*) 50
 - 14. 황색 포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 53
 - 15. 에어로모나스(*Aeromonas hydrophila*) 57
 - 16. 엔테로박터 사카자키(*Enterobacter sakazakii*) 59
 - 17. NAG 비브리오(*Vibrio cholerae* non-O1) 62
- 제2절 바이러스 64
 - 1. 노로바이러스(*Norovirus*) 67
 - 2. 로타바이러스(*Rotavirus*) 70
 - 3. 아데노바이러스(*Adenovirus*) 73

제3절 기생충	75
1. 구충(Hookworm, Ancylocstoma uodenale)	76
2. 디스토마(흡충, Trematoda)	78
3. 이질아메바(Entamoeba histolytica)	81
4. 요충(Enterobius vermicularis)	83
5. 촌충(Tapeworm)	85
6. 톡소플라스마(Toxoplasma gondii)	88
7. 회충(Ascaris lumbricoides)	90
8. 크립토스포리디움(Cryptosporidium parvum)	93
9. 지아디아(Giardia lamblia)	96
제4절 인수공통전염병 (Zoonoses)	98
1. 결핵(Tuberculosis)	100
제5절 곰팡이	103
1. 곰팡이	103
제6절 해충 등	105
1. 쥐류	105
2. 위해곤충류	106
3. 진드기류	107
제7절 기타	108
1. 광우병	108
2. 구제역	110
3. 조류인플루엔자(Avian Influenza)	112

제2장 위해 화학물질	115
제1절 자연독	117
1. 버섯독	118
2. 복어독	122
3. 솔라닌(Solanine)	124
4. 시가테라독(Ciguatera)	126
5. 패류독	127
6. 그라야노톡신(Grayanotoxin)	132
제2절 곰팡이독(Mycotoxin)	133
1. 맥각독(Ergotoxin)	135
2. 아플라톡신(Aflatoxin)	136
3. 오크라톡신(Ochratoxin)	143
4. 제랄레논(Zearalenone)	148
5. 파툴린(Patulin)	152
6. 황변미독(Yellow rice toxins)	155
7. 푸모니신(Fumonisin)	157
제3절 식품첨가물	159
1. 아질산나트륨	161
2. 보존료	163
3. 산화방지제	165
4. 식품표백제	166
5. 아황산계 표백제	167
6. 인공감미료	169
7. 착색료	170

제4절 잔류농약	171
1. 농약의 분류	172
2. 국내외 관리동향	178
3. 농산물 중 잔류농약 제거법	180
4. 농약의 독성	181
5. 개별 농약	192
제5절 잔류 동물용의약품	210
1. 니트로푸란	212
2. 성장촉진 호르몬	215
3. 클로람페니콜	218
4. 말라카이트 그린	219
제6절 중금속	220
1. 납	221
2. 비소	223
3. 셀레늄(Selenium)	227
4. 수은	228
5. 카드뮴(Cadmium)	230
제7절 환경호르몬	233
1. 다이옥신	236
2. 비스페놀 A	239
3. 프탈레이트(Phthalates)	244
4. PCBs(Polychlorinated biphenyls, 폴리염화비페닐)	247
5. 스티렌(모노머, 다이머)	249

제8절 기타 유해 화학물질	250
1. 가소제	250
2. 니트로자민(N-Nitrosamine)	251
3. 아크릴아마이드	252
4. 알레르겐	253
5. 트랜스지방산	256
6. 히스타민(Histamine)	258
7. PFOA(퍼플루오로옥타노익 에시드)	259
8. 트리할로메탄(THMs)	261
9. Semicarbazide(SEM)	263
제3장 기타 위해물질	265
제1절 기타 위해물질	267
1. 방사선 조사	267
2. GMO(Genetically Modified Organism)	270

제1장 위해 미생물편

제1장 위해 미생물편

제1절 식중독균

식중독이란 일반적으로 음식을 통해서 인체 내로 들어간 병원 미생물이나 유독·유해한 물질에 의해 일어나는 것으로, 비교적 급성의 위장염 증상을 주요 증상으로 하는 건강장해를 말한다. 영어로는 'food poisoning'이나 'foodborne disease', 'foodborne infection' 등이라고 표현한다.

이 중에서도 가장 널리 알려져 있는 식중독은 세균에 의해 발생하는 식중독이다. 세균성 식중독은 경구전염병과 명확하게 구분하기 어려운 경우가 있으나 일반적으로 경구전염병은 식품이 병원의 운반자 역할을 하며, 소량의 균으로도 질병을 일으키는데 반해 세균성 식중독은 식품 중에 일정량 이상의 병원성 세균이나 세균이 생성하는 독소가 축적되어야 발생한다는 점에서 다르다. 또 경구전염병은 2차 감염이 쉽게 이루어지나 세균성 식중독은 대부분의 경우 2차 감염이 일어나지 않는다.

즉, 세균성 식중독은 일정한 수 이상으로 증식한 세균 또는 그 대사산물인 독소를 함유하는 식품을 섭취해 발병하는 경우를 말하며 크게 감염형과 독소형으로 구분할 수 있다.

감염형 식중독이란 식품 중에 미리 증식한 다수의 식중독균(생균)을 식품과 함께 섭취하여, 이것이 장관내 점막을 침입함으로써 구토, 설사, 복통 등의 급성 위장염 증상을 나타내는 것이다. 세균이 장관에 도달하여 다시 증식하고 발병할 때까지는 일정한 시간이 필요한데 이를 잠복기라 하며, 대개의 경우 8~24시간 가량이 소요되나 세균에 따라 1시간 이내에 발생하거나 며칠 후에 발생하는 경우도 있다. 대표적인 감염형 식중독 세균으로는 살모넬라, 장염비브리오, 병원성 대장균 등이 있으며, 캠필로박터, 예시니아 엔테로콜리티카도 감염형 식중

독에 속한다.

독소형 식중독은 세균이 증식할 때 생성되는 독소(균체외 독소)를 식품과 함께 섭취했을 때 장관에서 흡수되어 발병한다. 일반적으로 감염형 식중독보다 잠복기가 짧아 30분~8시간 내에 발병한다. 감염형 식중독과 달리 세균이 직접적인 원인이 아니라 세균이 생성한 독소가 문제가 된다. 독소형 식중독의 대표적인 예가 클로스트리듐 보툴리눔과 황색 포도상구균이다.

1. 리스테리아증(Listeria monocytogenes)

(1) 리스테리아 모노사이토제네스의 특성

리스테리아 모노사이토제네스는 1923년 동물에서 처음 알려졌으나 사람에게서는 특별히 문제가 되지 않았다. 그러나 1980년대에 유럽과 미국에서 리스테리아증 사례가 계속 보고됨에 따라 주목을 받기 시작했다. 리스테리아 모노사이토제네스로 인한 식중독을 리스테리아증이라 한다.

그람 양성의 통성혐기성균으로 포자를 형성하지 않는 단간균(막대기형)이다. 1~4개의 편모가 있어 운동성이 있다. 최적 발육온도는 30~37°C지만 0~45°C에서 성장가능하다. 또 6% 이상의 식염에도 견디는 특징이 있다.

연구에 따르면 1~5%의 사람이 장에 리스테리아균을 보유하고 있다고 한다. 최소 37종의 포유류와 최소 17종 이상의 조류, 그리고 일부 어류와 조개에서도 존재한다. 토양, 사료 및 기타 환경에서 검출되기도 한다. 대부분의 리스테리아 모노사이토제네스가 일정 수준 이상이면 병원성을 띤다.

(2) 식중독 원인(식품)

원유, 살균액상유, 치즈(연치즈류), 아이스크림, 생채소, 발효소시지, 가금육, 익히지 않은 육류 및 생선 등이 원인식품이다. 3°C 이하에서도 자랄 수 있어 냉장고에 보관한 식품에서도 증식한다.

(3) 식중독 증상

노약자, 임산부, 유아 및 면역기능 저하자에서 주로 발생한다. 신생아 및 40세 이상의 성인에서 수막염, 패혈증, 폐혈증, 폐렴, 심내막염, 국소성농양, 결막염, 요도염, 습관성유산 등 여러가지 증상을 유발할 수 있다.

리스테리아증의 특징은 발열, 두통, 구토 등의 수막염 및 패혈증 전구증상이 갑자기 일어나며, 살모넬라나 장염비브리오증과 달리 복통, 설사 등의 위장염 증상이 거의 나타나지 않는 것이 특징이다.

(4) 식중독 발생현황

국내의 경우 대규모로 발생한 리스테리아증 사례가 거의 없다.

미국 질병통제센터(CDC)가 1987년 집계한 발생자료에 따르면 매년 미국에서 최소 1600명의 환자가 발생하여 415명이 사망하였다. 대부분의 경우 산발적으로 환자가 발생하여, 어떤 식품을 통해 감염되었는지 역학조사가 어렵다.

(5) 식중독 발생 사례

1985년 미국 캘리포니아에서 멕시코 소프트 치즈를 먹고 유아 92명과 성인 49명 총 142명의 환자가 발생하였으며, 이 중 태아와 신생아 30명, 임신하지 않은 성인 18명 등 총 48명이 사망하였다. 성인 환자는 대부분 면역기능 저하자나 심한 만성병 환자였다. 치즈와 치즈를 만든 공장의 환경시료에서 리스테리아 모노사이토제네스균이 분리되었다. 살균기가 작동했음에도 불구하고 식중독이 발생한 이유는 처리용량 이상의 원유가 공급되었기 때문으로 밝혀져 제품이 회수되고 공장이 문을 닫았다.

스위스에서도 소프트 치즈를 먹고 발병한 사례가 있었다. 1983년과 1987년 사이에 122명의 리스테리아증 환자가 발생하여 31명이 사망하였다. 초기에는 전염원이나 전파경로가 밝혀지지 않았으나 이후 리스테리아균이 검출된 모든 치즈(관련) 제품을 회수한 결과 리스테리아에 의한 식중독 발생이 격감하였다.

(6) 예방법

우유나 유제품, 식육 및 식육제품 등이 원인식품으로 알려져 있으므로 이들 식품의 취급에 특히 주의하고, 저온에서도 증식할 수 있으므로 장시간 냉장고에 식품을 보관하지 않도록 한다. 장시간 보관하는 식품은 냉동보관하는 것이 바람직하며, 철저히 가열하여 섭취하여야 한다.

2. 바실러스 세레우스(Bacillus cereus)

(1) 바실러스 세레우스의 특성

바실러스 세레우스는 토양세균의 일종으로 자연계에 널리 분포하므로 농작물을 비롯한 대부분의 식품에 오염되어 있다. 검출되는 비율은 높으나 식중독 발생은 특별한 경우에만 발생하므로 상대적으로 그 발생빈도는 낮다 하겠다. 영국 등 유럽에서는 발생빈도가 높아 오래 전부터 주목을 받아 왔으며, 최근 우리나라에서도 각종 식품에서 검출되어 규제 대상이 되고 있다.

바실러스 세레우스는 그람 양성의 대형 간균으로, 사슬형태로 배열하며, 편모가 있어 운동성이 있다. 포자를 형성하여 열에 대한 저항성이 강하며, 산소 조건에서 잘 증식하는 호기성 세균이다.

자연계(토양, 먼지, 하수 등)에 널리 분포하며 식물에 오염되어 부패·변패, 때로는 식중독을 일으킨다. 바실러스 세레우스는 소량 섭취하면 식중독을 일으키지 않는다. 식중독을 막기 위해서는 식품에서 이 균(또는 포자)을 사멸시키거나, 발아를 억제시키고 증식을 방지해야 한다. 바실러스 세레우스 포자의 열저항성은 100℃에서 1.2~7.5분으로 보고되고 있다.

(2) 식중독 원인(식품)

조리 후 냉각과정동안 수시간 상온에 방치된 고기, 야채, 쌀, 스프 등에서 포자의 발아로 세균이 증식된다. 특히 볶음밥 등의 쌀밥과 스파게티, 면류 등의 소맥분으로 된 식품류가 주요 원인식품이다. 보통 음식에는 10 CFU/g 이하 가량 존재하므로 질병을 일으키지 않으나 이들 균의 생육조건이 맞으면 10⁶ CFU/g 이상까지 증식하여 식중독을 일으킬 수 있는 기회성 식중독균¹⁾이다. 저온살균 후의 낙농제품(우유, 치즈 등)에서도 발아할 수 있다.

1) 건강한 사람에게는 큰 문제가 없으나 면역성이 약한 노인이나 어린이에게는 질병을 일으킬 수 있는 식중독균

(3) 식중독 증상

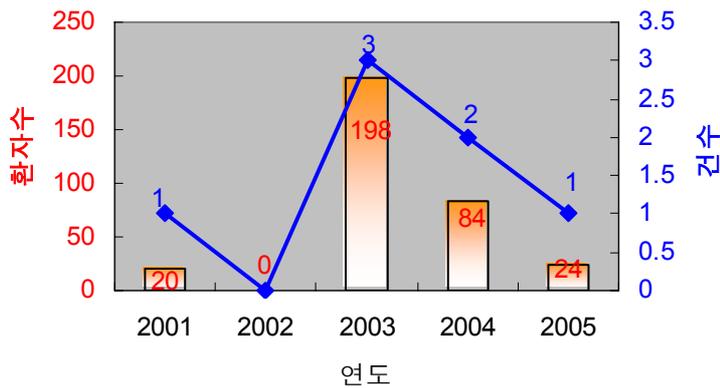
식중독 증상은 설사형과 구토형으로 구분할 수 있으며, 설사형의 잠복기는 대략 10~12시간, 구토형의 잠복기가 1~5시간이다. 심한 경우 심내막염, 패혈증, 화농성질환 등을 야기할 수 있으나 다른 식중독에 비해 중세가 비교적 경미하다. 감염량은 10^6 CFU/g 이상(오염원에 따라서는 $10^2\sim 10^4$ CFU/g)이며, 균의 이상증식으로 발생된 독소가 혈관의 수분 투과율을 상승시켜 설사를 일으킨다.

치료방법으로는 항생제, 수액제를 투여하고, 설사가 끝날 때까지 안정을 취하며, 탈수가 되지 않도록 이온음료 및 미네랄, 비타민을 섭취하는 방법이 있다.

(4) 식중독 발생현황

우리나라의 경우 2001~2005년까지 발생건수는 0~3건으로 건수 자체는 그리 많지 않으나 2003년의 경우 건당 평균 66명의 환자가 발생하여 단체급식이나 대규모 식품업소의 철저한 위생관리가 필요하다 하겠다.

연도별 식중독 발생현황



미국 CDC에서 1980년에 9건의 집단발생이 보고되었고, 원인식품으로는 쇠고기, 칠면조고기 및 멕시코 요리가 꼽혔다. 1981년에는 8건이 발생하였으며 쌀밥과 조개가 원인이었다. 기타 집단발병이 있었을 것으로 판단되나 바실러스 세레우스로 인한 식중독 증상이 황색 포도상구균 식중독(구토형 *B. cereus* 식중독)

이나 클로스트리듐 퍼프린젠스 식중독(설사형 *B. cereus* 식중독)과 증상이 유사하여 실제보다 보고가 덜 되고 있는 것으로 보인다.

(5) 식중독 발생 사례

1993년 7월 21일 미국 버지니아주 로드 페어팩스 보건소에서 두 곳의 보육센터의 어린이와 직원이 점심 급식 후 급성 위장염 증상을 보였다는 보고를 받았다. 80명 중 67명이 점심을 먹었으며, 인근 레스토랑에서 만든 닭고기 볶음밥이 주 원인으로 밝혀졌다. 닭고기 볶음밥을 먹은 48명중 14명(29%)가 식중독에 걸렸으나 닭고기 볶음밥을 먹지 않은 16명은 식중독에 걸리지 않았다. 남은 닭고기 볶음밥과 소아 환자의 구토물에서 바실러스 세레우스가 검출되었으며, 우유에서는 검출되지 않았다.

스코틀랜드의 한 중국식당에서 8명이 음식을 먹은 지 3시간 이내에 구토와 설사를 하였다. 환자의 분변, 반죽 속의 닭고기, 쇠고기 요리 및 볶음밥에서 바실러스 세레우스가 검출되었다. 또 인도식당에서 카레라이스를 먹은 두 사람이 급성 구토를 하여 조사한 결과 1명에게서 바실러스 세레우스가 검출된 예도 있다.

(6) 예방법

조리시 충분히 가열살균하고, 조리 후 상온에서 장기 보관하지 않도록 하며 (장기 보관시 냉장 요망), 음식 제공시 74℃ 이상으로 재가열하거나 60℃ 이상으로 보온을 유지하여야 한다.

대부분의 식중독 사건은 원인식품을 일단 가열조리한 후 상온에서 보관하였다가 식사시 재가열하거나 일부 재료를 추가하여 조리한 경우에 발생하므로, 충분히 가열하고 장시간 보관하지 않으며, 보관이 필요한 경우 냉장보관 하는 등의 기본적인 위생 수칙을 준수하면 어느 정도까지 예방이 가능하다.

3. 병원성 대장균(Pathogenic *Escherichia coli*)

(1) 병원성 대장균의 특성

대장균은 사람과 같은 정온동물의 장내에 상재하는 균으로 대장과 변에 주로 존재하므로 그 명칭이 유래되었다. 대장균은 장내에서는 비타민 K의 합성 등의 역할을 하기도 하는데 대장에 있는 한 사람에게 무해하다. 즉 사람과 공존하는 균이라고 할 수 있다.

대장균은 폭 0.002 μ m, 길이 0.05 μ m 정도의 긴 타원형의 간균이다. 대장균의 세포막에는 운동성을 부여하는 긴 모양의 편모(flagella)²와 타균과의 부착이나 성의 전달등의 역할을 하는 짧은 섬모(pili)³가 있어 액체나 반유동의 물질내에서는 편모를 이용하여 운동이 가능하다. 대장균의 종류에 따라서는 이러한 편모가 존재하지 않는 것도 있다.

병원성 대장균은 일반 대장균과 달리 혈청학적으로 항원성의 차이가 있다. 즉 균체항원(O항원), 협막항원(K항원), 편모항원(H항원)의 특이성에 의해 구별하며, 주로 O항원의 특이성에 따라 구별한다. O항원은 균체의 표면에 있는 세포벽의 성분인 직쇄상의 당분자(Lipopolysaccharide)의 당의 종류와 배열방법에 따라 분류한다. H항원은 편모부분에 존재하는 아미노산의 조성파 배열방법에 따른 분류이다.

예를 들어 *E. coli* O157:H7은 지금까지 발견된 O항원 173종류 중 157번째로 발견된 것이고, H항원 중 7번째 발견되었다는 의미이다.

H항원 60여종이 발견되어 O항원과 조합하여 계산하면 약 2,000여종으로 분류할 수 있다.

-
- 2) 생물의 세포표면으로부터의 돌기물로 형성된 운동성이 있는 세포기관. 편모는 원생동물의 편모충류의 운동 및 포식기관으로, 또 세균이나 각종 식물의 유주자 및 동물의 정자운동 기관의 역할을 한다.
 - 3) 원생동물 섬모충류의 체표 및 다세포동물의 섬모상피 세포의 자유 표면에 있는 운동성의 세포기관. 원길이 수 μ m~수십 μ m, 지름 0.2 μ m의 것이 보통이다. 그 수는 세포당 1개 내지 몇 개 밖에 안 되고 비교적 긴 것을 편모(鞭毛)라고 하여 구별하고 있는데, 그 구조에 있어 기본적인 차이는 없다.

대장균의 대부분은 병원성이 없으나 일부 대장균에 있어서는 사람에게 해를 줄 수 있는 종류들이 있다. 사람에게 병을 유발할 수 있는 병원성 대장균은 독소 부착인자의 생산능력, 임상증상 등을 기초로 하여 다음과 같이 5개의 종류로 분류할 수 있다.

- 장관 병원성 대장균(EPEC: *Enteropathogenic E. coli*)
주요 감염부위는 소장이며 소장점막의 상피세포에 섬모를 사용하여 부착 증식함으로써 장염을 일으킴. O55, O86, O111, O126등의 혈청형임
- 장관조직 침투성 대장균(EIEC : *Enteroinvasive E. coli*)
이질과 유사한 증상을 보이고 장과 점막에 염증을 일으킴. O29, O112, O124, O143등의 혈 청형을 가짐
- 장관 독소원성 대장균(ETEC : *Enterotoxigenic E. coli*)
소장의 상부에 감염하여 콜레라와 같은 독소를 생산함으로써 복통과 수양성 설사를 유발. O6, O8, O20, O25, O63, O78등의 혈청형을 가짐.
- 장관 출혈성 대장균(EHEC : *Enterohaemorrhagic E. coli*)
장관에 장착 후 베로독소를 생산함. 이 독소에 의해 장관 상피세포, 신장 상피세포가 장 애를 받음, 특히 어린이와 노인에게 있어서 용혈성요독증 후군(HUS : hemolytic Uremic Syndrom)⁴⁾을 일으킬 수 있는 대장균. O157, O26, O111, O113, O146등이 여기에 해당함.
- 장관 부착성 대장균(EAEC : *Enteroadherent E. coli*)
최근에 보고된 새로운 형으로 잘 알려지지는 않았으나 주로 열대와 아열대의 위생 취약 지역에서 장기간에 걸친 소아설사의 원인균임.

(2) 식중독 원인식품

병원성 대장균이 가축, 애완동물, 건강인과 자연환경 등 널리 분포하므로 원인

-
- 4) 장출혈성 대장균에 감염된 뒤 신장 기능이 저하되어 생기는 질환. 장출혈성 대장균 감염증의 가장 심한 증상으로 신장이 불순물을 제대로 걸러주지 못해 독이 쌓여 발생한다. 장출혈성 대장균감염증 환자의 2~7%에서 발병한다.

식품은 다양하다. 그 중에서도 햄, 치즈, 소시지, 크로켓, 야채 샐러드, 로스트 비프, 파이, 도시락, 두부 가공품, 우유 등에서 식중독이 발생한 사례가 있다.

일반적으로 이 균이 식품에서 증식하고 그것을 섭취한 결과 식중독에 걸린다. 환자나 보균자의 분변도 식품 오염원이 되며, 감염자의 손을 통해 조리된 식품에 오염되기도 한다.

(3) 식중독 증상

주로 설사, 구토, 복통 증상을 보이며 조직 침입성 대장균이나 장관 출혈성 대장균 감염의 경우 혈변을 동반하기도 한다.

장관 병원성 대장균과 독소원성 대장균의 경우 주로 음식을 통해 경구적으로 감염되며, 음식 섭취 후 보통 12~24시간의 잠복기를 거쳐 증상이 나타난다. 설사와 복통이 주 증상이며, 발열과 구토를 동반하는 경우도 있다. 심한 수양성 설사를 하며 변 중에 점액과 혈액이 섞여 있기도 한다. 일반적으로 증상의 경과가 짧고 치료 결과도 양호하다.

장관조직 침투성 대장균은 섭취 후 12~72시간 사이에 발병하며 이질과 증상이 유사하여 복통, 발열, 구토 등이 나타난다. 심한 경우 점혈변을 보기도 하므로 적절한 치료가 필요하다.

장관 출혈성 대장균은 혈변과 심한 복통, 구토와 구역질 등의 증상을 나타낸다. 설사의 경우 처음에는 수양변을 보이다가 밝은색의 혈변이 나타난다. 또 용혈성요독증후군(HUS)가 발생하기도 한다.

(4) 식중독 발생현황

연도별 장출혈성 대장균 감염 현황은 아래와 같다.

연도	2000	2001	2002	2003	2004
장출혈성 대장균 감염증	1	11	8	52	118

(5) 식중독 발생사례

1993년 3월 미국 북캐롤라이나 샬럿에서 로드아일랜드 프로비덴스까지 가는 비행기 탑승자들 가운데 위장염 환자가 발생하였다. 탑승자 98명중 74명이 인터뷰에 응했으며, 그 중 47명(64%)가 탑승 후 4일 이내에 24시간 동안 3회 이상의 설사를 하였다 그 외에도 복부경련(94%), 구역질(70%), 두통(57%), 발열(13%), 구토(13%) 등의 증상이 나타났다. 평균 발병시간은 41시간 정도였다. 모든 환자들이 공통적으로 섭취한 음식은 기내식으로 나온 저녁식사로 당근, 빙수, 상추, 꽃상추 등으로 만든 샐러드가 원인이었다. 10명의 환자의 분변에서 대장균을 분리하고자 ETEC 검사를 실시한 결과 *E. coli* O6:NM균이 3명에게서 분리되었다.

1996년 미국 워싱턴주에서 사과주스와 주스믹스를 먹은 사람들 중 *E. coli* O157:H7 감염환자가 발생하였다. 용혈성요독증후군 증상을 보이거나 분변 중 *E. coli* O157:H7이 검출된 사람을 환자로 확진하였다. 11월 6일에는 브리티시 콜롬비아, 캘리포니아, 콜로라도, 워싱턴 주에서 총 45명의 환자가 발생하였다. 환자의 평균 연령은 5세이며, 그중 15%가 남자였다. 용혈성요독증후군으로 진단된 사람은 15명이었으며 사망자는 없었다. 워싱턴주에서 오염된 주스를 먹은 후 일리노이즈주에서 발병한 사람이 1명이 있었다. 개봉되지 않은 사과주스에서 *E. coli* O157:H7이 분리되었다.

(6) 예방법

병원성 대장균은 주변 환경에 널리 분포하므로 건강한 사람도 상당수 보균하고 있다. 따라서 일반적인 식품위생관리를 철저히 준수하여야 하며, 가열에 약하므로 식품과 음용수를 철저히 가열하는 것이 효과적인 예방법이다.

육류 제품은 충분히 익혀 섭취하고, 날 것으로 섭취하는 야채류는 염소 처리한 청결한 물로 잘 씻어 섭취한다. 철저한 개인 위생(손 씻기 등) 수칙의 준수가 필요하다. 주된 병원소인 소를 비롯한 가축 사육 목장에 대한 종합적 방역 감시와 도축장 및 육류 가공처리 과정에 대한 오염방지책을 수립하고 위험 식품에 대한 지속적 감시 체계가 마련되어야 한다.

4. 병원성 대장균 O157:H7(*Escherichia coli* O157:H7)

(1) 병원성 대장균 O157:H7의 특성

대장균 O157:H7은 1982년 미국 오레건주와 미시간주에서 햄버거에 의한 집단 식중독 사건이 있어 환자의 분변으로부터 원인균을 발견한 것이 시초이며, 그 후 미국 뿐만 아니라 영국, 프랑스, 이탈리아, 중국, 남아프리카 등의 세계 각 지역에서 발견되었다.

우리과 지리적, 문화적으로 유사한 일본에서는 1984년 산발적으로 환자가 발생하기 시작하여 1996년 5월 오카야마현에서 유치원생, 초등학생이 집단 식중독을 일으켜 2명이 사망하는 사고가 있는 후, 전 지역에서 1만명 이상의 환자가 발생하여 11명이 사망하는 사고가 발생하였다.

현재까지 알려진 전파경로는 크게 3가지로 나뉜다. 첫째, 오염된 소고기와 우유 및 그 제품을 충분히 익히지 않은 경우인데 미국에서 발생한 대부분의 감염 사고는 이에서 기인된 것으로 햄버거 패티나 소독되지 않은 우유에 의한 경우이다. 둘째, 소의 배설물로 키운 야채를 섭취하였을 경우이다. 간혹 이러한 배설물이 호수나 수영장에 흘러들어 이곳에서 놀던 아이들에게 감염된 경우도 있다. 셋째, 감염된 사람으로부터 다른 사람에게 전파되는 경우이다. 주로 면역력이 약한 어린이나 노인이 밀집되어 생활하고 있는 양로원이나 유아원, 초등학교 등이 취약지역이다.

병원성 대장균 O157:H7 감염은 모든 연령군에서 보고되고 있으나 5세 미만의 소아에서 발생률이 가장 높았으며 다음으로는 6세에서 14세 미만의 학령기 아동과 65세 이상의 고령자에서 발생률이 높았다.

2년에 걸쳐서 병원성 대장균 O157:H7 산발성 감염을 조사한 연구에 의하면 계절에 따라서 발생률의 큰 차이를 볼 수 있다. 전체 환자의 77% 이상이 6월에서 9월 사이에 발생하는데 비하여 11월에서 2월 사이에는 5%에 그쳤다. 그러나 집단발생의 경우는 계절과 상관없이 일어나는 것으로 보인다.

(2) 식중독 원인 식품

감염원 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 식품의 경우를 살펴보면 일본의 경우, 원인 식품으로 추정하고 있는 것은 지하수 이외에 우육, 육회, 건조소시지, 무순, 양배추, 야채절임, 메밀국수, 메론 등이 있다. 일본에서 유통되고 있는 식품의 병원성 대장균 O157:H7 오염의 실태를 조사한 결과 우육, 내장육 및 과자에서 균이 검출되었다고 보고하고 있으며, 우리나라에서는 소간으로부터 병원성 대장균 O157:H7을 분리하였고, 1997년에는 미국 네브라스카산 쇠고기에서 병원성 대장균 O157:H7이 분리되어 사회적인 문제가 된 바가 있다.

이렇게 병원성 대장균 O157:H7은 매우 다양한 식품 및 식재료에서 발견되고 있으므로 개인 위생과 함께 식품의 세척과 가열 등 위생적인 취급이 가장 중요하다 할 수 있다.

(3) 식중독 증상

병원성 대장균 O157:H7에 오염된 식품을 섭취하게 됨으로써 발병하는데 미국의 보고에 의하면 100~1,000개의 아주 소량의 균으로도 식중독이 발병한 사례가 있다. 1993년 미국내의 여러 주에서 덜익은 햄버거의 섭취로 인하여 발병되었던 O157:H7에 의한 식중독의 경우 요리전에 g당 700 집락⁵⁾ 보다 적게 나타났고 섭취시는 이보다 훨씬 적을 것으로 추정된다. salami⁶⁾의 섭취로 인한 발생은 50 CFU/g이하의 농도에서 감염되었고, 일부 몇몇의 경우 5개 이하의 콜로니에서도 감염되었다.

그러나 O157을 비롯한 병원성 대장균이 사람 몸에 들어 왔다고 하여도 모두 발병되는 것은 아니다.

지금까지의 보고에 따르면 약 반수의 사람에서 병원성 대장균 O157:H7이 대장 중에 정착하지 못하고 그대로 대변으로 배출된다고 한다. 따라서 병원성 대

5) 세균 또는 단세포 조류(藻類)·균류(菌類) 등이 고형배지에서 육안으로 볼 수 있는 집단. 집락의 성상을 크기·모양·빛깔·투명도·굳기 등에 대하여 관찰하여 균종을 동정하는 데 참고로 할 수 있다.

6) 쇠고기와 돼지고기의 등심살에 돼지기름을 넣고, 소금과 향신료를 많이 넣어 간을 세계 맞추고 럽주(酒)를 가한 후 건조시킨 이탈리아식 드라이 소시지

장균 O157:H7에 의한 발병은 장관에서 번식할 수 있는지의 여부에 달려 있다.

1982년 미국에서 집단발생한 병원성 대장균 O157:H7 식중독의 임상학적 특징은 출혈성 장염으로 규정하였으며 그 증상은 아래와 같다.

- ① 처음에는 수양성 설사로 시작하여 피가 섞인 설사로 바뀐다.
- ② 심한 복통이 동반된다.
- ③ 열은 거의 없다.

그 후 병원성 대장균 O157:H7에 의한 감염의 임상 증상은 무증상으로부터 수양성설사, 출혈성 대장염, 용혈성요독증후군에 이르기까지 다양하게 보고되었다. 병원성 대장균 O157:H7 감염이 밝혀진 환자의 18%정도는 수양성의 설사만 유발하며 급성질환은 감염환자의 38~61%에서 발생하는 출혈성 대장염이다. 이 출혈성 대장염의 증상은 초기에는 수양성이다가 혈액성 설사와 경변성 복통, 구토를 동반하고 열은 미열이거나 없기도 한다. 용혈성요독증후군은 병원성 대장균 O157:H7 감염증의 가장 심한 임상증상으로 감염 환자의 2~7%에서 발병한다. 용혈성요독증후군은 용혈성 빈혈, 혈소판 감소증, 급성 신부전증의 3대 징후를 보이는데 특히, 어린이나 노인에게는 흔하고 용혈성요독증후군 환자의 5~10%는 사망하는 것으로 알려져 있다. 또한 대부분의 병원성 대장균 O157:H7 감염증의 임상 증상이 1주일 정도면 후유증이 없이 치료되는 것에 비하여 용혈성요독증후군 환자의 약 50%는 신장 기능의 완전한 회복이 어렵다.

(4) 식중독 발생현황

1997년에는 미국 네브라스카산 쇠고기에서 발견되었으며 1998년 최초로 가공식품인 햄버거에서 검출되었으나 발병하지는 않았다.

우리나라에서는 1994년 문상중 설사환자 6명 중 1명에서 최초로 병원성 대장균 O157:H7을 분리하였다. 390마리의 소로부터 분변을 배양하여 병원성 대장균 O157:H7이 분리되었고, 보건복지부가 주도한 조사에서 소간으로부터 분리하였다는 보고가 있었다.

1998년 10월, 7살 어린이가 병원성 대장균 O157:H7에 감염되어 입원 치료를

받은 적이 있으나 치료 후 퇴원하였으며, 특별한 감염경로는 밝혀지지 않았다. 1999년과 2000년에도 환자가 발생하였으나 입원 치료 후 완쾌되는 등 국내에서 대규모로 발병한 사례는 없었다.

(5) 식중독 발생사례

일본에서는 1990년 사이마타현의 유치원에서 지하수로 인해 환자수 319명, 사망자 2명에 달하는 집단 발병이 일어난 이래 매년 식중독 사건이 발생되고 있다. 특히 1996년 5월 오카야마현에서는 병원성 대장균 O157:H7에 의한 식중독으로 468명의 환자가 발생하여 2명이 사망하였고, 1996년 7월에는 오사카에서 환자수 5,591명, 사망자 2명의 집단 식중독 사고가 발생하는 등 일본 전역으로 확산되었다. 1996년에는 최종적으로 9,541명의 환자와 12명의 사망자가 발생하였다. 이들 사건의 대부분은 학교 급식이 원인으로 보고되고 있는데 어린이들의 면역성이 일반 성인에 비해 약한 점, 다량조리 및 배식으로 인한 집단발병 가능성이 높은 점, 학교에서의 사람을 통한 전염 가능성이 높은 점 등을 주요 요인으로 들 수 있겠다.

미국은 1982년 햄버거에 의한 O157 집단 식중독 사건 이후, CDC에 따르면 O157에 의한 환자수는 연간 약 20,000명으로 추정되고 있으며, 1993년 1월부터 1995년 9월까지 집단 발병이 63건이었다고 보고하였다.

1996년 10월 오레건 주에서 병원성 대장균 O157:H7에 오염된 사과주스에 의한 집단 식중독이 발생하여 6명의 환자와 1명이 사망하는 사건이 있었으며 햄버거 패티의 병원성 대장균 O157:H7 오염으로 인해 정부전체가 비상 조치에 돌입하여 클린턴 대통령의 특별대책 즉"농장에서 식탁까지의 식품 안전 대책"이 강구되기에 이르렀다.

영국에서는 1992~1994년에 18건의 발견이 보고되고 있으며 특히 1996년 12월에 영국 스코틀랜드에서 쇠고기 파이에 의한 집단 발병 사건으로 약 400명 이상의 환자와 20명이 사망하는 등 해외 각국에서 병원성 대장균 O157:H7에 의한 집단 식중독이 발생하여, 세계적으로도 병원성 대장균 O157:H7에 의한 관심이 고조되었다.

(6) 예방법

대장균 O157:H7에 의한 감염은 가축 또는 감염자의 분변 등에 오염된 식품이나 물(지하수)등 음식에 기인된 경구 감염이 대부분이므로 이를 예방하기 위해서는 가열처리, 일반적인 소독제가 사용된다. 이미 알고 있는 식중독 방지 방법을 적용하여 관리하면 그 예방이 가능한데 그 중 O157:H7예방과 관련하여 중요한 포인트는 다음과 같다.

사람에서의 예방은 쇠고기(간, 천엽, 골) 생식을 금지하도록 하고 햄버거나 같은 고기의 요리에 세심한 주의가 요구되며 2차 감염예방을 위한 위생관리를 철저히 하여야 한다. 유아나 면역이 약화된 사람에게는 절대로 원유나 날고기, 덜 익힌 고기를 먹여서는 안된다. 물은 대장균군과 대장균의 오염이 없도록 정기적인 관리와 검사로 음용수의 위생을 확보하여야 한다.

조리를 담당하는 작업자는 물론 배식에 참여하는 사람과 음식을 먹는 어린이 모두 손 씻기를 철저히 하여 손에 의한 오염을 방지하여야 한다. 육안으로는 확인이 되지 않지만 손에는 대단히 많은 세균이 부착되어 있다. 이것을 제거하기 위하여는 손씻기가 필요한데 실험에 의하여 최초 4,000개 가량의 세균이 묻어 있는 손을 흐르는 물로 씻으면 88% 가량의 세균이 제거되고 비누로 씻으면 99.7% 정도의 균이 제거된다고 한다. 그러나 비누로 씻어도 제거되지 않는 균이 있는데, 이때는 역성 비누액 등의 손소독제를 사용하면 효과적이다.

병원성 대장균 O157:H7은 육류의 표면에 부착되어 있는 경우가 많고 75℃, 1분 이상의 가열로서 살균이 되므로 적절한 조리가 중요하다. 간, 천엽, 육회 등 날로 먹는 고기는 위험하다. 햄 등은 한차례 익힌 것이므로 유통중에 변질되지 않았다면 그냥 먹어도 무방하나 햄버거 패티 등 육류를 원료로 사용하는 경우, 가열조리를 하였더라도 내부는 살균되지 않을 수 있다. 특히 육류내부에 붉은 빛이 도는 경우는 대부분 살균이 불충분한 것이므로 충분한 가열 조리가 이루어지도록 주의를 기울여야 한다. 그리고 이와 함께 중요한 점은 육류의 해동시 균에 오염될 위험성이 있다는 점이다. 일단 냉동하여 해동하면 육류의 조직이 파손되어 틈이 생기고 이때 표면의 세균이 내부로까지 전이 될 수 있고 또한 해동할 때에 생기는 육즙으로 다른 식품이 오염될 수도 있다. 따라서 냉동육을

조리할 때에는 위에서 언급한 대로 육류 내부까지 완전히 익히도록 한층 주의를 기울여야 한다.

고기가 주원인으로 알려져 있지만 야채를 매개로 하여 발생한 사례의 보고도 있다. 야채는 신선한 것을 구입, 냉장보관해야 위생적이다. 먹기 전에 상추 등 엽채류는 한 잎씩 흐르는 물로 씻고, 모양이 복잡한 브로콜리 등은 끓는 물에서 5초간, 60도 물에서 1분간 데치는 것이 안전하다. 과일 등은 껍질을 벗겨 먹는 것이 좋다.

5. 브루셀라증(Brucella)

(1) 브루셀라의 특성

브루셀라는 소, 산양, 양, 돼지 등에서 유산을 일으키는 균으로 *Brucella melitensis*, 소 유산균(*Br. abortus*), 돼지 유산균(*Br. suis*) 등 서로 유사한 성상을 가진 여러 종으로 나누어져 있다. 브루셀라로 인한 질병을 브루셀라병(Brucellosis)라 하는데, 브루셀라병은 사람과 동물 모두에게 질병을 일으키는 인수공통전염병이다. 도축장에서 검사 대상이 되는 질병이나 명확한 병변이 없는 경우도 있어 적발하기가 쉽지 않다. 브루셀라병으로 확인되면 가축은 도살처분하게 되어 있으며, 최근 3~4년간 브루셀라 소의 살처분 비용과 농민 보상비로 1,015억원이 소요된 것으로 알려졌다.

브루셀라균은 그람음성의 간균으로 산소 조건에서 잘 자라는 호기성균이며 최적 증식온도는 37°C 정도이다. 최적의 조건에서도 증식속도는 느린 편이다. *Brucella melitensis*, *Br. abortus*, *Br. suis*가 인체 병원성이 강하다. 이 중에서도 우리나라에서 빈번하게 발견되는 종류는 *Br. abortus*균이다. 대개 소를 통해 사람에게 옮겨지며 감염된 소는 유산과 불임증세를 보이고 사람은 두통과 발열 등 초기 감기와 비슷한 증세를 보이다가 관절염으로 발전한다. 특히 잠복기가 길어 감염자가 헌혈한 혈액을 수혈한 다른 환자에게도 전염될 가능성이 높다.

(2) 식중독 원인식품

인체감염은 피부나 브루셀라병에 걸린 동물의 젖, 유제품이나 고기를 통해 경구적으로 감염된다. 즉, 감염된 동물 혹은 동물의 혈액, 대소변, 태반 등에 있던 병원균이 상처난 피부나 결막을 통해 전파되기도 하고, 멸균처리 되지 않은 유제품을 섭취함으로써 사람에게 전파된다. 사람간 직접 전염 가능성은 희박하다.

(3) 식중독 증상

잠복기는 7~21일이며, 대략 발열(94%), 과상열(70%), 쇠약(69%), 전신통증(59%), 두통(50%) 등의 증상이 나타난다. 그 외에도 관절염이나 요통 등도 발생한다. 대개 열이 단계적으로 올라 38~40℃에 이르면 2~3주 가량 지속되다가 열이 내리며, 이런 현상이 주기적으로 나타나므로 과상열이라고도 한다.

증상은 수 주부터 수 개월까지 계속되며 치료하지 않으면 몇 년씩 계속되거나 재발한다. 치료하지 않을 경우 사망률은 2% 이하이고, 대개는 *Brucella melitensis*에 의한 심내막염으로 사망한다.

진단은 혈액이나 골수 이외의 조직을 배양하여 균을 검출한다. 혈청학적 진단법도 있지만 결과를 해석하기가 어렵다. 특히, 만성 혹은 재발성 환자는 항체가 낮고 증상도 일정하지 않아 진단하기 어렵다.



<한겨레, 2005.11.14>

(4) 식중독 발생현황

2005년 11월 13일 질병관리본부의 자료에 따르면, 브루셀라 환자가 2002년 경기 파주의 40대 농장주한테서 처음 발생한 이래 2003년 16명, 지난해 47명에서 2005년 10월 말 현재 139명으로 가파르게 늘어나고 있다.

지금까지 전체 검진 대상자는 3,878명으로, 발병률이 5%나 된다. 그러나 검진

결과 브루셀라균에 감염된 것으로 의심되는 ‘의사환자’ 276명까지 합하면 발병률은 12% 가량이다. 전국의 소와 관련자를 대상으로 검진을 확대할 경우 환자가 훨씬 더 늘어날 것으로 보인다.

브루셀라에 걸린 이들은 대부분 축산 농민(88%)이나 수의사 등 소와 직접 접촉하는 사람들이다. 이 때문에 브루셀라는 직업병으로 분류되기도 한다. 그러나 2003년에 발생한 한 환자는 소와 직접 접촉하지 않은 비축산인(가축 부산물 상인)인 것으로 드러났다.

(5) 예방법

과거에는 가공하지 않은 원유를 통한 인체감염이 많았으나 최근에는 수의사, 가축생산자, 도축장 및 식육가공 종사자에게서 많이 발생한다. 따라서 수의사나 식육취급자는 의심되는 가축을 도살할 때 피부 노출을 가급적 피하고 마스크, 장갑, 위생복, 장화 등을 착용한 후 작업을 하여야 한다. 또 가축 예방접종을 실시하고 조기발견 및 격리, 도살처분, 축사 살균소독 등도 브루셀라병의 확산 및 재발을 막기 위해 중요하다.

브루셀라병에 걸릴 경우 주로 테트라사이클린, 스트렙토마이신 등의 항생제 치료를 하게 된다.

(6) 기타 정보

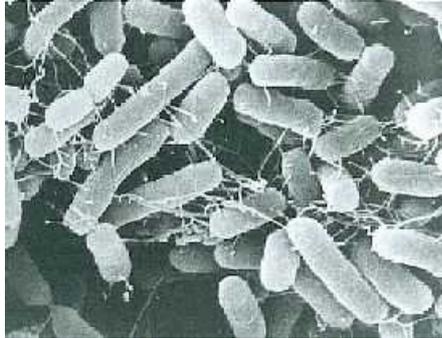
브루셀라증은 제3군 전염병으로 지정되어 관리중인 전염성 질환이다. 브루셀라병 감염이 의심스러운 경우 질병관리본부 리케치아과(전화 : 02-380-1469~70, 팩스 : 02-380-1545)로 연락하여 검사를 의뢰할 수 있다.

6. 살모넬라종(*Salmonella* spp.)

(1) 살모넬라의 특성

살모넬라는 역사적으로 가장 오래된 식중독균의 하나로써 우리나라에서도 빈번하게 식중독이 발생하는 균이다.

살모넬라는 그람 음성의 포자를 생성하지 않는 간균으로 균의 크기는 대개 0.5~0.8×3~4mm이다. 길다란 모양의 편모가 있어 운동성이 있는 호기성 또는



통성혐기성균이다. 최적 증식온도는 35~37℃이며, 열에 대한 저항성이 약하여 대개 62~65℃에서 30분 정도 가열하면 사멸된다.

살모넬라의 균종은 매우 다양하나 빈번하게 식중독을 유발하는 균종으로는 *Salmonella Typhimurium*과 *Salmonella Enteritidis*를 들 수 있다.

(2) 식중독 원인식품

살모넬라는 물이나 토양, 곤충, 공장 표면, 부엌 표면, 동물 분변, 익히지 않은 고기·가금육·해산물 등의 환경에 널리 존재하는 흔한 균이다. 특히 가금류와 돼지에 널리 분포하며, 최근 미국에서는 달걀 중의 *Salmonella Enteritidis*의 분포에 대한 대대적인 연구가 진행된 바 있다. 일반적으로 닭의 분변이나 바닥 등의 살모넬라가 달걀의 표면을 통과하여 내부에 침입하는 것으로 알려져 있으며, 어미닭으로부터 뱃속에서 이미 수직감염이 일어나기도 한다.

주요 원인식품으로는 익히지 않은 고기·가금육, 달걀, 우유 및 유제품, 생선, 새우, 개구리 다리, 효모, 코코넛, 소스 및 샐러드 드레싱, 케익 믹스, 크림이 든 디저트나 토핑, 건조 젤라틴, 피넛 버터, 코코아와 초콜릿 등을 들 수 있다.

사람, 동물, 자연 등에 널리 존재하는 균인만큼 어떤 경로를 통해서도 식중독을 일으킬 소지가 있기 때문에 특정 식품을 지정하기 보다는 모든 식품에 대해 위생

7) 모체로부터 아기에게 직접 이행하는 감염

적으로 조리 및 관리하여야 오염을 차단할 수 있다. 열에는 비교적 약하지만, 건조에 대해서는 저항성이 있으므로 이를 감안하여 식품을 보관하여야 한다.

(3) 식중독 증상

살모넬라로 인한 식중독의 경우, 잠복기간은 6~72시간이며, 대개 12~24시간 전후로 많이 발생한다. 주로 격렬한 위장염, 구토, 발열(38~40℃), 복통, 설사가 나타나며 가끔 구토나 현기증 등이 수반되는 경우도 있다.

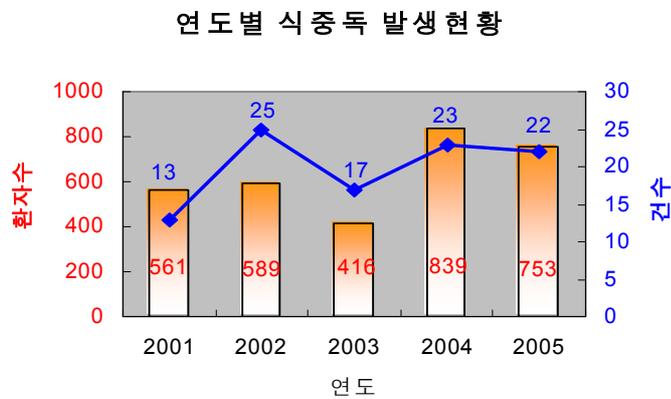
설사가 흔한 증상이며, 하루에도 수차례에 걸쳐 설사 증세가 나타나며, 때로는 혈변(흑갈색의 점혈변)을 배설하기도 한다. 주요 증상은 1~2일 사이에 가장 심하게 나타나며 경과는 비교적 짧아 치료 후 1주일 정도 지나면 회복된다.

전체 연령에서 발생하나 노인이나, 유아, 허약한 사람, 에이즈 환자들의 경우 일반인에 비해 20배 이상 발병 가능성이 높으며, 발병 빈도도 높기 때문에 특히 주의하여야 한다.

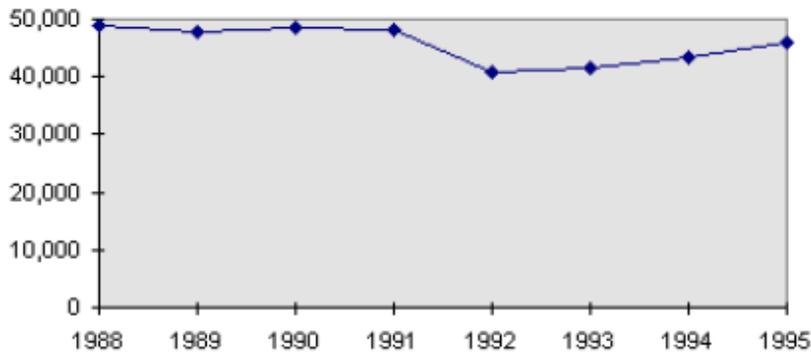
미국의 조사 결과에 따르면 병원 및 요양원에서 *Salmonella Enteritidis*에 의한 노인들의 집단식중독이 발생한 경우 사망률이 약 3.6%에 달하였다.

(4) 식중독 발생현황

식품의약품안전청 식중독통계자료에 따른 2001~2005 연도별 살모넬라 식중독 발생 현황은 아래와 같다.



〈美, 1988~1995년에 보고된 살모넬라 환자수 추이(단위 : 명)〉



미국에서 1988~1995년에 보고된 살모넬라 환자수 추이를 보면 해가 갈수록 환자수가 약간 감소하다가 다시 증가하는 양상을 보이고 있다. 전염병과 달리 위생수준이 높아짐에도 불구하고 환자수가 급격히 줄어들지 않는다는 점이 식중독 관리의 어려움을 증명한다.

(5) 식중독 발생사례

일본에서는 식육과 계란가공품이 원인이 된 경우가 많으며, 그 외에도 셀러드, 뱀장어 구이, 우동, 메밀국수 등도 원인이 된 바 있다.

우리나라에서는 김밥이나 돼지고기, 뷔페음식, 도시락 등을 먹고 식중독에 걸린 사람들에게서 살모넬라가 검출된 사례가 있다.

1998년 4월 21일 충남 소재 모회사 기숙사 식당에서 김밥과 돼지고기 등을 섭취한 직원 5명이 4월 23부터 설사와 발열, 복통을 호소하여 인근 병원에서 치료를 받았으며, 보건당국에서 이들의 가검물을 채취하여 검사한 결과 4명의 가검물에서 *S. Enteritidis*가 검출되었다.

1985년 8월과 9월, 미국 매릴랜드주의 세 개의 레스토랑 체인점의 종업원과 손님에서 *S. Enteritidis*가 검출되었다. 한 레스토랑에서 최소 71명의 환자가 발생하여 17명이 입원하였다. 역학조사 결과 스크램블드 에그가 원인으로 밝혀졌다. 세 개 레스토랑의 환자에서 검출된 균의 유전정보(plasmid profile)가 일치하였다.

(6) 예방법

살모넬라 식중독의 예방은 일반적인 세균성 식중독 예방원칙을 따르면 된다. 그 중에서도 살모넬라가 고온에 약한 점을 이용하여 저온에서 식품을 보관 및 유통하고, 음식을 섭취하기 전에 철저히 가열조리를 함으로써 살모넬라 증식을 억제할 수 있다. 특히 계란, 식육의 생식을 피하고 충분히 가열하여야 한다. 조리된 식품은 가능한 빨리 먹고 오랫동안 방치하지 않으며, 식품을 생산하는 사람은 개인위생관리를 철저히 하여 살모넬라균이 식품에 오염되지 않도록 주의한다. 또 달걀이나 식육 등을 만지고 난 후에는 반드시 손을 깨끗이 씻고, 도마나 칼도 세정·소독하여 사용하는 습관을 들여야 한다.

(7) 기타 정보

〈의외의 식품에서 발생하는 살모넬라(KFDA 자료 참조)〉

살모넬라 식중독은 보통 달걀 또는 가금류 같은 오염된 동물성 제품이나 분변에 오염된 신선한 농산물의 섭취와 관련이 있다. 그러나 최근 몇 년간 의외의 식품으로 인한 살모넬라 식중독 발생 사례가 보고되었다. 이들 대부분의 식품이 유통기한이 길며(1년 이상) 별다른 가공없이 섭취하는 식품이다. 최근 두가지 사례를 바탕으로 의외의 식품에 의한 살모넬라 발생의 중요성을 살펴보고자 한다.

1. 아몬드 섭취에 의한 살모넬라 식중독 발생

2003. 3~2004. 4까지 미국에서 32명의 환자가 발생하였으며 이는 아몬드 섭취에 의한 것으로 추정되었다. 해당 아몬드(파라마운트 농장, 캘리포니아, 미국)는 여러 가지 상품명으로 미국 전역 및 중국(대만 포함), 일본, 프랑스, 한국, 이태리, 멕시코, 영국으로 판매되었다. 미국 식품의약품안전청(FDA)은 관련 국가들에게 동 사항을 전달하고, 관여된 아몬드를 회수하고 있다고 통보하였다.

아몬드에 의해 발생한 살모넬라 식중독은 매우 드물며 추가 가공·조리 없이 섭취한 경우에만 발생하였다.

처음 아몬드로 인해 식중독이 발생한 것은 2001년 캐나다에서였다. 당시 환자들에서 동정한 살모넬라와 농장 및 개봉되지 않은 제품에서 발견된 균이 일치하였으나 균의 원인은 확인되지 않았다.

2. 참깨과자 제품으로 인한 살모넬라 식중독 발생

최근 참깨가공식품(중동지역에서 수입된 참깨과자)으로 인한 몇 건의 대형 살모넬라 식중독 사례가 보고되었다.

2001년, 특정 참깨과자(halva)의 *Salmonella* Typhimurium DT104 오염으로 독일, 스웨덴, 노르웨이 및 호주를 아우르는 국제적 규모의 식중독이 발생하였다. *Salmonella* Typhimurium DT104 은 환자들이 섭취한 참깨과자에서 검출되었다.

2003년, 호주에서 수입된 참깨제품의 *Salmonella* Montevideo로 인해 55명의 환자가 발생하였으며 영국 식품규격청은 관련제품에 식품유해경고를 발동하고 수입시 미생물 검사결과 양성판정을 받은 제품은 회수하였다.

참깨과자에서 *Salmonella* Enteritidis가 접종 후 8개월 후에도 회복될 수 있음이 발견되었다. 이들 제품은 적은 농도로 오염되기는 하지만, 제품을 부적절하게 취급하거나, 오랜기간 상온 보존함으로 미생물 성장 및 그에 따른 감염을 유발할 수 있다.

7. 시겔라(Shigella spp.)

(1) 세균성 이질의 특성

세균성 이질이란 이질균(*Shigella dysenteriae*(그룹 A), *Shigella flexneri*(그룹 B), *Shigella boydii*(그룹 C), *Shigella sonnei*(그룹 D)) 감염에 의해 급성 염증성 장염을 일으키는 질환을 말한다. 시겔라는 위산에 잘 견디며 적은 양이 몸에 들어와도 위에서 죽지 않고 대장에 도달하여 염증을 일으킨다.

전세계적으로 해마다 60만 명 이상이 세균성 이질에 의해 목숨을 잃고 있으며 이들의 40% 이상이 10세 미만의 어린이들이다. 우리 나라에서의 세균성 이질은 60년대와 70년대 초의 대규모 발생 이후 그 숫자가 현저히 줄어 연간 100명 미만의 발생을 보였으나 90년대 초 소규모의 유행이 있었고, 1998년부터 환자 발생이 폭발적으로 증가하였다.

시겔라는 운동성이 없고 혐박도 없으며 포자도 만들지 않는 그람 음성의 비교적 작은 간균이다. 시겔라 속(genus)에는 4종(species)의 혈청형이 있다. *dysenteriae*는 A군이고 12개의 혈청형 아속으로 나누어지며, *S. flexneri*는 B군이고 6종의 혈청형 아속으로 되어 있고, *S. boydii*는 C군이며 18종의 혈청형 아속으로 나누어지고, *S. sonnei*는 D군이며 혈청군은 한 개로 되어 있다. *Shigella*는 대변으로 배설되지만 실온에서 24시간 방치되면 현저하게 균수가 감소되어 배양되기 어렵다.

시겔라는 neurotoxin, enterotoxin, cytotoxin과 같은 몇 가지의 체외독소를 만들며, 항균제에 대한 내성이 잘 생기는 특징이 있다. *Shigella dysenteriae*가 자연계에서 살 수 있는 시간은 물에서 2~6주, 우유나 버터에서 10~12일, 과일이나 야채에서 10일, 의복에서 1~3주, 습기가 있는 흙에서 수 개월, 위액에서는 2분, 60°C에서 10분, 5% 석탄산수에서는 수 분 동안이다. 다른 세균성 이질균은 이보다 저항력이 약간 강하다.

(2) 식중독 원인(식품)

환자나 보균자에 의한 직접 혹은 간접적인 대변을 통한 경구전파가 주요 원인이다. 매우 적은 양(10~100개)의 세균도 감염을 일으킨다. 전파를 시키는 사람들은 배변 후 손톱 밑이나 손을 깨끗이 씻지 않기 때문이다. 이들은 음식을 오염시켜 간접적으로 전파하거나, 직접적인 신체적 접촉에 의해 다른 사람에게 전파시킨다. 식수, 우유, 바퀴벌레, 파리에 의한 전파도 있다.

(3) 식중독 증상

잠복기는 1~7일로 보통 1~3일이며, 전염기는 급성 감염기로부터 대변에서 균이 발견되지 않는 기간, 즉 발병 후 4주 이내이다. 드물지만 보균상태가 수개월 이상 지속될 수도 있다. 이유기의 소아등에서 감수성이 높고 중증화되기 쉽다. 가구나 2차 발병률이 높아서 10~40%에 달하며, 집단발생은 위생상태가 불량하고 밀집되어 거주하는 고아원 등 사회복지시설, 정신병원, 교도소, 캠프, 선박 등에서 많이 발생한다. 사람만이 병원소이나 원숭이의 집단 유행도 보고된 적이 있다.

고열과 구역질, 때로는 구토, 경련성 복통, 대변이 자주 마렵지만 적은 양이 나오는 후증기를 동반한 설사가 주요 증상으로, 코처럼 끈끈한 점액이 섞인 곱똥이나 피가 섞인 혈변이 나오기도 한다. 경련, 두통, 기면, 경부 강직, 환각 등 중추신경계 증상이 나타날 수 있으며, *S. dysenteriae*가 가장 심한 증상을 보이고, *S. flexneri*, *S. sonnei*로 갈수록 임상 증상이 약해진다.

증상은 경미한 편이며 증상 없이 지나기도 한다. 세균성 이질의 합병증으로는 용혈성요독증후군(HUS), 경련, 반응성 관절염, 폐렴, 수막염, 패혈증, 파종성 혈관내 응고 등이 나타날 수 있다.

(4) 식중독 발생현황

우리나라 이질은 1950년대 항생제의 도입과 환경위생의 개선으로 감소경향을 보이다 '98년 이후 급격히 증가('98년 905명, '99년 1,781명, '00년 2,454명)하

였고, '01년도는 다소 감소(927명)하였으나 집단발생사례가 증가하는 추세이다.

최근 세균성 이질의 발생양상을 살펴보면 2000년의 경우 제주도를 중심으로 대규모 발생(1,664건, 2000년 전체유행의 66.3%)이 있었으며 전남지역에서 환자 발생률이 크게 증가하였고, 제주도의 경우 2000년 5월~8월(1차 유행), 10월~12월(2차 유행) 기간 동안 2차례의 대규모 유행이 있었으며, 경·조사시의 회식 등 문화적 특성을 통해 전염이 확산되었다. 2001년의 경우 전체 환자 규모는 전년도에 비하여 감소하였으나 서울에서 유통도시락을 통한 최대의 환자 발생이 있었다(386명, 2001년 전체 유행의 43%).

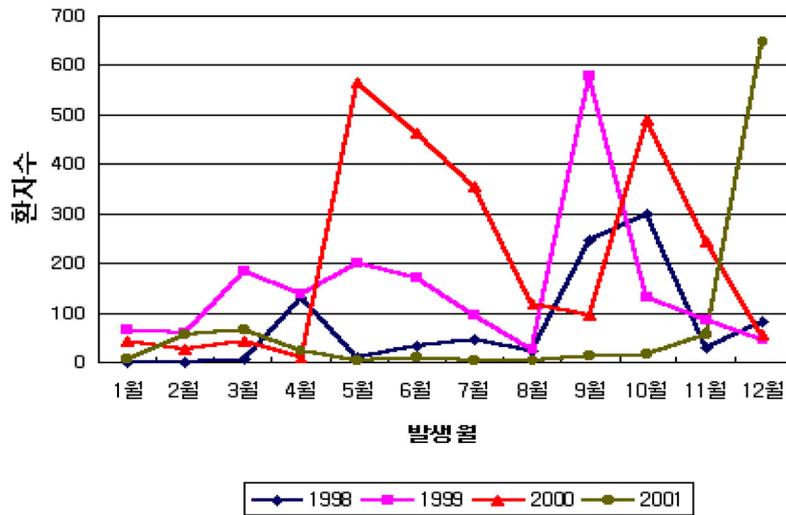
그 동안의 연구결과에 의한 시대별 세균성 이질 유행 균주는 1930~40년대에 분리된 균주는 *S. dysenteriae*가 대다수였던 것에 비해 1950~70년대에는 *S. flexneri*가 주종을 차지하였고 1990년대 이후로는 독력이 약한(사망률 0% 수준) 반면 전파력 강한 *S. sonnei*(선진국에서의 유행균주)가 대부분을 차지하고 있는데, 항생제의 광범위한 사용으로 인해 전 세계적으로 항생제 내성 균주 출현이 문제화되고 있는 실정이다.

주로 5~6월 및 9~10월경 호발하였으나 최근에는 계절에 관계없이 연중 유행한다.

□ 연도별 세균성이질 발생추이

1995년	1996년	1997년	1998년	1999년
23명	9명	11명	905명	1,781명
2000년	2001년	2002년	2003년	2004년
2,454명	927명	7,676	1,117	487

□ 월별 세균성이질 발생추이(1998~2001)



(5) 식중독 발생사례

1998년 3월 대구 수성구에 위치한 초등학교에서 고열과 복통, 설사 증상을 보이는 집단 식중독이 발생하여, 3월 28일부터 4월 1일까지 총 551명의 환자가 보고되었다. 이 기간 동안 125명이 병원에 입원하였다. 3월 28일 최초로 발생한 설사환자의 가검물을 분석한 결과 세균성 이질균 *Shigella sonnei*가 분리되었다.

1997년 8월 16일에는 인천 소재 교회수련회에 참석한 60여명이 복통, 고열, 설사 증세를 호소하여 인근 병원 및 보건소에 내원하였다. 가검물을 채취하여 조사한 결과 4명에게서 *Shigella boydii*가 검출되었다.

(6) 예방법

물이나 음식은 반드시 끓이거나 익혀 먹고, 조리기구를 깨끗이 관리하며, 배변을 본 뒤에는 손을 깨끗이 씻는 등 개인위생관리를 철저히 한다.

환자발생시 격리 조치를 취해야 하며, 항생제 치료 종료 48시간 후부터 24시

간 간격으로 2회 대변배양 검사가 음성일 때까지 격리한다.

증상이 심한 경우나 접촉자 관리 또는 집단발병시 관리를 목적으로 항생제를 투여할 경우 이환기간과 세균 배설기간을 단축시킬 수 있으며, 항생제 내성 균주가 많으므로 항생제 감수성 검사 결과를 토대로 치료약제를 선정해야 한다. 대개는 전해질과 수분을 공급해주는 정도의 간단한 치료를 한다.

환자, 보균자의 배설물에 오염된 물품은 반드시 소독하여야 하나 적절한 항생제 치료를 하면 장기 보균이 드물기 때문에 추적 배양검사는 필요치 않다.

환자와 음식, 식수를 같이 섭취하는 접촉자는 마지막 폭로가능 시점부터 3일 내지 1주일간 발병여부를 지켜보고, 고위험군(식품업종사자, 수용시설 종사자 등)은 검사결과가 나올 때까지는 음식취급, 탁아, 환자간호 등을 금지하여야 하며, 설사증상 발생시 즉시 의료기관을 방문하도록 지도한다.

(7) 기타 정보

우리나라에서는 세균성 이질을 1종 전염병으로 지정하여 관리하고 있다.

세균성 이질 관련 정보는 질병관리본부 홈페이지(http://www.cdc.go.kr/webcdc/menu05/l_info/sub01_05.jsp)를 참고하면 된다.

8. 여시니아 엔테로콜리티카(*Yersinia enterocolitica*)

(1) 여시니아 엔테로콜리티카의 특성

식중독을 비롯해 다양한 감염증을 일으키는 여시니아 엔테로콜리티카는 식육에 자주 오염되어 있고, 또 사람과 함께 생활하는 개나 고양이, 쥐 등이 보균한다.

1939년 미국에서 소아의 위장염증례에서 최초로 분리되었고, 일본에서는 1972년에 사람의 설사증, 충수염 등의 산발 장염환자로부터 분리되었고 대규모 집단 감염사례도 보고되었다. 그 후 학교급식을 원인으로 한 대규모 집단발생이 잇따라 보고되어 1982년 일본 후생성에서 여시니아 엔테로콜리티카를 “식중독균”으로 지정하였다.

여시니아균은 작은 구형의 그람 음성균으로 통성혐기성이며 편모를 갖기는 하지만 37℃ 이상에서는 운동성을 갖지 않는다. 최적 증식 온도는 25~30℃ 정도로 낮은 편이며, 5℃ 전후에서도 증식하는 특징이 있다. 타 균에 비해 분열시간이 길어 한번 분열하는데 40~45분 정도가 소요된다. 상처나 분변, 타액, 장관막 림프절(mesenteria lymph node) 같은 임상 표본에서 종종 분리되지만 보통 사람의 장에는 존재하지 않는다. *Yersinea pseudotuberculosis*는 사람의 맹장에서 검출된다. 두 균 모두 돼지나 조류, 비버, 고양이, 개 등의 동물에서 동시에 검출된다. 하지만 연못, 호수, 육류, 아이스크림, 우유 같은 환경 및 식품에서는 여시니아 엔테로콜리티카만이 검출된다.

(2) 식중독 원인(식품)

여시니아 엔테로콜리티카는 육류(돼지고기, 쇠고기, 양고기 등), 굴, 생선, 원유 등에서 발견된다. 정확한 식품오염 원인은 밝혀지지 않았으나 토양과 물, 비버, 돼지, 다람쥐 같은 동물 중의 균이 식품으로 오염되는 것으로 추정된다. 식품취급자가 음식을 부적절하게 보관하거나 위생상태가 적절치 않거나 제대로 살균이 되지 않은 경우에 오염이 발생할 수 있다.

(3) 식중독 증상

여시니아증은 식품섭취 후 24~48시간 후에 대개 발생한다. 설사, 구토 등을 나타내며, 발열과 복통을 동반하기도 한다. 설사는 수양변이며 환자의 80% 이상에서 보고된다. 38~40℃까지 열이 나기도 한다. 일부 환자는 급성맹장염 같은 증상을 보이기도 한다. 또 상처, 관절, 요도 같은 곳에 감염을 일으키는 사례도 있다.

감염량은 알려져 있지 않으며 환자의 분변, 혈액, 구토물 등으로부터 균을 동정하여 진단한다.

어린이나 허약자, 노인이나 면역억제치료를 받는 사람들이 특히 민감하므로 주의하여야 한다.

(4) 식중독 발생현황

미국의 경우도 여시니아증은 흔한 식중독은 아니다. 식품제조과정에서 잘못된 경우를 제외하고는 대규모로 발생하는 사례가 드물다. CDC는 해마다 미국에서 17,000명의 환자가 발생한다고 추정하였다. 여시니아증은 북유럽, 스킨디나비아, 일본 등에서 더 흔하게 발생한다.

(5) 식중독 발생사례

1976년 미국 뉴욕의 Oneida County에서 초코우유를 먹은 학생들이 여시니아로 인한 식중독에 걸린 것으로 나타났다. 이는 미국에서 보고된 최초의 여시니아 식중독이었다. FDA에서 조사한 결과 식품에서 여시니아 엔테로콜리티카와 *Yersinea pseudotuberculosis*가 검출되었다.

1982년 6월 11일부터 7월 21일까지 앨칸사스, 테네시, 미시시피 지역에서 우유를 마신 사람들에게서 여시니아증이 집단발병하였다. FDA 직원이 조사에 참여하여 오염된 우유 보관용기가 감염원임을 밝혀내었다.

(6) 예방법

이 균은 식품과 음료수에 오염될 기회가 많으므로 식육 및 보균동물로부터

조리식품으로의 2차 오염을 방지하는 것이 중요하다. 이 균은 10℃ 이하에서도 증식하므로 5℃ 전후의 저온보존 식품에서도 장시간 살아남아 증식이 가능하다. 냉동상태에서는 증식하지는 않으나 오래 생존할 수 있다. 그러나 65℃ 이상 가열하면 쉽게 파괴할 수 있으므로 식품을 충분히 가열하면 식중독을 예방할 수 있다.

9. 장염비브리오(*Vibrio parahaemolyticus*)

(1) 장염비브리오의 특성

장염비브리오는 1950년 일본 오사카에서 발생한 전갱이포 식중독에서 최초로 원인균이 분리·보고되어 식중독균으로 판명되었다. 우리나라에도 1969년 경북 안동 인근에서 장염비브리오로 인하여 300여명의 환자가 발생한 사례가 있었다.

장염비브리오는 그람 음성의 간균이며, 콜레라균과 같은 속인 *Vibrio*속에 속한다. 통성혐기성균이며, 포자를 형성하지 않는다. 편모가 1개 있어 운동성이 있으며, 식염 농도 2~5%에서 잘 증식하는 호염성균이다. 최적 증식온도는 30~37℃이며, 10℃ 이하에서는 잘 증식하지 않는다. 최적 pH는 7.4~8.2이며 분열시간이 10분 정도로 매우 짧아 빠르게 증식한다.

장염비브리오는 특정 조건에서 용혈독소를 생성하여 사람이나 토끼의 혈구를 용혈시키는 성질이 있는데 이를 가나가와 현상이라고 하며, 이 현상에 따라 양성균과 음성균으로 구분된다. 식중독 환자의 분변에서 검출된 장염비브리오균의 95%가 가나가와 양성 반응을 나타내, 가나가와 현상이 장염비브리오의 병원성에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 바닷물과 어패류에서 검출된 대부분의 장염비브리오균은 대부분 가나가와 음성 반응을 나타낸다.

비브리오 패혈증균(*Vibrio vulnificus*)은 장염비브리오균과 함께 비브리오속에 속하나 비브리오 패혈증은 식중독이 아닌 제3군 법정 전염병으로 분류되어 관리된다.

(2) 식중독 원인(식품)

장염비브리오의 주 원인식품은 해산 어패류가 꼽힌다. 회나 초밥 등이 원인 식품인 경우가 많으며, 그 외에도 도시락 등의 복합조리식품을 통해서도 식중독이 발생한다.

장염비브리오는 호염성 해수세균이므로 여름철 연안해수(수온 20℃)와 개펄에 많이 분포하며, 여기서 잡은 어패류가 장염비브리오에 오염되어 있을 가능

성이 크다. 또 오염된 어패류로부터 2차 오염된 조리기구, 손, 행주 등도 식중독 발생의 원인이 될 수 있다.

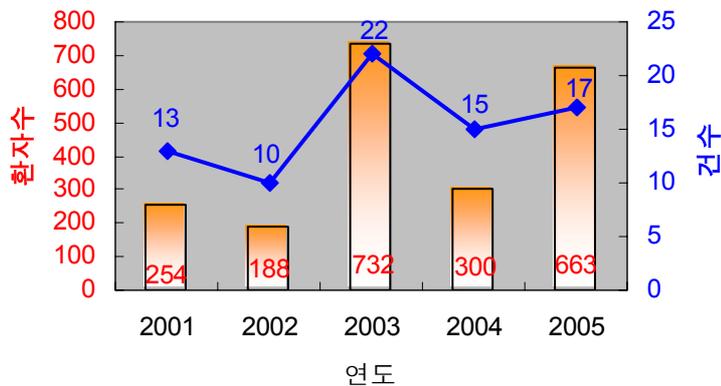
(3) 식중독 증상

장염비브리오의 잠복기는 평균 10시간(8~18시간)으로 오염된 식품을 섭취한 후 8~20시간 사이에 식중독이 발생한다. 주요 증상은 복통(상복부통), 설사, 구토 등의 급성 위장염이다. 대개 심한 상복부 통증으로 시작하여 구역질, 구토, 설사가 나타난다. 설사는 반드시 수반되며, 심한 수양변을 보이기도 한다. 이따금 혈변을 보기도 한다. 발열 증상(37℃~38℃)은 나타날 수도 있고, 없을 수도 있으며 치료 후에는 대개 완쾌하지만 심한 경우 사망에 이를 수도 있다.

(4) 식중독 발생현황

국내 장염비브리오 식중독 발생현황은 아래와 같다. 해마다 꾸준히 발생하고 있으며, 건당 환자수는 타 식중독균에 비해 많은 편은 아니지만 발생건수가 많기 때문에 환자수도 상당한 편이다.

연도별 식중독 발생현황



미국의 경우 간헐적으로 발생하며, 주로 해안지역에서 많이 발생한다.

(5) 식중독 발생사례

1998년 4월 28일 전남 순천의 주민 70여명이 설사, 구토, 복통 증상으로 치료를 받았다. 이들은 4월 27일 한 식당에서 꼬막, 생선조림, 미역무침 등을 먹었으며 이를 섭취한 환자들의 가검물을 조사한 결과 41명의 가검물에서 장염비브리오균이 검출되었다.

1997년 8월 경기도 가평군에서 결혼피로연 음식을 먹은 주민 550명 중 68명이 설사 증세를 호소하여 20여명이 입원치료를 받았다. 환자가검물과 피로연 음식을 검사한 결과 환자 5명의 분변에서 장염비브리오균이 검출되었으나 남은 음식에서는 검출되지 않았다.

1997년 7~8월, 북미에서 장염비브리오균에 의한 대규모 식중독이 발생하였다. 미국 캘리포니아, 오레곤, 워싱턴과 캐나다의 브리티시 콜롬비아에서 수확한 생굴을 먹고 209명이 식중독에 걸렸으며 이 중 한 명이 사망하였다.

(6) 예방법

이 균은 여름철 연안해수에서 많이 분포하므로 이 시기의 어패류는 신선한 것이라도 균 오염 가능성이 높다. 따라서 어패류를 취급한 후에는 조리기구와 손 등을 통해 2차 오염이 일어나지 않도록 주의해야 하며, 적은 균수로는 식중독 발생 가능성이 적으므로 균의 증식을 최대한 억제하는 것이 효율적인 예방법이다.

물로 씻거나 식초를 사용하는 것도 유효하다. 또 열에 약하기 때문에 섭취하기 전에 철저히 가열하는 것이 좋다. 타 균에 비해 빠르게 증식하는 특성을 가지고 있으므로 조리한 식품은 가능한 빨리 섭취하고, 어패류 등의 식재료는 냉장 또는 냉동보존하여야 한다. 다만, 동결한다 하여도 균이 사멸하지 않기 때문에 해동 과정에서 급속히 증식할 수 있으므로 주의하여야 한다.

10. 캠피로박터 감염증(*Campylobacter jejuni*)

(1) 캠피로박터 제주니의 특성

캠피로박터는 3~5%의 산소에서 발육하는 미호기성균으로 오래 전부터 소와 양의 유산을 일으키는 세균으로 알려져 있다가 1970년대가 되어서야 인체 식중독균의 원인으로 인식되었다. 우리나라에서는 1980년대부터 설사환자를 대상으로 캠피로박터균의 분리가 시도되었다. 연구 결과 캠피로박터 제주니는 가축이나, 개, 고양이 등 모든 동물에 분포하여 식육이나 식품 등을 매개로 인체에 감염된다는 사실이 밝혀졌다.

그람음성⁸⁾의 나선상의 간균으로 편모가 있어 운동성이 있으며, 포자는 생성하지 않는다. 다른 균에 비해 상대적으로 환경 스트레스(예 : 21% 산소, 건조, 가열, 살균, 낮은 산성도 등)에 민감하여 사멸이 쉽다. 미호기성이기 때문에 2~5%의 산소, 2~10%의 질소 농도에서 최고로 잘 증식한다. 보통의 호기적 조건의 실온에서는 2~3일 내에 사멸하지만 10℃ 이하에서는 호기 조건에서도 꽤 오래 생존한다. 건조에는 약해서 쉽게 사멸하여 70℃의 가열에서는 1분 이내에 완전히 사멸한다.

이 균은 미국이나 유럽의 건강한 사람은 보균하지 않으나 소나 닭, 조류, 파리는 보균 가능하다. 때로 하천이나 연못 등 염소소독 하지 않은 물에서도 검출된다.

조사 결과 미국의 경우 캠피로박터 제주니에 의한 세균성 설사증이 가장 빈번하며, 쉬겔라균과 살모넬라균으로 인한 식중독을 합한 것보다 많이 발생한다.

캠피로박터 제주니의 병원성 메커니즘은 여전히 연구중이며, 비병원성 종과 구별하기가 쉽지 않다. 그러나 닭에서 분리된 종은 병원성인 것으로 밝혀졌다.

8) 그람음성균(gram-negative bacteria) : 그람염색법으로 염색하였을 때 자주색은 탈색되고 사프란인으로 붉게 염색되는 세균. 생존에 필요한 영양요구가 간단하여 단순한 구성의 배양액에서도 잘 자라며, 독소는 균체내독소로 가열에 의해서도 잘 파괴되지 않는다. 균체 항원의 주체가 되지만 면역성은 약하다.

(2) 식중독 원인(식품)

이 균은 잠복시간이 길어 원인식품과의 인과관계를 밝히기가 쉽지 않다. 지금까지 원인식품이나 감염경로가 밝혀진 경우는 생우유, 닭고기, 음료수 등이 있다. 가축과 가금류, 애완동물의 장관에 보균하고 있어 식품오염의 기회가 많다. 동물은 보균은 하고 있으나 병증을 나타내지는 않는다.

(3) 식중독 증상

캠필로박터 제주니에 의해 발생하는 식중독을 캠필로박터증이나 캠필로박터 장염이라 한다. 캠필로박터 제주니는 설사를 유발하는 이열성⁹⁾ 독소를 생산한다. 주요 증상인 설사는 수양성 점액변이며, 혈액이나 분변 백혈구를 포함하기도 한다. 또 발열, 복통, 구토, 두통, 근육통이 나타나기도 한다. 설사보다 복통이 장기간 계속되며 38~39℃의 열을 동반한다. 때로 설사없이 발열이나 복통만 나타나기도 한다.

보통 오염된 식품이나 물 섭취 후 2~5일 후에 증상이 나타나나 10일 경과 후에 발병하는 경우도 있다. 대개 7~10일 가량 지속되나 재발되는 경우도 종종 있다(환자의 25%가 재발). 대부분의 감염은 전염되지는 않으며, 항생제 치료는 하지 않는다. 하지만 에리트로마이신(erythromycin)¹⁰⁾ 투여시 감염자의 분변에서 세균이 배출되는 기간을 줄일 수 있다.

캠필로박터 제주니의 감염량(infective dose)은 매우 적어서 섭취한 세균수가 약 400~500 정도인 경우에도 질병을 일으킬 수 있으나 대개는 그 이상을 섭취해야 발병한다. 인체시험결과 숙주 민감도에 따라 감염량은 달라졌다.

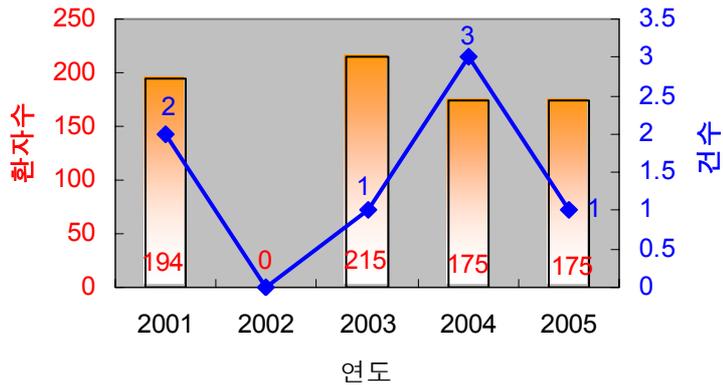
9) 이열성(heat-labile) : 열에 약한 성질

10) 에리트로마이신(erythromycin) : 필리핀의 토양에서 처음으로 발견된 *Streptomyces erythreus* 균에서 생산된 항생물질. 발효정도에 따라 A, B, C 세 가지의 에리트로마이신이 생산되며, 에리트로마이신 A가 주 성분이다. 독성이 낮고, 그람양성균에 대해 효과적인 항생물질이다. 감수성이 있는 세균의 리보솜에 결합하여 단백질 합성을 억제한다.

(4) 식중독 발생현황

2001~2005년 국내 캠필로박터 제주니로 인한 식중독 발생 현황은 아래와 같다. 건수는 0~3건으로 미미하나 건당 환자수는 58~215명으로 대규모로 발생하였음을 알 수 있다. 이는 외식의 증가, 단체급식의 증가 등으로 인해 건당 환자수가 증가한 것으로 해석해 볼 수 있다.

연도별 식중독 발생현황



캠필로박터 제주니는 미국에서 발생하는 세균성 설사의 제1 원인이다. 해마다 2~4백만명 이상 발생하는 살모넬라 식중독 환자수 추정치를 능가한다.

(5) 식중독 발생사례

1979년 1월 14~20일에 일본의 보육원에서 원아 74명 중 35명이 설사와 발열을 호소하여 발병자를 중심으로 원인균을 조사한 결과, 원아의 분변에서 39.4%, 직원의 분변에서 28.6%에서 캠필로박터 제주니가 검출되었다. 또 분리균에 대한 혈증항체가 조사에서 66.7%로 항체의 상승이 관찰되어 캠필로박터 식중독으로 확정하였다. 주 증상은 설사(87.9%), 발열(81.8%), 복통(39.4%), 구토(6.1%)였다. 감염원으로는 보육원의 급식이 의심되었으나 원인식품은 분명하게 밝혀지지 않았다.

1986년 4월 미국의 한 초등학교 학생이 혈변 증상을 보여 세균을 배양한 결

과 캠필로박터 제주니가 검출되었다. 다른 학생들에게도 식품섭취와 위장염 증상에 대한 설문조사를 실시한 결과 172명 중 32명의 학생이 설사(100%), 복통(80%), 메스꺼움(51%), 발열(29%), 구토(26%), 혈변(15%) 증상이 보고되었다. 식품 설문결과 공통적으로 우유를 섭취하였으며 양/반응 관계가 명백하였다(우유를 많이 마실 수록 발병률이 높음). 우유를 공급하는 공장을 조사한 결과 145°F에서 30분간 가열한 것이 아니라 135°F에서 25분간 가열한 것으로 밝혀졌다. 학교에 납품하고자 한 우유에서 높은 수치의 체세포가 확인되었으며 우유를 찐소의 분변에서 캠필로박터 제주니가 검출되었다. 이 식중독 집단발생은 캠필로박터증의 증상이 다양하게 나타나며, 살균시간/온도 기준을 철저히 고수해야 한다는 점을 교훈으로 남겼다.

(6) 예방법

캠필로박터 제주니는 가축과 가금류에 널리 분포하고 있어 식육에 오염될 가능성이 많으므로 식육이나 가금육을 충분히 가열조리하면 안전하게 섭취할 수 있다. 살짝 익히는 정도로는 사멸되지 않으므로 충분히 가열하여야 하고, 식육 취급시 사용된 조리기구나 손 등의 위생관리를 철저히 하여야 한다. 그 외에는 일반적인 식중독 예방 수칙을 준수하면 된다.

11. 클로스트리듐 보툴리눔(*Clostridium botulinum*)

(1) 클로스트리듐 보툴리눔의 특성

*Clostridium botulinum*은 보툴리누스 식중독의 원인세균으로, 이 균이 식품 중에서 증식하는 과정에서 생겨난 독소를 섭취함으로써 식중독이 발생하게 된다. 이 균으로 인해 발생하는 식중독을 ‘보툴리즘(botulism)’이라 한다.

보툴리누스 식중독은 유럽에서 1천년 전부터 알려졌을 만큼 오래되고 유명한 식중독이다. 소시지 섭취로 인한 식중독이 많았으며, 보툴리즘(Botulism)이라는 이름도 독일어로 ‘소시지 중독’이라는 어원에서 유래하였다.

*C. botulinum*은 혐기성 그람 양성균이며, 포자를 형성하는 간균이다. 이 균의 포자는 열저항성이 강하여 적절하지 않게 가공된 제품에서 살아남을 수 있다. 보툴리누스는 강력한 신경독소를 생성하는데, 이 신경독소가 든 식품을 섭취함으로써 보툴리즘 식중독이 발생한다. 보툴리즘은 독소의 면역학적 특이성에 따라 A~G형의 7종으로 구분된다. A, B, E, F형은 인체에서 보툴리즘을 유발하며, C형과 D형은 야생 조류, 소, 말, 어류 등의 동물에서 보툴리즘을 일으킨다. G형은 토양에서 검출되었으나 이로 인한 집단 식중독의 발생은 보고된 바 없다.

보툴리즘은 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 첫째는 식인성 보툴리즘으로 신경독소를 포함한 식품 섭취로 인한 식중독으로, 이 독소는 열에 약하여 80℃에서 10분 이상 가열하면 파괴된다. 발병률은 낮으나 발병 즉시 적절한 치료를 받지 않을 경우 사망률이 높다.

두 번째는 영아 보툴리즘으로, 1976년에 처음으로 알려졌으며 12개월 이하의 영아에서 발생된다. 섭취된 보툴리누스 포자가 장관에서 독소를 생성하는 장독혈성 보툴리즘(intestinal toxemia botulism)이다. 토양, 저수지 물, 먼지 식품, 꿀 등 다양한 환경원에서 유래한 보툴리누스균 포자가 그 원인이다.

마지막은 상처 보툴리즘으로 가장 드문 경우이다. 보툴리누스균 및 기타 미생물이 상처를 감염시켜 혈관을 통해 신체 다른 기관들로 독소를 이동시킨다. 그러나 식품으로 인해 발생하는 경우는 없다.

(2) 식중독 원인(식품)

보툴리즘의 원인 식품의 종류는 식품보존방법이나 식습관에 따라 매우 다양하다. 보툴리누스가 증식하거나 독소를 생성할 수 있는 식품이나 가공과정에서 포자가 살아남을 수 있는 식품을 섭취전에 가열하지 않는 경우 보툴리즘을 유발할 수 있다. 산도가 낮은 대부분의 식품(pH 4.6 이상)에서 보툴리누스가 증식하여 독소를 생성할 수 있다.

주요 식품으로는 옥수수통조림, 후추, 깍지콩(**green beans**), 스프, 비트, 아스파라거스, 버섯, 올리브, 시금치, 참치, 닭고기, 닭간, 런천미트, 햄, 소시지, 가지소(**stuffed eggplant**), 바닷가재, 훈제 및 염장 생선 등이 있다.

(3) 식중독 증상

보툴리즘은 나노그램 수준의 극소량의 독소로도 발병할 수 있다. 독소가 든 식품섭취 후 보통 18~36시간 내에 발병하며, 섭취 후 4시간부터 8일까지도 발병할 수 있다.

중독 초기증상으로는 권태감, 무력감, 현기증, 혼시, 섭식 및 언어장애 등을 들 수 있다. 호흡곤란, 근육 약화, 복부 팽만, 변비 등이 흔한 증상이다.

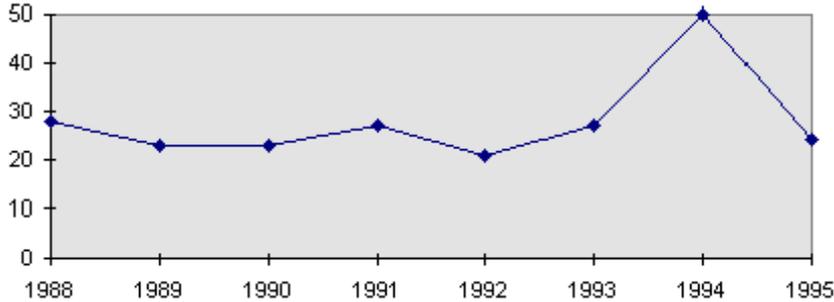
영아 보툴리즘의 임상 증상은 변비, 수유량 감소, 무력감, 허약증세, 구강 타액 분비량 증가, 울음소리 변화 등이 있다. 기본적으로 지지(支持) 요법(**supportive care**)이 권장되고 있으며, 항생제 치료법은 되도록 권하지 않는다. 영아 보툴리즘은 영아의 분변중에 있는 보툴리누스균과 독소를 확인함으로써 진단할 수 있다.

보툴리눔 독소는 근신경 연결부(**myoneural junction**)의 운동신경말단을 봉쇄함으로써 이완성 마비(**flaccid paralysis**)를 유발한다. 이완성 마비는 구조적으로 하향성을 띠어 대체로 눈과 얼굴로부터 목, 가슴, 사지로 진행된다. 횡경막과 가슴 근육이 마비되면 호흡에 장애가 와서 질식으로 사망할 수 있다. 식인성 보툴리즘에 권장되는 치료법은 항독소혈청의 초기 투여와 집중 지지(支持)치료(**intensive supportive care**)(인공호흡장치 포함)를 들 수 있다.

(4) 식중독 발생현황

우리나라에서 2001년부터의 클로스트리듬 보툴리눔에 의한 식중독 발생 현황을 보면 2003년도에 대구에서 1건의 식중독이 발생하여 3명의 환자가 발생한 건이 유일하다.

〈美, 1988~1995년에 보고된 보툴리눔 환자수 추이(단위 : 명)〉



보툴리눔 발병률은 낮으나 즉각 적절한 치료를 받지 않을 경우 사망률이 매우 높다. 미국의 경우 해마다 20~30건의 집단발생이 발생한다. 일부 보툴리눔 환자는 증세가 일시적이거나 증상이 심하지 않아서 집계되지 않을 수 있으며 Guillian-Barre syndrome으로 오진되어 전체적으로 발생건수가 축소되어 보고되는 경향이 있다.

(5) 식중독 발생사례

국내에서는 극히 드물게 발생한다. 공식 보고된 최초 보툴리눔 식중독은 2003년 6월 대구에서 소시지를 먹고 보툴리눔이 발생한 사례이다.

1984년 12월 20~26일 일본 북해도 천로 시내의 가정에서 조제된 연어젓갈과 도루묵 젓갈을 먹은 34명중 6명이 11~32시간의 잠복기 후에 구토, 탈력감, 복부 팽만, 변비 등의 보툴리눔 중독 증상을 나타냈다. 의식불명의 중증환자도 발생하였으나 항독소혈청 투여 등의 치료로 회복되었다. 도루묵과 연어젓갈에서 보툴리눔 E형 독소가 확인되었고, E형균이 검출되었으나 환자혈청에서는 독

소가 검출되지 않았다.

미국 뉴욕 킹스턴에서 기름에 넣은 마늘조각 병조림(bottled chopped garlic-in-oil mix)으로 인하여 세 명의 환자가 발생하였다. 마늘빵에 위 제품을 발라서 섭취한 두 명의 남자와 한 명의 여자가 입원을 하였다. 이 마늘제품은 단순히 냉장보관하였으나 보툴리누스 독소 생성을 막기 위한 첨가물 첨가 등 예방조치를 취하지 않았다. FDA는 미생물 저해제나 산화제를 첨가하지 않았거나 냉장보관하지 않은 제품을 시장에서 회수하도록 지시한 사례가 있었다.

(6) 예방법

보툴리누스균 오염의 예방을 위해 통조림이나 레토르트 식품의 가열을 철저히 하고, 보툴리누스 포자가 발아해 증식하는 것을 막기 위해 저온에서 보존 및 유통하여야 한다. 보툴리누스균이 수분활성도 0.9 이하와 pH 4.5 이하에서 증식 가능하므로 이에 해당하는 식품의 취급과 저장에 주의하여야 한다. 또 보툴리누스균의 증식이 가능한 식품은 섭취 직전에 충분히 가열함으로써 식중독 발생을 막을 수 있다. 보툴리누스 독소는 열에 약한 독소의 경우 80℃에서 30분 이상, 열에 강한 독소의 경우 100℃에서 10분 이상 가열하면 사멸시킬 수 있으므로 가열을 충분하게 함으로써 식중독을 예방할 수 있다.

12. 클로스트리듐 퍼프린젠스(*Clostridium perfringens*)

(1) 클로스트리듐 퍼프린젠스의 특성

클로스트리듐 퍼프린젠스는 가스괴저균 또는 웰치(welchii)균이라고도 하며, 1950년대에 들어서야 장관에 상주하는 이 균이 식중독을 일으킬 수 있다는 사실이 확인되었다.

클로스트리듐 보툴리눔과 같은 속에 속하는 그람 양성의 간균으로 포자를 생성하는 (통성)혐기성균이다. 독소를 생성하며, 독소의 종류에 따라 A~E형균으로 구분할 수 있다. 대부분 A형균에 의하여 식중독이 발생하나 다른 독소에 의해서도 식중독이 발생가능하다. A형균의 포자는 열에 대한 저항성이 강하여 100℃에서 1~4시간 동안 가열하여도 파괴되지 않는다. C형균으로 인한 식중독은 드물지만 증상이 더 심하다.

15~50℃에서 발육하며, 최적온도는 43~47℃로 다른 균에 비해 상당히 높은 편이다. pH 9 이상에서는 증식하지 못하나, 보툴리누스균과 달리 약한 혐기성 조건에서도 발육이 가능하다.

(2) 식중독 원인(식품)

동물의 장관이나 토양, 하수 등 자연계에 널리 분포하여 식품오염 가능성이 많다. 사람의 분변 중에도 항상 존재하며, 사람의 내열성 포자 보균율은 대개 6~40% 정도이다. 돼지나 소, 닭의 분변 중의 내열성 균 검출율은 10~30% 정도이다.

식육과 육류 가공품 및 어패류 냉동품에서도 높은 빈도로 검출되며, 주요 식중독 원인은 육류 및 그 가공품, 어육이나 기름에 튀긴 식품 등이 꼽힌다. 주로 가열조리 후 장시간 방치된 식품을 먹고 식중독이 발생한 사례가 많다. 즉, 가열로 인해 식품중 산소가 달아나 이 균의 발육에 적당한 조건이 되어 장시간 실온에 방치될 경우 내열성 포자가 증식하게 되는 것이다.

(3) 식중독 증상

잠복기는 8~22시간이며 평균 12시간이다. 다량의 균을 섭취한 경우에는 잠복기가 짧아진다. 환자가 다른 식중독균에 비하여 단시간에 집중하여 발병하는 특징이 있다.

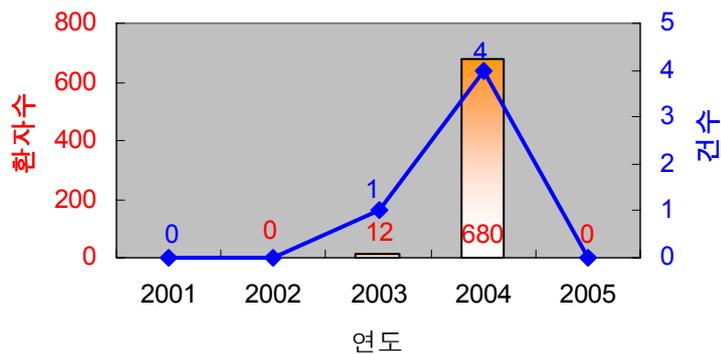
주요 증상으로는 복통과 설사가 있다. 설사는 수양성이며 간혹 점혈변을 보기도 한다. 하지만 증상 발현 시간이 짧아 1~2일 정도면 설사가 멈추고 회복된다.

(4) 식중독 발생현황

클로스트리듐 퍼프린젠스 식중독은 연중 내내 발생하는 경향을 보이며 대개 대규모로 집단발생한다. 따라서 건당 환자수가 많은 편이다. 단체급식으로 인해 발생하는 사례가 잦다.

우리나라에서는 2003년에는 1건(환자수 12명), 2004년에는 4건(환자수 680명)이 발생하였다.

연도별 식중독 발생현황



미국에서도 빈번하게 발생하며, 1981년에는 28건이 발생하여 1,162명의 환자가 보고되었다. 지난 20여년 간 해마다 10~20여건의 식중독이 보고되고 있으며, 평균 건당 10~100명의 환자가 발생하였다. 의심 식품이나 환자의 분변에 대해 일일이 정밀조사를 하지 않기 때문에 실제 건수와 환자수는 훨씬 많을 것으로 생각된다. CDC는 미국에서 해마다 이 균으로 인해 10,000여건 정도의 식중독

사건이 발생하는 것으로 추정하였다.

(5) 식중독 발생사례

2004년 5월 경기도 일산의 한 고교에서 급식을 먹은 학생들이 집단 식중독 증세를 보여 학생들의 가검물을 조사한 결과 클로스트리듐 퍼프린젠스가 검출되었다. 원인식품은 비빔밥으로 보이며, 비빔밥을 섭취한 학생 166명이 설사와 복통 등의 증상을 보여 병원에 입원하여 치료를 받았다.

1985년 미국 코네티컷의 공장에서 대규모 클로스트리듐 퍼프린젠스로 인한 위장염이 발생하였다. 직원 1,362명 중 44%가 식중독에 걸렸다. 이 직원들은 부페에서 4가지 주요리를 먹고 식중독에 걸렸으며, 분석 결과 그레이비가 원인이었다. 그레이비는 섭취 12~24시간 전에 만들어져 적절하게 냉각되지 않았으며, 먹기 직전에 재가열 되었다. 재가열 시간이 길수록 그레이비가 식중독을 덜 일으켰다.

(6) 예방법

클로스트리듐 퍼프린젠스균은 사람과 동물의 분변과 토양, 하수 등에 넓게 분포되어 있으며, 100℃에서 1~4시간 동안 가열하여도 파괴되지 않는 포자를 형성한다. 웬만한 가열로는 포자가 파괴되지 않고 후에 발아하여 증식할 수 있다. 따라서 조리한 식품은 신속하게 섭취하고, 조리 후 곧 섭취할 수 없는 경우에는 작은 용기에 나누어 담아 혐기조건이 되지 않도록 냉장보관한다. 냉장보관한 음식은 섭취 직전에 철저히 재가열하여야 한다.

13. 탄저(*Bacillus anthracis*)

(1) 탄저균의 특성

탄저균(*Bacillus anthracis*)은 예로부터 소, 말, 염소, 양 등에 가축 급성 전염병을 일으키는 균으로 1877년 코흐에 의해 발견되어 전염병 병원체로서는 처음으로 동정되었다. 1881년 파스퇴르가 이 균을 고온배양하여 얻은 약독균으로 백신을 만들어 가축의 예방접종이 가능케 되었다.

탄저균은 그람 양성의 통성호기성 간균으로 포자를 형성하므로 환경 저항성이 강하며, 건조에도 오래 견딘다. 운동성은 없으며, 병을 일으키는데는 탄저균에 의한 병독소가 관여한다.

토양 등에 오랫동안 생존할 수 있어 한번 이 병이 발생한 지역에서는 오랫동안 탄저가 발생하기 쉽다.

(2) 식중독 원인(식품)

탄저균에 오염된 식품을 조리하거나 병든 가축에 접촉할 때 감염될 수 있다. 동물의 감염은 주로 오염된 목초나 사료에 의한 것이며 동물간 접촉감염은 드물다. 방목하는 동물에게서 많이 나타나며 오염된 고기나 뼈를 섭취하는 육식 동물에게서도 많다.

소, 양, 염소, 말 등 초식동물이 보유숙주이며, 가축이나 야생 동물도 보유숙주이다. 탄저로 동물이 사망하였을 때 균을 주위에 퍼뜨리게 된다. 피부감염은 감염 동물이 죽었을 때 사체와 접촉하여 발생하지만, 파리가 매개되는 경우도 있으며, 오염된 털, 모피나 모피 제품을 통해서도 가능하다. 또, 오염된 토양을 통한 감염이나 양모나 모피를 다루는 공장 등에서 생성된 포자 에어로졸을 흡입하여 발생하기도 한다. 인후감염이나 장감염은 오염된 고기를 먹어서 발생하며, 실험실내 감염도 발생할 수 있다.

(3) 식중독 증상

잠복기는 7일 이내이며 보통 2~5일 사이에 발병한다. 균이 피부에 침입한 경우에는 그 부위에 악성 농포(malignant pustule)를 만들고 주위에 침윤, 부종, 중심부 궤양과 해당지역의 림프선염을 일으킨다. 흔한 병변부위로는 머리, 이마, 손 등이다. 치료하지 않을 경우 소속 림프절과 혈류에 침입하여 중증 패혈증과 수막염을 일으킬 수 있으며, 사망률은 5~20%이다. 경증은 2~3주면 치료되고 치료에도 잘 반응하지만, 항균제 치료를 시작하더라도 피부병변은 진행되는 특징이 있다. 적절한 항생제로 치료하면 거의 사망하지 않는다.

폐 혹은 장탄저는 극히 드물게 발생한다. 흡입이나 경구감염에 의해 인두나 하기도 등의 호흡기, 종격, 장관에 세균이 침범한다. 폐탄저 초기에는 감기와 비슷한 경미하고 비특이적 증상으로 시작되지만, 3~5일 사이에 호흡부전, X선상 종격동 확장, 발열, 쇼크로 진행하여 사망하게 된다. 장탄저는 드물고 발견도 어렵다. 전형적인 장탄저는 복통 후 발열, 패혈증, 사망에 이르는 경과를 보인다.

(4) 식중독 발생현황

국내에서는 1990년대 초 경주에서, 2000년에 경남 창녕에서 오염된 고기를 먹고 발생한 사례가 있으나 공식적으로 집계되지는 않았다.

(5) 식중독 발생사례

중국 위생부에 따르면 2005년 8월 한달 동안 보고된 탄저병 감염 사례는 총 140건이며 이 중 4명이 사망했다고 한다.

중국 위생부 발표에 따르면 최근 5년간 전국에서 매년 400명에서 1000명 가량이 탄저균에 감염되고 있으며 주로 구이저우(貴州), 신장(新疆), 간쑤(甘肅), 쓰촨(四川), 광시(廣西), 윈난(雲南) 등 서부지역에서 발생하고 있다.

(6) 예방법

가축에 백신을 접종하고 병든 동물을 조기에 발견하여 격리하거나 도살처분한다. 동물 사체는 소각하거나 고압증기멸균하여 토양이나 환경이 오염되지 않도록 주의한다. 오염가능성이 있는 동물의 털, 가죽과 폐기물은 특별히 관리하여야 한다.

탄저에 감염될 가능성이 있는 사람은 특히 개인위생관리에 신경써야 한다. 탄저 백신은 피부탄저의 예방에 유효하고, 흡입 감염에도 효과가 있을 것으로 추정된다. 계속 감염될 위험이 있으면 매년 재접종할 필요가 있다.

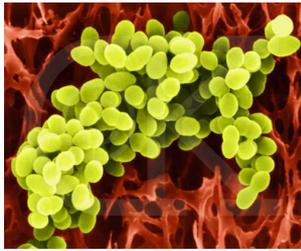
(7) 기타 정보

우리나라에서는 제3군 전염병으로 지정되어 관리되고 있다. 최근에는 탄저균이 바이오테러에 활용될 가능성을 염두에 두고 전세계적으로 감시를 강화하고 있다.

14. 황색 포도상구균(*Staphylococcus aureus*)

(1) 황색 포도상구균의 특성

화농균으로도 알려져 있는 황색 포도상구균은 이름 그대로 구형의 노란색 균이 포도송이처럼 배열되어 있는 독특한 모양을 보인다. 이 균은 매우 열에 강한 독소를 생성하는데 이 독소로 인하여 식중독이 발생하며, 전세계적으로 황색 포도상구균으로 인한 식중독이 1, 2위로 꼽힐 정도로 발생 빈도가 높다.



황색 포도상구균은 그람 양성의 통성혐기성 구균이며, 포도모양의 배열을 나타내며 편모가 없어 운동성이 없다. 일부 종이 매우 열에 강한 단백질 독소(엔테로톡신)를 생성하여 이로 인해 인체 식중독이 유발된다. 엔테로톡신은 내열성이 있어 100℃에서 60분간 가열해도 파괴되지 않는다. 균이 사멸된 후에도 독소는 식품에 남아 식중독을 유발한다. 엔테로톡신은 면역학적 특이성에 따라 A~E형으로 구분되는데, 대부분의 식중독은 A형 엔테로톡신으로 인해 발생한다.

(2) 식중독 원인(식품)

황색포도상구균은 공기, 먼지, 하수, 물, 우유, 식품 또는 식품기구, 환경표면, 인간, 동물에 널리 존재한다. 인체 및 동물은 1차 보균소이다. 황색포도상구균은 건강한 사람의 비강과 목, 머리와 피부에서 50% 이상 검출된다. 대개 아픈 사람이나 병원에 접촉하는 사람에게서 더 발생률이 높다.

이렇게 황색 포도상구균은 화농소 뿐 아니라 건강한 사람의 코, 손, 피부, 모발 뿐만 아니라 동물의 피부나 먼지 등 우리 생활환경에 널리 분포되어 있어 식품에 오염될 기회가 많다. 상처 등의 화농소로부터 손과 조리기구 등을 통해 식품에 오염된 후 20℃ 이상의 온도에서 일정 시간 경과하면 엔테로톡신을 생성한다.

주로 육류 및 육제품, 가금류 및 난류, 달걀, 참치, 닭고기, 감자 및 마카로니

샐러드, 크림빵류, 샌드위치 속, 유 및 유제품 등이 주요 원인식품이다. 조리하는 동안 손이 많이 가는 식품이나 조리 후 상온에 둔 식품으로 인해 황색포도상구균 식중독이 빈번하게 발생한다.

(3) 식중독 증상

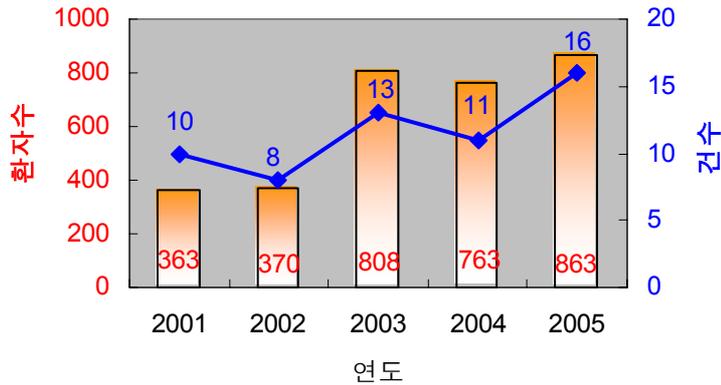
황색포도상구균 식중독은 대부분 급성으로 잠복시간이 30분~6시간(평균 2.5~3시간)으로 매우 짧으며, 엔테로톡신에 대한 개인별 민감도, 오염된 식품의 섭취량, 섭취한 식품종의 독소량, 섭취한 사람의 건강상태에 따라 증상이 달라질 수 있다. 대개 구토, 구역질, 메스꺼움, 설사, 복통, 쇠약 등의 증상이 공통적으로 발생한다. 발열은 불규칙적으로 발생하는 경우도 있지만 발생하지 않는 경우도 있고, 발생한다 하여도 38℃ 이상인 경우는 드물다. 사람에 따라 심한 경우 두통, 근육통, 일시적인 혈압 및 맥박 변화가 나타나기도 한다. 일반적으로 이틀 정도면 회복되지만 완전히 회복되는데는 3일 이상 소요되기도 한다.

1 마이크로그램 미만의 독소량으로도 식중독이 발생할 수 있다. 1마이크로그램의 독소는 황색포도상구균이 식품 1g 당 10만 이상인 경우에 생성되는 양이다.

(4) 식중독 발생현황

2001~2005년 국내 황색포도상구균 식중독 발생 현황은 아래와 같다. 건수와 환자수가 점차 증가하는 추세이며 특히 2005년에 크게 증가하였다. 이는 외식의 증가, 단체급식의 증가 등으로 인해 건당 환자수가 증가한 것으로 해석해 볼 수 있다.

연도별 식중독 발생 현황



미국의 경우 황색포도상구균 식중독의 증상이 일반적인 식중독 증상과 유사하여 진단이 잘못되거나, 표본 수집이 원활히 이루어지지 않거나, 분석이 적절히 이루어지지 않는 등의 이유로 통계가 제대로 집계되지 않았다. 보고된 자료 상으로는 1983년 미국에서 발생한 세균성 식중독 127건(환자수 7,082명) 중 14건(환자수 1,257명)이 황색포도상구균으로 인해 발생하였다. 1984년에는 11건(환자수 1,153명), 1985년에는 14건(환자수 321명), 1986년에는 7건(환자수 250명), 1987년에는 1건(환자수 100명)이었다. 미국의 경우 건수와 환자수가 해마다 감소하는 추세를 보였다.

(5) 식중독 발생사례

전형적인 포도상구균 식중독의 사례로 미국 텍사스의 16개 초등학교에서 점심을 먹은 5,824명의 학생 중 1,364명이 식중독에 걸린 예를 들 수 있다. 점심은 식당에서 만들어져 트럭으로 각 학교로 운반되었다. 역학조사 결과 식중독에 걸린 학생의 95%가 치킨 샐러드를 먹은 것으로 나타났다.

배식 전날 오후 냉동 닭고기를 3시간 동안 가열하였다. 가열후 뼈를 발라내고 상온에서 식힌 후 밤새 42~45°F의 대형 냉장고에 저장하였다. 다음날 아침, 샐러드 원료를 넣고 혼합하고 보온 용기에 넣어 9:30~10:30 사이에 각 학교로 운

반하였다. 그리고 11:30분에 배식되기 전까지 상온에서 보관하였다. 닭고기 셀러드를 검사한 결과 황색포도상구균이 다량 검출되었다.

닭고기 오염은 뼈를 발라내는 과정에서 이루어졌다. 닭고기는 12인치 두께로 저장되었기 때문에 신속하게 냉각되지 않았다. 황색포도상구균은 배식에 따듯한 교실에서 보관되는 동안에도 증식하였다. 이 사건은 황색포도상구균의 보관자가 닭고기 뼈를 발라내지 못하도록 하고, 닭고기를 빨리 냉각시키며, 섭취 전까지 냉장고에 적절히 보관함으로써 막을 수도 있었다.

(6) 예방법

황색포도상구균은 환경에 널리 존재하기 때문에 식품오염의 기회를 막는 것이 가장 중요한 예방법이다. 따라서 식품을 취급하는 사람이 항상 위생관리를 철저히 하여 균의 오염이 발생되지 않도록 하고, 특히 화농성 질환이 있는 사람은 식품취급과 조리 참여해서는 안된다.

황색포도상구균 식중독은 일년 내내 발생하나 특히, 온도가 높은 계절에 많이 발생한다. 따라서 식품을 저온에서 보관하고 조리 후에는 가능한 한 빨리 섭취하도록 하여야 한다.

15. 에어로모나스(*Aeromonas hydrophila*)

(1) 에어로모나스의 특성

에어로모나스(*Aeromonas hydrophila*)가 식중독을 일으키는지 여부에 대해서는 아직도 분명치 않다. 그러나 설사환자에서 이 균이 자주 검출되며, 동물실험에서 장염을 일으킨 굴을 포함한 다양한 식품에 존재하는 등 여러가지 증거들을 볼 때 식중독의 원인균일 가능성이 크다.

지원자를 대상으로 한 인체시험 결과 1011의 균을 섭취하여도 질병이 발생하지 않았다. 그러나 환자의 분변 조사 결과 *Aeromonas hydrophila* 외에 다른 병원성 균이 검출되지 않았기 때문에 이 균을 설사 발생의 원인으로 보고 있다.

*Aeromonas hydrophila*균은 통성혐기성의 중온성 균으로 최적 발육온도가 28℃이며, 최고 42℃에서도 자란다. 운동성이 있으며, 내염성도 강하다.

독성 메커니즘에 대해서는 거의 알려진 바가 없으나 에어로모나스의 모든 종이 병원성은 아닐 거라고 추정된다.

(2) 식중독 원인(식품)

대개는 물과 토양, 하천이나 못, 강의 어귀에 서식하는 것으로 알려져 있어 주로 이균에 의해 오염된 음료수를 마셔서 감염되는 것으로 추정된다. 생선이나 조개에서 자주 검출되며, 쇠고기, 돼지고기, 양고기, 닭고기 등에서도 발견된다.

(3) 식중독 증상

건강한 사람이나 면역기능저하자에서 위장염 증상을 나타낼 수 있다. 동남아시아에 많으며 태국에서는 균이 정상인의 분변의 25%에서 발견된다. 여름에 주로 발생하며 갑작스런 수양성 설사를 초래한다. 급성의 설사를 일으키거나 때로는 2주까지 지속되는 설사를 일으킬수도 있으며 중등도도 다양해 콜레라와 비슷하게 발현할수도 있다. 균은 비브리오와 같은 속에 속하며 설사는 이들에

의해 생성된 이열성 장독소에 의해 발생한다.

잠복기는 10시간 정도로 알려져 있으며 균은 대변(설사)배양으로 검출할 수 있다. 가벼운 증상의 환자라면 특별히 치료할 필요는 없지만 중증감염의 경우 항생제 치료를 요한다.

(4) 식중독 발생현황

우리나라 뿐 아니라 미국에서의 발생 빈도가 실제로 얼마나 되는지는 알려지지 않았다. 최근에 들어서야 발생률에 대해서 관심을 갖기 시작했기 때문이다. 대부분 대규모 집단발병보다 간헐적으로 발생한다.

(5) 식중독 발생사례

1988년 5월 1일 에어로모나스의 분리를 의무화한 첫번째 주(州)인 캘리포니아에서 에어로모나스가 검출되었다. 1988년 5월 1일부터 1989년 4월 30일까지 캘리포니아 병의원에서 219명의 환자로부터 225건의 에어로모나스 검출이 보고되었다.

(6) 예방법

에어로모나스가 비교적 낮은 온도에서도 잘 자라는 냉장보관만으로는 에어로모나스 식중독을 예방하기 어렵다. 세척 등의 방법으로는 안전성을 확보할 수 없으므로 적당한 열처리가 필요하다. 열처리 연구결과 에어로모나스는 비교적 열에 감수성이 있으며, 우유의 저온살균으로 에어로모나스를 사멸시킬 수 있다고 한다. 또 방사선에 감수성이 있으므로 방사선 조사를 통해서도 에어로모나스 식중독을 예방할 수 있다.

16. 엔테로박터 사카자키(*Enterobacter sakazakii*)

(1) 엔테로박터 사카자키(*Enterobacter sakazakii*)의 특성

2002년 美 FDA는 분말형 유아식을 먹이는 병원에 입원한 신생아들이 엔테로박터 사카자키에 감염될 위험성이 있다고 경고했다. 이에 따라 FAO/WHO 및 국제식품규격위원회(CODEX)¹¹⁾에서는 세계 각국에서 엔테로박터 사카자키 자료를 수집하고 전문가 회의를 개최하여 엔테로박터 사카자키로 인한 감염을 막기 위한 방법을 권고하는 등 대책을 마련하고 있다.

엔테로박터 사카자키는 *Enterobacteriaceae*군에 속하는 세균으로 인간과 동물의 내장, 환경에서 발견되는 세균의 일종이다. 이 균은 특히 영유아에게서 뇌막염 또는 장염을 일으키는 것으로 알려져 있다. 일부 발병에서는 이 질병에 걸린 영유아의 20~50%가 사망한 적도 있다고 보고되었다. 살아남은 아이들에서도 신경계에 심각한 후유증이 발견되었다. 어른의 경우는 비교적 경증의 증상을 보인다.

엔테로박터 사카자키는 모든 연령에서 질병을 일으킬 수 있다. 보고된 바에 따르면 영아(1세 미만의 어린이)에서 특히 위험성이 높다. 영아들 중에서도 엔테로박터 사카자키에 의한 위험성이 가장 큰 집단은 신생아(생후 28일까지), 조산아, 저체중아, 면역취약 영아 등이다. HIV-양성인 엄마에게서 태어난 영아 또한 영아용 조제유를 먹어야 하고 감염에 민감하기 때문에 위험성이 높다. HIV-양성인 엄마를 둔 아기와 저체중아가 특히 일부 개도국에서 선진국에 비해 높은 비율로 태어나며 그래서 더욱 문제가 된다.

실제 이 문제의 심각성은 대부분의 국가에서 엔테로박터 사카자키의 감시 및 보고체계 비미로 인하여 잘 알려져 있지 않다. 이 문제의 크기는 일반적으로 발생 빈도 및 그 심각성으로 기술되는데, 영아의 발병빈도는 낮으나 질병은 매우

11) 1962년에 설립된 정부 간의 모임이자 국제적으로 통용될 수 있는 식품 규격 기준을 제정·관리하는 전문 조직으로, 세계보건기구(WHO)와 국제연합식량농업기구(FAO)가 합동으로 운영한다. 'Codex'는 영어로 'code(법령)'를, 'Alimentarius'는 'food(식품)'를 뜻하는 라틴어로서, 이 위원회에서 설정한 규정을 보통 '코덱스' 또는 '코덱스 규격'이라고 한다.

심각하다. 1961년부터 2003년까지 영문으로 발표된 자료를 검토한 결과 엔테로박터 사카자키로 인해 발병한 영아환자가 48건 발견되었다. 2002년 미국 푸드넷 감시결과(FoodNet 2002 Survey)에 따르면 생후 1년 미만의 영아들 가운데 엔테로박터 사카자키 감염률은 10만분의 1이라고 한다.

(2) 식중독 원인(식품)

엔테로박터 사카자키의 자연 서식지에 대해서는 잘 알려진 바가 없다. 이 균은 건강한 사람의 장에서 간헐적으로 검출된다. 동물의 장이나 환경에서도 검출된다.

엔테로박터 사카자키는 다른 종류의 식품에서도 검출되지만 영아용 조제분유에서만 질병을 일으킨다. 기본적으로 엔테로박터 사카자키가 영아용 조제분유에 감염될 수 있는 세 가지 경로가 있다.

- a) 조제분유 생산에 사용되는 원료물질(raw material)을 통해
- b) 살균공정 이후 조제분유나 기타 건조원료의 오염을 통해
- c) 수유 직전 양육자에 의해 조제분유가 오염된 경우

(3) 식중독 증상

엔테로박터 사카자키 감염으로 인한 사망률은 20%~50%로 보고되고 있다. 엔테로박터 사카자키에 감염되면 신경계에 장기적 영향을 미쳐 중증의 수막염이나 뇌염을 일으킬 수 있다.

(4) 식중독 발생현황

몇몇 선진국에서 오염된 영아용 조제분유로 인해 엔테로박터 사카자키 감염건이 보고되었다. 모든 국가들에서 감염에 대해 과소 보고(underreport)되고 있을 것이다. 보고되는 바가 없다는 것은 질병이 발생하지 않는다고 보다 문제에 대해 인식하고 있지 못하기 때문이다. 일반적으로 대부분의 국가에서 감시체계의 문제로 인하여 보고되는 케이스가 없다는 점도 한 몫한다. 영아용 조제분유가 널리 사용되기 때문에 영아용 조제분유에 엔테로박터 사카자키의 존재와 영아

에 대한 잠재적 영향은 대부분의 국가에서 심각한 보건문제가 될 수 있다.

(5) 예방법

최근 전문가회의에서는 영아를 돌보는 사람에게 영아용 조제분유가 멸균제품이 아니라는 사실을 주기적으로 경고해야 한다고 권고하였다.

모유수유를 하지 않는 경우 또는 어떤 이유로 수유를 할 수 없는 경우 양육자는 살균된 시판 액상 조제분유를 먹이거나 영아용 조제분유를 준비하는 과정에서 오염이 발생하지 않도록 해야 한다(끓는 물에 타거나 물에 탄 조제분유를 가열).

위해평가 결과 보관시간(조제분유의 희석과 섭취 시간 간격)과 희석한 분유의 수유시간을 줄이는 것이 영아의 감염 위험을 줄이는 것으로 나타났다. 이 두 가지를 둘 다 줄일 때 위험률을 크게 줄일 수 있었다.

현재 기술로는 영아 조제분유를 멸균시키기 어렵다. 그러나 업계가 영아 조제분유의 안전성을 향상시키는 방법에 대하여 권고를 하고 있다.

17. NAG 비브리오(*Vibrio cholerae* non-O1)

(1) NAG 비브리오의 특성

NAG 비브리오는 non-aggulutinable *Vibrio*의 약자를 따서 부르는 이름이다. 콜레라균과 유사한 비브리오균이지만 콜레라균의 항혈청에 대해 응집을 일으키지 않기 때문에 명명되었다. 이 균에 의한 설사증은 콜레라균이 상재하는 인도, 방글라데시 등 동남아시아와 여러 나라에서 일반적으로 발견된다.

NAG 비브리오는 그람 음성, 통성혐기성 간균이며, 약간 굽은 모양을 띤다. 포자를 형성하지 않으며 편모가 있어 활발하게 운동한다. 만노오스(mannose)¹²⁾ 분해성의 차이를 제외하고는 콜레라균과 성상이 일치한다. 콜레라균은 만노오스를 99% 이상 분해하지만 NAG 비브리오는 40% 정도 분해한다. NAG 비브리오가 생성하는 엔테로톡신은 이열성 독소로 콜레라 독소와 매우 유사한 것으로 확인된다.

(2) 식중독 원인(식품)

주로 생선이나 해산물에 의해 산발적으로 식중독이 발생한다. 일본에서는 다랑어포로 인하여 식중독이 많이 발생하며, 그 외에 냉면을 먹고 식중독이 발생한 사례도 있었다. 대부분 생선이나 어패류를 통해 직접 발생하거나 2차 오염된 식품이나 조리기구, 손 등을 통해서도 식중독균이 전파될 수 있다.

미국 해안에서 채취한 조개에서도 자주 검출된다. 익히지 않거나 적절히 가열되지 않은 조개, 재오염된 조개 섭취를 통해 감염될 수 있다.

12) 당의 일종. 화학식 $C_6H_{12}O_6$ 이다. 천연으로 존재하는 것은 D형으로 우회전성(右回轉性)을 보이나, 보통 단당으로는 존재하지 않고, 만난 또는 헤미셀룰로오스군(群)의 일부 구성성분으로서 존재한다. 유리 만노오스는 천연물인 만니톨의 산화에 의해서 얻은 것이 시초였는데, 현재는 곤약(葛蕪)의 가루나 상아야자(象牙椰子: *Phytelephas macrocarpa*)의 열매 등을 황산으로 가수분해하여 얻는다. 수크로오스[蔗糖]의 40% 정도의 약한 단맛이 있다.

(3) 식중독 증상

주요 증상은 수양성 설사이며, 구역질, 구토, 복통, 발열 등을 수반하기도 한다. 대개는 경증의 증상으로 끝나지만 심한 경우 사망하는 사례도 있다.

(4) 식중독 발생현황

이 균으로 인한 대규모 집단발생은 많지 않다. 미국의 경우 해안가에서 간헐적으로 발생하며, 주로 따뜻한 계절에 생굴을 먹고 식중독이 발생한 경우가 많다.

(5) 식중독 발생사례

1992년 9월 모 대학병원에 상부 위장관 출혈로 입원한 50대 남성 환자에게서 비브리오 콜레라(*Vibrio cholerae*)가 분리되어 정밀 검사한 결과 *Vibrio cholerae* non-O1로 확인되었다. 환자는 입원 10일 전 서울 시내 모 시장에서 바지락을 생식한 바 있었다.

1981년 뉴햄프셔의 라코니아에 거주하는 사람이 뉴잉글랜드 해안에서 채취한 대합을 먹고 장염증세를 보여 검사한 결과 non-O1 *Vibrio cholerae*균이 분리되었다. 환자는 건강한 40세 여성이었다. 최근 이동범위나 접촉자는 특별한 게 없었다. 대합 섭취 후 26시간 이내에 급성 복통과 함께 발열, 혈변이 나타났다. 휴식을 취하고 수분을 보충하면서 완쾌하였다. 분변을 배양한 결과 *Vibrio cholerae*(Smith serotype 361)이 증식하였으며 기타 병원성 균은 없었다.

(6) 예방법

하천 및 어패류에 균이 널리 분포하고 냉동 냉장 조건에서도 생존가능하므로 익히지 않은 어패류의 취급시 위생관리를 철저히 하고 조리기구나 다른 식품에 2차 오염되지 않도록 주의하여야 한다. 따뜻한 계절에는 가능하면 생선이나 어패류를 날로 먹지 말고 철저히 가열해서 섭취하여야 한다.

이 균은 각지의 하천 및 어패류 등에 널리 분포되어 있고 냉동·냉장에서도 생존이 가능하므로 익히지 않은 생어패류의 취급에 대한 주의와 대량조리시 식품위생관리를 철저히 하여야 예방할 수 있다.

제2절 바이러스

‘바이러스성 식중독’은 바이러스에 오염된 음식물의 섭취에 의해 발병하는 식중독으로 ‘전염성’이 있고 ‘2차 감염’을 유발한다. 오염된 음식물이나 식수에 의해 감염되며 집단생활에서 주로 발생하고 배설물을 통해 전염되며 특히 손을 제대로 씻지 않은 경우 전염성이 높고 전염속도가 매우 빠르다.

여기서 전염성이 높고, ‘2차 감염¹³⁾’을 유발한다는 점에 주목할 필요가 있다. 한 번 식중독이 발생했을 때, 환자가 대량으로 발생할 확률이 높다는 것이다. 따라서 식중독의 대형화 현상과 바이러스성 식중독과 상당한 연관성이 있다고 볼 수 있다.

우리나라에서 바이러스성 식중독이 최초로 출현한 것은 1999년이었다. 그 해 4월과 11월에 두 차례 발생했고 각각 9명, 67명의 환자가 발생했다. 2000년을 건너뛰고, 2001년부터 바이러스성 식중독은 본격적으로 나타나기 시작했다.

2001년에는 바이러스성 식중독이 세 차례나 발생했는데, 5월에 355명, 6월에 316명, 8월에 264명의 식중독환자가 발생하였다. 세균성 식중독에 비해 그야말로 대규모 식중독이었다. 2002년에도 한 건 발생해서 137명의 환자를 양산했다. 2003년에는 총 4건의 바이러스성 식중독이 발생했는데, 역사상 가장 규모가 큰 1,433명의 환자수가 발생한 식중독이 2003년 3월에 발생했다.

13) 2차 감염이란 인체내에서 다른 부위로 전이되는 것이 아니라 사람 대 사람으로 전염되는 것을 의미함. 세균에 의한 식중독 사고일 경우, 오염된 음식을 섭취한 사람만 감염되나, 바이러스에 의한 식중독은 오염된 음식을 섭취하지 않아도 감염자와의 접촉만으로 감염될 수 있는 위험성이 있다.

〈바이러스성 식중독 발생사례〉

일시		환자수(명)	원인균	원인추정식품	발생지역
1999년	4월	9	바이러스성 장염	가정집	경북 성주군
	11월	67	칼리시바이러스	학교급식	대구
2001년	5월	355	SRSV	학교급식	대구 북구
	6월	316	SRSV	학교급식	대구 동구
	8월	264	SRSV	학교급식	충남 부여군
2002년	2월	137	바이러스성 장염	학교급식	광주 남구
2003년	3월	19	칼리시바이러스	학교급식	광주 북구
	3월	1,433	노로바이러스	학교급식	서울지역
	4월	61	노로바이러스	학교급식	경기 구리시
	5월	205	SRSV	일반음식점	충북 청주시

※ 칼리시바이러스, SRSV(소형구형바이러스), 노로바이러스 : 바이러스성 식중독의 주요 원인바이러스로 발열, 구토, 설사, 복통 등의 증상이 나타남

식중독의 원인검사는 일반적으로 ①환자에게서 채취한 ‘가검물’과 ②환자가 섭취한 ‘식품’에 대한 역학조사를 통해 이루어진다. 그런데 ‘식품’에서 바이러스를 검출하는 검출법은 현재까지 전세계적으로 확립되어 있지 않다. 따라서 바이러스는 오로지 환자의 ‘가검물’을 통해서만 검출이 가능하다. 결국 가검물과 식품 모두를 검사하는 세균보다 가검물밖에 검사할 수 없는 바이러스를 찾아내는 게 훨씬 어려울 수밖에 없다. 그렇다면 원인을 알 수 없는 수많은 식중독은 세균성 식중독보다는 바이러스성 식중독일 가능성이 매우 높다.

인체 장내 바이러스는 식중독의 중요한 원인체로서 점점 크게 인식되고 있다. 1979년 미국 전국 감시 데이터의 조사에서 공공시설에서 발생한 32건의 식중독 중 14건(44%)이 역학적으로 전형적인 바이러스성 위장염이었다. 바이러스성 위장염은 1984~1991년 미네소타주에서 가장 흔한 식중독으로 보고되어 있다.

주로 감염된 식품취급자의 불결한 개인위생으로 인해 발생된다. 1973~1987년에 보고된 식중독 중 확인되지 않은 원인으로 발생한 식중독 4617건의 10%는 급성 바이러스성 식중독으로 인한 것으로 보여진다.

1. 노로바이러스(Norovirus)

(1) 노로바이러스의 특성

노로바이러스(norovirus)는 사람에게 장염을 일으키는 바이러스 그룹으로 노로바이러스라는 공식 명명이 최근 승인되었다. 미국 오하이오주 Norwalk에서 집단 발병된 이후 이 지역의 이름에서 유래되었다. 노로바이러스는 위장염 질환으로 'stomach flu(위장 독감)'로도 불리워지나 독감바이러스나 호흡기질환과는 관련이 없으며, 세균이나 기생충과도 관련이 없다. 노로바이러스는 Norwalk-like viruses(NLVs), 칼리시바이러스(caliciviruses), SRSV(small round structured viruses, 소형구형바이러스)로도 불린다. 바이러스는 크기가 매우 작고 항생제로 치료가 되지 않으며 사람의 체외에서는 성장할 수 없는 등 세균이나 기생충과는 매우 다르다.

(2) 감염 경로

노로바이러스는 감염자의 분변이나 구토물에서 발견된다. 사람은 다양한 경로를 통해 바이러스로부터 감염될 수 있다. 예를 들면 노로바이러스에 감염된 식품이나 음용수를 섭취했을 때, 노로바이러스에 오염된 물건을 만진 손으로 입을 만졌을 때, 질병이 있는 사람을 간호할 때 또는 환자와 식품, 기구 등을 함께 사용했을 때 감염될 수 있다.

유아원이나 양로원에서 일하는 사람은 노로바이러스에 걸린 어린이나 주민에 대해 주의를 해야 한다.

(3) 감염 증상

노로바이러스 질환의 증상은 바이러스 섭취 24~48시간 후 나타나는 것이 일반적이지만 12시간 경과 후 증상을 보이는 경우도 있다. 노로바이러스에 감염된 사람이 이 균을 장기간 보유한다는 증거는 없다. 현재 노로바이러스에 대한 항바이러스제는 없으며 감염을 예방할 백신도 없다. 또한 노로바이러스는 바이

러스의 일종이므로 항생제로 치료가 되지 않는다.

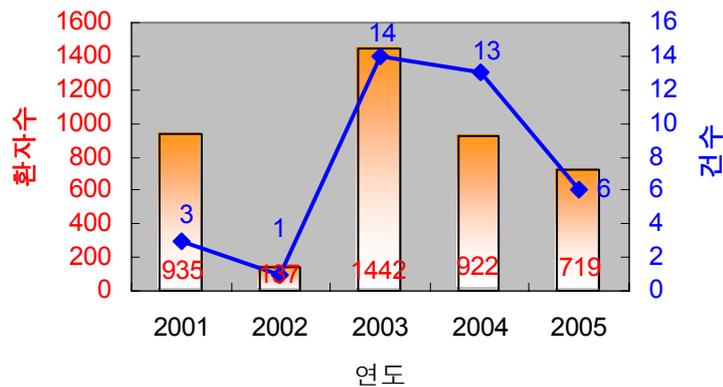
구토와 설사를 할 때 탈수 증상을 막기 위해서는 다량의 음료를 섭취해야 한다. 어린아이와 노인 및 환자에서 탈수 증상은 흔하게 일어날 수 있지만 가장 심각한 건강상 위해는 노로바이러스 감염에 의한 것이다.

노로바이러스에 의한 위장염은 일반적으로 심각한 질환은 아니며, 수분공급을 충분히 하여 탈수를 막는 것 이외에 특별한 치료방법은 없다. 대부분의 경우 장기간의 합병증 없이 1~2일 후에는 완전히 회복된다.

(4) 식중독 발생현황

2001~2005년 사이에 노로바이러스로 인한 식중독 발생현황은 아래와 같다. 세균성 식중독과 비교하였을 때 노로바이러스로 인한 식중독이 발생한 경우 폭발적으로 많은 환자가 생기는 것을 알 수 있다. 발생 건수 또한 빈번하다.

연도별 식중독 발생현황



(5) 식중독 발생사례

2003년 한해 동안 노로바이러스로 인해 발생한 주요 식중독 사례는 아래와 같다.

일시	환자수	원인균 (분리원)	원인식품	발생 지역
2003.3.26	179명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	서울
2003.3.26	170명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	서울
2003.3.26	101명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	서울
2003.3.26	61명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	서울
2003.3.27	22명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	서울
2003.3.27	289명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	서울
2003.3.27	82명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	서울
2003.3.27	46명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	서울
2003.3.28	64명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	서울
2003.4.23	61명	노로바이러스(환자가검물)	학교급식(원인식품 미확인)	경기
2003.5.26	28명	노로바이러스(환자가검물)	제주도 호텔 식당 및 일반음식점 (원인식품 미확인)	제주

(6) 예방법

노로바이러스에 걸리지 않으려면 굴·대합 등 조개류나 채소 등을 깨끗이 씻어 충분히 익혀 먹어야 하며 물도 수돗물이 없을 때는 염소 소독을 거친 물을 사용해야 한다.

노로바이러스 감염 환자는 설사 증세가 멈춘 후 2~3일 동안 대변을 통해 바이러스가 배출되므로 손·발을 깨끗이 씻고 다른 사람과의 신체 접촉도 당분간 피하는 것이 좋다.

학교나 유치원 등 집단 급식소의 음식 조리자는 항상 손을 깨끗이 하고 설사 증상이 있을 때는 설사가 멈춘 지 3일이 지난 후부터 조리에 참여해야 한다.

2. 로타바이러스(Rotavirus)

(1) 로타바이러스의 특성

장염을 유발하는 바이러스로, 1973년 호주에서 급성설사증으로 입원한 어린이의 십이지장에서 처음 발견됐으며 전자현미경으로 보면 수레바퀴모양이기 때문에 ‘로타’라는 이름이 붙었다. 국내에서는 원인을 몰라 오랫동안 가성 콜레라로 불렸다.

로타바이러스는 분류상 로타바이러스과에 속하며 2겹의 단백외각(蛋白外殼 : capsid)으로 싸여 있다. 직경은 약 70nm이며, envelope를 갖지 않는 바이러스이다.

바이러스성 장염 중에서 가장 흔한 것이 바로 로타 바이러스 장염이다. 소아과에서 진단되는 설사의 원인 중 가장 큰 주범으로 꼽힌다. 미국에서 로타바이러스 설사증의 치료비로 연간 약 5억 달러의 직접 경비가 사용되며, 간접 경비를 포함하면 약 12억 달러에 이를 것으로 추정된다.

로타바이러스는 유아기 이후 성인, 노년기에 이를 때까지 몇 번이고 반복해서 일어난다고 생각되지만 일반적으로 어린이나 성인은 불현성 감염¹⁴⁾을 한다. 그러나 노년기에 이르면 로타바이러스가 중증의 탈수를 수반한 설사증을 일으킬 수 있다.

(2) 감염 경로

주된 감염경로는 대변과 입이다. 이 질병에 감염된 급성기의 환자는 변 1ml 당 1조 개의 바이러스를 배출하는데, 바이러스 10개만 있어도 발병이 가능하므로 사람을 매개로 하여 감염되기 쉽다. 특히 놀이방이나 소아병동 등에서 유행적으로 발생할 확률이 매우 높아서 로타바이러스 유행시기에 소아병동에 2주 이상 입원한 아동은 거의 이 바이러스를 배출하는 것으로 알려졌다.

또한 단체급식소 등에서 음식을 통해서도 집단 감염증을 일으킬 수 있으므로 설사 등의 증상을 보이는 종사자는 식품을 취급하지 않도록 해야 한다.

14) 감염이 일어나더라도 미생물의 증식이 어느 한도 이내로 억제되어 발병하지 않게 되는 것

(3) 감염 증상

로타바이러스는 접촉에 의해 감염되며, 기온이 떨어지며 건조해지는 가을부터 기승을 부리기 시작한다. 로타바이러스는 구토와 설사를 심하게 일으키는 장염의 원인이다. 로타바이러스 감염증은 48시간 이하의 짧은 잠복기를 거처 토하고 열이 심하게 나는 증상이 나타난다. 또 물과 같은 설사를 하게 된다. 로타바이러스 감염증은 2~3세의 영유아에서 주로 발생하며 성인의 경우는 증상이 거의 없다. 처음엔 토하거나 열이 있어 감기처럼 보이지만 곧 심한 설사를 한다. 어린이는 설사로 인한 탈수로 혈압이 떨어져 기절해 사망할 수도 있다.

이렇게 구토·설사가 심한 탓에 몸의 수분이 모자라 나타나는 탈수증을 주의해야 한다. 따라서 물을 많이 섭취해 주고 탈수가 나아지면 빨리 영양공급을 해 준다. 이를 통해 손상된 장점막의 회복을 돕고 설사 기간을 줄여야 한다.

(4) 발생현황

로타바이러스 감염증은 대부분 늦가을부터 겨울철에 걸쳐 전국적으로 발생하는 것으로 알려져 있다.

미국 CDC에서 발간하는 'The Morbidity and Mortality Weekly Report'에 따르면 미국에서 매년 350만명의 취약한 어린이가 로타바이러스로 인한 설사병에 걸리며 이중 대략 50만명은 의사의 치료가 필요하고 5만여명은 입원을 해야 할 정도인 것으로 추정하였다. 또한 100여명의 어린이가 로타바이러스와 관련된 질병으로 인해 매년 사망하고 있다.

개발도상국에서 설사 관련 입원 환자의 3분의 1이 로타바이러스 때문이며 세계적으로 매년 5세 미만 어린이 50만명이 이로 인해 사망하고 있다.

로타바이러스에 의한 설사는 특히 6~24개월 유아들에게 매우 흔하다. 충남 보건환경연구원이 최근 발표한 2004년 설사 질환 감시 결과에 따르면 이 연령대에서 로타바이러스에 의한 설사가 가장 많았던 것으로 나타났다.

(5) 예방법

로타바이러스 감염증은 전염성이 아주 높기 때문에 감염시 다른 아이들과 같이 놀지 않도록 할 필요가 있다. 특히 전염성이 아주 강한 설사 시작후 3~4일 동안은 특히 조심해야 한다. 따라서 감염자가 학령기 아이라면 다른 아이들에게 전염되는 것을 막기 위해서라도 학교나 유아원에 보내지 않는 것이 좋다. 감염증에 걸린 아이는 다른 방에서 따로 놀게 하고, 함께 있는 아이들의 손을 자주 씻겨 예방에 만전을 기해야 한다.

로타바이러스의 주요 매개체는 식·음료 외에 대변이 끈히고 있어 변기 청소에도 신경을 써야 한다. 변기에 묻었던 바이러스가 다른 아이의 손을 통해서 입으로 들어가 병을 옮길 수 있기 때문이다.

3. 아데노바이러스(Adenovirus)

(1) 아데노바이러스의 특성

아데노바이러스는 1953년 외과적출된 한 소아의 편도와 아데노이드 조직에서 분리된 것이 최초이며, 이로 인해 아데노바이러스로 명명되었다. 처음에는 APC바이러스(Adenoid al-pharyngeal-conjunctivalagent virus)라고 하였으나, 1956년에 아데노바이러스라고 명명되었다. 현재 혈청학적으로 식별되는 종류가 49형(型)까지 알려져 있다.

아데노바이러스는 지름이 70mm 정도이며, 구형이다. 실험동물에게는 병원성을 나타내지 않으나 사람에게서는 호흡기나 눈의 점막, 또는 그 부근의 림프절에 침입하여 인두결막염(咽頭結膜熱)¹⁵⁾·유행성각결막염(流行性角結膜炎) 등의 질병을 일으키기도 한다.

아데노바이러스는 물리적, 화학적으로 안정된 바이러스로 생체 외에서도 온도는 4~36℃, pH는 6~9 사이에서 지극히 안정하고 장시간 동안 불활성화되지 않는다. 에테르에 내성이 있으나 60℃, 30분의 가열로 파괴되며 강산, 강알칼리성에서 쉽게 활성을 잃는다.

(2) 감염 경로

대부분의 감염이 사람으로부터 전염되며, 주로 호흡기 분비물이나 눈의 분비물을 통하여 전염된다.

(3) 감염 증상

장관 아데노바이러스 감염증은 설사가 주요 증상이며, 발열, 구토와 상기도

15) 발열·인두염·결막염을 주증세로 하는 전염병이다. 병원체는 아데노바이러스이며, 풀의 물을 매체로 하여 전염되는 경우가 많기 때문에 풀열이라고도 한다. 잠복기는 5~6일이다. 특히 어린이에게 많고, 갑자기 38~40℃의 열이 나서 4~5일간 계속된다. 눈이 아프고 빨개져서 눈물이 나온다. 목구멍도 발적하고 아프며, 때로는 가벼운 복통·구토·근육통·관절통 등도 일어난다.特效약은 없고, 보통의 감기와 같이 몸을 따뜻하게 하고 안정을 취하며, 대증요법을 쓴다.

염증을 수반하는 것이 많다. 그러나 통상 경증에서부터 중증인 것이 있지만 만성 설사증, 영양실조 또는 면역부전 등의 기초 질환을 나타낼 때에는 사망할 수도 있다.

잠복기는 대략 7일이고 바이러스의 배설은 10~14일이며 급성기에는 대량의 바이러스를 배설하기 때문에 그 취급에 주의해야 한다. 장관 아데노바이러스 감염증의 평균 설사 기간은 8~12일 가량이며, 대개 30%의 젖먹이 어린이는 14일, 10%는 1개월간 설사 증상을 나타낸다. 1일 설사 회수는 3~30회에 달한다.

발열 증상은 37.5~38.9℃ 이상 나타나는 경우는 드물다. 발열기간은 대개 2일로 경미하다. 구토 또한 발열과 같이 경미한 편이며, 탈수 증상도 대체로 경증이다. 상기도염의 합병증은 약 20% 정도이며, 그 이상은 편도염, 인두염, 코감기 및 기침 등이다.

(4) 발생현황

젖병이 어린이 설사증의 3~14%는 장관 아데노바이러스로 인한 것으로 알려져 있다.

(5) 예방법

아데노바이러스에 대한特效약은 아직 없으나 γ -글로불린¹⁶⁾은 예방효과가 있다. 이 바이러스는 인두나 눈의 분비물 또는 대변에 섞여 배출되어 여름철 수영장에서 감염되는 일이 많으므로, 수영장의 염소 소독을 철저히 하는 것이 좋다.

건강한 보균자들이 많으므로 특별히 환자를 격리할 필요는 없다.

16) 혈액에 함유되어 있는 단백질의 한 그룹. 정상인의 감마글로불린은 혈장단백질의 11~17%를 차지한다. 단백질로서는 균일하지 않고 비슷하게 생긴 무수히 많은 단백질의 혼합물이다. 그 중에서 약 80%는 분자량이 약 16만의 분자종(分子種:IgG), 약 20%는 분자량이 약 90만의 분자종(IgM)이고, 그 중간의 분자량을 가지고 있는 것도 소량 존재한다. 모두 면역 글로불린으로 작용하며 의료면의 효과는 확실하지 않지만 홍역과 간염(肝炎)의 예방에 이용된다.

제3절 기생충

과거 우리 나라에서 공중보건학적으로 중요한 전염질환이었던 기생충 질환은 국가적 관리체계를 만들어 장기간 노력하지 않으면 관리하기 어려웠다. 그 이유는 기생충 감염이 생활 관습이나 사회 경제적 조건과 밀접히 관련되어 발생하는 것이기 때문에 궁극적으로 국민의 위생 관습이 변화하지 않으면 관리할 수 없기 때문이다. 보건복지부와 사단법인 한국건강관리협회는 기생충 감염을 장기 관리하는 정책을 수립할 수 있어 객관적 자료를 근거로 할 필요성을 일찍 인식하고 1971년 이후 전국 규모 조사를 5년마다 실시하였다. 1971년 제 1차 조사에 이어 1976년 제2차 조사, 1981년 제3차 조사, 1986년 제4차 조사, 1992년 제5차 조사, 그리고 1997년 제6차 조사를 실시하였다.

〈1971~1997, 전국 기생충 양성률〉

연도	1971년	1976년	1981년	1986년	1992년	1997년
구충 양성률	10.7%	2.2%	0.5%	0.1%	0.01%	0.007%
간흡충 양성률	4.6%	1.8%	2.6%	2.8%	2.2%	1.4%
폐흡충 양성률	0.09%	-	0%	-	0%	0
요코가와흡충 양성률	-	-	1.2%	-	0.3%	0.3%
요충 양성률	-	-	12.0%	3.6%	0.9%	0.6%
유구조충 및 무구조충 양성률	1.8%	0.75%	1.1%	0.26%	0.06%	0.02%
회충 양성률	54.9%	41.0%	13.0%	2.1%	0.3%	0.06%

1. 구충(Hookworm, *Ancylocstoma duodenale*)

(1) 구충의 특성

채독벌레 또는 십이지장충이라고도 한다. 이탈리아의 밀라노에서 처음으로 구충이 발견되었을 때 때마침 십이지장에 기생하고 있었기 때문에 십이지장충이라 불렀으나, 본래의 기생 부위는 오히려 공장(空腸)이고, 현재에는 구충이라고 일컬어진다. 입 부분에 이빨과 같은 흡착기를 가지고 있으면서 숙주의 장점막에 붙어 피를 빨아먹는 한 무리의 선충들을 가리킨다.

기생충란이 분변과 함께 채외로 배설되면 곧 발육을 하는데 5~8일이 지나면 유충형태로 다시 사람의 몸 속에 들어가기를 기다려 사람의 몸 속에서 5~6주만에 성충이 된다. 크게 두비니 구충과 아메리카 구충으로 구분한다.

인체에 기생하는 구충은 몸길이가 대개 1cm 정도이지만 두비니구충이 좀 길고 굵다. 또 두비니구충의 입에는 2쌍의 이빨이 있고 아메리카구충은 얇은 널빤지와 같은 모양의 치판(齒板)이 있다. 암컷이 수컷보다 조금 더 크고, 충란은 타원형으로 되어 있으며 얇고 무색 투명하다. 분변과 함께 밖으로 나온 알은 적당한 온도·습도·산소가 있으면 부화하여 2회 탈피하여 필라리아(17)형의 감염형 유충이 된다. 두비니구충은 입으로, 아메리카구충은 피부로 감염된다. 감염된 지 4~7주가 지나면 소장 상부에서 성충이 되어 산란을 시작하고 알이 분변으로 나온다.

(2) 감염 경로

구충은 주로 경구적으로 감염되는데, 채소에 부착된 유충이 경구적으로 감염되는 것이 대부분이다. 구충은 물을 좋아하는 습성이 있어 아침이슬에 젖어있는 채소에 특히 많은 것으로 알려져 있다. 인체 분변을 통해 몸 밖으로 배출된 유충이 토양이나 하수 등을 통해 식품에 오염되는 것이 주 오염경로이다.

17) 선미선충목(旋尾線蟲目) 사상충과에 속하는 선형동물의 총칭

(3) 감염 증상

유충이 체내로 들어가면 급성 위장염 증상, 가래, 객담, 천식 발작 등의 증상이 나타날 수 있다. 성충의 흡혈과 출혈에 의한 빈혈, 전신권태, 현기증, 두통, 식욕부진, 오심, 구토, 복통, 설사 등이 나타날 수 있다. 폐로 이행되면 폐포 등을 파괴하여 폐렴증상이 나타날 수 있다. 어린이의 경우는 신체와 지능의 발달이 느리고 체력이 떨어진다.

피부를 뚫고 들어갈 때 피부염에 걸릴 수 있으며, 침입 부위에 홍반, 수포, 괴양 등이 발생한다.

(4) 감염률

보건복지부와 한국건강관리협회가 5년 단위로 조사한 전국 기생충 감염률 조사 결과는 아래와 같다.

연도	1971년	1976년	1981년	1986년	1992년	1997년
양성률	10.7%	2.2%	0.5%	0.1%	0.01%	0.007%

위의표와 같이 우리 나라 장내 기생충 감염의 상황은 개선되고 있으며, 특히 회충, 구충, 편충, 동양모양선충 등 토양매개성 선충 감염은 이미 관리 상태로 전환되어 공중보건학적으로 중요한 감염이 아니다.

(5) 예방법

유충의 경구 및 경피감염을 피해야 한다. 우리 나라에서는 특히 경구감염이 주요 감염경로이므로 감염원이 되는 상추, 겉절이, 김치 등의 채소와 파, 마늘 등 양념류의 위생적 처리가 중요하다. 열저항성이 약해 70℃에서 1초 만에 사멸하므로 적절히 가열하면 된다. 생채소를 섭취할 때에는 흐르는 물에 깨끗하게 씻어야 한다.

경피감염을 방지하기 위해 신발의 착용, 농사에서 고무장화, 고무장갑의 착용이 필수적이다. 감염자가 사용하던 오염된 의류 및 침구류를 통해 감염된 경우도 있으므로 폐기하거나 철저히 살균소독하여 사용하여야 한다.

2. 디스토마(흡충, Trematoda)

(1) 디스토마(distoma)의 특성

디스토마는 영양분을 빨아먹는 입과 인체에 단단히 붙을 수 있는 입 등 2개의 흡반을 가지고 있어 디스토마(distoma)라고 불리운다. 암수 구별이 없으며, 나뭇잎 모양으로 편평한 형태를 띤다. 발육시 2개 이상의 중간숙주를 거치며, 제1중간숙주는 연체동물을 택해 무성생식을 하며, 제2중간숙주를 거쳐 사람에게 감염된다.

간흡충, 폐흡충, 요꼬가와흡충, 이형흡충, 간질, 비대흡충, 주혈흡충, 극구흡충 등으로 구분된다.

간디스토마는 길이가 10~25mm, 두께가 3~5mm 정도로 납작하며 자웅동체이다. 충란은 담즙과 함께 분변에 섞여 배출되며, 물속으로 들어간 충란이 제1중간숙주(우렁이 등), 제2중간숙주(담수어 등)를 거쳐 사람 몸 속으로 들어가 십이지장에서 껍질을 벗고 담관을 타고 간으로 들어가 각종 영양분을 섭취한다. 담도에서 25일이 지나면 성충이 되어 하루에 약 3,000개의 알을 낳는데 이것이 다시 분변을 통해 몸 밖으로 배출된다.

폐디스토마는 길이 7~14mm, 두께가 4~8mm로 배쪽은 편평하고 등쪽이 볼록 올라와 있으며, 폐 속에 기생한다. 충란은 기관지를 통해 객담이나 분변으로 배출되며 25~30℃에서 2~3주 후 유충이 되어 제1중간숙주(다슬기 등)와 제2중간숙주(참개, 가재 등)를 거쳐 사람에게로 들어간다. 소장에서 충낭을 벗고 복강으로 들어가 발육한 다음 횡격막을 통해 폐로 침입하여 자리를 잡는다. 감염 후 60~90일에 알을 낳기 시작하며, 수년간 감염이 지속된다. 우리나라에서는 웨스터만 폐디스토마가 주로 기생하며, 계절별, 지역별로 감염률이 다르다.

요꼬가와흡충은 길이 1~1.5mm, 두께 0.5~0.7mm의 작은 흡충으로 소장 점막에 기생하며 병원성이 비교적 약한 구충이다. 체외로 배출되어 제1중간숙주(다슬기 등), 제2중간숙주(담수어 등)를 거쳐 사람에게 감염된다.

(2) 감염 경로

구충은 발육시 2개 이상의 중간숙주를 거치는데 제1중간숙주는 우렁이, 다슬기 등의 연체동물이며, 제2중간숙주는 참게나 가재, 담수어 등이다. 이들 중간숙주를 사람이 제대로 익히지 않은 상태로 섭취하거나 조리기구 등을 통해 2차 감염될 경우 사람에게 들어갈 수 있다.

(3) 감염 증상

간흡충은 담관에 기생하여 담관을 폐쇄하여 담즙이 배출되지 못하고 온몸에 퍼져 황달이나 담관염을 일으킬 수 있으며, 간경화증이나 간암, 복수염 등이 유발되기도 한다. 감염 초기 증상은 40℃ 이상의 열과 오한을 들 수 있으며, 간이 비대해져 통증이 있고 눈에 황달기가 나타난다. 체중이 줄고 설사, 빈혈, 기미, 검버섯이 생기기도 한다.

폐흡충에 감염되면 기침, 혈담, 기관지염 등 폐결핵 유사 증세가 나타나며, 다른 곳으로 이동하여 기생하기도 하여 뇌에 기생하는 경우 뇌종양 증상이 나타나기도 한다.

요코가와흡충의 경우는 특별한 증상은 없으나 그 수가 많아지면 만성 장염, 설사, 복통을 일으키기도 한다.

(4) 감염률

보건복지부와 한국건강관리협회가 5년 단위로 조사한 흡충 감염률 조사 결과는 아래와 같다.

연 도	1971년	1976년	1981년	1986년	1992년	1997년
간흡충 양성률	4.6%	1.8%	2.6%	2.8%	2.2%	1.4%
폐흡충 양성률	0.09%	-	0%	-	0%	0
요코가와흡충 양성률	-	-	1.2%	-	0.3%	0.3%

(5) 예방법

담수어의 생식을 피하고, 참깨의 섭취를 피하는 것이 좋다. 조리해 사용한 기구를 철저히 소독하고 담수어나 우렁이, 다슬기, 게 등은 가열해서 섭취한다.

3. 이질아메바(*Entamoeba histolytica*)

(1) 이질 아메바의 특성

1875년 Losch가 러시아인의 이질(痢疾) 환자의 대변에서 이질 아메바 영양형을 발견하였으며 1903년 Schaudinn이 *Entamoeba histolytica*로 명명하였다. 이질 아메바는 아메바성 이질이나 간농양 등을 일으키는 병원성 아메바로 열대와 아열대지역에 많이 분포한다. 우리나라는 60년대와 70년대에는 5%~10%의 높은 감염률을 보였으나 현재는 많이 감소되고 있을 것으로 추정되고 있다.

영양형과(trophozoite)와 포낭형이 있으며, 영양형은 인체에 감염되면 위액에 의하여 파괴되며 외부에서의 저항력도 약하다. 포낭형은 외부에서 저항력이 비교적 강한 편이며, 물 속에서 1개월까지도 생존한다. 대변 내에서는 적당한 환경일 경우 2주 정도까지도 생존할 수 있고 냉동상태에서는 2개월까지도 생존이 가능하다. 그러나 건조와 고온에서는 저항력이 약하여 단시간에 사멸한다.

(2) 감염 경로

이질아메바의 포낭형이 인체에 감염될 수 있는 경우는 오염된 음료수나 음식에 의한 감염, 원숭이, 쥐, 파리, 바퀴 등 곤충 및 동물에 의한 전파감염, 포낭형을 배출하고 있는 식품취급자에 의한 전파감염, 집단생활에서 포낭형을 배출하고 있는 보충자(保蟲者)와의 접촉감염을 들 수 있다.

(3) 감염 증상

대장에 많이 기생하며, 이질아메바의 성숙 영양형이 기생부위의 장점막 조직에 도달하여 질병을 일으킨다. 드물게는 간, 폐, 뇌 등에 전이해 각 조직에서 증식하여 장외 아메바증을 일으키기도 한다. 장 아메바증은 목통, 오심, 구토, 복부 불쾌감, 액상변, 점혈변을 보이며, 빈도가 높고 심한 설사가 발생하여 전신쇠약 및 탈수 등으로 사망할 수도 있다.

(4) 예방법

이질아메바는 포낭 외벽으로 인해 외부 환경에 저항력이 있다. 따라서 수돗물의 소독 정도로는 영향을 받지 않는다. 따라서 음용수의 위생적 처리, 식품취급자의 철저한 개인위생관리, 주방을 비롯한 환경위생관리를 철저히 하여야 한다. 또 식기, 조리기구 등 전파가능한 물건은 소독하며, 환자는 격리하고 환자가 사용한 물건은 철저히 소독한다.

4. 요충(*Enterobius vermicularis*)

(1) 요충의 특성

요충은 머리 부분에 지느러미가 양쪽으로 붙어 있는 독특한 모양을 하고 있으며, 이 머리부분으로 장점막에 붙어서 기생한다.

충란의 크기는 $50\sim 60\mu \times 20\sim 30\mu$ 로 한 면은 평평하고 한 면은 뾰족한 감싸 모양을 띤다. 충란내에는 이미 유충이 포함되어 있다. 성충 암컷의 길이는 $8\sim 13\text{mm}$, 두께는 $0.3\sim 0.5\text{mm}$, 수컷 길이는 $2\sim 5\text{mm}$, 두께는 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 으로 몸이 희고 가늘다. 암컷은 꼬리가 뾰족하고, 수컷은 꼬리가 말려 있다. 암컷은 하루 평균 11,000개 정도의 알을 낳으며 100배쯤 확대해야 그 모양을 볼 수 있다. 알은 부화하자마자 발육을 시작하여 몇 시간 내에 유충이 되고 성충으로 자란다.

(2) 감염 경로

요충 암컷은 항문 주위에서 산란하는데, 성충이 항문 주변을 돌아다니기 때문에 손으로 긁게 되면 오염된 손을 통해 직접 경구감염되거나 옷이나 가구, 음식물, 식기 등을 통해 경구감염된다.

요충은 오래전부터 알려진 기생충이며 전세계에 널리 분포한다. 다른 기생충과 달리 선진국에서도 많이 발생하기 때문에 문화병이라고도 불리운다. 이는 아파트나 학교 등 공동생활을 통해 많이 전파되기 때문으로 보인다.

(3) 감염 증상

감염이 되면 항문 부근이 심하게 가렵고 설사나 복통을 일으키며 맹장염을 일으키기도 한다. 어린아이의 경우 수면장애, 식욕감소, 불쾌감, 신경과민, 발작 증세를 일으킬 수 있다. 항문 주위를 심하게 긁어 발적이나 종창을 일으키기도 한다.

(4) 감염률

보건복지부와 한국건강관리협회가 5년 단위로 조사한 전국 요충 감염률 조사

결과는 아래와 같다.

연도	1971년	1976년	1981년	1986년	1992년	1997년
양성률	-	-	12.0%	3.6%	0.9%	0.6%

(5) 예방법

가족을 통한 감염이나 공동생활로 인한 감염을 막기 위해 일제히 구충을 실시하고 개인위생을 철저히 한다. 몸을 청결히 하고, 침구나 의류를 소독하는 것도 좋은 방법이다.

5. 촌충(Tapeworm)

(1) 촌충의 특성

편형동물 촌충강에 속하는 촌충은 조충(條蟲)이라고도 하였다. 사람은 익히지 않은 물고기, 쇠고기, 돼지고기 등을 날것으로 먹으면 감염된다. 세계적으로 약 3,400종이 알려져 있으나 한국에는 15종만이 밝혀져 있다.

성충은 1개의 머리마디[頭節]와 몇 개 내지 여러 개의 편절(片節)로 이루어져 있으며, 머리마디에는 숙주에 흡착하기 위한 기관으로서 흡반 또는 흡구(吸溝)가 있다. 머리마디의 경부(頸部)에서는 분체(分體)가 왕성하게 이루어져서 편절을 새로 만든다. 몸의 표면은 큐티클¹⁸⁾로 덮여 있고 상피세포는 없다.

소화관이 없는 것이 촌충의 두드러진 특징이며, 영양물은 모두 체표를 통해서 흡수한다. 배설기관으로는 원신관이 있는데, 원신관¹⁹⁾ 끝에 불꽃세포가 있다. 특별한 감각기관은 없다. 자웅동체이며, 각 편절에는 보통 1쌍, 드물게는 2쌍의 자웅생식기가 있다.

유구조충, 무구조충, 광절열두조충, Sparganum, 왜소조충, 쥐조충, 위립조충 등 여러 종류가 있지만 우리나라에서는 무구조충(민촌충)과 유구조충(갈고리촌충)이 가장 흔하다.

(2) 감염 경로

유구조충은 쇠고기를 불충분하게 가열조리해 먹을 경우 감염되며, 유구조충은 돼지고기를 통해 감염된다. 유구조충은 머리 부분이 갈고리 모양으로 되어 있어 갈고리 촌충이라고도 한다.

극히 소수의 예외를 제외하고 대부분이 중간숙주를 필요로 한다. 유구조충이나 무구조충은 중간숙주를 하나만 필요로 하며, 알 속에서 발육한 육구유충은 중간숙주에 직접 섭취되어 그 체내에서 낭충(囊蟲)이 되고, 최종숙주에 섭취되

18) 생물의 체표를 덮고 있는 세포, 즉 식물의 표피세포와 동물의 상피세포는 그 바깥쪽으로 여러 가지 물질의 층을 분비하는데, 이 층이 굳은 막 모양 각질층의 층칭

19) 체강(體腔)을 가지지 않는 후생동물의 배설기관 중 가장 원시적인 배설기관

면 장 내에서 발육하여 성충이 된다. 무구조충의 중간숙주는 소, 유구조충의 중간숙주는 돼지이다.

(3) 감염 증상

무구조충은 사람 몸의 소장 중간부에 기생하며, 성충보다 그 유충인 낭충으로 인한 피해가 크다. 우리나라는 전국적으로 감염자가 분포한다. 무구조충에 감염되면 소화불량, 식욕부진, 구토, 두통 등 가벼운 소화기 증상을 일으키며, 끊어진 편질이 항문을 통해 나오기 때문에 매우 불쾌하다.

유구조충에 감염되면 복부 불쾌감, 설사, 구역, 구토, 식욕항진이 나타난다. 유충이 피하조직이나 근육, 뇌, 척추, 눈 등에 파고들어 가면 일반적인 증상 외에도 반신불수, 경련, 전신마비, 실명, 간질 같은 증세를 일으키고 심하면 생명을 잃을 수도 있다.

성충보다 유충의 피해가 더 크며, 낭미충증은 감염 부위, 수, 기간, 숙주반응 등에 따라 증상이 다양하나 국소의 삼출성 반응, 세균 침윤, 섬유조직의 증가, 석회화 등을 일으킬 수 있으며, 낭미충증이 뇌로 들어갈 경우 두통, 구토, 마비, 경련, 시력장애, 간질증상을 초래할 수 있다.

하지만 돼지에 대한 검역이 강화되고, 돼지에게 대변 대신 사료를 먹이면서부터 갈고리촌충은 점차 사라졌다, 우리나라에서는 1989년을 마지막으로 돼지에서 이 기생충이 발견된 적은 없다.

(4) 감염률

보건복지부와 한국건강관리협회가 5년 단위로 조사한 전국 유구조충 및 무구조충의 총란 양성률은 아래와 같다.

연도	1971년	1976년	1981년	1986년	1992년	1997년
양성률	1.8%	0.75%	1.1%	0.26%	0.06%	0.02%

1997년 제6차 조사 결과는 도시 대상자의 경우 0.02%, 농촌 대상자의 경우

0.04%였다. 농촌 거주자 중 연령이 높은 층에서 총란 양성률이 상대적으로 높았다.

(5) 예방법

쇠고기나 돼지고기를 충분히 가열해서 먹어야 한다. 소나 돼지가 먹는 사료가 분뇨에 오염되지 않도록 하여 감염기회를 차단하는 것이 중요하다. 또 소와 돼지의 사육자 및 그 가족 중의 감염자가 조기에 구충을 해야 하며, 분뇨의 처리를 적절히 하여 식품의 오염을 방지하여야 한다.

6. 톡소플라스마(*Toxoplasma gondii*)

(1) 톡소플라스마의 특성

Nicolle 및 Manceaux(1909)에 의하여 발견, Hutchison(1969), Frenkel 등(1970)에 의하여 생활사가 밝혀졌으며, 우리 나라에서는 1965년 돼지에서 최초로 분리되었다. 보통 사람의 체내에서는 증식형과 낭자형 등 두 가지 형의 톡소플라스마의 충체를 볼 수 있다. 고양이가 고유 숙주이며, 고양이의 체내에서 증식하여 분변을 통해 배출된 후 다른 포유류로 감염된다.

개나 고양이의 침을 통해서 사람에게 감염되는 경우가 많다. 감염 초기에는 충체가 혈류 속에 나타나며, 충체는 길이 4~7 μ m의 바나나 모양이고, 뭉툭한 끝부분 가까이에 공 모양의 핵이 있는 이외에는 속에 다른 뚜렷한 구조가 보이지 않는다.

톡소플라스마는 진동이나 미끄럼운동으로써 이동하며 폐·간·근육·중추신경계의 세포 속에 침입한 후 세로로 분열하여 증식한다.

(2) 감염 경로

고양이 분변 속의 충란이 분변을 통해 배출되어 돼지나 닭에 감염된다. 돼지에서의 톡소플라스마 감염률은 매우 높으며, 불충분하게 가열된 돼지고기를 통하여 인체에 감염될 수 있다. 또 닭이 톡소플라스마에 감염될 경우 달걀로도 감염이 되어 생란이나 반숙란을 섭취할 경우 톡소플라스마에 감염될 가능성이 있다.

(3) 감염 증상

임신 초기에 모체에서 태아로 태반감염되어 나타나는 선천성 톡소플라스마 증은 사산, 유산 및 조산을 일으키며 기타 망막락막염, 뇌수종, 뇌의 석회화 및 전신운동 기능장애 등을 보인다. 따라서 임신 중에는 고양이 사육을 피하는 것이 좋고, 그 외의 동물에 의한 감염은 아직 잘 모르고 있는 실정이므로 임신부

는 다른 동물과의 접촉도 피하는 것이 좋다.

후천성 톡소플라스마증은 대개 돼지고기 등의 생식이나 불완전 조리후 섭취
으로 인해 감염된다. 급성 증상으로는 오한, 전율, 두통, 관절통 등으로 시작해
신경증상, 약시, 실명 등을 일으킨다.

조리 중 칼이나 그릇 등을 매개로 다른 식품에 부착해서 섭취될 수도 있다.
고양이 분변 중의 충란은 산이나 알칼리에도 저항성이 강하고, 물속이나 습기
있는 흙에서 수 개월 동안 감염성을 유지하고 있으므로 주의를 요한다.

(4) 감염률

전세계 인구의 약 33%가 톡소플라스마에 감염되어 있다고 한다. ‘영국의학저
널’ 최신호에 따르면 유럽 전역의 임산부 1,000명을 대상으로 실험한 결과 제대로
조리되지 않은 돼지·양·쇠고기 등을 먹을 경우 사산·유산·기형아·시력장애
등을 유발할 수 있는 톡소플라스마증에 걸릴 확률이 30~63%에 이른 것으로 나
타났다.

또 톡소플라스마증에 걸린 임산부의 25% 가량이 태아에게 재전염시킨 것으
로 알려졌다. 톡소플라스마증은 면역력이 강한 경우 감기처럼 한차례 고열과
몸살을 앓고 지나가기도 하지만 때로는 임파조직에 들어가 치명적인 질환을 야
기할 수도 있다.

(5) 예방법

톡소플라스마는 고양이, 개 등 애완동물에 기생하는 기생충으로 고기나 음식,
애완동물의 배설물 등을 통해 전염된다. 따라서 애완동물과의 접촉을 피하고,
고기는 반드시 익혀서 먹어야 한다.

7. 회충(*Ascaris lumbricoides*)

(1) 회충의 특성

세계적으로 가장 보편적인 기생충으로 단순히 회충이라고 하면 인체기생충인 사람회충을 가리키지만, 돼지·개·고양이·말 등에 기생하는 것은 각각 숙주의 이름에 따라 돼지회충·개회충·고양이회충·말회충 등으로 구별한다.

세계적으로 널리 분포하며 특히 온난다습한 지방에 많다. 한국에서는 옛날부터 기생률이 높았는데, 특히 인분을 비료로 사용하던 농촌 지역에 많았다. 제2차 세계대전 후에는 도시나 농촌에 크게 만연되었으나 그후 차차 감소되어 도시에서는 거의 볼 수 없게 되었다.

회충은 소장에 기생하는데, 살아 있을 때의 몸빛깔은 연한 도화색이거나 황백색이다. 몸길이 암컷 20~35cm, 수컷 15~25cm이다. 몸은 긴 원기둥 모양이고 수컷의 말단은 갈고리 모양으로 굽어 있으며 암컷의 몸 앞부분 1/3지점에 생식공이 있다. 입은 몸의 앞끝에 있는데 3개의 입술을 가지며, 소화관은 몸의 중앙을 지나 항문에 이른다.

생식기는 몸의 대부분을 차지하고 있으며 암컷은 하루에 20만 개 이상의 알을 낳는다. 분변과 함께 밖으로 나온 알은 온도·습도·산소가 적당하면 발육되며, 여름에는 3주만 경과하면 속에 유충이 형성되어 감염성을 가지게 된다. 유충이 형성되지 않은 알이나 암컷만이 기생했을 때 생기는 불수정란(不受精卵)은 인체에 들어와도 그대로 소화관을 지나 배출된다.

(2) 감염 경로

알이 숙주에 경구 침입하면 십이지장에서 유충이 되고 그 크기는 0.2~0.3mm이다. 유충은 장벽을 뚫고 들어가 문맥·간을 거쳐 혈관 또는 림프관을 타고 심장·폐에 들어간다. 기관지를 타고 올라와 기관·후두·인두를 지나 다시 식도를 거쳐 소장에 이르고 여기에서 비로소 자리를 잡고 발육한다. 그러나 장 이외의 곳에서 기생할 수도 있다. 알은 입으로 들어온 지 약 2개월 반이면 성충이 되고 알을 낳기 시작한다.

(3) 감염 증상

회충의 기생에 의한 증세에는 유충과 성충에 의한 것이 있다. 유충에 의한 증세는 한꺼번에 여러 개의 충란을 삼켰을 때 볼 수 있으며, 감염 후 1주간쯤 되면 기침과 땀이 나오거나 때로는 발열이 있다. 심할 때는 출혈성폐렴을 일으킨다. 이 증세는 유충이 폐를 지나갈 때에 일어난다. 성충에 의한 증세로서 가장 많은 것은 복통이다. 그밖에 이미증(異味症)·감각이상·경련 등의 신경증세를 나타내는 일이 적지 않다.

가장 두려운 것은 여러 장기로의 옮겨가는 것이다. 위에 들어가서 위경련양 발작, 쓸개에 들어가서 염증을 일으키거나 담석양발작을 일으키고, 이자에 들어가서 췌장염을 일으키며, 또 충양돌기에 들어가서 충수염을 일으킨다. 드물게는 장벽을 뚫고 복막염을 일으키며, 그밖에 신체 각부에 침입하여 위험한 증세를 일으킨다. 또한 충란이 핵이 되어 담석을 형성하는 수도 있다. 회충증의 치료에는 피페라진²⁰과 산토닌이 쓰인다. 특히 산토닌²¹과 해인초²²(海人草)에 들어 있는 카이닌산과의 합제는 구충에 상승적인 효과가 있다.

(4) 감염률

보건복지부와 한국건강관리협회가 5년 단위로 조사한 전국 회충의 충란 양성률은 아래와 같다.

연도	1971년	1976년	1981년	1986년	1992년	1997년
양성률	54.9%	41.0%	13.0%	2.1%	0.3%	0.06%

20) 고리 안에 질소원자 2개를 함유하는 헤테로고리화합물. 6원자 고리이며, 헥사히드로피라진이라고도 한다. 화학식 $C_4H_{10}N_2$. 무색의 흡습성을 가진 고체이며, 분자량 86.14, 녹는점 $104^{\circ}C$, 끓는점 $145\sim 146^{\circ}C$ 이다. 가축이나 가금(家禽)의 구충제로 사용되고 분석시약으로서도 쓰인다.

21) 회충·요충·편충에 쓰이는 구충제. 화학식 $C_{15}H_{18}O_3$. 백색의 결정성 분말로 무미·무취이다.

22) 홍조식물과의 난해성 해조류. 해인초는 회충의 구충제로 효력이 있는 것으로 알려져 있다.

도시의 회충란 양성율은 0.05%, 농촌은 0.1%이다. 충란 양성자는 불수정란 양성자 0.03 %, 수정란 양성자 0.03 % 이었다. 그러므로 우리 나라의 회충 감염은 특별한 상황의 변화가 없는 한 재유행의 가능성은 없을 것으로 보여진다.

(5) 예방법

회충란은 건조·한랭·약품 등에 비교적 저항력이 강하고, 채소에 부착하거나 먼지에 섞여 사람의 입으로 침입하여 감염된다. 예방법으로는 첫째로 지역 전체를 대상으로 하여 정기적으로 집단구충하는 것이 바람직하다. 둘째로는 분변의 합리적인 처리문제이다. 분변의 충분한 부숙(腐熟)에 의하여 회충란을 살멸하는 방법으로서 개량변소나 저류조(貯留槽)의 보급이 바람직하다.

또 화학약품의 처리에 의한 분변 속의 충란살멸법도 있다. 인분을 비료로 쓰지 않을 것과 채소의 청정재배(淸淨栽培)를 적극적으로 해야 한다. 회충란은 60℃에서 수 초간 가열하면 죽는다.

8. 크립토스포리디움(*Cryptosporidium parvum*)

(1) 크립토스포리디움의 특성

구충류(Coccidia)의 하나로 지금까지 6종이 알려져 있으며, 사람에게 감염성이 있는 것은 *Cryptosporidium parvum*이다. 크립토스포리디움의 포낭을 oocyte라 하며 직경이 4~6 μ m인 구형으로 원생동물 중에서는 가장 작다. 살아있는 포낭은 내부에 바나나모양의 sporozoite를 4개 갖고 있다. 크립토스포리디움에 의한 질병을 크립토스포리디움증(cryptosporidiosis)라 하며, 감염자의 80~90%가 발병할 정도로 발병률이 높아 수인성발병이 일어날 경우 규모가 크고 범위가 넓은 특징을 갖는다. 우리나라에서는 제4군 법정 전염병²³⁾으로 지정되어 있다.

(2) 감염 경로

인간에서 인간, 동물에서 인간으로 대변-경구감염과, 오염된 음료수 혹은 음식물에서 오는 경구감염이다. 원충은 점막 세포에 기생하기 시작해 무성생식으로 증식한 다음, 유성생식으로 충란을 형성하고, 분변으로 배출된다. 충란은 장기간 자연 환경에 생존하고, 상수도용 소독약에 내성을 가진다. 인간에서는 자가 감염도 일어난다.

감염을 일으킬 수 있는 최소감염농도에 대해서는 아직 확실하지 않지만, 건강한 성인을 대상으로 한 실험에서 50%의 발병율을 일으키는 크립토스포리디움 포낭의 농도(ID₅₀)를 132개로 추정하였다. 여러 실험과 역학조사결과로 미루어 크립토스포리디움의 최소감염농도는 대략 10~100개 정도로 추정되며, 경우에 따라서는 1~5개의 포낭으로도 감염이 일어날 수 있다. 수돗물의 음용 시 크립토스포리디움에 의해 발병이 일어날 수 있는 농도는 30~35 포낭/100 l로 추정된다.

23) 제4군 법정 전염병이라 함은 국내에서 새로 발생한 신종전염병증후군, 재출현전염병, 또는 국내 유입이 우려되는 해외유행전염병으로서 법에 의한 방역대책의 긴급한 수립이 필요하다고 인정되어 보건복지부령이 정하는 전염병을 말한다.

(3) 감염 증상

잠복기간은 잘 알려지지 않았지만 1~12일간, 평균 약 7일 정도로 보여진다. 자원자 실험에서 4~22일간, 평균 9일이었다. 소화기관, 담도, 호흡기의 점막 세포에 감염된다. 인간 이외에 많은 포유동물, 조류, 물고기, 파충류에도 감염되는 인수공통 감염증이다. 많은 불현성감염이 있으며, 이들이 감염원이 된다. 증상은 경련성 복통을 동반하는 중증의 수양성 설사이다. 소아에서는 식욕부진과 구토가 선행한다. 전신 권태감, 발열, 식욕부진, 구역 구토 등도 나타날 수 있다. 증상은 자연히 소실되거나 재발하기도 하지만 보통은 30일 이내에 치료된다. 담도감염이나 담낭염을 일으키기도 한다. 호흡기 증상은 일어나지 않는다. 면역저하 환자, 특히 에이즈 환자에서 자연치유되는 경우는 엽소, 주증 설사는 오래가고 치명적이다. 현재까지는 수액보충 이외에 유효한 치료법은 없다.

(4) 감염률

전염병관리가 가장 체계화되어 있는 미국의 경우, 1989년부터 1994년까지 6년간 발생한 수인성 집단발병사건을 원인별로 분류해 보면, 크립토스포리디움의 경우에는 발생건수의 9%, 환자수의 95%를 차지하였다. 감염률은 선진국의 경우 0.6~20%, 개발도상국의 경우 4~20%로 추정되고 있다. 우리나라의 경우 1992년 서울과 전남 일부지역 주민을 대상으로 크립토스포리디움 감염률을 조사한 결과 서울 0.5%, 전남 10.6%로 큰 차이를 보였고, 전남의 한 농촌지역은 주민의 35.2%, 소의 93.3%가 감염되어 매우 높은 감염률을 나타냈다.

(5) 식중독 발생사례

밀워키사고는 1920년 이래 미국에서 가장 큰 수인성 집단발병사건으로 1993년 3~4월에 발생하였다. 미국 위스콘신주에 위치한 밀워키 시민 160만명이 크립토스포리디움을 함유한 수돗물에 노출되어 40만명(25%)이 발병하였고 면역력이 없는 에이즈환자 100여명이 사망하였다. 밀워키시는 미시간호를 상수원으로 하고 응집침전, 여과, 소독의 표준정수처리를 실시한다. 사고 직전 집중호우와 해빙으로 원수의 탁도가 높아지고 하천유량이 증가하였으나 응집 및 여과

효율은 향상되지 않아, 정수의 탁도가 0.25NTU에서 1.71NTU로 높아지고 크립토스포리디움이 적절히 제거되지 않은 것으로 추정되었다. 특히 역세척수를 그대로 재순환한 결과, 여과공정에서 농축된 크립토스포리디움이 원수농도를 증가시켜 완전한 제거를 어렵게 만들었다. 오염원으로는 취수장 상류에 위치한 도살장과 하수처리장, 소의 방목장 등이 의심받았다. 이러한 정수처리상의 문제에도 불구하고 정수는 모든 수질기준을 만족하였으며, 특히 병원성 미생물의 지표인 대장균군검사에서도 문제가 없었다.

(6) 예방법

소나 다른 동물을 다룰 때, 특히 설사를 하는 동물의 배설물을 장갑을 끼는 등 오염을 피한다. 인간에서 인간으로 감염을 예방하기 위해서는 대변-경구감염을 예방해야 하고, 개인의 위생관리를 철저히 해야한다. 음료수는 1분간 끓인 후에 마신다. 염소 등 화학적 소독약은 효과가 없다. 0.1~1.0마이크로미터의 입자를 제거할 수 있는 여과장치가 유효하다. 감염자는 식품을 다루는 일에 종사해서는 안된다. 환아는 설사가 치료될 때까지 탁아소나 유치원에 가지 말아야 한다. 다만, 식품을 가열해서 먹으면 어느 정도는 괜찮다.

9. 지아디아(*Giardia lamblia*)

(1) 지아디아의 특성

편모충류의 하나로 사람에게 감염성을 갖는 *Giardia lamblia*는 수돗물을 통해 감염될 수 있다는 점에서 매우 중요하다. 지아디아의 포낭을 cyst라 하며 길이 8~12 μ m, 폭 7~10 μ m의 계란형이다. 성숙한 포낭은 4개의 핵과 1쌍의 axonemes²⁴), 발톱모양의 median body 1쌍을 가진다.

지아디아 포낭의 벽은 건조 또는 탈수와 같은 불리한 환경조건에서 본체를 보호하여 주지만, 주위조건에 따라 수시간 또는 수일 이내에 구강으로 옮겨지지 않으면 사멸한다. 그러나 차가운 물 속에서는 약 2개월간 생존할 수 있다.

(2) 감염 경로

사람과 같은 숙주의 체내에서 복잡한 생활사를 거쳐 증식한 후, 두꺼운 세포벽에 둘러싸인 포낭형태로 분변 속에 섞여 외부에 배출된다. 이들 포낭이 증식하기 위해서는 숙주가 필요하기 때문에 환경에서는 증식하지 않는다. 1차 오염원은 감염된 사람과 가축 또는 야생동물의 분변이며, 원생동물을 입으로 섭취하면 감염이 일어나는데, 가장 빈번한 경로는 사람간 또는 사람과 동물간의 접촉이다. 수돗물을 통한 감염은 드물고 가능성이 매우 낮으나, 일단 감염이 일어난 경우 그 범위가 넓고 파급효과도 매우 크다.

(3) 감염 증상

지아디아에 의한 질병을 지아디아증(giardiasis)라 하며, 감염된 사람의 약 24%만이 발병한다. 보통 감염 후 5~10일의 잠복기간 후 설사, 복부 팽만, 장내 가스 팽만으로 인한 불편감 등의 증상이 나타난다. 사람에 따라서는 아무런 증상이 없거나 단기간 증상이 나타나나 쇠약한 사람들은 장기간에 걸쳐 증상이 나타난다.

24) 축사(軸絲). 편모 또는 섬모의 가운데 축의 탄성 섬유

(4) 감염률

미국의 경우, 상수원수인 지표수를 조사한 결과, 지아디아 양성률은 23~67%이었으며 검출시 농도는 수개에서 수 십만 개까지 다양하였다. 1996년 캐나다 72개 지방의 상수원수를 조사한 결과에 의하면, 지아디아는 21%로 나타났다. 정수의 경우에는 미국 전역에 대한 분포조사에서 지아디아는 0~98%의 양성률을 보였다. 1996년 캐나다의 조사에서는 정수의 18.2%에서 지아디아가 검출되었다. 이러한 연구결과들은 사용한 검출방법의 낮은 검출율을 감안한다면 상당한 부분의 상수원수가 오염되어 있고 정수에서도 검출되고 있음을 보여준다.

(5) 예방법

원생동물에 대한 위험은 수원의 특성에 따라 크게 달라지는데, 지하수는 토양에 의한 정화작용을 거치므로 상대적으로 지표수보다 안전하다. 지표수의 경우에도 상류의 지표수가 하류의 지표수보다 오염가능성이 적다. 국내의 하수처리율이 낮은 점을 감안할 때 하수처리율을 높여야 하며, 하수처리공정에 소독공정을 포함하는 일도 중요하다.

상수원 근처에 하수처리장, 축사 등 오염원이 존재하는지를 조사하여 총대장균군보다 분변오염에 대해 보다 정확한 지표인 대장균이나 분원성대장균, 분원성연쇄상구균 등을 오염의 지표로 오염여부를 파악해야 한다. 원생동물의 농도는 탁도와 함께 올라가는 경우가 많으며 탁도의 증가는 원생동물 제거율을 감소시키므로 원수의 탁도를 상시 측정하여 정수처리에 의해 적정수준으로 제거할 수 있는지를 파악한다.

주로 물리화학적 처리에 의해 제거율을 향상시키는데, 현재 가장 보편적 정수처리방식인 응집침전, 급속 여과에 의한 원생동물을 제거하며, 여과 전 응집처리가 제거에 큰 영향을 미치며, 급속 여과는 원생동물을 제거하기 위한 가장 중요한 공정이므로 최적 운영하여야 한다. 탁도는 0.1NTU를 항상 유지해야 하고, 원수의 수질이 나빠진 경우에는 역세척수의 순환을 중지하여야 한다.

제4절 인수공통전염병(Zoonoses)

인수공통전염병이란 척추동물과 사람 사이에 상호 전파되는 병원체에 의해서 발생하는 질병을 말한다. 일반적으로 사람과 동물에 공통으로 감염될 수 있는 질환을 총칭한다. 그 대상과 범위는 사람, 가축, 가금류 뿐 아니라 어패류, 파충류까지 이른다. 인수공통전염병은 직접전파, 매개곤충 및 기타 매개물에 의해 이루어질 수 있으며, 병원체로는 기생충, 원생동물, 세균, 바이러스 등이 있다.

대표적인 인수공통전염병으로는 사람과 동물의 양쪽에 중증의 병을 일으키는 탄저·페스트·광견병·우결핵병 등이 있으며, 동물에서는 비교적 경증 또는 불현성 감염으로 그치지만 사람에게는 중증의 병을 일으키는 브루셀라증·야토병·Q열 등이 있다. 반대로 구제역, 출혈성패혈증 등은 사람에게 발병하는 일은 드물지만 동물에게 심한 유행을 일으킨다. 이 외에도 여러 가지 바이러스, 원충병, 기생충병, 세균 등에 의해 발생하는 질병이 인수공통전염병이라는 것이 명백해졌으며, 그 수는 100가지 이상으로 알려져 있다.

이 중에서 식품으로 인해 이환될 수 있어 문제가 되는 것은 식용 가축, 가금류, 어류 등의 젓, 고기, 알, 생선 등에 병원체가 존재하는 경우이다. 이러한 인수공통전염병은 식품을 매개로 한 경구감염 또는 조리가공시 접촉에 의한 경피 감염을 통해 사람에게 전파된다.

주요 인수공통전염병의 원인균과 그로 인한 질환을 정리하면 아래와 같다.

병원체	관련 동물	동물질환	사람질환	비고
<i>Bacillus anthracis</i>	소, 말, 양, 염소, 돼지, 개, 고양이	폐사, 전신 질환	탄저병	제1절 13. 탄저균 참조
<i>Listeria monocytogenes</i>	양, 소, 토끼, 염소, 닭, 말	수막염, 유산, 심근염	수막염	제1절 1. 리스테리아 모노사이토제네스 참조
<i>Mycobacterium bovis</i>	소, 말, 돼지, 개, 고양이	결핵	결핵	-
<i>Brucella species</i>	소, 염소, 돼지, 양, 말, 개, 고양이, 새, 사슴, 토끼	유산, 유방염, 농양	파상열	제1절 5. 브루셀라 참조
<i>Salmonella species</i>	새, 돼지, 소, 양, 말, 개, 고양이, 설치류, 파충류	무증상, 장염, 폐혈증, 산욕열	위장염, 폐혈증, 농양	제1절 6. 살모넬라 참조
<i>Campylobacter jejuni</i>	양	자궁염, 불임증	유산, 심내막염, 균혈증	제1절 10. 캄필로박터 제주니 참조

위의 질환 이외에도 세균성이질, 연쇄상구균, 장출혈성 대장균, 비브리오, 클로스트리듐 보툴리눔, 클로스트리듐 퍼프린젠스 등의 세균으로 인한 질환과 톡소플라즈마, 크립토스포리디움 등의 기생충으로 인한 질환도 중요시되고 있으며, 최근 전세계적으로 문제가 되고 있는 광우병(소해면상뇌증, BSE) 또한 신종 인수공통전염병으로 분류되고 있다. 이 질환들에 대해서는 제1절과 제3절, 제7절의 해당 자료를 참고하기로 하고 이 절에서는 별도로 기술하지 않기로 한다.

우리나라에서는 인수공통전염병을 전염병예방법의 규정에 의해 관리하고 있다. 다만, 가축의 전염성 질병을 막기 위한 가축전염병예방법이 있어 가축 전염병이 발생하거나 퍼지는 것을 막는 노력을 하고 있다. 현재 질병관리본부와 국립보건연구원, 국립수의과학검역원에서 인수공통전염병 발생 및 관리에 관한 연구 및 업무를 담당하고 있다.

1. 결핵(Tuberculosis)

(1) 결핵의 특성

결핵은 결핵균의 감염에 의하여 발병하는 만성전염병이다. 과거 우유를 많이 마시는 소아에서 종종 문제가 되었으나 최근에는 우유의 가열처리 결과로 거의 문제되지 않고 있다.

결핵균은 보통 길이 1.2~4.0 μm , 폭 0.3~0.5 μm 정도의 간균(桿菌)으로, 가늘고 길죽하며 약간 만곡해 있는데, 작은 덩어리를 이루거나 울타리 모양으로 늘어져 있는 경우가 많다. 그람 양성균이며, 호기성균으로 pH 6.8~7.0, 온도는 37°C에서 최적으로 증식한다. 결핵균은 햇빛에 노출된 건조된 가래에서도 120여일간 생존하며, 부패한 폐점액에서 6주간 생존하는 등 저항력이 매우 강하다. 열에 저항성이 강하여 62°C 30분에 사멸한다.

동물결핵에서 특히 중요한 것은 젖소의 결핵이다. 소의 결핵의 병원체는 우형결핵균이며, 감염은 공기감염에 의한 호흡도 및 음식감염에 의한 소화관으로부터의 침입이 주가 된다. 폐를 비롯하여 전신의 각 장기·기관이 침범당하고 그 부위에 따라 각종 증세가 나타난다. 젖소에 특히 많은 것은 임신·분만·착유(搾乳) 등 모체의 저항력을 저하시키는 생활조건, 그리고 집단사육되어 배균동물과의 동거와 같은 환경조건 등이 중요한 인자로 여겨지고 있다.

또 병에 걸린 소의 유즙에는 균이 배설되므로 공중보전면에서 중대한 관심이 쏠리고 있다. 젖을 이용하는 염소의 결핵도 젖소의 결핵과 같은 의미로 간주하여 소와 염소의 결핵은 가축의 법정전염병으로 지정되고 있다(가축전염병예방법 제2조).

(2) 결핵의 원인

원인균은 인형균(*Mycobacterium tuberculosis*), 우형균(*Mycobacterium bovis*) 및 조형균(*Mycobacterium avium*)이 있다. 인형균은 사람, 원숭이, 돼지, 개, 소 등에 감염되고, 우형균은 소, 돼지, 개, 산양, 고양이, 말, 원숭이, 사람 등에 감염되며, 조형균은 돼지, 밍크, 동물원에서 사육되는 들새, 소, 양, 사슴 등에 감염된다고

알려져 있다.

한국에서는 대부분이 인형균에 의한 것이며, 우형균에 의한 사람의 결핵은 극히 드물지만, 유럽에서는 우형균에 의한 것도 있다고 한다. 또 한국에서는 인형균이 개에게 감염하는 경우가 많다.

결핵은 몸에 들어오면 그대로 남아있다가 인체가 저항이 약해지면 즉시 번식하여 병이 난다. 만일 환자가 이 질환에서 회복되면 균은 다시 정지상태로 몸에 남아 있게 된다. 결핵감염은 흡입, 섭식 또는 피부나 점막의 상처를 통한 직접 감염으로 이루어진다. 감염된 환자의 기침, 재치기, 객담 배출에 의해 공기중에 결핵균이 존재하며 이러한 감염된 비말핵의 흡입을 통해 사람에서 사람으로 전파된다.

(3) 증상

결핵은 침범된 장기에 따라 증세가 여러 가지로 나타난다. 가장 많은 것이 폐결핵인데, 그 주증세는 미열·체중 감소 등이다. 처음에는 감기와 같은 증세가 오래 계속되다가 서서히 만성적으로 진행하기 때문에 대부분의 환자들은 정확한 발병 시기를 모를 때가 많다. 이러한 주증세 외에 기침·가래·흉통·호흡곤란·권태감·식욕부진 등이 나타나며, 때로는 발병이 되어 있어도 아무런 증세 없이 무자각성인 것도 많다. 폐에 큰 공동이 있어도 기침이나 가래·전신증세 등이 없는 경우가 많으므로 정기적으로 검진을 하지 않으면 발견되지 않을 때도 있다.

기타 장기의 경우는, 늑막염일 때는 흉통·기침·호흡곤란·발열 등의 자각증세가 있고, 장결핵(腸結核)일 때는 앞서 말한 전신증세 외에 복통·설사·허배 등이 따른다. 림프선 결핵(연주창)은 전신증세는 심하지 않고 목 주위의 림프선이 비대해져서 혹같이 만져진다. 신결핵(腎結核)일 때는 오줌에 적혈구·백혈구가 보이고, 심하면 고름과 같을 때도 있다. 결핵 중에서 가장 중증인 것은 결핵성 수막염과 급성 속립결핵증이다. 전자는 주로 어린이에게 많이 볼 수 있는데, 폐결핵·늑막염에서 속발적으로 일어나며 두통·구토·발열·의식혼탁·경련·혼수상태 등의 증세를 일으킨다. 후자는 고도의 알레르기 상태에서 특히 대량의 결핵균이 단기간에 혈액 속에 들어가 전신에 퍼졌을 때 일어나며, 증세는 패혈증(敗血

症)과 비슷하며, 혈행성 전이를 나타내는 결핵 가운데 가장 악성에 속한다. 이 두 가지 병은 매우 위독하다.

(4) 발생 현황

1996~2000 사이에 가족에서 우형 결핵이 발생한 현황은 아래와 같다.

연도	1996	1997	1998	1999	2000
발생건수	454	266	577	989	532

(5) 예방

결핵균은 기침이나 재채기 할 때 공기를 통해 전염되며, 침대 시트나 가구, 식기에 의해서는 전염되지 않는다. 또한 적은 균에 짧은 기간 노출시에는 극히 드물게 전염되며 지속적인 밀접한 접촉이 있는 경우에 전염이 잘되므로 일반적으로 가족구성원, 가까운 친구, 함께 살거나 일하는 사람들 사이에서 전염된다.

국내에서는 모든 영유아를 대상으로 BCG 예방접종을 받도록 하고 있다. 생후 4주 이내에 접종하고 늦어도 첫 번째 생일 이전까지는 접종을 받도록 권장하고 있다. 소는 정기적으로 투베르쿨린 반응검사를 실시하여 양성으로 판정되면 도살된다.

1. 곰팡이

곰팡이는 균류 중에서 진균류에 속하는 미생물로 보통 그 본체가 실처럼 길고 가는 모양의 균사로 되어 있는 사상균을 가리킨다. 일반적으로 균류 중에서도 세균·고초균·버섯 등이나, 경우에 따라서는 효모와도 구별하지만 엄밀하게 구별하기에는 어려움이 많다.

곰팡이는 절대 호기성 생물로 균사나 포자에 의해 증식하고 햇빛을 싫어하는 다세포 생물이다. 건조에 잘 견디고 pH 2.0~9.0에서 증식한다. 증식속도는 세균보다 느리지만 세균이 증식하지 못하는 건조식품(수분 13~15%)에서도 온도가 적당하면 증식하며, 당이나 식염농도가 높은 식품에서도 증식하는 곰팡이가 있다.

곰팡이는 효소생산이나 발효식품에 유익하게 이용되지만 유해색소나 유독물질을 생산하는 것도 있다.

곰팡이류는 종류가 많기 때문에 모든 종류에 공통된 적당한 방제법은 없다. 원리적으로는 포자와 접촉하는 것을 차단할 것, 온도·수분·영양분 등을 생육에 부적당한 상태로 유지시킬 것, 철저히 살균할 것 등을 들 수 있다.

식품의 경우에는 사람과 가축에 무해할 것 등이 특별히 요구된다. 그 결과 건조·염장·설탕분핍·냉장·냉동·통조림·병조림 등이 사용된다. 의류에 대해서는 더러움과 같이 곰팡이에게 영양원이 되는 것을 없애는 것이 첫째이고, 다음에 습기를 막아야 한다. 약제에 의한 살균은 매우 유효하지만 사람과 가축에 대하여 위험한 것도 있으므로 사용할 때에는 주의할 필요가 있다.

주요 곰팡이류로는 아래와 같은 종류가 있다.

- *Aspergillus* 속 : *Aspergillus*속은 식품에서 보편적으로 검출되는 곰팡이로 130여 종이 알려져 있고 *A. oryzae*, *A. sojae* 등은 된장제조에 쓰이며, *A. niger*는 유기산을 잘 생성한다. *A. flavus*는 강력한 간암발생물질인 아플라톡신을 생산하기도 한다. *A. glaucus*는 수분요구도가 매우 낮으며 고농도

의 당이나 식염 중에서도 잘 자란다.

- *Penicillium* 속 : 식품에서 흔히 볼 수 있는 푸른곰팡이가 이에 속한다. *P. islandicum*이나 *P. citrinum*과 같이 황변미의 원인 곰팡이도 있고, 감귤을 비롯한 과일의 연부병의 원인 곰팡이인 *P. expansum*, *P. digitatum*도 여기 속한다.
- *Mucor* 속 : 털곰팡이라 불리워지며, 식품의 변질 뿐 아니라 제조에도 관여한다. *M. racemosus*는 전분의 당화나 치즈의 숙성에 이용되나 야채나 과실의 변패에도 관여한다.
- *Rhizopus* 속 : 거미줄곰팡이라고도 하며 *R. nigricans*, *R. stolonifer*는 빵에 잘 번식하여 빵곰팡이라고도 한다. 이 밖에 야채, 과일, 감귤, 딸기 등의 변패에도 관여한다.
- *Fusarium* 속 : 균사는 옅은 분홍색, 자색, 황색 등을 띠며 과일, 채소 등의 변패에 관여한다. *F. poae*, *F. sporotrichioides* 등은 저온에서 식중독성무백혈구증을 일으키는 유독산물을 생산하기도 한다.

1. 쥐류

식품과 함께 서식하는 동물 중 가장 수가 많고 피해를 많이 주는 동물 중의 하나가 쥐다. 쥐는 몸집이 작아 먹이 확보가 용이하고 증식률이 높고 개체수도 많아 환경에 잘 적응한다. 이 때문에 다른 동물과는 달리 우리 주변에서 그 세력이 점점 확대되고 있으며, 현재는 포유동물 중 가장 큰 무리를 이루고 있다.

쥐는 식품이나 작물을 멋대로 먹어 흐트러뜨리거나, 기물을 갉아 구멍을 내는 등의 경제적 손실을 일으키는 것 외에도 보건위생상의 피해를 끼친다. 쥐가 많아지면 광폭해진 쥐가 자고 있는 사람을 물어뜯기도 한다. 또 쥐는 많은 종류의 병원체를 보유하여 감염병을 전파하기도 한다. 쥐에 의해 전파되는 질병으로는 살모넬라증, 페스트, 발진열, 쓰쓰가무시병, 톡소플라스마증 등 약 25종 이상으로 알려져 있다. 더욱이 쥐는 다수의 기생충을 가지고 다니면서 사람에게 옮기기도 한다.

쥐로 인한 피해를 막기 위해서는 쥐의 서식환경에서 우선 먹이를 없애고 산란처가 될만한 장소를 없애 개체수를 낮추어야 한다. 환경을 정비하여 먹이가 될 만한 것을 없애고 쥐의 통로를 폐쇄하며, 살서제를 이용하거나 쥐덫, 끈끈이 등을 이용하여 쥐를 구제한다.

2. 위해곤충류

위해곤충으로는 파리, 바퀴벌레, 개미, 나방류, 바구미류 등을 들 수 있다. 이런 곤충류는 대개 식품에 부착하여 영양을 취하므로 이들이 병원미생물을 오염시키는 운반자 역할을 하여 식품위생상 문제가 되고 있다.

파리는 이질, 콜레라, 장티푸스, 파라티푸스 등의 소화기계 전염병과 살모넬라 식중독 등을 비롯하여 회충이나 구충 등의 기생충질환과 결핵, 화농성 질환 등을 전파한다.

바퀴벌레도 많은 전염병을 전파하며, 자극성 물질을 분비하여 피부병이나 알레르기 반응을 일으키기도 한다.

이러한 해충의 피해를 경감시키기 위한 대책으로는 온도, 습도를 조절하고 발생원을 제거하는등 해충의 침입, 발생, 증식을 방지하고, 방충망, 포충기 등을 이용하여 해충을 제거하거나 살충제나 기피제를 쓰는 방법이 있다.

곤충은 그 종류가 많고 습성도 다양하므로, 각 경우에 따라 해충의 생리와 상태에 대응하여 대책을 세워야 한다. 이를 곤충의 방제라 하는데 ‘방제’란 해충의 세력을 해롭지 않을 정도로 억제하는 것을 의미한다.

3. 진드기류

진드기는 전세계적으로 1만여 종이 있으며 이 중 식품과 관련이 있는 것은 100여 종이다. 진드기는 자유생활을 하는 종류가 많은데 사람이나 가축, 식물, 식품 등에 기생하여 번식하므로 식량의 손실을 가져오고 식품의 외관을 나쁘게 할 뿐 아니라 병원균이나 곰팡이로 식품을 오염시켜 식중독이나 피부염 등의 질병을 유발시킨다. 많은 종류가 식품에 부착하여 식품중의 곰팡이 등을 먹고 생활한다.

진드기가 식품에 번식하면 불쾌감을 줄 뿐 아니라 식품을 손상·변질시켜 식품의 가치를 저하시킨다. 진드기가 식품과 함께 인체에 침입하면 진드기증을 일으킨다.

기생부위에 따라 복통, 설사 등을 일으키는 소화기계 진드기증, 혈뇨, 부종, 일과성 발열이 있는 비뇨기계 진드기증, 급성 기관지 천식이나 폐렴 유사 증상을 보이는 호흡기계 진드기 등이 있다.

진드기는 건조한 상태에서는 잘 번식하지 않고 온도 20℃ 이상, 습도 75% 이상, 식품의 수분함량 13% 이상일 때 잘 증식한다.

진드기의 발생을 방지하려면 환경을 깨끗이 하고 부엌, 천장, 식품 저장장소 등의 통풍을 잘하여 습도를 적절히 하여야 한다. 곡분, 과자 등은 수분함량이 10% 이하가 되도록 잘 건조하여 보관하고, 곡물 등은 습도를 60% 이하로 하여 보관한다. 식품의 특성에 따라 가열, 냉동, 저온 보존 등의 방법을 적절히 사용하여 진드기의 증식을 억제한다.

1. 광우병

(1) 광우병의 특성

소해면상뇌증(BSE ; Bovine Spongiform Encephalopathy) 이란 전염성해면상뇌증(TSE ; Transmissible Spongiform Encephalopathy)의 일종으로 소에서 발생하는 만성 신경성 질병으로서 일명 광우병 또는 그 프리온 질병(Prion Diseases)으로 불려지고 있다. 이 질병은 변형 프리온 단백질 감염에 의한 신경세포의 공포변성과 중추신경조직의 해면상 변화가 특징으로 2년~5년의 다양하고 긴 잠복기와 불안, 보행장애, 기립불능, 전신마비 등 임상증상을 보이다가 결국은 100% 폐사되는 치명적인 만성 진행성 질병이다. 또한, 최근에 와서 그 원인체가 변형 프리온이라는 동질성 때문에 전염성해면상뇌증(TSE)으로 분류되고 있으며, TSE에는 동물의 종에 따라 소의 해면상뇌증(Bovine Spongiform Encephalopathy: BSE), 양 및 산양의 스크래피(Scrapie), 사슴류의 만성소모성질병(Chronic Wasting Disease: CWD) 등이 있다. 소해면상뇌증은 국제수역사무국(OIE)에서 B급 질병으로 분류하고 있으며, 국내에서는 소해면상뇌증과 스크래피가 제2종 가축전염병으로 지정되어 있다.

소해면상뇌증(BSE)의 경우 현재까지 밝혀진 전파방법은 스크래피에 걸린 면양이나 소해면상뇌증에 감염된 소의 육골분 등이 함유된 사료를 섭취함으로써 감염이 이루어지는 것으로 보고되어 있고 접촉감염은 일어나지 않으며 수직전파의 가능성은 매우 낮지만 정확한 것은 밝혀져 있지 않다.

(2) 발생현황

'85년 영국의 소에서 최초로 발견된 이후 유럽지역에서 발생하던 BSE가 일본과 이스라엘로 확산되어 현재 EU 국가(14개국, 스웨덴 제외)와 EU주변국(6개국, 스위스·체코·리히텐슈타인·슬로바키아·슬로베니아·폴란드), 아시아(2개국,

일본·이스라엘) 등 총 22개국에서 광우병이 발생하였다.

'02. 12월말 발생두수는 영국 183천두, 프랑스 719두, 포르투갈 725두 등 약186천두이며, 인간 광우병이라 일컬어지는 변형크로이츠펠트야콥병(vCJD) 발생자('96.10~'02.11)는 138명(영국 129, 프랑스 6, 아일랜드 1, 이탈리아 1, 미국 1명)이다.

BSE는 구제역이나 돼지콜레라와 달리 인수공통전염병이므로 발생시 사회적 파급효과가 크다. 철저한 예방대책을 추진하고 있으나 국민들을 안심시키기 위해서 일본의 사례 등을 분석하여 미비한 점을 보완할 필요가 있다.

2. 구제역

(1) 구제역의 특성

소, 돼지, 양, 염소, 사슴 등 발굽이 둘로 갈라진 동물(우제류)에 감염되는 질병으로 전염성이 매우 강하며 입술, 혀, 잇몸, 코, 발굽 사이등에 물집(수포)이 생기며 체온이 급격히 상승되고 식욕이 저하되어 심하게 앓거나 죽게 되는 질병으로 국제수역사무국(OIE)에서 A급 질병(전파력이 빠르고 국제교역상 경제 피해가 매우 큰 질병)으로 분류하며 우리나라 제1종 가축전염병으로 지정되어 있다.

병인체는 *Picornaviridae Aphthovirus*, 작은 RNA 바이러스로서 이는 7개의 혈청형 즉 A, O, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3형으로 분류되며 이 주요 혈청형은 다시 80여가지의 아형으로 나뉘어진다. 구제역 바이러스는 냉장 및 냉동조건하에서는 오래 보존되고, 50℃이상에서는 서서히, pH 6.0 이하 또는 9.0 이상 조건에서, 그리고 2% 가성소다, 4% 탄산소다 및 0.2% 구연산 등의 소독제에 불활화된다.

(2) 감염 경로

감염동물의 수포(물집)액이나 침, 유즙, 정액, 호흡공기 및 분변등과의 접촉이나 감염동물유래의 오염축산물 및 이를 함유한 식품등에 의한 전파(직접전파), 감염지역내 사람(목부, 의사, 인공수정사 등), 차량, 의복, 물, 사료, 기구 및 동물등에 의한 전파(간접접촉전파), 공기를 통한 전파(공기전파)이며 공기는 육지에서는 50km, 바다를 통해서는 250km 이상까지 전파될 수 있다.

(3) 감염 증상

잠복기간은 2일에서 14일 정도로 매우 짧다. 구제역 바이러스에 감염된 소에서는 체온상승, 식욕부진, 침울, 우유생산량의 급격한 감소등이 나타나며 발병 후 24시간 이내에 침을 심하게 흘리고, 혀와 잇몸 등에 물집이 생긴 것을 관찰

할 수 있으며, 입맛 다시는 소리를 내기도 한다. 물집은 발굽의 사이와 제관부, 젖꼭지 등에서도 관찰된다. 물집은 곧 터져서 피부가 드러나고 짓무르고 혈게 된다.

구제역 바이러스에 감염된 6개월 미만의 송아지에서는 심근염에 의해 죽는 경우가 있으며, 이 경우 심근에 나타나는 특징적인 병변을 호반심(tiger heart)이라고 한다. 일반적으로 이환율은 높고 폐사율은 낮은 편이나 어린 송아지의 경우 성우에 비하여 폐사율이 높으며 임신우에서는 유산을 초래되기도 한다.

감염된 소들은 1주 이상 거의 먹지 못하며, 절뚝거리며 유방염, 산유량 격감하는 등 경제적 피해가 발생한다. 특히 젖소에서는 착유량이 50% 정도 감소한다.

구제역 바이러스에 감염된 돼지에서 특징적으로 관찰되는 증상은 절뚝거림, 발굽의 심한 병변과 고통으로 인해 제대로 서거나 걷지 못하고 절뚝거리거나 무릎으로 기어 다닌다. 발굽의 물집이 터져 피부가 벗겨진 자리에 세균에 의한 2차 감염이 일어나고 이로 인해 발톱이 탈락되기도 한다. 입주변의 물집 형성은 소의 경우처럼 전형적이지는 않으나, 콧잔등에는 큰 물집이 형성되며 쉽게 터지는 경우가 많다.

(4) 예방법

특별한 치료방법은 없으므로 유사증상이 발견되면 국가기관에 신속히 신고하여야 한다. 구제역 바이러스는 변형이 매우 쉽게 일어나기 때문에 수많은 혈청 형(아형)이 생성된다. 혈청형이 다른 예방약은 효능이 없고 아형이 다른 예방약은 효능이 낮아 혈청형이 맞는 예방약의 사용이 중요하다.

3. 조류인플루엔자(Avian Influenza)

(1) 조류인플루엔자의 특성

조류인플루엔자는 전파가 빠르고 병원성이 다양하며, 닭, 칠면조, 야생조류 등 여러 종류의 조류에 감염된다. 주로 닭과 칠면조에 피해를 주는 급성 바이러스성 전염병으로 오리는 감염되더라도 임상증상이 잘 나타나지 않는다.

원인체는 바이러스이며 병원성에 따라 고병원성 조류인플루엔자, 약병원성 조류인플루엔자, 비병원성 조류인플루엔자로 구분되며 고병원성 조류인플루엔자(HPAI : Highly Pathogenic Avian Influenza)는 국내에서는 제1종 가축 전염병으로 분류하고 있다.

조류인플루엔자 바이러스는 혈청형이 다양한 것이 특징으로 135종류로 분류된다(H1~H15, N1~N9). 혈청형은 두 종류의 단백질(HA, NA)에 의하여 분류되며 현재까지 HA는 15종류, NA는 9종류가 보고되었다.

고병원성 조류인플루엔자가 발생한 경우에는 우리나라를 포함하여 전세계의 대부분 국가들이 살처분하고 있으며 발생국가에서는 양계산물을 수출 할 수 없다.

조류 인플루엔자 바이러스는 가금류(닭, 칠면조, 오리 등)에 감염되는 바이러스이며 사람 인플루엔자 바이러스, 돼지 인플루엔자 바이러스, 말 인플루엔자 바이러스도 있다. 인플루엔자 바이러스의 형(Type)은 바이러스가 가지고 있는 성분(matrix, nucleoprotein)에 따라 A형, B형 및 C형으로 구분되며 사람은 A형 및 B형이, 사람을 제외한 동물은 A형이 질병을 야기한다.

(2) 감염 경로

조류인플루엔자 바이러스는 비말, 물 등에 의하여 전파될 수 있으며 가장 중요한 전파방법은 분변의 직접적 접촉이다. 사람의 발, 사료차, 기구, 장비, 계란 표면에 분변이 묻어 다른 닭에게 직접적으로 전파가 된다.

오리(집오리, 철새), 거위, 메추리 등은 조류인플루엔자 바이러스에 감염되지만 임상증상은 잘 나타나지 않으면서 바이러스를 분변으로 배출한다.

계란을 통한 난계대 전염은 일어나지 않으나 난각에 오염된 분변을 통하여 전파될 수 있으므로 질병발생 중계에서 생산된 종란과 병아리의 이동은 질병을 전파시킬 수 있다.

분변속에 있는 바이러스는 최소한 4°C에서 35일 이상 생존이 가능하며, 바이러스에 오염된 분변 1g은 약 100만 마리의 닭을 감염시킬 수 있다.

(3) 감염 증상

임상증상은 바이러스의 병원성에 따라 다양하며 호흡기 증상, 설사, 산란율의 급격한 감소, 벼슬등 머리부위의 청색증을 보인다. 바이러스의 병원성에 따라 폐사율은 0~100%로 다양하며 산란율도 40%~50% 저하에서 산란중지까지 다양하다.

국내에서 발생하는 조류 인플루엔자는 약병원성이며 주로 산란율 감소가 특징적인 임상증상이다. 산란율 감소때는 무각 또는 연각란이 관찰되며 이외에 활력 저하, 사료섭취 감소와 쇠약, 육수나 벼슬에 청색증, 머리와 안면부에 부종, 그리고 깃털을 세우고 한곳에 모이는 행동이 관찰된다. 감염후 회복된 닭은 신경증상을 보이기도 하지만 특이적인 임상증상은 아니다.

뉴캐슬병, 전염성 기관지염, 전염성 후두기관염, 마이코플라즈마감염증²⁵⁾ 등과의 감별이 중요하다.

산란율 감소는 1~2주 사이에 40%~50%정도까지 감소할 수 있으며, 심한 경우는 산란정지를 보이기도 하며 한다. 산란율 회복의 특이한 점은 보통 산란율 감소가 시작된 이후 2주일 후부터 나타나며 한달이 지나면 거의 회복된다.

폐사율은 매우 다양하여, 질병이 있는지 모를 정도로 폐사가 없는 경우부터 5~10% 폐사율을 보이는 계군까지 있으며, 산란전에 감염된 닭에서는 임상증상이 관찰되지 않는 예가 많다. 백색산란계나 육용종계는 갈색산란계보다 평균폐사율이 더 높다.

25) 특정 병원균에 의해 칠면조의 호흡기병과 병아리의 왜소화를 일으키는 감염증

제2장 위해 화학물질

제2장 위해 화학물질

제1절 자연독

동물이나 식물 중에는 자연적으로 생성되는 독성성분을 함유하고 있는 경우가 있으며 이를 자연독(自然毒)이라고 한다. 몇가지 유해 어패류 중에는 본래는 무해한데 먹이 등을 통하여 독성분이 어패체에 들어가 유독화된 것도 있으나 편의상 그것도 자연독으로 취급한다. 식품에 기생한 곰팡이가 생산하는 곰팡이독은 천연오염물이지만 자연독이라고 구분하지는 않는다.

자연독 식중독은 유독한 동식물을 잘 못 먹은 경우, 유독부위가 제대로 제거되지 않은 동식물을 섭취한 경우, 특정 환경, 특정조건에서 유독화된 것을 모르고 섭취한 경우에 발생한다. 자연독의 생산량은 동식물 자체가 생육하는 계절과 환경에 따라 영향을 받으며, 독성작용은 개인에 따라 차이가 있는 경우가 많다.

자연독 식중독은 크게 식물성과 동물성으로 분류할 수 있다.

구분	종류
식물성 자연독	독버섯, 감자, 미숙한 매실 및 살구씨, 면화, 은행, 독미나리, 독공목, 붓순나무, 미치광이풀, 가시독말풀, 바꽃, 디기탈리스, 꽃무릇, 독보리 등
동물성 자연독	복어, ciguatera중독, 돛돔, 바다메기(장갱이), 기타 특수지질 및 지질고함유 동물성 식품, 조개류, 고동류 (권패류)

자연독에 의한 중독환자의 사망은 매년 끊임없이 발생하고 있다. 예전에는 복어독 등 동물성 자연독으로 인해 사망하는 사례가 많았으나, 현재는 조리사만이 복어를 취급할 수 있도록 법제화하여 복어독으로 인한 사망은 상당히 줄었다. 버섯, 독초, 유독종자, 유독과실 등의 식물성 자연독에 의해 사망하는 경우도 종종 있다. 자연독은 발암성, 돌연변이 유발성, 기형 유발성, 알레르기성, 영양장애 등을 일으키는 것도 있다.

1. 버섯독

(1) 특성

간혹 신문기사를 통해 독버섯을 식용버섯으로 잘 못 알고 채취하여 먹은 사람들이 식중독 증세를 보였다는 소식을 접한다. 버섯은 널리 식용되고 있으며, 산이나 들에서 쉽게 발견할 수 있으나 간혹 독성이 있는 버섯이 섞여 있으므로 비전문가들은 함부로 버섯을 채취하여 먹으면 식중독을 일으킬 수도 있다.

자생버섯은 수 천 종이 존재하는데, 그 중에서 약 30종이 독버섯으로 알려져 있다. 버섯에 의한 식중독의 발생은 독버섯을 식용버섯으로 잘못 알고 섭취한 경우가 대부분이므로 버섯의 종류 판별이 가장 중요하나 정확하게 감별하기란 현실적으로 어려우므로 경험에 의존하여야 하며 그 일반적인 감별 방법은 다음과 같다.

- 버섯의 살이 세로로 쪼개지는 것은 무독
- 색이 아름답고 선명한 것은 유독
- 악취가 나는 것은 유독
- 쓴맛, 신맛을 가진 것은 유독
- 유즙을 분비하거나 점성의 액이 나오거나 공기 중에서 변색되는 것은 유독
- 버섯을 끓였을 때 나오는 증기에 은수저를 갖다대어 흑변이 되는 것은 유독

그러나 이것은 일반적인 방법에 불과하므로 구분하기가 어려운 경우에는 반드시 전문가의 확인을 받은 후 섭취하여야 한다.

(2) 위해성 및 건강영향

버섯의 독소물질은 사람들이 일반적으로 생각하는 독소물질과 다르기 때문에 독버섯에 대한 잘못된 상식을 믿고 야생버섯을 무조건 식용하는 것은 매우 위험하다. 맹독성 버섯은 극히 소량으로도 인체에 치명적인 피해를 줄 수 있다. 인체에 유해한 버섯의 독성분은 조리, 냉동, 절임 등 가공 처리시에도 독성분을

유지하므로 버섯중독을 피하는 최선의 방법은 의심스러운 독버섯을 섭취하지 않는 것이다.

버섯중독은 일반적으로 급성중독 증상을 보이며 섭취량과 버섯종류에 따라 다양한 증상을 유발한다. 버섯중독은 그 증상에 따라 일반적으로 소화기계를 통하여 복통이나 설사를 일으키는 소화기장애독소와 뇌신경을 침범해서 환각을 일으키거나, 신경을 마비시키는 신경독소로 분류한다. 그 외에도 체세포 및 장기 손상을 유발하는 독소 (예: *amatoxin*, *hydrazines*, *orellanine* 등)와 디스설팜과 유사한 독소 등이 있다. 디스설팜계 독소의 경우 섭취후 72시간 내에 알콜을 마실 경우 중독중세를 보이는 특성이 있다. 버섯독성은 말광대버섯(*Amanita phalloides*, 50~90% 치사율)의 *phallotoxin* 이나 *amanitine*을 제외하면 일반적으로 증상은 일과성이며 치사율이 낮은 편이다.

소화기장애중독은 무당버섯(*Russula emetica*), 큰 붉은갯버섯(*Lactarius forinosus*), 야광버섯(*Pleutopia japonica*) 등에 의한다. 주요 증상은 섭취후 수 시간 내에 구토, 복통, 설사를 일으키며, 중증에서는 허탈상태가 된다. 원형질 독성을 유발하는 말광대버섯의 경우 잠복기가 길며, 초기에 소화기장애 증상을 보이며, 경련이나 헛소리를 하고 점진적인 장기 및 근육 손상의 증상을 보이다가 혼수에서 죽음에 이르기까지도 한다. 말광대버섯의 유독성분인 α -*amanitine*(mouse 복강내 LD₅₀ 0.1mg/kg 정도)은 환형 올리고펩티드이며 *phalloitin*(mouse 근육주사 급성 LD₅₀ 20mg/kg정도)은 폴리펩티드이다.

신경장애 버섯독은 뇌신경 증상에 따라 무스카린 중독(*muscarine*), *ibotenic acid/muscimol* 중독, 실로시빈 중독(*psilocybin*)으로 분류된다. 땀버섯(*Inocyber rimosa*), 광대버섯, 마귀광대버섯(*Amanita pantherina*) 등에 함유되는 무스카린독소는 심한 발한증상이 특징이며, 섭취량에 따라 복통, 설사, 호흡곤란 등의 증상을 보인다. 무스카린중독은 일반적으로 2시간 내에 가라앉고 치사율은 낮다. *muscaritine*에 의한 *atropin* 중독과 유사한 산동, 근강직 등이 있다. *Ibotenic acid/muscimol* 중독은 어지러움과 졸림, 흥분상태, 환각의 증상을 보이고 치사율은 낮다. *Collinelus shiitake*의 실로시빈 중독(*psilocybin*)은 이상흥분, 환각을 동반한 알콜중독과 유사한 증상을 보인다. 그 외에 웃음버섯은 독특한 정신혼란상태를 초래한다.

(3) 예방법

야생버섯을 먹은 뒤 메스껍고 구역질이 나거나 구토, 설사, 경련, 어지러움증 등의 증상을 보이면 바로 먹은 음식물을 토해내고 병원으로 가는 것이 최선이다. 독버섯들은 여러 가지 독을 가지고 있으며 증상도 독버섯 종류에 따라 다르다. 일반적으로 독버섯을 먹으면 짧으면 1~2시간, 길면 6~9시간 지나서부터 증상이 나타난다. 처음에는 메스껍고 구토가 나며, 배가 아프고 설사를 한다. 헛소리를 하거나 맥박이 가늘고 잦으며 온몸증상이 나타나는 등 여러 가지 증상이 나타날 수 있다. 버섯중독에 대한 응급처치는 기도를 확보하여 필요시에는 인공호흡을 시키고 간과 신장기능을 검사한다. 구역질이 안나는 경우에는 독의 종류에 따라 위세척, 활성탄 투여, 인공투석 등을 실시할 수 있다.

(4) 국내외 관리동향

식품의약품안전청장이 정하여 고시한 ‘식품등의 기준 및 규격’에 의하여 식품의 주원료로 사용할 수 있는 버섯은 아래와 같다.

식품공전

제3. 식품일반에 대한 공통기준 및 규격1. 용어의 풀이

29) 식품원재료 분류 > (1) 식물성 원료

⑨ 버섯류 ; 갓버섯, 곰보버섯, 공버섯(진주버섯), 구름버섯(운지버섯), 피꼬리그물버섯, 나도팽나무버섯(맛버섯), 느타리버섯, 목이버섯, 밤버섯, 석이버섯, 송이버섯, 짜리버섯, 양송이버섯, 영지버섯, 팽이버섯, 표고버섯, 황금빨나팔버섯, 흰들버섯(*Agaricus blazei*), 흰피꼬리버섯 등

(5) 기타 정보

버섯으로 인한 식중독을 예방하기 위해서는 버섯 채취시 다음과 같은 사항에 유의한다.

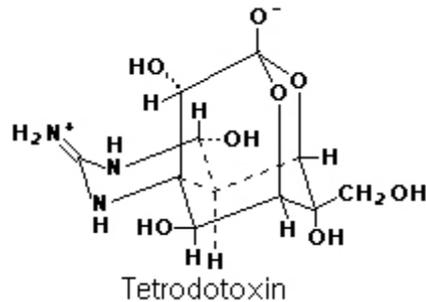
- ① 버섯에 관한 전문적 지식을 가진 사람과 함께 버섯을 채취한다.
- ② 식용버섯이라고 확실히 알고 있는 버섯만 채취한다.
- ③ 버섯을 채취할 때에는 반드시 종류별로 분류하고 생육상태가 좋은 것을 적정량 채취한다.

- ④ 버섯종류의 판별은 과학적으로 인정받은 전문가에게 부탁한다.
- ⑤ 확실하게 식용이라고 알고 있는 버섯 이외에는 다른 사람에게 주거나, 다른 사람으로부터 받거나 해서는 안된다.
- ⑥ 여러 종류가 섞여있는 ‘모듬버섯’에 주의한다. 독버섯이 섞여있는 경우가 있어 위험하다.
- ⑦ 버섯의 독은 조리해도 없앨 수 없다. 버섯의 독을 없앤다는 조리법은 모두 잘못된 지식이다.
- ⑧ 속칭이나 사투리에 의해 식용버섯과 독버섯을 혼동할 수도 있으니 주의해야 한다.

2. 복어독

(1) 특성

우리들이 즐겨먹는 복어에는 어종에 따라 사람에게 치명적인 매우 강한 독소(테트로도톡신)를 가지고 있는 경우도 있다. 독성의 차이는 복어종뿐 만 아니라 부위에 따라 차이가 있으나 일반적으로 산란시에 독력이 강하며 알, 간, 난소 및 껍질 등에 주로 독성분이 함유되어 있다.



테트로도톡신은 무색의 침상결정, 무미·무취, 약염기성 물질로 물에 잘 녹지 않으며(조직 중에 함유된 복어독은 물로 쉽게 추출됨) 알칼리성에서 불안정하나 산과 열에 대하여는 안정하다.

테트로도톡신은 복어에 존재하는 특유의 성분이라고 생각되어 왔었으나, 일본에서 복어 이외의 어류인 문절망둥, 조개류의 일종인 소라, 고등과 조가비 및 불가사리의 일종에서도 분리·동정 되었으며 호주산 낙지와 캘리포니아 도롱뇽과 *Atelopus*속의 개구리 등에서도 분리되어 자연계에서의 분포가 의외로 넓은 것이 확인되었다.

복어독은 해양생물에 기생하는 *Vibrio alginolyticus*, *Pseudomonas* sp. *Alteromonas* 등 세균이 생산한 테트로도톡신이 복어의 체내에 축적되거나 복어 알 중에서 자체적으로 독소가 생성되기도 한다.

복어를 복어독의 독성강도에 따라 구분하면 아래와 같다.

- 맹독복어 : 검목, 매리복, 줄복, 황복 등
- 강독복어 : 자치복, 까치복, 바실복, 청복 등
- 무독복어 : 밀복, 꺼끌복, 가시복, 불육복, 거복복 등

(2) 위해성 및 건강영향

복어독은 저분자 자연독 중 가장 강력한 물질이며, 순수 복어독에 대한 마우스의 LD₅₀는 180 μ g/kg 정도, 사람에게 대한 치사량 0.5~2mg 정도이다.

복어독은 열에 매우 강하여 120℃에서 1시간 이상 가열하여 파괴되지 않으며 중독 증상은 입술의 저림, 구토, 호흡마비, 의식불명 등이며 일반적으로 30분내지 4시간 이내에 중독 증상이 단계별로 나타난다.

초기 중독증상(제1도)은 섭취후 20분~3시간 내에 먼저 입술, 혀끝, 손끝이 저리고 두통, 복통, 구토가 계속되며 이어서 불완전 운동마비의 상태(제2도)가 되어 지각마비, 언어장애, 혈압이 떨어진 후 완전 운동마비의 운동불능의 상태(제3도)인 호흡곤란(cyanosis)이 나타난다. 이어서 전신마비가 보이면서 의식소실(제4도)의 단계로 진행되어 의식을 잃고, 호흡과 심장박동이 정지된다.

복어중독의 특징은 경과가 빠르며 일반적으로 치사시간은 4~6시간으로 8시간 이내에 생사가 결정된다. 그러나 회복이 되면 경과도 빠르며 후유증도 없다.

(3) 예방법

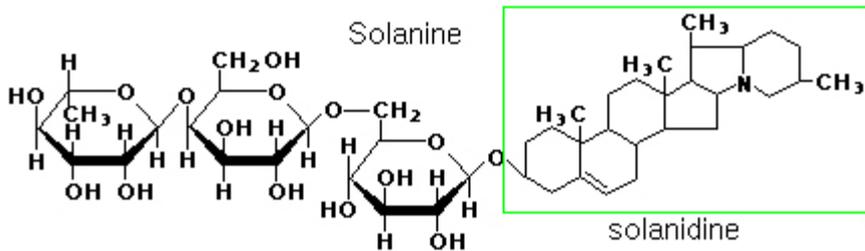
복어독에 의한 중독을 방지하기 위하여는 알 뿐만 아니라 내장, 난소, 간, 껍질 등 독성이 많은 부분을 섭취하지 않도록 주의하여야 하며 특히 전문 조리자가 조리하는 전문점 등에서 섭취하는 것이 바람직하다.

복어의 독은 무독·무취하며 계절, 개체, 암, 수 등의 차이에 의해 내장 등의 독유무 및 강약이 다르고 결코 외형상으로는 유독인지 무독인지 감별할 수가 없다. 복어의 독은 특히 난소와 간장에 많이 들어있고, 거의 모든 내장에 다 들어있으므로 가식부위를 제외한 내장부위는 식용하지 않는 것이 좋다.

3. 솔라닌(Solanine)

(1) 특성

솔라닌은 알칼로이드²⁶⁾ 배당체로 가지속(屬) 식물의 줄기나 잎에 함유되어 있으며 보통 감자가 발아할 때 새눈에 많이 생성되는 독성분이다. 감자의 발아 부위 외에도 녹색부위에 있으며 보통 감자에는 2~13mg/100g이 들어 있으나 광선을 쬐어 녹색이 되거나 발아된 부위에는 80~100mg/100g까지 솔라닌이 증가하여 인체에 위해를 줄 수 있다. 솔라닌은 감자뿐만 아니라 토마토와 고추에도 포함되어 있으나, 극히 소량이기 때문에 안심하고 먹어도 된다.



(2) 위해성 및 건강영향

솔라닌은 중추신경독으로 적혈구파괴 등 용혈성이 있고, 소량 섭취 시 소화기장애 증상을 보이는 반면 다량 섭취 시에는 수 시간 만에 복통, 두통, 현기증, 무기력증, 마비, 무의식 등 신경계통 장애를 일으킬 수 있으며 외국의 경우 사망까지 보고된 사례도 있다. 쥐(마우스)와 토끼의 급성독성시험결과 LD₅₀(반수 치사량) 값은 각각 30~40 과 40~45 mg/kg b.w.이며, 100g짜리 감자에 20~40mg 이상의 솔라닌이 들어 있다면 먹었을 때 해가 될 수 있다. 솔라닌은 감자의 아린 맛을 증가시키고 구토, 식중독 현기증, 목의 가려움을 등을 유발하며, 심할 경우 호흡곤란을 유발하기도 하여 다량 섭취하면 상당히 위험할 수 있다. 또한

26) 알칼로이드 : 질소염기를 함유하는 식물성분으로 동물체에 들어가 현저한 생리활성을 나타내면 쓴맛을 가지는 물질. 약 600여종의 알칼로이드가 알려져 있으며 이중 1/4이 식물에서 발견됨

아주 민감한 사람은 적은 양에도 편두통을 일으키기도 한다. 치료를 위해서는 위를 세척하고, 펠로카르핀·메타콜린 등의 의약품을 쓴다.

(3) 예방법

감자의 싹을 도려내고 먹으면 안전하다. 다만 싹을 도려낼 때 눈 부분이 남지 않도록 말끔히 도려내야만 한다. 또 초록색으로 변한 부분에도 솔라닌이 생기기 때문에 감자 표면의 초록색 부분 역시 깨끗이 도려내고 먹어야 한다.

(4) 기타 정보

감자를 싹이 나지 않도록 보관하는 방법 중의 하나는 감자를 보관하는 박스에 사과를 한 두 개 넣어 두는 것이다. 사과에서는 감자의 발아를 억제하는 가스인 에틸렌이 나와서 싹을 틔우지 못하게 하므로 오랜 시간 보관이 가능하다. 보통 사과 한 개가 감자 10kg 정도의 싹을 억제하는 기능을 한다. 반면, 양파는 사과와 정반대의 역할을 하여 감자와 양파를 함께 두면 둘 다 모두 쉽게 상하게 되므로 같은 공간에 두지 않은 것이 좋다.

4. 시가테라독(Ciguatera)

(1) 특성

시가테라 식중독은 카리브해등 아열대와 열대지역 산호초에 사는 어류에 의한 식중독으로 빈번히 발생하고 있다. 시가테라란 카리브해의 ‘시가(cigua, 권괘(卷貝))에 의한 중독’에서 유래하여 붙여진 이름이다.

시가테라 독어의 대부분은 산호초가 발달한 해저에 생식하며, 주로 아열대와 열대 지방에 많이 분포한다. 시가테라 독어는 400종 이상에 달하는 것으로 추정되나 실제로 보건학적으로 문제가 되는 독어는 수십 종 정도이다. 유독어의 종류는 지역에 따라 다르며, 동일 종이라 해도 지역별, 개체별, 부위별로 독성이 다르다. 증상도 어종에 따라 다르게 나타난다. 시가테라독소는 이 지역의 유독성 해조류 (dinoflagellate)에서 유래하며 먹이사슬을 통해 어류의 체내에 축적된다.

(2) 위해성 및 건강영향

시가테라 중독은 특이한 증상이 특징이며 치사율은 낮은 편이다. 중독증상은 소화기계, 신경계, 심혈관계 등에 걸쳐 나타나는데 잠복시간은 6~24시간 이내로 되어 있다. 주요 증상으로 입술, 혀, 인후의 통증, 입과 손발의 마비, 구역질, 구토, 금속적인 맛, 입의 건조, 설사, 입과 볼의 경련, 두통, 관절통 및 냉온감각 이상현상, 부정맥, 혈압저하 등이 있다. 시가테라 중독은 일반적으로 자연치유되며 수 일내에 회복되지만, 심한 신경계장애의 경우는 수 주에서 몇 달까지 증상이 지속될 수 있다. 치사율은 낮은 편이다.

5. 패류독

(1) 특성

매년 4~6월중 남해안 일원의 진주담치, 굴, 바지락 등에서 패류독이 검출되었다는 언론보도를 종종 접하게 된다. 패류독은 일정한 시기에 나타나는 유독성 플랑크톤을 조개류가 섭이하여 그 독이 체내에 축적되고, 이를 사람이 섭취함으로써 발생하는 식중독의 원인물질이다.

일반적으로 우리나라에서 피해를 일으키는 유독성 플랑크톤은 알렉산드리움 타마렌스(*Alexandrium tamarense*), 짐노디움 카테나툼(*Gymnodinium catenatum*) 등이다. 패류독은 증상에 따라 마비성·설사성·신경성·기억상실성 패류독 등 크게 4그룹으로 분류되는데, 마비성 및 기억 상실성 패류독이 주로 발생된다.

패류독소 발생상황은 '84년 1명, '86 및 '96년에 각 2명이 마비성 패류독에 중독되어 사망하고, '98년부터 진해만, 고성만 등의 패류에서 기억 상실성 패류독이 검출되었다.

(2) 위해성 및 건강영향

1) 마비성패독 (PSP : Paralytic Shellfish Poisoning)

PSP는 유독한 와편모조류의 일종인 *Alexandrium* spp., *Pyrodinium* spp., *Gymnodinium* spp. 등의 해양식물성 플랑크톤이 생산하는 신경성 마비독인 saxitoxin이 함유된 패류(홍합, 조개, 가리비 등)를 섭취하였을 때 발생하며, 이 독에 중독되었을 때는 마비증세를 나타내므로 마비성 패류독이라 한다. 유독 플랑크톤이 발생할 경우 플랑크톤을 먹이로 하는 패류들의 체내에는 saxitoxin이 축적되게 되는데, 패류 자체는 특별한 해가 없으나 사람이 유독화된 패류를 섭취하는 경우에는 중독이 되고 심하면 사망하기도 한다. 그러나 이 독은 체내에 축적되지 않고 바로 배설되기 때문에 한꺼번에 중독될 정도로 많이 섭취하지 않으면 전혀 문제가 없다.

마비성 패독의 중독사고는 대부분 독화된 패류의 섭취에 의하여 일어난다.

경증은 식후 30분 이내에 입술 주위에 마비증세가 나타나고 점차 얼굴과 목 주변으로 퍼지면서 두통, 메스꺼움, 구토 등이 수반된다. 중독이 심한 경우에는 말하기가 힘들고 맥박이 빨라지면서 근육마비와 호흡 곤란으로 24시간 이내에 질식사 사망한다. saxitoxin에 의한 중독시 그 치료법으로는 apomorpine 투여 등 몇가지 약물요법이 소개되고 있으나, 일반적으로는 위를 세척하고 호흡곤란 증세가 있을 경우 인공호흡이 효과적인 것으로 알려져 있다.

인체에 대한 마비성 패독의 치사량은 사람에 따라 다소 차이가 있으나 약 3,000 MU(mouse unit, MU; 20g의 mouse가 15분만에 치사되는 독력) 이상에서는 중독되어 사망하는 것으로 알려져 있다. 그리고 독화된 패류내의 마비성 패독 독소는 가정의 일반조리법인 끓이기, 찌기 및 튀기기 등에 의하여 그 독성은 감소시킬 수는 있지만 완전히 제거할 수 없으므로 독화된 패류를 원료로 하여 식품을 제조하거나 식용해서는 안된다. 한국에서는 2월에서 5월 사이에 홍합 등의 패류가 PSP에 독화되므로 주의를 요구하고 있다.

2) 설사성 패독(DSP : diarrhetic shellfish poisoning)

설사성 패독을 생산하는 원인생물은 *D. fortii*, *D. acuta*, *D. accuminata*, *P. lima*, *P. balticum* 등으로 알려져 있으며, 이 독소는 지용성 고분자 폴리에테르계 물질로 okadaic acid, yessotoxin 등이 포함된다. 설사성 패독은 phosphatase 저해제로 작용하여 설사를 주 증상으로 하는 식중독을 일으킨다. 1980년대 중반까지는 일본 및 유럽의 여러 나라에서 설사성 패독에 의한 대규모의 식중독 사건이 발생하였으나, 최근에는 정기적으로 설사성 패독 모니터링이 실시되어 중독 사고는 일어나지 않고 있다. 한국에서는 설사성 패독의 원인 플랑크톤인 *Dinophysis* sp.가 발견되고 있고, 이에 따라 남해안에서 생산되는 진주담치와 가리비에서 DSP가 검출되고 있다. 그러나 아직까지는 DSP에 의한 식중독 사고는 보고된 바 없다.

설사성 패독에 중독될 경우에는 30분 후부터 무기력증, 메스꺼움, 구토, 복부 통증 오한 등이 일어난다. 이 중독의 가장 일반적인 증상은 설사로서 패류 섭취 후 수 시간 이내에 발생되며 대부분 3일이 경과하면 회복된다. 일본을 비롯한

다수의 국가에서는 규제치로 정하고 있으나 우리나라에서는 현재까지 정확한 규제치가 정해져 있지 않다. 전세계 연안에서 출현하나 주로 유럽, 일본, 북미등지에서 문제를 일으키고 있다.

3) 신경성 패독(NSP, Neurotoxic Shellfish Poisoning)

신경성 패독은 brevetoxin으로 분류되는 폴리에테르계 성분이 원인 물질이며 소화기계와 신경계 장애 증상을 유발한다. 신경성 패독에 중독될 경우 최소 몇분에서 수 시간내에 증상이 나타나며 일반적으로 수 시간에서 몇일 내로 회복되고, 치사율은 보고되지 않는다. 신경성 패독을 함유한 패류는 미 플로리다와 걸프만 지역에서 채취한 패류에서 검출된다.

4) 기억상실성 패독(ASP: Amnesic Shellfish Poisoning)

1987년 캐나다의 동부지역에서 독화된 패류 (진주담치)를 섭취한 100 여명이 사람들 중 4명이 사망하고 14명이 기억장애의 후유증에 시달린 사건이 발생한 후, 그 원인물질을 기억상실성 패류독이라 칭하였다.

기억상실성 패독인 domoic acid 중독시 나타나는 증상으로는 섭취 3~5 시간 후에 메스꺼움, 구토, 복부경련 및 설사를 포함하는 위장장애가 일어나면서 현기증, 혼란, 건망증, 기억상실증이 수반된다. 해독방법으로는 배설시키는 것 외에 특별한 것이 없다. 한편 캐나다에서는 규제치를 20 μ g/g로 정하고 있으나, 우리나라에서는 기억상실성 패독에 의한 패류의 독화사고는 보고된 바 없고, 규제치도 정립되어 있지 않다. 유럽과 북미 및 뉴질랜드 등에서 발생하여 문제를 일으키고 있다.

(3) 마비성 패독 발생사례

마비성 패독에 의한 중독사고는 1790년 Alaska Sitka 부근에서 홍합을 섭취한 100여명이 사람들이 사망한 사건이 처음 보고된 이후, 미국과 캐나다의 태평양과 대서양 연안 및 일본을 포함한 세계 도처에서 자주 발생하고 있다. 한국에서도 1986년 3월 부산에서 진주담치를 먹고 11명이 중독되어 2명이 사망하는 사

건이 있었으며, 1996년 5월에는 거제도에서 진주담치를 끓여 먹고 2명이 사망하고 1명이 의식불명에 이른 사고가 있었다.

마비성 패독은 거의 전세계적으로 발생하고 있고 우리나라의 경우 남해안 진해만 일대의 일부 지역에서 주로 3월부터 5월 사이에 발생한다. 수온이 5~7℃로 상승하는 시기에 나타나기 시작해 15~17℃에서 가장 높은 수준에 이른 뒤 18~20℃ 이상으로 상승하는 5월말 이후에는 원인 플랑크톤의 자연소멸과 함께 패독도 사라진다.

(4) 국내외 관리동향

패류독소로 인한 인명 피해를 막기 위해 식품위생법(제4조 및 제56조), 수산물품질관리법(제43조)에서 마비성 패류독 허용기준치를 80 μ g/100g로 설정하고, 허용기준치 초과시 채취·가공금지 및 폐기처분 하도록 명시하고 있다. 기억 상실성 패류독 허용기준치는 우리나라에서는 아직 설정되어 있지 않으나 미국과 캐나다에서는 20 μ g/g 기준으로 초과시 채취를 금지하도록 되어있다. 수산자원보호령(제18조의 2)에는 또한 위의 허용기준치 초과시 패류의 채취를 금지하도록 하고 있다.

(5) 예방법

마비성 패류독의 독소성분은 냉장, 동결 등의 저온에서 뿐만 아니라 가열처리시에도 잘 제거되지 않는 특성이 있다. 마비성 패류독 대처요령은 아래와 같다. 마비성 패류독은 상승기인 3월초부터 5월말(수온 7~18℃)까지 출현되고 있으며 수온이 18℃로 상승되는 6월 중순경에 소멸되고 있으므로 첫째로 마비성 패류독의 발생지역에서 패류 채취를 금지하고, 둘째로 발생지역의 패류가 채취되었다 하더라도 운반 및 판매를 하지 말 것이며, 셋째로 발생지역의 패류를 이용하여 제조, 가공 및 조리를 하지 말고, 마지막으로 발생지역의 패류를 사용한 음식을 먹지 않는 것이 최선의 대책이다.

(6) 기타 정보

마비성 패독은 봄철에 모든 패류에서 발생하는 것이 아니고 특정 지역에서만 발생하므로 국립수산물품질관리원은 패독으로 인한 식중독 사고예방을 위해 남해안 패류양식장 및 주변 해역에 대해 지속적으로 조사를 실시하고 그 결과를 관할 지방자치단체와 언론사에 통보한다. 또한 정부에서는 특정 해역의 패독이 식품 허용 기준치를 초과할 경우에는 그 지역의 패류 채취 및 판매를 금지하고 나머지 지역에서 생산된 패류에 대해서는 생산지 확인을 거쳐 유통시키고 있다. 따라서 마비성 패독이 발생하는 시기라도 해당 해역에서 자연산 패류를 채취해 먹지 않는 한 안심하고 소비해도 된다.

6. 그라야노톡신(Grayanotoxin)

(1) 특성

그라야노톡신은 만병초를 비롯한 많은 종류의 진달래과 식물에 함유된 유독 물질로 rhodotoxin, andromedotoxin 등으로 알려졌던 자연독소이다. 석남과의 어떤 식물은 살충력이 있고 말린 잎은 채채기를 일으키게 하는데, 이 식물에 유독 성분인 그라야노톡신 I~XIII 및 그라야노톡신-A 등 14종의 단리된 구조가 결정되어 있다. 그라야노톡신에 의한 중독은 일명 벌꿀중독으로도 불린다.

최근 천연식품에 대한 선호도가 증가하면서 정제되지 않은 꿀을 복용하고 중독되는 사례가 간혹 발생함에 따라 지난 2005년 8월 식품의약품안전청은 식물 자연독인 그라야노톡신이 함유된 Rhododendron 식물로부터 유래될 수 있는 벌꿀(Mad-Honey)이 히말라야 석청이라고 표기하여 유통·판매 우려가 있어 히말라야 지역(네팔 등)에서 수입되는 모든 벌꿀에 대하여는 그라야노톡신이 함유되지 않았다는 증명서를 징구토록 조치하였다. 또한 유통중인 제품에 대해서는 수거·검사를 실시하는 한편, 검사결과가 나올 때까지 유통 중지 조치를 취하였다고 밝혔다.

(2) 위해성 및 건강영향

그라야노톡신은 유독한 벌꿀 섭취후 바로 현기증, 과도한 발한, 저혈압, 구토 등의 중독증상을 유발할 수 있다. 그 밖의 중독 증상으로 심한 서맥과 저혈압 및 실신 등이 나타나기도 하지만 일반적으로 치사율이 거의 없으며, 24시간 이내에 중독증상이 가라앉는다.

2000년 대한내과학회지에 발표된 사례를 보면 네팔과 브라질산 꿀을 한 스푼씩 넣어 만든 차를 마시고 10분 경과 후 5분간 의식소실과 현기증으로 내원한 환자가 있었다. 응급실 도착 당시 심한 저혈압과 서맥상태였으나 간단한 응급 처치 후 별다른 약제 주입 없이 정상화되어 입원 6일째 퇴원하였다.

또 진달래꽃을 먹고 구토, 갑작스러운 시력저하로 입원한 사례도 있다. 입원 당시 저혈압 및 서맥 증상이 나타났다.

제2절 곰팡이독(Mycotoxin)

곰팡이독(mycotoxin)이란 곰팡이가 생산하는 유독성 2차 대사산물로 사람이나 동물에 질병이나 특정 생리작용을 유발하는 저분자 물질을 의미하며, 곰팡이독에 의하여 발생하는 질병을 mycotoxicosis(마이코톡신중독증)이라 한다. 곰팡이독에 중독되면 간장독, 신장독, 신경독 등의 독성장해를 일으키며 일부 곰팡이독은 발암물질로 분류되기도 한다. 곰팡이독소는 일반적으로 가열, 조리, 산처리 과정중 활성을 유지하며, 곰팡이독에 중독되면 항생물질이나 약제요법을 시행해도 거의 효과가 없다.

곡류와 사료는 경작, 추수, 저장 및 유통과정중 독성물질을 형성하는 곰팡이에 의해 오염될 기회가 많으며 특히 곡류를 주식으로 하는 우리는 곰팡이에 오염된 곡류를 섭취할 가능성이 매우 높다. 곰팡이독은 일반적으로 옥수수, 쌀, 땅콩, 목초 등 특정 식품이나 사료 섭취와 관련이 있으며, 특히 탄수화물이 풍부한 농산물이나 곡류에서 발생률이 매우 높다.

과거의 중독사례를 보면 곰팡이독 생성은 기후와 연관성이 크다. 예를 들어 *Aspergillus*속이 생산하는 곰팡이독에 의한 중독증은 봄, 여름철에 많이 발생하며 *Fusarium* 독소에 의한 중독증은 추울 때 많이 발생한다.

현재까지 알려진 곰팡이독은 약 300여 종 이상이 있으며, 장해가 일어나는 신체 기관별로 구분하면 아래와 같다.

- 간장독 : 동물의 간경변, 간종양 또는 간세포의 괴사를 일으킴. 간암 유발 물질인 아플라톡신이 대표적인 예임. 이 외에도 루브라톡신 A, 스테리그마토시스틴, 오크라톡신 A 등이 있음
- 신장독 : 신장에 급성 및 만성장해를 일으키는 물질군으로서 오크라톡신 A, 시트리닌, kojic acid 등은 장기투여시 신장장해를 일으킴
- 신경독 : 파툴린, 시트리오비리딘, maltoryzine 등과 같은 뇌중추신경계 장해를 일으킴
- 그 외에 Sporidesmin이나 psoralen 등의 광과민성 피부염물질, zearalenone

(발정유인물질), salframín(유연물질), fusarium 독소(조혈기능 장애물질, 조 직출혈요인물질) 등이 있음

곰팡이독이 동물이나 인체에 심각한 위해를 미칠 가능성이 있기 때문에 전세계적으로 곰팡이독에 대한 허용기준치를 설정하고 있다. 우리나라에서는 곡류, 두류, 땅콩, 견과류 및 그 가공품 등의 식품 및 사료 원료 등에 대하여 아플라톡신 B₁ 허용 기준을 설정하고 있으며, 일부 국가에서는 우유 및 유제품에 아플라톡신 M₁의 잔류허용치를 설정한 곳도 있으나 국가별로 설정된 잔류허용치 수준은 다양하다.

우리나라 소비자들은 곰팡이를 이용한 발효식품을 많이 섭취하기 때문에 곰팡이를 대수롭지 않게 생각하여 곰팡이가 핀 식품을 그 부분만 제거하고 섭취하거나 동물에게 먹이로 주는 경우가 있다. 그러나 눈에 보이는 음식물의 곰팡이를 제거한다 해도 이미 다른 부위에 균사가 퍼져 독소가 생성될 수 있고, 일단 곰팡이에 오염된 식품은 가공 및 조리 시에도 그 독소가 파괴되지 않기 때문에 곰팡이가 핀 식품은 섭취하지 않는 것이 최선의 방어책이다. 곰팡이독소에 오염된 식품을 장기적으로 섭취할 경우 이로 인해 중독증이 발생할 수 있으므로 소비자들은 곰팡이독소의 위해성을 인식하고 섭취하지 않도록 노력하여야 한다.

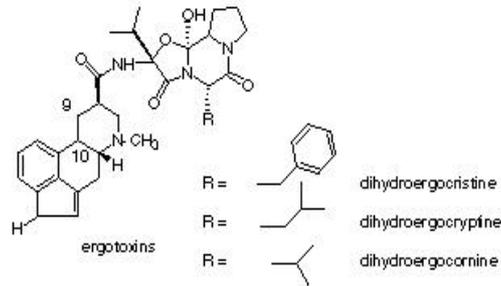
※ 일상 식생활에서 곰팡이독소 섭취 예방을 위한 주의사항

- 곡물과 음식은 곰팡이가 피지 않도록 습기가 차지 않는 서늘한 곳에 보관한다.
- 곰팡이가 핀 음식은 섭취하지 않는다.
- 음식은 깨끗하고 건조한 용기에 넣어 밀봉 상태로 보관한다.
- 뜨거운 음식은 바로 냉장고에 넣지 않고 식혀서 냉장고에 보관한다.
- 냉장고를 항상 청결하게 유지한다.

1. 맥각독(Ergotoxin)

(1) 특성

중세기 초기 유럽에서 자주 발생했던 맥각중독 (일명 ergotism 혹은 St. Anthony's fire)의 증상은 사망 당시 혈관수축, 근육통 및 사지 말단의 차고 뜨거운 느낌 등이었는데, 17세기에 호밀과 맥각중독과의 관계가 밝혀지면서 이 질병의 의문점이 해결되었다.



*Claviceps purpurea*라는 곰팡이는 보리에서 매우 잘 번식하며, 곰팡이에 오염된 보리는 흑청색으로 변색이 되고, 조직이 잘 부스러진다. 이런 보리에는 곰팡이 균핵이 존재하며, 이것을 맥각(ergot)이라고 한다. 맥각은 인체 근육 수축을 가져오기 때문에 의약품으로 사용되기도 하나 과량의 맥각은 독성을 나타낸다.

(2) 위해성 및 건강영향

곡물 중에 맥각이 0.5% 혼입되면 독성을 나타내고, 7% 정도면 치사량이 된다. 맥각독 중독 증상으로는 구토, 설사, 복통, 두통, 이명, 무기력 등이 나타나며 심한 경우 지각 이상 등이 일어나 사망에 이를 수도 있다. 임신부에게는 조산 및 유산을 일으킬 수도 있다. 만성 중독의 경우 말초혈관의 순환장애를 일으켜 사지나 코, 귀에 괴저를 일으키는 경우도 있다.

(3) 국내외 관리동향

각국의 맥각섭취 허용기준을 보면 미국은 0.3%, 캐나다는 0.2%, 러시아는 0.15%로 규정하고 있다. 우리나라는 아직 맥각에 대한 허용기준을 설정하지 않았다.

2. 아플라톡신(Aflatoxin)

(1) 특성

아플라톡신은 *Aspergillus*속 일부 곰팡이의 2차 대사산물로 사람이나 가축, 어류 등에 장해를 일으킨다. 특히 아플라톡신 B₁은 간암을 유발하는 강력한 발암물질로 알려져 있다. 아플라톡신은 1960년 영국에서 수개월에 걸쳐 10만 마리 이상의 칠면조가 폐죽음을 당한 사고가 발생하여 그 원인을 조사한 결과 사료에 혼합된 브라질산 땅콩박에 오염된 *Aspergillus flavus* 때문임이 밝혀졌다. 발병 초기에는 원인규명을 못해 이 질병을 칠면조에서 발생한 원인불명의 질병이라는 의미로 “Turkey X disease”라고 불렀다. 그 후 1962년 땅콩에서 곰팡이 *A. flavus*로부터 원인물질을 분리하여 아플라톡신이라 명명하였고, 이를 계기로 공중보건학적으로 중요한 곰팡이 독소에 대한 연구가 본격적으로 진행되었다. 그 후 연구에서 *Aspergillus parasiticus*균주도 아플라톡신을 생산하는 것이 밝혀졌다.



*Asp. flavus*는 열대나 아열대 지방에 널리 분포하며 수분 16% 이상, 상대습도 80~85% 이상, 온도 25~30℃에서 특히 아플라톡신을 많이 생성한다. 따라서 아플라톡신 생성을 막기 위해서는 곡류 저장시 상대습도를 70% 이하로 유지하고 수분을 13% 이하(땅콩은 7% 이하)로 하여야 한다.

(2) 위해성 및 건강영향

아플라톡신은 bisfuran환에 coumarine유도체가 결합된 저분자 물질로 그 종류에는 자외선조사시 형광색깔에 따라 B₁, B₂(푸른색)와 G₁, G₂(녹색)가 있으며, 우유에서 최초로 검출된 아플라톡신 B₁, B₂의 대사산물인 M₁, M₂가 있다.

그 중에서 아플라톡신 B₁이 가장 강력한 간의 발암물질이며, 유전독성 물질로서 발암물질인 dimethyl-nitrosoamine 보다 발암성이 약 3,760배 높다. 아플라톡신은 간에서 Cytpchrome P450 효소에 의해 epoxide로 전환되어 체내 유전자나

주요 체내 단백질과 결합하여 손상을 유발한다. 아플라톡신에 의한 주요 손상 장기는 간이며, 역학조사 결과 사람에서 B형 간염환자가 그렇지 않은 개체보다 아플라톡신에 더 민감함이 밝혀짐에 따라 간 독성과의 밀접한 관련성을 알 수 있다.

동물실험에서 15ppb²⁷⁾의 아플라톡신 B₁ 혼합사료로 흰쥐를 사육한 결과 수컷은 68주(사람 환산 40년), 암컷은 80주(사람 환산 45년) 이내에 100% 간암 발생하였다. 또, 쥐(랫트)에게 1μg/kg/day의 아플라톡신을 장기투여시 50%가 간암이 발생하였으며, 쥐에게 아플라톡신 B₁ 126.5ppb를 투여한 결과 간에 출혈 및 괴사가 발생하였다. 젓소에게 아플라톡신에 오염된 사료를 먹이면 착유량이 현저히 소하고 송아지의 경우 성장이 크게 감소하기도 한다.

아플라톡신 B₁의 LD₅₀²⁸⁾은 대부분의 동물에서 0.5~10mg/kg으로 나타나는데, 특히 토끼, 새끼오리, 고양이 등의 경우 LD₅₀이 1mg/kg 이하로서 이들에 대한 아플라톡신 B₁의 독성이 강함을 알 수 있으며, 이에 비해 닭, 쥐 등의 LD₅₀은 6.5~17.9mg/kg으로 상대적으로 독성이 낮으나 여전히 독성이 높음을 알 수 있다.

〈아플라톡신 B₁의 LD₅₀〉

동물	LD ₅₀ (mg/kg)	동물	LD ₅₀ (mg/kg)
토끼	0.3 ~ 0.5	양	2.0
새끼오리	0.3 ~ 0.6	원숭이	2.2
고양이	0.55	닭	6.5 ~ 16.5
개	1.0	쥐	5.5 ~ 17.9
돼지	1.4 ~ 2.0		

1974년 후반부터 1975년 초에 걸쳐 인도 서부 Gujarat 및 Rajasthan 150촌락에

27) ppb : kg당 1μg(microgram), 10억분의1g

28) LD₅₀(반수치사량)은 「노출된 집단의 50% 치사를 일으키는 유독물질의 양」을 말하는 것으로서, 이를 통해 독성 정도를 알 수 있음.

서 아플라톡신에 의한 집단중독이 발생하여 397명의 급성중독 환자가 발생한 사례가 있었다. 이 중 108명이 사망하였다. 1974년 10월경부터 일기가 불순하여 이 지방의 주식인 옥수수가 *Asp. flavus*에 의해서 심하게 오염되었으며, 아플라톡신 B₁의 오염수준이 0.25~15.6ppm에 달하였다.

그 외 보고된 아플라톡신 중독사건은 1982년도 케냐에서 발생했는데 약 20여 명이 병원에 입원했으며 치사율은 약 60%였던 것으로 알려졌다.

〈연령별 중독자수와 사망률〉

연령	남			여		
	발병자수	사망자수	사망률(%)	발병자수	사망자수	사망률(%)
5세 이하	22	5	22.7	9	2	22.0
5~15세	44	7	16.0	34	14	43.0
16~30세	54	12	22.0	26	6	26.0
31세 이상	68	24	36.0	20	5	25.0

아플라톡신 B₁은 체내대사에 의하여 아플라톡신 M₁으로 전환되며, 그 전환률은 1~2%로 알려져 있다. 아플라톡신 M₁은 B₁에 비해 독성은 낮으나 여전히 간 독성 및 발암성을 나타낸다. 아플라톡신 M₁은 가열, 냉동, 발효 등 각종 가공공정에 대한 안정하여 아플라톡신에 오염된 사료를 섭취한 소의 유 및 유제품 섭취시 건강에 유해할 수 있으며 특히 섭취량이 많은 유아와 어린이는 주의하여야 한다.

(3) 식품중 검출현황

아플라톡신 B₁은 주로 땅콩, 콩, 쌀, 보리, 옥수수, 밀 등에 생성되는데, 우리나라에서도 곡류 전반에 걸쳐 아플라톡신 B₁이 검출되고 있다.

1981년 일본으로 수출한 땅콩제품에서 아플라톡신이 검출되어 반품조치된

바 있으며, 1997년에는 국내산 및 북한산 땅콩에서 허용 기준치(10ppb)의 58.5배에 달하는 585ppb의 아플라톡신 B₁이 검출되었다.

1989년에는 영남지방의 쌀과 보리에서 3.3~9.6ppb의 아플라톡신 B₁이 검출되었다는 보고가 있었으며, 1997년에 서울 및 경기지역의 재래시장에서 판매되는 국산 및 수입산 곡물 전반(쌀, 보리, 밀, 수수, 콩, 콩, 팥, 옥수수, 아몬드 등)에서 검출되기도 하였다.

곡물 뿐만 아니라 그 가공식품인 메주, 된장과 건조과일 및 수산물 등에서도 검출 사례가 있었다. 1977년 서울, 부산, 대구 등 8개 도시의 메주(54점)와 된장(125점)을 조사한 결과 부산의 메주 4점, 부산 및 대구의 된장 11점에서 아플라톡신이 검출되었고, 된장에서 최고 66ppb의 아플라톡신 B₁이 검출되었다.

1979년 건조과일 및 건조 수산물에서 0.25ppb의 아플라톡신 B₁ 검출되었으며, 1986년 충북 청원군에서 수집한 자가탁주의 78% 이상이 아플라톡신 B₁에 오염되었다는 연구보고가 있고, 1996년에는 식품의약품안전청에서 가공식품 2,083건을 검사한 결과, 전남 진도에서 생산된 된장에서 22.9ppb의 아플라톡신이 검출되었다. 또한 서울지역의 백화점, 농협, 재래시장에서 판매되는 메주에서 최고 40.7ppb의 아플라톡신 B₁이 검출되기도 하였다.

〈아플라톡신 B₁의 주요 오염 실태〉

연도	품목 (시료 수)	오염시료 수 (오염율:%)	오염수준	관련 지역
1977	메주, 된장(179)	15(8.4)	66ppb	부산, 대구
1979	건조과일, 건조수산물(11)	4(36.4)	0.25ppb	
1981	땅콩	일본으로 수출한 땅콩이 아플라톡신에 오염되어 반품 조치됨.		
1986	탁주	충북 청원군의 자가탁주의 78% 이상이 아플라톡신 B ₁ 에 오염		
1989	옥수수	미국산 옥수수 600만톤 중 400만톤이 아플라톡신에 오염		
	쌀, 보리(181)	7(3.9)	3.3~9.6ppb	영남지방
1992	면실박, 채종박, 대두박, 옥수수 등(61)	27(44.3)	-	중국산
	채종박, 대두박(16)	12(75.0)	-	인도산
1996	메주(60)	35(58.3)	1.2~40.7ppb	서울지역의 백화점, 농협, 재래시장
	된장, 땅콩버터	-	22.9ppb	전남 진도
			156.9ppb	미국산(Pamells Peanut사 제품)
기타	1996년 1월~9월까지 수입부적합 판정을 받아 폐기 및 반송된 6천여톤(117여억원)의 수입식품 중 19톤이 아플라톡신에 오염			
1997	땅콩(20)	9(45.0)	61~585ppb	국내산, 북한산 * 북한산에서 최고 585ppb 검출
	옥수수(10)	3(30.0)	17~20pp	미국산
	캐슈넛트(20)	4(20.0)	20.2~27.3ppb	인도산
	곡류(100)	3(3.0)※	0~14.1ppb	서울 및 경기지역 재래시장
	두류(60)	4(6.7)※	0~19.5ppb	
	견과류(40)	3(7.5)※	0~16.4ppb	
가공식품(30)	1(3.3)※	0~12.4ppb		

※ 아플라톡신 B₁의 허용기준(10ppb)을 초과하는 시료 수입.

2004년 식품의약품안전청 연구보고서에 따르면 아플라톡신 B₁과 M₁의 모니터링 결과 국내산 쌀 120건 중 4점, 보리 127건 중 3점, 미국산 옥수수 43건 중 3점, 옥수수를 주원료로 한 씨리얼 85건 중 4점, 발효식품 95건 중 11점에서 아플라톡신 양성으로 나타났다. 오염된 사료를 섭취한 젖소에 의해 아플라톡신이 오염된 우유를 모니터링하기 위해 국내 유통중인 우유 시료 92종을 수집하여 아플라톡신 M₁의 오염여부를 확인한 결과 채취한 92종의 시료 모두 규제기준 0.5ppb를 만족하였으며, 이 중 7개의 시료에서 0.020~0.034ppb의 아플라톡신 M₁이 검출되었다.

(5) 국내외 관리동향

2003년 유엔의 세계식량기구 (Food and Agriculture Organization)에서 출간한 자료에 의하면²⁹⁾ 전세계적으로 식품에서의 아플라톡신 B₁을 규제하고 있는 나라는 61개국(2003년 기준)으로서 허용기준의 범위는 1~20ppb이며, 아플라톡신 총량(B₁+B₂+G₁+G₂)으로서 규제하고 있는 나라는 76개국으로서 0~35ppb의 범위로 허용기준을 설정하고 있다. 동물 사료에 대해서도 아플라톡신 B₁ 혹은 총량을 규제하고 있는데 그 범위가 각각 5~50ppb, 0~50ppb로서 식품에 비해 허용기준이 높은 편이다.

국제식품규격(Codex)에서는 땅콩(비가공품)에 대해 아플라톡신 총량 허용기준을 15ppb로 설정하고 있다. 또한 현재 아몬드, 헤이즐넛, 피스타치오에 대한 아플라톡신 총량 허용기준을 15ppb로 설정하는 것을 추진중이다. 국가별 허용기준을 살펴보면, 미국, 일본, 오스트리아, 호주, 브라질, 프랑스, 독일 등은 모든 식품에 대해서 아플라톡신 B₁을 규제하고 있는 반면, 중국, 캐나다, 영국, 아르헨티나 등은 곡류, 견과류, 옥수수 등을 중심으로 규제하고 있다. 허용기준의 범위는 0~30ppb이며, 허용기준이 가장 엄격한 나라는 오스트리아로서 모든 식품에 대해 1ppb 이하로 설정하고 있으며 이에 반해 인도는 모든 식품에 대해 30ppb로 허용기준을 설정하고 있다. 2003년 기준으로 적어도 29개 EU국가에서

29) Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003; FAO Food and Nutrition Paper No. 81; 2004

아플라톡신 B₁의 허용기준을 2ppb로 하향조정하여 설정하였다.

미국은 모든 식품 및 사료에 대해 아플라톡신 총량(B₁+B₂+G₁+G₂)으로서 20ppb로 제한하고 있으며, EU는 땅콩, 견과류, 건조 과일 및 가공식품에 대해 아플라톡신 B₁ 2~8ppb, 아플라톡신 총량 4~15ppb로 제한하고 있다. 특히 아르헨티나, 오스트리아, 독일, 프랑스, 브라질 등 일부 국가의 경우 유아용식품에 대해서는 별도의 기준을 설정하고 있는데, 아르헨티나 0ppb, 오스트리아 0.02ppb, 독일 0.05ppb, 프랑스 1ppb, 브라질 3ppb 등으로 일반 식품에 비해 더 엄격한 기준을 적용하고 있다.

우리나라는 식품공전 및 사료관리법 시행령에 아플라톡신 B₁의 허용치를 규정하고 있는데, 식품의 경우 「곡류³⁰⁾, 두류³¹⁾, 땅콩, 견과류³²⁾ 및 그 단순가공품(분쇄, 절단 등)」에 대해서 10ppb, 메주, 땅콩 및 견과류 가공품, 기타 식품류(전쌀)에 대해서 10ppb, 사료에 대해서는 원료사료 50ppb, 배합사료 10~50ppb로 규정하고 있다.

세계 각국의 우유 중 아플라톡신 M₁ 오염허용치는 CODEX와 미국이 0.5ppb이고, 유럽은 0.05ppb이며, 가장 엄격한 국가인 스위스는 0.01ppb이다. 우리나라는 국제기준과의 조화를 위해 2003년 4월부터 ‘제조·가공직전의 원유 및 우유류’의 아플라톡신 M₁ 잔류허용기준을 0.5ppb로 설정하여 적용하고 있다.

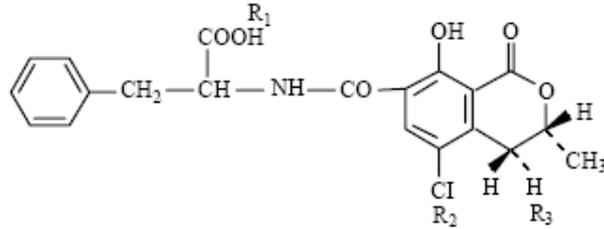
30) 곡류 : 쌀, 보리, 밀, 귀리, 조, 수수, 옥수수, 메밀, 율무, 기장, 피, 홉 등

31) 두류 : 대두, 팥, 녹두, 강낭콩, 완두, 참두 등

32) 견과류 : 아몬드, 개암, 호두, 잣, 밤, 피칸, 은행, 도토리, 상수리, 피스타치오, 캐슈너트 등

3. 오크라톡신(Ochratoxin)

(1) 특성



오크라톡신 A는 1965년 남아프리카에서 실시한 곰팡이 대사산물을 검색하는 중 *Aspergillus ochraceous* 가 생성하는 물질로 처음 발견되었으며, 그 후 *Asp. sulphureus*, *Asp. melleus*, *Penicillium viridicatum*, *Pen. palitans* 등의 곰팡이도 오크라톡신을 생성하는 것이 확인되었다. 현재 미국, 캐나다, 덴마크, 유고슬라비아, 불가리아, 프랑스 등 전세계적으로 널리 오염되어 있는 맹독성 신장독소이며 간에도 독성을 나타낸다.

주로 온도가 4℃ 정도로 낮고 습도가 18.5 ~ 40.4%인 상태에서 잘 생성되는데 곡류 중 보리, 호밀, 쌀, 밀, 귀리와 건어물, 육류, 커피, 빵, 사료 등에 널리 오염되어 있으며, 유럽에서는 돼지와 사람의 혈액 및 모유에서도 검출된다. 특히 보리의 경우 오크라톡신의 오염가능성이 가장 높으므로 철저한 관리가 필요하다.

오크라톡신은 다른 곰팡이독소와 같이 열에 비교적 안정하여 조리 및 가공시에도 잘 파괴되지 않기 때문에 농산물뿐만 아니라 그 가공식품에도 오염될 수 있다. 에탄올에 용해하여 4℃에서 1년간, 28℃에서 1주일간 보관한 경우에 독소의 소실이 전혀 없으며, 고압증기 멸균을 하여도 잘 파괴되지 않는다. 곡류중에 함유된 오크라톡신 A를 30분~3시간 동안 열처리시에도 12.7%~17%가 잔존하였으며, 통조림을 만들기 위해 오크라톡신 A를 함유한 콩을 삶고 염처리 및 조리후에도 53%가 잔존하였다는 보고가 있다.

(2) 위해성 및 건강영향

오크라톡신류의 곰팡이독소로는 오크라톡신 A, 오크라톡신 B, 오크라톡신 C, 4-hydroxyoch라트 toxin A 등 17종의 유사체가 알려져 있는데, 이 중 독성이 가장 강한 것은 오크라톡신 A로서 일반적으로 오크라톡신이라 하면 오크라톡신 A를 말한다.

오크라톡신 A는 세계보건기구 (WHO), 국제암연구소 (International Agency for Research on Cancer)에서 발암물질로 분류하고 있으며 특히 WHO(세계보건기구)의 경우 클로르포름, DDT 등과 함께 오크라톡신 A를 사람에게 발암가능성이 있는 물질인 독성물질 2군-B로 분류해 놓고 있다. 주요 특성은 신장독성, 간장독성, 유전독성, 면역억제 작용, 기형 및 암 유발 등으로 특히 신장 및 간장에 치명적인 손상을 주는 것으로 알려지고 있으며, 사람에서는 만성 신장염, 급성 지방변성, 간의 면역작용 저해, 기형 등을 유발하고 가축의 경우 이에 오염된 식품 섭취시 신장손상, 쇠약, 피로, 식욕 결핍, 복통, 빈혈 등의 증상이 나타난다. 오크라톡신의 주요 독성은 필수아미노산인 phenylalanine 대사 관련 효소의 생성을 저해하고 미토콘드리아의 ATP 생성 저해 및 지방 과산화 촉진 등을 통해 발현된다.

오크라톡신 A는 닭, 쥐 등에게 신장 및 간장 증대, 사료섭취량 감소, 체중감소 등을 유발하며 돼지, 오리, 쥐 등에게는 치사요인 물질로 작용한다. 닭이나 쥐에게 오크라톡신 A를 경구투여하거나 사료에 첨가하여 급여할 경우 체중 및 신장의 크기와 무게가 감소하며 돼지에게 매일 1 μ g/g의 오크라톡신 A를 투여한 결과 6일만에 죽었으며, 오골계에게 2주동안 오크라톡신 A 8ppm을 첨가한 사료를 첨가한 결과 사료섭취량 및 백혈구의 감소와 함께 30%가 폐사하였다는 연구보고도 있다.

덴마크에서는 돼지에게 오크라톡신에 오염된 보리를 섭취시킨 결과 신장병변이 나타났는데, 0.2ppm의 농도에서부터 돼지에 신장병변을 나타냈다. 또 쥐에게 약 6.0mg/kg/day를 2년 동안 섭취시킨 결과 간과 신장에서 종양발생이 증가되었다는 보고도 있다.

그 밖에 태아의 기형, 성장 장애 및 유산 등을 유발하기도 한다. 임신 7일령

의 쥐(랫트)에 5.0mg/kg의 오크라톡신 A를 1회 경구투여한 결과 태아의 발육 지연, 외표 기형 및 내부장기의 기형(무안증, 코의 단소, 부종, 혈종, 복벽파열, 뇌 탈출증, 소악증 등)이 발생하였으며, 태아 사망률이 76.3%에 달한다. 임신중인 쥐(mouse)에 대해 오크라톡신 A를 1회 복강내 투여한 결과 오크라톡신 A를 투여하지 않은 쥐에 비해 태아유산률 및 신생자 사망률이 높게 나타났으며, 신생자의 체중 및 크기는 더 작았다.

〈오크라톡신 A의 반수치사량〉

동물	경구 LD ₅₀ (mg/kg)
새끼오리	0.5
닭	2.41~4.67
칠면조	4.63~7.84
메추리	16.5
쥐(랫트)	22
쥐(마우스)	46
개	0.2

오크라톡신으로 인한 중독 사례를 보면 1957~1958년 유고슬라비아, 루마니아, 불가리아 등의 접경지역에 위치한 일부 마을에서 75% 이상의 가정이 만성 신장염에 감염되었는데, 신장염 발생이 없는 다른 지역과 비교하여 이 지역의 음식물에서 더 많은 수준의 오크라톡신 A가 검출됨으로써 신장염의 원인이 오크라톡신 A였음이 증명되었다. 또한 불가리아인을 대상으로 한 최근의 연구결과에서도 건강한 사람의 소변에서는 0.005 ~ 0.043ng/ml의 오크라톡신 A가 검출된 반면, 신장질환을 앓고 있는 사람의 소변에서는 0.005 ~ 0.604ng/ml의 오크라톡신 A가 검출된 바 있다. 아프리카나 이집트 등지의 신염 환자의 혈액에서도 오크라톡신이 검출되었다.

(3) 식품중 검출현황

오크라톡신 A의 경우 미국의 옥수수 사료, 캐나다의 밀, 덴마크의 보리 등에서 오염이 확인되는 등 전세계적으로 널리 오염되어 있으며, 국가간 교역의 증가로 우리나라도 이에 의한 오염이 클 것으로 예상되나 실제 이에 대한 연구자료는 많지 않은 상태이다.

1994년 서울, 경기, 대전, 광주, 부산, 제주지역의 가정에서 재래식 방법으로 생산된 된장, 간장, 고추장 및 재래시장에서 유통되고 있는 된장, 간장 등의 대부분이 오크라톡신 A에 오염되어 있었으며, 이 중 장의 오염도가 가장 높았다. 가정에서 만든 된장(13종) 및 고추장(14종)은 모두 오크라톡신 A에 오염되어 있었으며, 간장(12종)은 91.7%가 오염되어 있었다. 평균 오염도는 된장 7.1ppb, 고추장 4.0ppb, 간장 2.1ppb로 된장의 오염도가 가장 높았다. 재래시장에서 판매되는 된장(17종) 및 간장(11종) 역시 모두 오크라톡신 A에 오염되어 있었는데, 평균 오염도는 된장 22.5ppb, 간장 16.9ppb로 가정에서 만든 제품보다 오염도가 높았다(된장 중 1점은 50ppb를 초과). 1996년에는 영남지방의 고추장에서 12.5ppb의 오크라톡신 A가 검출되었다.

또 1997년 서부 경남 일원 및 경북 안동 근교의 비닐하우스에서 재배한 과일 및 채소 192점의 시료 중 수박, 토마토, 오이, 참깨, 토양 등에서 *Penicillium*속 곰팡이 153균주가 검출되었으며, 이 중 5균주에서 오크라톡신 A가 생성되는 것이 확인되었다는 연구보고도 있었다.

곰팡이독소의 체내 축적 여부를 통해서도 식품에서의 곰팡이독소의 오염 실태를 간접적으로 파악할 수 있는데, 1998년에 실시된 한 연구결과에 따르면 사람의 혈청시료 28개 중 2개(7.1%)에서 오크라톡신 A가 검출되었으며 오염수준은 각각 0.27ng/ml, 0.13ng/ml이었다.

2001년 식품의약품안전청연구보고서에 따르면 보리 9건, 참쌀 8건, 백미 8건, 조 건, 수수 10건, 서리태 11건, 녹두 3건, 백태 9건, 동부 5건, 팥 7건, 강남콩 8건, 땅콩 7건, 호두 7건, 혼합장 11건, 청국장 10건 등 총 121건에 대하여 오크라톡신 A 오염정도를 조사한 결과 모든 시료에서 불검출되었다. 그러나 전세계적으로 오크라톡신에 오염된 식품에 대한 보고가 늘고 있는 추세이며 우리나라에

서도 오크라톡신에 의한 감염사례 보고가 있으므로 이 곰팡이 독소에 대한 위해성 검토, 허용기준 설정 및 오염실태 모니터링이 필요한 실정이다. 더욱이 오염된 식품이 수입 및 유통될 경우 이를 규제할 방법이 없으므로 이에 대한 대책마련 노력이 요구된다.

(4) 국내외 관리동향

코텍스의 JECFA(The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)는 오크라톡신 A의 주간허용섭취량(Tolerable Weekly Intake)을 $0.1\mu\text{g}/\text{kg}$ (1일 약 14ppb)으로, 보리, 호밀, 밀의 허용기준을 5ppb로 설정해 놓고 있다. 이에 반해 EU는 1일 허용섭취량(Tolerable Daily Intake)을 3~10ppb로 더 엄격하게 설정하고 있으며, 최근에는 이를 더 낮출 것을 권고하고 있다.

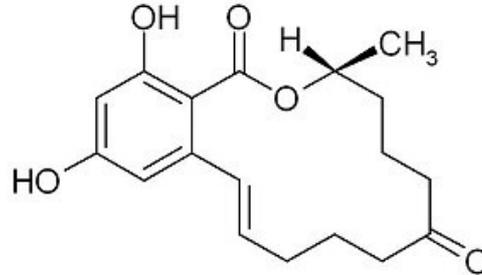
현재 10여개의 국가에서 오크라톡신 A의 허용기준을 설정하여 규제하고 있는데, 덴마크, 프랑스, 스웨덴, 루마니아, 그리스 등 주로 유럽국가에서 규제하고 있다. 식품은 주로 쌀, 보리 등 곡류에 대해 5~50ppb의 범위로 규제하고 있으며, 사료에 대해서는 이스라엘, 루마니아, 스웨덴 등의 국가에서 5~300ppb의 기준을 설정하여 규제하고 있다.

EU의 경우 곡류, 씨리얼, 커피, 건조포도제품, 와인 및 포도주스, 포도주스가 공품 등 식품에 따라 2~10ppb으로 규정하고 있으며, 어린이용 식품과 곡류를 가공한 영유아식 및 어린이 의료용 식이 등에 대해서는 0.5ppb로 엄격한 기준을 설정하고 있다. 반면 우리나라와 미국은 오크라톡신에 대해서는 아직 허용기준을 설정하지 않고 있다.

4. 제랄레논(Zearalenone)

(1) 특성

제랄레논은 1962년 북아메리카의 중서부 지방에서 외음질염, 정소의 위축 및 돼지 불임증 등의 발생으로 처음 보고된 곰팡이독소로서, 온대지방에서 잘 발생하는 *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum* 등에 의해 생성되는 2차대사산물로서



20여 종의 유사체가 발견되었다. 제랄레논은 사람의 자궁에서 생성되는 주요 호르몬인 17B-estradiol과 유사하며 비스테로이드계 에스트로겐으로 분류되기도 한다.

제랄레논은 생산 곰팡이들은 전세계적으로 씨리얼 곡류에 흔하게 오염되는 균주로 알려지고 있으며, 건조가 불충분하여 수분함량이 많은 곡물에서 잘 생성되는데 주로 옥수수, 맥류 등에서 검출된다. 제랄레논도 다른 곰팡이독소와 마찬가지로 열에 비교적 안정하여 가열 및 가공시에도 잘 제거되지 않는 특성이 있다.

우리나라에서는 1980년대 중반 보리, 밀, 호밀 등에서 제랄레논의 검출이 처음 보고되었으며, WHO/FAO는 동물사료의 경우 1,000 μ g/kg을 초과하지 않도록 권고하고 있다.

(2) 위해성 및 건강영향

제랄레논은 에스트로겐(estrogen : 여성호르몬의 일종)과 비슷한 성질을 가지고 있어 발정효과를 유발하며, 과에스트로겐증이 유발되어 그 결과 자궁 확대, 불임증 등이 나타나기도 한다. 특히, 돼지에 대해 민감하게 작용하여 발정증후군, 성장발육 저해, 생식기능 저해, 불임증 및 난소 위축 등을 유발한다.

동물시험에서 임신 9일령의 쥐에게 10mg/kg의 제랄레논을 1회 복강내 투여한 결과, 독소를 투여하지 않은 그룹의 모체사망률 및 태아유산률이 0%인데 비해 독소를 투여한 그룹의 경우 모체사망률이 18.2%, 태아유산률이 27.3%에 달하였으며, 신생자의 체중 및 크기가 감소한 것으로 나타났다.

〈제랄레논의 동물 급성독성시험의 LD₅₀ 값〉

동물종류	암/수	경로	LD ₅₀ (mg/kg bw)	출처
쥐(마우스)	암/수	경구	> 2,000	National Toxicology Program (1982)
쥐(마우스)	암	경구	> 20,000	Hidy et al. (1977)
쥐(랫트)	암/수	경구	> 4,000	Hidy et al. (1977)
쥐(랫트)	암/수	경구	> 10,000	Hidy et al. (1977)
기니피그	암	경구	> 5,000	Hidy et al. (1977)

(3) 식품중 검출현황

주요 학술지를 중심으로 제랄레논의 오염 실태를 조사한 결과, 주로 옥수수, 보리, 호밀, 밀, 쌀 등 씨리얼 곡류에서 많이 검출되고 있는 것으로 나타났다.

러시아의 허용기준이 1,000ppb로 가장 높는데, 이의 1.5배에 달하는 제랄레논이 우리나라의 옥수수(1,550ppb) 및 보리(1,416ppb)에서 검출되기도 하였다.

1991년에 수확한 강원도산 옥수수의 17.4%에서 4~388ppb의 제랄레논이 검출되었으며, 1992년에는 국내산 및 수입산 옥수수에서 최고 1,550ppb의 제랄레논이 검출되었다. 수입옥수수의 경우 미국 및 중국에서 수입되는 옥수수가 전체 수입옥수수의 90% 이상을 차지하고 있는데, 1993년 중국에서 수입된 옥수수의 25.0%가 6~124ppb의 제랄레논에 오염되어 있었으며 미국산 옥수수의 경우 무려 824ppb에 달하는 제랄레논이 검출되기도 하였다. 또, 한 연구논문에 따르면 1998년 국내산 및 수입산 옥수수가 제랄레논에 오염되었는데 국내산은 41.5~60ppb, 수입산은 40.1~48.5ppb로 국내산의 오염도가 더 높았다. 세계 옥수수 거래물량을 고려할 때 제랄레논 오염은 커다란 경제적 문제를 야기할 수 있으

며 또한 품질관리의 차원에서 제랄레논에 대한 규제 및 관리를 해야한다는 의견이 제기되고 있다.

보리의 경우, 1990년 남부지방에서 수확한 보리의 51.3%가 40~1,416ppb의 제랄레논에 오염되어 있었으며, 1993년에는 국내산 및 캐나다산 보리에서 각각 64ppb, 19ppb의 제랄레논이 검출되었다는 보고가 있었다. 또한 경남지역에서 1998년 봄에 수확한 보리에서 112.5~625ppb의 제랄레논이 검출되는 등 제랄레논의 오염이 꾸준히 발생하고 있는 것으로 나타났다.

그 외에도 1991년 영남지방(대구, 고성, 진양, 구창 등)의 곡류가 제랄레논에 오염(3.93~7.43ppb)되었으며, 1993년 캐나다산 귀리(7ppb), 미국산 사탕수수(89ppb) 등이 제랄레논에 오염되었다. 또 1997, 1998년산 보리와 옥수수 및 그 가공품 총 164점 중 35점(21.3%)에서 제랄레논이 3.4~170.9ppb로 검출되었다(3.4~170.9ppb).

(4) 국내외 관리동향

식품 및 사료에 대해 제랄레논을 규제하고 있는 나라는 2003년 현재 24개국으로 이중 6개국(오스트리아, 브라질, 프랑스, 루마니아, 러시아 및 우루과이)은 최대허용치를 30-1000ppb로 설정하고 있고, 사이프러스, 헝가리 및 네덜란드 등 3개국에서는 일부 식품에 대해 0~0.5ppb로 엄격하게 규제하고 있다. 제랄레논의 허용기준의 범위는 아플라톡신이나 오크라톡신에 비해 높은 편이다. 현재 우리나라, 미국, EU는 제랄레논의 허용기준이 아직 설정되어 있지 않다.

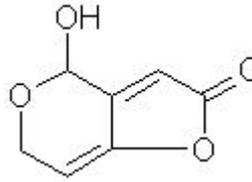
〈세계 각국의 제랄레논 규제현황〉

국가명	허용기준 (ppb)	국가명	허용기준 (ppb)
아르메니아	1000	이탈리아	20~100
오스트리아	60	일본	1000 (사료)
벨라루스	1000 / 유아식-불검출	라트비아	1000
불가리아	200	리투아니아	100~300 (사료)
칠레	200	몰도바	1000
콜롬비아	1000	모로코	200
사이프러스	100~1500 (사료)	루마니아	20 (사료)
에스토니아	1000 / 50~200(사료)	러시아	1000
프랑스	50~100	세르비아	1000 / 500~100,000 (사료)
헝가리	100	슬로베니아	1000 (사료)
인도네시아	불검출	우간다	40~1000 / 40~3000 (사료)
이란	200~400	우루과이	200

5. 파툴린(Patulin)

(1) 특성

파툴린은 1940년경에 *Penicillium patulum* 곰팡이가 생산하는 대사산물로 그람양성 및 음성 세균과 효모, 곰팡이에 대한 강한 항균제로서 처음 분리되었다. 그외 다양한 *Penicillium*, *Aspergillus*, *Byssochlamys* 균주에서 분리된 동일 물질이 clavacin, expansin, mycoin, penicidin



등으로도 불리기도 했다. 그 후 1954년 일본에서 젖소의 집단 중독사고가 있었고, 조사결과 사료인 맥아 뿌리에 *Pen. patulum*이 번식하여 생긴 대사산물인 파툴린이 원인으로 밝혀졌다. 파툴린은 과일, 곡류 및 치즈 등 다양한 식품에 오염되어 생성되지만 식품의 특성, 가공공정 및 소비행태 등을 고려할 때 사과즙, 사과주스의 경우를 제외하고 일반적으로 크게 안전성 문제를 야기하지는 않는다. 파툴린은 사과주스 등의 보존제인 이산화황, 또는 비타민 B₁에 의해 불활성화 되기도 한다.

(2) 위해성 및 건강영향

파툴린은 신경독의 일종으로 *Pen. expansum*, *Pen. lapidosum*, *Pen. urtica*, *Asp. clavatus*, *Asp. giganteus*, *Asp. terreus*, *Byssochlamys nivea* 등에서도 분리·검출된다. 어린 소에서 중독을 일으키면 뇌부종을 일으키거나 또는 사망한다. 쥐에게 피하주사로 연속 투여 후 주사부위에 악성 종양이 발생하였다는 보고가 있으나 경구투여에 의한 발암성은 확실치 않다. 생쥐에 대한 급성독성은 경구투여시 LD₅₀ 35mg/kg이며, 뇌 및 중추신경계에 출혈반이 확인되었다. 파툴린은 동물실험시 투여한 고농도에서는 독성이 있는 것으로 확인되었지만 실제적으로 사람에게 독성을 유발하는 증거는 간접적이고 아직 확정적이지 않다.

암수 랫트에 0, 0.1, 0.5, 1.5mg/kg BW의 파툴린을 109주 동안 일주일에 3일씩 투여하여 아래와 같이 NOAEL을 확인하였다. 랫트에 최소량 즉, 0.1mg/kg bw을 투여한 경우 어떠한 건강영향도 나타나지 않았고, 이 그룹에 미국 FDA에서

NOAEL 값으로 정한 0.3mg/kg BW가 일주일에 한번씩 투여되었다. 따라서 PTDI³³⁾는 0.3mg/kg BW를 7로 나누고 안전계수 100으로 또 나누어 0.00043mg/kg BW/day 즉, 0.43 μ g/kg bw/day가 된다. JECFA에서는 이 값을 최대 허용 일일섭취량으로 정하고 있다.

(4) 국내외 관리동향

국제식품규격위원회(Codex)는 사과주스에 대해 파툴린의 허용기준을 50ppb로 설정하고 있으며 우리나라도 사과주스, 사과주스 농축액 (원료용 포함, 농축배수로 환산하여)에 대해 같은 기준치를 설정하여 규제하고 있다.

2003년 기준 각 국가별 파툴린 허용기준을 설정한 국가와 허용치는 아래와 같다.

33) Provisional Tolerable Daily Intake

〈 세계 각국의 파툴린 허용기준 〉

국가명	규제대상 식품	허용기준 (ppb)
벨라루스	버섯, 과일, 야채	50
불가리아	과일주스 및 넥타, 과일농축액	50
크로아티아	주스 및 농축액, 사과	50
쿠바	과일	50
체코	아기 영양식 / 어린이 영양식 / 식품	20/30/50~100
에스토니아	생과채류 또는 냉동과채류, 사과, 토마토, 잼, 주스, 음료, 농축액, 넥타, 염장, 당장 과일채류 및 버섯 등	50
EU	식품별	10~50
헝가리	과채류 제품	50
이란	과일주스, 넥타린, 과일음료	50
이스라엘	사과주스	50
한국	사과주스, 사과주스 농축액	50
라트비아	사과, 토마토 주스	50
몰도바	주스, 과채류 통조림	50
모로코	시판 사과주스	50
폴란드	사과주스, 사과제품	30
루마니아	과일주스	50
러시아	과일, 채소, 딸기류 병통조림, 과일, 딸기류 주스, 음료 또는 농축액, 과일 & 딸기류 잼, 시럽, 농축액 등	50
세르비아 몬테네그로	사과주스	50
싱가포르	사과 및 사과주스	50
슬로바키아	우유, 육류, 가금류, 밀가루, 쌀, 채소, 감자/ 유아 조제식 / 어린이식품 / 기타 식품	50 / 20 / 30 /100
남아프리카	모든 식품	50
스위스	과일주스	50
터키	과일주스	50
미국	사과주스, 사과주스농축액, 사과주스함유제품	50
우루과이	과일주스	50

6. 황변미독(Yellow rice toxins)

(1) 특성

쌀에 곰팡이가 기생해서 쌀을 황색으로 변질시키게 되면 황변미(yellow rice)를 만들게 되고 이때 생성된 곰팡이 대사산물을 황변미 독소라고 한다. 과거 식량부족으로 외국에서 식량을 수입할 때 황변미가 발견되어 사회적인 문제가 된 적이 있었다. 황변미는 모두 *Penicillium* 속의 곰팡이가 기생한 것이다.

(2) 위해성 및 건강영향

황변미독은 크게 *Penicillium citrioviride*가 생산하는 독소(citreoviridine), *Penicillium islandicum*(islanditoxin과 luteoskyrin 및 cyclochlorotine 등)이 생산하는 독소, *Penicillium citrinum*(citrinin)이 생산하는 독소의 세 가지로 구분할 수 있다.

1) *Penicillium citrioviride*가 생산하는 독소

저장된 쌀에 쌀의 배유가 이 곰팡이가 오염되면 황색반점이 생기고 점차 황색으로 변하여 황변미를 만든다. 1937년 Miyake는 대만산 황변미에서 *Penicillium toxicarium* Miyake를 분리 동정하였고 이후에 분류상 문제가 있어 *Penicillium citreoviride*로 동정되었다. 1947년 평전(平田)은 이 균주가 생산하는 진균독의 구조를 citreoviridine이라 하였다. 이것은 락톤환과 퓨란환이 결합된 저분자 물질로 신경독이다. 흰쥐에 대한 급성치사 독성은 LD₅₀=80mg/kg(복강), LD₅₀=10mg/kg(피하) 및 LD₅₀=30mg/kg(경구)이다. 주요 증상은 구토, 경련, 마비 및 호흡기 장애이며, 저체온증과 미각 감소 등도 보고된다.

2) *Penicillium islandicum*이 생산하는 독소

우리나라를 포함한 동남아시아에서는 저장곡류의 수분을 조절하기 어려워 특히 황변미의 발생이 많다. 특히 황변미의 원인이 되는 *Penicillium islandicum*

의 기생으로 islanditoxin과 luteoskyrin 및 cyclochlorotine 등의 진균독이 생성된다. 이외에도 erythrokyrin, rubroskyrin, iridoskyrin, skyrin, islandicin, carenarin 등이 *Penicillium islandicum*의 대사산물로 검출되었다. Islanditoxin과 cyclochlorotine은 수용성의 염소를 함유한 환형 peptide로 독성이 강하다. 이런 짙은 회색에서 황색으로 변하다가 나중에는 적갈색으로 변색된다. 간장독으로 녹는점은 251°C이며 독성은 급성이며, cyclochlorotine은 마우스 경구로 LD₅₀=6.5mg/kg, 피하로 LD₅₀=4.75mg/kg으로 2시간 정도에 사망한다. 중독증상은 간세포가 간경변으로 전이되어 파괴된다. Islanditoxin은 피하투입시 LD₅₀=3mg/kg이다.

Luteoskyrin은 지용성으로 간장 및 신장 장애를 유발하는 독소이며, 융점은 278°C인 polyhydroxy- anthraquinone계이다. Erythrokyrin은 적색 색소로 간장 및 신장독소이다. 두 독소의 독성은 cyclochlorotine 보다 낮는데, 마우스 경구독성 LD₅₀은 221mg/kg, 피하로는 LD₅₀=147mg/kg이며 독성의 발현은 2~3일에 나타나며 간암으로 진행되어 사망한다.

3) *Penicillium citrinum*이 생산하는 독소

태국에서 수입된 쌀에서 발견되었으며 그 mycotoxin은 citrinin이다. Citrinin은 아플라톡신이 발견되기 30년 전인 1931년 Hetherington에 의해서 *Penicillium citrinum*으로부터 분리되었다. 그 후 여러 가지 *Penicillium*속 곰팡이와 *Aspergillus*속 곰팡이에 의해서도 생성된다는 사실이 밝혀졌다. 이 곰팡이는 도정한 곡류, 밀가루, 씨리얼 곡류, 쌀, 옥수수 등에서 일반적으로 검출된다.

이 진균독은 페놀성 화합물 카르복시산 구조(-COOH)를 갖고 있다. 성상은 유성(油性)으로 융점이 112~119°C이며 270°C에도 내열성이 있는 활성물질이다. Citrinine은 신장독으로서 사구체에 장애가 생기고 뇨세관에서의 물의 재흡수를 저하시킴으로써 뇨량을 증가시키며 neprosis(신장증)을 일으킨다. 그 외 주요 증상으로 설사, 식품섭취증가, 신장기능 저하에 의한 체중감소 등이 보고된다. 흰 쥐에 대한 급성치사 독성은 LD₅₀=35mg/kg(피하 또는 복강)으로 알려지고 있다.

푸모니신의 독성기작은 체내에서 중요한 역할을 하는 sphingolipid 대사를 저해함으로 나타나며, 푸모니신 B₁은 말의 뇌백질연화증(equine leukoencephalomalacia, ELEM)과 돼지의 폐수종(porcine pulmonary edema, PPE)을 유발하며, 쥐의 간암과 병아리에서 간회저증 등의 원인물질임이 보고되었다. Fumonsin은 여러 종류의 동물에서 다양한 독성을 일으키지만, 특히 남아프리카와 중국 화남성의 역학조사 결과 사람의 식도암 유발과 높은 상관관계가 있는 것으로 알려져 주목을 끌고 있다.

제3절 식품첨가물

식품첨가물이란 식품을 제조·가공 또는 보존함에 있어 식품에 첨가·혼합·침윤 기타의 방법으로 사용되는 물질(기구 및 용기·포장의 살균·소독의 목적에 사용되어 간접적으로 식품에 이행될 수 있는 물질을 포함한다)을 말한다.

식품을 조리가공할 때 식품의 품질을 좋게 하고, 그 보존성과 기호성(매력)을 향상시키며, 나아가서는 식품의 영양가나 그 본질적인 가치를 증진시키기 위하여 인위적으로 첨가하는 물질이 바로 식품첨가물이다.

현재 한국에서 식품첨가물로 허가되어 있는 품목은 화학적 합성품 370여 종, 천연첨가물 50여 종인데, 보존료, 살균제, 산화방지제, 착색제, 발색제, 표백제, 조미료, 감미료, 향료, 팽창제, 강화제, 유화제, 증점제(호료), 피막제, 검기초제, 거품억제제, 용제, 개량제 등으로 쓰이는 것들이다. 허가된 식품첨가물은 보건복지부가 발행한 식품첨가물공전에 수록되어 있다.

식품첨가물은 식품과 함께 매일 섭취하므로 해롭지 않을 것은 물론 장기간에 걸쳐 섭취해도 만성적인 독성이나 발암성의 위험이 있어서는 안된다. 첨가물에 섞여있는 불순물 중에는 유독성분이 함유될 수 있으므로 특별히 주의할 필요가 있다. 이러한 위험성을 사전에 예방하기 위하여 순도시험과 같은 품질검정의 과정을 반드시 거치는데, 독성시험은 엄격한 동물실험으로 확인하게 된다. 그 내용은 급성 독성시험, 만성 독성시험, 발암성 시험, 생화학적 시험, 약리적 시험 등인데, 시험연구기관의 결과가 제시되면 식품위생심의회에서 평가한다.

많은 화학적 합성품 중에는 인체에 해가 되지 않는 안전성 높은, 식품공업에서 장점이 많은 물질들이 있어 식품공업의 정상적인 발전을 위하여 식품첨가물로 지정한다. 그러나 첨가물의 사용은 식품의 종류에 따라 선별해서 사용해야 하는 제한이 있기 때문에 이들의 사용기준은 각 식품의 섭취량이나 다른 사정을 보아 정하며, 식생활의 변화나 허가 후에 연구결과에 따라 변경되는 경우도 많이 있다.

식품첨가물에 관한 규정은 나라마다 달라 식품의 국제간 무역에 문제가 많았

다. 따라서 국제식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)에서는 세계 공통의 기준을 정하기 위하여 1963년부터 국제식품규격계획(Joint FAO/WHO Food Standard Program)을 추진하고 있다. 세계의 많은 나라들이 이 계획에 참가하고 있다.

식품첨가물은 인체에 유해하거나 건강에 해가 되는 경우에는 제조, 사용, 판매를 할 수 없으며, 사람이 매일 섭취해도 장애가 없어야 한다. 그렇기 때문에 식품 안전성 평가가 필요하고, 그 기본이 되는 실험동물을 이용하여 독성 여부를 확인하게 된다.

식품첨가물의 안정성 확보에 대해서 1954년 FAO와 WHO에서는 식품첨가물 전문위원회가 발족되어 1955년 식품첨가물의 사용을 규제하는 일반원칙을 설정하였고, 1957년 화학물질을 식품첨가물로 사용 할때의 안전성 확인법을 확정하여 국가별 식품첨가물의 심의 원칙을 권고하였다. 1958년에는 식품첨가물의 안전성확인 시험법을 규정하였으며, 1971년 제8차 회의에서 안전성에 대한 독성평가 리스트를 작성하여 심의원칙으로 삼고 있지만, 어디까지나 강제력이 없고 국가별 권장사항으로 되어 있기 때문에 식품첨가물의 안전성에 대한 연구는 인류가 존재하는 한 지속성이 요구된다고 할 수 있다.

〈식품첨가물의 올바른 사용법〉

- * 식품첨가물 취급자는 모두 첨가물에 대한 전문지식을 갖고 올바르게 사용할 것
- * 식품위생법규상의 규정을 준수하고 확인할 것
- * 가급적 최소량을 사용하고 첨가물이 필요치 않을 경우는 사용하지 말 것
- * 식품에 첨가시 균일한 혼합이되도록 할 것
- * 효과적이고 경제적인 측면에서 활용할 것
- * 사용기준에 적합해야 하며, 첨가물의 효과를 과신하거나 남용하지 말 것
- * 첨가물에 대한 자가규격이나 공인기관에서 정기적으로 혹은 수시 성분분석을 할 것
- * 첨가물별 특성에 맞는 장소에서 보관하고 관리할 것
- * 사용기준이 규정되어 있지 않는 첨가물이라도 과용하지 말 것

1. 아질산나트륨

(1) 특성

육제품의 제조시 발색제로 첨가되는 아질산염은 열처리 후에도 육색을 고정시키며, 혐기성 세균으로써 지구상에서 발견된 가장 강력한 독소를 생산하는 *Clostridium botulinum*의 발육을 억제한다. 또한 비염지육 조리시 제품에서 발생하는 warmed-over flavor(WOF)는 일종의 지방 산패취로서 아질산염을 첨가하면 방지할 수 있으므로 제품의 관능적 품질을 개선할 수 있을 뿐 아니라 건강에 해로운 지방 산화물 생성을 억제하는 효과를 제공한다.

그러나 아질산염은 그 자체가 독성을 나타내어 일정 농도 이상 섭취하게 되면 혈액중의 헤모글로빈이 산화되어 헤모글로빈의 산소운반 능력을 상실시키는 메트헤모글로빈을 형성하며, 심한 경우 죽음에 이르기도 한다. 이것은 산화 헤모글로빈 환원효소가 부족한 생후 6개월 미만의 유아나 가축에서 종종 발생하지만 성인에게는 큰 위험이 없는 것으로 보고되었다.

1972년 Nebraska 대학 의학 연구소에 있는 Sidney Miruish 박사가 아질산염이 발암물질인 nitrosamine을 생성하며, 이 nitrosamine이 쥐의 종양을 발생시킨다고 발표하였다. 그 후 많은 연구자들이 아질산염의 위험에 대해 경고하였으며, 육제품의 제조시에 첨가되는 아질산염이 암을 유발할 수 있을 것이라고 인식되어졌다. 하지만 이러한 아질산염의 독성 문제는 실질적인 아질산염 과다 섭취에 의해서라기 보다는 야채에 많이 존재하는 질산염 과다 섭취에 의해서 종종 유발된다.

아질산염은 가공중이거나 육제품의 저장시에도 계속 분해 소실되며, 그 분해 소실정도는 가공시간, 온도, 식염의 농도, 아질산염과 질산염 첨가량, 육의 pH와 이화학적 상태에 따라 다르게 나타나는데 제조 공정 중 위와 같은 여러 작용에 의하여 아질산염은 계속 분해되어 소실된다.

(2) 식품중 검출현황

미국의 통계에 따르면 미국인은 평균 한 사람당 하루에 100mg의 질산염과

11mg의 아질산염을 섭취하는데 질산염의 85%는 채소에서 오며, 아질산염의 75%는 침에서 그리고 21%는 숙성시킨 육류소비에서 온다고 하였다. 아질산염에 대한 노출비율을 보면 장내에서 82%, 침에서 15%, 식품첨가물에서 유래하는 것은 3%에 지나지 않는다고 한다. 질산염을 많이 섭취하면 이득이 없다고 채소를 먹지 않을 수는 없듯이 아질산 사용 금지에 대한 많은 논쟁이 있었지만 현재까지는 대체 첨가물이 없는 상태에서 사용했을 때의 득이 실보다 크다고 보고 있기 때문에 사용량을 줄이려는 노력들이 시도되고 있다.

2005년 3월 식품의약품안전청이 발표한 '한국인의 식품첨가물 일일섭취량 조사연구'에 따르면 지난해 5~10월 시중에서 유통된 햄 소시지 등 육가공품과 어묵 젓갈 등 129개 식품을 수거해 아질산염 함유량을 조사한 결과 94%에 달하는 121개 품목에서 아질산염이 검출됐다. 그러나 식약청이 사용 한도로 정한 kg당 0.07g을 초과한 식품은 없었다.

하지만 연령별로는 소시지 햄 등을 많이 먹는 3~6세 아동의 아질산염 섭취율이 하루 최대 허용량(ADI)의 5%로, 국민 전체 평균치인 1%의 5배에 달하는 것으로 조사돼 대책이 필요하다는 지적이 제기되고 있다.

(3) 국내외 관리동향

현재 우리나라는 일본과 같이 아질산염의 사용기준을 육제품내 아질산 이온 잔존량으로 70ppm 이하로 규제하고 있으며, 영국, 독일 등 대부분의 나라들도 아질산염의 잔존량을 100~200ppm으로 규제하고 있다.

2. 보존료

보존료란 미생물의 증식에 의해 일어나는 식품의 부패나 변패를 방지하기 위해 사용되는 식품첨가물이다. 보존료에는 부패세균의 발육을 억제시키는 방부제와 곰팡이의 발육을 억제시키는 방미제(防霉劑)가 있다. 어느 것이나 식품 중의 미생물에 작용하여 보존효과를 나타낸다. 미생물의 발육을 억제시키는 작용이 있다는 것은 어느 정도 독성이 있다는 뜻이므로, 이것을 첨가할 대상식품과 사용량에 대하여 엄격한 규제를 하고 있다. 허가된 품목은 독성이 약한 것들이지만 과잉사용은 위험하다.

더욱이 보존료의 식품보존 작용은 절대적인 것이 아니라 다만 부패할 때까지의 시간을 얼마간 연장시키는 것이므로, 소비자는 보존기간에 대하여 주의할 필요가 있다. 보존료는 만일 그것을 사용하지 않는 경우 세균성 식중독이 일어나기 쉬운 햄이나 소시지 등에 주로 첨가되고 있으며, 다량으로 먹을 기회가 많은 것, 예를 들면 주식인 쌀 같은 것에는 거의 그 사용이 허가되지 않고 있다. 또 그 식품이 일상생활에서 얼마나 자주, 그리고 어느 정도의 양이 소비되는지에 따라 식품마다의 사용량이 제한되어 있다. 섭취빈도가 높은 것일수록 첨가량을 낮게 제한시킨다.

방부제로서는 소르브산류가 많은 식품에 사용이 허가되고 있는데, 식육제품·어육연제품·땅콩버터·된장·고추장, 과일·채소의 절임류, 잼·케첩, 유산균음료·팔랑금류 등에 쓰인다. 데히드로 아세트산은 치즈·버터·마가린에 사용이 허가되어 있다. 방미제로서는 파라히드록시벤조산에스테르류(일명 paraben이라 한다)가 간장·식초, 탄산을 함유하지 않은 청량음료, 과일소스, 과일 및 채소의 표피 등에 허가되어 있고, 프로피온산염은 빵·양과자에 사용이 허가되어 있다. 그 밖에 살균작용과 세균의 발육억제작용을 하는 벤조산은 간장과 탄산을 함유하지 않은 청량음료에 허가되고 있다. 살리실산은 살균력이 강하여 오랫동안 주류의 혼탁방지용으로 사용되어 왔으나, 독성이 강하여 최근 사용이 금지되었다. 또한 식품에 합성보존료를 사용한 경우는 반드시 그 사실을 표시하도록 법으로 정하고 있다.

〈 보존료의 구비조건〉

- * 미생물에 대한 발육억제작용이 강하면서 지속적일 것.
- * 미량첨가로 효과가 확실한 것.
- * 식품에 나쁜 영향을 주지 않을 것.
- * 값이 저렴하고, 사용법이 단순하고 간편할 것.
- * 인체에 무해하고 독성이 없을 것.
- * 장기적으로 사용해도 위해성이 없을 것.

3. 산화방지제

산화방지제는 지방질이나 비타민 A, D 등을 함유한 식품의 산패를 방지하기 위해 사용하는 식품첨가물이다. 지방질이나 여기에 녹는 비타민 A, D 등을 함유한 식품은 시간이 경과하면 이들 성분이 산화되어 산패라는 변질현상을 가져 오는데 이것을 사용하여 변질을 막는다.

산화방지제로는 아스코르브산, 에리소르브산, 디부틸히드록시톨루엔(BHT), 부틸하이드록시아니솔(BHA), 갈산프로필 등이 있다. 이 밖에 그 자신은 산화방지효과가 없지만 산화방지제의 효과를 증가시키는 작용을 하는 것으로 시트르산과 같은 유기산이 있는데 이것들을 상승제라 한다.

산화방지제는 지방질이 자동산화를 일으키고 연쇄적으로 산화가 진행되는 것을 중단시키는 구실을 한다. 산화방지제를 사용하는 식품과 사용량이 각각 식품위생법에 제한되어 있다.

4. 식품표백제

식품표백제는 식품의 변색을 방지하기 위해 첨가하는 물질이다. 식품 중에는 가공 또는 저장 중에 갈색으로 변화하는 등 변색이 일어나는 경우가 있다. 이를 방지하기 위해 표백제를 쓰며, 이것에는 산화제와 환원제가 있다.

변색의 원인이 산화인 경우는 아황산류(아황산무수물, 아황산나트륨, 하이포아황산나트륨), 아염소산류(하이포아염소산나트륨)와 같은 환원제를 사용한다. 그러나, 이것들에 의한 환원력이 작용하는 동안은 효과가 있으나 없어지면 다시 변색되기도 한다. 아황산염을 사용했을 때 식품중에 남는 이산화황의 양이 당밀, 물엿에는 0.3g/kg, 젤라틴에는 0.5g/kg, 포도주에는 0.45g/kg, 천연과즙에는 0.15g/kg, 기타 식품에는 0.03g/kg 이상 되어서는 안되는 것으로 사용기준이 제한되어 있다.

색소를 산화시켜 탈색시키고자 할 때는 과산화수소와 같은 산화제의 사용이 허가되어 있는데, 이것은 물과 산소로 분해되며 발생기 산소를 내어 표백작용을 하는 것으로 완전히 분해되면 무해하지만 그렇지 않을 경우 유해하다. 이것은 표백과 살균작용을 함께 하므로 생선목이나 국수의 부패를 방지하기 위하여 과산화수소로 표면처리하는 경우가 있다. 이렇게 처리한 식품은 조리할 때 뜨거운 물로 잘 씻고 충분히 가열하여 과산화수소가 완전히 분해되도록 해야 한다.

〈허용표백제및 사용 기준〉

표 백 제 명	사 용 기 준 (아산화황으로서의 잔존량)
메타중 아황산 칼륨 (potassium metabisulfite) 무수 아황산 (sulfur dioxide) 아황산 나트륨(결정) (sodium sulfite) 아황산 나트륨(무수) (sodium sulfite anhydrous) 산성 아황산 나트륨 (sodium bisulfite) 차아 황산 나트륨 (sodium hyposulfite)	- 당밀, 물엿 0.3 g/kg 이하 - 엿 0.4 g/kg 이하 - 과실주 0.35 g/kg 이하 - 천연과즙 0.15 g/kg 이하 - 건조과실류(건포도 제외) 2 g/kg 이하 - 곤약분 0.9 g/kg이하 - 새우살 0.1 g/kg이하 - 기타 식품(참깨, 두류, 서류, 과실류, 채소류 및 그 단순가공품(탈피, 절단등) 제외) 0.03 g/kg 이하
과산화수소 (hydrogen peroxide)	- 최종 식품의 완성 전에 분해 또는 제거할 것

5. 아황산계 표백제

아황산계 표백제는 모두가 환원력이 강한 아황산을 발생하고 이것이 황산으로 산화되는 과정에서 착색물질을 환원하는 강한 표백작용을 나타낸다. 식물성 식품의 갈변에는 주로 폴리페놀옥시다아제가 관여하는데 아황산은 이 작용을 강하게 저지하는 역할을 하며 건과류, 박고지의 제조와 우엉, 연근, 감자, 고구마, 토란 등의 갈변 방지에 널리 사용한다.

아황산은 포도당과 부가물을 만드는 성질이 있고 케토(keto)화를 일으키지 않는 것으로 갈변을 일으키지 않을 뿐만 아니라 갈변반응의 중간체인 디옥시글루코산도 아황산과 반응하여 부가물을 형성하여 갈변반응을 일으키지 않으므로 아황산계 표백제는 식품의 당아미노 반응에 의한 갈변방지(된장, 포도주등)에도 효과가 있다. 더욱이 아황산은 미생물의 번식을 억제하는 작용을 하고 방부(살균)와 발효의 억제 목적으로도 사용하는데, 이 경우에는 표백, 갈변에 비하여 아황산량이 적더라도 가능하다(10ppm 정도).

예로 포도주의 발효공정 및 천연과즙 등에 아황산염을 사용하는 것은 이러한 이유 때문이다. 식품의 갈변방지를 위하여 거의 아황산계 표백제를 사용하여 왔는데 현재 아황산에 의한 천식과 알레르기 반응 때문에 사용이 전면 금지되고 있는 상태이다. 한편 FASEB(Federation of American Societies for Experimental Biology's Life Research Offices)로부터 FDA에 보고하기를 중아황산염을 소량 첨가함으로써 방사선으로부터 보호하고 벤조피렌에 의하여 유도되는 발암을 저지할 가능성이 있다고 하였다. 즉 극소량의 아황산염(100ppm)을 투여하면 X선에 의하여 발생하는 Free Radical과 벤조피렌을 소거(Quenching)하는 작용을 하여 발암을 저지할 수 있다고 보고하였다. 따라서 아황산의 사용금지 여부는 보다 더 신중을 기하여 결정할 문제이다.

아황산계 표백제의 특징은 아래와 같다.

- ① 무수아황산은 유황을 연소하여 얻는데, 제법은 간단하나 기체이므로 취급이 곤란하여 혼연 이외에는 사용할 수 없다.

- ② 차아황산나트륨은 아황산염보다 환원력이 강하고 허가된 아황산계 표백제 중에서 가장 환원력이 강하다.
- ③ 아황산나트륨은 비교적 저렴하고 수용액은 알칼리성으로 된장, 콩자반 등의 표백(표백 후 아황산을 수세한 것)에 적합한데, 냄새가 강한 것으로 식품에 직접 첨가하는 경우에는 적당치 않다. 또 아황산염은 중아황산염(아황산수소나트륨 및 메타중아황산나트륨)에 비교하여 조직으로의 침투가 빨라 사과 등의 경우 -7℃에서 20분간이면 완전하게 침투하는데 중아황산염은 -7℃에서 24시간, 15-25℃에서는 8시간 소요된다. 그러나 과일, 야채 등은 산성이기 때문에 아황산염은 pH를 조절하지 않으면 그대로 사용할 수 없다.
- ④ 메타중아황산칼륨은 다른 아황산계 표백제에 비교하여 값이 높기 때문에 주류에 주로 사용하고 다른 아황산염에 비하여 냄새가 가장 적어서 주류와 같은 이미이취(異味異臭)를 싫어하는 제품에 적합하다.

6. 인공감미료

식품에 단맛을 주기 위하여 사용되는 화학적 합성품으로 설탕·포도당·꿀과 같은 천연감미료와 구별된다. 사카린·dulcin·시클라메이트·아스파탐·소르비톨 등이 알려져 있다. 단맛이 천연감미료보다 높아 식품공업에서 널리 사용되었으나, 인체에 유해하다는 것이 알려져 사용이 금지되었다.

사카린이 쥐에서 방광암을 일으키고 세균에서는 돌연변이를 일으키지는 않으나 시험관에서 배양한 햄스터 세포와 사람 세포에서는 돌연변이를 일으켰다고 하여 FDA에서는 사카린의 위험성을 경고하고 있으며 캐나다에서는 1977년 식품에서의 사카린 사용을 금지하고 있다.

현재는 사카린이 식빵·이유식·사탕류를 제외한 식료품에 첨가물로 사용이 허가되며, 아스파탐은 청량음료에, 소르비톨은 당뇨병 환자식에 이용된다.

유럽식품안전국(EFSA)이 정한 식품첨가제의 1일 섭취허용량(ADI)에 따르면 아스파르탐의 ADI는 체중 1kg당 40mg으로 성인의 경우 하루 평균 2,800mg, 3세 아이들에게는 600mg의 아스파르탐의 섭취가 허용돼 있다.

3억 7천 5백만 명의 유럽인들은 아스파르탐을 매년 2,000톤씩 소비한다. 아스파르탐은 설탕보다 180~200배 더 달다.

아스파르탐이 암, 탈모, 우울, 치매, 행동장애(behavioral disturbance), 기타 인터넷에 나와있는 증상을 유발한다는 근거는 없다. 식품규격청(FSA), 유럽식품규격청(EFSA), 식품의약품청(FDA) 같은 기관들은 식품과 건강 간의 관계를 모니터링하고 의심할 만한 점이 있는 경우 그에 대한 연구를 수행한 결과, 생화학 연구, 임상연구, 행태 연구를 통해 페닐케톤뇨증을 앓고 있는 사람을 제외하고는 아스파르탐의 일일허용섭취량인 40mg/kg/day는 전적으로 안전하다는 결론을 얻었다.

7. 착색료

식품의 빛깔을 내기 위해 첨가하는 물질로 식용색소라고도 한다. 천연색소와 인공색소가 있는데, 천연색소는 예로부터 사용된 황색의 심황, 치자, 사프란, 녹색의 엽록소 등이 있다. 엽록소는 가루차, 쭉과 같은 녹색식물을 이용한 것이다.

현재 많이 사용되고 있는 것은 인공색소이며, 이에는 타르계 색소와 비타르계 색소가 있다. 타르계 색소는 원래 직물의 염료로서 합성된 것으로 유해한 것이 많기 때문에 사용을 엄격하게 규제하고 있다. 현재 허가되어 있는 것은 식용색소 녹색3호, 적색2호, 적색3호, 청색1호, 청색2호, 황색4호, 황색5호 뿐이다. 면류, 겨자, 단무지, 과일주스, 젓갈류, 천연식품, 고춧가루, 소스, 잼, 케첩, 식육제품, 버터, 마가린 등에는 사용이 금지되어 있다. 목적하는 빛깔을 내기 위해서는 허가된 색소들을 배합한다.

비타르계 색소는 천연색소를 화학 합성하거나 화학 처리한 것으로 β -카로틴, 수용성 안나토, 황산구리, 산화제이철, 캐러멜, 구리 및 철 클로로필린나트륨, 산화티타늄 등이 허가되어 있다.

제4절 잔류농약

농약은 병해충과 잡초의 발생으로 인한 소실을 방지하고, 식량의 안정공급을 가능케 하며 노동력 부족을 대체할 수 있는 가장 경제적이고 빠른 효과를 나타내는 화학물질이다. 따라서 농산물의 증산에 필수적 수단이 되는 농약의 사용이 날로 증대되고 있어 농약이 식품 중에 잔류하는 기회도 그만큼 많아진다. 농약은 대부분이 독성이 강하므로 농약을 사용하는 사람의 급성중독 사고 및 자살 등을 위한 인위적 사용에 의한 사고가 대부분이나 최근 개발된 농약들의 경우 과거에 비하여 분해가 빠르고 인축에 대한 독성도 약하다. 그러나 환경 및 식품 등을 통한 잔류농약의 만성적 노출은 아직도 정확한 폐해를 파악하기 어려운 만큼 가능한 농약의 잔류를 최소화할 필요가 있다.

1. 농약의 분류

농약은 사용목적이나 작용특성, 형태, 성분특성 등에 따라 다양하게 분류할 수 있다.

사용목적 및 작용특성에 따른 분류

(1) 살균제(Fungicide)

살균제는 보호살균제(protectant), 직접살균제(eradicant), 종자소독제(seed disinfectant), 토양소독제(soil disinfectant), 방부제 등으로 분류한다. 보호살균제는 병원균의 포자가 발아하여 식물체내에 침입하는 것을 방지하기 위해 사용되는 약제로 병이 발생하기 전에 작물체에 처리하여 예방을 목적으로 사용되는 농약이다. 보호살균제는 약효 지속기간이 길어야 하며, 물리적인 부착성 및 고착성이 양호하여야 하며 석회보르도액이 이에 해당된다. 직접살균제는 병원균의 발생, 침입방지, 침입한 병원균을 사멸시키는 작용을 하는 약제로 치료를 목적으로 사용하므로 발병후에도 충분한 방제가 가능하며 항생물질등이 이에 해당된다. 이외 종자나 종묘에 감염된 병원균을 방지하기 위해 사용하는 종자소독제, 토양중의 병원균을 사멸시키기 위하여 사용하는 토양소독제, 과실의 저장중 부패를 방지하기 위한 방부제 등으로 분류하여 병해 종류에 따라서 도열병약, 탄저병약 등으로도 분류한다. 또한, 살균제의 작용특성에 따라서는 흡수저해제, 단백질 생합성저해제, 세포벽형성저해제(키틴 합성저해제) 및 기타 세포 기능저해제, 스테롤 생합성저해제 등으로 분류한다.

(2) 살충제(Insecticide)

살충제는 식독제(소화중독제), 접촉독제, 침투성살충제, 유인제, 기피제, 생물농약 및 불임제 등으로 분류한다. 식독제는 해충의 먹이가 되는 식물의 잎에 농약을 살포하여 부착시키므로 해충이 먹이와 함께 농약을 먹게 되어

해충의 소화기관내 독작용을 나타내게 하는 약제를 말한다. 접촉독제는 살포된 농약이 해충의 피부에 묻어 해충의 체내로 침입함으로써 독작용을 나타내는 약제이며, 이는 직접 해충의 몸에 약제가 접촉하였을 때만 살충작용을 나타내는 직접접촉독제와 해충에 농약이 직접 묻었을 때와 약제가 살포된 장소에 접촉되어 살충효과를 나타내는 잔류성 접촉독제로 구분할 수 있다. 침투성 살충제는 약제를 식물의 잎 또는 뿌리에 처리하여 식물체내에 흡수 이행시킴으로써 식물체 각 부위에 분포시켜 식물의 즙을 빨아먹는 해충을 사멸시키는 농약을 말한다. 이 밖에 유인제는 해충을 일정한 장소로 유인하여 사멸시키는 약제를 말하며, 기피제는 유인제와는 반대로 농작물 또는 저장 농산물에 해충이 접근하지 못하게 하는 약제이다. 생물농약은 해충의 천적을 이용하여 해충을 방제하는 농약이며, 병원균에 길항하는 미생물도 일종의 생물농약에 해당된다. 불임제는 해충을 불임화시켜 번식을 막는 약제이다.

(3) 살응애제(Acaricide, Miticide)

살응애제(살미제)는 선택성이 있어서 곤충류에 대해서는 살충효력이 거의 없고 응애류(mites)에만 효력을 나타내는 약제이다. 살응애제는 식물체에 살포된 농약이 응애의 외피에 접촉하거나, 식물체에 침투된 농약을 흡수하여 독성을 일으키는 것이다.

(4) 살선충제(Nematocide)

살선충제는 식물의 뿌리에 기생하는 선충을 죽이는 침투성 살충제와 토양중의 선충을 죽이는 토양훈증제가 이에 속하며, 살선충제는 일반적으로 토양의 다른 해충에 대해서도 효과를 나타낸다.

(5) 제초제(Herbicide)

제초제는 농업에 있어서 가장 많이 사용하는 농약으로, 작물이 필요로 하는 양분을 수탈 또는 작물의 생육환경을 불리하게 하여 작물생육에 경쟁적

식물인 잡초를 방제하기 위하여 사용되는 약제로서, 그 작용특성에 따라서 선택성 제초제와 비선택성 제초제로 구분하며 작용기작에 따라 광합적 저해제, 광활성화에 의한 독물생산제, 산화적 인산화 저해제, 식물 홀몬작용 저해제, 단백질 합성 저해제 등으로 구분한다. 또한 제초제는 사용하는 시기에 따라서 발아전 처리제, 발아후 처리제로 구분한다.

(6) 식물생장조정제(Plant growth regulator)

식물의 생장을 촉진 또는 반대로 억제하거나 개화촉진, 착색촉진, 낙과방지 또는 촉진 등 식물의 생육을 조정하기 위하여 사용되는 약제를 말한다. 식물생장조정제는 작물의 성장, 생육을 인위적으로 조절하여, 농업생산의 경제성을 높이기 위하여 이용되고 있는데 최근에는 과실, 채소 등의 상품성 향상, 출하시기의 조정 등 농업의 생산성에 있어서 중요한 자재로서 사용되고 있다.

사용형태에 따른 분류

농약은 그 형태에 따라서 약효, 약해 및 안전성등이 크게 달라지므로 농약을 개발하는 경우, 농약의 상품을 제조하는 기술은 새로운 화합물을 개발하는 것 못지않게 매우 중요하다. 농약의 상품형태 즉, 제품의 외관에 따라 분류하는 방법으로 유제, 수화제, 액제, 수용제, 액상수화제, 분제, DL분제, 입제, 미립제, 정제, 훈증제, 훈연제, 연무제, 호상제 등으로 분류된다.

〈 사용형태에 따른 분류〉

유제	물에 녹지 않는 농약의 주제를 용제에 용해시켜 유화제인 계면활성제를 첨가해 제조한 것
액제	주제가 수용성인 것으로 가수분해의 우려가 없는 경우에 주제를 물에 녹여 동결방지제를 첨가해 제제화한 것
분제	주제를 증량제, 물리성개량제, 분해방지제등과 균일하게 혼합분쇄해 제조
수화제·수용제	주제의 수용성 여부 및 제조할 때 사용되는 증량제의 종류에 따라 구분
입제	침투이행성이 있는 농약주제를 흡착, 압출 또는 피복에 의하여 입자상으로 제조한것
훈증제	비점이 낮은 농약주제를 액상, 고체상 또는 압축가스형태로 용기 내에 충전한 것으로, 용기를 열어 대기중에 가스상태로 방출되어 작용한다.
정제	분제나 수화제와 같이 제제한 농약을 일정한 크기로 만든 것을 말하며, 주로 저장곡물 병해충방제에 사용한다.

주성분에 따른 분류

농약의 성분특성에 따라 무기농약, 천연유기농약, 합성유기농약으로 구분할 수 있고, 합성유기농약은 유기인계, 유기염소계, 카바메이트계, 유황계 농약등으로 구분할 수 있다.

〈성분 특성에 따른 분류〉

무기농약	비소계, 수은계, 붕소계 및 불소계 무기농약
천연유기농약	로테논, 제충국 및 니코틴
합성유기농약	유기염소계, 유기인계 및 카바메이트계 농약

농약의 분해속도는 구성성분의 화학구조 특성에 따라 각각 다르다. 농약의 잔류 정도에 따라 구분을 하면 아래와 같다.

잔류성	잔류기간	화학적분류	예시
비잔류성	1~2주	유기인제, 카바메이트제	Malathion, methylparathion, parathion, carbaryl 등
보통잔류성	1~18개월	-	2,4-D, atrazine 등
잔류성	2~5년	유기염소제	DDT, BHC, lindane, aldrin, eldrin, chlorodane, heptachlor, camphechlor
영구적 잔류성	영구잔류	수은, 비소및납합유물	Phenyl mercury acetate, arsenate of lead

독성정도에 따른 분류

급성독성에 따른 구분은 제품농약의 LD₅₀을 기준으로 하며, 농약의 물리적 상태에 따라 액체와 고체로 나누어 나타내면 다음과 같다.

구분	LD ₅₀ (mg/kg)			
	급성경구		급성경피	
	고체	액체	고체	액체
맹독성(I급)	5 미만	20 미만	10 미만	40 미만
고독성(II급)	5 이상 50 미만	20 이상 200 미만	10 이상 100 미만	40 이상 400 미만
보통독성(III급)	50 이상 500 미만	200 이상 2000 미만	100 이상 1000 미만	400 이상 4000 미만
저독성(IV급)	500 이상	2000 이상	1000 이상	4000 이상

어독성정도에 따른 농약의 구분은 농약의 어독성 구분은 제품농약의 잉어에 대한 LC₅₀(유효성분)을 기준으로 한 것이며, 벼재배용 농약인 경우에는 잉어 이외의 다른 어류에 대한 독성시험성적을 고려하여 구분한 것이다.

II급 또는 III급에 속하는 농약이라도 하더라도 전국적으로 연간사용량이 많아 10아르당 평균사용량이 유효성분으로 0.1kg을 초과하고, 잉어에 대한

LC₅₀(ppm)을 10아르당 농약사용량에 대한 유효성분량(kg)으로 나눈 값이 5 미만인 농약은 I급으로 분류하고 있다.

구분	LC ₅₀ (ppm, 48시간)
I 급	0.5 미만
II 급	0.5 이상 - 2 미만
III 급	2 이상

2. 국내외 관리동향

세계 각국에서는 농약으로 인한 위해를 사전에 방지하기 위해 농약의 사용을 규제하고 있다. 또한 FAO/WHO의 농약잔류 문제를 다루는 합동위원회(JMPR)에서는 농작물이나 식품 중의 잔류농약을 평가함에 있어서 다음의 세 가지 전제조건을 매우 중시한다. 첫째, 해당 농약의 주요 물리적·화학적·생물학적 특성, 둘째 철저한 감독하에서 수행된 시험성적이나 선별연구를 통해 얻은 신빙성 있는 농약 잔류자료, 셋째 잔류농약의 독성 가능성을 평가하기 위한 신빙성 있는 독성자료를 요구하고 있는데 이를 통하여 사람에게 대한 1일 섭취허용량을 평가할 수 있는 자료이어야 한다.

농약의 규제 방법으로는 농약의 사용방법 측면에서 수확 전 사용기간 (preharvest interval)을 제한하는 방법과 유통단계에서 농산물 및 축산물 등의 농약 잔류량을 규제하는 잔류허용량(tolerance of residue 혹은 maximum residue limit) 설정법이 있다. 전자는 농약의 분해성과 사용 농작물의 수확시기 등을 고려해 수확 전 최종사용일, 사용횟수, 사용방법 등을 규정한 농업상의 제한에 의한 방법이며 후자는 농작물이 식품으로서 상품화되는 단계에서 잔류하는 농약의 양을 제한한 식품위생상의 입장에서 규제하는 방법이다. 이론적으로는 수확 전 사용기간 등 농약의 올바른 사용법을 준수하는 경우 유통단계의 농약잔류허용량은 초과될 수 없도록 설정되어 있다. 그러나 주요작물과는 달리 생산량이 적은 소면적 재배작물들의 경우 농약회사의 사용농약 등록 기피로 아예 사용할 수 있는 농약이 없어 농약 불법 사용의 사각지대에 놓여있는 경우가 빈번하다.

우리 나라에서 잔류농약을 규제하는 법적 근거는 아래 표와 같이 식품 중 잔류농약의 경우는 식품위생법에 의거해 보건복지부에서 관장하며, 농산물이나 수질·토양 중 농약잔류는 환경보존법에 의거하여 환경부에서 담당하고 있다. 또한 농약의 작물별 안전사용기준 설정은 농약관리법에 의거, 농림부(농약연구소)에서 관장하고 있다.

관리대상	담당기관	관계법규
식품 중 잔류농약	식품의약품안전청	식품위생법 제7조
농산물·수질·토양 등의 잔류농약	환경부	환경보존법 제42조
농약의 안전사용기준	농림부 (농촌진흥청 농업과학기술원)	농약관리법 제18조

3. 농산물 중 잔류농약 제거법

농산물 및 농약의 종류, 농약이 묻어있는 형태 등에 따라서 차이가 있지만 국내·외 연구결과에 의하면, 특히 비침투성 농약의 경우 물로 비벼 씻거나 껍질을 벗기거나 조리하면 농산물에 묻어 있거나 들어있는 농약을 상당부분 제거할 수 있다.

가능한 많은 양의 물에 담가 비벼 씻은 후, 흐르는 물에 몇 차례 더 씻는다. 채소·과일을 깨끗한 물에 약 5분 정도 담근 후 흐르는 물에 약 30초 정도 문질러 씻기만 해도 채소류의 경우는 약 55% 정도, 과일류의 경우는 약 40% 정도의 잔류농약이 제거된다. 특히 깻잎의 경우, 5분간 수돗물에 담가 두었다가 흐르는 물로 씻었을 때는 10초만 문질러 씻어도 평균 43%정도가 제거되며 20~40초간 씻으면 평균 65~69% 정도 감소한다. 결론적으로 깻잎을 수돗물에 5분정도 담가두었다가 20~30초간 문질러 씻는 것이 가장 효과적이다.

사과나 포도 같은 과일은 물로 씻은 후 껍질을 벗기면 대부분 (85~100%)의 농약이 제거된다. 삶거나, 데쳐 먹는 채소류의 경우 2분간만 물에 삶거나 데쳐도 대부분(83%)의 농약이 제거된다.

한편 양배추, 배추와 같은 엽채류의 농약은 주로 바깥 부분에 묻어 있으므로 바깥쪽의 잎을 떼어 버리고 물로 몇 차례 씻으면 농약을 제거할 수 있으며 닭고기나 생선 같은 동물성 식품의 경우 농약이 주로 지방성분에 잔류하고 있으므로 지방이 많은 부분(닭고기나 생선의 경우, 껍질)을 가능한 한 제거하고 먹는 것이 좋다.

따라서 농약이 허용기준³⁴⁾ 이상으로 잔류하는 농산물이라도 잘 씻거나 삶고 데치거나 껍질을 벗겨 먹으면 잔류농약의 상당 부분이 제거된 상태가 된다.

34) 농약잔류허용기준 : 우리가 농산물을 씻거나 가공하지 않은 상태로 먹는다고 가정하고 그 농산물을 평생동안 먹어도 우리의 건강에는 아무 영향을 주지 않는다고 현재의 과학으로 평가된 농약 잔류량

4. 농약의 독성

(1) 유기염소계 농약

유기염소계 살충제는 살충력이 강하고 적용범위가 넓으며, 저렴한 비용으로 대량생산이 가능하지만, 저항성해충의 유발, 유용천적의 살해, 어류독성, 인축에 대한 잔류독성문제등을 나타낸다.

유기염소계 농약은 dichlorodiphenylethane-, chlorinated cycloidiene, 그리고 chlorinated benzene-과 cyclohexane-관련 구조를 포함하는 세 개의 화학물질군에 속한 다양한 화학물질이며, 이들은 잔류성이 높고 생물농축계수가 높은 농약으로 우리나라에서는 1960년대 및 1970년대에 모두 사용금지되었다.

Dichlorodiphenylethanes	DDT, DDD, Dicofol, Perthane, Methoxychlor, Methlochlor
Cyclodiens	Aldrin, Dieldrin, Heptachlor, Chlordane, Endosulfan
Chlorinated benzenes cyclohexanes	HCB, HCH, Lindane (α -BHC)

살충제나 제초제로 주로 이용되는 유기염소제는 일반적으로 유기인체에 비해 독성이 작아서 급성중독사고는 적은 편이다. 그러나 잔류성이 크고 지용성이기 때문에 인체의 지방조직에 축적되므로 각국에서는 사용금지나 사용에 있어서의 조치를 강구하고 있다. 일반적으로 유기염소제는 안정해서 토양중에서도 오랫동안 잔류하므로 물을 오염시킴과 동시에 다른 생물체를 통해 음식물로 이행·농축되고 만성중독을 일으킬 가능성이 크다.

유기염소계 농약에 중독될 경우 중추신경 또는 말초신경에 작용하여 가축을 흥분 또는 마비시킨다. 중독의 초기 증상은 두통, 현기증, 전신 권태감, 메스꺼움, 구토 등이 있으나 중증이 되면 경련발작, 의식장해를 일으키며 방치하면 호흡마비에 의해 사망한다. 치료법은 진정제, 진경련제를 투여하는 방법이 있다.

일반적으로 경구적으로 농약을 섭취한 경우, 농약을 가능한 빨리 몸 밖으로 배출시켜야 한다. 위세척을 한 후 흡착제를 투여하거나 설사, 이뇨제를 투여하

거나 혈액투석을 실시하기도 한다.

유기염소계 농약의 독성 및 작용기전

유기염소계 농약은 생태계와 실험실동물 모두에서 강력한 에스트로젠 활성과 효소 유도작용이 있다는 결정적인 연구결과가 있으며, 특히 DDT계 농약은 수정능력과 번식에 직·간접적으로 영향을 미친다. 조류의 경우 이러한 저해작용은 스테로이드 대사와 관련이 있으며, 알껍질이 둥지에서 견딜만큼 충분하게 칼슘의 이동이 일어나지 않아 알껍질이 깨지고 박테리아가 침입하여 발생중인 배자의 사망을 초래한다는 보고도 있다. 어류에서는 난황에 이러한 물질들이 농축되어 생식계의 부작용을 일으킨다. 많은 연구결과 이러한 화학물질들과 대사체가 체내에 점차 축적되고 서서히 배설된다고 한다. 유기염소계 화합물이 북미와 유럽에서는 금지되었음에도 불구하고 제 3세계와 개발도상국에서는 제조가 저렴하고, 효과가 높으며 대체물질이 거의 없고 위험성에 비하여 유익성이 상대적으로 상당히 높다는 점 때문에 농업용과 보건에 해충구제를 위하여 계속 사용하고 있다. 따라서 이러한 살충제들은 아직 독성학적으로 중요하다.

중독에 의한 사망이 거의 보고되지 않는 DDT와는 달리 cyclodien과 hexachlorocyclohexane계 살충제는 중독에 의한 사망이 많이 보고되어 있다. 염소화된 cyclodiene 살충제들은 가장 독성이 높고 환경중 잔류하는 살충제로 알려져 있다. 낮은 용량에서도 이 화합물들은 덜 심각한 증상이 나타나기 전에 경련을 유발하는 경향이 있다. DDT와 다른 염소화 cyclodiene들의 중요한 차이점은 후자가 피부를 통하여 효과적으로 흡수되고 따라서 직업적으로 노출되는 개인에게는 충분히 유해할 수 있다. 이러한 화합물에 저농도로 장기간 노출되는 경우 중추신경계의 감가과 운동 부위에 걸친 광범위한 증후와 증상을 나타낸다. 알려진 신경독성 외에 aldrin과 dieldrin은 랫트와 개에서 생식을 방해하고 신생자의 사망률을 증가시킨다고 보고되었다. 임신한 마우스에 dieldrin을 투여한 결과 골화 지연, 늑골수의 증가와 같은 기형유발영향이 초래되었다.

유기염소계 화합물인 chlordane(Kepone)을 제조하는 과정에서 부주의로 이 화합물과 이와 유사한 살충제인 mirex에 의해 버지니아주의 Hopewell에 있는

공장에서 148명 중 76명의 노동자들이 심각한 신경성 증상을 초래하는 사건이 발생한 사례가 있다. 이는 “Kepone shake”로 알려졌는데, 진전, 보행이상, 행동변화, opsoclonus, arthralgia, 두통, 흉통, 체중감소, 간비대, 비장비대와 발기부전과 같은 증상이 특징으로 나타나며, 일반적으로 처음 노출 후 30일 이내의 잠복기를 지나 나타나며 노출을 중지한 후에도 몇 달간 지속된다고 한다. 실험실적 연구결과 정자수의 감소와 정자 운동성 감소가 보고되었다. chlordecone의 주요한 많은 독성증상들은 동물실험에서 확인되었는데, 주요 독성 표적장기는 중추신경계, 간, 부신과 고환이다. 다른 유기염소계 살충제와 마찬가지로 chlordecone은 간중양과 간 이외의 장기에서 나타난 악성 종양의 형성과 관련되어 있으며, 암컷이 수컷보다 더 민감하다고 한다. Mirex는 특히 수컷에서 간비대를 유발하고 용량이 늘어남에 따라 종양성 결절과 간암유발가능성이 커진다.

식품중 유기염소계 농약의 농축과 축적 현상은 이미 잘 알려진 사실로서, 일단 화학물질이 생체내에 들어오면 생체내 대사는 예외적으로 느리게 진행되는 데 그 이유는 부분적으로 복잡한 aromatic ring 구조와 염소가 치환된 정도 때문이다. 이는 이러한 ring 구조가 생체내 조직 중 효소에 의해 제거되기가 극히 어렵기 때문이다.

지방/물 분배계수가 높아 지용성인 유기염소제는 지방 함량이 높은 체내 장기(간, 신장, 신경계 및 지방세포)에 유입되어 일부 생리작용을 나타내거나 지방세포의 경우에는 저장된 상태로 남아있게 된다. 사람에 대한 연구와 동물실험 결과 모두에서 DDT의 일일 섭취량과 지방세포내 잔류량 사이에는 관련성이 있으며, 섭취량과 배설량 사이에는 평형상태가 되어 일정한 수준을 유지한다고 한다. 노출 중단 이후 유기염소계 살충제는 생체내에서 서서히 배설된다.

유기염소계 살충제의 물리화학적 특성을 고려해 보면, 이들 화합물이 모든 농작물에 광범위하게 사용되었던 1956년대와 1960년대에 사람 체내에 머무르게 되었다고 하는 것이 놀라운 일이 아니다. 지역, 사용의 정도, 직업적 그리고 사고에 의한 노출 및 식습관에 따라 사람의 지방세포에 DDT는 5ppm, 총 DDT-관련 화합물은 약 15ppm가 존재한다고 한다. 체내 지방조직에 유입된 다른 유기염소계 살충제의 농도는 DDT 만큼 높지 않다. 전 세계적으로 이러한 살충제의 사용감소 및 금지에 따라 이 살충제의 체내 축적이 서서히 감소하게 되었다.

유기염소계 중독에서 생명을 위협하는 상태는 중추신경계의 반복적인 자극에 의한 진전, 발작과 호흡장애(hypoxemia와 acidosis)이다. 일반적인 위세척과 함께 반복적으로 diazepam(0.3mg/kg, i.v.; 최대 10mg) 또는 phenobarbital(15mg/kg, i.v.; 최대 1.0g)을 경련 조절목적으로 천천히 투여한다.

(2) 유기인계 농약

현재 사용하고 있는 농약중 가장 많은 종류가 있으며, 유기인계 농약의 구조는 인(P)을 중심으로 각종 원자 또는 원자단으로 결합되어 있는 구조이며, 결합된 산소(O) 및 황(S)의 위치 및 수에 따라 포스페이트, 포스포로치오에이트, 포스포네이트 등 여러 가지로 세분된다.

유기인 화합물은 살충제의 종류에 있어서나 실용면에서 가장 우수하다. 유기인체는 적용범위가 넓어 곤충·응애 등에 좋은 효과를 지니며, 식물체 내에 흡수되어 침투성 효과가 있고, 유효성분이 신속하게 분해되어 잔류문제가 없으며, 곤충의 신경계를 침해하여 효과를 보이는 신경독제이다. 팔티온·이피엔·다이아지논·메타시스톡스·말라티온·스미치온·DDVP·디프테렉스 등이 많이 사용되고 있는 유기인제이다.

유기인계, 카바메이트계, 합성 피레트린계 살충제는 모두 신경독으로 작용하는 약제들이다. 특히 유기인계·카바메이트계 살충제는 신경전달 물질인 아세틸콜린의 분해에 관여하는 콜린에스터라제라는 효소의 작용을 억제함으로써, 자극전달이 계속되므로 생리적인 이상을 일으켜 중독상태에 이르게 된다. 곤충류의 뇌신경에는 온혈동물의 뇌신경보다 다량의 아세틸콜린 및 콜린에스터라제가 존재하기 때문에 살충작용이 심하게 일어난다.

유기인계 살충제의 작용상 특성은 다음과 같다.

- 살충력이 강하고 작용해충의 범위가 넓다.
- 동/식물 체내에서의 분해가 빠르다
- 야외살포에 있어서 광선 등에 의해 소실되기 쉬운 경향이 있다.
- 일반적으로 잔효성이 짧고 해충이 이에 접하는 기간이 짧아 내성을 일으키기 어렵다.

- 인축에 대한 독성이 강하다.
- 알칼리에 대해 분해되기 쉽다.

유기인제 중독의 증상과 증후군은 유기인제가 신경세포내의 콜린에스터라제의 작용을 억제함으로써 아세틸콜린이 축적되어 혈액이나 조직 중에 자극 전도가 안 되기 때문이다. 그 결과 부교감신경 증상(식욕부진·메스꺼움·구토·다한·cyanosis), 교감신경 증상(혈압상승), 니코틴 증상(전신경련·근력감퇴), 중추신경 증상(현기증·두통·발열·혼수) 등을 나타낸다. 급격한 사망의 원인은 호흡장애로 인한 질식으로 이의 관련 요인은 기관경축, 호흡근육, 마비 및 호흡중추마비이다.

유기인계농약에는 dichlovos, parathion, parathione-methyl, azinphos-methyl(Guthion), chlorfenvinphos, diazinon, dimethoate, disulfoton(Di-Syston), malathion, mevinphos와 trichlorfon(Dipterex)등이 포함된다.

유기인계 에스테르 살충제는 1937년 최초로 Farbenfabriken Bayer AG에 근무하는 Gerhard Schrader가 이끄는 독일의 화학자들에 의해 합성되었다. 그들이 만들었던 많은 화합물들이 극히 독성이 높은 것으로 밝혀졌는데 불행하게도 제2차 세계대전시 나찌의 지배하에 있었으며, 이들중 일부는 화학전쟁용 물질을 개발하였다. 유기인계 에스테르의 모든 화합물들이 ‘신경가스’(soman, sarin, tabun)로부터 유래되었으나 매스컴에서 주장하듯이 오늘날 사용되는 살충제는 이러한 고독성 화합물과는 거리가 먼 ‘3세대’ 화합물이다. 상업적으로 사용되었던 최초의 유기인계 에스테르 살충제는 tetraethylpyrophosphate (TEPP)이었는데, 효과는 있었으나 모든 생물체에 강한 독성을 나타내었고 습기 존재하에서는 쉽게 가수분해되는 화학적 안정성이 큰 문제였다. 이후 개발은 환경중 지속적으로 존재할 수 있는 더 안정한 화합물을 만드는 방향으로 되었으며 1944년 parathion이 탄생되었고 곧 이어 산소계 유사체인 paraoxon이 탄생되었다. 이 두 개의 화합물이 살충제로써 만족 할만한 특성(낮은 휘발성, 광선과 습기에 대한 안정성, 환경중 지속성)을 가지고 있으나, 포유류에 독성을 나타내고 대상 생물체와 비대상 생물체 모두에 작용하는 등 선택성이 없었다. DDT가 parathion으로 대체되던 1950년대 일련의 중독 사망사건이 일어났는데, 이는 노동자들이 그들

이 익숙하였던 비교적 무해한 유기염소계 살충제와 이 화합물이 상당히 다르다는 것을 인지하지 못하여 일어났다. Parathion에 의한 심각한 중독사건이 많이 발생하자 대상 생물체에만 선택적으로 독성을 나타내고 생태계, 가축과 사람에는 독성이 적은 유사체를 찾게되었다.

구조는 다양하지만 유기인계와 carbamate ester계 살충제가 독성을 나타내는 기전은 동일하며 신경조직중 신경전달물질인 아세틸콜린(ACh)의 생리활성을 종결시키는 효소인 아세틸콜린에스테라제(AChE)의 억제작용과 관련되어 있다.

항콜린에스테라제 살충제의 중독증상은 DuBois에 의하여 처음으로 보고되었으나, 최근에는 지속적인 신경독성증상이 추가로 알려지게 되었다. 첫 번째로 자살시도등의 목적으로 고농도의 살충제에 노출됨으로써 나타나는 영향들은 노출 후 몇 달간 지속되고 신경행동, 신경근육, 인식등에 영향이 있다.

이러한 자연성 정신병리학적-신경학적 병변의 증상에 대한 증거는 제 2차 세계대전 당시 고독성의 ‘신경가스’를 생산하고 취급하였던 노동자들에 대한 연구에서 Spiegelberg에 의해 보고되었다. 이 부류의 환자들은 증상학적 측면에서 두 개의 군으로 나눌 수 있다. 첫 번째의 더 큰 군에서는 지속적인 활동성과 의욕감퇴, 두통과 위장관 및 심혈관계 증상으로 시발되는 자율조절기능 결함, 성욕감퇴, 알코올, 니코틴과 여러 가지 약물에 대한 내성, 더 나이들어 보이는 인상등으로 특징지어진다. 두 번째 군은 위의 증상에 더하여 실신발작, 미약한 건망증과 치매증상, 미약한 기관신경학적 결함 등의 증상이 한 두가지 더 추가된다. 이러한 증상들은 세계대전 동안 가장 고독성의 유기인산 에스테르에 노출된 후 유발되었다가 일부는 5~10년까지 지속되었다. Gershon and Shaw(1961)의 보고에서 10~15년 동안 유기인산 에스테르 살충제에 노출되었던 16례에서 광범위하고 지속적인 독성증상이 나타났는데, 이명, 안구진탕, 발열, 운동실조, 진전, 감각이상, 다발성신경염, 마비, 명료하지 못한 언어, 기억소실, 불면, 몽유병, 다몽, 졸음, 피로, 전반적인 쇠약, 불안정, 정신적 혼동, 집중곤란, 불안, 초조, 우울, 정신분열등이 포함된다. 이러한 장기적인 증상과 증후를 지지하는 많은 연구보고가 애매한 점이 있으나 증상의 지속적인 재발을 시사하는 수 많은 일화와 논문이 있었다. 초기의 독성증상으로부터의 회복 이후 수주간 급성으로 중독된 환자에 대한 계속적이고 면밀한 관찰과 치료를 통하여 상기한 미묘한 변

화를 확인할 수 있다.

급성중독에서 나타난 대부분의 임상증상들은 수 일에서 수 주 내에 회복되거나 일부 증상, 특히 신경정신 측면의 증상들은 몇 달 또는 더 오래 지속되는 것으로 보인다. 19명의 급성중독 환자에 대한 4개월 간의 조사에서 연구기간 동안 여러 가지 증상들(흐린 시력, 근육쇠약, 오심, 두통, 발한)이 지속되었는데, 이와 함께 혈장과 죽혈구내 콜린에스테라제의 느린 회복이 수반되었다. Rosenstock와 그 동료들은 노출후 2년이 지난 36명의 니카라구아의 중독 농부들에 대하여 신경정신학적 검사를 실시하였는데, 모든 시험에서 대조군에 비하여 수행성적이 나뉘었으며, WHO의 6개의 신경정신 시험법 중 5가지와 언어와 시각집중, 시각적 기억, 시계 운동 속도, 문제해결, 숨씨등을 평가하는 추가의 6가지 시험중 3가지에서 유의적으로 나쁜 수행능력을 보고하였다.

최근 유기인 에스테르 살충제에 노출된 후 나타나는 두드러진 두 번째 증상은 자살기도 환자를 치료하였던 스리랑카의 임상 의들에 의하여 보고되었다. 'Intermediate syndrome'이라 불리는 이러한 마비증상은 급성중독 후 24-96시간 이내에 나타나지만 지연성 신경병이 시발되기 전에 나타나는 일련의 신경학적 증상으로서 사지뿐 아니라 두개신경(목의 굴곡근, 호흡근육)에 의하여 자극받는 근육에 영향을 미침으로써 근육 약화가 주요한 영향이다. 두개신경마비는 일반적인 현상이다. 이 시기에 호흡억제와 응급의 환기가 요구되고 아트로핀이나 oxime에 반응하지 않는 억제상태 때문에 사망의 위험성이 있다. 이러한 중독을 나타내는 화합물은 fenthion, dimethoate, monocrotophos와 methamidophos등이 포함된다.

'Organophosphate-induced delayed neurotoxicity(OPIDN)'이라고 하는 증상은 일부 phosphate, phosphonate와 phosphoramidate ester 등 살충제로 사용되는 일부에서만 유발된다. 역사적으로 거의 100년 전부터 알려졌으며, tri-o-tolyl phosphate(TOTP)라는 물질과 관련이 있다고 한다. 첫 번째 OPIDN의 발생은 영국에서 양조금지기간중 발생했으며, tolyl phosphate ester 혼합물이 오염되거나 질이 낮은 자마йка 진저의 알코올 추출물로 제조한 특정 브랜드의 소비로부터 초래되었다. 이는 약 20,000명에게 증상이 다양하게 나타났으며, 이는 'ginger jake paralysis' 또는 'jake leg'이라고 불리고 미국의 Public Health Service의

Maurice Smith에 의하여 자세히 연구되었다. Maurice는 동물에서 이러한 현상을 다시 보였으며, 독성유발물질이 tri-tolyl phosphate의 세 개의 isomer 중 ortho-isomer라는 것을 발견하였다. 둔한 보행이 나타나는 팔과 다리의 근육쇠약 등의 특징적 증상이 나타나는 초기의 무기력이 뇌성마비, 긴장과도, 반사이상항진, 간대, 이상 반사로 나타나는데 이러한 증상은 추체외로와 상부 운동신경에 대한 장애를 반영하는 것들이다. 많은 경우 회복은 팔과 다리에 한정되고 극단의 경우 장애가 영구적이 되는데 이는 척추의 손상을 의미한다. 제조과정중 사고로 유기인 에스테르 살충제인 mipafox에 의해 유사한 신경증이 유발되었으며, 두 명의 노동자에서 나타난 증상이 Bidstrup와 그 동료들 및 Ecobichon에 의하여 자세히 기술되었다. 1970년대 이집트에서 leptophos라는 인산계 살충제에 의하여 물소들이 중독된 사건이 있었는데, TOTP에 노출 후 관찰되는 증상과 유사한 신경학적 증상이 나타났다. 미국의 제조공장에서 노동자들 사이에 leptophos에 의하여 유발된 신경증이 나타났다는 보고도 있으나 노동자들이 n-hexane과 또 다른 신경독성물질에 동시에 노출되어 논란의 여지가 있다.

Omethoate, trichloronate, trichlorfon, parathion, methamidophos, fenthion과 chlorpyrifos를 포함한 수 많은 유기인계 살충제가 사람에서도 OPIDN을 유발한다고 한다. 그러나 이러한 모든 경우들은 사고 또는 자살목적으로 상당히 고농도의 화합물에 노출되었다는 점을 주목할 필요가 있다. 현재 전세계적으로 사용 중인 200개 이상의 유기인계 에스테르 살충제중 많은 경우 이 특징적인 신경증을 유발한다는 우려가 제기되어, 이 증상에 대한 집중적인 연구, 가장 민감한 종의 확인(닭과 고양이), 모든 살충제를 검색할 수 있는 표준 시험법의 개발 및 이러한 증상을 유발하는 작용기전에 대한 부분적인 규명 등에 대한 연구가 이루어져왔다.

(3) 카바메이트계 농약

최초의 농약계통의 carbamic acid ester는 1930년대 합성되었으며 항공광이제로 시판되었다. Aliphatic ester는 살충작용이 나빠서 1950년대 중반까지는 관심을 끌지 못하였다. 그러나 이후 향콜린에스테라제 활성을 가지고 있고 포유류

에 대한 독성은 낮은 methylcarbamic acid의 aryl ester가 합성되면서 새롭게 관심이 주어졌다. Carbamate 살충제는 Physostigma venenosum 식물의 종자로부터 추출되는 alkaloid인 physostigmin의 유도체로 순수하게 합성된다.

카바메이트계 살충제의 작용기전은 유기인계와 마찬가지로 콜린에스터라제와 그 구조가 유사해 콜린에스터라제의 활성을 저해하기 때문에 정상적인 신경 자극 전달이 방해되어서 생리작용의 이상으로 말미암아 죽음에 이르게 된다. 즉, 콜린에스터라제의 저해에 의해 신경세포 중에 아세틸콜린이 축적되면 신경의 전달이 중단되기 때문에 신경의 이상충분이 일어나게 되는 것이다.

카바메이트계 농약의 특징은 콜린에스터라제의 저해제로서 인축에 대한 독성이 비교적 낮다. 또한 화학적으로 안정해 체내에서 빨리 대사되므로 유기염소제처럼 가축의 체내에 축적되어 만성 중독을 일으킬 염려가 적다. 또한 실용화된 사실이 짧으므로 저항성 해충이 아직 발견되어 있지 않다.

카바메이트계 농약의 작용은 유기인제의 경우와 같이 아세틸콜린에스터라제(AChE) 저해이며 증상은 눈물, 침분비, 세포의 감수분열, 경련, 사망 등의 전형적인 콜린 중독을 보인다. 해독시 아트로핀 설페이트(atropine sulfate)를 사용한다. 흰쥐 실험에서 정맥주사시 콜린 중독증상 이외에 호흡장애와 마미증상이 일어난 것으로 알려져 있다.

카바메이트계 살충제에 의한 급성 중독의 증상과 증후는 유기인계 화합물에서 나타난 증상과 유사하고 단지 독성의 강도와 지속기간만이 다르다. 비교적 짧은 작용기간과 경미한 정도에서 중증도의 증상이 나타나는 가장 명확한 이유는 (1) 카바메이트계 살충제는 대부분의 유기인산 에스테르와는 달리 신경조직 중 AChE에 대한 억제작용이 가역적이라는 것이며, (2) 이 화합물들은 생체내에서 급속히 대사된다는 점이다. 광범위한 독성연구결과, 카바메이트 살충제가 급성 노출 후 단지 일시적이고 단기간의 독성만을 나타내는 ‘비교적 안전한 물질’임이 보고되었으나 사람에서 카바메이트계 살충제에 의한 독성과 사망이 보고된 적도 있으나 이러한 심각한 중독증상은 carbaryl 구조와 관련이 있으며 사고 또는 자살목적으로 고농도에 노출된 결과이다. Carbaryl에 중독된 사례에 대한 정보는 미국 EPA에서 발간한 ‘Carbaryl Decision Document(1980)에 기술되어 있다. 1966-1980년 사이 195명의 중독 사례가 보고되었으며, 이중 3명은 사망, 16

명은 입원치료, 176명은 의료적 주의요망으로 분류된 바 있다. Carbaryl 250mg(2.8mg/kg)의 단위 용량은 성인에서 비교적 심각한 중독을 일으키기에 충분하다. 중등도이나 일시적인 독성이 메소밀(Lannate)과 propoxur(Baygon)과 같이 더 강력한 카바메이트 에스테르계 살충제의 노출 후 관찰된 바도 있다. 최근에는 매우 독성이 높은 카바메이트계 살충제인 aldicarb (Temik)을 미국 캘리포니아에서 수박에, 또한 영국 콜롬비아와 캐나다에서 오이에, 불법적으로 사용하여 소비자에서 심각한 독성이 유발된 적이 있는데, 증상으로는 오심, 구토, 위장관 통증과 설사 등이 보고되었다.

카바메이트계 살충제 노출 후 지연성 신경독성이 나타났다는 보고는 거의 없으나 이러한 보고는 상당한 고용량에 한 번만 노출되거나 최소한의 비교적 고용량에 반복 노출된 후 증상이 나타났다고 하는 점을 고려하여야 한다.

우리가 카바메이트에 대하여 알고 있는 것과 전혀 상반되는 중독사례들도 있다. 한 사례를 보면 한 농부가 스프레이용 carbaryl 제제를 사용하는 도중 자신에게 뿌리게 되었는데, 이후 만성적 다발성 신경염이 유발되었으며, 이러한 증상에는 지속적인 광선공포증, 미약하나 지속적인 감각이상, 최근 기억에 대한 상실, 근육약화, 피로 등이 보고 되었다. 또 다른 사례는 집에서 미세한 carbaryl(10%) 먼지에 8-10개월간 지속적으로 노출된 경우다. 가족 모두가 초기에는 인플루엔자 유사증상을 경험하였다. 그러나 가족 중 연령이 더 많은 남성에서 증상과 증후가 더 악화되었는데, 소화불량, 혈압이 수반된 두통, 이명, 현기, 정신적 혼동, 섬유속성연축이 동반된 주요 골격근의 약화, 말초성 신경염과 대뇌위축이 나타났다. 집으로부터 먼지를 제거하고 환자들의 증상이 개선되었으나 혈장과 적혈구내의 콜린에스테라제가 감소함에 따라 2달에 걸쳐 서서히 회복되었다. 이러한 carbaryl에 대한 별난 반응은 부분적으로는 환자의 나이가 많아 대사가 느려졌고 아마도 간세포에서 carbaryl의 대사를 억제한다고 알려진 시메티딘을 동시에 투여받았기 때문으로 생각되어진다.

(4) 피레스로이드계 농약

합성 피레스로이드(pyrethroid)계는 살충제 중 가장 새로운 계통으로, 1980년

에 시장에 소개되어 1982년에는 전 세계 살충제의 약 30%를 차지하게 되었다.

이는 말린 pyrethrum 또는 chrysanthemum꽃에서 추출한 6가지 살충성 에스테르 혼합물인 pyrethrum이라는 오래된 식물성 살충제로부터 유래한 것이다. 천연 pyrethroid는 A.D. 1세기 중국인에 의해 발견되었으나, 이 물질에 대한 최초의 기록은 17세기 문헌에 나오며 1800년대 중반에 상업용 제제가 출현한 것으로 알려지고 있다. 1965년 pyrethrum의 전세계적 생산량은 약 20,000톤에 이르렀으며, 케냐에서만 약 10,000톤을 생산하였다. 전세계적인 피레스로이드계 농약의 필요량 증가와 함께 생산량도 급속도로 증가해왔으며 화학자들은 빛과 공기에 대해 더 안정하며, 지속성이 강하고, 구체대상 해충에 대한 선택성이 높은 물질을 합성해내는데 주력하여 피레스로이드계 농약은 최근에는 농업용 외에도 집과 온실의 해충 구제 등 다양한 용도로 사용되고 있다.

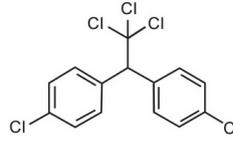
천연의 pyrethrin과 초기 합성 chrysanthemic acid 유도체들은 섭취에 의한 독성보다는 접촉에 의한 독성이 더 크게 나타났으나 최근 합성물들은 섭취했을 때, 특히 독성이 나타나며, 곤충과 포유류에 대한 독성은 비교적 작다. 일부 pyrethroid ester는 isomeric 형태로 존재하며 독성과 강도가 현저하게 다르다.

급성중독을 유발하는 용량을 투여하여 동물에서 나타나는 증상에 기초하여 pyrethroid는 크게 두 개의 군으로 나뉜다. Type I 중독증상은 α -cyano 기능이 없는 에스테르에 의하여 유발되고 바퀴벌레에게는 불안, 조절불능, 피로와 마비 등을 일으키며, 랫트의 경우는 공격적인 행동, 놀람반응의 증가, 전신 진전(振顫)과 피로 등이 나타난다. Type II syndrome은 CS syndrome으로 알려져 있는데, α -cyano 기능을 포함하는 에스테르에 의하여 유발되며, 바퀴벌레에서는 극도의 과민반응, 조절불능과 경련이 일어나는 반면, 랫트에서는 숨는동작, 거친 진전(振顫), 간대성발작 등이 유발된다. 이는 포유류의 중추신경계에 대한 작용이 관여되는 반면, type I 증상은 말초신경증상이 포함된다.

5. 개별 농약

(1) 디디티(DDT)

DDT(dichloro-diphenyl-trichloroethane)는 1874년 Zeidler에 의해 최초로 합성되었으나, J.R.Geigy AG에서 일하는 스위스의 화학자 Paul Muller가 1963년 의복의 이와 카펫의 진딧물에 대한 살충제로 재발견하게 되었다. 농작물과 집의 해충에 대한 DDT의 효과는 급속히 알려지게 되고 그는 이 결과로 노벨상을 받았다. 제 2차 세계대전말 무렵 typhus전염을 막기 위하여 최초로 의약품으로 사용되었으며, 1943~1944년 겨울에는 기생충을 구제하기 위해 사람에게 직접 사용되기도 하였다.



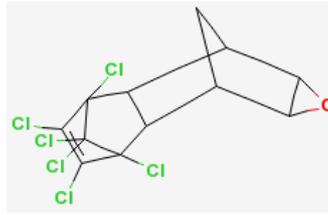
고용량의 DDT를 사람과 동물에 투여하였을 때 혀, 입술, 얼굴의 감각이상, 불안, 외부자극에 대한 과민성, 현기증, 현훈, 진정과 경련이 초래된다. 일반적으로 증상은 다량 노출 후 몇 시간(6~24시간) 후에 일어난다. DDT를 피부에 노출시켜서는 거의 독성이 일어나지 않는데 이는 아마도 피부를 통하여는 거의 흡수되지 않기 때문이며, 주입기구나 분무기를 부주의하게 다루어도 비교적 안전한 것으로 알려져 있다. 사람에게 10mg/kg 정도의 용량에서 독성을 유발할 수 있다고 추정되고 있으며 저농도의 DDT에도 만성적으로 노출되는 경우 독성이 약하게 나타날 수 있다고 한다.

DDT 중독의 기능적인 장애가 중추신경계에 대한 영향과 관련되어 있는 것으로 알려져 있으나 동물실험결과 중추신경계조직에서의 병리조직학적 변화는 거의 없다고 한다. 사람에서 DDT와 발암성과의 관련성을 보이는 역학조사 결과는 없다. DDT를 랫트에 투여하였을 때, 수컷에서 고환 크기가 감소하였고 암컷에서는 자궁의 부종과 혈액 충전현상이 관찰되었다.

(2) 디엘드린(Dieldrin)

디엘드린은 1949년 C. W. Kearns et al.에 의해 처음 소개된 살충제로서 HEOD 라는 이름으로도 알려져 있다. 쉽게 분해되지 않는 농약으로서 메뚜기 및

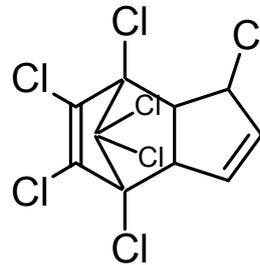
Glossina 종의 열대 병원백터 등을 구제하는데 사용되었다. 또한 산업적으로 목재의 보존 및 불개미를 방지하기 위한 전기케이블의 처리 및 건물의 장애물 처리 등에 이용되었다.



곤충이 접촉하거나 섭취하므로써 독성이 나타나며 인축에게 염증을 유발하는 물질로서, 피부접촉, 섭취, 호흡, 안구접촉 등을 통해 독성을 나타낸다. 디엘드린은 피부를 통해 빠르게 흡수되며, 만성적으로 노출될 경우 체내에 축적된다.

(3) 헵타크로(Heptachlor)

Heptachlor는 크로르단(chlordane) 농약 제품에서 최초 분리되었으며 W. M. Rogoff & R. L. Metcalf에 의해 농약으로서의 특성이 보고되었다. 경구노출에 대한 독성 영향이 있으며, 보고되고 있는 oral LD₅₀는 랫트에서 100~220mg/kg, mice에서 30~68mg/kg, quinea pigs에서 116mg/kg, hamster에서 100mg/kg, 그리고 chicken에서



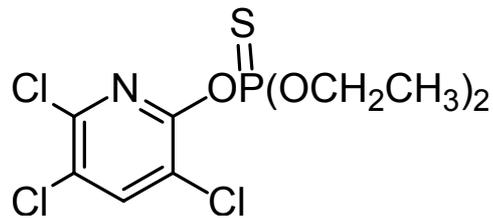
62mg/kg였다. 피부노출에 대한 독성도 나타나는데, 알려진 dermal(피부) LD₅₀는 랫트에서 119~320mg/kg, 그리고, rabbits에서 2000mg/kg이상이다. ADI(Acceptible Daily Intake)는 0.0001 mg/kg bw (JMPR)이다. 피부 및 안자극에 대해서는 알려진 바가 없으며, 유기인계농약과 유사하게 신경전달과 의료목적으로 사용되는 약에서 심각한 독성 발생의 영향이 있는 것으로 추정되고 있다. 동물 체내에서 주된 대사체는 heptachlor보다 독성이 더 높은 heptachlor epoxide로서 heptachlor에 노출된 동물체의 피부 및 배설물에서 발견된다. heptachlor epoxide의 급성독성으로 가장 지속적인 영향은 중추신경계의 과자극작용, 간손상, 기면, incoordination, 진전, 경련, 복통, 혼수등이다. 중독사례로는 고농도에 노출시 호흡곤란으로 인한 사망이 보고된 바 있으며, 인체노출증가시 간 손상 또는 경련성 장애가 수반되기도 한다. 이 물질은 이미 미국을 비롯한 여러나라에서 금지조치가 내려진 물질로 인체노출의 주요경로는 식품잔류에 따른 섭취와 가정에서 사용하는 살충제로 인한 호흡기노출 등이다.

Heptachlor의 만성노출은 급성노출과 같은 영향을 나타낸다. 랫트에 2년간의 0.25mg/kg/day의 식이용량 노출시 유해영향이 나타나지 않으며, 1.5 mg/kg/day용량으로 2년간 heptachlor/heptachlor epoxide를 식이노출시 증가된 사망률을 나타냈다. 그러나 만성독성 시험결과 랫트에 있어서의 생식 및 발생독성은 확인되지 못하여, 인체에서의 기형독성은 나타나지 않는 것으로 알려지고 있다.

Heptachlor는 잘 알려진 발암전구물질로 랫트에서도 암의 진전을 증진시키는 것으로 연구결과가 나타난 바 있다. 인체에서의 발암가능성에 대해서는 아직 충분한 증거를 나타내지 않고 있다.

(4) 클로르피리포스(chlorpyrifos)

클로르피리포스는 환경부가 내분비 교란 추정물질로 분류하고 있는 물질로서 콜린에스터라제 저해 작용을 보이는 대표적인 유기인계 농약이다. 2002년 식품의약품안전청 조사 결과,



일부 취나물에서 클로르피리포스가 기준치(0.01ppm)의 145배, 시금치에서 기준치의 865배까지 나오는 등 잔류농약 조사 부적합 판정 때마다 빠지지 않고 등장하고 있다.

2002년 식약청 모니터링 조사에 따르면 구기자 7건에서 클로르피리포스가 발견되어 가장 빈도가 높았으나 이전에 매우 높은 검출 빈도를 나타내던 깻잎에서는 한건도 발견되지 않았다. 이는 최근들어 깻잎에 사용가능한 농약의 숫자가 증가함에 따라 클로르피리포스의 부정 사용이 줄어들었기 때문으로 추정된다. 클로르피리포스는 거의 모든 식물에 대하여 약해가 없고 매우 광범위한 약효를 나타내기 때문에 자주 사용되며, 집안이나 가축 우리등의 해충을 박멸하기위해서도 자주 사용되며 대부분의 동시다성분분석법에 의하여 GC-ECD 및 NPD로 매우 쉽게 검출되므로 매우 빈번한 잔류사례가 보고되고 있다.

클로르피리포스는 국내에서 더스만, 그로포, 명사수, 충모리 등의 상표로 판매되고 있으며, 지난 2002년 수입농약의 4%인 19만 1천kg이 수입돼 쓰였다. 보

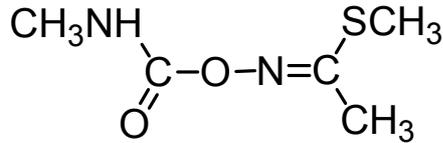
통 독성으로 분류돼 있으며, 주로 과일의 나방 방제에 쓰인다. 채소류에서는 배추와 양배추만이 적용작물로 등록돼 있으나, 깻잎·시금치·상추·풋고추 등 대다수 채소에도 쓰이고 있다. 가정에서 뿌리는 바퀴벌레 살충제나 항공방역에도 쓰인다.

클로르피리포스는 눈과 살갓을 매우 자극하며, 노출 때 두통·현기증·구토·설사·발한 등의 증상을 일으키고, 중독되면 기관지 경련과 근육경련, 호흡·중추신경·정신 장애도 유발하는 것으로 알려졌다. 이에 따라 미국 환경청(EPA)은 2000년 더스반이라는 상표로 쓰이던 이 원예용 살충제를 가정에서 쓰지 못하도록 사용을 금지했다. ADI는 0.01 mg/kg b.w.(JMPR)이며 랫트, dog 등의 동물체 내에서 가장 주된 대사체는 3,5,6-trichloropyridin-2-ol로서 소변으로 배출된다.

국내에서는 깻잎에서 클로르피리포스가 자주 검출되자 깻잎이 농약의 적용작물에 등록되지도 않은 상태에서 잔류 허용치(1ppm)만 설정해 운용하는 과행을 겪어왔다. 농진청과 식약청, 농산물품질관리원, 농약공업협회 등은 지난 4월 협의를 통해 품목명을 ‘그로포’에서 ‘클로르피리포스’로 바꾸고 일부 채소류에 사용 금지를 권고하는 등 잔류농약 경감 방안을 마련하여 시행중이다.

(5) 메소밀(Methomyl)

메소밀은 주로 식물에 사용하는 살충제 또는 살응애제로 카바메이트 계통의 침투성 농약으로 1968년 G. A. Roodhans & N. B. Joy에 의하여 처음 보고되었다.



토양중에 배출된 메소밀은 주로 미생물분해를 통해 분해되며, 습한 토양에서는 화학적 가수분해도 약간 일어나는데, 반감기는 대략 14일 미만이다.

메소밀은 경구섭취시 높은 독성을 나타내며, 경구 LD₅₀는 랫트에서 17~24 mg/kg, mice에서 10mg/kg, guinea pig 에서 15 mg/kg이다. 메소밀 노출에 따른 증상은 다른 카바메이트계와 콜린에스터라제 저해(cholinesterase inhibitors)에 의한 증상과 유사하며, 허약, 시야흔들림, 두통, 오심, 복통, 흉부불쾌감, 동공수축, 발한, 근육진전, 맥박감소 등의 증상이 나타난다.

심각한 중독의 경우, 근수축, 현기증, 혼돈, 말더듬, 저혈압, 심부전등의 증상이 나타나며, 호흡곤란, 호흡정지, 호흡기계 근육마비, 폐공의 강한 수축에 의해 사망에 이르기도 한다. 흡입에 의한 독성도 나타나는 것으로 보고되고 있다. 먼지나 에어로졸의 흡입은 폐와 눈에 자극을 일으키며, 가슴조임, 시야흔들림, 눈물, 천명, 두통 등을 일으킨다. 또한, 노출후 몇 분 이내에 콜린에스테라제 저해에 따른 기관증상이 일어난다. 피부노출에 있어서는 가벼운 독성을 가지며, 보고되고 있는 피부 LD₅₀은 rabbits에서 5,880 mg/kg, 그리고 피부를 통한 흡수는 천천히 일어난다. 그러나 피부를 통한 흡수량이 많은 경우 섭취나 호흡노출로 인해 나타나는 증상들이 유사하게 일어난다. 토끼에서 메쏘밀의 사용은 눈에 자극을 일으켜, 통증과 시야단축, 장거리 시야흔들림, 눈물흘림 등과 다른 안장해가 메쏘밀과 접촉한 몇 분 후에 일어난다.

지속적이거나 반복적인 노출은 농약의 급성노출과 유사한 증상을 발생시킨다. 반복적인 노출은 낮은 양의 노출에서도 2~6주간 지속되는 경우 콜린에스테라제 저해를 일으키며, 감기와 같은 증상을 나타낸다(허약, 식욕감퇴, 근육통 등). 이러한 조건은 노출이 중지되는 경우 회복된다. 노출이 반복되면 콜린에스테라제의 저해증상이 재발하는데 이전에 노출된 사람에서 이러한 심각한 증상이 나타나며, 이전에 노출경험이 없었던 경우에는 증상이 나타나지 않을 수도 있다. 랫트에 용량 2.5, 5, 20mg/kg/day로 섭취시킨 24개월 연구에서 고용량인 20mg/kg/day에서 영향이 나타나 적혈구수와 헤모글로빈 수치가 감소되었으나, 2년 동안의 개 연구에서 5mg/kg/day이 무영향관찰치로 나타났으며, 만성적인 오용으로 인한 높은 노출이더라도 인체에서는 만성영향이 나타나지 않을 것으로 보여진다. 개와 랫트에서 2년간 메쏘밀을 섭취투여 실험한 결과 발암성 증거는 나타나지 않았으며, 랫트에서 20mg/kg 이상의 용량투여시 22개월과 24개월 연구한 결과와 마우스에 섭취용량 93.4mg/kg/day을 2년간 연구한 결과에서 발암성이 나타나지 않았다. 메쏘밀이 발암성물질이 아니라는 증거가 제안되고 있다. ADI는 0.02 mg/kg b.w.(JMPR)이다.

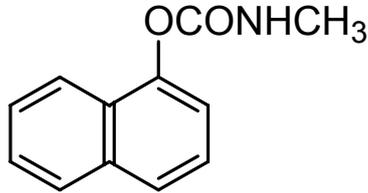
메쏘밀은 빠르게 피부, 폐, 위장관을 통해 흡수되며, 간장에서 분해된다. 분해산물은 즉시 호흡기와 뇨중으로 배설된다. 메쏘밀은 특정한 인체조직 내에 축적되지 않으며, 콜린에스테라아제 등 많은 다른 효소를 변성시키는 것으로 알

러지고 있다.

2003년 식약청 모니터링 조사 결과 고추에서 3건 검출된 바 있으나 농약잔류 허용기준 이하였으며 주로 HPLC-FLD로 수월하게 분석된다.

(6) 카바릴(Carbaryl)

카바릴은 카바메이트계 살충제 및 식물성장 조절제로서 1957년 H. L. Haynes et al. 가 처음 보고한 물질이다. 나비목과 딱정벌레목 등의 해충을 박멸하는데 광범위하게 사용되며 사과의 껍질을 얇게 만들기 위한 성장 조절제로서도 사용된다. 2003년 식약청 모니터링 결과 사과 2건에서 잔류허용기준 이내로 검출된 바 있다. 분석은 HPLC-FLD로 가능하다.



비교적 약한 콜린에스터라제 저해를 나타내는데 피부접촉, 흡입, 섭취로 인한 유해영향이 발생하며, 급성독성의 경우 다른 카바메이트류에서 나타나는 전형적인 증상을 보인다. 피부나 눈의 직접적인 접촉은 화상을 일으킬수 있으며, 과량의 흡입이나 섭취는 오심, 복통, 설사, 과도한 타액분비등의 증상을 보이며, 신경계와 호흡기계에 독성을 나타낸다. 발한, 시야가 흐려지고, incoordination, convulsions 등 고용량의 다른 증상도 보인다. 카바릴에 의한 사망은 고의적인 섭취에 의한 것으로만 보고되고 있다. 경구 LD₅₀의 범위는 랫트에서 250~850mg/kg으로 보고되고 있으며, 마우스에서는 100~650 mg/kg으로 알려지고 있다. 랫트의 흡입노출에 대한 LC₅₀은 200 mg/L으로 알려지고 있으며, 저농도에서 토끼에 눈과 피부자극을 유발할 수 있다고 보고되고 있다. 카바릴의 피부 LD₅₀은 2000mg/kg 이상인 것으로 보고되고 있다.

카바릴의 섭취노출로 인한 영향은 폐, 신장, 간장에서 나타나며, 신경손상도 랫트와 돼지에서 50일간 고용량 노출시 발생하였다. 몇 가지 연구에서 카바릴은 동물과 곤충에서 면역체계에 영향을 미칠 수 있음이 보고된 바 있는데 6주간 카바릴에 대해 저농도로 사람에게 노출시킨 경우 남성 지원자에서는 증상이 나타나지는 않았으나, 시험에서 체내 화학기전은 약간 변화하였다. 랫트를

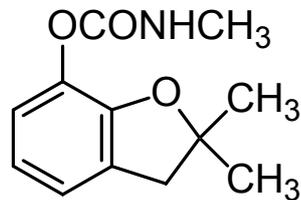
활용한 2년 연구는 10mg/kg/day 이하에서는 영향을 보이지 않았다. 카바릴의 고용량 노출시 만성독성연구에서 생식독성영향은 나타나지 않는 것으로 보고된 바 있다. 카바릴은 랫트에서 세포분열과 염색체에 영향을 끼치지만, 많은 연구에서 카바릴이 아주 가벼운 돌연변이성 물질임이 연구결과로 발표되고 있다. 카바릴의 돌연변이원성에 대하여는 아직 확실히 밝혀지지 않고 있으며, 종합적으로 볼 때 아직 인체에 돌연변이원성 물질로 작용하지 않는 것으로 인식되고 있다.

Technical-grade의 카바릴은 마우스와 랫트의 만성 및 평생노출시험에서 발암을 나타내지 않았다. 랫트는 18개월 동안 고농도로 투여하였을 때, 발암에 대한 아무런 증거도 보이지 않았다. 또한 N-nitrosocarbyl이 부산물로 검출되지 않았으며, 이러한 증거는 카바릴이 인체에 발암성을 나타내지 않는다는 것을 보여주고 있다.

카바릴은 조직 내에 축적되지 않으며, 혈액 내에 지속되지 않는다. 이는 빨리 대사되어 독성이 없는 것으로 알려진 1-naphthol로 변화되는 것으로 알려지고 있으며, 이는 뇨중에서 glucuronide 또는 sulfate ester 형태로 배설된다. ADI는 0.008 mg/kg b.w.(JMPR)이다.

(7) 카보후란(Carbofuran)

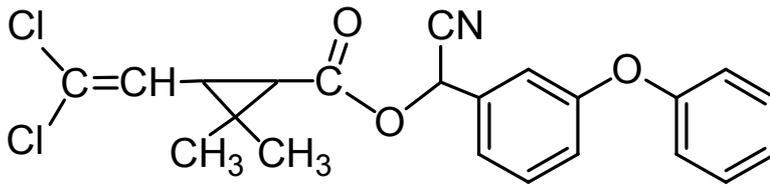
카바메이트계 살충제 또는 살선충제의 침투성 농약으로서 1965년 F. L. McEwen & A. C. Davis가 처음 보고하였다. 카보후란은 체내에 거의 축적되지 않는 것으로 알려져 있다. 콜린에스테라제 억제에 따른 독성영향이 나타나며, 발암영향은 나타나지 않는다.



WHO에서 제시한 ADI는 만성섭취노출을 근거로 했을 때 0~0.002mg/kg/day이며, 급성노출을 근거로 했을 때 0.009mg/kg/day이다.

2003년 식약청 모니터링 결과 2건의 배에서 잔류허용기준을 초과하여 검출된 바 있다. 분석은 HPLC-FLD로 가능하다.

(8) 싸이퍼메쓰린(Cypermethrin)



싸이퍼메쓰린은 대표적인 피레스로이계 살충제로서 1975년 M. Elliott 등이 처음 보고하였다. 해충에 대하여 매우 광범위한 약효를 나타내며 특히 집파리, 모기, 바퀴벌레 등의 박멸에도 자주 사용된다.

싸이퍼메쓰린은 피부접촉이나 섭취를 통해 독성을 나타내는 물질로서 피부를 통해 고용량으로 노출될 경우 저림, 따끔거림, 소양증, 작열감, 신부전, 발작 등의 증상을 나타내고 사망에 이르기도 하며, 싸이퍼메쓰린과 같은 피레스로이드계 농약은 중추신경계에 유해영향을 나타낸다. 고용량을 섭취한 경우에는 오심, 지속적인 구토, 복통, 설사, 의식불명, 혼수상태를 일으키고, 피부나 안구에 접촉되면 피부 알러지 반응을 일으킨다.

EPA는 싸이퍼메쓰린을 인체발암잠재물질(possible human carcinogen)로 분류한다. 229mg/kg/day의 싸이퍼메쓰린을 공급받은 암컷 마우스에서는 양성 폐종양이 발견되었으나, 랫트에서는 75mg/kg/day까지 투여해도 종양이 발견되지 않았다.

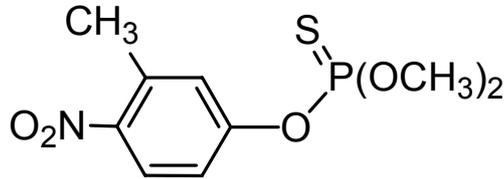
인체에서 싸이퍼메쓰린 대사체는 뇨중 배설되며, 1.5mg/kg/day의 용량을 5회 투여하였을 때, 48시간 이내에 뇨를 통해 완전히 배설되었다. 랫트의 연구에서 하이드록실화와 cleavage에 의해 빠르게 대사되고 한 시간 내에 99%이상 제거되었다. 남은 1%는 체내지방에 축적되었으며, 이는 천천히 제거되며, 반감기는 cis-isomer의 경우 18일, trans-isomer의 경우 18일 정도로 보고되고 있다.

EPA에서는 일일노출허용량으로써 참고치(Reference Dose : RfD)를 0.01 mg/kg로 제안하고 있으며, WHO에서는 ADI(Average Daily Intake)를 0.05 mg/kg로 제안하고 있다. 현재 국내에서는 유독물로서 유해화학물질관리법으로 관리되고 있으며, 농약관리법에 보통으로 등록되어 있다.

2003년 식약청 모니터링 결과 복숭아에서 잔류허용기준 이내로 검출된 바 있다. 분석은 동시다성분 분석법으로 가능하며 GC-ECD에서 이성질체로 인한 다수의 피크 형태로 나타난다.

(9) 페니트로치온(Fenitrothion)

주로 곰팡이 살균제로 사용되는 유기인계 농약으로 1960년 Y. Nishizawa 등이 처음 보고하였다. 곡물, 연한 과일, 열대과일, 포도, 쌀, 사탕수수 등의 해충 구제에 사용되

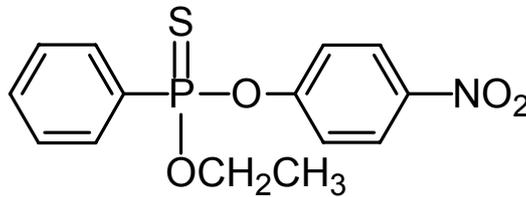


며 바퀴벌레 등 집안 해충의 박멸에도 사용된다. ADI는 0.005 mg/kg b.w.(JMPR)이다. 동물실험에서 약 3일 내에 90% 이상이 대사되어 배설되며 발암성, 유전독성 등도 없는 것으로 알려져 있다. 생체내 주요 대사산물은 3-methyl-4-nitrophenol로 알려져 있다.

2002년 식약청 모니터링 결과 복숭아에서 잔류허용기준을 초과하여 검출된 바 있으며 갯잎에서도 불법 사용으로 인한 잔류가 확인되었다. 2003년 식약청 모니터링 결과에서는 밀감 2건에서 잔류허용기준 이내로 검출된 바 있다. 동시다성분 분석법으로 GC-ECD 검출이 용이하다.

(10) 이피엔(EPN)

유기인계 살충제 및 살웅에제로 E. I. du Pont de Nemours Co. 그리고 이어서 Nissan Chemical Industries, Ltd에 의해서 소개되었다. 이피엔은 면화의 면화씨벌레,

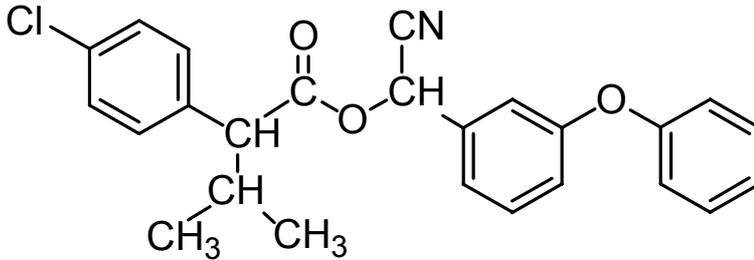


쌀등의 잎을 갹아먹는 벌레 등에 광범위한 구제 효과를 가지고 있다. 흰쥐에게 급성경피독성시험시 LD50이 110~230mg/day였으며, 사람에서 급성경구 노출시 치사에 이를수 있고, 70kg의 사람의 경우 대략 치사량이 0.3g 정도이며, 비발암

물질로 알려져있다. 식물체 중 주요대사물질은 ethyl phenylphosphonic acid로 알려져있다.

2003년 식약청 모니터링 결과 마늘에서 잔류허용기준 이하로 검출된 바 있으며 동시다성분분석법으로 GC-ECD에서 검출된다.

(11) 팬발러레이트(Fenvalerate)

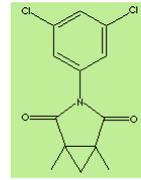


피레스로이드계 살충제 및 살용애제로 1974년 N. Ohno 등에 의하여 처음 보고되었다. 유기염소계, 유기인계 및 카바메이트계 농약들에 대하여 저항성을 가진 해충들에 대하여 광범위한 약효를 나타낸다. 급성독성 증상으로는 흰쥐에서 불안, 떨림, 안구돌출, 설사, 비정상적인 걸음걸이, 타액분비등이 나타난다. 경구 투여후 살아남은 흰쥐는 빠르게 회복되며 3~4일 내에 정상으로 회복되는 것으로 보고되고 있으며, EPA의 분류에 따르면 비발암물질로 구분되고 있다. ADI는 0.02 mg/kg b.w. (JMPR)로 알려져 있으며 환경에 대한 잔류 독성 문제도 미약한 것으로 알려져 있다. 또한 동물 체내에서 매우 빠르게 분해되어 96% 이상이 6~14일 이내에 대변으로 배설된다고 한다.

2002년 식약청 모니터링 결과 깻잎의 불법 사용으로 잔류가 확인된 바 있으며 2003년 식약청 모니터링 결과에서는 복숭아에서 잔류허용기준 이하로 검출된 바 있다. 동시다성분 분석법으로 GC-ECD를 이용하여 수월하게 분석된다.

(12) Procymidone

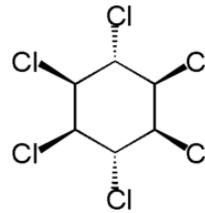
국내에서는 주로 딸기, 오이, 토마토, 고추, 포도, 복숭아, 수박등에 살균제로 사용되고 있으며, 국내농약관리법에서는 저독성물질로 분류되고 있으나, 농약모니터링 결과 검출빈도가 높아 주목되고 있는 물질이다. 급성독성은 낮은 편이며, 만성독성의 경우 일부 실험동물에서 중앙유발이나 상대적인 간무게 증가가 보고되고 있다(KNTP). 일본 후생성에서는 procymidone을 내분비계장애물질로 분류하고 있으며, WHO에서 제안하고 있는 ADI 수준은 0.1mg/kg/day이다.



식약청과 시도보건환경연구원에서 실시한 2001~2003년 사이의 신속수거 검사 결과에 따르면 근대, 깻순, 깻잎, 파리고추, 당귀, 부추, 상추, 시금치, 참나물 등 주로 소면적 재배작물에서 총 135건에 이르고 있으며 이중 10ppm 이상 검출된 것도 89건에 이르고 있어 심각한 농약 남용의 실태를 나타내고 있다. 가장 많은 검출 건수를 나타낸 것은 깻잎(36건), 참나물(20건), 상추(19건), 부추(16건) 순으로 나타났다.

(13) gamma-HCH (γ -BHC, Lindane)

γ -BHC(hexachlorocyclohexane)는 린덴(Lindane)으로 불리우며 1949년 발견자인 네덜란드의 과학자 V.린덴의 이름을 딴 것으로 가메크산(gammexane)이라고도 한다. 화학 합성된 BHC의 원분말(原粉末)에는 7종의 이성질체가 있는데 그 중 γ -BHC가 99% 이상 함유된 살충제가 린덴이다. 린덴은 곰팡이 냄새가 나는 결정상(結晶狀)인 무색 또는 백색 분말로 산이나 중성에서는 안정하지만, 알카리에서는 매우 불안정하여 가수분해되어 PCCH(pentachlorocyclohexene)과 같은 탈염소화된 형태로 전환되기도 한다.



BHC 계통의 농약들은 69년에서 79년 사이 토양잔류성 문제로 우리나라에서는 모두 사용 금지되었으며 미국 등 많은 나라들이 금지하고 있는 농약이다. 린덴은 우천을 통해서 매우 쉽게 물 및 식품을 오염시킬 수 있으며 이를 섭취한 사람들에게 비록 낮은 수준이지만 축적을 일으킬 수 있다. 특히 유아의 경우 오

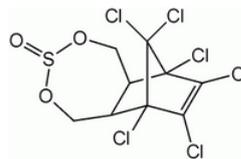
염된 모유의 섭취로 인해 노출이 가능하며 장기적으로 노출되면 고열에 시달리고 폐부종을 일으키며 간과 신장의 손상을 가져올 수 있다. BHC의 모든 이성질체는 지방에 저장되며 더 쉽게 대사되고 제거되는 γ 이성질체는 다른 이성질체보다 더 높은 비율로 저장된다. 쥐(랫트)실험 결과 린텐 40mg/kg을 단일 용량으로 투여한 후 3~4일 이내에 약 80%정도가 배설된다고 한다.

1992년 5.5 mg/L의 린텐이 영국 남동부 Oxfordshire에서 내린 비에서 검출된 바 있으며 아직도 유럽과 거의 모든 개발도상국가 등에서 널리 사용되고 있다. 1990년에는 린텐 및 DDT에 오염된 참깨 8,156 bags(407,800 pounds)이 오염되어 McCormick & Company, Inc가 리콜을 단행한 적이 있다. 또한 최근의 사건으로는 2003년 8월 5일 인도 델리에서 팔리고 있는 12가지 상표의 소프트 드링크를 검사한 결과 펄시, 코카콜라, 마운틴 듀, 세븐업, 미란다 오렌지, 환타 및 기타 6가지 상표의 드링크류에서 32종의 농약이 검출되었다고 발표된 바 있으며 그중 린텐은 가장 높은 농도 0.0042 mg/L 및 12개 제품에서 평균 0.0021 mg/L가 발견되었다고 보도된 바 있다. 현재 이 문제는 2006년 후반 현재 제조 회사들과 농약 분석방법 검증 및 원인 등에 대한 논쟁 중에 있다.

린텐을 포함한 BHC계통은 α , β , γ , δ -BHC를 모두 합쳐 정량하며 농약잔류허용기준 또한 이들 이성질체들의 합으로 규정하여 0.1~0.2ppm 수준에서 설정되어있다. 1999년에서 2002년 사이 수입 농산물에서 검출된 건수는 약 6건에 이르고 있다.

(14) 엔도설판 (Endosulfan)

엔도설판은 유기염소계 살충제로서 치오단(thiodan) 및 벤조핀(benzoepin)이라는 이름으로도 불리운다. 국내에서는 지오릭스분제, 유제 등의 상표명으로 유통되며 작물뿐 아니라 목재의 보존제로 사용하기도 한다. 냄새는 이산화황과 유사하며 갈색의 결정성 분말로서 초기에는 집파리를 비롯한 가정용 살충제로 쓰이다가 농업용 살충제로 사용이 확대된 물질이다. 엔도설판은 물에 잘 녹지 않지만, 유기용매에는 잘 녹으나 알카리에는 불안정하여 가수분해되기



습다. 수중에서는 부유물질과 침적토에 흡착되며 습한 토양 표면에서는 휘발 및 생물학적 분해가 활발히 일어나는데 반감기는 32~150일 정도로 추정된다.

엔도설판은 주로 식품에 의하여 사람에게 노출되며 체내로 흡입되면 구토, 설사, 현기증, 경련 및 호흡곤란을 일으키고 중추신경계를 자극하여 국부적인 마비를 초래하게 된다. 분해는 느려서 생물체에 노출될 경우 축적되는 내분비계장애물질이다.

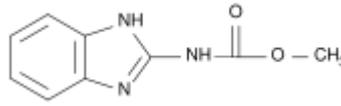
엔도설판은 alpha형과 beta형 두 가지 이성체의 혼합물이며, 식품공전의 농약 잔류허용기준에서는 상기 두 가지 형태에 sulfate형을 추가하여 합산 정량한다. 비침투성 농약으로서 ADI는 0.006 mg/kg체중/day (JMPR)이며 우리나라에서 분제는 저독성 그리고 유제는 고독성 농약으로 구분된다. 어독성의 경우는 제형에 상관없이 1급으로 구분된다.

엔도설판은 국내 생산 및 유통 농산물에서 가장 빈번히 검출되는 농약 중 하나로 식약청 모니터링 결과 2001년과 2002년 검출된 농약 총 73건과 84건 중 각각 12건 및 3건이 검출되었으며 부적합 사례도 보고되고 있다. 또한 농산물품질관리원에서 수행중인 출하단계 농산물 검사에서도 2003년 249건 검출로 프로시미돈과 카벤다짐의 뒤를 잇고 있으며 이중 9건은 부적합이었던 것으로 보고되고 있다. 2005년 생산·저장·출하단계에 있는 농산물 63,724건에 대한 잔류농약 등 유해물질 조사결과 나타난 730건(1.1%에 해당)의 부적합 판정 중 중 크로르피리포스 78건과 카벤다짐 42건에 이어 엔도설판이 37건으로 가장 많았다. 지난 2006년 7월에는 울산석유화학공단 근로자들이 식당에서 부추전을 먹고 15명의 사상자가 난 사건을 조사한 결과 밀가루로 오인한 엔도설판으로 부추전을 만든 것으로 들어났다.

엔도설판은 GC-ECD에 의한 검출이 매우 용이한 농약으로 우리나라의 잔류허용기준은 최저 0.1에서 최고 2.0까지 설정되어있는데 특히 부적합 비율이 높은 엔도설판은 2004년 11월부터 식용작물에 사용이 금지되어 있다.

(15) 카벤다짐 (Carbendazim)

카벤다짐은 침투성 벤즈이미다졸계 살균제 (benzimidazole fungicide)로서 식물체의 뿌리 및 초록 피막등을 통하여 흡수된다. 이 농약은 1973년 처음으로 BASF, Hoeschst(현재의 Bayer)

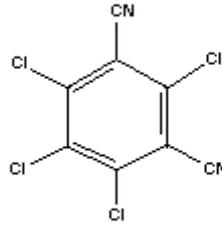


및 Dupont에 의해 개발되었으며 곡류 및 평지씨등의 작물 및 화훼류 재배시 광범위한 살균효과를 보이는 것으로 알려져있다. 또한 수확후 농약으로도 사용기도 하며 씨를 뿌리기전에 처리하기도 한다. 카벤다짐은 진균류의 세포 유사분열시 스핀들 형성을 방해함으로써 효과를 나타낸다. 카벤다짐은 WHO에서 ‘일반적 사용으로 해가 발생하지는 않을 것으로 추정되는’ 농약으로 구분되고 있으나 내분비계 장애물질로 의심되는 살균제이기도 하다. 동물 실험결과 이 농약은 설치류 및 비설치류에 대하여 비교적 낮은 독성을 나타내는 것으로 알려져 있으며 우리나라에서는 저독성 농약으로 분류되고 있으나 어독성은 1급으로 구분되며 ADI는 0.03mg/kg체중/day (JMPR)이다. 물에 잘 녹으며 알칼리하에서는 서서히 분해된다. 카벤다짐은 유럽에서 가장 흔히 검출되는 12개 농약 중 하나이며 우리나라에서도 2005년 국립농산물품질관리원의 조사 결과 42건의 부적합 사례가 발견된 다빈도 검출 농약이다. 2000년에는 하인즈(Heinz)와 밀루파(Milupa)가 생산하여 테스코(Tesco)와 웨이트로스(Waitrose)에서 팔리던 베이비푸드에서 검출된 바 있으며, 게다가 2000년 유럽에서 검사받은 모든 배의 3분의 1과 사과 16% 그리고 약 27%의 사과주스에서 카벤다짐이 검출된 바 있다. 비록 검출 수준은 낮았으나 대상 식품이 유아 및 어린이에 의해 섭취될 가능성이 높으므로 문제가 된 바 있다.

우리나라에서는 1998년 콩나물 재배업자들의 약 58%가 카벤다짐 등의 농약을 사용하는 것으로 조사된 바 있었으며 위생적 환경 하에서는 콩나물 재배에 있어 농약의 사용이 필요치 않다는 식약청의 판단하에 콩나물 중의 잔류허용기준 0.2ppm을 불검출로 변경하여 현재까지도 잠정기준으로 운영하고 있다. 카벤다짐은 베노밀과 치오파네이트메틸의 대사산물인 관계로 농약잔류허용기준은 상기 세가지 농약의 합을 적용하여 판정한다. 현재 카벤다짐의 농약잔류허용기준은 최저 0.1에서 최고 50ppm(호프)까지 설정 운영중이다.

(16) 클로로탈로닐 (Chlorothalonil)

클로로탈로닐은 다코닐이라는 이름으로 사과, 감귤, 복숭아 등 다양한 과일류 및 땅콩, 토마토, 감자 등에 사용이 등록된 대표적 유기염소계 살균제로서 1964년에 처음 보고된 비교적 오래된 농약이다. 작물 농약으로서 뿐만 아니라 집안의 해충 박멸 용으로도 널리 쓰이는 클로로탈로닐은 미국에서 2번째로 널리 쓰이는



살균제로서 잔디에 쓰이는 비율이 전체 집안에서 쓰이는 비율의 31% 정도를 차지하며 기타 장미에 사용되는 비율이 23%로 그 뒤를 잇고 있다. 미국에서 만 매년 약 5,000여톤이 사용된다. 클로로탈로닐은 비침투성 살균제로서 동물에는 비교적 독성이 낮아 LD₅₀은 동물실험결과 5~10g/kg 체중 정도이나 체형에 따라서는 눈과 피부접촉에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 또한 인간의 간, 요도 및 방광 등에 암을 발생시킬 가능성이 있는 물질이다. 클로로탈로닐은 체내에서 대사되지 않은 형태로 비교적 빨리 배출되어 낮은 농도는 24시간 이내 모두 배출되는 것으로 알려져 있다.

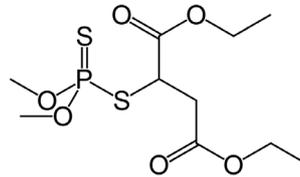
클로로탈로닐은 작물 수확 시 지상부에서 검출될 가능성이 있는데 실제로 미국의 경우 92년 농무성이 조사한 셀러리 시료의 약 32%와 강낭콩 7% 정도에서 클로로탈로닐이 검출되었으며 93년에는 셀러리 시료의 50% 및 강낭콩 시료의 12%에서 발견되었다. 강낭콩 시료 중 검출 빈도는 2년 후인 95년에는 14%로 더 늘어난 것으로 보고된 바 있다. 우리나라의 경우는 식약청의 국내 유통 농산물에 대한 모니터링 결과 2002년 농약이 검출된 84건 중 13건에서 검출되었으며 이중 8건은 부적합으로 판정된 바 있다. 또한 농산물품질관리원의 2003년 출하단계 검사에서도 173건이 검출되어 4번째의 다빈도 농약이었으며 이중 7건은 부적합이었다.

클로로탈로닐의 ADI는 0.03mg/kg체중/day (JMPR)이며 물에는 잘 녹지 않고 xylene, cyclohexanone, acetone 등의 유기용매에 잘 녹는다. 대사체는 4번위치의 염소가 알콜로 치환된 4-hydroxy-2,5,6-trichloroisophthalonitrile과 염소가 모두 떨어져나간 m-phthalodinitrile이 있으며 상온에서 안정하며 자외선이나 물 및 산성

하에서도 안정하나, pH 9이상에서는 서서히 분해하는 것으로 알려져있다. 클로로탈로닐의 국내 농약잔류허용기준은 최저 0.05(카카오원두)에서 최고 7.0ppm(피망)으로 설정되어 운영 중이다.

(17) 말라치온 (Malathion)

말라치온은 광범위한 효과를 가지는 비침투성 유기인계 농약으로서 미국, EU 등 18개국에서 사용되며 국내에서는 ‘마라톤’이라는 상표로 90년경 까지 생산되었으나 현재는 해당 성분의 단일 사용



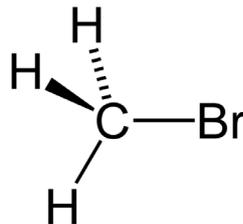
을 금지하고 esfenvalerate와 혼합된 ‘왕스타’라는 상품으로 고추, 배추 및 오이에 사용이 허가되어있다. 비교적 독성이 적으며 우리나라에서는 보통독성 농약으로 구분되며 어독성은 1급이다. 해당 농약은 미국과 캐나다에서 우리나라에 수출하는 밀에 사용하는 것으로 알려져 있다. 말라치온은 담황색 액체 상태이며 대부분의 유기용매에 용해되지만, 파라핀계 탄화수소(석유계통)에는 녹지 않으며 물에는 약간 녹는다. 광분해되기 쉬운 물질이며 산성용액에서는 안정하나 알칼리에서는 불안정하며 분해물은 살충력을 상실한다. 말라치온이 함유된 제 품으로 오염된 공기의 호흡, 음식물의 섭취 및 오염된 물의 섭취, 피부호흡 등이 주요 노출과정이 되며 만성중독되면 신경계를 교란시켜 현기증, 구토, 경련 등을 일으키고 심할 경우 호흡마비와 함께 사망할 수도 있다. 말라치온은 내분 비계장애물질이며 cholinesterase inhibitor인 대표적인 유기인계 농약으로 모기박 멸에 널리 쓰이며 Lindane과 함께 머릿이 구제 약으로 주로 쓰인다.

1999~2002년 사이 수입농산물에서 검출된 말라치온은 2건이었으며 국내 토 양등의 오염도도 낮은 것으로 알려져있으나, 미국의 경우 1980년서대에 지중해 과실 파리를 박멸하기 위하여 수개월에 걸쳐 거의 매주 외곽지역에 말라치온을 공중살포한 것을 비롯하여 West Nile virus를 박멸하기 위하여 1999년 가을과 2000년 봄 미국의 롱아일랜드와 뉴욕시의 5개 자치구에도 말라치온이 살포된 적이 있다. 당시 이러한 살충제 살포는 롱아일랜드 지역의 가재가 집단 폐사한 원인으로 지목되기도 하였다.

말라치온은 체내에서 노나 변 등을 통하여 신속하게 제거되는 것으로 알려져 있으며 쥐(rat)의 경우 8시간 그리고 소의 경우 2일 정도의 반감기를 가진다. 말라치온이 cholinesterase inhibitor로서 활성을 가지기 위해서는 말라옥손(malaoxon)의 형태로 전환되어야 한다. 말라치온의 ADI는 0.02mg/kg체중/day(JMPR)이며 우리나라의 말라치온 잔류허용기준은 최저 0.5에서 최고 8.0ppm(밀)까지 설정되어 운영중이다.

(18) 메틸브로마이드 (Methyl bromide)

메틸브로마이드는 브로모메탄(Bromomethane)이라고도 불리며 대표적인 훈증 소독제로 주로 토양 살균과 광범위한 해충박멸용으로 이용되는 농약이다. 메틸브로마이드는 인공적으로 뿐만 아니라 해양에서 자연적으로 발생하는 성분이기도 하다. 메틸브로마이드는 무색, 무취의 기체로 광범위한 해충 박멸에 이용되어 왔으나,



해당 성분이 지구의 오존층을 파괴하는 것으로 알려진 후 오존-고갈성분 Class I으로 구분되어 있다. 몬트리올 협약에 의해 전세계적으로 2005년 1월까지 검역 및 수출을 위한 예외 등을 제외하고는 그 사용을 전면 금지하였다. 우리나라에서는 ‘영일엠비’라는 상표의 메틸브로마이드 훈증제를 조달청, 국립중앙도서관, 국립농산물검사소, 국립식물검역소, 농협, 한국담배인삼공사, 사단법인 한국수출입식물방제협회, 수출입식물방제업자 및 육군본부(중앙문서 관리단), 공군본부, 해군본부, 정부기록보존소에 한해 공급하고 있으며 특히 국내 반입 농산물에 대한 검역시 인화늄과 함께 가장 빈번히 사용되는 농약으로 알려져 있다. 실제로 1999~2002년간 수입농산물에 대한 다검출농약 중 메틸브로마이드는 10건으로 이마자릴과 치아벤다졸 그리고 이산화황에 이어 4번째를 기록했다. 수입 오렌지의 경우 상온 15~20℃에서 1입방미터 당 40.5g을 2시간 동안 메틸브로마이드를 가스상태로 살포해 소독하고 있다. 현재 메틸브로마이드는 브롬이온으로서 감자, 대두 등 32가지 농산물들에 대하여 20~50ppm의 농약잔류허용기준이 운용중이며 기타 감귤류에 30ppm 기타 곡류 그리고 기타 콩류에 대하여 50ppm

의 기준이 설정되어있다.

메틸브로마이드는 고농도를 단기간 흡입할 경우 두통, 현기증, 구토 및 허약 증상을 느낄 수 있으며 심하면 경련과 급성 흥분 상태를 유발할 수 있다. 보다 길게 노출될 경우에는 천식이나 폐렴을 유발할 수 있다. II급 (고독성)인 메틸브로마이드는 농약안전사용특별교육을 받은 자만이 환기 등의 엄격한 사용규칙을 준수하는 상태에서만 사용가능하다.

제5절 잔류 동물용 의약품

항생제는 인간의 질병치료 목적으로 개발되었으나 현재에는 인간 질병치료 목적 이외에도 식품 보존제, 과실용 살균제, 어류양식 등의 동물 치료 등 다양한 목적에서 식품 및 식품 원료 물질에 사용되고 있다. 현재 미국에서 생산되는 항생제의 약 13%정도가 축산물·수산물 등에 이용될 정도로 항생제는 일반인들의 상식을 넘어 광범위하게 식품에 사용되고 있다.

동물용 의약품으로 사용되는 항생제에는 베타락탐계의 페니실린, 암피실린, 테트라사이클린계의 옥시테트라사이클린, 아미노글리코사이드계의 가나마이신, 마크로라이드계의 에리스로마이신, 폴리펩타이드계의 바시트라신 등이 있으며 이들은 대상 축종에 따라 양계용, 양돈용, 축우용, 양어용, 소동물용으로 구분하여 광범위하게 사용되고 있다.

동물용 의약품(항생제)은 질병의 예방 및 치료 등의 목적으로 동물(소, 돼지, 닭 및 식용을 목적으로 양식하는 어류 등)에 주사제, 경구투여제, 사료첨가제 형태로 사용되며, 도축이나 출하되기 이전까지는 체내에서 대사과정을 거쳐 근육, 지방, 신장, 간 등의 기관에 분포된다.

항생제를 포함한 동물용 의약품의 안전성에 대해 세계적으로 관심을 갖게 된 것은 1960년대에 동물용 의약품의 수요증가와 관련하여 FAO/WHO 합동 식품첨가물 전문가위원회에서 축산식품 중 항생제의 잔류를 경고하였다. 그리고 1969년 영국에서 사료첨가제로 사용된 치료용 항생제 증가 및 오·남용에 의해 가축유래 내성인자 장내세균 출현으로 인체에 위해를 줄 수 있다 하여 규제를 강하게 권고하였다. 이후 국제 식품규격기구인 CODEX에서는 1986년 10월에 1차 식품 중 동물용 의약품 잔류회의를 개최하여 항생제 등의 동물용 의약품에 대해 국제적인 잔류허용기준을 설정하는 계기를 마련했다.

우리 나라에서는 1988년 일본에 수출한 설과 메타진이 함유된 돼지고기가 반송 조치되는 것을 계기로 1989년에 식육에 항생물질 등의 기준을 보사부 고시 제89-67호로 제정하게 되었다. 그리고 1995년도에 ‘우유에서 항생물질이 검출되

었다'는 보도내용으로 우유 중에 잔류되는 항생제에까지 안전성에 대한 관심이 일어났으며, 1996년도에 우유에도 항생물질 등이 잔류허용기준을 설정했다.

식품중에 잔류되는 항생제의 위해성은 수퍼박테리아와 같은 내성균이 출현이며, 인체에 감염 증을 일으킬 경우 치료를 어렵게 할 수가 있다. 이러한 이유로 EU(유럽국가연합)에서는 식품중에 잔류되는 일부 항생제에 대해서 사용을 금지하는 움직임을 보이고 있으며, 실제로 최근에 중국산 수입식품류인 벌꿀, 어류 등에 클로람페니콜이라는 항생물질이 검출되었다 하여 반송 조치하는 등이 강력한 행정조치를 내렸다. 특히 횡감으로 즐겨먹는 광어, 돔을 생산하는 어류 양식에서는 다양한 종류의 항생제가 사용되고 있어 어류의 체내에 잔류함으로써 식품의 안전성을 해칠 뿐만 아니라 수질을 비롯한 환경을 오염시키고 아울러 이들 항생제에 대한 내성균이 물을 통하여 사람의 건강을 위협할 수도 있다.

식품의약품안전청에서는 국내 유통 식품의 안전성을 확보하고 국제규격·기준과의 조화를 위해 식육 중 항생제 23종, 합성항균제 등(구충제 포함) 32종과 우유 항생제 7종, 합성항균제 등(구충제 포함) 7종을 개정하였다. 그리고 뱀장어에 옥솔린산의 잠정잔류허용기준과 알에 대한 잔류 허용기준을 신설하였다.

1. 니트로푸란

(1) 니트로푸란제의 특성

니트로푸란계 약물은 5-니트로기를 갖는 모노니트로화합물군에 속하는 광범위 합성항균제로서 대표적인 약물로는 푸라졸리돈(furazolidone), 푸랄타돈(furaltadone), 니트로푸라존(nitrofurazone), 니트로푸란토인(nitrofurantoin), 니트로록시존(nitroxyzone 또는 furadroxyl), 니트로빈(nitrovin, 또는 panazon) 등이 있다.

이들 약물은 돼지, 닭 등 가축에서 주로 대장균과 살모넬라균에 의해 유발되는 세균성 장염과 콕시듐증의 예방 및 치료를 위해 사료첨가제나 음수용 제제로서 널리 사용되어 왔다. 국내외적으로 푸라졸리돈, 푸랄타돈, 니트로푸라존 등 3종의 약물이 흔히 사용되었으며, 중국, 태국 등 동남아 국가에서는 최근까지도 가축은 물론 새우 등 양식어류에서도 사용되었던 것으로 알려져 있다.

니트로푸란계 약물은 가축에 투여하는 경우 가축의 체내에서 빠르게 대사되는 특징을 가지고 있다. 따라서 니트로푸란제의 원물질은 근육, 계란, 우유 등 가식부위에서 수 시간 또는 몇 일 이내에 신속히 소실되어 검출되지 않지만 그 대사물질은 짧게는 1~2주일에서 길게는 7주까지도 조직 내에 잔류하게 된다.

(2) 위해성 및 건강영향

실험동물에서의 니트로푸란제에 대한 독성으로는 물질에 따라 다소 차이가 있지만 유전자변이, 염색체 손상 등을 유발하는 변이원성이 있거나, 갑상선종 등 암을 유발하는 발암성, 기형, 유산 등을 초래하는 생식독성, 그리고 난소위축, 정자수 감소 등을 초래하는 내분비계 교란성 등이 있는 것으로 보고되고 있다. 특히 주목할 부분은 AOZ 등 대사물질의 경우에 있어서도 니트로기의 효소적 환원과정에서 생성된 대사물질에 의해 변이원성과 발암성의 위험이 있다는 점이다.

니트로푸란계 약물이 잔류한 축산물의 섭취로 인해 유발될 수 있는 인체 유해성에 대한 보고 예는 아직까지 없으나, 니트로푸란제 원물질은 가축 체내에서 빠르게 대사되므로 축산식품을 통해 노출될 가능성이 매우 적은 반면, 조직

결합형 대사물질은 가식부위에 장기간 잔류하며 구이, 전자렌지 등 조리온도에서도 안정하여 거의 파괴되지 않아 음식을 통한 인체 발암 유발 가능성도 배제할 수 없는 것으로 알려져 있다.

(3) 각국의 관리동향

니트로푸란계 약물은 인체 발암성 등 유해성 때문에 우리나라를 비롯한 선진각국에서는 이미 식용동물에의 사용을 전면 금지한 바 있으며 이들 약물의 자국산 식용동물에 불법 사용을 엄격히 규제하고 있다. 또한, 수입 축산물에 대해서는 엄격한 검사를 실시하는 등 축산물의 안전성 확보를 위하여 다각적인 노력을 기울이고 있다.

니트로푸란계 약물이 발암물질이라는 것이 밝혀지면서 축·수산식품내 잔류에 의한 인체 발암성 등이 우려됨에 따라 유럽연합(EU), 미국, 일본 등 선진각국은 1990년대 중반부터 푸라졸리돈 등 일부 물질에 대한 사용규제를 시작으로 최근에는 니트로푸란계 전체 약물로 확대하여 사용을 규제하고 있는 실정이다.

EU에서는 1995년 푸라졸리돈에 이어 1997년부터 식용동물에서 모든 니트로푸란계의 사용을 금지하였으며(Commission Regulation 1442/95), 미국에서는 최근까지 푸라졸리돈과 니트로푸라존 제제에 대해 상처부위나 안과질환 등을 치료할 수 있도록 국소적용을 허용해 왔으나, 2002년 5월부터는 전면적으로 사용을 금지하였다. 일본에서는 1998년 이미 “동물용의약품등취급규칙”에 의하여 니트로푸란계 약물의 외용제 이외의 판매를 금지하고 있으며, 2003년 10월에는 니트로푸란계 약물에 대하여 식품 중 불검출 대상 물질로 잠정 설정하였다. 한편, 태국에서는 2002년 3월 EU 국가로 수출한 자국산 새우와 닭고기에서 니트로푸란계 대사물질의 검출로 인해 수입규제 조치를 받게 되자 니트로푸란계는 물론 EU 국가에서 사용금지약물로 규정하고 있는 모든 물질에 대해 수입 및 제조 금지 등 안전성 강화 조치를 취하였다.

우리나라에서는 1999년 1월에 “동물용의약품등취급규칙”의 개정을 통해 수산용 푸라졸리돈과 푸랄타돈 제제에 대해 사용금지 조치를 내린데 이어 2003년 2월부터는 동 계열 약제의 불법 사용을 미연 방지하기 위하여 애완동물용을 포

함 니트로푸란제 성분이 함유된 137개 품목(단일제 51개 품목과 복합제제 86개 품목)의 국내 제조 및 수입을 전면 금지 조치하였다.

이 조치로 인해 국내 동물약품 제조 및 수입업체에서는 기존 허가 품목의 허가를 취소하거나 품목 변경을 실시하게 되었다. 단일제제인 경우에는 당해 품목의 허가를 취소하고 허가증을 반납하였으며, 복합제제인 경우 품목허가를 취소하거나 이들 제제가 포함되지 않은 제품으로 대체 생산하기 위하여 품목 변경 조치를 실시하였다.

2. 성장촉진 호르몬

(1) 성장촉진 호르몬의 특성

성장촉진용 호르몬제제는 생체에서 근육단백질 합성 증가, 성장촉진 효과를 발휘하는 생리활성 물질로 정상적인 분비과정을 통하여 생성되는 천연호르몬과 화학적으로 제조된 합성호르몬으로 대별된다.

성장촉진용 호르몬제제는 일반적으로 물질대사과정 전반에 작용하여 체내 질소저류량을 증대시키고 단백질 및 근육형성을 증대시키며 적혈구 생성을 활성화하여 가축의 성장 및 비육촉진을 유도한다. 이러한 작용은 에스트로젠류가 근육세포중의 성장호르몬과 인슐린 농도를 증가시키게 되고 안드로젠류는 체내 대사 촉진작용을 유발하는 부신피질호르몬(Corticosteroid)의 수용체에 경합하거나 갑상선호르몬(Thyroxin)의 양을 감소시켜 새로운 단백질의 생성을 촉진시키는 반면 분해는 오히려 지연시킴으로서 결과적으로 단백질의 증가를 유도하게 되어 비육촉진효과를 발휘하는 것으로 설명된다.

(2) 위해성 및 건강영향

성장촉진을 목적으로 가축에 투여된 호르몬제제는 상당기간 체내에 잔류되며 축산물을 통하여 인체에 유입되면 물질에 따라서는 실질장기의 장애, 발육저하 및 각종 암의 유발 등 부작용을 일으킬 수 있다는 연구보고가 알려지면서 축산물 중 가축성장촉진용 호르몬제제의 잔류여부가 안전성을 판단하는 중요한 쟁점으로 부각되고 있다.

주요 육류수출국에서는 가축의 생산성 향상을 목적으로 성장촉진용 호르몬제제의 불법적인 오·남용이 성행하여 식육중에 잔류되는 문제를 일으키고 있다. 축산물 중 성장촉진용 호르몬제제의 잔류방지를 위해서는 축산현장에서 사용되는 동물용 의약품의 용법, 용량을 정확히 지키고 휴약기간을 준수하여야 한다.

(3) 국내외 관리동향

제32차 FAO/WHO 합동식품첨가물 전문위원회(JECFA, 1982. 6)에서는 성장촉진용 호르몬중 내인성(천연)호르몬 즉 에스트라디올(Estradiol), 프로제스테론(Progesterone) 및 테스토스테론(Testosterone)은 사용되고 있는 제제형태와 사용방법을 고려해 볼 때 사람에서의 일일섭취허용량과 축산물중 잔류허용기준을 설정할 필요가 없다고 천명한 바 있다. 그러나 일부 국가에서는 내인성 호르몬을 포함하여 모든 성장촉진용 호르몬제제의 사용을 엄격히 금지하고 있으며 합성호르몬에 대해서도 자국의 이해상황에 따라 국가별로 상이한 관리기준을 운영하고 있어 현재까지 국제적으로 통일된 규범은 없는 것으로 판단된다.

성장촉진용 호르몬제제에 대하여 가장 엄격한 규제와 관리기준을 설정하고 있는 유럽연합은 1988년부터 모든 성장촉진용 호르몬제제의 사용을 금지하고 있다. 이들은 회원국 내에 지역별로 4개의 표준검사기관과 38개소의 전문검사기관을 운용하면서 수입산 및 개별 회원국가에서 생산되는 식육중 약 27종의 성장촉진용 호르몬제제에 대하여 매년 잔류검사를 실시하고 있다. 특히 1997년에는 미국산 수입육을 대상으로 성장촉진용 호르몬제제 검사를 실시한 결과 12%의 위반사례를 적발하여 이를 근거로 전면적인 금수조치를 시행한바 있다.

주요 육류수출국인 미국은 성장촉진용 호르몬제제의 사용에 비교적 개방적이며 현재 내인성 호르몬인 에스트라디올, 프로제스테론, 테스토스테론과 합성호르몬인 제라놀, 멜렌제스트롤 및 트렌볼론 등 총 6종에 대하여 사용을 허가하고 있다. 식품의 안전성과 관련된 연구와 검사업무는 식품의약품국(FDA), 농무성(USDA)이 주관이 되어 수행하고 있으며 6개의 지역별 전문검사기관을 두고 국내 및 수입식육에 대하여 검사업무를 실시하고 있다. 특히 농무성에서는 매년 국가잔류조사 프로그램(National Residue Testing Programme, NRP)을 통하여 지속적으로 성장촉진용 호르몬제제의 잔류정도를 모니터링하고 있다.

우리나라에서는 가축의 성장촉진을 목적으로 내인성호르몬 3종(에스트라디올, 프로제스테론, 테스토스테론)과 합성호르몬 2종(제라놀, 멜렌제스트롤)에 대하여 사용을 허가하고 있다. 축산물 중 성장촉진용 호르몬의 잔류방지를 위하여 현재 합성호르몬인 디에칠stil베스트롤과 제라놀에 대하여 잔류허용기준을

설정하고 있으며 국내산 및 수입산 식육에 대하여 규제검사를 실시하고 있다. 또한 규제검사와는 별도로 잔류가능성이 예측되거나 국제적으로 문제시 되는 불법사용 성장촉진용 호르몬제제에 대하여 매년 탐색조사를 통하여 잔류정도를 지속적으로 모니터링하고 있다.

3. 클로람페니콜

남아메리카 베네수엘라의 토양 속에서 발견된 *Streptomyces venezuelae*라는 방선균(放線菌)을 배양하여 얻었는데, 최초로 합성에 성공한 항생물질로서 알려졌다. 백색 또는 황백색을 띤 침상 결정으로 쓴 맛이 있다. 알코올에 녹지만 물에는 잘 녹지 않는다. 그람 음성균을 비롯하여 어떤 종의 바이러스·리케차 등 광범위한 미생물에 의한 질병에 대하여 내복에 의하여 효과가 있다.

장티푸스·파라티푸스를 비롯하여 각종 세균 감염증·리케차증(털진드기病)·바이러스 폐렴·트라코마 등에 널리 쓰인다. 용량 0.25g, 1일 4회 복용한다. 또 근육 주사나 정맥주사에도 사용한다. 근래에는 개량품으로 스테아로일글리콜산염이나 팔미트산염이 시판되고 있다.

4. 말라카이트 그린

말라카이트 그린은 실크, 양모, 가죽, 목면, 종이 등을 염색하는데 사용되는 합성염료로써 그 색깔이 광물인 말라카이트와 비슷하다고 해서 염료의 이름을 말라카이트라고 한다. 전통적으로 어류의 알에 대한 곰팡이 감염을 막기 위해서 사용되었는데 오랜 기간 동안 어류의 조직에 잔류하는 것으로 확인되고 있다.

캐나다의 보건 위생 당국은 말라카이트 그린을 잠재적인 발암물질이라고 인정하여 1992년 어류에 사용할 수 없다고 결정했다. 그래서 말라카이트 그린에 대한 허용 수준을 정하지 않았다. 따라서 어떤 수준의 말라카이트 그린이라도 식품에 검출되면 폐기 처분해야 한다.

아주 낮은 수준의 말라카이트 그린을 검출된 어류의 섭취로 인한 건강상 위해는 아직 밝혀지지 않았다. 캐나다 보건 당국은 건강상 위해를 미치는 정도가 미약하다고 해서 말라카이트 그린을 2급 위해물질로 분류했다.

미국의 연구에 의하면 말라카이트 그린은 인간 세포에 독성을 나타낼 수 있으며 설치류에 간암을 유발한다고 나타났다. 그러나 인간에 대한 영향은 아직까지 알려지지 않은 상태지만 아주 낮은 수준의 말라카이트 그린 섭취로써는 인간에 병을 일으키는 것으로는 보이지 않는다. 다른 국가에서는 그 허용수준을 정해두기도 하는데 EU에서는 말라카이트 그린의 허용 수준이 2ppb (parts per billion = 0.002ppm)이다.

말라카이트 그린은 가격이 싸고, 효과적이며 쉽게 구할 수 있으며 일부 국가에서는 정부가 규제가 미치지 못하므로 여전히 말라카이트 그린을 어류에 사용된다. 2005년 여름 우리나라에서도 어류 양식장에서 말라카이트 그린을 사용한 것으로 나타나 사회적으로 큰 파장을 일으킨 바 있다. 환경부에서는 말라카이트 그린의 제조·수입·사용을 2006년 2월부터 전면 금지하기로 하였다.

제6절 중금속

인체에는 여러 가지 금속들이 일정한 비율로 존재하면서 특정한 기능을 발현한다. 무기질 중에서도 금속은 극히 미량만 존재하지만 그 존재비율이 깨지면 심각한 기능장해가 발생한다. 또 필요량보다 많은 양이 체내로 들어오면 역시 균형이 깨어져 기능장해가 나타난다. 특히 비중이 4 이상인 중금속이 식품에 오염되어 인체에 들어올 경우 인체에 장해를 줄 가능성이 크다.

이러한 중금속에 대해 인체는 자체 방어기구를 가지고 있다. 인체에 중금속이 들어간다 하여 그 양이 모두 흡수되는 것은 아니며 흡수, 대사, 배설의 차이에 의하여 달라진다. 아무리 독성이 강한 물질이라도 장관에서 흡수되지 않고 대변으로 배출되면 인체 장해는 나타나지 않는다. 유해 중금속의 특성에 따라 즉, 수용성이나 지용성이나의 차이에 따라 장관에서 흡수율이 달라지며, 함께 섭취한 식품성분에 따라서도 흡수율이 다르다. 또 두 가지 이상의 중금속이 동시에 섭취된 경우 서로 반응하여 상승역할을 하기도 한다.

금속원자가 탄소원자가 결합한 유기금속화합물(메틸수은, 에틸납 등)은 액상의 휘발성, 지용성 물질로 장관에서 흡수가 잘된다. 금속염류는 물에 대한 용해성이 클수록 잘 흡수되며, 물에 잘 녹지 않는다 하여도 체내의 단백질이나 지질과 결합하여 용해도가 높아져 흡수율이 커지기도 한다. 또 중금속이 체내에 흡수되면 체내에서 중금속의 독성을 약화시키는 고분자물질이 생성되기도 한다. 이 경우 중금속의 독성은 고분자 물질과의 결합의 정도에 따라 영향을 받는다.

흡수된 물질은 체액에 의해 체내 조직으로 운반되어 대사된다. 대사에 의해 유독화되기도 하고 무독화되기도 한다. 대사 후 일부는 체내에 축적되고 일부는 체외로 배설된다. 불소, 셀레늄, 요오드, 코발트 등은 주로 신장에서 소변으로 배설되고 철, 아연, 구리, 망간, 크롬 등은 담즙을 통해 대변으로 배설된다. 그러나 카드뮴 같은 축적성 금속은 잘 배설되지 않으며 특정 조직에 작용하여 장해를 일으킨다.

1. 납

(1) 특성

납은 토양에 많이 함유되어 있어 식물에 2.7ppm, 동물에 2.0ppm, 어류에 0.5ppm 가량이 포함되어 있으며 지역별, 식품별로 그 함량이 달라진다. 사람들이 식품으로 섭취하는 평균적인 납 섭취량은 60~150 μ g 가량이며 물이나 차 등의 음료를 통해 섭취되는 납 섭취량은 10~20 μ g에 달한다. 소화관에서의 흡수율은 5~10%이며, 기도를 통해 노출된 경우의 흡수율은 50%이다. 따라서 납중독은 공장의 증기 등을 통하여 기도로 흡수되는 경우가 많다.

오래 전 중세시대에는 수도관이 납으로 만들어져 이로 인해 오염된 물, 납용기로 양조된 포도주, 납그릇 등을 통해 중독이 발생한 경우가 많았다. 납성분이 든 농약, 페인트, 휘발유 등이 사용된 적이 있어 이런 납이 환경에 배출되고 이를 통해 식품으로 이행되어 만성중독을 일으키기도 한다.

(2) 위해성 및 건강영향

납중독은 급성중독은 거의 없고 대부분이 만성중독이다. 식품을 통해 흡수된 납이 간으로 들어가 대부분은 담즙을 통해 대변으로 배설되지만 일부는 혈액을 통해 뼈 등의 조직에 침착한다.

납은 신체의 거의 모든 기관, 특히 중추 신경계에 가장 많은 영향을 미치며 심한 경우 사망에 이른다. 소량씩이라도 혈액, 신장, 골수, 간, 뇌 등과 같은 연조직(軟組織)에 흡수·축적되며 혈액 속의 납은 뼈 속에 평생 동안 축적된다.

뼈에 침착한 납은 특정 조건에서 혈액으로 녹아나오거나 침착되지 않은 납이 혈액으로 들어가 혈중 납농도가 높아지면 표적조직인 골수에 대해 독성을 나타낸다. 혈중농도가 400ng/ml(정상치 100~300ng/ml)을 넘으면 빈혈 등의 장애가 발생한다.

혈액으로 유입된 납은 헤모글로빈 합성을 저해하여 빈혈을 유발하고, 고혈압이나 신장 기능 부전 등의 순환계 장애를 일으킨다. 특히 중추 신경계에 영향을 미쳐 반응시간 단축·기억력 감퇴등과 같은 신경 장애, 과민반응, 뇌 손상, 정신

장해 등을 일으킨다.

어린이들이 각종 납오염원에 노출될 경우 어른들에 비해 흡수가 빠르기 때문에 체내에 쉽게 축적되어 어린이들의 중추신경계에 영향을 미쳐 지능저하, 성장 감소, 학습 부진, 청력 장애 등을 일으킨다. 또한 어린이와 마찬가지로 칼슘을 많이 필요로 하는 임산부가 납에 노출될 경우 일반 성인보다 더 많은 양의 납을 흡수하게 되며, 납은 태반을 통과하기 때문에 태아의 신경계 발달에 치명적인 영향을 미치며 미숙아, 저체중아 출산 등의 원인이 되기도 한다. 아울러 뼈속에 축적되어 있던 납은 수유시 젖으로 분비되며 이를 유아가 섭취함으로써 유아의 뇌염을 유발시키기도 한다.

(3) 국내외 관리동향

납은 독성이 강하므로, 국제적으로 납의 사용을 규제하려는 움직임이 활발한 금속이다. UN에서 납 함유제품에 대한 수출입 제한을 추진하고 있는 것을 비롯하여, 납 허용 규제 움직임은 세계적으로 활발하다.

특히 미국의 경우 식품 캔에 납땀하는 것이 금지되어 있으며, 식품캔 제조업체들은 자발적으로 캔 재질에 납이 함유되지 않은 것을 사용하고 있다. FDA는 과즙, 벡타류 등 과일 음료 중의 납 함유량을 0.08ppm으로 제한하고, 기타 모든 식품에 대하여는 0.25ppm이하로 규제하기로 1993년 4월 1일 부로 공표하였다. 이 규제의 직접적인 동기는 유아의 납중독 사건으로 생후 18개월 유아의 혈중 납 수치가 이상하게 높아져서 위독 상태에 빠진 사건이었다. 이 유아의 경우 납땀 캔에 들어 있는 과일 주스를 마신 것이 그 원인으로 지적되어 사회적으로 큰 물의를 일으켰다. FDA는 태어나 젖먹이에 대한 납의 독성이 종래 생각되어 왔던 것 이상으로 크다는 판단 아래, 지금까지 사용해 온 도자기제 식기로부터의 납 용출한도를 강화하고, 포도주병 마개의 호일 캡슐에 납 사용을 금지할 것과 병조림시 물의 규격에서 납 한도 값을 저하(0.005ppm) 할 것을 제안하였다. 또한 식용 통조림의 납땀을 금지할 것도 제안하였다.

칼슘은 뼈와 치아를 튼튼하게 할 뿐 아니라 몸에 들어온 납의 흡수를 차단, 납중독을 막아주는 효과도 있는 것으로 밝혀져 있으므로 칼슘섭취를 충분히 하는 것도 납중독을 막는 좋은 방법이다.

2. 비소

(1) 특성

비소는 환경과 식품 중에 미량으로 널리 존재하나 살인이나 자살의 목적으로 사용되어 왔기 때문에 매우 유독한 성분으로 알려져 있다. 그러나 식품 중의 비소가 독성학적으로 어떤 영향을 미치는지는 아직 분명치 않다.

지각(crust) 중의 비소 농도는 평균 1.8ppm정도이다. 우리 나라 논 토양중 자연 함유량을 조사한 결과 평균 0.56ppm(가용성), 현미 중 함유량은 0.088ppm으로 나타났으며(1988), 농작물에 영향을 주는 농도는 10~20ppm으로 알려져 있다.

비소는 지구상의 어떤 시료를 취하여 분석하여도 어디서나 검출된다. 토양에서는 3~10ppm(국소적으로는 자연 함유량으로 500ppm가 검출되었다는 보고도 있음)이 검출된다. 해수에서는 3~10ppb, 빗물은 0~14ppb, 대기에서는 0~수백분의 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (주로 분진에 포함)이 검출되었다.

광산, 제련소, 아비산, 비산염 등의 제조공장, 사용공정(반도체제조, 유리공업 등), 광산, 제련소, 공장 등에서 나오는 폐수, 광재, 분진 등의 비소 뿐만 아니라 수목, 농작물에 사용된 살충제 중의 비소가 주변지역의 토양과 우물, 하천 등에 오염된다.

일반 식품에는 0.5ppm 정도로 존재하나 해산물의 함량이 높아 오징어나 새우에는 10ppm 이상으로 존재하기도 한다. 다시마 등에서 50ppm 이상 검출된 예도 있다.

(2) 위해성 및 건강영향

비소의 인체 중독량은 5~50mg/70kg, 치사량은 100~300mg/70kg이다. 급성 중독시 심한 구토와 설사를 동반하거나 혈관호흡중추가 마비되기도 한다. 또 영양장애, 신경염, 흑피종 등이 유발된다. 비소화합물의 독성영향은 화합물의 화학적, 물리적 성질에 따라 좌우된다.

비소가 피부에 닿으면 피부가 헐거나 염증이 생기며 눈에 들어가면 눈이 아프고 결막염과 같은 염증이 일어난다. 급성중독 증상으로는 식도가 따갑고 화

끈거리고 침을 삼킬 수 없고 위와 배가 심하게 아프며 토하거나 설사를 하게 된다. 특히 몸속의 물이 다 빠지게 되어 입이 마르고 혈관이 마비되어 피부가 차가워지며 혈압과 맥박수가 내려간다. 심하면 심장장애 등의 쇼크증상이 나타나 사망하게 된다.

살충, 살균제에 이용되고 있는 비산, 아비산염은 만성중독의 원인이 된다. 또한 비소화합물을 장기간 취급하면 피부가 흑변 또는 각화하며 신경이나 근육의 섬유에 이상을 주는 수가 있다. 만성적으로 중독이 되었을 경우에 처음에는 식욕이 떨어지고 힘이 없어지며 설사, 변비, 구역질이 나타나다가 눈꺼풀이 붓거나 눈에 염증이 생기고 목구멍이 아프며 때로는 콧속에 구멍이 뚫린다. 비소는 동, 납, 철 등의 많은 황화광물 속에 함유되어 있기 때문에 제련공장 등에서 작업중에 비소가 들어있는 먼지나 증기 등을 마시게 되면 만성중독이 발생할 가능성이 있다.

(3) 중독 사례

우리 나라에서는 1970년대 초 충북 영동에 있는 한 아비산 제조공장의 근로자 중에 비소중독에 의한 피부염 등이 발생한 예가 있으나 그 밖의 비소중독 사고는 별로 알려진 바가 없다. 그러나 일본에서는 비소를 비롯하여 금, 구리 등의 광석을 채굴하는 광산이나 이를 정제하는 제련소 주변지역에 살고 있는 주민들과 이들 광산이나 공장에서 일하는 사람에게서 중독피해가 일어나는 경우가 있었다.

또한 공장에서 제품을 제조하는 과정에서 실수로 비소에 오염되거나 음식물 등에 오염되어 집단적으로 피해가 발생된 경우도 있었다.

1990년과 1991년 영국에서는 6,000명이 비소에 중독되고, 그 중 70여명이 사망한 사건이 있었다. 조사 결과 비소에 오염된 맥주 때문인 것으로 밝혀졌는데 문제의 맥주 속에는 15ppm의 비소가 함유되어 있었다. 맥주에 비소가 들어가게 된 원인은 맥주 발효원료인 포도당이 비소에 오염되어 있었기 때문이었다. 포도당은 설탕이나 전분을 가수분해하여 제조되는데, 이때 사용되는 황산이 아비산을 함유하고 있었으므로 결국 포도당에 비소가 혼입되었다. 또한 황산에 아

비산이 함유된 원인은 다량의 비소를 함유하고 있는 황철광을 사용하여 제조되었기 때문이었다. 정제되지 않은 기초 원료의 사용으로 대형사고가 발생하게 된 예였다.

1955년 일본에서는 비소에 오염된 우유를 마신 어린아이들이 집단적으로 발병하는 사건이 있었다. 이들 대부분은 열이 나고 식욕을 잃었으며 심하게 토하거나 설사를 할 뿐만 아니라 중기가 나거나 피부가 검게 변하는 증상을 나타내었고 임상적으로 빈혈과 간이 커지는 것을 발견할 수 있었다. 발병한 어린이들은 모두 모리나가 유업주식회사의 도쿠시마 공장에서 만든 우유를 먹었음이 밝혀져 이 공장의 우유제품을 조사한 결과 비소가 들어 있음이 확인되었다. 이 공장의 우유제품은 전량 회수되어 더 이상의 피해가 나타나지 않게 되었지만 계속된 조사를 통하여 우유제품의 유질안정제로 사용된 제2인산나트륨에 비산나트륨이 불순물로 들어 있었음이 밝혀졌다. 이 오염사고로 12,131명의 중독환자가 발생하였으며, 그 중 130명이 사망하였다. 그 후에도 중독된 어린이들을 대상으로 검진한 결과 대부분이 당시의 중독으로 인한 후유증으로 고생하고 있음이 밝혀졌으며, 후유증으로는 시력저하, 난청, 학업성적 불량, 뇌파 이상, 간질과 같은 발작, 두통, 현기증, 수족냉증 등이 있는 것으로 알려졌다.

(4) 국내외 관리동향

비소는 대다수의 상수도 수질중에 $10\mu\text{g}/\ell$ 미만으로 존재한다. 심하게 오염된 우물물의 경우 수십 ppm으로 나타난 보고도 있다. 인체에 노출되는 섭취량은 식료품의 섭취에 의한 것과 비슷한 양으로 알려지고 있다.

대부분의 식료품에 비소가 $1\text{mg}/\text{kg}$ (건조물) 이하로 존재하는 것으로 알려져 있고, 해양 물고기 중에는 식료품보다 더 높은 농도로 존재할 수 있다. 조개와 같은 갑각류에는 $50\text{mg}/\text{kg}$ 이상의 수준으로 함유하기도 하며 주로 유기상태의 비소로 존재한다. WHO는 음식섭취로부터 평균 성인 1일 체중 kg당 약 $30\mu\text{g}$ 의 비소를 섭취한다고 발표한 바 있다(WHO, Technical Report Series, No.532, 1973).

1988년 FAO/WHO의 합동 식품첨가물 전문가 회의(JECFA)에서는 무기비소에 대한 1주당 잠정 섭취 허용량(PTW1)을 $15\mu\text{g}/\text{kg}$ (체중)로 평가하였다.

우리나라에서는 각종 환경 및 산업보건관련 법령에서 비소의 규제치를 설정하고 있으며 특히 먹는물관리법에 의한 음용수 중 비소의 규제치는 0.05mg/l 이하이다.

3. 셀레늄(Selenium)

(1) 특성

셀레늄은 우리 몸에 필수적인 미량원소(무기질)이다. 번식력 저하 회복이나 비타민 결핍시 셀레늄이 대용될 수 있으며 수은의 독성을 완화시키기도 한다. 면역체제와 갑상선의 정상적인 기능을 위해서도 셀레늄은 필수적이다

최근 셀레늄이 암 및 기타 질병을 예방하는 효과가 있다고 보고되면서 셀레늄에 대한 관심이 크게 증가하여 우유 등의 식품에 첨가하거나 건강기능식품 형태로 널리 판매되고 있다.

그러나 셀레늄을 너무 많이 섭취하면 상당한 위험성이 있다. 혈액 중 셀레늄 농도가 너무 높으면 셀레늄 중독 증상이 나타난다. 증상으로 위장관 장애, 탈모, 손톱의 흰 반점, 그리고 가벼운 신경손상이 나타난다. 미국에서는 셀레늄 중독이 드물고 산업재해나 영양제를 만들 때 셀레늄이 너무 많이 들어가서 생기는 제조상의 잘못과 관련된 소수의 경우가 보고 되어 있다.

셀레늄은 대개 동물의 장기, 아패류, 근육이 많은 육류, 곡물, 낙농식품(우유, 버터, 치즈류), 야채 및 과일 등에 들어있다. 보통 식품 중에 0.01~0.04ppm, 수육 및 조육에서는 0.1ppm, 어육에는 0.4ppm이 거출되며 내장에는 4ppm 정도로 높게 검출된다. 보라색 강낭콩에서도 고농도의 셀레늄이 검출된다.

(2) 위해성 및 건강영향

셀레늄은 여러 가지 기능을 하지만 결핍되거나 과량 섭취시 다른 중금속과 마찬가지로 독성을 나타낸다. 지금까지의 연구결과로는 셀레늄 결핍은 고혈압, 당뇨병, 근육통증, 관절염, 용혈성빈혈, 악성빈혈, 알코올성 간경변, 각종 암, 에이즈, 남성불임, 아토피성 피부염과 어느 정도 관련이 있다. 또 과다 섭취한 경우에는 ‘알칼리병’ 같은 질환이 나타날 수 있다. 알칼리병에 걸린 동물은 탈모, 관절이 굳어지는 증세, 무기력 등의 증세를 보이며 심한 경우 사망에 이르기도 한다. 사람도 800 μ g 이상 섭취하면 머리와 치아가 빠지고 피로감이 오는 등 부작용이 발생한다.

4. 수은

(1) 특성

수은은 인체에 누적될 경우 신경계통 등에 치명적인 피해를 주는 중금속의 하나로 온도계, 압력계, 형광등, 아말감에 사용되며, 각종 수은화합물은 살균제, 살충제, 건전지, 곰팡이 제거제, 방청 페인트, 안료 등의 재료로 쓰인다. 또 펄프나 종이, 아세트산, 염소, 가성소다의 제조공정에 이용되기도 한다.

수은에는 무기 수은과 유기 수은이 있다. 수은의 대부분은 무기 수은으로 온도계와 기압계에 많이 사용된다.

생물 농축의 주범인 수은은 유기 수은의 한 종류인 메틸 수은이다. 메틸 수은은 물고기 체내에서 쌓이기 때문에 바다나 호수가 약간의 수은으로 오염되더라도 이 물고기들은 쉽게 오염될 수 있다.

수은은 우리의 주변 환경에서 오랜 기간 잔류하는 동안 유기 수은이 무기 수은으로 되기도 하고, 반대로 무기 수은이 흙과 물 속에서 미생물과 바이러스의 생화학적 작용에 의해 천천히 유기 수은으로 바뀌기도 한다.

(2) 위해성 및 건강영향

수은은 다른 중금속과 마찬가지로 한 번 몸 안에 들어오면 빠져나가지 않고 계속 누적된다. 이것이 몸안에 축적되어 총 수은량이 30ppm 이상이 되면 수은 중독 현상을 일으키게 된다.

수은은 상온에서 천천히 증발하여 호흡기로 흡수될 수 있다. 또한 수은과 그 화합물은 드물지만 소화기 계통으로 흡수될 수도 있다. 이렇게 호흡기 및 소화기 경로로 인체에 침입하면 80% 정도가 신장 및 간 등에 축적되어 소뇌의 기능을 마비시킨다.

액체 상태의 수은이 피부에 닿으면 단백질 속으로 직접 침투하여 국소적으로 피부염을 유발한다.

수은의 축적에 의한 중독은 만성 신경계의 질환으로 인해 운동장애, 언어장애, 난청, 심하면 사지가 마비되어 죽음에까지 이르기도 한다. 뿐만 아니라 산모가 이 병에 걸리게 되면 태아가 이와 같은 신경계 질환으로 인해 지체부자유자

로 태어나기도 한다.

수은으로 인한 사람의 중독량은 5mg/70kg이며, 150~300mg/70kg 이상에 노출되면 사망한다. 독성은 무기수은에 비해 메틸수은 같은 유기수은이 훨씬 강하다.

(3) 중독 사례

1950년대 일본 구마모토현 미나마타만에서 대규모 수은중독이 발생하여 미나마타병을 일으킨 사건은 유명하다. 미나마타병은 메틸수은에 의한 중독증의 예로 1956년 일본의 미나마타현의 아세트알데히드 초산공장이 배출한 폐수로 인해 발생한 미나마타병 환자가 처음으로 사망하였고, 이후 해를 거듭할수록 환자가 증가해 미나마타병은 중대한 사회문제가 되었다.

우리나라에서도 1988년 당시 15세의 나이로 형광등 제조회사인 협성계공에 취업하여 3개월간 신나와 수은 주입 작업을 하던 문송면이라는 소년이 수은·유기용제 중독으로 사망하여 국민들에게 충격을 주었다.

(4) 국내외 관리동향

각 국가별로 식품에 대한 수은의 규제기준이 설정되어 있다. 미국은 1977년에 1.0ppm으로 설정하였다.

일반식품 중에서 곡류, 채소, 과일에서는 0.02ppm, 어패류는 0.1~0.4ppm 정도가 검출되며, 다량어류에서는 0.4ppm을 초과하기도 한다. 식품 중의 수은으로 인해 불임이 될 가능성이 있으며, 태아의 수은 중독을 유발할 수 있으므로 미국이나 영국은 임신부들이 수은 함유량이 높은 참치 등의 식품을 제한적으로 섭취하도록 권고하고 있다.

실제 미국 FDA는 임신여성이 참치를 얼마나 먹는 게 안전한지는 분명치 않지만 생선중 참치만 먹을 경우 일주일에 참치 통조림 2개, 다른 해산물을 섞어 먹을 경우 참치 통조림 1개가 적당할 것이라고 권고하였으며, 영국 식품표준청은 임신부나 임신 예정에 있는 사람들 그리고 모유를 수유할 계획이 있는 사람들에게 대해서 수은 함유량이 높은 생선(상어, 황새치, 청새치)을 피하고 되도록이면 일정량의 수은을 함유한 참치는 자주 먹지 말 것을 권고하고 있다.

5. 카드뮴(Cadmium)

(1) 특성

카드뮴은 지각에서 흔히 발견되는 원소로서 은백색의 광택이 많이 나는 금속이다. 순수한 카드뮴은 부드러운 은색 금속이지만, 자연 환경에서는 산소, 염소, 황과 같은 원소와 결합하여 여러가지 화합물 형태로 존재한다. 이런 화합물들은 대부분 안정한 고체이지만, 가끔 산화 카드뮴은 작은 입자로서 공기 중에 존재하기도 한다. 산업에서 사용되고 있는 대부분의 카드뮴은 아연, 납, 구리 광석을 녹일 때 부산물로 얻어진 것이다. 주로 배터리, 색소, 금속 도금, 플라스틱 등에도 많이 사용된다. 진노란 색 카드뮴 증기나 먼지를 흡입하면 카드뮴에 중독된다.

카드뮴은 공기, 물, 토양, 음식물 등에 아주 약간씩은 들어 있다. 인산 비료나 하수 폐기물을 사용하여 토양에 거름을 주게 되면 토양 속으로 카드뮴이 많이 들어가게 된다.

식물은 토양으로부터 카드뮴을 흡수하고, 물고기는 물 속에 있는 카드뮴을 섭취하기 때문에 이런 것들을 음식으로 섭취할 때, 우리는 카드뮴에 오염된다. 석탄이나 석유와 같은 화석 연료를 연소 시키거나 쓰레기를 소각 할 경우, 상당히 많은 양의 카드뮴이 환경으로 방출되는데, 이런 공기를 흡입하므로써 카드뮴에 오염된다. 대부분의 식물처럼 담배도 카드뮴을 함유하고 있으므로, 담배를 피우면 체내에 카드뮴이 농축된다. 흡연자는 비흡연자보다 약 2배 정도로 많은 카드뮴을 체내에 가지고 있다.

(2) 위해성 및 건강영향

카드뮴은 대부분 호흡기를 통해 흡수되는데, 갓 생성된 카드뮴 증기는 흡입될 경우 폐에 침착이 잘된다. 또한 카드뮴은 위장을 통해서도 5% 정도가 흡수되며 카드뮴으로 처리한 용기에 담긴 산성 음식이나 음료수를 섭취하여도 카드뮴에 중독될 수 있다. 체내에 들어온 카드뮴은 간으로 이동되어 주로 간과 신장에 저장된다.

카드뮴 중독의 초기 증상은 뚜렷한 것이 없기 때문에 위험을 느끼지 못하며, 간혹 오한·두통·구토·설사 등이 나타나 몸살 감기 등으로 오인할 수 있다. 카드뮴에 장기간 노출되었을 때, 가장 먼저 이상이 나타나는 기관은 신장으로 소변에서 뇨단백이 검출된다. 심한 만성 중독의 경우, 드물지만 뼈에 병변(골연화증, 골조송증, 특발성골절)이 나타날 수 있다.

기타 다른 증상으로는 냄새를 제대로 맡을 수 없고, 코점막에 궤양이 생기며, 치아가 누렇게 변화하는 현상 등이 있다.

카드뮴 중독은 임상적인 증상과 신장의 손상 때문에 나타나는 저분자 단백뇨로 진단한다. 혈중 카드뮴 농도는 최근 2~3개월 동안의 카드뮴 노출량을 나타내는 것으로, 진단에 참고할 수 있다. 카드뮴 중독에서는 다른 중금속 중독에서 사용하는 약이 오히려 더 큰 해를 줄 수 있기 때문에 함부로 쓰지 않고, 일반적으로 에데트산 칼슘을 경구 투여하거나 보조적인 치료를 실시한다.

(3) 중독 사례

<이따이이따이병>

1910년대 후반부터 일본 토야마현 주민들은 허리, 팔, 다리의 뼈마디가 아프다며 병원을 찾기 시작했다. 50년이 지나도록 어느 의사도 '원인불명'이라는 말 외에는 시원한 답을 주지 못했다. 1968년 드디어 일본 정부는 '카드뮴에 의해 뼈 속 칼슘분이 녹아 신장장애와 골연화증이 일어난 것'이라고 공식발표했다. 1968년 5월 8일에 일본 후생성이 공해병으로 인정한 이 병은 1945년 일본의 도야마현 진쓰오천(신통천) 상류지역에 위치한 미쓰이 금속 주식회사 광업소에서 선광, 정련공정에서 배출된 폐광석에 함유된 카드뮴(Cd)이 고원천을 통하여 신통천에 흘러 내려와 농작물, 패어류, 상수원을 오염시켜 이따이이따이 병을 발생시켰다고 공식발표 했다. 증상은 카드뮴이 체내에 흡입되어서 신장의 기능이 나빠지고, 인체에 필요한 칼슘(Ca)과 인(P)을 체외로 배출하여 통증을 호소해 이따이이따이병이라 명명했다.

한편 전신의 통증과 뼈 속에서 칼슘과 인이 계속 배출되면서 골연화증과 같은 병적인 골절이 수반됐으며 심한 경우는 얼굴에 경련이 일으키면서 사망하였다.

이따이이따이 병은 중년의 다산 경험이 있는 여성에게 많이 나타났으며, 처음에는 요통 및 등줄기의 통증, 사지 근육통, 관절통을 호소하다 이 통증이 점점 심해져 이윽고 뼈에 금이 가고 결국 전신의 뼈가 부러진 경우까지 있었다. “아프다, 아프다(이따이, 이따이)” 라고 괴로워하는 모습에서 이런 병명이 붙여졌다.

1979년 3월까지 130명의 환자 중 90%가 65세 이상이고, 남자 3명 외에는 모두 여자였다. 이 중 81명이 사망했으며 환자의 발병은 모두 20~30년 이상 신통 천 구역에 거주한 자가 대부분이었다. 하지만 아직도 미인정환자에 대해 심사 중이다. 지금까지 총 208명의 환자중 128명이 사망한 것으로 추정된다.

(4) 국내외 관리동향

2004년 10월 국립농산물품질관리원은 2001년 쌀 카드뮴 잔류 허용기준(0.2mg/kg)을 정한 이래 카드뮴이 초과 검출돼 폐기한 벼가 78.8t에 이른다고 밝혔다. 농산물품질관리원에 따르면 카드뮴 오염 우려 지역인 전국 26개 광산 주변 벼재배지를 대상으로 안전성 조사를 실시한 결과 2001년 165필지(158건) 중 39필지(38건)에서 카드뮴이 초과 검출돼 41.68t을 소각했다. 2002년에는 57필지(54건) 중 36필지(33건)에서 카드뮴이 초과 검출돼 30.12t을 소각했고 2003년에는 93필지(93건) 중 6필지(6건)에서 재배된 벼 7t을 폐기했다.

제7절 환경호르몬

통상 환경호르몬으로 일컬어지는 내분비장애물질(Endocrine disruptors)은 생명체의 정상적인 호르몬 기능에 영향을 주는 합성, 혹은 자연상태의 화학물질을 말한다. 미국 환경보호부(EPA)는 내분비장애물질을 "항상성(homeostasis)의 유지와 발달과정의 조절을 담당하는 체내의 자연 호르몬의 생산, 방출, 이동, 대사, 결합, 작용, 혹은 배설을 간섭하는 체외물질으로 폭넓게 정의하고 있다.

이러한 물질에는 여러 종류가 있는데 그중 처음으로 알려진 것은 호르몬제제 약품이다. 이중 임산부의 유산 방지를 목적으로 만들어졌던 합성 여성호르몬제인 DES(Diethylstilbesterol)가 일으키는 여아의 성기기형, 사춘기 질암과 남아의 성기기형 등의 부작용이 잘 알려져 있다.

환경호르몬은 어떤 종류의 화학물질들로서 환경오염물질이면서 내분비교란을 일으키는 물질로, 이들의 종류는 한 가지로 규정짓기 어렵다. 이런 물질로는 다이옥신, PCB, DDT, 기타 농약 등을 들 수 있다. 이뿐 아니라 식품의 포장재로 사용되는 합성수지 혹은 합성수지 제조에 필요한 가소제, 항산화제 등의 물질 또한 이 범주에 넣을 수 있다.

이와 달리 자연적인 내분비교란물질이 식물계에 존재하나(phytoestrogen) 이들의 호르몬으로서의 역가는 매우 미약한 것으로 알려져 있다. 갓난아이에게는 두유 속에 들어 있는 식물에스트로젠이 생물학적 변화를 일으킬 수 있다는 우려가 제기되기도 하지만 식물에스트로젠은 유방암을 예방하는 효과가 있다는 보고도 있어 의견이 분분하다.

식품 속에 함유된 내분비교란물질은 주로 생물농축을 통해 식품(동물, 식물)에 축적되거나 식품첨가물 혹은 식품포장재 속에 함유된 물질에 의한다. 요즘 특히 문제가 되고 있는 것은 식품포장재에서 용출되는 물질들로서 포장재의 코팅, 가소제, 식품포장용기로 사용되어 식품 내에 직접 용출된다는 점에서 비록 약한 능력이라도 인체에 위해를 끼칠 수 있다는 점에서 문제가 되고 있다.

그 중에서도 에폭시 수지는 식품 산업에서 플라스틱 코팅재로 널리 사용되고

있다. 그런데 에폭시 수지의 중합반응이 완전하지 못해 반응되지 않은 상당량의 에폭시 화합물이 에폭시 수지로 코팅된 식품으로 이동하는 예가 많다. 이런 물질들은 내분비교란능력 외에도 과거에는 에폭시 수지 자체의 알킬화에 의한 발암성으로 독성 물질로 인정되었다. 그 외에도 식품 포장재로 널리 사용되고 있는 스티렌 수지 또한 내분비교란물질로 작용하는 것으로 알려져 있다

우리나라의 경우 우리나라의 남해안 일부 지역이 플라스틱 첨가제, 산업용 촉매, 살충제, 살균제, 목재보존제 등으로 널리 쓰이는 TBT(Tributyl tin)에 의하여 심각하게 오염되어 있으며 그 결과 굴의 생식기능에 교란이 일어나 생산량이 급격히 감소하였다는 보고가 나왔다. 우리나라 생태계의 환경성 내분비교란 물질이 얼마나 광범위하게 분포되어 있는지 그로 인한 생명체의 피해가 얼마나 되는지 등에 관한 연구는 계속 진행중이다.

내분비계장애물질 목록 및 사용/규제현황

내분비계장애물질 목록은 전세계적으로 확정된 목록은 없으나, 우리나라는 대부분의 국가에서 참고하고 있는 세계야생보호기금(WWF)의 67종의 화학물질을 우선연구대상으로 하여 관련 연구를 추진하고 있다. 이들 물질 67종에는 DDT등 유기염소계농약, PCB등 잔류성 유기할로젠화합물, 알킬페놀 및 비스페놀 A 등 산업용화학물질, 다이옥신 등의 부산물들이 포함되어 있다.

세계야생보호기금의 추정물질을 중심으로 우리나라에서의 이들 물질의 규제 현황을 살펴보면, 구체적으로 아래와 같다.

국내 사용 금지 물질 (20종)	
농약(15종)	aldicarb(살충제), DBCP(살충제), DDT(살충제), beta-HCH(살충제), lindane(살충제), PCP(방부제,살균제), toxaphene(살충제), maneb (살균제), zineb(살균제), chlordane (살충제), dieldrin(살충제), heptachlor(살충제), 2,4,5-T(제초제), nitrofen(제초제), amitrole(제초제)

산업용 화학물질 (2종)	PCBs(변압기절연유), PBBs(난연제)
부산물/ 대사물 (3종)	DDE(DDT 대사물), h-epoxide(heptachlor 대사물), oxychlordane (chlordane 대사물)
취급제한 등 규제되고 있는 물질 (27종)	
농약(19종)	endosulfan(살충제), ethylparathion(살충제), trifluralin(제초제), 2,4-D (제초제), carbaryl(살충제), cypermethrin(살충제), dicofol(살충제), fenvalerate(살충제), malathion(살충제), 메쏘밀(살충제), ziram (살균제, 가황촉진제, 안료, 도료, 잉크첨가제), alachlor(제초제), benomyl(살균제), esfenvalerate(살충제), mancozeb(살균제), metiram(살균제), metribuzin (제초제), vinclozolin(살균제), permethrin(살충제)
산업용 화학물질 (2종)	tributyltin oxide(방오제), 4-nitrotoluene(합성중간체)
부산물/대사물 (2종)	dioxins/furans(소각시설 부산물)
관찰물질 지정(4종)	alkyl(C=5~9)phenol [pentyl~nonylphenol] (합성중간체, 안료, 도료, 잉크첨가제), bisphenol A(합성수지), DEHP(가소제), BBP(가소제)
미규제 물질 (20종)	
자료 수집, 검토중(5종)	benzophenone(생산출발물질/중간체, 안료, 도료, 잉크첨가제), DBP(가소제), DCHP(가소제), DEP(가소제), diethylhexyl adipate(가소제)
부산물/대사물 (4종)	benzo(a)pyrene(불순물, 부산물), octachlorostyrene(대사물, 부산물), styrene dimers/trimers(불순물, 부산물)
국내 유통된 사해가 없는 물질(11종)	o 농약(6종) : hexachlorobenzene(살균제, 합성중간체), atrazine(제초제), kepone(살충제), methoxychlor(살충제), mirex(살충제), transnonachlor(살충제) o 산업용화학물질(5종) : DHP(가소제), DprP(가소제), DPP(가소제), 2,4-Dichlorophenol(원료중간체), n-butylbenzene(합성중간체)

※ 농약(40종), 산업용화학물질(18종), 부산물 또는 대사물(9종)

1. 다이옥신

(1) 특성

다이옥신이란 비슷한 특성과 독성을 가진 여러 가지 화합물들을 말한다. 75가지의 다른 형태가 있고, 이 중 가장 독성이 강한 것이 2·3·7·8-사염화디벤조-파라-다이옥신(일명 TCDD)이다. 우리가 보통 다이옥신이라는 말을 사용할 때는 다이옥신과 다이옥신 유사물질들을 총칭해서 말하는 것이다.

다이옥신의 독성은 1g으로 몸무게 50kg의 사람 2만명을 죽일 수 있을 정도이며, 청산가리보다 1만 배나 강한 독성을 지니고 있다.

우리 나라에서 다이옥신이 문제가 되기 시작한 것은 베트남전쟁에서 고엽제로 알려진 제초제에 다이옥신이 불순물로 함유되었고, 이에 폭로된 참전군인들과 그 2세대에서 여러 가지 건강장애가 나타나서 1990년대 초반부터 이 물질에 관심을 갖게 되었다. 최근에는 쓰레기 소각장에서 다이옥신의 과도한 유출로 시민들의 관심을 갖게 되었고, 지난 97년 4월에는 마산만의 어패류에서 규정치보다 310만 배나 높은 다이옥신이 검출되어 문제로 부각되고 있는 독성화학물질이다. 다이옥신은 일반적으로 제조되거나 사용되는 물질은 아니다. 보통 염소나 브롬을 함유하는 산업공정에서 화학적인 오염물로서 생성되고, 또 염소가 들어있는 화합물을 태울 때 생긴다. 다이옥신 자체는 실제로 사용되는 것은 아니다.

다이옥신은 쓰레기를 태울 때 제일 많이 생긴다. 특히 PVC 재제가 많이 포함되어있는 병원폐기물과 도시쓰레기를 태울 때 제일 많이 나온다. 자동차 배기가스, 화력발전소, 제지 및 펄프산업, 철강산업 등 염소 및 브롬을 사용하는 산업공정에서 발생될 수도 있다. 농약이 뿌려진 수풀이나 산림의 화재로 다이옥신이 발생할 수 있고, 심지어는 담배연기에서도 다이옥신이 발생된다.

(2) 위해성 및 건강영향

다이옥신은 자연계에 한 번 생성되면 잘 분해되지 않고 안정적으로 존재하게 된다. 토양이나 침전물들 속에서 축적되고 생물체 내로 유입되면 수 십 년 혹은

수 백 년까지도 존재할 수 있다. 물에 잘 녹지 않으므로 생물체 안으로 들어온 다이옥신은 오줌으로 잘 배설되지 않는다. 그러나 다이옥신은 지방에는 잘 녹아서 생물체의 지방 조직에 잘 축적된다.

물고기, 가재, 조류, 포유류와 사람은 음용수 및 식품을 섭취하거나 호흡을 통해 다이옥신을 섭취하게 된다. 사람은 먹이사슬의 가장 높은 자리를 차지하고 있기 때문에 모든 동물들이 먹은 다이옥신은 최종적으로 사람의 몸속에 고농도로 축적된다. 한 번 생성된 다이옥신은 좀처럼 없어지지 않고 우리 몸에 축적되면서 장기적으로 건강 장애를 일으킨다.

사람은 음식을 통하여 97~98%의 다이옥신을 섭취하고 있으며, 호흡을 통한 섭취는 2~3% 정도인 것으로 알려져 있다. 소고기와 낙농 유제품, 우유, 닭고기, 돼지고기를 통해 섭취하는 것이 대부분이고, 식수를 통한 섭취는 무시해도 좋은 수준이다. 이외에도 염소 표백된 종이제품에서도 다이옥신이 검출되기 때문에 음식물 포장재로부터 음식에 오염되는 것도 생각해야 한다. 또 담배연기를 통해서도 다이옥신이 섭취될 수 있다.

다이옥신은 가장 강력한 발암물질로서 폐암, 간암, 임파선암, 혈액암, 유방암, 고환암, 전립선 암 등 암발생율을 높인다. 불임, 출생시 장애, 기형, 발육장애 등 심한 생식계 장애와 발달장애가 일어날 수 있다. 면역계의 손상으로 여러 가지 전염성 질환에 잘 걸릴 수도 있고, 또 호르몬의 조절기능에 손상이 일으킬 수도 있다. 그 외에 간장·신장의 파손, 당뇨 및 갑상선 질환, 피부병, 기형아, 유전자 이상, 성격 이상, 정서 불안 등을 일으키거나 고환 크기의 감소, 당조절 능력의 변화, 자궁내막증, 정자수 감소, 남성호르몬 감소 등이 올 수 있다고 한다.

(3) 국내외 관리동향

2005년 9월 23일 해양수산부가 제출한 ‘수산물의 소비형태에 따른 내분비계 장애물질의 잔류실태 및 섭취경로 연구(2003) 보고서’에 따르면 청어의 다이옥신 잔류량은 4.222pgTEQs/g으로 수산물 가운데 가장 높았으며 다음은 마른멸치 2.610, 도루묵 2.233, 임연수 1.521, 삼치 1.360, 전어 1.349 순으로 나타났다.

여기에 고등어가 1.121pgTEQs/g, 고등어 통조림 0.934, 전갱이 0.704, 갈치

0.375, 참치 0.372 순으로 분석됐다. 꼬막은 0.079, 바지락 0.059, 조기 0.047, 명태 0.035, 도미 0.034 등으로 비교적 낮게 나타났다.

보고서에는 2001년 이전 5년간 통계자료를 기준으로 조사한 결과 우리나라 국민은 1인당 하루 평균 86g의 어패류를 소비, 신체로 유입되는 다이옥신은 53pgTEQs/day로 나타났는데 이는 독일 34pgTEQs/day, 미국 18pgTEQs/day, 캐나다 17pgTEQs/day, 영국 7.7pgTEQs/day 등에 비해 크게 높은 수치라고 분석했다.

그러나 미국 환경청이 수산물내의 다이옥신 잔류량이 1.2pgTEQs/g 이상이면 한 달에 한 차례도 섭취(1회 기준 섭취량은 227g)하지 말 것을 권고하고 있다는 것을 감안하면 청어, 도루묵, 건멸치, 임연수, 전어 등을 섭취할 때는 상당한 주의가 필요한 것으로 지적됐다.

2. 비스페놀 A

(1) 특성

비스페놀 A의 주요 오염원은 제조산업(epoxy, polycarbonate, polysulfone resins 제조)에서의 배출수와 대기중 배출가스이다. 4,4'-Isopropylidenediphenol은 epoxy, polycarbonate, polysulfone 등의 합성수지제품제조에 활용되고 있으며, 도금에 사용되는 분말 페인트와 에폭시 레진의 소각시 발생한다. 4,4'-Isopropylidenediphenol은 또한, 소화제와 고무화학물질에도 사용된다.

비스페놀 A는 폴리카보네이트 플라스틱과 제조에폭시 수지 제조에도 사용된다. 이 플라스틱은 많은 식품과 음료의 포장제로 사용되는데 수지는 캔 용기, 병뚜껑, 상수관 같은 금속제품을 코팅하는 락커(lacquer)로 이용된다. 이 외에도 치과에서 치료에 사용하는 몇몇 중합체도 비스페놀 A를 포함하고 있다.

비스페놀 A의 주요한 인체노출되는 경로를 살펴보면 다음과 같다.

1) 통조림(Cans)

국외의 연구보고에 따르면, 주석으로 만든 야채 통조림의 액체에 비스페놀 A와 디메틸 비스페놀 A이 함유되어 있다는 연구결과가 보고된 바 있으며, 가장 높은 수준의 비스페놀 A는 완두콩(peas) 통조림에서 $22.9 \pm 8.8 \mu\text{g}/\text{can}$ (통조림 무게 300g, 액체의 양 50ml 중)이 검출되었고, artichokes(영경귀), beans(강남콩), mixed vegetables, corn(옥수수), mushroom(버섯) 통조림에서도 검출되었다. 그러나 Palm heart, 아스파라거스, 고추(peppers, 토마토 통조림에서는 검출되지 않았다.

비스페놀 A를 함유한 모든 용액(liquors)은 지방암 세포의 동정(assay)에 에스트로제닉 활성(oestrogenic)을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 비스페놀 A를 찾을 수 없는 용액(liquors)은 그 활성이 없는 것으로 나타나, 가장 오염도가 높은 야채인 완두콩(peas)으로부터 용출된 용액(liquors)은 에스트라디올에 의해 생성되는 oestrogenic response(에스트로제닉 활성 반응)의 58%를 생성했다고 보고되었다.

이 연구를 통해 아이들의 권장량에 근거한 더 많은 지방질을 함유한 제품들-

농축 우유, 돼지고기, 강낭콩(bans) 등-에 대한 결과가 있었으나, 제품 자체에 대한 분석결과는 없으며, 캔의 내용물을 비우고 닦은 후 증류수를 채워 고압증기 멸균기(autoclave)에서 125°C, 30분간 멸균한 액체를 분석한 결과, 이 액체(물) 시료 중 일부에서 비스페놀 A가 발견되었고, 에스트로제닉 활성(oestrogenic)이 나타났다. 모든 통조림 식품은 canning을 한 후 멸균을 하므로, 비스페놀 A가 멸균하는 동안 용출될 수 있다는 것을 보여주며, 이러한 통조림으로 포장된 다른 어떤 식품도 비스페놀 A를 함유할 수 있다는 것을 나타내고 있다. 또한 지방질 식품에서 더 많은 비스페놀 A가 용출될 것을 예측할 수 있다.

이러한 연구들을 토대로 EC는 제품기준을 식품에 비스페놀 A의 전이 한계를 이 조사에서 최대 80µg/kg으로 설정한 것을 고려하여, 3mg/kg으로 설정했다. 이는 oestrogenic toxicity를 고려하지 않은 것이다.

2) 치과 치료시 노출(Dental exposure)

몇몇 치과용 수지도 비스페놀 A를 포함하는데, Olea 등(1996)은 Bisphenol A diglycidylether methacrylate(bis-GMA)를 포함한 봉합제(sealant)가 MCF7 유방암세포에 에스트로제닉 활성(oestrogenic)을 갖는다는 연구보고를 내놓았으며, 11명의 환자에서 치아치료를 한 후 1시간 뒤 타액 샘플을 분석한 결과 비스페놀 A와 bis-GMA가 검출되었다는 연구결과를 보고하였다.

(2) 위해성 및 건강영향

토양 중의 비스페놀 A는 낮은 이동성을 가지며, 토양순응에 따른 호기성조건 하에서 생분해된다. 생분해는 주요한 동태기전이며(반감기 4일 이하) 비 순응수에서 비스페놀 A는 충분한 적응기간을 가진 다음 생분해 될 수 있다. 또한 부유물질과 침전토양에 쉽게 흡착되며 광분해 될 수도 있다.

비스페놀 A는 거의 입자상으로 존재한다. 비스페놀 A는 입자상태에서 침강이나, 광분해를 통해 대기중으로부터 제거된다. 비스페놀 A의 일부분은 증기상으로 존재하며, 증기상으로 존재하는 일부분의 비스페놀 A는 광화학적으로 생성된 수산화 라디칼과 반응하며(반감기 4시간) 광분해된다. 비스페놀 A의 광분

해산물은 4-isopropylphenol이며, 비스페놀의 semiquinone 유도체이다.

잉어에서 비스페놀 A의 생물농축계수(BCF)는 100 이하로 측정되었다. 25°C에서 수용해도 120mg/L, log Kow 3.32를 근거로 비스페놀 A에 대한 BCF는 42와 196로 산정되었다(2-4, SRC). 이러한 BCF 값은 비스페놀 A가 수중유기체에서 생물학적 농축이 유의하지 않을 것이라는 것을 나타낸다.

비스페놀 A 체내 노출의 주요경로는 에폭시 분말 페인트를 제조, 사용, 운반, 포장하는 근로자의 흡입과 피부접촉에 의해서이다. NIOSH는 1981~1983년 미국의 9,446명의 노동자가 비스페놀 A에 잠재적으로 노출되고 있다고 보고했다. 하지만 이것은 비스페놀 A를 포함하는 상업명의 화합물은 포함하지 않는다. NIOSH는 1972~1974년 사이 미국의 281,011명의 노동자가 비스페놀 A에 잠재적으로 노출되고 있다고 보고했다. 4,4'-isopropylidenediphenol의 인체노출경로는 흡입, 섭취, 피부접촉이다.

미국 환경보호국(EPA)에서는 비스페놀 A가 비발암물질로 분류되어 있으며, 주요한 내분비계장애추정물질로 국내 유해화학물질관리법에서 관찰물질로 지정되어 있다. 급성독성으로는 섭취, 호흡, 피부접촉에 의해 독성을 나타내며, 비스페놀 A를 임신한 랫트에게 공급한 경우, 수컷 새끼의 고환 크기와 정자수가 감소하는 등 생식독성 및 내분비독성 연구결과가 보고되고 있다.

비스페놀 A의 대사는 수컷 CFE 랫트에 단일 용량으로 위관을 통해 투여하였을 때, (14)C-labeled bisphenol A의 28%가 소변으로 배설되었으며(주로 glucosamide 로써), 58%는 대변으로 배설되었다(20%는 free bisphenol A, 20%는 hydroxylated bisphenol A로써, 나머지는 확인되지 않은 결합물로써). 8일후 죽었을 때, carbon-labeled 잔류물은 검출되지 않았다(DHHS/NTP, 1982).

(3) 식품 중 검출현황

식품의약품안전청이 국내 유통중인 캔 식품 130건, 유아용 젓병 7종에 대해 모니터링을 수행한 결과 캔 식품중 비스페놀 A의 잔류량은 다류 0.93~0.29 μ g/kg, 식혜 0.93~8.93 μ g/kg, 콜라 및 사이다 0.27~0.92 μ g/kg, 소다류 0.55~3.15 μ g/kg 이었다. 주스류에서는 1.51~4.63 μ g/kg이, 커피류에서는 4.08~12.41 μ g/kg이 검출되

었고, 맥주류에서는 검출되지 않았다. 참치캔에서는 3.72~13.66 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 고등어는 6.43~7.47 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 꽁치에서는 6.15~9.45 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 가 검출되었으며, 기타 육제품에서는 1.41~4.83 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이 검출되었다.

유아용 젓병 7종에 대한 비스페놀 A 용출 조사에서는 60°C에서 30분간 물로 용출시킨 경우 비스페놀 A가 검출되지 않았으나 끓는 물에 30분간 가열한 결과 4.2~29.3ppb의 비스페놀 A가 검출되었다.

(4) 국내외 관리동향

용기포장내 존재하는 내분비계 장애물질은 포장된 식품에 이행되어 인체에 노출될 수 있으며, 이러한 내분비계 장애물질은 소량으로도 유해영향을 나타낼 수 있기 때문에 이러한 내분비계 장애물질이 첨가되지 않은 식품 포장재의 개발 또는 대체물질의 개발이 필요하다. 현재 용기포장 중 문제되는 것으로 잘 알려진 프탈레이트류의 경우는 금지조치가 내려지고 있지만, 아직 비스페놀 A의 경우 아직 여러 나라에서 유보적인 입장을 보이고 있다. 영국의 경우 비스페놀 A가 모든 통조림의 락커에 사용되는 것은 아니지만, 포장재 내부 도료를 새로운 조성으로 바꾸는 데에는 문제가 있을 것으로 보고있으며, 일본의 경우 통조림용 캔 제조업체들은 기존 방식의 캔 생산을 전면중단하겠다고 발표한 바 있다. 즉, 유기용제의 사용을 전면 중단하고 내분비교란물질이 용출되지 않는 대체도료개발에 착수하며, 에폭시수지 대신 PET 수지필름을 붙인 캔을 생산보급할 계획을 발표하였다. 하지만 기존 캔을 교체하는데 있어서는 식·음료업계 간의 의견교환과 통조림 등의 장기보존실험이 요구되기 때문에 교체는 이후 3년 정도의 시간이 소요될 것으로 보고있다.

우리 나라의 경우는 1998년 6월 9일, 우선 디부틸벤젠프탈레이트(BBP), DEHP, 펜타노닐류, 비스페놀 A 등 4종의 물질을 '관찰물질'로 지정하였다.

미국 EPA는 비스페놀 A의 1일 허용섭취량(만성독성시험을 기초로 설정한 평생 동안 매일 섭취해도 인체에 유해하지 않은 섭취량)을 0.05mg/kg bw로 하고 있으며, 미국 플라스틱산업협회 조사에 따르면 비스페놀 A의 1일 추정 섭취량은 0.0125mg/kg bw로 1일 허용섭취량의 4000분의 1 정도 수준이라고 한다.

EU는 식품에 비스페놀 A의 전이한계를 이 조사에서 최대 $80\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 설정한 것과 비교해 $3\text{mg}/\text{kg}$ 으로 설정했다.

우리나라와 일본에서는 식품용기중의 비스페놀 A의 용출기준을 2.5ppm으로, 유럽에서는 3ppm으로 정하고 있으며, 미국은 규제가 없는 상태다.

3. 프탈레이트(Phthalates)

(1) 특성

프탈레이트는 1930년대 이래로 플라스틱의 가소제(plasticisers)³⁵로 사용되어 왔는데 생산되는 전체 가소제의 1/4 가량이 디에틸헥실프탈레이트(diethylhexylphthalate)이다. 영국에서는 프탈레이트를 클링필름(cling film)³⁶이나 대부분의 다른 식품과 접촉하는 플라스틱의 제조에 사용하는 것을 중단했다.

플라스틱이나 관, 호일로 싸인 제품 등에 인쇄를 할 때 사용되는 잉크는 포장에 사용되어온 접착제에 있는 것처럼 보통 프탈레이트를 함유하고 있다.

프탈레이트는 유아용 조제유(調乳, baby milk formula), 치즈, 마아가린, 스낵 용 칩 등에서 발견된다. 또한 비닐바닥재, 유화 페인트에서도 발견된다.

프탈레이트의 종류로는 diethylhexylphthalate(DEHP), monoethylhexylphthalate(MEHP), dimethylphthalate(DMP), butylbenzylphthalate(BBP), dibutylphthalate(DBP), dioctylphthalate(DOP) 등이 있다.

(2) 식품중 검출현황

프탈레이트에 대한 주된 노출은 식품의 포장과 제조 공정시 식품에서 흡수된 화학물질에 의한 것으로 알려져 있다. 영국의 농무부, 수산부, 식품부(The UK Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, MAFF)는 다양한 제품에 대해 프탈레이트 함량을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

칩이나 초콜렛 바, 치즈같은 식품의 프탈레이트 수준이 kg당 수십 mg임을 밝혔다. 낙농제품에서 발견된 가장 높은 수준은 소프트 치즈에서 14mg/kg이었다.

프탈레이트 중 특히 DBP와 DEHP는 종이나 마분지로 포장된 케익, 유지류, 당과(糖菓)류에서 발견되었다. 발견된 DBP의 최고 농도는 육즙과립(gravy granules) 62mg/kg, 혼합야채버거 10mg/kg, 야채 지질 8.4mg/kg, 초코코팅 케익

35) 염화비닐·아세트산비닐 같은 열가소성 플라스틱에 첨가하여 열가소성을 증대시킴으로써 고온에서 성형가공을 용이하게 하는 유기물질

36) 식품포장용의 폴리에틸렌 막

5.8mg/kg이었고 소세지에서는 4.4mg/kg 등이었다. DEHP의 경우 쿠키에서 25mg/kg, 식물성 지방에서 11mg/kg등이 검출되었다.

MAFF에서 실험한 15개 상표의 유아용 조제분 중 프탈레이트의 최고농도는 10.2mg/kg이었고 BBP의 최고농도는 0.25mg/kg이었다. 발견된 최고 총 프탈레이트 농도는 10.2mg/kg이었고 BBP의 최고 농도는 0.25mg/kg이었다.

가장 오염된 유아용 분유의 BBP, DBP수준은 모두 oestrogenic하여 두 가지를 합친 일일 섭취량은 0.023mg/kg으로 추정된다. 이 양은 랫트의 정자 감소를 일으키는 양의 4분의 1 정도이다.

1993년 영국에서 실시된 '총 식이조사'에서는 모든 시료에 프탈레이트가 함유되어 있는 것으로 밝혀졌다. 이 자료의 결과는 프탈레이트의 일일 섭취량을 약 0.8~1.6mg/kg체중/day로 추정하고 있다. 영아의 경우 더욱 낮을 수 있으므로 이에 대한 우려도 있다.

또한 프탈레이트는 환경에 지속적으로 잔존하여 지표수, 강물, 식수 등에서도 검출될 수 있다.

(3) 위해성 및 건강영향

DEHP는 현재 미 EPA에서 2B(인체발암가능물질)로 분류되어 있는 물질로서, 최근 독성 및 발암기전에 관한 여러 연구 결과가 발표되고 있으며, 이러한 독성 기전에 따른 위해성평가 적용 방법론이 새롭게 제안되고 있다. 또한 WHO/IARC에서도 발암성 2B(동물에 대한 발암성 증거가 있으나, 인간에 대한 발암성의 증거가 부적절한 물질)로 분류되고 있다.

DEHP는 간장 및 신장에 독성을 일으키는 물질로 급성독성은 낮은 것으로 알려져 있는데, 여러 종들에 대한 DEHP의 1회 경구투여에 의한 LD₅₀을 살펴보면 랫트에서 26~34g/kg 이상, 마우스와 토끼에서는 34g/kg이며, 기니피그에서 26g/kg으로 보고되고 있다. 복강투여에 의한 LD₅₀치는 랫트에서 31~50g/kg 이상이며, 마우스에서는 38 또는 14g/kg으로 나타났다.

DEHP의 생식독성에 관하여는 100mg/kg/day의 용량에서 마우스 암수 모두의 수태능 저해와 일부 연구에서 설치류에 대한 태자/배자 독성과 최기형성이 보

고되었다. 또한 DEHP는 임신랫트와 마우스에 투여시 가장 반응성이 높은 임신 7일째 마우스에 DEHP를 경구투여하여 태자의 체중감소, 태자 사망률 증가 및 기형이 유의성있게 유발되었으며, 각각의 LOEL은 50, 100과 1000mg/kg/day이었다. DEHP를 전체 임신기간 동안 사료로 섭취시킨 경우, 태자에 대한 부작용 유발용량은 상당히 낮아 마우스의 경우 190mg/kg/day 용량에서 태자 치사율이 증가하고, 400mg/kg/day에서는 기형이 나타나며, 이때 NOEL은 70mg/kg/day라는 보고가 있었다.

유전독성은 여러 시험계를 통하여 연구되었으며, 그 결과 DEHP와 그 대사산물들은 유전독성은 나타나지 않는 것으로 평가되었으며, DEHP의 발암성은 간종양에 있어 유의성 있는 증가가 나타나며, 1982년 NTP연구에서 랫트와 마우스에서 간종양이 유발되었으며, 랫트(암컷)에서 NOEL 50mg/kg/day, 마우스에서 100mg/kg/day이며, LOEL은 랫트와 마우스 모두에서 30mg/kg/day로 판단되었다.

DEHP와 다른 프탈레이트류는 peroxisome proliferator로 일컬어지는데, 이러한 peroxisome proliferation에 의한 간종양 발생은 랫트와 마우스 등 설치류에서 가장 민감하게 나타나는 것으로 알려지고 있다.

DEHP의 인체노출은 식품섭취나 대기, 수질 등 환경요인을 통하여 노출되며, 이러한 경로를 통하여 노출된 DEHP는 체내 장기를 통해 혈액으로 흡수되며, 오염된 의료장비를 통해 혈액으로 직접 흡수되기도 한다. 체내에 흡수된 DEHP는 빠르게 MEHP와 2-ethylhexanol로 분리되며, 직접 혈액으로 노출된 경우는 이러한 반응이 느리게 나타난다. 분리된 물질들은 간, 신장, 고환, 그리고 지방조직에 소량이 축적되며, 모유를 통해 체외로 배출되기도 하고, 대부분의 DEHP, MEHP, 2-ethylhexanol은 24시간 내에 뇨와 대변을 통해 배출된다. DEHP는 랫트에서 정맥으로 투여하였을 때 신속히 간, 폐 및 비장으로 분포되며, 경구로 투여하였을 때는 주로 MEHP로 장기에 분포한다. 대사가 되지 않은 DEHP가 0.5kg/kg 이상의 고용량을 투여하였을 때만 간에서 검출되는 것은 흡수와 분포에 있어 역치가 존재함을 알수 있다.

4. PCBs(Polychlorinated biphenyls, 폴리염화비페닐)

(1) 특성

PCBs는 두 개의 페닐기에 결합되어 있는 수소원자가 염소원자로 치환된 209종의 화합물이다. 염소와 비페닐을 반응시켜 만드는 매우 안정한 유기화합물로 물에는 녹지 않지만 기름이나 유기용매에는 녹는다. 산, 알칼리 및 고온(650℃)에 매우 안정하고 불연성이며 비전도체로서 증기압이 낮아 1930년대부터 공업용으로 널리 이용되었다. 절연성이나 열 보존성이 높아 변압기, 자동차의 자동 변속기의 전기절연체 및 각종 테이프, 도료, 인쇄잉크 등에도 쓰였다.

1930, 1940년대를 거치며 공업용으로 널리 사용되었으나 1970년대 중반 이후 이들 화학약품이 생명체에 해롭다는 사실이 밝혀지면서 생산과 이용이 제한되었다. 1977년까지 전세계적으로 약 60만 톤이 생산되어 유통되다가 생산이 중단되었으나 분해가 잘 되지 않는 특성으로 인해 지금까지도 식품에 잔류되고 있다.

(2) 위해성 및 건강영향

PCBs의 인체 영향은 증상이 아주 다양하고 복잡하여 어떤 메커니즘에 의해 독성이 발현되는지 알기 어렵다. PCBs는 어류와 무척추동물에게 특히 유독하며 PCB에 노출된 사람은 간기능장애·피부염·현기증 등이 유발된다.

다이옥신과 마찬가지로 체내에서 강력한 발암작용과 기형아 출산을 유발하는 것으로 알려졌으며 자연환경과 인체에 축적된다. 특히 체내에 흡수되지 않고 접촉만 해도 안질, 손·발톱 변색 등을 유발한다.

(3) 중독 사례

1963년 일본에서 PCBs에 의한 중독사고가 발생하였다. 미강유의 탈취공정에 사용했던 PCBs가 새어나와 PCBs에 오염된 미강유를 먹은 사람 1만 4천명 정도에서 독성영향이 나타났다. 성장지연 또는 신경장애환자를 발생시켰고, 선진국에서는 70년대에 제조와 사용이 금지됐으며, 83년 이후에는 국내 수입도 금지돼 있다.

(4) 국내외 관리동향

97년에는 세계자연보호기금(WWF)에 의해 농약류 43종, 페놀 등 유해화학 물질 42종과 함께 환경호르몬(내분비교란물질)로 지정됐다.

1966년 S. Jensen이 물고기와 독수리에 PCBs가 잔류하고 있음을 보고한 이후 PCBs의 강한 독성과 잔류성이 확인되면서, 1979년 미국을 시작으로 세계 각국에서 제조·사용을 금지하였다.

우리나라는 1996년 이후 PCBs의 제조·수입·사용을 금지하였고, PCBs가 2ppm 이상 함유된 폐기물은 지정폐기물로 처리토록 하고 있다.

5. 스티렌(모노머, 다이머)

스티렌은 식품 소재 외에도 천연적으로 식품내에 존재하며 공기중에도 존재하고 있는 물질이다. 폴리스티렌은 식품 포장용기 외에도 일회용 식기로 널리 사용되고 있다. 특히 스티렌은 근래 즉석면의 포장재로 각광을 받고 있는데 다른 식품과 달리 더운 물을 부어야 하는 즉석면 등의 온탕용기의 경우 스티렌이 식품 속으로 이동하기 쉬워 문제가 되고 있다.

스티렌은 1995년 CDC에 의해 내분비계 장애물질로 인정을 받아 식품 속의 스티렌 함유 여부는 한창 논란이 되고 있다. 각국은 이런 발표 이전부터 스티렌의 함량을 규제하고 있다.

1. 가소제

가소제는 플라스틱처럼 유연성 있고, 다루기 쉬운 물질을 만들 때 첨가한다. 최초의 가소제로는 진흙을 부드럽게 하기 위한 물이나 옛날 보트의 방수를 위해 사용한 오일 등을 들 수 있다. 오늘날 사용되는 가소제는 인공 유기 화학물질로서, 대부분이 adipate나 프탈레이트 같은 에스테르이다.

중요한 것은 가소제가 단순한 첨가물이 아니라는 점이다. 가소제는 중합체로 만들어진 제품의 물리적 성질을 결정하는 주요 성분이다. 가소제는 시판 석유 화학제품으로부터 물분자를 제거하는 단순한 화학반응에 의해 만들어진 무색, 무취의 액체이다.

EU에는 식품접촉물질이 안전하고 그 성분이 허용수준 이상으로 식품에 이행(전이)되지 않도록 하는 법령이 있다. 플라스틱 물질에 대해서는 두 종류의 이행허용기준이 설정되어 있다.

- 일반 이행허용기준(OML : overall migration limit)은 60mg(물질)/kg(식품)으로, 식품접촉물질에서 식품으로 이행될 수 있는 모든 물질에 적용된다.
- 특정 이행허용기준(SML : specific migration limit)은 개별적으로 인정된 물질에 적용되며, 물질의 독성학적 평가에 근거하여 설정된다. SML은 일반적으로 식품과학위원회(SCF)가 설정한 일일허용섭취량(ADI)나 일일한계섭취량(TDI)에 따라 설정된다. 이 기준을 설정하기 위해 60kg인 사람이 평생 동안 매일 최대허용량이 정해진 물질이 들어있는 플라스틱에 담긴 식품 1kg을 먹는다고 가정한다.

2. 니트로자민(N-Nitrosamine)

N-Nitrosamine은 nitroso화합물의 일종이다. N-Nitroso 화합물은 사람에게 대한 간암 원인물질로, 1956년 쥐에서 nitrosodimethylamine(NDMA)이 간암을 일으키는 것이 증명되었다 1969년 노르웨이에서 아질산나트륨 첨가 어분 식이가 소나양의 대량 중독사(1957년)의 원인물질임이 알려졌다. 가장 강력한 발암물질은 N-nitrosodiethylamine으로 그 TD50(50%의 동물에게 종양을 일으키는 용량 : mol/kg 체중)은 0.00063이다. 발암기전은 nitroso 화합물이 alkyl화제로서 DNA에 작용하여, DNA를 손상하여 발암을 일으키게 된다. 한편 그 생성 반응은 아질산과 제2급 아민이 산성 하에서 반응하여 진행된다.

식품 중에서 생성되거나 혼입되어 있는 외인성 nitrosamine보다 생체 내(위 등)에서 생성되는 내인성 nitrosamine 쪽이 10배 이상 많다.

3. 아크릴아마이드

아크릴아마이드는 무색의 투명 결정체로서 일부 동물실험에서 악성 위종양을 일으키는 것으로 나타나 암 유발 매개물로 분류되어 있다.

일본 후생노동성은 10월 31일 최근 자국내 시판 프렌치프라이(평균 639ppb)와 감자칩(평균 1,571ppb)에서 아크릴아마이드가 검출됐다고 발표하였다. 또한 지난 4월 이후 스웨덴, 영국, 미국 등에서도 감자칩 등 기름에 튀긴 식품에서 아크릴아마이드가 검출되었다고 발표되었다.

아크릴아마이드는 2002년 4월 스웨덴 국립식품청이 감자튀김, 아침용 곡물식, 구운 빵 등에서 이 물질이 검출됐다고 발표하면서부터 국제적으로 관심을 받기 시작했다. 이어 지난 6월에 영국, 노르웨이, 스위스 등에서 비슷한 실험 결과가 공개되면서 초미의 관심사로 부상했다.

그 후 미국 식품의약국(FDA)도 실험을 통해 상당수 미국내 식품이 아크릴아마이드를 함유하고 있음을 밝혀냈다.

그 과정에서 세계보건기구(WHO)는 지난 6월 말 아크릴아마이드의 유해성을 조사하기 위한 긴급 전문가 회의를 소집하기도 했다. 당시 WHO는 기름에 튀긴 탄수화물 식품에서 아크릴아마이드가 검출되지만 현재 수집한 정보만 갖고 특정 아크릴아마이드 함유 기피식품을 선정할 단계는 아니며, 식품소비자들을 위한 별도 경고지침을 발표하지 않았다. 다만 WHO는 아크릴아마이드의 위험도를 구체적으로 측정하고 암 유발 위험을 줄이기 위한 추가 연구가 필요하다고 경고했다.

아직까지 아크릴아마이드의 생성 과정은 정확히 밝혀지지 않았으며, 자연 아미노산인 아스파라긴이 포도당 같은 당분과 함께 가열되면서 아크릴아마이드가 형성되는 것으로 추정되는 정도다.

플라스틱이나 염료제조 등에 쓰이는 아크릴아마이드는 동물 실험에서 암을 유발하는 것으로 나타났으나 인체에 대한 암유발 여부는 아직 의학적으로 입증되지 않았다.

이 때문에 미국 FDA도 아크릴아마이드를 발암의심물질로 분류하면서도 별도의 아크릴아마이드 기피 권고는 하지 않고 있다.

4. 알레르겐

식품알레르기는 면역계가 식품이나 식품 성분에 대해 부작용을 일으키는 것이다. 면역 외의 신체대사과정에서 식품으로 인한 부작용이 발생하기도 한다. 이것을 식품불내증(food intolerance)이라고 하는데, 그 예로는 식중독이나 락토오스, 젖당(milk sugar) 같은 특정 식품성분에 대한 소화불능을 들 수 있다. 젖당으로 인해 생기는 증상을 유당불내증(lactose intolerance)이라 한다.

식품에 대한 실제 알레르기 반응은 세 요소 즉, 1) 식품 알레르겐(반응을 일으키는 물질, 대부분은 단백질), 2) 면역글로불린 E(IgE, 알레르겐에 반응하는 면역계의 항체), 3) 비만세포(mast cell, 조직세포)와 호염기구세포(basophils, 혈액세포)로 인한 것이며, 알레르겐이 IgE 항체에 결합할 때 히스타민이나 기타 물질이 분비되어 알레르기 증상을 유발한다.

체내의 면역계는 식품중의 알레르겐을 외부 물질로 인식하고 “침입”을 막기 위해 항체를 생산한다. 그 싸움이 맹렬해지면 신체를 통해 증상이 나타난다. 가장 흔한 반응 부위는 입(입술이 부풀어 오름), 소화관(위 통증, 구토, 설사), 피부(발진, 뽀루지, 습진), 호흡기(색색거림, 호흡곤란)이다.

식품으로 인한 알레르기 반응은 매우 드물며, 대개 특정식품으로 인해 발생한다. “Top 8”로 알려진 가장 흔한 식품알레르겐은 생선, 조개, 우유, 달걀, 콩, 밀, 땅콩, tree nut(호두, cashew 등)이다. 식품알레르기의 증상은 개인마다 다르며, 문제의 식품을 먹은 후 수 분에서 수 시간 사이에 보통 증상이 나타난다. 식품알레르기가 있는 사람들은 알레르기를 유발하는 식품을 피해야 한다.

특정 식품첨가물, 보존료, 원료 등이 알레르기를 유발한다고 오해하기도 한다. 일부 첨가물과 보존료가 어떤 사람들에게서 천식이나 발진을 촉발하는 것으로 보이지만 이런 반응은 식품알레르기로 인한 반응과는 다르다. 이런 반응은 면역계에서 일어나는 것이 아니며, 따라서 식품알레르기라기 보다는 식품불내증이나 특이체질로 볼 수 있다. 대부분의 사람들이 날마다 수십 수백 종류의 식품첨가물과 원료를 섭취하고 있으나 그 가운데 극소수의 사람만이 부작용을 나타낸다.

식품으로 인한 알레르기 반응은 대부분 경증이다. 그러나 소수의 식품알레르

기 환자는 아나필락시스라는 중증의 반응을 경험한다. 아나필락시스는 드물지만 치명적인 상태로, 신체의 다양한 부분에서 동시에 식품 알레르기 반응을 일으켜 발진, 목의 부풀어오름, 호흡 곤란 등이 일어난다. 이것이 가장 치명적인 알레르기 반응이다.

증상은 보통 알레르겐에 노출된 후 수 분 내에 나타난다. 매우 치명적이기 때문에 아나필락시스 반응이 일어나면 즉시 의학적 치료를 받아야 한다. 표준 치료법은 기도과 혈관을 열기 위해 에피네프린(아드레날린)을 주사하는 것이다.

식품알레르기의 진단은 자세한 진료기록, 내과 검사, 식품알레르기와 무관한 의학적 상태를 알아보기 위한 선택적 테스트 등으로 시작된다. 장기간의 식이 섭취일지나 증상기록이 필요할 수도 있다.

어떤 사람이 특정 식품에 알레르기가 있는지를 확인하기 위한 테스트 방법이 몇 가지 있다. **skin-prick** 검사에서는 긁거나 찔러서 상처를 낸 피부 위에 의심 식품의 희석추출물을 도포한다. 혈액 검사로도 피부검사와 유사한 정보를 얻을 수 있다. 식품알레르기 진단방법 중 최고의 방법은 **Double-blind, placebo-controlled food challenge(DBPCFC)**를 실시하는 것이다. 의심되는 알레르겐(생선, 우유, 콩 등)을 캡슐이나 식품에 숨겨두고, 엄격한 감시 하에 환자에게 먹인다. 알레르기 전문의도 환자도 어떤 캡슐 또는 식품에 의심되는 알레르겐이 들어있는지 모르기 때문에 **double-blind** 즉, 이중맹검이라고 부른다. 테스트를 유효하게 하기 위해서 환자는 알레르겐이 들어있지 않은 캡슐이나 식품 또한 먹어야 한다. 관찰된 반응이 알레르겐으로 인한 것인지 다른 요인으로 인한 것인지를 확인하기 위해서이다. 이 때문에 “**placebo-controlled**”라고 한다. 이 테스트들을 통해 알레르기 전문의가 대부분의 알레르겐을 확인할 수 있으며, 어떤 식품 및 첨가물이 알레르기 반응을 유발하지 않는지도 확인할 수 있다. 이 테스트들은 어린이나 어른이 특정 알레르기로부터 벗어날 수 있는지를 확인하는데도 사용된다.

식품알레르기로 진단되었을 때 유일한 치료법은 문제의 음식을 피하는 것 뿐이다. 식품알레르기에 대한 약이나 치료법이 없기 때문에 식이에서 제거하는 방법 뿐이다. 각각의 식이는 환자 개개인의 영양 필요량, 문제의 식품에 대한 내성, 필요 칼로리, 기타 요인 등을 고려해야 한다. 식품 알레르겐을 식이에서 엄격하

게 제한하고 주의해서 피하면 식품알레르기가 빨리 없어질 수도 있다.

식품으로 인한 대부분의 치명적인 알레르기 반응은 외식을 할 때 발생한다. 식품 제공자에게 자신의 상황과 필요사항을 명확하게 설명하는 것이 중요하다. 필요시 요리사나 매니저에게 얘기하면 된다.

FDA는 식품라벨에 원료를 표기하도록 하였다. 8가지 주요 알레르겐(생선, 조개, 땅콩, tree nuts, 콩, 밀, 우유, 달걀)의 유무를 판단하기 위해서는 식품라벨의 성분을 주의깊게 보아야 한다. 식품 및 음료 제조자가 계속 제품을 향상시켜 나가고 있으므로 식품 알레르기가 있는 사람은 구매할 때마다 구매한 모든 제품의 식품라벨을 읽어 보아야 한다.

5. 트랜스지방산

트랜스지방이란 불포화지방을 가공하는 과정에서 생기는 것으로 자연계에는 존재하지 않는다. 지방의 **chain**이 불포화지방산의 탄소 사이의 **double bond**를 두고 대칭적으로 형성된 대단히 안정적인 지방산이다. 너무 안정되어 대사가 잘 되지 않고 동맥경화를 유발할 수 있다. 최근 암과의 관련성이 논의되고 있다.

트랜스지방산은 액체 상태의 식물성 기름을 마가린·쇼트닝 같은 유지(油脂)나 마요네즈 소스 같은 양념 등 고체·반고체 상태로 가공할 때 산패(酸敗)를 억제할 목적으로 수소를 첨가하는 과정에서 생성되는 지방산을 일컫는다. 산패는 유지를 공기 속에 오래 방치했을 때 산성이 되어 불쾌한 냄새가 나고, 맛이 나빠지거나 빛깔이 변하는 현상을 말한다.

트랜스지방산을 많이 섭취할 경우, 포화지방산과 마찬가지로 체중이 늘어나고, 해로운 콜레스테롤인 저밀도 단백질이 많아져 심장병·동맥경화증 등의 질환이 생긴다. 또 간암·위암·대장암·유방암·당뇨병과도 관련이 있는 것으로 밝혀지는 등 트랜스지방산의 유해성을 경고하는 연구 결과들이 잇따르고 있다.

식품 가운데는 마가린, 쇼트닝, 마요네즈 소스, 파이, 피자, 도넛, 케이크, 쿠키, 크래커, 팝콘, 수프, 유제품, 어육제품 등에 많이 들어 있는 것으로 알려져 있다. 이런 위험성 때문에 미국식품의약국(FDA)을 비롯해 세계 각국에서는 트랜스지방산 함량 표시제를 의무화하는 방안도 추진되고 있다.

영국 의학지 LANCET에 의하면 트랜스지방 섭취가 2% 상승하면 심장병 발생위험이 25% 증가, 당뇨병 발생위험이 40% 상승한다고 밝혔다. 트랜스지방은 혈액속의 나쁜 콜레스테롤(LDL)은 증가시키고 좋은 콜레스테롤(HDL)은 감소키는 최악의 지방이다.

하버드의대가 '99년 내놓은 '트랜스지방산과 관상동맥질환' 보고서는 트랜스지방 대신 불포화지방을 섭취한다면 미국에서 연간 3만~10만 명의 심장병 사망을 예방할 것으로 추정했다. 이 보고서는 또 콜레스테롤과 관련한 트랜스지방의 악영향은 포화지방의 2배라고 밝히고 있다. 트랜스지방은 포화지방처럼 '나쁜 콜레스테롤' 수치를 높일 뿐만 아니라 '좋은 콜레스테롤' 수치는 낮추기 때문이다. 혈관이 좁아지면 심근경색·협심증과 같은 관상동맥 질환과 뇌졸중의

위험이 높아진다.

2002년 미국의학원(IOM)이 트랜스지방산 위험을 경고한 뒤 미국 식품의약국(FDA)은 2006년 1월까지, 캐나다 정부는 2005년 말까지 가공식품과 패스트푸드에 트랜스지방의 함유량을 표시토록 지시했다. 이에 따라 미국·캐나다 업체들은 트랜스지방을 줄이기 위해 고심하고 있다. 트랜스지방이 없는 액체 마가린이 개발되기도 했다.

이보다 앞서 덴마크는 지난 2003년 6월 1일부터 모든 가공식품의 트랜스지방 함량을 2% 이하로 제한하는 법률을 제정하고 이를 위반할 경우 최고 2년 이하의 징역형에 처한다고 발표했다.

캐나다도 올해 말부터 관련 표시제를 시행할 계획이며 우리나라는 내년 초 식품표시 개정안을 입안 예고한 뒤 1년의 유예 기간을 거쳐 오는 2008년부터 본격 도입할 방침이라고 식약청은 밝혔다.

트랜스지방 섭취를 줄이기 위해서는 올리브유 등 자연산 식물성 기름을 사용하고, 패스트푸드·튀김 등을 피하며, 마가린을 사용하는 경우 되도록 티스푼당 2g 이하의 포화지방을 함유한 것을 사용하는 것이 좋다.

6. 히스타민(Histamine)

화학식은 $C_5H_9N_3$ 이다. 생체조직에 널리 분포되어 있으며, 부패균이나 장내 세균에 의하여 단백질 속의 히스티딘에서 탈카르복시에 의하여 생기는데, 조직 내에서는 조직단백질과 결합하여 비활성 상태에 있고 항원항체반응에 의하여 알레르기나 아나필락시스가 보일 때는 비활성형인 히스타민이 어떤 작용으로 활성형이 되어 장기(臟器)나 조직에 작용하는 것이라고 생각되고 있다.

실제로 히스타민 중독과 알레르기 질환은 그 증세가 비슷하며, 히스타민에 대항하는 약항(藥抗) 히스타민제는 알레르기 질환의 치료에도 효과가 있다. 또 세균 외에도 외상이나 화상 등의 물리적 침입, 또는 여러 가지 독물에 의한 화학독 침입에 대해서도 히스타민이 유리된다.

단백질 분해물질인 히스타민으로 인한 증상은 발증시간이 매우 빨라서 빠르게는 5분 정도, 보통 30분~60분 사이에 일어나며 그 원인식품은 콩치, 고등어 등 붉은살 생선이며 이들 증상은 발적, 안면홍조, 입 또는 눈의 점막출혈 등입니다.

히스타민 고함유 식품으로는 붉은살 생선 및 가공품(0.8% 내외), 특히 붉은살 생선(콩치, 정어리, 전갱이, 고등어 등) 등이 있으며, 그 중에서도 거품이 생긴 경우 히스타민이 대량 함유되어 있다.

그 외 히스타민 함유식품으로는 시금치, 가지, 토마토, 쇠고기, 닭고기 등이 있다.

7. PFOA(퍼플루오로옥타노익 에시드)

PFOA(Perfluorooctanoic acid)는 불소수지 코팅에 가공보조제로 사용되며, 불소수지는 일반적으로 듀폰사의 테플론이란 상품명으로 더 많이 알려져 있고, 들러붙지 않는 프라이팬의 코팅에 주로 사용되며 FDA에서도 인증한 합성수지로 최근 미국 등에서 새롭게 주목받는 환경오염물질이다.

오염 경로나 인체 유해성 여부는 확인되지 않았지만 학자들은 이 물질이 인체에 다량 축적되면 간암과 태아 기형을 일으킬 수 있다고 주장해왔다. 쥐를 이용한 동물 실험에서 기형을 유발하고 간 독성을 나타내며 성적인 발달을 지연시키는 것으로 확인됐다.

PFOA는 음식이 늘어붙지 않는다는 테플론 프라이팬이나 종이컵 등 1회용 음식용기의 코팅재료로 많이 쓰이며 반도체 세척작업에도 사용된다.

2004년 미국 환경보호국(EPA)은 듀폰사가 테플론 등을 만드는 데 쓰이는 화학물질 PFOA(perfluorooctanoic acid, 또는 C-8)이 인체에 미치는 유해성을 지난 20년 동안 공개하지 않았다고 발표해 테플론 코팅에 대한 안전성 여부가 논란이 되고 있다.

2005년 12월 듀폰은 프라이팬과 일회용 종이컵 등에 코팅 재료로 쓰이는 테플론의 유해성 관련 자료 제출 의무를 어긴 혐의로 1,025만달러와 벌금과 친환경 프로젝트 지원비 625만달러를 물기로 미 환경보호국(EPA)과 합의했다.

듀폰의 스테이시 모블리 법률 고문은 “테플론이 인체에 유해하다는 법적 책임은 인정할 수 없지만 EPA에 테플론 관련 자료를 제출하기로 한 의무를 8번 어긴 것을 인정하고 벌금을 내기로 했다”고 밝혔다.

2004년 대구가톨릭의대 양재호 교수는 최근 미국 뉴욕대와 공동으로 세계 9개 국가 12개 지역 주민의 혈중 PFOA 잔류농도를 조사한 결과, 대구 부근 시민에게서 PFOA가 가장 많이 검출됐다고 밝혔다.

양교수에 따르면 지난해 7월 대구 부근에 거주하는 남녀 25명씩을 대상으로 혈청을 분석한 결과 PFOA의 잔류농도가 여성은 평균 88.1ppb로 외국의 3~30배에 달했으며 남성도 평균 35.5ppb로 미국 켄터키주에 이어 두번째로 높았다.

식품의약품안전청은 2005년 1월 PFOA의 발암성에 대하여는 현재 미국 환경 보호국(EPA)등 선진외국에서도 아직 연구가 진행 중이고, 많은 논란이 있으므로 지속적으로 해외 연구 결과를 파악하며 대처할 계획이라고 밝혔다.

프라이팬을 좀 더 안전하게 사용하려면 조리전에 식품이 닿지 않은 상태에서 필요 이상으로 예열하지 않도록 하고, 새로 구입한 경우는 물을 사용하여 95도에서 30분간 끓여서 처리한 후 사용하는 것이 바람직하다.

8. 트리할로메탄(THMs)

메탄의 4개의 수소원자 중 3개가 할로겐으로 치환된 화합물을 가리키며, 클로로포름 CHCl_3 , 브로모포름 CHBr_3 , 요오드포름 CHI_3 의 통칭으로 할로포름이라고도 한다. 트리할로메탄은 상수도물을 얻기 위한 할로겐화 처리과정에서 주로 생긴다. 염소로 처리했을 때 생기는 클로로포름은 암을 유발하는 화합물이다. 여러 나라의 환경관리기관에서는 상수도 또는 천연 식수 중 총(總)트리할로메탄의 최대허용함량을 법으로 정하고 있다.

〈각국의 트리할로메탄류의 수질기준 (단위 : $\mu\text{g/L}$)〉

물 질 명	WHO	미 국	일 본	한 국	영 국	호 주
THMs	-	80	100	100	100	250
Chloroform	200	-	60	-	-	-
Bromodichloromethane	60	-	30	-	-	-
dibromochloromethane	100	-	100	-	-	-
Bromoform	100	-	90	-	-	-

트리할로메탄류는 물 속에 들어있는 유기물질 (Humic acid, Fulvic acid 등)이 소독제로 사용되는 염소 또는 바닷물 중의 브롬과 반응하여 생성되며, 트리할로메탄은 휴민산(Humic acid)의 농도가 높을수록 pH와 온도가 높을수록 생성량이 증가한다. 또한 일반적으로 정수장의 수돗물보다 가정 수도전의 수돗물에서 높게 검출된다.

트리할로메탄 중에서도 클로로포름이 $13.2\sim 31.8\text{g/m}^3$ 의 농도로 함유되어 있는 공기에 3~10분간 노출되었을 때 73% 정도 흡수되며, 흡수된 클로로포름은 혈관으로 유입되어 신체 조직 속으로 이동하게 된다. 동물시험에서는 체지방에 가장 많이 축적되며, 뇌, 허파, 간장, 근육 및 혈액 내에서도 소량 발견된다. 사람에게 있어서 체중 kg당 7mg을 경구투여할 경우 50.6%까지는 탄산가스로 대사되었으나 사람에 따라 큰 차이가 있었으며, 섭취된 클로로포름의 63.8%까지

는 변하지 않은 상태로 배출된다

클로로포름은 수돗물중에 들어있는 트리할로메탄류중에서 가장 농도가 높으며, 트리할로메탄류의 독성은 클로로포름과 유사하다. 클로로포름은 중추신경계통의 작용을 억제하고, 간장과 신장의 작용에 영향을 미친다. 중독되면 의식을 잃게 되고 혼수상태가 되거나 사망할 수 있으며 클로로포름에 노출된 후 24~48 시간이 지나서야 신장의 손상을 발견할 수 있으며 2~5일이 지나야 간장의 손상을 발견할 수 있다. 체중 70kg인 남자의 경우 치사량은 체중 1kg당 약 630mg이나 사람에 따라 많은 차이가 있다.

트리할로메탄의 저감을 위해 상수원의 이전, 원수의 전처리방법 개선, 정수처리 방법의 변경과 중간염소처리 등 염소주입점을 변경하며, 원수의 수질이 악화될 경우에는 고도정수처리시설의 설치, 정수처리시에 염소와 이산화염소·오존 등을 병용하여 사용하고 THMs이 생성될 경우에는 활성탄 등의 흡착제를 사용한다.

우리나라의 주요 상수원인 낙동강, 영산강 등 4대강 하류의 수질은 갈수기에는 3급수 이하이어서 염소를 많이 사용하기 때문에 고농도로 생성되고 있다. 그러나 가장 높게 생성되는 시기는 여름철 장마시 숲속에서 휴민물질이 상수원으로 유입될 때 가장 높다.

1990년 감사원에서 8개 정수장의 수돗물을 조사한 결과 THMs이 외국의 수질 기준을 초과한다고 발표하여, 수돗물의 수질 중 THMs에 대한 관심을 갖는 계기가 되었으며, 먹는물 수질기준에 THMs 기준 설정, 소독제 대체, 활성탄 사용 등의 수돗물 수질개선 조치가 이루어졌다. 우리나라 수돗물중의 THMs의 농도는 '98년 하반기 정수장 수돗물의 조사결과에서는 최고 82 μ g/L이고, 평균치로는 22 μ g/L으로 조사되었다.

9. Semicarbazide(SEM)

Semicarbazide(SEM)은 실험동물에서 암을 유발하는 것으로 알려진 화학물질군(hydrazines)에 속한다. SEM의 독성에 대하여 광범위하게 연구되지는 않았으나 유전독성(DNA 손상 가능)이 있을 수 있다.

SEM은 최근 유리병의 뚜껑의 플라스틱 밀봉제로 20여년간 사용되어온 azodicarbonamide 제품에서 검출되었다. 또 이 뚜껑으로 밀봉한 유리병에 든 식품에서도 검출되었다. 'Semicarbazide(SEM)'는 알려진 독성물질이지만, 2003년 여름 유아용 이유식병에서 발견되어 소비자들을 놀라게 하였다. 이 발견도 다른 검사를 하다가 우연히 알게 된 것이었다. 문제가 되고 있는 것은 이유식병의 절연 뚜껑부분으로, 밀폐포장을 위해서 병 뚜껑의 고무부분에 온도를 높혔을때, SEM이 생기면서 이유식병에 들어가게 된다.

Azodicarbonamide(ADC)는 식품에 접촉되는 플라스틱의 취입성형제로 EU에서 사용이 허가되었으며, 플라스틱이 효과적인 밀봉 역할을 하는데 필요하다. 유리병의 금속 뚜껑의 밀봉용 개스킷(뚜껑의 결합부를 매우는 고무 등의 판 또는 테)은 식품이 먼지, 곤충 또는 이물로부터 오염되지 않도록 하고 미생물학적으로 안전하도록 한다.

SEM은 특정식품이 아닌 전세계적으로 널리 이용되는 일반적인 포장식품에서 발견되었다. 밀봉 개스킷을 사용하는 금속 뚜껑은 과일주스, 잼, 당장식품, 꿀, 베이비푸드, 피클, 멸균채소, 마요네즈, 겨자, 소스 및 케첩 같은 유리병에 포장된 제품군에 널리 사용된다.

SEM이 검출되었다고 알려진 식품으로 베이비푸드, 과일주스, 잼, 당장제품, 꿀, 케첩, 마요네즈, 피클, 멸균채소 및 소스 등이 있다. 이들 식품의 SEM량은 불검출부터 25ppb에 이르기까지 다양하다. 베이비푸드에서 가장 높은 농도로 검출되었는데 아마도 이들 식품의 포장 사이즈가 작아 식품량이 적는데 반해 개스킷이 차지하는 비율이 높기 때문일 것이다.

EFSA의 연구결과 semicarbazide는 일부 *in vitro* 실험에서 약한 유전독성을 보였으나 식이를 통한 인체 노출의 범위 뿐 아니라 *in vivo*에서 가능한 영향을 고

려해야 하는 등 SEM에 대한 불확실성을 고려해야 한다. 유럽식품안전청(EFSA)의 요청에 따라 행해진 조사에 따르면, 발견된 양은 소량이며 이는 이유식을 먹는 유아에게 영향을 미칠 수 있는 용량의 절반 정도 밖에 되지 않는다고 하지만 문제는 아직도 "Semicarbazide"의 독성 가능성이 다 밝혀지지 않았다는데 있다. 따라서 발견된 양이 비록 소량이지만, 유럽식품안전청은 "유아용 식품에서 이런 물질이 존재한다는 사실은 바람직하지 않다"고 결론을 내렸다.

과학자들은 소비자(어른 뿐 아니라 유아까지 포함)가 대한 위해가 있다손 치더라도 아주 작다고 말한다. 현재 자료의 부족으로 인하여 위해평가상의 불확실성이 존재하기는 하지만 이는 극히 작은 위해가 검토되어야 하는 방법과 관련된 것이다. 현재 과학의 불확실성에도 불구하고 체중(body weight)에 근거한 잠재적 노출이 유아에게 가장 높을 것이므로 과학자들은 베이비푸드에 있는 SEM을 감소시켜야 한다.

제3장 기타 위해물질

제3장 기타 위해물질

제1절 기타 위해물질

1. 방사선 조사

국내 대표적인 라면 제조회사 (주)농심의 라면 제품들이 방사선 조사 사실을 표기하지 않았다는 이유로 유럽 국가들로부터 수입 금지 내지는 수거 조치된 사실이 알려지면서 방사선조사 식품에 대한 관심이 증폭되고 있다.

방사선조사는 코발트(Co)60, 세슘(Cs)137 등 방사성 동위원소에서 나오는 감마선을 각종 농수축산물과 가공식품에 쬐는 보존처리법의 하나로 식품의 살균, 살충, 발아억제, 속도조절용으로 쓰이고 있다.

방사선 조사는 1896년 방사능 물질이 발견된 이후 1921년 미국에서 육류의 기생충 오염문제를 해결하기 위해 특허를 얻으면서 최초로 이용됐다. 그 뒤 1930년에는 프랑스에서 식품의 장기 안전보관을 위해, 2차 세계대전 동안에는 네덜란드에서 긴급 구호물자인 분유와 채소류의 안전저장을 위해 사용됐다.

1961년 벨기에 브뤼셀에서 세계보건기구(WHO), 국제원자력기구(IAEA), 세계식량농업기구(FAO)가 공동으로 방사선 조사 식품의 건전성 평가에 관한 과학적 연구결과를 평가하기 위한 최초의 회의가 소집되었고, '식품방사선조사 공동전문위원회(JECFI)'를 설치키로 하였다.

그리고 1980년 스위스 제네바에서 열린 '식품방사선조사 공동전문위원회(JECFI)'에서 식품에 방사선을 쬐 경우 10K Gy(그레이 : 1그레이는 식품 1kg당 흡수한 에너지량이 1줄일 때를 말함)까지의 방사선량은 영양학적, 독성학적으로 안전하다는 결론을 내렸다.

그러나 한번 방사선을 쬐 식품에 대해서 다시 방사선을 쬐서는 안되며 방사

선을 쥔 원료를 사용해 제조, 가공한 식품에 다시 방사선을 쬐지 못하도록 규제하고 있다.

또 방사선을 쬐 식품은 용기에 넣거나 포장한 뒤 판매해야 하며 방사선조사 식품은 RADURA라는 국제로고를 소비자가 알아볼 수 있도록 직경 5cm이상의 크기로 표시하도록 하였다.

2003년 현재 미국, 영국, 프랑스 등 전세계 52개국에서 250여종의 식품에 방사선 조사를 허용하고 있다.

우리나라의 경우 2003년 12월 현재 감자, 양파, 마늘, 간장, 고추장, 된장가루와 밤, 말린 버섯, 생버섯, 알로에가루, 인삼제품류, 2차 살균이 필요한 환자식, 전분, 건조채소류, 효모·효소식품 등 19가지 품목에 대해 방사선을 쬐 수 있도록 허용하고 있다. 한편 식품의약품안전청은 방사선을 쬐이는 식품을 현재의 19개 품목에서 26개로 확대할 예정인데, 새로 추가될 품목은 소스류, 분말차, 계란 가공식품, 복합 조미식품, 조류식품 등이다.

그러나 방사선조사에 대한 유해성 논란이 계속 끊이지 않고 있으며, 세계보건기구(WHO)에서 방사선 조사식품이 더 이상 독성실험이 필요없다는 발표에도 불구하고 반핵 단체들과 일부 소비자 단체들에 의해 방사선조사에 대한 유해성 논란이 계속 끊이지 않고 있다. 또한 일반 소비자들은 ‘방사선 조사식품’을 ‘방사능 오염식품’으로 오인하거나 방사선에 대한 막연한 두려움을 안고 있기 때문에 체계적이고 과학적인 소비자 교육 프로그램을 통해 사회적 합의를 도출하는 것이 무엇보다 중요한 선행과제로 많은 전문가들은 분석하고 있다. 우리나라에서 소비자문제를 연구하는 시민의 모임은 지금도 방사선을 쬐인(방사선이 조사된) 식품의 안전성이 100% 확보됐다고 단정짓기는 어렵다며 이 부분이 명확해질 때까지 허용을 유보해야 한다고 주장하고 있다.

〈국내 방사선 조사식품 허가품목 현황〉

품 목	목 적	허가선량 (kGy)	허가일자
감자, 양파, 마늘	발아·발근억제	0.15	1987. 10. 16
밤	발아·발근억제	0.25	
생버섯, 건조버섯	살충·속도조절	1.0	
건조식육 및 어패류 분말	살균·살충(위생화)	7.0	1991. 12. 14
된장, 고추장, 간장 분말		7.0	
전분		5.0	
건조 채소류	살균·살충(위생화)	7.0	1995. 5. 19
건조향신료 및 이들 조제품		10	
효모/효소식품		7.0	
알로에분말		7.0	
인삼(홍삼포함)제품		7.0	
2차 살균 환자식		10	
난분	살균·살충(위생화)	5.0	2004. 5. 21
곡류, 두류 및 그 분말		5.0	
조류식품		7.0	
복합조미식품		10	
소스류		10	
침출차, 분말차		10	

※ 사용 방사선의 선원은 ^{60}Co 감마선원을 사용한다.

2. GMO(Genetically Modified Organism)

GMO란 인간에게 유용한 유전자를 발굴하여 다른 생물종에 삽입하는 유전자 재조합기술을 이용하여 만든 생물체를 통칭하는 용어로, 현재까지는 농산물(유전자재조합작물)이 주류를 이루고 있으며, 유전자재조합식품은 유전자재조합작물로부터 얻은 농산물 및 그 가공품을 의미한다.

유전자재조합작물은 1996년 유전자재조합 콩의 본격적인 상업화와 함께 옥수수, 면화, 감자, 카놀라 등 다양해졌으며, 그 재배면적도 꾸준히 증가해 왔다. 국제농업생명공학정보센터(ISAAA: International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications)에 따르면 1996년 전세계에서 1백 70만 헥타르에 불과했던 유전자재조합작물의 재배면적이 2005년에는 무려 9천만 헥타르를 기록한 것으로 나타났다.

유전자재조합작물로 인한 지금까지 알려진 혜택 중 대표적인 것으로는 살충제사용의 감소로 인하여 농부에게 경제적인 이득을 주는 것 이외에 농업환경을 보호할 수 있는 이점이 있다고 알려져 있다. 반면에 유전자를 이용한 기술이라는 점, 알려지지 않은 위해가능성에 대한 불안감으로 소비자들은 유전자재조합기술을 이용하여 탄생한 유전자재조합작물, 그리고 이를 이용하여 만든 식품 등의 안전성에 대해 의구심을 지니고 있다.

그러나 유전자재조합식품은 식품으로서의 안전성을 입증받아야 생산 및 유통이 가능하고, 이를 위해 해당 규제기관의 안전성 심사를 거쳐 안전성을 평가받아야 한다. 각국 규제기관들은 유전자재조합식품으로 인한 위해를 사전에 방지하기 위해 철저한 심사 기준을 적용하여, 유전자재조합식품이 일반식품과 다를 바 없이 안전함을 증명하도록 요구하고 있다. 우리나라의 경우 식품으로서의 안전성은 식품의약품안전청(www.kfda.go.kr)이, 이들이 환경에 미치는 영향은 농촌진흥청(www.rda.go.kr)이 각각 평가하여 그 안전성을 검증하고 있다. 또한 유통식품 중 유전자재조합성분이 함유되어 있는 가공품은 유전자재조합식품표시제에 따라 2001년 7월부터 이를 표시하도록 하고 있어 철저한 사후관리도 병행하고 있다.

한편 2006년 현재 전세계적으로 유통되고 있는 GMO는 콩, 옥수수, 감자 등 다수이며, 국내에서 식품으로서의 안전성이 확인되어 승인된 품목도 46개이다. 아래 표에 유전자재조합식품의 관련부서 및 업무를 정리하였다.

관련기관 연락처

조직	전화번호	홈페이지
농림부	02-2110-4000	www.maf.go.kr
농촌진흥청	031-299-2200	www.rda.go.kr
농업과학기술원	031-290-0114	www.niast.go.kr
국립농산물품질관리원	031-446-0124	www.naqs.go.kr
국립수의과학검역원	031-467-1700	www.nvrqs.go.kr
국립식물검역소	031-449-0521	www.npqs.go.kr
식품의약품안전청	02-380-1800	www.kfda.go.kr
질병관리본부	02-380-1404	www.cdc.go.kr
WHO (세계보건기구)		www.who.int
FAO (국제식량농업기구)		www.fao.org
CODEX (국제식품규격위원회)	031-440-9115	codex.mohw.go.kr
OIE (국제수역사무국)		www.oie.int

※ 본 책자의 내용은 www.agros.go.kr (위해정보매뉴얼)에서 확인할 수 있습니다.

이 안내책자는 식중독 등 질병을 야기하는 각종 미생물과 화학적 위해물질 등에 대한 이해를 높여 안전한 식생활을 영위하는데 도움을 주고자 농림부가 제작하였습니다.

발행 및 편집인

농림부	소비안전과	과 장	심상인
		사무관	고경봉
		주무관	한태희
식품정보코리아(주)	대표이사		오원택
	지식경영팀	팀 장	김정민
		대 리	이미영

농식품 위해 정보 매뉴얼

발 행 처	농림부
발 행	2006년 12월
문 의	농림부 소비안전과 02-500-1839, 1840
편집인쇄	(주)경성 02-503-3223

