

## 강원도 산악지대에서 채집한 야생들쥐의 한타바이러스 감염에 대한 혈청학적 연구

고려대학교 의과대학 미생물학교실, 고려대학교 바이러스병연구소

백락주\* · 송기준 · 송진원 · 정기모 · 고은영 · 박광숙 · 이용주

=Abstract=

### Serological Study on Hantavirus Infection of Wild Rodents Captured in the Mountains of Kangwon Province in Korea

LJ Baek\*, K-J Song, J-W Song, KM Chung, EY Kho,  
KS Park and YJ Lee

Department of Microbiology, The Institute for Viral Diseases,  
College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

Hantaan virus are widely distributed in rodents populations in Korea. Two antigenically distinct hantaviruses have been isolated from *Apodemus agrarius* in 1976 and *Rattus norvegicus* in 1980 in Korea. This study was designed to find the serological evidence of hantavirus infection among indigenous wild rodents captured in 7 Mountains located in Kangwon province of south Korea. A total 191 wild rodents of 3 species were trapped in Chumbong mountain, Kali mountain, Hansuk mountain, Chachil peak, Bukam ridge, Kyebang mountain and Odae mountain in 1997. Serologic evidence for hantavirus infection were tested using hantavirus antigens by indirect immunofluorescent antibody technique (IFA). Among 85 *Apodemus agrarius*, 77 *Apodemus peninsulae* and 29 *Eothenomys regulus*; 8 *A. agrarius* (9.4%), 11 *A. peninsulae* (14.3%) and 4 *E. regulus* (13.8%) were immunofluorescent antibody positive against hantaan virus. IF antibody titers against Puumala virus of 3 *E. regulus* sera were higher than against hantaan virus. This data suggest that several antigenically distinct hantaviruses have been circulated in rodent populations in Korea.

**Key Words:** Hantaan virus, *A. agrarius*, *A. peninsulae*, *E. regulus*

### 서 론

신증후출혈열 (Hemorrhagic fever with renal syndrome, HFRS), 일명 유행성출혈열 (Epidemic hemorrhagic fever)은 세계적으로 발생하고 있으며 분야비리과 [14,15] (family Bunyviridae)의 한타바이러스속 [16,17] (genus Hantavirus)의 바이러스

들에 의해 발병된다. 동북아시아 지역에서는 주로 한타바이러스 [9] (Hantaan virus), 유럽에서는 푸말라바이러스 [3,17] (Puumala virus)와 한타바이러스, 북남미에서는 신놈브레바이러스 [5,7,8,13] (Sin Nombre virus)와 뉴욕바이러스 [19] (New York virus)의 감염으로 환자가 발생하고 있다. 한국에서 발생하고 있는 신증후출혈열은 한타바이러스와 서울바이러스 [10,21] (Seoul virus)

접수 : 1998년 9월 7일

책임저자: 백락주, 서울시 성북구 안암동 5가 고려대학교 의과대학 미생물학교실 Tel.: (02) 920-6168

본 논문은 1997년 고려대학교 의과대학연구원 연구비의 지원으로 이루어졌음

백락주 등: 야생들쥐의 한타바이러스 감염

에 의한 발생으로만 보고되고 있었으나 최근에는 등줄쥐 [1] (*Apodemus agrarius*)나 집쥐 (*Rattus norvegicus*)가 아닌 다른 야생들쥐도 한타바이러스의 숙주동물임 [4,6,11]이 보고되었다. 한국에서 서식하고 있는 들쥐는 북한에만 서식하는 4종을 포함하여 13종이 있다. 그중에 농촌과 경작지의 최우점종인 등줄쥐의 서식분포는 약75%를 차지하고 있으며, 두 번째로 서식밀도가 높은 흰넓적다리붉은쥐 [2] (*Apodemus peninsulae*)는 등줄쥐와 같은 붉은쥐속 (Genus *Apodemus*)에 속하지만 형태학적으로 등에 검은 줄이 없으며 해발 500미터 이상의 산림, 산악지역에서 서식하는 특성이 있으며, 우리나라 전역에 분포하고 있다. 세 번째로 서식밀도가 높은 대륙밭쥐 (*Eothenomys regulus*)는 농경지에도 드물게 서식하지만 주로 산림지대의 계곡에 살고 있다. 과거 20여년간 국내 들쥐의 한타바이러스에 감염에 대한 조사는 주로 농경지에서 채집한 등줄쥐를 대상으로 하였으나, 본 연구는 1997년 강원도 인제군과 평창군의 산림, 산악지역을 채집지역으로 선정하고 해발 500미터내지 700미터의 산악지대에서 3종 191수의 야생들쥐를 채집하여 한타바이러스에 대한 감염을 혈청역학적 [12,20]으로조사하였다.

재료 및 방법

1) 야생들쥐 채집

야생들쥐의 채집은 강원도 점봉산, 가리산, 가철봉, 북암령, 한석산, 계방산, 오대산의 해발

500미터 이상의 산림 및 산악지대를 채집지로 선정하였다. 들쥐의 생포를 위해 Sherman trap을 사용하였으며 계곡과 산림지역에서 일정간격으로 설치하여 야생들쥐를 채집하였다. 채집시기는 1997년 6월부터 11월까지 수시로 실시하였으며 생포한 야생들쥐는 동물실험실로 이송하여 biosafety level-3의 무균동물실에서 혈청을 채취하여 검사시까지 -70℃ 냉동고에 보관하였다.

2) 항원제작

혈청검사를 위한 항원제작은 정상 Vero E6 세포를 T-75 배양기에서 2일간 배양하고 5가지 한타바이러스 즉 한타바이러스, 서울바이러스, 푸말라바이러스, 프로스펙트힐바이러스, 뉴욕바이러스를 각각 일정량 접종하고 7일 내지 14일동안 CO<sub>2</sub> 배양기에서 증식시킨 후 바이러스 증식을 간접형광항체법으로 확인하고 10 well spotted slide glass에 감염세포 일정량을 부착하여 항원 slides를 만들고 항체검사시까지 -70℃에 보관하였다.

3) 항체검사

항체검사는 항원 슬라이드를 냉 아세톤으로 7분간 고정한 후 각각의 들쥐 혈청을 1:16으로 희석하여 25μl를 가한 후 37℃에서 30분간 1차 반응시켰으며, 슬라이드를 PBS 담구어 60회, 증류수에서 30회 가볍게 흔들어 세척하였다. 세척한 항원은 clean bench에서 건조 후 32배로 희석한 FITC-conjugated goat anti-mouse IgG (ICN co.)

Table 1. Indigenous wild rodents captured in Kangwon province in Korea (Jun.-Nov, 1977) analyzed in this study

Area	Mountain	Rodent species			Total
		<i>Apodemus agrarius</i>	<i>Apodemus peninsulae</i>	<i>Eothenomys regulus</i>	
Kangwon-do	Chumbong Mt.	14	26	5	45
Inje-gun	Kali Mt.	14	5	1	20
	Hansuk Mt.	30	9	7	46
	Kachil peak	0	8	3	11
	Bukam ridge	3	0	0	3
Kangwon-do Hongcheon-gun	Kyebang Mt.	24	24	13	61
Kangwon-do Pyungchang-gun	Odae Mt.	0	5	0	5
Total		85	77	29	191

25 $\mu$ l를 가하여 같은 방법으로 반응시킨 후 세척하고 포매하여 형광현미경 (Zeiss AxioDscope, Germany)하에서 세포질내에 특이 형광반점을 관찰하여 한타바이러스에 대한 항체양성으로 판정하였다. 양성인 혈청은 4배 계단희석하여 반응시킨 후 특이형광반점이 보이는 혈청의 최고희석배수를 항체가로 결정하였다.

## 결 과

### 1. 야생들쥐의 지역별 채집수

총 191수의 야생들쥐를 채집하였으며 종별 채집수는 등줄쥐가 85수, 흰넓적다리붉은쥐가 77수, 대륙발쥐는 29수였다 (Table 1). 지역별로 보면 강원도 인제군에서 채집한 들쥐는 125수였으며 이중 점봉산에서 45수, 가리산에서 20수, 한석산에서 46수, 가칠봉에서 11수, 북암령에서 3수였으며, 홍천군의 계방산에서 채집한 들쥐는 61수, 평창군의 오대산에서 채집한 들쥐는 5수였다.

### 2. 야생들쥐의 한타바이러스 감염

채집한 들쥐 191수를 대상으로 5가지 한타바이러스 항원을 사용하여 항체검사를 실시한 결과 한타바이러스에 대한 항체양성은 등줄쥐는 85수 중 8수 (10.6%), 흰넓적다리붉은쥐는 77수 중 11수 (14.3%), 대륙발쥐는 29수 중 4수 (13.8%)가 항체양성이었다. 이중의 일부는 Table 2에서 보는바와 같이 다른 한타바이러스와 교차반응이 있었다.

### 3. 채집지역별 등들쥐의 한타바이러스 감염

강원도 인제군의 등줄쥐는 61수 중 점봉산에서 채집한 3수 (4.9%)만 한타바이러스에 대해 항체양성이었으며, 다른 한타바이러스와의 교차반응도 없었다. 홍천군의 등줄쥐는 24수 중 6수 (25%)가 한타바이러스에 대해 항체양성이었으며 푸달라바이러스에 2수, 프로스펙트힐바이러스에 1수가 교차반응을 보였다 (Table 3).

**Table 2.** Seroprevalence of hantavirus infection in indigenous wild rodents captured in mountains of Kangwon province in Korea, 1997

Species	No. of antibody positive/No. of serum tested to				
	HTNV	SEOV	PUUV	PHV	NYV
<i>Apodemus agrarius</i>	8/85	0/85	1/85	0/85	0/85
<i>Apodemus peninsulae</i>	11/77	2/77	5/77	0/77	0/77
<i>Clethrionomys regulus</i>	4/29	2/29	4/29	1/29	2/29
Total	23/191	4/191	9/191	1/191	2/191

HTNV: Hantaan virus strain 76-118, SEOV: Seoul virus strain HR 80-39, PUUV: Puumala virus strain Hallnass B-1, PHV: Prospect Hill virus strain 405, NYV: New York virus

**Table 3.** Serological evidence for hantavirus infection of *Apodemus agrarius* captured in Kangwon province

Area	Mountain	No. of antibody positive/No. of serum tested to				
		HTNV	SEOV	PUUV	PHV	NYV
Kangwon-do	Chumbong Mt.	3/14	0/14	0/14	0/14	0/14
Inje-gun	Hansuk Mt.	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30
	Kali Mt.	0/14	0/14	0/14	0/14	0/14
	Bukam ridge	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3
Kangwon-do	Kyebang Mt.	5/24	0/24	1/24	0/24	0/24
Hongcheon-gun						
Total		8/85	0/85	1/85	0/85	0/85

백락주 등: 야생들쥐의 한타바이러스 감염

4. 채집지역별 흰넓적다리붉은쥐의 한타바이러스 감염

강원도 인제군의 흰넓적다리붉은쥐는 48수중 점봉산에서 채집한 26수중 2수, 가리산에서 채집한 5수중 1수, 한석산에서 채집한 9수중 1수, 가칠봉에서 채집한 8수중 3수가 한타바이러스에 대해 항체양성이었으며 서울바이러스에 1수, 푸말라바이러스에 2수가 교차반응을 보였다. 홍천군의 흰넓적다리붉은쥐는 24수중 4수가 한타바이러스에 대해 항체양성이었으며 서울바이러스에 1수, 푸말라바이러스에 3수가 교차반응을 보였다. 그러나 평창군 오대산에서 채집한 5수는 모두 음성이었다 (Table 4).

5. 채집지역별 대륙밭쥐의 한타바이러스 감염

강원도 인제군의 대륙밭쥐는 16수중 점봉산에

서 채집한 5수중 1수, 한석산에서 채집한 7수중 1수, 가칠봉에서 채집한 3수중 1수가 한타바이러스와 푸말라바이러스에 대해 항체양성이었으며 서울바이러스에 2수, 프로스펙트힐바이러스에 2수, 뉴욕바이러스에 2수가 교차반응을 보였다. 홍천군의 대륙밭쥐는 13수중 1수가 한타바이러스에 대해 항체양성이었으며 다른 한타바이러스와의 교차반응은 없었다 (Table 5).

6. 들쥐의 한타바이러스에 대한 항체가 및 교차반응

Table 6에서 보는바와 같이 채집한 등줄쥐 85수중 8수는 한타바이러스에 양성이었으며 항체가는 1:16내지 1:256으로 비교적 낮았으며 일부는 서울바이러스와 푸말라바이러스와 교차반응이 있었다. 흰넓적다리붉은쥐는 77수중 11수가 항체양성으로 항체가는 1:16부터 1:1,024까지 다양하

Table 4. Serological evidence for hantavirus infection of *Apodemus peninsulae* captured in Kangwon province

Area	Mountain	No. of antibody positive/No. of serum tested to				
		HTNV	SEOV	PUUV	PHV	NYV
Kangwon-do	Chumbong Mt.	2/26	1/26	2/26	0/26	0/26
Inje-gun	Kali Mt.	1/5	0/5	0/5	0/5	0/5
	Hansuk Mt.	1/9	0/9	0/9	0/9	0/9
	Kachil peak	3/8	0/8	0/8	0/8	0/8
Kangwon-do	Kyebang Mt.	4/24	1/24	3/24	0/24	0/24
Hongcheon-gun						
Kangwon-do	Odae Mt.	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
Pyungchang-gun						
Total		11/77	2/77	5/77	0/77	0/77

Table 5. Serological evidence for hantavirus infection of *Eothenomys regulus* captured in Kangwon province

Area	Mountain	No. of antibody positive/No. of serum tested to				
		HTNV	SEOV	PUUV	PHV	NYV
Kangwon-do	Chumbong Mt.	1/5	1/5	1/5	0/5	1/55
Inje-gun	Kali Mt.	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
	Hansuk Mt.	1/7	0/7	1/7	0/7	0/7
	Kachil peak	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Kangwon-do	Kyebang Mt.	1/13	0/13	1/13	0/13	0/13
Hongcheon-gun						
Total		4/29	2/29	4/29	1/29	2/29

Table 6. Antibody titers of wild rodents sera to hantaviruses by IFA

Code No.	Immunofluorescent antibody titers against				
	HTNV	SEOV	PUUV	PHV	NYV
<i>A. agrarius</i> 97-91	16	-	-	-	-
<i>A. agrarius</i> 97-92	16	-	-	-	-
<i>A. agrarius</i> 97-93	16	16	16	-	-
<i>A. agrarius</i> 97-100	256	64	64	16	16
<i>A. agrarius</i> 97-102	256	64	-	-	-
<i>A. agrarius</i> 97-103	256	64	-	-	16
<i>A. agrarius</i> 97-123	64	64	-	-	-
<i>A. agrarius</i> 97-127	16	-	-	-	-
<i>A. peninsulae</i> 97-17	256	64	16	-	-
<i>A. peninsulae</i> 97-37	16	16	-	-	-
<i>A. peninsulae</i> 97-43	1,024	256	64	16	64
<i>A. peninsulae</i> 97-45	1,024	256	64	16	16
<i>A. peninsulae</i> 97-53	16	-	-	-	-
<i>A. peninsulae</i> 97-58	64	16	-	-	-
<i>A. peninsulae</i> 97-59	256	64	16	-	-
<i>A. peninsulae</i> 97-60	16	-	-	-	-
<i>A. peninsulae</i> 97-74	1,024	64	16	16	64
<i>A. peninsulae</i> 97-79	256	64	16	-	64
<i>A. peninsulae</i> 97-82	64	64	-	-	16
<i>E. regulus</i> 97-19	16	-	16	-	-
<i>E. regulus</i> 97-32	16	16	1,024	64	16
<i>E. regulus</i> 97-35	16	16	256	-	16
<i>E. regulus</i> 97-40	64	-	256	-	-

IFA antibody titers are expressed as reciprocals of highest serum dilution yielding positive reaction

게 나타났으며 항체가가 비교적 높은 것은 서울 바이러스와 푸말라바이러스에 교차반응이 있었다. 대륙밭쥐는 29수중 4수가 한탄바이러스에 항체양성이었으나 3수는 푸말라바이러스에 대한 항체가가 높게 나타났다.

## 고 찰

한국에는 13종의 들쥐가 서식하고 있으며 북한에만 서식하는 4종을 제외하면 남한에는 9종이 있다. 국내에서 신증후출혈열의 원인균인 한탄바이러스는 분야비리데에 속하며, 한탄바이러스의 숙주동물은 등줄쥐 (*Apodemus agrarius*) 그리고 서울바이러스의 숙주동물은 집쥐 (*Rattus*

*norvegicus*)가 알려져 있다. 국내 붉은쥐속 (Genus *Apodemus*)은 2종으로 등줄쥐와 흰넓적다리붉은쥐 (*Apodemus peninsulae*)가 있다. 한탄바이러스의 숙주동물인 등줄쥐는 몸털은 적갈색이며 머리부터 등에 정중선을 따라 검은줄이 있는 것이 특징이다. 서식지는 주로 농촌의 경작지이며, 산 중턱에 있는 경작지까지 습하지 않은 곳이면 살 수 있으며 서식밀도로 보면 야생들쥐 전체의 75%를 차지하는 최우점종이다. 흰넓적다리붉은쥐는 등에 검은줄이 없고 뒷다리부위의 털이 흰색을 띄고 있어 등줄쥐와 뚜렷이 구별되며 서식지는 주로 해발 500미터 이상의 산림, 산악지역이다. 붉은쥐속은 우리나라 전역, 그리고 중국과 동북 러시아에도 분포하고 있다. 대륙밭쥐 (*Eothenomys*

regulus)는 들쥐 가운데서 그 수가 세번째로 많다. 서식지는 작은 돌이 많은 미경작지나 산중턱의 계곡 같은 습도가 높은 지역에 서식하고 있다. 본 연구는 1997년 강원도 인제군의 점봉산, 가리산, 한석산, 가칠봉, 북암령, 홍천군의 계방산, 평창군의 오대산의 중턱 즉 해발 500미터 내지 700미터 지점의 산림지역에서 들쥐를 채집하였으며, 채집된 종은 등줄쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 대륙발쥐의 3종이었다. 한타바이러스에 대한 감염을 조사하기 위해 5가지 한타바이러스 항원을 이용하여 간접형광항체법으로 혈청검사를 실시한 결과 등줄쥐의 감염율은 예상밖으로 낮았다. 특히 인제군에 위치하고 있는 점봉산, 가리산, 한석산, 가칠봉, 북암령에서 채집한 등줄쥐의 한타바이러스에 대한 감염율은 4.9%로서 경기도 농촌의 등줄쥐 감염율 15~20%에 비하면 매우 낮았으나 흰넓적다리붉은쥐의 경우는 14.3%로 비교적 높은 감염율을 보였다. 대륙발쥐는 13.8%의 감염율을 보였으나 한타바이러스 보다는 푸말라바이러스에 대한 항체가 더 높게 나타났다. 이상의 혈청검사 결과를 분석하면 국내에 등줄쥐가 가지고 있는 한타바이러스뿐만 아니라 흰넓적다리붉은쥐가 새로운 한타바이러스이거나 유사한 바이러스를 가지고 있고, 대륙발쥐는 푸말라바이러스나 혹은 이와 유사한 또다른 한타바이러스의 숙주동물일 가능성이 매우 높다.

## 결 론

1. 강원도 7개 산악지대에서 채집한 야생들쥐의 서식 분포는 등줄쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 대륙발쥐가 주종을 이루고 있었다. 산악지대에서는 흰넓적다리붉은쥐, 대륙발쥐가 주로 채집되었으며 해발 500미터 이상의 지역이라 할지라도 경작지 부근에서는 등줄쥐가 많이 서식하고 있었다.

2. 총 191수의 야생들쥐를 대상으로 한타바이러스의 감염율을 조사한 바 흰넓적다리붉은쥐는 14.3%, 대륙발쥐는 13.8%, 등줄쥐는 10.6% 순이었으며, 인제군 일대의 경작지가 없는 산악지대에서 채집한 등줄쥐는 평균 감염율보다 현저히 낮았고 또한 항체기도 낮았다.

3. 강원도 산악지대의 흰넓적다리붉은쥐는 등줄쥐보다 한타바이러스에 대한 항체가 높았고 일부는 다른 한타바이러스와 교차반응을 나타내었다.

4. 항체양성인 대륙발쥐 4수중 3수가 푸말라바이러스에 높은 항체가를 보임으로써 국내 대륙발쥐가 푸말라바이러스의 숙주동물일 가능성이 매우 높다는 것을 혈청학적으로 증명하였다.

## 참 고 문 헌

1. Baek Luck J, Kang Ju I, Song Ki J, Song Jin W, Yang Byung G, Lee Yong J: Serologic study on hantavirus infection of wild rodents captured in Kyebang mountain, Kangwon-do, 1995. *J Korean Soc Virol* 27: 177-183, 1997.
2. Baek Luck J, Kang Ju I, Song Ki J, Song Jin W, Lee Yong J: Study on hantavirus infection of wild rodents in Korea. *J Kor Infec Dis* 29: 487-497, 1997.
3. Burmmer-Korvenkonitio M, Vaheri A, Hovi T, von Bonsdorff CH, Vuorimies J, Manni T, Penttinen K, Oker-Blom N, Laehdevirta J: *Nephropathia epidemica*: detection of antigen in bank voles and serologic diagnosis of human infection. *J Infec Dis* 141: 131-134, 1980.
4. Chu Yong K, Lee Ho W, LeDuc JW, Schmaljohn CS, Darlymple JM: Serologic relationships among viruses in the Hantavirus genus, family Bunyaviridae. *Virology* 198: 196-204, 1994.
5. Feldmann H, Sanchez A, Morzunov S, Spiropoulou CF, Rollin PE, Ksiazek TG, Peters CJ, Nichol ST: Utilization of autopsy RNA for the synthesis of the nucleocapsid antigen of a newly recognized virus associated with hantavirus pulmonary syndrome. *Virus Res* 30: 351-367, 1993.
6. Gligic A, Dimkovic N, Xiao S-Y, Buckle GJ, Jovanovic D, Velimirovic D, Stojanovic R, Obradovic M, Diglisic G, Micic J, Asher DM, LeDuc JW, Yanagihara R, Gajdusek DC: Belgrade Virus. A new hantavirus causing severe hemorrhagic fever with renal syndrome in Yugoslavia. *J Infec Dis* 166: 113-120, 1992.
7. Hjelle B, Chavez-Giles F, Torrez-Martinez N, Yates T, Sarisky J, Webb J, Ascher M: Genetic identification of a novel hantavirus of the harvest mouse *Reithrodonthomys megalotis*. *J Virol* 68: 6751-6754, 1994.

8. **Hughes JM, Peters CJ, Cohen ML and Mahy BWJ:** Hantavirus pulmonary syndrome. An emerging infectious disease. *Science* **262**: 850-851, 1993.
9. **Lee Ho W, Lee Pyung W:** Korean hemorrhagic fever. I. Causative agent and demonstration of antibody. *J Kor Intern Med* **19**: 371-383, 1976.
10. **Lee Ho W, Baek Luck J, Johnson KM:** Isolation of Hantaan virus, the etiologic agent of Korean hemorrhagic fever from wild urban rats. *J Infect Dis* **146**: 638-644, 1982.
11. **Lee Pyung W, Amyx HL, Gajdusek DC, Yanagihara R, Goldgaber D, Gibbs CJ Jr:** New hemorrhagic fever with renal syndrome-related virus in indigenous wild rodents in United States. *Lancet* **ii**: 1405, 1982.
12. **Lee Pyung W, Lee Ho W:** Use of Western blotting for detection of anti-Hantavirus antibodies and differential diagnosis of hemorrhagic fever with renal syndrome. *J Kor Soc Virol* **19**: 91-99, 1989.
13. **Nichol ST, Spiropoulou CF, Morzunov S, Rollin PE, Ksiazek TG, Feldmann HSA, Childs J, Zaki S, Peters CJ:** Genetic identification of a hantavirus associated with an outbreak of acute respiratory illness. *Science* **262**: 914-917, 1993.
14. **McCormick JB, Sasso DR, Palmer EL, Kiley MP:** Morphological identification of the agent of Korean hemorrhagic fever (Hantaan virus) as a member of the Bunyaviridae. *Lancet* **i**: 765-768, 1982.
15. **Schmaljohn CS, Dalrymple JM:** Analysis of Hantaan virus RNA: evidence for a new genus of Bunyaviridae. *Virology* **131**: 482-491, 1983.
16. **Schmaljohn CS, Hasty SE, Dalrymple JM, LeDuc JW, Lee HW, von Bonsdorff CH, Brummer-Korvenkontio M, Vaheri A, Tsai TF, Regnery HL, Goldgaber D, Lee PW:** Antigenic and genetic properties of viruses linked to hemorrhagic fever with renal syndrome. *Science* **227**: 1041-1044, 1985.
17. **Settergren B, Juto P, Wadell G:** Detection of specific serum immunoglobulin M in nephropathia epidemica (Scandinavian Epidemic Nephropathy) by a biotin-avidin amplified immunofluorescence method. *J Clin Microbiol* **25**: 1134-1136, 1987.
18. **Sugiyama K, Matsuura Y, Morita C, Morikawa S, Komatsu T, Shiga S, Akao Y, Kitamura T:** Determination by immune adherence hemagglutination of the antigenic relationship between Rattus- and Apodemus-borne viruses causing hemorrhagic fever with renal syndrome. *J Infect Dis* **149**: 472-473, 1984.
19. **Song Jin W, Baek Luck J, Gajdusek DC, Yanagihara R, Gavrillovskaia I, Luft BJ, Mackow ER, Hjelle B:** Isolation of pathogenic hantavirus from white-footed mouse (*Peromyscus leucopus*). *Lancet* **344**: 1637, 1994.
20. **Song Ki J, Baek Luck J, Lee Ho W:** Comparative study of serologic diagnostic tests against hantaan virus. *J Kor Soc Virol* **21**: 87-103, 1991.
21. **Yamanishi K, Dantas JR, Takahashi M, Yamanouchi T, Domae K, Takahashi Y, Tanishita O:** Antigenic differences between two viruses, Isolated in Japan and Korea, that cause hemorrhagic fever with renal syndrome. *J Virol* **52**: 231-237, 1984.