

<원 저>

관악산에서 참진드기 조사 및 중증열성혈소판감소증후군 바이러스 검출

채정병¹ · 김태희¹ · 정지호¹ · 박윤지¹ · 박진호² · 최경성³ · 유도현⁴ · 박배근⁵ · 채준석^{1,*}

¹서울대학교 수의과대학, ²전북대학교 수의과대학, ³경북대학교 생태환경대학,
⁴경상대학교 수의과대학, ⁵충남대학교 수의과대학

(접수: 2017년 2월 17일, 수정: 2017년 6월 1일, 게재승인: 2017년 7월 4일)

Prevalence of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus among ticks surveyed at Mt. Gwanak, Korea

Jeong-Byoung Chae¹, Tae-Hee Kim¹, Jee-Ho Jung¹, Yoon-Ji Park¹, Jin-Ho Park², Kyoung-Seong Choi³,
Do-Hyeon Yu⁴, Bae-Keun Park⁵, Joon-Seok Chae^{1,*}

¹Laboratory of Veterinary Internal Medicine, BK21 PLUS Program for Creative Veterinary Science Research, Research Institute for Veterinary Science and College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

²College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University, Iksan 54596, Korea

³College of Ecology and Environmental Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

⁴College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁵College of Veterinary Medicine, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

(Received: February 17, 2017; Revised: June 1, 2017; Accepted: July 4, 2017)

Abstract: This study was performed to investigate the distribution of ticks and the rate of infection with severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS) virus in ticks collected at Mt. Gwanak and the Seoul National University campus, Korea. Ticks (n = 273) were collected from May to October and included 76 *Haemaphysalis longicornis* (4 adult females, 72 nymphs), 49 *Haemaphysalis flava* (9 adult females, 3 adult males, 37 nymphs), and 148 *Haemaphysalis* spp. larvae. SFTS virus detection was performed by using one-step RT PCR and nested PCR. The SFTS virus was detected in 7 samples (1 *Haemaphysalis longicornis* nymph, 3 *Haemaphysalis flava* nymphs, and 3 *Haemaphysalis* spp. larva). The overall minimum field infection rate was 2.6%, whereas the minimum field infection rates of adult, nymphal, and larval ticks were 0%, 3.2%, and 2.0%, respectively. For a more accurate indication of the prevalence of SFTS virus in Korea, further in-depth investigations of tick species and SFTS virus occurrence over a larger area and longer period are needed.

Keywords: Mt. Gwanak, severe fever with thrombocytopenia syndrome virus, ticks

서 론

참진드기(Ixodidae)는 전 세계적으로 각종 질병을 일으키는 매개체로서 알려져 있으며, 공중보건학적 측면으로 볼 때 매우 중요하게 인식되고 있다 [4]. 참진드기가 매개하는 질병으로는 중증열성혈소판감소증후군(severe fever with thrombocytopenia syndrome [SFTS]), 진드기매개 뇌염(tick-borne encephalitis), 아나플라스마증(anaplasmosis), 에를리히증(ehrlichiosis), 라임병(lyme disease) 등이 있으며, 국내에서

도 사람 및 동물로부터 각종 진드기 매개 질병들이 발견되고 있다 [1, 9, 11, 12].

SFTS 바이러스는 *Bunyaviridae*에 속하는 *Phlebovirus*로서 group V negative single stranded RNA 바이러스로, 3개의 RNA 절편인 L, M, S 절편으로 이루어져 있다 [16]. 고열, 소화기 장애, 혈소판감소증 등의 임상증상으로 나타나며, 진단을 위하여 바이러스의 분리 및 동정, 중합효소연쇄반응(polymerase chain reaction [PCR]), 면역형광분석(immunofluorescence assay), 효소면역측정법(enzyme-linked immuno-

*Corresponding author

Tel: +82-2-880-1279, Fax: +82-2-873-1213

E-mail: jschae@snu.ac.kr

sorbent assay) 등을 사용할 수 있고, 감별 진단해야 할 질병으로는 신증후출혈열, 렙토스피라증, 쯤쯤가무시병, 아나플라즈마증 등이 있다 [10].

SFTS는 2010년에 중국에서 처음 보고되었고, 그 이후 일본과 한국에서 발견되었으며, 매년 환자가 발생하는 질병이다 [11, 21, 25]. 국내에서는 2013년에 처음 보고되었고, 그 이후 진드기와 여러 동물, 사람 등으로부터 지속해서 조사하고 있다 [10]. 오 등 [18]의 연구에서는 야생 멧돼지와 고라니의 혈액, 그리고 포획된 야생동물로부터 채집된 진드기에서 SFTS 바이러스를 검출하였고, 야생동물 및 그들의 서식지에서 채집된 진드기로부터도 SFTS 바이러스를 검출하였다 [8]. 또한 서울에서 길고양이로부터 SFTS 바이러스를 검사하여 17.5%의 감염률을 확인하였으며 [7], 유기동물 보호소에서 채취한 개와 고양이의 혈액에서도 SFTS 바이러스가 검출되었다 [14]. 또한 파충류에서 채집된 일본참진드기와 뭇뚝참진드기로부터 SFTS 바이러스가 검출되었다 [20]. 하지만 서울지역에서 채집된 진드기와 지리산 들레길에서 채집된 진드기에서는 SFTS 바이러스가 검출되지 않았다 [5, 19].

관악산은 서울대학교 관악캠퍼스를 둘러싸고 있으며, 관악구민 뿐만 아니라 많은 시민들이 이용하고 있다. 이 연구는 관악산 도시자연공원 및 서울대 관악캠퍼스에서 참진드기를 채집하고 종을 동정하여 참진드기의 분포상황을 파악하며, 채집한 참진드기를 대상으로 SFTS 바이러스 감염을 조사하여 감염 여부를 확인하고 그 결과를 통해 관악산 이용에 대한 주의사항과 예방대책을 세워 관악산 이용객과 관악캠퍼스 학생들에게 관악산 이용 시 바이러스 감염 예방에 대한 주의를 고취하고자 하였다.

재료 및 방법

2015년 5월부터 10월까지 관악산의 등산로 4곳과 그 주변, 서울대학교 안에 있는 잔디밭 3곳 및 그 주변 수풀에서 월 2회(10월 제외) 이상 참진드기를 채집하였다. 참진드기의 채집은 백색 용천을 이용하여 dragging 방법과 flagging 방법을 이용하였다. 채집한 참진드기는 습도를 유지하기 위하여 풀잎 한 잎을 15 mL cornical tube에 보관하여 실온 상태로 연구실로 운송하여 채집일자, 채집위치 그리고 채집지의 특성 등을 기록한 후, 냉장 보관하였다.

채집한 참진드기는 실험실 안에 있는 실체현미경(SZH10;

Olympus, Japan)을 이용하여 기존 문헌에 따라 참진드기를 동정하였고 [23], 발육단계 [유충(Larva), 약충(nymph), 성충(Adult)]에 따라 분류하고, 성충은 성별(male, female)도 분류하였다. 동정이 끝난 참진드기는 개체별로 2.0 mL tube에 넣어 RNA 분리 실험 전까지 냉동보관(-20°C) 하였다.

채집된 참진드기는 채집일자별, 채집장소별, 종별, 발육단계별, 암수별(성충) 참진드기 성충과 약충은 개체별로 구분하였고, 유충의 경우에는 10마리씩 pooling하여 유전자를 추출하였다. 바이러스 유전자를 추출하기 위하여 Viral Gene-spin Viral DNA/RNA Extraction Kit(iNtRON Biotechnology, Korea)의 lysis buffer에 넣고, tungsten beads를 사용하여 TissueLyser II(Retsch, Germany)에서 30 Hz로 5분간 참진드기를 분쇄하였고, 바이러스 RNA 추출은 Viral Gene-spin Viral DNA/RNA Extraction Kit의 매뉴얼에 따라 진행하였다.

SFTS 바이러스의 검출은 SFTS 바이러스 S 단편 증폭을 이용하였고, PCR primer 염기서열은 오 등 [18]이 보고한 염기서열을 사용하였다(Table 1). 참진드기에서 추출한 RNA 8 µL, distilled water(DW) 4 µL, SFTSV NP-2F(forward primer) 1.5 µL(10 pmol), SFTSV NP-2R(reverse primer) 1.5 µL(10 pmol)와 OneStep RT-PCR Pre-Mix(SolGent, Korea) 15 µL를 섞은 후, one-step RT nested PCR을 진행하였다. 역전사반응은 50°C/30분과 95°C/15분으로 진행되었으며, 그 후 증폭반응을 95°C/20초, 52°C/40초, 72°C/30초로 40회 진행하였고, 최종 신장과정을 72°C/5분 동안 진행하였다. Nested PCR은 First PCR 산물 1 µL, SFTSV N2F(forward primer) 1 µL(10 pmol), SFTSV N2R(reverse primer) 1 µL(10 pmol)와 HiPi PCR premix(ELPIS-Biotech, Korea) 4 µL, DW 13 µL를 섞은 후, 94°C/5분 동안 변성을 시킨 후, 증폭반응을 94°C/20초, 55°C/40초, 72°C/30초로 25회 진행하였으며, 최종 신장과정을 72°C/5분 동안 진행하였다.

PCR 결과 증폭된 유전자 밴드는 SFTS 바이러스 양성으로 판정하고, 유전자 염기서열을 확인하기 위하여 QIAquick Gel Extraction Kit(Qiagen, Germany)를 이용하여 목표 DNA를 추출하고, DNA sequencing을 위하여 전문업체에 의뢰하여 분석하였다. 확인된 염기서열은 National Center for Biotechnology Information(USA)의 nucleotide blast search에서 상동성 높은 유전자들을 찾아내어 본 샘플의 염기서열과 기존 문헌에 언급된 염기서열을 Clustal W software를 통하여 Align을 실시하였고 [13], Align한 염기서열은 neighbor-joining method를 이용하여 MEGA 6 software [22]

Table 1. The sequences of one-step RT-nested polymerase chain reaction (PCR) primers and target size for detection of S segment of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus

PCR steps	Name of PCR primers	Primer sequences (5'-3')	Target sizes
1st round PCR	SFTSV NP-2F	CAT CAT TGT CTT TGC CCT GA	461 bp
	SFTSV NP-2R	AGA AGA CAG AGT TCA CAG CA	
2nd round PCR (Nested PCR)	SFTSV N2F	AA Y AAG ATC GTC AAG GCA TCA	346 bp
	SFTSV N2R	TAG TCT TGG TGA AGG CAT CTT	

Table 2. Detection of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus in ticks from Mt. Gwanak

Tick Species	Developmental stages of tick	Number of ticks	Positive for SFTS virus (IR, MFIR*, %)
<i>Haemaphysalis longicornis</i>	Adult female	4	0
	Nymph	72	1 (1.39)
	Subtotal	76	1 (1.32)
<i>Haemaphysalis flava</i>	Adult female	9	0
	Adult male	3	0
	Nymph	37	3 (8.11)
	Subtotal	49	3 (6.12)
<i>Haemaphysalis</i> spp.	Larva	148	3 (2.03)*
Total		273	7 (2.56)

IR, infection rate; MFIR, minimum field infection rate.

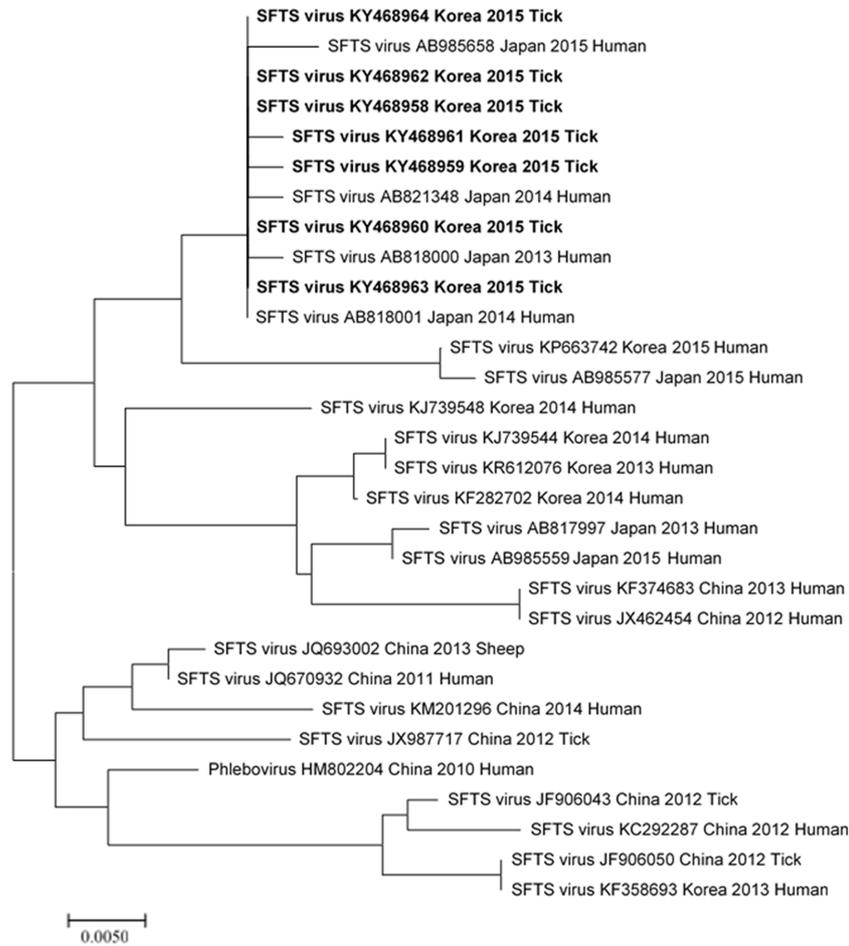


Fig. 1. Phylogenetic tree for severe fever with thrombocytopenia syndrome virus detected in ticks collected from Mt. Gwanak in the Republic of Korea. The neighbor-joining method was used for analysis and Bootstrapping was carried out with 1,000 times. The bold letters are identified in this research.

에서 neighbor-joining method를 이용하여 계통발생학적 관계를 분석하였다. Bootstrapping은 1,000번 수행되었다.

결 과

관악산 및 교내 잔디 주변에서 2015년 5월부터 10월까지

총 13회의 채집을 진행하여 총 273마리의 참진드기가 채집되었다. 관악산에서는 서울대학교 공과대학에서 시작하는 탐방로 주변과 제4 야영지 주변에서만 참진드기가 채집되었고, 서울대학교 관악캠퍼스 내 3곳의 잔디밭과 주변 수풀에서는 참진드기가 전혀 채집되지 않았다.

이번 조사에서 채집한 참진드기 종은 총 2종으로서 작은소진드기(*Haemaphysalis longicornis*), 개피참진드기(*Haemaphysalis flava*)였다. 참진드기 총 273마리 중, 76마리의 작은소진드기(성충 암컷 4마리, 약충 72마리; 27.8%)와 49마리의 개피참진드기(성충 암컷 9마리, 성충 수컷 3마리, 약충 37마리; 17.9%), 그리고 참진드기 유충 148마리(54.2%)가 채집되었다(Table 2). 관악산에서 채집한 전체 참진드기 273마리 중에서 7개 시료가 SFTS 바이러스 양성으로 판정되어 전체 평균 최소야외감염률(minimum field infection rate)은 2.6%로 나타났다. 종별, 성장단계별 SFTS 바이러스 검출 결과, 성충은 작은소진드기, 개피참진드기 모두 발견되지 않았으며, 작은소진드기 약충 1 마리에서 검출되어 약충 내에서는 감염률이 1.4%이었으며, 작은소진드기 내에서는 1.3%로 나타났다. 개피참진드기 약충 3 마리에서 SFTS 바이러스가 검출되어 약충 내에서는 감염률이 8.1%이었으며, 개피참진드기 내에서는 6.1%로 나타났다. 참진드기 유충 3개 풀에서 SFTS 바이러스가 검출되어 유충 내에서 최소야외감염률이 2.0%로 나타났다(Table 2).

관악산에서 채집된 참진드기에서의 SFTS 바이러스는 계통발생학적으로 모두 같은 cluster에 위치하고 있으며, 일본에서 보고된 SFTS 바이러스 타입과 가장 유사하였다(Fig. 1). 또한 이번 연구에서 검출된 유전자 염기서열은 국내에서 보고된 SFTS 바이러스 유전자 염기서열(KU507573)과 100% 일치하였다(Fig. 1).

고 찰

최근 중국과 일본에서 SFTS의 발병된 사례가 늘고 있으며, 국내에서도 감염된 환자의 사례가 보고되고 있다 [3, 10, 21]. 서울대학교 캠퍼스는 관악산에 둘러싸여 있고, 학교 내에도 잔디밭이 많이 있다. 이에 따라 SFTS 바이러스를 매개하는 참진드기를 접하는 기회가 많을 것으로 추정되어 학교 내 캠퍼스와 학교를 둘러싸고 있는 관악산에서 참진드기의 서식조사와 그 참진드기로부터 SFTS 바이러스 감염 여부를 확인해보았다.

서울대학교 내 잔디밭에서는 참진드기가 전혀 채집되지 않았다. 캠퍼스 내에는 사람들의 왕래가 잦고 밤에는 가로등 불빛으로 인하여 야생동물의 활동이 어려웠을 것이며, 따라서 잔디밭 및 수풀에서는 참진드기가 채집되지 않았다. 관악산 탐방로 초입 쪽에서는 진드기가 채집되지 않았고, 주로 서울대학교 공과대학 방향에서 시작되는 탐방로에서 채집되었다. 참진드기는 다양한 야생동물을 흡혈하면서 살아가기 때문에 야생동물이 지나다니는 길목에서 많이 발견된다. 하지만 등산객이 많고 길도 아스팔트로 포장되어 있으며, 차도

다닐 수 있는 관악산 초입부(관악산 입구~호수공원)는 야생동물들이 지나다니기 어렵기 때문에 참진드기 채집이 어려웠던 것으로 추측된다.

우리나라에서 서식하는 참진드기는 작은소진드기 종이 가장 많이 분포하고 있다고 알려져 있는데 [2], 이번 조사에서도 유충을 제외하면 작은소진드기가 76마리로 가장 많이 채집되었다. 참진드기 채집 데이터를 월별로 분석해 본 결과 8월에 유충이 많이 채집되었는데, 이는 참진드기의 생활사를 볼 때 8~9월은 유충이 알에서 부화하는 시기이고, 유충의 경우 주로 군집을 지어 있으므로 채집 시 한 장소에서 한꺼번에 많이 채집되었기 때문으로 판단된다 [6].

SFTS 바이러스는 7월에 채집한 작은소진드기 약충 1마리와 8월에 채집한 참진드기 유충을 10마리씩 풀링한 샘플 중 3개에서 검출되었다. SFTS 바이러스 양성을 보인 참진드기의 채집 시기를 보면 주로 7~9월에 채집된 것들이었는데, 이는 SFTS 바이러스가 봄철부터 시작하여 여름철에 증가하였다가 가을철에 감소한다는 기존 보고들과 유사하다 [15].

채집한 참진드기의 SFTS 바이러스 감염률을 비교해보면 성장단계별로는 성충에서 0%(0/16), 약충에서 3.2%(4/125), 풀링한 유충의 최소야외감염률은 2.0%(3/148)로 나타났다. 다른 자연환경으로부터 진드기를 채집하여 SFTS 바이러스 검출을 진행했던 연구에서는 성충에서의 감염률은 약 6.3%(26/415)로 나타났다(unpublished data). 이번 연구에서는 성충에서 SFTS 바이러스가 검출되지 않았는데 이러한 차이는 채집된 성충의 숫자가 너무 적어서 바이러스가 발견되지 않은 것으로 추측된다. 종별로 분석해보면 작은소진드기의 감염률은 1.3%, 개피참진드기의 감염률은 6.1%로 개피참진드기에서 더 높은 감염률을 나타내었다. 하지만 다른 연구에서는 주로 작은소진드기에서 더 높은 감염률을 나타냈는데 [18], 이러한 차이는 본 연구에서 진드기 채집 숫자가 적어서 발생한 오차로 판단된다. 참진드기 유충에서도 최소야외감염률이 2.0%로 나타났는데, 이것은 흡혈하기 전 단계인 유충단계에서도 SFTS 바이러스가 검출된 것으로서, 이는 바이러스가 흡혈을 통한 전파뿐만 아니라 난계대 전파도 가능하다는 것을 시사한다. 본 연구에서는 난계대 전파의 가능성을 실험적으로 증명하지는 않았지만, 이미 SFTS 바이러스의 난계대 전파를 실험적으로 증명한 보고가 있다 [17].

또한 관악산에 서식하는 참진드기로부터 검출된 SFTS 바이러스의 S 단편에 대한 유전자 염기서열 분석결과, 일본에서 보고된 유전자 염기서열과 가장 유사하게 나타났다(Fig. 1). SFTS 바이러스는 크게 중국형과 일본형으로 나누어 볼 수 있으며 [24], 일부 국내 SFTS 바이러스는 중국형과 비슷하지만 일본과 더 계통발생학적으로 가까운 것으로 나타난다.

이 연구는 학생들과 등산객들이 주로 다니는 학교 캠퍼스와 관악산 등산로를 주변으로 참진드기 채집을 진행하였으며, 서울 도심에 위치하는 관악산에 서식하는 참진드기에서 SFTS 바이러스를 발견할 수 있었다. 특정 지역에서만 진행된 연구지만, 서울에서 서식하고 있는 길고양이에서도 SFTS가 발견된 것처럼 서울에서 서식하고 있는 여러 야생동물 및

관악산을 방문하는 방문객들이 관악산에 있는 진드기를 통해 SFTS에 감염될 수 있다 [6]. 이번 연구는 5월부터 진행되었는데, 진드기의 활동 시기는 날씨가 따뜻해지는 3월부터 시작되며 11월까지 활동을 하므로 정확한 조사를 위해 더 넓은 지역과 진드기가 활동하기 시작하는 3월에서 11월까지 조사가 필요할 것으로 생각한다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 서울대학교 학부생 연구지원사업의 지원과 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ-01194503)의 지원에 의해 이루어진 내용입니다.

References

1. Chae JS, Kim CM, Kim EH, Hur EJ, Klein TA, Kang TK, Lee HC, Song JW. Molecular epidemiological study for tick-borne disease (*Ehrlichia* and *Anaplasma* spp.) surveillance at selected US military training sites/installations in Korea. *Ann N Y Acad Sci* 2003, **990**, 118-125.
2. Chong ST, Kim HC, Lee IY, Kollars TM Jr, Sancho AR, Sames WJ, Chae JS, Klein TA. Seasonal distribution of ticks in four habitats near the demilitarized zone, Gyeonggi-do (province), Republic of Korea. *Korean J Parasitol* 2013, **51**, 319-325.
3. Cui N, Bao XL, Yang ZD, Lu QB, Hu CY, Wang LY, Wang BJ, Wang HY, Liu K, Yuan C, Fan XJ, Wang Z, Zhang L, Zhang XA, Hu LP, Liu W, Cao WC. Clinical progression and predictors of death in patients with severe fever with thrombocytopenia syndrome in China. *J Clin Virol* 2014, **59**, 12-17.
4. Gayle A, Ringdahl E. Tick-borne diseases. *Am Fam Physician* 2001, **64**, 461-467.
5. Ham H, Jo S, Jang J, Choi S. No detection of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus from ixodid ticks collected in Seoul. *Korean J Parasitol* 2014, **52**, 221-224.
6. Hoogstraal H, Roberts FH, Kohls GM, Tipton VJ. Review of *Haemaphysalis* (Kaiseriana) *longicornis* Neumann (resurrected) of Australia, New Zealand, New Caledonia, Fiji, Japan, Korea, and northeastern China and USSR, and its parthenogenetic and bisexual populations (Ixodoidea, Ixodidae). *J Parasitol* 1968, **54**, 1197-1213.
7. Hwang J, Kang JG, Oh SS, Chae JB, Cho YK, Cho YS, Lee H, Chae JS. Molecular detection of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus (SFTSV) in feral cats from Seoul, Korea. *Ticks Tick Borne Dis* 2017, **8**, 9-12.
8. Kim BJ, Kim H, Won S, Kim HC, Chong ST, Klein TA, Kim KG, Seo HY, Chae JS. Ticks collected from wild and domestic animals and natural habitats in the Republic of Korea. *Korean J Parasitol* 2014, **52**, 281-285.
9. Kim CM, Yi YH, Yu DH, Lee MJ, Cho MR, Desai AR, Shringi S, Klein TA, Kim HC, Song JW, Baek LJ, Chong ST, O'guinn ML, Lee JS, Lee IY, Park JH, Foley J, Chae JS. Tick-borne rickettsial pathogens in ticks and small mammals in Korea. *Appl Environ Microbiol* 2006, **72**, 5766-5776.
10. Kim KH, Yi J, Kim G, Choi SJ, Jun KI, Kim NH, Choe PG, Kim NJ, Lee JK, Oh MD. Severe fever with thrombocytopenia syndrome, South Korea, 2012. *Emerg Infect Dis* 2013, **19**, 1892-1894.
11. Kim KH, Yi J, Oh WS, Kim NH, Choi SJ, Choe PG, Kim NJ, Lee JK, Oh MD. Human granulocytic anaplasmosis, South Korea, 2013. *Emerg Infect Dis* 2014, **20**, 1708-1711.
12. Ko S, Kang JG, Kim SY, Kim HC, Klein TA, Chong ST, Sames WJ, Yun SM, Ju YR, Chae JS. Prevalence of tick-borne encephalitis virus in ticks from southern Korea. *J Vet Sci* 2010, **11**, 197-203.
13. Larkin MA, Blackshields G, Brown N, Chenna R, McGettigan PA, McWilliam H, Valentin F, Wallace IM, Wilm A, Lopez R, Thomson JD, Gibson TJ, Higgins DG. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics* 2007, **23**, 2947-2948.
14. Lee SH, Kim HJ, Byun JW, Lee MJ, Kim NH, Kim DH, Kang HE, Nam HM. Molecular detection and phylogenetic analysis of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus in shelter dogs and cats in the Republic of Korea. *Ticks Tick Borne Dis* 2017, **8**, 626-630.
15. Liu K, Zhou H, Sun RX, Yao HW, Li Y, Wang LP, Mu D, Li XL, Yang Y, Gray GC, Cui N, Yin WW, Fang LQ, Yu HJ, Cao WC. A national assessment of the epidemiology of severe fever with thrombocytopenia syndrome, China. *Sci Rep* 2015, **5**, 9679.
16. Liu S, Chai C, Wang C, Amer S, Lv H, He H, Sun J, Lin J. Systematic review of severe fever with thrombocytopenia syndrome: virology, epidemiology, and clinical characteristics. *Rev Med Virol* 2014, **24**, 90-102.
17. Luo LM, Zhao L, Wen HL, Zhang ZT, Liu JW, Fang LZ, Xue ZF, Ma DQ, Zhang XS, Ding SJ, Lei XY, Yu XJ. *Haemaphysalis longicornis* ticks as reservoir and vector of severe fever with thrombocytopenia syndrome. *Emerg Infect Dis* 2015, **21**, 1770-1776.
18. Oh SS, Chae JB, Kang JG, Kim HC, Chong ST, Shin JH, Hur MS, Suh JH, Oh MD, Jeong SM, Shin NS, Choi KS, Chae JS. Detection of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus from wild animals and Ixodidae ticks in the Republic of Korea. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2016, **16**, 408-414.
19. Song BJ, Lim HC, Ha TM, Jeon DY, Yang SI, Song HJ. [Distribution of ticks carrying severe fever with thrombocytopenia syndrome virus (SFTSV) around Jiri walking trails of Jeollanam-do, Korea]. *Korean J Vet Serv* 2016, **39**, 75-80. Korean.
20. Suh JH, Kim HC, Yun SM, Lim JW, Kim JH, Chong ST, Kim DH, Kim HT, Kim H, Klein TA, Johnson JL, Lee WJ. Detection of SFTS virus in *Ixodes nipponensis* and *Amblyomma testudinarium* (Ixodida: Ixodidae) collected from reptiles in the Republic of Korea. *J Med Entomol* 2016, **53**, 584-590.
21. Takahashi T, Maeda K, Suzuki T, Ishido A, Shigeoka T, Tominaga T, Kamei T, Honda M, Ninomiya D, Sakai T, Senba T, Kaneyuki S, Sakaguchi S, Satoh A, Hosokawa T, Kawabe Y, Kurihara S, Izumikawa K, Kohno S, Azuma T, Suemori K, Yasukawa M, Mizutani T, Omatsu T, Katayama Y, Miyahara M, Ijuin M, Doi K, Okuda M, Umeki K, Saito T, Fukushima K, Nakajima K, Yoshikawa T, Tani H, Fukushi S, Fukuma A, Ogata M, Shimojima M, Nakajima N, Nagata N, Katano H, Fukumoto H, Sato Y, Hasegawa H, Yamagishi T, Oishi K, Kurane I, Morikawa S, Saijo M. The

- first identification and retrospective study of severe fever with thrombocytopenia syndrome in Japan. *J Infect Dis* 2014, **209**, 816-827.
22. **Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipski A, Kumar S.** MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Mol Biol Evol* 2013, **30**, 2725-2729.
 23. **Yamaguti N, Tipton VJ, Keegan HL, Toshioka S.** Ticks of Japan, Korea, and the Ryukyu islands. *Sci Bull Biol Ser* 1971, **15**, 1-126.
 24. **Yoshikawa T, Shimojima M, Fukushi S, Tani H, Fukuma A, Taniguchi S, Singh H, Suda Y, Shirabe K, Toda S, Shimazu Y, Nomachi T, Gokuden M, Morimitsu T, Ando K, Yoshikawa A, Kan M, Uramoto M, Osako H, Kida K, Takimoto H, Kitamoto H, Terasoma F, Honda A, Maeda K, Takahashi T, Yamagishi T, Oishi K, Morikawa S, Saijo M.** Phylogenetic and geographic relationships of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus in China, South Korea, and Japan. *J Infect Dis* 2015, **212**, 889-898.
 25. **Yu XJ, Liang MF, Zhang SY, Liu Y, Li JD, Sun YL, Zhang L, Zhang QF, Popov VL, Li C, Qu J, Li Q, Zhang YP, Hai R, Wu W, Wang Q, Zhan FX, Wang XJ, Kan B, Wang, SW, Wan KL, Jing HQ, Lu JX, Yin WW, Zhou H, Guan XH, Liu JF, Bi ZQ, Liu GH, Ren J, Wang H, Zhao Z, Song JD, He JR, Wan T, Zhang JS, Fu XP, Sun LN, Dong XP, Feng ZJ, Yang WZ, Hong T, Zhang Y, Walker DH, Wang Y, Li DX.** Fever with thrombocytopenia associated with a novel bunyavirus in China. *N Engl J Med* 2011, **364**, 1523-1532.