

서울지역 개·고양이의 광견병 항체 형성률 조사

동물방역팀

정윤경 · 성호경 · 이현호 · 채희선 · 김홍현 · 유미진 · 김영섭 · 노창식

Serological Survey of Rabies Virus from Dogs and Cats in Seoul

Animal Health Team

**Yoon-kyung Jeong, Ho-kyung Sung, Hyun-ho Lee, Hee-sun Chae,
Hong-hyun Kim, Mi-jin You, Young-seob Kim and Chang-sik No**

Abstract

Rabies is a zoonotic disease caused by the rabies virus, which belongs to the *Lyssavirus* genus and the *Rhabdoviridae* family. Domestic dogs are the most common reservoir of the virus; dog-mediated rabies accounts for more than 99% deaths in humans worldwide. Rabies is a highly fatal disease, but it is 100% preventable in animals by vaccination. Therefore, a serological survey of the presence of rabies virus in dogs and cats in Seoul was carried out in this study. To investigate the seroprevalence of the rabies virus in dogs and cats, serum samples were collected from 2,769 dogs and cats during 2017~2019. Antibodies to the rabies virus were detected by indirect enzyme-linked immune sorbent assay. Of the 2,769 tested serum samples, 934(33.7%) were positive. This result indicated that the seroprevalence of antibodies for the rabies virus is not adequate to prevent rabies and that rabies vaccination is required to enhance the seroprevalence of antibodies. To improve the situation, public awareness on preventing rabies should be raised. Moreover, reducing stray animals and keeping companion animals from contacting wild animals are indispensable for the prevention of rabies.

Key words : serological survey, rabies virus, antibody, dogs, cats

서 론

광견병은 사람을 포함한 모든 온혈동물에 감염될 수 있는 치명적인 인수공통감염병으로 동물과 구분하여 사람의 감염병은 공수병이라 한다(1, 2). *Rhabdoviridae* *Lyssavirus* 속 RNA 바이러스가 원인체이며 4개의 strain이 보고되어 있고 주로 신경조직, 침샘, 각막 상피세포 등에서 증식한다(1). 사람에서 알려진 병원성 바이러스 중 가장 높은 치사율을 나타내며, 극소수를 제외하고 임상 증상을 나타내는 감염 환자는 대부분 사망한다(3, 4). 전 세계적으로 매년 59,000명의 사람이 광견병 감염으로 사망하고, 그중 약 95%는 아시아와 아프리카에서 발생하고 있다(5, 6). 국내에서는 제2종 가축전염병으로 분류되고 있으며(가축전염병예방법 제2조), 세계동물보건기구(OIE)에서는 신고 의무 질병으로 정하여 관리하고 있다(7).

광견병의 감염경로는 대부분 감염된 동물의 침에 포함되어 있는 바이러스가 물리거나 핏줄 상처를 통해 체내로 침입하여 발생되며 일정 기간 잠복기를 거쳐 증상을 나타낸다(1). 공기를 통한 감염 사례는 광견병 바이러스를 취급하는 실험실 종사자의 감염이 외국에서 드물게 보고된 바 있으나 일반적인 환경에서는 그 가능성이 극히 희박하다(1).

실험실 내 광견병 진단법은 뇌 조직에 존재하는 광견병 바이러스 항원을 특이항체로 염색하여 판별하는 형광항체검사법(FAT)이 국제적으로 가장 많이 사용되고 있는 표준 진단법이다(8, 9). 현재 사용되고 있는 광견병 항체 검사는 광견병 감염 유무를 판별할 수 있는 시험법이 아니라 광견병 백신 접종에 의한 면역 형성 유무를 알아보기 위한 검사법이다(8). 세계동물보건기구(OIE)에서 인정하는 항체검사법은 바이러스중화시험법(fluorescent antibody virus neutralization: FAVN, rapid fluorescent focus inhibition test : RFFIT)인데 이는 살아있는 광견병 바이러스를 사용하여 위험하고, 매년 국제 표준혈청을 사용해야 하는 번거로움과 시험기간이 장시간 소요되는 단점이 있다. 따라서 외국의 경우 이미 ELISA 법등을 개발하여 활용하고 있으며, 현재 상용화되고 있는 ELISA 키트도 있다(7, 10). 2008년 발표한

연구에 따르면 상용화된 ELISA 키트(Bio-Rad)를 이용한 광견병 항체검사 결과와 바이러스중화시험법(FAVN)의 결과를 비교하였을 때, 개와 고양이의 경우 상관성이 높았고, 90.5%의 민감도와 96.9%의 특이도를 보였다(10).

광견병 발생 형태는 전파양식에 따라 크게 도시형과 산림형으로 구분된다(2, 7). 도시형은 사람과 생활영역을 공유하는 개, 소 등의 가축이 주요 감염원으로서 주로 개발도상국에서 발생하며, 산림형은 야생동물의 광견병 바이러스가 우연한 기회에 가축 또는 사람을 감염시키는 것으로 야생동물형이라고도 부른다. 우리나라를 포함한 대부분의 선진국에서는 가축 및 반려동물에 백신을 지속적으로 접종하고, 교육 및 홍보 등 적극적인 방역정책을 수행하기 때문에 산림형으로 나타나고 있다(7).

국내에서 광견병은 1907년에 최초로 확인된 이후로 2012년까지 16,140건이 보고되었다(7). 개를 포함한 여러 동물에서 1940년대까지 매년 400~700건이 발생하여 광견병 유행기로 분류된다. 하지만 1970년대에 광견병 불활화백신을 개발하고 가축과 개에 적용하여 광견병 발생 건수가 줄어들면서 광견병 제거기에 들어섰다. 대량의 백신 접종 정책을 실시하고 유기견의 관리 및 광견병 예방 홍보로 인하여 1984년부터 1992년까지 광견병 발생 보고는 없었다. 그러나 1993년 이후 철원에서 다시 야생 너구리에 의해 광견병이 매개되어 산발적으로 발생하고 있어 재발생기로 분류된다(7). 광견병 발생은 주로 경기도와 강원도 지역 중 휴전선과 인접한 파주, 연천, 철원 등 한강 북쪽 지역으로 국한되었다. 그러나 점차 남쪽으로 확산되어 2004년 북한강 이남인 강원도 춘천과 홍천에서 발생하였고, 2005년에는 경기도의 김포와 남한강에 근접한 양평에서 발생하였으며, 2006년 10월에는 기존 발생지역인 고양과 인접한 서울의 은평구에서 광견병 감염 너구리가 발견되었다(11). 그 후, 2012년에는 경기도 수원과 화성을 포함하여 7건, 2013년에는 화성에서만 6건의 광견병이 발생하였다(1, 7, 12).

국내 반려동물 양육 가구 비중은 국민소득 및 1인 가구 증가와 더불어 꾸준히 증가해왔다. 그러나 반려동물 수 증가에 비하여 보호자의 관리 의식

부족으로 개 물림 사고 증가를 비롯한 여러 사회적 문제를 야기하고 있다. 2018년 유실 및 유기동물은 12만 마리를 넘어서 역대 최고치를 기록하였으며(13), 최근 3년간 119 구급대가 개 물림 사고로 병원에 이송한 환자가 6,883명으로 매년 2천여명 이상이 개 물림 사고를 당하고 있다(14). 특히 우리나라 공수병 위험지역에서 2005년부터 2008년까지 발생한 1,800여 건의 교상 환자 중 대부분이 광견병에 걸린 것으로 의심되는 개 또는 너구리에 의한 것이었다(15~17).

이와 같이 국내에서 광견병 바이러스는 지속적으로 존재하고 있으며, 발생 빈도가 높지 않다 하더라도 질병의 위험성이 높으므로 지속적인 모니터링이 필요하다고 판단된다. 또한 광견병은 예방접종에 의한 면역형성으로 거의 완벽하게 사전 예방이 가능한 질병이므로 개와 소 등 가축에 대하여 철저한 광견병 예방접종을 실시하는 것이 매우 중요하다(18). 따라서 이번 연구를 통해 서울지역 개, 고양이의 광견병 바이러스 항체 분포를 조사하고 연도별, 권역별, 양육 형태별(주인 유무), 종별로 항체 형성률을 비교 분석하여 그 결과를 토대로 광견병의 발생 예방과 전파 방지를 위한 방역대책의 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시료

2017년부터 2019년까지 3년간 서울시 25개 자치구 내 공수의 동물병원 및 유기동물보호소로부터 받은 개, 고양이 2,769두의 혈청을 사용하였다. 이 중 개는 2,408두, 고양이는 361두이며 주인 있는 동물은 990두, 주인 없는 동물은 1,779두이다.

2. 실험 방법

1) 시료 전처리

동물의 혈액을 채취 후 SST tube(혈청 분리용 튜브)에 넣고 원심분리기(VARISPIN-15R, NOVAPRO Co., Seoul, Republic of Korea)를 이용하여 3,000 rpm, 10분 동안 원심분리 한 후, 혈청을 분

리하였다. 분리된 혈청은 1.5 ml microcentrifuge tube에 넣어 냉동(영하 20℃) 보관하고, 실험 직전에 해동하여 사용하였다.

2) 항체 검사

혈중 광견병 바이러스 항체 검사는 ELISA (Enzyme linked immunoassay)를 이용한 Rabies antibody test kit(Platelia™ Rabies II Kit ad usum Veterinarium, Bio-Rad, Marnes-la-Coquette, France)를 사용하였다. 표준물질과 100배 희석한 혈청을 microplate에 100 µl씩 분주하고 37℃, 1시간 반응시켰다. 세척액으로 3번 세척 후 conjugate(protein A labelled with peroxidase)를 100 µl 분주하고 37℃, 1시간 반응시켰다. 그 후 다시 5번 세척한 다음 기질액을 100 µl 분주하고 실온에서 30분 반응 후 정지액을 넣었다. 측정 파장 450 nm, 참조 파장 620 nm에서 Microplate Reader(iMark™, Bio-Rad, California, U.S.A.)로 흡광도를 측정하였다. 검사 결과는 혈중 바이러스 항체가 0.5 EU/ml 이상을 양성으로 판정하였다.

3) 통계학적 분석

각각의 항체 검사에서 얻은 결과들을 연도별, 권역별, 양육 형태별, 종별 기준으로 상호 비교 분석하였다. 데이터의 유의성 검증을 위하여 SPSS (Statistical Package for the Social Science) V.24.0을 이용하여 카이 제곱 검정(Chi-Square test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 연도별 항체 형성률

2017년부터 2019년까지 3년간 서울지역 개, 고양이 총 2,769두 중에서 934두가 항체 양성을 나타내어 33.7 %의 광견병 항체 형성률을 나타내었다($p = 0.212$, 표 1).

항체 형성률을 연도별로 살펴보면, 2017년 시료 942두 중에서 338두가 항체 양성을 나타내어

35.9%의 광견병 항체 형성률을 나타내었고, 2018년에는 시료 907두 중에서 292두가 항체 양성을 나타내어 32.2%의 광견병 항체 형성률을 나타내었고, 2019년에는 시료 920두 중에서 304두가 항체 양성을 나타내어 33.0%의 항체 형성률을 나타내었다. 연도별 항체 형성률은 유의적으로 큰 차이를 보이지 않았다.

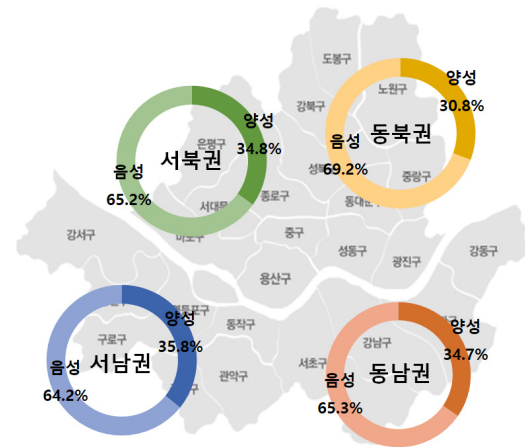
현재 가축전염병 예방법에 따라 개, 고양이의 광견병 예방접종이 의무화되어 있고, 서울시에서도 매년 광견병 예방접종 지원 사업을 실시하고 있다(19). 그럼에도 불구하고 3마리 중 2마리는 광견병 항체를 보유하고 있지 않은 것으로 보아, 서울지역 개, 고양이의 광견병 예방 접종률이 매우 저조함을 확인할 수 있었다. Yang 등이 2010년 발표한 연구에 따르면 2006년 2월부터 2007년 11월까지 533마리의 개(가정견 295, 유기견 238)에서 광견병 항체 양성률을 조사한 결과 31.4%의 항체 형성률을 나타내었다(20). 이는 서울지역이 아닌 전국을 대상으로 한 결과이지만 약 10년 전과 비교하여도 광견병 항체 형성률이 크게 높아지지 않았음을 확인할 수 있었다.

2. 권역별 항체 형성률

서울시 25개 자치구를 동남권(강남구, 강동구, 서초구, 송파구), 동북권(강북구, 광진구, 노원구, 도봉구, 동대문구, 성동구, 성북구, 중랑구), 서남권(강서구, 관악구, 구로구, 금천구, 동작구, 양천구, 영등포구), 서북권(마포구, 서대문구, 용산구, 은평구, 종로구, 중구) 이렇게 4개 권역으로 구분하여 항체 형성률을 비교하였다(그림 1). 동남권

은 430두 중에서 149두가 항체 양성을 나타내어 34.7%의 항체 형성률을 나타내었고, 서남권은 809두 중에서 290두가 항체 양성을 나타내어 35.8%의 항체 형성률을 나타내었다. 동북권은 933두 중에서 287두가 항체 양성을 나타내어 30.8%의 항체 형성률을 나타내었고, 서북권은 597두 중에서 208두가 항체 양성을 나타내어 34.8%의 항체 형성률을 나타내었다($p = 0.122$, 표 2). 권역별로 비교했을 때 광견병 항체 형성률은 유의적으로 큰 차이를 보이지 않았다.

Fig. 1. The four regions of Seoul.



2006년 광견병 발생 지역인 은평구를 포함한 서북권과 경기도 발생 지역인 양주, 포천에 인접한 동북권의 항체 형성률은 32.4%을 나타낸 데 비해, 한강 이남 지역(동남권, 서남권)의 경우 항체 형성률이 35.4%로 나타나, 지리적으로 광견병 발생 가능성이 더 높은 한강 이북 지역의 항체 형성

Table 1. Seroprevalence of rabies from dogs and cats in seoul classified by annual

Year	No. of positive	No. of tested	Adjusted seroprevalence(%)
2017	338	942	35.9
2018	292	907	32.2
2019	304	920	33.0
Total	934	2,769	33.7

Significant probability value($p = 0.212$)

p -values are obtained by chi-square test

률이 오히려 더 낮게 나타났음을 알 수 있었다. 게다가 국내 광견병 발생 지역이 점차 서울 인근까지 남하하고 있는 상황이며(2), 기존에는 인구가 적은 농촌 지역에서 주로 발생하였다면 최근에는 서울시 은평구와 속초, 화성의 경우와 같이 도시 인구 밀집 지역에서 광견병이 발생되고 있으므로 (1) 이에 대비한 도심형 방역대책이 필요해 보인다.

3. 양육 형태별 항체 형성률

주인이 있는 동물과 주인이 없는 동물의 3년간 항체 형성률을 비교해 보면, 주인이 있는 동물은 990두 중에서 547두가 항체 양성을 나타내어 55.3%의 항체 형성률을 나타내었고, 주인이 없는 동물은 1,779두 중에서 387두가 항체 양성을 나타내어 21.8%의 항체 형성률을 나타내어 양육 형태별 항체 형성률은 유의적인 차이를 보였다($p = 0.001$, 표 3).

주인이 있는 동물은 보호자의 관심과 관리 하에 정기적인 예방접종을 받을 가능성이 높기 때문에 주인이 없는 동물보다 항체 형성률이 높은 것으로

보인다. 그러나 주인이 있는 동물의 광견병 항체 형성률(55.3%)도 세계동물보건기구(OIE) 권고 기준인 70%에는 미치지 못하는 실정이다.

광견병 바이러스 항체가 검사 결과 음성은 예방접종을 하지 않았거나 예방접종을 했음에도 불구하고 항체 형성이 불충분한 경우일 수 있다. 예방접종 후 항체 생성까지 한 달 정도의 시간이 필요하고, 매년 보강 접종을 해야 항체가 수준이 유지되는 백신 특성으로 인하여 혈중 항체가 양성 기준인 0.5 EU/ml에 미치지 못한 시기에 검사가 이뤄졌을 경우 이러한 결과가 나올 수 있다. 검사 시기상 문제로 인하여 실제 예방접종률과 항체 형성률이 어느 정도 차이는 있을 수 있지만 이를 감안하더라도 집단 항체 형성률이 세계동물보건기구(OIE) 기준에 현저하게 못 미치기 때문에 광견병 항체 형성률을 높이기 위한 더 구체적이고 지속적인 예방접종 교육과 홍보가 필요해 보인다.

4. 종별 항체 형성률

개는 2,408두 중에서 886두가 항체 양성으로

Table 2. Seroprevalence of rabies from dogs and cats in seoul classified by region

Region	No. of positive	No. of tested	Adjusted seroprevalence(%)
The southeast	149	430	34.7
The southwestern	290	809	35.8
The northeast	287	933	30.8
The northwestern	208	597	34.8
Total	934	2,769	33.7

Significant probability value($p = 0.122$)

p -values are obtained by chi-square test

Table 3. Seroprevalence of rabies from dogs and cats in seoul classified by breeding type

Breeding type	No. of positive	No. of tested	Adjusted seroprevalence(%)
Companion	547	990	55.3
Stray	387	1,779	21.8
Total	934	2,769	33.7

Significant probability value($p = 0.001$)

p -values are obtained by chi-square test

36.8 %의 항체 형성률을 보였고, 고양이는 361두 중에서 48두가 항체 양성으로 13.3%의 항체 형성률을 보여, 개와 고양이의 광견병 항체 형성률이 유의적으로 큰 차이가 있음을 확인하였다($p = 0.001$, 표 4).

동물 종별로 비교해 보면 개 36.8%, 고양이 13.3%로 개의 광견병 항체 형성률이 고양이보다 3배 가까이 높은 것으로 나타났다. 무엇보다 광견병이라 하면 개를 먼저 떠올리기 쉽고, 국내 광견병은 주로 개, 소, 너구리에서 발생해 왔기 때문에 (1, 21) 고양이에게 광견병 예방접종을 실시해야 한다는 인식이 많이 부족한 것 같다. 그러나 광견병은 사람을 포함한 모든 온혈동물에 감염될 수 있는 질병이므로(1, 3) 고양이라고 해서 절대 안심할 수 없다. 실제로 2013년 경기도 화성에서 너구리와 접촉이 있었던 길고양이에게 광견병이 발생하였고(1), 감염병 인터넷 경보시스템(ProMED)에 따르면 전 세계적으로 고양이에서 발생한 광견병은 2019년에만 9건이었으며(22), 최근 영국에서는 야생 고양이에게 물린 남성이 광견병에 대해 적절한 치료를 받지 못해 사망하기도 하였다(23). 따라서 현재 시행되는 동물 등록제에 개뿐만 아니라 고양이도 의무적으로 등록하게 하고, 고양이 보호자를 대상으로 광견병 예방접종 필요성에 대한 적극적인 교육과 홍보가 필요하며, 지금 시행하고 있는 길고양이 TNR(포획-중성화-방사) 프로그램에 광견병 백신을 접종한 후 방사하도록 하는 절차를 추가할 필요가 있다.

우리나라는 다행히도 2014년 이후 광견병이 발생하지 않고 있다(24). 하지만 우리나라와 인접한 북한이 영국 공중보건국(PHE)이 지정한 광견병 고위험 국가이기 때문에 안심할 수 없는 상황이다

(25). 우리나라 광견병의 주요 발생지가 DMZ 인근의 강원, 경기 지역인 것은 야생동물로 인해 북한으로부터 광견병이 유입된다는 가능성을 뒷받침해 준다. 다른 논문에서도 우리나라에서 발견된 광견병 바이러스는 북한에서 넘어온 너구리에 의해 경기와 강원도 북부 지역으로 이동한 것으로 추정하고 있다(26, 27). 그리고 최근 기후변화, 광견병 바이러스의 변이주 출현 등에 따라 광견병 전파 숙주의 서식지 변화, 새로운 숙주 동물의 범위 확대 등 국내에서도 광견병의 재출현 위험은 언제든지 가능한 상황이다.

1993년부터 2001년까지의 국내 광견병 발생 역학을 조사한 결과, 상당수가 야생너구리(*Raccoon dog, Nyctereutes procyonoides koreensis*)가 매개하고 있어 발생 형태가 산림형 즉, 야생동물형으로 전환되었음이 보고된 바 있다(7, 18, 28). 개를 통한 감염이 주로 발생하는 국가에서는 개에 대한 광범위한 예방접종과 함께 유실 및 유기되는 동물의 수를 최소화함으로써 효과적인 광견병 제어를 하고 있다(29, 30). 야생동물형으로 전환된 국내에서도 반려동물과 더불어 가축에 대한 지속적인 예방접종과 2001년부터 야생 너구리에게 광견병 미끼 백신을 살포하는 등 광견병 발생을 통제하기 위해 꾸준히 노력하고 있다(21). 미끼 백신 살포 양을 늘려감에 따라 야생동물 백신 지대를 만들어 국내 광견병 발생 수가 점점 줄어들었다는 연구결과도 있다(12).

많은 나라에서 도시의 광견병은 여전히 위협적인 질병임이 분명하지만, 70% 이상의 개에 백신 접종을 하면 광견병에 대한 면역 장벽을 형성하여 개의 광견병뿐만 아니라 사람의 공수병 감염 노출 기회를 줄여 주는 것으로 보고되고 있다(31, 32).

Table 4. Seroprevalence of rabies from dogs and cats in seoul classified by animal species

Species	No. of positive	No. of tested	Adjusted seroprevalence(%)
Dogs	886	2,408	36.8
Cats	48	361	13.3
Total	934	2,769	33.7

Significant probability value($p = 0.001$)

p -values are obtained by chi-square test

광견병 바이러스처럼 병원성 및 치사율은 매우 높지만 예방 접종으로 거의 완벽하게 예방할 수 있는 바이러스 질병은 드물기 때문에(12, 18) 더욱 더 공공 차원에서 선제적 대처가 필요하다.

그러나 이번 연구를 통해 서울지역 개, 고양이의 광견병 항체 형성률이 절반에도 미치지 못하고 있는 것을 보면 기존보다 더 강도 높은 방역대책이 필요해 보인다. 예를 들어, 서울시에서는 일 년에 보통 봄, 가을 2번에 걸쳐 일제히 예방접종을 지원하는데 이럴 경우 연령에 따라 적정 시기를 놓치는 경우가 생겨 면역 공백이 생길 수 있다. 그러므로 접종 기간을 따로 정하지 않고 동물의 적정 연령에 따라 최적의 시기에 예방접종을 받을 수 있도록 지원하는 방법을 고려해 볼 필요가 있다. 또 주인이 없는 동물은 광견병 관리 사각지대에 놓여 있고 서식지가 일정하지 않아 야생 너구리와 접촉할 가능성이 높으므로 현재 시행되고 있는 동물 등록제를 더욱 강화하고 동물 구조와 치료 체계 개선 방안을 강구하여 유실 및 유기되는 동물의 수를 감소시키는 노력도 필요하다. 이와 함께 광견병 예방접종 후 혈청학적 검사를 통한 항체가 모니터링을 실시하고, 의심되는 동물을 발견 즉시 신고하여 실험실 진단, 보고할 수 있는 감시 체계를 강화하여 빠른 대처를 한다면 국내 광견병을 근절하는데 많은 도움이 될 것이다.

결 론

이번 연구는 2017년부터 2019년까지 서울지역 개, 고양이에 대해 광견병 바이러스 항체가 검사를 시행하여 3년 동안의 연도별, 권역별, 그리고 양육 형태별, 종별 광견병 항체 형성률을 비교 분석하였다. 총 2,769두를 대상으로 광견병 항체가 검사를 시행한 결과 934두가 항체를 보유하고 있어 항체 형성률이 33.7 %로 서울지역의 광견병 예방접종률이 매우 저조함을 알 수 있었다. 최근 반려동물 가구 수 증가와 더불어 버려진 개, 고양이 등이 야생화 되면서 민가와 야산을 오감에 따라 광견병 전파 원인이 될 수 있다. 서울시의 경우 2006년 야생 너구리에서 광견병 바이러스가 검출

된 이후 현재까지 발생하지 않고 있지만, 항체 형성률이 절반에도 미치지 못하는 만큼 추가 발생할 가능성을 완전히 배제할 수 없다. 공수병 예방은 동물의 광견병 관리와 직결된다. 그러므로 반려동물의 광견병 예방접종률을 높이고 유실 및 유기동물에 대한 보호시설 확충, 야생동물에 대한 광견병 미끼 백신 살포를 효율적으로 수행하여 동물의 광견병 항체 보유율을 높이는 것이 광견병을 예방하는 가장 확실한 방법이다.

참고문헌

1. 이중복, 김봉준, 김수연, 김현철, 박은연, 이형찬 : 광견병 표준방역 모델개발연구. 농림축산식품부, p.7~19, 2013.
2. 정지열, 김재훈 : 광견병 실험실적 진단의 진보: 종설. 한국수의공중보건학회지, 31(2): 129~139, 2007.
3. 김능희, 채희선, 손홍락, 강영일, 이정학, 김세곤 : 서울지역 유기견의 광견병 바이러스 항체 분포 조사. 한국가축위생학회지, 34(4): 297~301, 2011.
4. 이경기 : 산업동물에서 Zoonosis 연구 동향: 광견병 예방 백신 개발에 관한 연구 동향. 한국예방수의학회, 31(2):123~128, 2007.
5. Hampson K, Coudeville L, Lembo T, Sambo M, Kieffer A and Attlan M : Estimating the global burden of endemic canine rabies. PLOS Neglected Tropical Diseases, 9(5), 2015.
6. Knobel DL, Cleaveland S, Coleman PG, Fevre EM, Meltzer MI, Miranda ME, et al. : Re-evaluating the burden of rabies in Africa and Asia. Bull World Health Organ, 83(5):360~368, 2005.
7. 양동근 : 국내 광견병은 야생 너구리가 전파한다. 대한수의사회지, 49(3):181~182, 2013.
8. Kyung Ki Lee : Outbreaks and Control of Animal Rabies in Korea. Infect Chemother, 42(1):1~5, 2010.

9. World Health Organization(WHO) : WHO expert consultation on rabies 1st report. WHO Technical report series, no.931, 2005.
10. 이경기, 박최규, 엄재구, 김성희, 김혜령, 주이석 : 광견병 항체검사법 개선. 수의과학기술개발연구사업 최종결과보고서, 2008.
11. 연성찬 등 : 야생동물질병 연구체계 구축(Ⅲ). 국가 R&D 연구보고서, p.37, 2015.
12. Yang DK, Kim HH, Lee KK, Yoo JY, Seomun H and Cho IS : Mass vaccination has led to the elimination of rabies since 2014 in South Korea. *Clinical and Experimental Vaccine Research* 6:111~119, 2017.
13. 2018년 반려동물 보호·복지 실태조사. 농림축산검역본부, 2018.
14. 하루 6명꼴 개 물림사고로 119 구급대 출동. 소방청 보도자료, 2019.
15. 이중복, 이훈재, 현방훈, 방지환, 남경옥, 정영의, 신영학 : 국내 공수병의 발생현황 및 예방대책. *Korea Journal of Epidemiology*, 27(1):56, 2005.
16. Myung Guk Han, Jung Sang Ryou, Young Eui Jeong, Young Ran Ju, Jung Eun Cho and Jun-Sun Park: Epidemiologic features of animal bite cases occurring in rabies endemic areas of Korea, 2005 to 2009. *Osong Public Health and Research Perspectives*, 3(1):14~15, 2012.
17. JS Park and MG Han : General features and post-exposure prophylaxis of rabies. *Infect Chemother*, 42(1):6~11, 2010.
18. 이경기 : 국내 광견병의 특성과 관리, *대한수의사회지*, 48(8):495~496, 2012.
19. 서울시 소중한 반려견 광견병 예방접종 동물등록 선착순 지원. 서울시 보도자료, 2019.
20. Yang DK, Yoon SS, Lee KK, Byun JW, Bae YC, Oh YI and Song JY : Rabies immune status in the stray and companion dogs in Korea. *Korean J Vet Res*, 50(2):133~137, 2010.
21. Yang DK, Kim SY, Oh YI, Lee JA, Cho SD, Lee KW and Song JY : Epidemiological characteristics of rabies in South Korea from January 2004 to March 2011. *Journal of Bacteriology and Virology*, 41(3):165~171, 2011.
22. 감염병인터넷정보시스템 프로메드(ProMED) <https://promedmail.org/promed-posts/>
23. Father, 58, died of RABIES from Morocco cat bite in Morocco. *Daily Mail News*:<https://www.dailymail.co.uk/news/article-7448013>, 2019.
24. 박준선, 이혜경, 이영선 : 2015년도 국내 공수병 위험지역 내 교상환자 발생 현황. 질병관리본부 *Public healthy weekly report*, Vol.9 No.27: p.533, 2015.
25. Public Health England(PHE) : Rabies risks in terrestrial animals by country, <https://www.gov.uk/government/publications/rabies-risks-by-country/rabies-risks-in-terrestrial-animals-by-country#n>, 2019.
26. 현방훈, 이경기, 김재조, 임성인, 김인중, 표현미, 송재영 : 북동 아시아지역 광견병바이러스와의 분자 역학적 비교 분석을 통한 국내 분리주의 상세 계통 분류. *Kor. J. Ver. Publ. Hlth.*, 35(4):261~269, 2011.
27. Yang DK, Park YN, Hong GS, Kang HK, Oh YI, Cho SD and Song JY: Molecular characterization of Korean rabies virus isolates. *J Vet Sci*. 12(1):57~63, 2011.
28. Kim JH, Hwang EK, Sohn HJ, Kim DY, So BJ, and Jean YH : Epidemiological characteristics of rabies in South Korea from 1993 to 2001. *The Vet Rec*, 157(2): 53~56, 2005.
29. Banyard AC, Horton DL, Freuling C, Muller T and Fooks AR : Control and prevention of canine rabies : The need

- for building laboratory-based surveillance capacity. Antiviral Research, 98(3):358, 2013.
30. Precausta P and Soulbot JP : Vaccines for domestic animals. The natural history of rabies, p.331~354, 1991.
31. 한홍율, 이원창 : 광견병 개요 및 인수공통전염 병으로서의 중요성. 대한수의사회지, 30:131~138, 1994.
32. Kelly VP, Gonzalez JL and Nettles WD: Control of rabies epizootic. Mod Vet Pract, 64:380~384, 1983.