

## 동물원의 야생포유류 분변에서 분리한 장내세균의 동정과 약제감수성

김성훈\* · 허부홍\*\*\* · 윤창용 · 송희종<sup>1</sup> · 채효석\*\* · 도홍기\*\*  
\*전주동물원 · \*\*전라북도 가축위생시험소 · <sup>1</sup>전북대학교 생체안전성연구소

### Identification and Antibiotics Susceptibility of *Enterobacteriaceae* Isolated from Feces of Wild Mammals in Chonju Zoo

Seong-hun Kim\*, Boo-hong Hur\*\*, Chang-yong Yoon,  
Hee-jong Song<sup>1</sup>, Hyo-seok Chai\*\* and Hong-ki Do\*\*

\*Chonju Zoo, Chonbuk Chonju 561-190, Korea

\*\*Chonbuk Veterinary Service Laboratory, Chonbuk Chonju 560-243, Korea

<sup>1</sup>Bio-Safety Research Institute of Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

**ABSTRACT** : Eighty-seven strains of *Enterobacteriaceae* isolated from feces of wild mammals in Chonju zoo were tested for their biochemical reaction and susceptibility to 19 antibiotics or chemicals by using disc diffusion test and/or Microscan Walkway 40/96. Out of 87 isolates, *Escherichia coli* (44), *Hafnia alvei* (9), *Citrobacter freundii* (5) and *Proteus vulgaris* (5) were frequently detected. The detective frequency of *Enterobacteriaceae* in animals classified by their eating pattern was higher in carnivorous and omnivorous than in herbivorous animal. In antibiotic susceptibility test, most of isolates were susceptible to cefazolin, ceftazidime, aztreoname, trimethoprin/sulfamethoxazole, gentamicin, ciprofloxacin, cefuroxime, ceftriaxone, cefotaxime and eftizoxime, and moderately susceptible to cephalotin and ticarcillin, but resistant to ticarcillin/K and amikacin.

**Key words** : wild mammals, *Enterobacteriaceae*, antibiotic susceptibility

## 서 론

장내세균성 질병은 많은 종류의 장내세균과 세균의 대사산물인 독소, 기생충 또는 바이러스와 같은 다른 인자에 혼합 감염되어 주로 위장관 점막에 손상을 일으켜 전해질 불균형과 손실로 탈수 및 설사 등의 임상 증세를 나타내며, 이때 바이러스 혹은 기생충의 감염은 세균의 비정상적인 증식과 장관 침입 및 패혈증을 일으키는 촉발인자로서 작용한다<sup>5</sup>.

위장관 질병을 일으키는 세균은 전 세계적으로 분포하고 있으며, 모든 환경하에서 관찰 가능하다<sup>5</sup>. 야생 포유류의 병원체로는 일반적으로 *Escherichia coli*, *Salmonella* sp, *Proteus* sp, *Yersinia* sp, *Shigella* sp 및 *Arizona* sp와 같은 coliform bacteria를 들 수 있다<sup>2,14,19,25</sup>. 이 중에서 가장 흔하게 발생하고 있는 중요한 병원체는 *E coli*와 *Salmonella* sp이며<sup>24,25</sup>, 이들은 야생 포유

류의 정상적인 장관내에서 쉽게 분리될 수도 있지만 이동, 밀집사육, corticosteroid제제의 장기투여, 임신 또는 분만과 같은 스트레스를 받았을 때, 건강상태가 양호하지 못한 때, 사육환경의 위생상태가 불량할 때, 또는 바이러스나 기생충에 혼합 감염되어 장내세균군이 불균형 상태에 이르면 세균들은 비정상적으로 증식하여 질병을 유발시킬 수도 있다<sup>5,7</sup>. 특히 이는 감염 동물의 연령과 관련도가 높아 포유 또는 이유 직후의 어린 새끼에게는 치명적인 경우가 많다<sup>7,8,16</sup>.

한편, *Proteus* sp의 균들은 파상의 성장 유형을 특징적으로 가지며 토양, 물, 분변 등으로 오염된 물질에서 쉽게 검출할 수 있다<sup>11</sup>. *P vulgaris*는 면역이 저하된 동물, 특히 항생제를 장기간 투여 받은 동물의 감염 부위로부터 쉽게 분리되며, 야생 포유류 특히, 신생동물에 치명적인 장염을 유발할 수 있는 것으로 보고 되었다<sup>5,11</sup>. 또한 *Yersinia* sp에 의한 감염도 모든 야생포유류에서 가능하며, 특히 *Y enterocolitica*에 감염 되었을 때 설사, 폐렴 및 자연 유산 등을 일으키는 것으로 알

<sup>1</sup>Corresponding author.

려지고 있다<sup>17,23</sup>.

이상에서와 같이 장내 세균에 의한 감염은 야생 포유류에서 빈번하고 다양하게 나타날 수 있다. 이로 인한 동물의 피해 또한 크고 막대하며, 외관상 증상없이 보균동물이 될 경우에는 분변 등을 통하여 균이 체외로 배출되어 사람을 포함한 다른 동물로의 감염이 성립될 수 있다<sup>18-22</sup>. 더욱이 동물원에서 사육되고 있는 야생동물은 인공적으로 만들어진 좁은 공간에서 활동하고 있고, 많은 관람객의 소란행위에 의해 스트레스가 발생하며, 또한 종의 적절한 보존, 번식 및 질병예방과 치료를 목적으로 항생물질을 빈번히 투여하게 됨에 따라 세균의 약제에 대한 저항성 문제가 야기되어 동물사육 및 질병관리에 커다란 어려움이 있다<sup>21,22</sup>.

따라서 저자들은 여러 장내세균에 의한 감염을 사전에 방지하고, 한편 치료약제의 선별을 위한 기초자료를 얻고자 동물원에서 사육중인 야생포유류의 분변에서 장내세균을 분리하고, 분리균에 대한 생물형 확인 및 항생물질에 대한 감수성검사를 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 대상동물

1996년도 3월부터 5월까지 전주 동물원에서 사육되고 있는 야생 포유동물을 대상으로 하였다. 이들을 식이유형별로 구분하면 육식동물 10종, 초식동물 14종, 잡식동물 8종으로 도합 32종이었다(Table 1).

### 균분리 재료

각각의 포유동물에서 채취한 신선한 분변을 균분리 재료로 취하였고 이를 멸균 생리식염수에 계열희석하여 MacConkey agar 및 Salmonella-Shigella(SS) agar에 접종한 다음 37°C에서 24시간 배양하였다. 그 후 균의

집락상태 및 lactose 분해능의 여부를 확인한 다음 임의로 2-3개의 집락을 취하여 brain heart infusion(BHI) agar slant에 접종, 배양하여 보존하였다. 한편, 균의 동정은 Ewing의 방법<sup>6</sup>에 준하여 실시하였으며, 분리균에 대한 생화학적 성상 시험 및 항생제 감수성 검사를 병행 실시하였다.

### 생화학적 성상 시험

분리된 균은 triple sugar iron agar, sulfide indole motility medium, Simon's citrate agar, KCN test, methyl-red vogesproskauer medium에서 각각의 배양상 확인과 gelatin액화 시험을 실시하였다. 당분해능 및 생물형은 oxidative-fermentative glucose, glucose, acetamide, esculin, phenylal-anine, urea, citrate, malonate, tryptophan deaminase, polymyxin B, lactose, maltose, mannitol, xylose, raffinose, sorbitol, sucrose, inositol, adonitol, coumaric, hydrogen sulfide, o-nitrophenyl-β, D-galactopyranoside, rhamnose, arabinose, glucose, arginine, lysin, ornithine, oxidase 등 29종에 대한 반응 및 이용성을 검사하여 확인하였다. 한편, 분리균은 재배양하여 Microscan Walk-way 40/96(Baxter, American Type Culture Collection, USA)를 이용하여 동정하였다.

### 항생물질 감수성 시험

분리균의 항생물질에 대한 감수성 검사는 disc diffusion test 또는 Microscan Walkway 40/96를 이용하여 실시하였다. 이때, 사용한 항생물질은 ciprofloxacin(Cp), ampicillin(Am), cephalotin(Cf), ticarcillin(Ti), imipenem(Imp), piperacillin(Pi), cefazolin(Cfz), ticarcillin/K(Tim), cefoxitin(Cfx), cefuroxime(Crm), amikacin(Ak), ceftazidime(Caz), ceftriaxone (Cax), aztreonam(Azt), cefotaxime(Cft), eftizoxime(Cz), trimethoprim/sulfamethoxazole

**Table 1.** Classification of animals investigated by their eating pattern

Animal species
<b>Carnivora (10 species)</b> <i>Hyena hyena, Meles meles, Nyctereutes procyonoides, Panthera leo, P pardus, P pardus fusa, P pardus saxicolor, P tigers altacia, P unica, Urocyon cineroargenteus,</i>
<b>Herbivora (14 species)</b> <i>Bison bison, Bos primigeniustaurus, Cervus nippon taiouanus, C unicolor, Copra aegagrus hircus, Equus asirus, E przewalskii caballus (Cheju and Shetland), E guagga, boehmi, Giraffa camelopardalisreticula, Lama glama, L guanicoe, Loxodonta africana, Ovis musimon</i>
<b>Omnivora (8 species)</b> <i>Macaca nemestrina, M mulatta, M fascicularis, M fuscata, M ciclopis, Papio hamadryas, Sus scrofa, Urusus arctos lasiotus,</i>

(T/S), gentamicin(Gm), tobramycin(To)으로 총 19종이었다.

## 결 과

### 분리한 장내세균

육식(n=16), 초식(n=14) 및 잡식(n=13) 동물 43두에서 분리한 장내 세균은 각각 32주, 27주 및 28주이었다(Table 2).

**Table 2.** Isolation of *Enterobacteriaceae* from feces of zoo animals

Microorganisms	Carnivora (n=16)	Herbivora (n=14)	Omnivora (n=13)	Subtotal (n=43)
<i>Cit freundii</i>	1	1	3	5
<i>E coli</i>	17	14	13	44
<i>E fergusonii</i>	1	0	1	2
<i>E vulneris</i>	1	0	0	1
<i>Ent cloacae</i>	2	1	1	4
<i>Ent taylorae</i>	0	0	1	1
<i>Hafinia alvei</i>	3	4	2	9
<i>Prt mirabilis</i>	1	2	1	4
<i>Prt vulgaris</i>	1	1	3	5
<i>Ps stutzeri</i>	2	1	1	4
<i>Salmonella sp</i>	2	0	0	2
<i>Y frederikseii</i>	1	2	1	4
<i>Y enterocolitica</i>	0	1	1	2
Total	32	27	28	87

### 생물학적 성상검사에 의한 균 동정

분리균(87주)에 대하여 시험관내에서의 biotype을 확인함과 동시에 배양한 균주를 Microscan Walkway 40/96를 이용하여 동정한 결과 총 13종이었으며, 그중 *E coli*(44), *Hafinia alvei*(9), *C freundii*(5) 및 *P vulgaris*(5)가 빈도있게 분리되었다(Table 2).

### 분리균의 항생물질에 대한 감수성

분리한 87주를 대상으로 19종의 항생 물질에 대한 감수성검사를 disc diffusion test 또는 Micro-scan를 이용하여 실시한 결과는 Table 3과 같다.

*E coli* 44주는 Cp, Am, Cfz, Cfx, Crm, Caz, Azt, T/S, Gm, To에 감수성이 있었고, Cf, Ti, Lmp, Pi, Cax, Cft에는 중등도의 감수성이 있었으며, Tim, Ak, Cz에는 감수성이 없는 것으로 나타났다.

*Hafinia alvei* 9주는 Cp, Am, Cfz, Caz, Azt, T/S, To에 감수성이 있었고, Cf, Ti, Lmp, Pi, Cfx, Cax, Cft, Cz에는 중등도의 감수성이 있었으며, Tim, Crm, Ak, Gm에는 감수성이 없는 것으로 나타났다.

*C freundii* 5주는 Cp, Am, Cfz, Crm, Caz, Azt, T/S에 감수성이 있었고, Cf, Ti, Lmp, Pi, Cfx, Cax, Cft, Cz, Gm, To에는 중등도의 감수성이 있었으며, Tim, Ak에는 감수성이 없는 것으로 나타났다.

*P vulgaris* 5주와 *Pseudomonas stutzeri* 4주는 Cp, Am, Cfz, Crm, Caz, Azt, T/S, Gm, To에 감수성이 있었고, Ti, Lmp, Pi, Cax, Cft 에는 중등도의 감수성이

**Table 3.** Antibiotic susceptibility of *Enterobacteriaceae* isolated from feces of zoo animals

Microorganisms	Antibiotics																			No.
	Cp	Am	Cf	Ti	Lmp	Pi	Cfz	Tim	Cfx	Crm	Ak	Caz	Cax	Azt	Cft	Cz	T/S	Gm	To	
<i>Cit frenudii</i>	+	+	±	±	±	±	+	-	±	+	-	+	±	+	±	±	+	±	±	5
<i>E coli</i>	+	+	±	±	±	±	+	-	+	+	-	+	±	+	±	-	+	+	+	44
<i>E fergusonii</i>	+	+	±	±	±	±	+	-	+	+	-	+	±	+	±	±	+	+	+	2
<i>E vulneris</i>	+	+	±	±	±	±	+	-	+	+	-	+	±	+	±	±	+	+	+	1
<i>Ent cloaca</i>	±	±	-	±	±	±	+	-	+	±	-	+	±	+	±	±	+	+	+	4
<i>Ent taylorae</i>	+	±	-	±	±	±	+	-	±	-	-	+	±	+	±	±	+	+	+	1
<i>prt mirabilis</i>	+	+	±	±	±	±	+	-	±	-	-	+	±	+	±	-	+	+	+	4
<i>Prt vulgaris</i>	+	+	-	±	±	±	+	-	-	+	-	+	±	+	±	-	+	+	+	5
<i>seud stutzeri</i>	+	+	-	±	±	±	+	-	-	+	-	+	±	+	±	-	+	+	+	4
<i>Salmonella sp</i>	+	+	±	±	±	±	+	-	+	+	-	+	±	+	±	-	+	-	+	2
<i>Hafinia alvei</i>	+	+	±	±	±	±	+	-	±	-	-	+	±	+	±	±	+	+	+	9
<i>Y frederiksenii</i>	+	+	±	±	±	±	+	-	+	-	-	+	±	+	±	±	+	+	+	4
<i>Y enterocolitica</i>	+	+	±	±	±	±	+	-	+	-	-	+	±	+	±	±	+	+	+	2

+ : 90% or more sensitive, ± : between 11-89% sensitive, - : under 10% sensitive.

Abbreviation: Cp: ciprofloxacin, Am: ampicilin, Cf: cephalotin, Ti: ticarcillin, Imp: imipenem Oi: pipericillin, Cfz: cefazolin, Tim: ticarcillin, Cfx: cefoxitin, Crm: cefuroxime, Ak: amikacin, Caz: ceftazidime, Cax: ceftriaxone, Azt: aztreoname, Cft: cefotaxime, Cz: ceftizoxime, T/S: trimethoprim/sulfamethoxazole, Gm: gentamicin, To: tobramycin.

있었으며, Cf, Tim, Cfx, Ak, Cz 에는 감수성이 없는 것으로 나타났다.

*Ent cloaca* 4주는 Cfx, Cfx, Caz, Azt, T/S, Gm, To에 감수성이 있었고, Cp, Am, Ti, Lmp, Pi, Crm, Cax, Cft, Cz에는 중등도의 감수성이 있었으며, Cf, Tim, Ak에는 감수성이 없는 것으로 나타났다.

*P mirabilis* 4주는 Cp, Am, Cfx, Caz, Azt, T/S, Gm, To에 감수성이 있었고, Cf, Ti, Lmp, Pi, Cfx, Cax, Cft 에는 중등도의 감수성이 있었으며, Tim, Crm, Ak, Cz 에는 감수성이 없는 것으로 나타났다.

*Y frederiksenii* 4주는 Cp, Am, Cfx, Cfx, Caz, Azt, T/S, Gm, To에 감수성이 있었고, Cf, Ti, Lmp, Pi, Cax, Cft, Cz에는 중등도의 감수성이 있었으며, Tim, Crm, Ak에는 감수성이 없는 것으로 나타났다.

## 고 찰

야생동물 포유류 표본 43종류에서 분리된 장내세균은 13종에 87균주이었으며 이 중 빈도있게 검출된 균은 *E coli*, *Hafnia alvei*, *C freundii*, *P vulgaris*, *Enterobacter cloaca*, *P mirabilis*, *Y frederiksenii*순이었다. 이 실험을 수행하기 위한 예비실험에서 분변 1g 당 장내세균의 분포도를 식이유형별로 검색하였을 때 균 분리율은 잡식동물과 육식동물에서 초식동물보다 높음을 알 수있었다. 이러한 결과는 Gillespie 등<sup>8</sup>이 *E coli* 검출률은 육식과 잡식동물에서 초식동물보다 월등히 높다고 하였고, 윤 등<sup>24</sup>이 동물원의 야생동물 분변에서 분리한 *Salmonella*의 생물형, 혈청형 및 약제내성에 관한 연구에서 *Salmonella* sp가 초식동물보다는 육식동물에서 월등히 높게 분리되었다고 보고한 결과와 유사하였다.

본 실험에서 제일 높은 빈도로 검출된 *E coli*는 잠재적인 장염 유발요인으로 작용하며, 특히 용혈성 *E coli*에 의한 질병이 재규어, 북미산 스라소니, 호랑이, 아프리카 사자, 퓨마, 살쾡이 및 치타에서 보고<sup>10</sup>되었으며, 이 경우 특히 4개월령 이하의 고양이과에 치명적인 결과를 초래한다고 하였다<sup>10</sup>. 또한 *E coli*에 의한 장염은 멧돼지과에서도 호발하며 폐혈증, 위장염, 부종, 폐혈성 관절염, 유방염 및 자궁근층염을 유발시킨다고 하였다<sup>3,20</sup>.

본 실험에서 *Salmonella* sp는 야생동물 분변 43건중에서 2주(4.6%)가 검출되었다. 이는 윤 등<sup>24</sup>이 1994년 서울 근교 동물원에서 사육 중인 408두에서 분리한 19주(4.7%)와는 유사한 검출률이며, 탁과 하<sup>25</sup>가 1981년 대구 달성공원에서 사육 중인 203두에서 분리한 2주

(1.0%) 보다는 약간 높게 나타났다. 이상과 같은 균분리율은 동물의 종류, 사육지역, 사육환경 및 공급사료의 차이로 인하여 나타난 것으로 판단된다. 한편 *Salmonella* sp의 감염으로 인하여 원숭이와 같은 영장류에서 심한 설사, 경련 및 노책이 발생하였다는 보고가 있으며<sup>2,11</sup>, 양, 사슴 및 낙타와 같은 반추류에서도 많은 종류의 *Salmonella* sp가 감염된 것으로 보고되었다<sup>21,22</sup>. 한편, free-ranging 동물원에서 *Salmonella* sp의 분리는 재규어, 캐나다 스라소니, 설표, 남아프리카 스라소니 및 살쾡이 등<sup>17</sup>에서는 물론, 냉혈동물<sup>15</sup>, 멧크, 웨레트와 같은 족제비과에서도 보고된 바 있으며, 대부분의 경우 몇 종의 *Salmonella* sp는 임상적으로 건강한 동물에서도 검출되고 있다<sup>13,20</sup>.

한편, *Y enterocolitica*는 Enterocolitic yersiniosis의 원인균으로 작용하여 외관상 건강한 보균동물의 분변을 통하여 음식물 및 음수 등에 오염될 경우 폭발적인 감염 잠재력을 가진 오염원이 되기도 한다<sup>14,23</sup>. 또한 사람에서는 오염된 음식, 특히 돼지고기와 냉장 보관된 우유를 통해 설사를 동반하는 장염을 일으키기도 한다<sup>4,9,23,24</sup>.

분리균의 항생물질에 대한 감수성실험 결과는 Cfx, Caz, Azt, T/S, Gm, To, Cp, Am에는 감수성이 높은 반면, Tim과 Ak에는 감수성이 낮은 것으로 나타났다. 이러한 약제감수성의 차이는 균 분리지역, 분리시기, 분리동물, 투여된 항균제의 종류와 투여 횟수에 따라서 다른 내성양상<sup>12</sup>을 나타냈기 때문으로 생각되었다.

## 결 론

진주 동물원에서 관리사육하고 있는 야생 포유동물의 질병 예방 및 치료에 활용하고자 육식동물(n=16두), 초식동물(n=14두) 및 잡식동물(n=13두)의 분변으로부터 장내세균을 분리동정하고 분리균의 분포도와 19종의 항균제에 대한 감수성을 조사하였다.

본 실험에서 장내세균은 13종, 87주가 검출되었고, 그 중 *E coli* 44주, *Hafnia alvei* 9주, *C freundii*와 *P vulgaris*는 각각 5주, *Ent cloaca*, *Ps mirabilis*, *Ps stutzeri*, *Y frederiksenii*는 각각 4주로 빈도있게 분리되었다.

분리균의 항생물질에 대한 감수성은 cefazolin, cef-tazidime, aztreoname, trimethoprim/sulfamethoxazole, gentamicin, ciprofloxacin, cefuroxime, ceftriaxone, cefotaxime 및 eftizoxime에는 높은 감수성을, cephalotin과 ticarcillin에는 중등도의 감수성을 보였으나, ticarcillin/K과 amikacin에는 감수성이 낮았다.

참고문헌

1. Acha PN, Szyfres B. Zoonoses and communicable disease common to man and animals. 2 ed. Washington DC: American Health Organization. 1987; 81-85.
2. Banish LD, Sims R, Bush M, Sack D, Montali RJ. Prevalence of shigellosis and other enteric pathogens in a zoologic collection of primates, JAVMA. 1993; 203: 126-132.
3. Bennet PC. Edema disease. In Dunne HW (ed): Disease of swine. Ames: Iowa State University Press. 1958; 495-503.
4. Davis BD, Dulbecco R. Microbiology. 4th ed. USA: JBL Co. 1990; 4-25.
5. Davis JW, Karstad LH, Trainer DO. Infectious diseases of wild mammals. 2 ed. Ames: The Iowa State University Press. 1981; 320-322.
6. Ewing WH. Identification of enterobacteriaceae. 4 ed. New York: Elsevier. 1986; 93-245.
7. Gyles CL and Thoen CO. Pathogenesis of bacterial infectious diseases in animals, 2 ed. Ames: Iowa State University press. 1993; 133-153.
8. Gillespie JH, Timoney JF, Scott FW, Barlough JE, Hagan and Bruner's microbiology and infectious diseases of domestic animals. 8 ed. Itacha: Cornell University Press. 1988; 61-73.
9. Jones BD. Canine and feline gastroenterology. Philadelphia: WB Saunders Co. 1986; 179.
10. Klavins JV, Hackel DB, Kinney. *Escherichia coli* infection in captive wild cats. JAVMA. 1962; 140: 1086-1088.
11. Koneman EW, Allen SD, Dowell VR Jr, Janda WM, Sommers HM, Winn WC Jr: Color atlas and textbook of diagnostic microbiology. 3 ed, JB Lippincott Co: 1988; 89-156.
12. Moreno G, Lopes CA, Andrade JC, Vieira MF. Drug resistance in *Enterobacteriaceae* strains isolated from animals confined in zoological parks. Arq Inst Biol(Sao Paulo) 1973; 40: 11-16.
13. Otis VS, Behler JL. The occurrence of *Salmonella* and *Edwardsiella* in the turtles of the New York zoological park. J Wildl Dis 1973; 9: 4-6.
14. Richard C, Vicens R, Coulanges P, Monteil V, Rasoamamonjy M. Isolation of *Kluyvera ascorbata* from Madagascan lemurs, healthy carriers of this unusual enterobacterium. Bull Soc Pathol Exot Filiales 1987; 80: 756-760.
15. Rohde R, Refai M. Isolation of *Salmonella* and *Arizona* bacteria from feces of cold blooded animals in the zoological garden of Giza with special reference to a new *Salmonella* species: *Salmonella giza*=8:1,2. Zentralbl Vetrinarmed {B} 1971; 18: 400-404.
16. Schales K, Gerlach H, Kusters J. Investigations on the aerobic flora and *Clostridium perfringens* in fecal specimens from free-living and captive caoercaillies (*Tetrao urogallus* L., 1758). Zentralbl Vetrinarmed {B} 1993; 40: 469-477.
17. Sedgwick CJ, Roinson PT, Lochher FK. Zoonoses: A zoo's concern. JAVMA 1975; 167: 828-829.
18. Vicens R, Rasoamamonjy MA, Richard C, Coulanges P. Coprodulture of the animals at the zoological park of Tananarive with isolation of bacteria of the genera *Shigella*, *Kluyvera*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*. Arch Inst Pasteur Masagascar 1988; 54: 83-92.
19. Vicens R, Richard C, Coulanges P, Rasoamamonjy M. A reservoir of *Shigella* of avian origin: Herons and birds of prey of the zoological garden in Tananarive. Bull Soc Pathol Exot Filiales 1987; 80: 295-300.
20. Wallach JD, Boever WJ. Diseases of exotic animals, Medical and surgical management, Philadelphia: WB Saunders Co. 1983; 465-609, 637-651.
21. Williamson WM, Tiden EB, Getty RE. Enteric infection occurring during on eight year period at the Chicago Zoologic Park Brookfield. Bijdragen Tot de Deirkunde. 1963; 33: 87-88.
22. Williamson WM, Tiden EB, Getty RE. Pathogenic bacteria recovered at the animal hospital at the Chicago zoological park since. Presentation 7th Int Symp Dis Zoo An Zurich and Basal Switzerland: 1965; 1-8.
23. 박석기 윤은선, 김은경. 동물원 야생동물에서 분리한 *Yersinia enterocolitica*의 생물형, 혈청형 및 항생제 감수성. 대한수의학회지 1994; 34: 85-91.
24. 윤은선, 박석기, 오영희, 김태종. 동물원의 야생동물 분변에서 분리한 살몬넬라균의 생물형, 혈청형 및 약제 내성. 대한수의학회지 1984; 34: 267-73.
25. 탁연빈, 하성진. 동물원에서 사육하는 각종동물의 살몬넬라속균 분포. 한국수의공중보건학회지 1982; 6: 81-84.