

< Original Article >

광주광역시동물보호소 입양 대상 유기견의 호흡기 질병 실태 조사

고바라다* · 김한나 · 김효중 · 오아름 · 정보람 · 박재성 · 이재기 · 나호명 · 김용환
광주광역시보건환경연구원

A survey of respiratory pathogens in dogs for adoption in Gwangju metropolitan city animal shelter, South Korea

Ba-Ra-Da Koh*, Han-Na Kim, Hyo-Jung Kim, A-Reum Oh, Bo-Ram Jung,
Jae-Sung Park, Jae-Gi Lee, Ho-Myoung Na, Yong-Hwan Kim

Health & Environment Research Institute of Gwangju, Gwangju 61027, Korea

(Received 8 June 2020; revised 22 June 2020; accepted 22 June 2020)

Abstract

Canine infectious respiratory disease (CIRD), also known as infectious tracheobronchitis or kennel cough occurs in a multiple-dog environment such as a shelter. In this study, we were collected 300 of nasal swab samples from dogs and 145 of environmental samples from a shelter to investigate respiratory pathogens of dogs in the Gwangju metropolitan city animal shelter from February to October, 2019. Bacteria cultures for isolation of *Bordetella (B.) bronchiseptica* and polymerase chain reaction (PCR) tests were performed for detection of eleven canine respiratory pathogens, namely *Mycoplasma (M.) cynos*, canine distemper virus (CDV), canine influenza virus (CIV), canine parainfluenza virus (CPIV), canine respiratory coronavirus (CRCoV), alpha-coronavirus (CCoV), canine pneumovirus (CnPnV), canine hepacivirus (CHeV), canine adenovirus type 2 (CAAdV-2), canine herpesvirus-1 (CHV-1) and canine bocavirus (CBoV). Among 300 nasal swab samples, 148 samples (49.3%) were positive for at least one pathogens. CHV-1 was the most common pathogen, found in 95/300 (31.7%) samples. Subsequently, *M. cynos* (22.0%), *B. bronchiseptica* (2.3%), CPIV (2.0%), CBoV (1.7%), CCoV (0.7%) were detected. The detection rates of *M. cynos* and CHV-1 according to the duration of stay in the shelter were statistically significant. Among environmental samples, *M. cynos*, CCoV, CBoV and CHV-1 were detected in 45/145 (31.0%). These results indicated the need for disease control and prevention systems in the shelter.

Key words : Animal shelter, Canine infectious respiratory disease (CIRD), Canine parainfluenza virus, Canine bocavirus, *Mycoplasma cynos*

서 론

개는 오랫동안 우리의 환경을 공유하고 있는 반려 동물로써 현대인에게 외로움과 스트레스를 감소시켜 줄 뿐만 아니라 활기참을 주는 등의 심리적 즐거움과 가족 간의 대화와 함께하는 시간이 증가하는 변화를 가져다준다(문화체육관광부 · 농촌진흥청, 2018). 2018

년 반려동물에 대한 인식 및 양육 현황 조사 보고서에 의하면 양육 중인 개는 ‘친척/친구/지인으로부터 받음’이 46.3%로 가장 많았고, 그 다음으로 ‘애견분양가게’가 30.4%로 많았으며, 동물보호시설에서 데려온 경우는 2.9%였다.

농림축산식품부 보도자료에 따르면 전국적으로 유실·유기 동물 구조현황은 2017년에 개는 74,300마리 (72.5%), 고양이 27,100마리(26.4%), 기타 1,200마리(1.1%) 순이며, 2015년 82,100마리에서 2017년 102,593마리로

*Corresponding author: Ba-Ra-Da Koh, E-mail. barada@korea.kr
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7531-0914>

증가하였다고 보도하였다(농림축산식품부, 2018). 이번 조사에서 광주동물보호소에 입소하는 유기견은 2015년 1,300두에서 2018년 1,780두로 증가하였고, 2017년 입양실적은 741마리(41.6%)로 확인되었다.

동물보호소는 스트레스에 의한 질병의 감수성이 증가하고 다양한 전염성 질병에 쉽게 노출되어 다른 개체로 전염이 쉽게 발생할 수 있는 환경을 가진 집단 보호시설이다(Pesavento와 Murphy, 2014). 동물보호소에서 집단 보호, 개체 수 과잉과 스트레스로 인해 전신성 *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* 감염증(*S. zooepidemicus*) (Britton과 Davies, 2010), canine influenza virus (CIV) (Song 등, 2011) 및 출혈성 호흡기 대장균 감염(Highland 등, 2009)과 같은 치명적인 전염병이 발생하는 것으로 보고되었다. 최근 새로운 병원체로서 가능성이 있는 canine circoviruses, bocavirus, kobuvirus 및 sapovirus는 모두 집단으로 보호되고 있는 유기견 보호소에서 발견되었다(Li 등, 2011; Kapoor 등, 2012; Li 등, 2013).

개 전염성 호흡기 질환(Canine infectious respiratory disease, CIRД)은 개 전염성 기관기관지염(Infectious canine tracheobronchitis, ICT) 또는 종종 kennel cough로 불리는 개의 기관 또는 기관지 기도의 급성 또는 만성 염증을 특징으로 하는 전염성 높은 여러 가지 병원체에 의한 복합 호흡기 질환이다. 이 질병은 산발적 또는 유행성으로 가정이나 동물병원 내 반려동물에서 발생하기도 하지만 특히, 보호소와 같이 가두어진 집단 환경에 있는 어린 강아지에서 빠르게 퍼질 수 있으며, 몇 주 동안 콧물, 기침, 호흡곤란 및 무기력 등의 증상이 지속될 수 있다(Joffe 등, 2016; Sowman 등, 2018).

전 세계적으로 개에서 호흡기질환의 주요 발생원인인 CIRД와 전통적으로 관련된 병원체는 canine parainfluenza virus (CPIV), canine adenovirus type 2 (CAV-2), canine distemper virus (CDV), canine herpesvirus (CHV) 및 *Bordetella (B.) bronchiseptica*를 포함하고 있으며, 이들 병원체는 순차적으로 또는 상승 작용하여 질병을 일으킨다(Mitchell 등, 2017; Sowman 등, 2018). 최근에 새롭게 나타난 여러 병원체 즉, canine respiratory coronavirus (CRCoV), canine pneumovirus (CnPnV), canine influenza virus (CIV), *Mycoplasma (M.) cynos* 및 *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* (*S. zooepidemicus*)가 CIRД와 관련이 있다(Priestnall 등, 2014; Maboni 등, 2019). Myung 등(2009)의 조사에 의하면 광주동물보호소에 입소 당시 질병에 걸린 유

기견은 42.7%이었고, 입소 후에는 35.5%이었으며, 호흡기 질환 감염률이 22.4%로 가장 높은 비율을 차지하고 있다고 보고하였다.

이번 호흡기 질병 실태 조사기간동안 광주동물보호소에 유기견이 입소하면 면역 크로마토그래피 키트를 이용하여 parvovirus, coronavirus 및 심장사상충 검사를 하고 있으며, 호흡기 질환이 있는 개체에 대해서는 대증치료를 실시하고 있다. 따라서 이번 조사는 건강한 반려동물이 시민에게 새 가족으로 입양될 수 있는 호흡기 정밀검사 체계를 마련하고 질병 예방을 위한 보호소의 환경 개선책을 제시하고자 광주동물보호소 내 유기견의 호흡기 질환에 대한 원인체를 세균배양과 분자생물학적 진단 방법을 통해서 조사하였다.

재료 및 방법

시료채취

광주동물보호소 내 유기견의 호흡기 병원체 조사를 위해서 2019년 2월부터 10월까지 보호소 진료 수의사가 진료 중에 300마리의 비좁을 수송배지(COPAN diagnostic Inc., Italy)를 이용하여 채취하였다. 그리고 유기견이 보호소로 입소한 날부터 검체를 채취한 날까지 보호소 내에서 거주한 기간을 계산하여 그 기간에 호흡기 병원체 검출률을 조사하였다. 보호소 건물 내·외 바닥과 케이지의 환경시설에 상재하는 호흡기 병원체 조사를 위해서 실내·외 3개 구획에 대해 21개 장소를 선정하여 멸균 면봉 5개를 이용하여 바닥과 케이지를 문질러서 50 mL conical tube에 채취하였다. 환경시료는 4월부터 10월까지 총 6회에 걸쳐 145건을 채취하였다.

검체는 냉장 상태로 실험실로 운반하여 12시간 이내에 세균 분리·동정과 바이러스 유전자 검사에 사용하였다. 이번 유전자 검사항목은 모두 11개 병원체로 세균은 *M. cynos*이며, RNA 바이러스는 CIV, CPIV, CDV, CRCoV, alpha-coronavirus (CCoV), CnPnV 및 canine hepacivirus (CHeV)이며, DNA 바이러스는 CAV-2, CHV-1, canine bocavirus (CBoV)이다.

B. bronchiseptica 검사

비좁과 환경 시료에서 *B. bronchiseptica*을 분리하기 위해서 검체를 채취한 수송배지와 면봉을 5% 면양 혈

액한천배지(Synergy Innovation Co., Korea)에 도말하여 5% CO₂ 배양기(Sanyo Electric Biomedical Co., Japan)에서 18~24시간 배양한 다음, 단독집락을 순수 배양하기 위해서 tryptic soy agar (Oxoid, UK) 또는 5% 면양 혈액한천배지에 계대하였다. 미생물 동정은 Vitek II system (bioMérieux, France)과 MALDI-TOF MS 기술을 이용한 Bruker Microflex™ LT (Bruker Daltonics, Germany)을 이용하여 최종 동정하였다.

Polymerase chain reaction (PCR) 검사

세균배양에 사용한 수송배지와 면봉은 바이러스 유전자 추출을 위해서 0.01 M phosphate buffered saline (pH 7.4) 용액으로 10 mL 원심관에 넣어 진탕한 후 수송배지와 면봉을 제거하였다. 원심관은 실온에서 10분간 2,000×g로 원심분리한 후 상층액 150 µL을 취하여 Viral DNA/RNA extraction kit (iNtRON Biotech-

nology Inc., Korea)을 사용하여 제조사의 지시에 따라 유전자를 추출하였다. 추출된 유전자는 실험 전까지 -20°C에 보관하였다.

CDV 등 10개 호흡기 바이러스 병원체와 *M. cynos*의 유전자 검출을 위한 primer와 annealing 온도는 Table 1과 같다. RNA 바이러스로부터 first-strand cDNA 합성과 PCR을 수행을 위한 one-step RT-PCR에 Maxime™ RT-PCR premix kit (iNtRON biotechnology, Korea)를 사용하였으며, RT-PCR 조성은 primer (10 pmole/µL) 각 1 µL, template RNA 2 µL을 넣어 증류수로 총 20 µL가 되게 조정하였다.

Reverse transcription step은 45°C, 30분 반응한 후에 RTase inactivation step을 95°C, 5분 과정을 1 cycle 수행하였으며, PCR 단계는 denaturation 94°C, 30초, annealing은 Table 1과 같은 온도에서 30초 그리고 extension은 72°C, 45초 과정을 40 cycle 반복하였다. 최종 extension은 72°C, 7분 과정을 1 cycle 조건으로 실행

Table 1. List of the oligonucleotide primers designed from target genes of the respiratory pathogens used in this study

Pathogens*	Sequence (5'→3') [†]	Product size (base pair)	Target gene [‡]	Annealing Temperature	Reference
CDV	AACAGRRATTGCTGAGGACYTAT (F) TCCARRRATAACCATGTAYGGTGC (R)	290	NP	58°C	Piewbang et al, 2016
CIV	CATGGARTGGCTAAAGACAAGACC (F) AGGGCATTGGGACAAAKCGTCTA (R)	126	M	58°C	Piewbang et al, 2016
CPIV	GCCGTGGAGAGATCAATGCCTAT (F) GCGCAGTCATGCACCTTGCAAGT (R)	187	NP	58°C	Piewbang et al, 2016
CRCoV	GGTTGGGAYTAYCCTAARTGTGA (F) TGATGATGGNGTTGTBTGYTATAA (R)	458	S	58°C	Piewbang et al, 2016
CCoV	TCCAGATATGTAATGTTCCG (F) TCTGTTGAGTAATCACCAGCT (R)	409	M	54°C	Pratelli et al, 1999
CnPnV	GGAActCGGGGGCGAAYTTYTCCAT (F) TCCGTGCAGGCCGARATGGARCARG (R)	331	N	54°C	Renshaw et al, 2010
CHeV	ACTTGCTACTGCTACGCCAC (F) AGCATTAGCTCCGGCCTTTC (R)	208	NS3	55°C	El-Attar et al, 2015
CAdV-2	TATTCCAGACTCTTACCAAGAGG (F) ATAGACAAGGTAGTARTGYTCAG (R)	551	E3	58°C	Piewbang et al, 2016
CHV-1	TGCCGCTTTTATATAGATG (F) AAGCGTTGTAAAGTTCGT (R)	493	TK	55°C	Bottinelli et al, 2016
	CGTGGTGAATTAAGCCTAA (nF) ATGCTATTGGGGTGTCTATC (nR)	168		55°C	
CBoV	GGAGGAGGTGGAGGACTA (F) CGTCCGTCAGGTCAGATT (R)	526	VP1/VP2	55°C	Lau et al, 2012
<i>M. cynos</i>	CACCGCCGTCACACCA (F) GATACATAAACACAACATTATAATATTG (R)	227	16s/23s rRNA	55°C	Chalker et al, 2004

*CDV, canine distemper virus; CIV, canine influenza virus; CPIV, canine parainfluenza virus; CRCoV, canine respiratory coronavirus; CCoV, alpha-coronavirus; CnPnV, canine pneumovirus; CHeV, canine hepacivirus; CAdV-2, canine adenovirus type 2; CHV-1, canine herpesvirus-1; CBoV, canine bocavirus. [†]F, forward primer; R, reverse primer; nF, forward primer for nested PCR; nR, reverse primer for nested PCR. [‡]NP, nucleoprotein; M, matrix; S, spike protein; N, nucleocapsid; NS3, helicase gene; E3, early transcribed region; TK, thymidine kinase; VP, viral protein; rRNA, ribosomal RNA.

험하였다.

RNA 바이러스의 nested PCR과 DNA 바이러스 및 *M. cynos* 검출을 위한 PCR 조성은 Maxime™ PCR premix kit (i-StarTaq) (iNtRON biotechnology, Korea)을 사용하여 primer (10 pmole/μL) 각 1 μL, template DNA 2 μL을 넣어 증류수로 총 20 μL가 되게 조정하여 실험하였다. PCR 조건은 pre-denaturation 95°C 5분 과정을 1 cycle 수행한 후, PCR 단계는 denaturation 94°C, 30초, annealing은 Table 1과 같은 온도에서 30초 그리고 extension 72°C, 45초 과정을 35 cycle 반복하였으며, 최종 extension은 72°C, 7분 과정을 1 cycle 반복하여 실험하였다. 이번 조사에 사용한 모든 primer는 Bioneer (Korea)에 의뢰하여 제작하였다.

유전자 증폭은 ProFlex PCR system (Applied biosystems, USA)를 사용하였고, 1.2% agarose gel (Young Sciences, Inc., Korea)에 SYBR (Invitrogen, USA)를 10,000배 희석하여 첨가하여 실온에서 응고시킨 후 각 well PCR 산물과 100 bp DNA ladder (Invitrogen, USA)을 5 μL씩 각각 분주하여 Mupid-ex (Takara, Japan)에서 20분 동안 전기영동하였다. 화상분석시스템은 ImageQuant LAS 4000 (GE Healthcare Bio-Sciences AB, Japan)을 이용하여 312 nm에서 촬영하였다.

통계분석

통계분석은 IBM SPSS Statistics ver. 25.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)를 이용하였다. 시료를 채취한 월별 질병의 검출률, 병원체별 중복감염, 성별과 나이에 따른 검출률, 환경시료 채취 월별 검출률 및 보호기간과 호흡기질병 병원체 분석결과에 따라 카이제곱(χ^2)

또는 Fisher의 정확 검정으로 통계학적 유의성을 검사하였으며, *P*값이 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

월별 호흡기 병원체 검출 결과

2019년 2월부터 10월까지 광주동물보호소에서 채취한 비좁 검체는 2월 10건, 3월 23건 4월 18건, 5월 30건, 6월 37건, 7월 57건, 8월 22건, 9월 57건 그리고 10월 46건으로 모두 300건을 Table 2와 같이 채취하였다. *B. bronchiseptica*는 8월부터 10월에 채취한 시료에서 모두 7건(2.3%)이 검출되었으며($P=0.117$), *M. cynos*는 모두 66건(22.0%)이 검출되었고, 이중 3월 73.9%, 4월 50.0% 그리고 6월 45.9% 순으로 검출되었다($P<0.001$). CBoV는 4월과 6월에 각각 11.1%와 8.1% 검출되었다($P=0.006$). CHV-1은 8월 100%, 3월 65.2% 그리고 9월 56.1% 순으로 검출되었다($P<0.001$).

호흡기 병원체별 검출률

유기견 비좁 시료 총 300건 중에서 호흡기 병원체 6종이 148건(49.3%)에서 검출되었으며, CHV-1이 95건(31.7%)으로 가장 많이 검출되었고, 다음으로 *M. cynos* 66건(22.0%), *B. bronchiseptica* 7건(2.3%), CPIV 6건(2.0%), CBoV 5건(1.7%), CCoV 2건(0.7%) 순으로 검출되었다(Table 3). 호흡기 병원체가 단독으로 검출된 시료는 116건(38.7%), 중복감염 시료는 32건(10.7%)

Table 2. Prevalence (%) of respiratory pathogens detected in the nasal swabs from 300 dogs

Month	<i>B. bron</i> *	<i>M. cynos</i>	CCoV	CPIV	CBoV	CHV-1
February (<i>n</i> =10)						2 (20.0)
March (<i>n</i> =23)		17 (73.9)				15 (65.2)
April (<i>n</i> =18)		9 (50.0)			2 (11.1)	3 (16.7)
May (<i>n</i> =30)		2 (6.7)				1 (3.3)
June (<i>n</i> =37)		17 (45.9)		1 (2.7)	3 (8.1)	1 (2.7)
July (<i>n</i> =57)		7 (12.3)		3 (5.3)		10 (17.5)
August (<i>n</i> =22)	1 (4.5)	5 (22.7)	2 (9.1)			22 (100)
September (<i>n</i> =57)	5 (8.8)	3 (5.3)				32 (56.1)
October (<i>n</i> =46)	1 (2.2)	6 (13.0)		2 (4.3)		9 (19.6)
Total (<i>n</i> =300)	7 (2.3)	66 (22.0)	2 (0.7)	6 (2.0)	5 (1.7)	95 (31.7)
<i>P</i> -value	0.117	0.000	0.240	0.613	0.006	0.000

**B. bron*, *Bordetella bronchiseptica*. $P<0.05$, statistically significant.

이었다. 단독으로 검출된 시료 116건 중에서 CHV-1이 66건(22.0%)으로 가장 많이 검출되었으며, 다음으로 *M. cynos* 39건(13.0%), *B. bronchiseptica*와 CBoV 각각 4건(1.3%), 그리고 CPIV 3건(1.0%)순으로 검출되었다. CCoV는 단독감염 건수는 없었다.

*B. bronchiseptica*는 CHV-1과 3건(1.0%)의 중복으로 감염되었다. 검체 300건 중에서 *M. cynos*는 66건(22.0%)이 검출되었고, 2종과 3종 복합감염은 27건(9.0%)으로 CPIV와 2건(0.7%), CBoV와 1건(0.3%), CHV-1과 23건(7.7%)과 각각 중복으로 감염되었으며,

3종 감염은 CCoV와 CHV-1 1건(0.3%)이었다. CHV-1은 94건(31.3%)이 검출되었으며, 그 외 호흡기 병원체 간 중복감염 분석 결과는 Table 4에 요약하였다.

이번 검사에서 호흡기 병원체가 검출되지 않은 시료는 모두 152건(50.7%)이었으며, 6개 병원체 즉, CD, CIV, CRCoV, CnPnV, CHeV 및 CAdV-2는 검출되지 않았다.

성별 및 나이별 호흡기 병원체 검출률

성별에 따른 수컷은 110건, 암컷 138건, 중성화된 수컷 52건을 채취하였다(Table 5). CHV-1의 검출률은 수컷 40.0%, 암컷 25.4%, 중성화된 수컷 30.8%로 수컷에서 병원체 검출률이 더 높았으며($P=0.048$), 성별에 따른 그 외 병원체 검출률의 차이는 통계학적으로 유의성이 없었다.

검체를 채취한 모든 연령대에서 *M. cynos*와 CHV-1이 검출되었고, CBoV는 3년 이상의 유기견에서 5건이 검출되었지만, 검체를 채취한 나이에 따른 호흡기 병원체의 검출률도 통계학적으로 유의성은 없었다(Table 6).

Table 3. The number of infections and coinfections of respiratory pathogens detected in the nasal swabs from 300 dogs

Pathogens	No. of dog positive (%)			P-value
	Single	Coinfection	Total	
<i>B. bronchiseptica</i>	4 (1.3)	3 (1.0)	7 (2.3)	0.172
<i>M. cynos</i>	39 (13.0)	27 (9.0)	66 (22.0)	0.000
CCoV	0	2 (0.7)	2 (0.7)	0.046
CPIV	3 (1.0)	3 (1.0)	6 (2.0)	0.115
CBoV	4 (1.3)	1 (0.3)	5 (1.7)	0.705
CHV-1	66 (22.0)	29 (9.7)	95 (31.7)	0.000

No respiratory pathogens were detected in 152 samples (50.7%). $P < 0.05$, statistically significant.

Table 4. Comparison of positive results for respiratory pathogens detected in the nasal swabs from 300 dogs

Pathogens	No. of positive (%)	Pathogens	No. of positive (%)	Pathogens	No. of positive (%)
<i>B. bron</i> alone	4 (1.3)	CCoV alone	0	CBoV alone	4 (1.3)
+CHV-1	3 (1.0)	+CHV-1	1 (0.3)	+ <i>M. cynos</i>	1 (0.3)
Total	7 (2.3)	+ <i>M. cynos</i> +CHV-1	1 (0.3)	Total	5 (1.7)
		Total	2 (0.7)		
<i>M. cynos</i> alone	39 (13.0)			CHV-1 alone	66 (22.0)
+CPIV	2 (0.7)	CPIV alone	3 (1.0)	+ <i>B. bron</i>	3 (1.0)
+CBoV	1 (0.3)	+ <i>M. cynos</i>	2 (0.7)	+ <i>M. cynos</i>	23 (7.7)
+CHV-1	23 (7.7)	+CHV-1	1 (0.3)	+CCoV	1 (0.3)
+CCoV+CHV-1	1 (0.3)	Total	6 (2.0)	+CPIV	1 (0.3)
Total	66 (22.0)			+ <i>M. cynos</i> +CCoV	1 (0.3)
				Total	95 (31.7)

Table 5. Rate of detection of respiratory pathogens by gender

Gender	No. of positive samples (%)					
	<i>B. bron</i>	<i>M. cynos</i>	CCoV	CPIV	CBoV	CHV-1
Male (n=110)	3 (2.7)	21 (19.1)	1 (0.9)	2 (1.8)	1 (0.9)	44 (40.0)
Female (n=138)	4 (2.9)	37 (26.8)	1 (0.7)	2 (1.4)	4 (2.9)	35 (25.4)
Neutered male (n=52)		8 (15.4)		2 (3.8)		16 (30.8)
Total (n=300)	7 (2.3)	66 (22.0)	2 (0.7)	6 (2.0)	5 (1.7)	95 (31.7)
P-value	0.685	0.155	1.000	0.479	0.489	0.048

$P < 0.05$, statistically significant.

Table 6. Rate of detection of respiratory pathogens by age

Age	No. of positive samples (%)					
	<i>B. bron</i>	<i>M. cynos</i>	CCoV	CPIV	CBoV	CHV-1
≤4 w (<i>n</i> =58)	1 (1.7)	16 (27.6)	1 (1.7)	3 (5.2)		18 (31.0)
5 w < ~ ≤1 yr (<i>n</i> =55)	3 (5.5)	12 (21.8)	1 (1.8)			15 (27.3)
2 yr (<i>n</i> =49)	1 (2.0)	9 (18.4)		1 (2.0)		16 (32.7)
3 yr (<i>n</i> =45)		7 (15.6)		1 (2.2)	1 (2.2)	11 (24.4)
4 yr (<i>n</i> =36)	1 (2.8)	8 (22.2)			1 (2.8)	13 (36.1)
≥5 yr (<i>n</i> =57)	1 (1.8)	14 (24.6)		1 (1.8)	3 (5.3)	22 (38.6)
Total (<i>n</i> =300)	7 (2.3)	66 (22.0)	2 (0.7)	6 (2.0)	5 (1.7)	95 (31.7)
<i>P</i> -value	0.704	0.740	0.926	0.531	0.129	0.669

$P < 0.05$, statistically significant.

Table 7. Comparison of positive results and housing period in the shelter

Shelter period (days)	No. of positive samples (%)					
	<i>B. bron</i>	<i>M. cynos</i>	CCoV	CPIV	CBoV	CHV-1
≤7 (<i>n</i> =38)		2 (5.3)		3 (7.9)		16 (42.1)
7 < ~ ≤14 (<i>n</i> =70)	4 (5.7)	25 (35.7)	2 (2.9)	2 (2.9)	4 (5.7)	14 (20.0)
14 < ~ ≤21 (<i>n</i> =56)		19 (33.9)		1 (1.8)		12 (21.4)
21 < ~ ≤30 (<i>n</i> =32)		10 (31.3)			1 (3.1)	16 (50.0)
30 < ~ ≤60 (<i>n</i> =51)	1 (2.0)	5 (9.8)				24 (47.1)
60 < ~ ≤90 (<i>n</i> =21)	2 (9.5)	4 (19.0)				6 (28.6)
>90 (<i>n</i> =32)		1 (3.1)				7 (21.9)
Total (<i>n</i> =300)	7 (2.3)	66 (22.0)	2 (0.7)	6 (2.0)	5 (1.7)	95 (31.7)
<i>P</i> -value	0.720	0.000	0.710	0.254	0.154	0.002

$P < 0.05$, statistically significant.

보호기간별 호흡기 병원체 검출률

*M. cynos*는 보호기간이 7 < ~ ≤14일 35.7%, 14 < ~ ≤21일 33.9%, 21 < ~ ≤30일 31.3%에서 가장 많이 검출되었으며, 7일 이하와 90일 초과에서는 각각 5.3%와 3.1%로 검출률이 낮게 나타났다($P=0.000$). CHV-1은 21 < ~ ≤30일 50.0%, 30 < ~ ≤60일 47.1% 그리고 7일 이하에서 42.1% 순으로 검출되었다($P=0.002$). 그 외 병원체는 보호기간에 따른 호흡기 병원체 검출률의 차이는 통계학적으로 유의성이 없었다(Table 7).

환경시료에서 호흡기 병원체 검출률

광주동물보호소에서 환경시료는 2019년 4월부터 10월까지 총 6회에 걸쳐 145건을 채취하였고, 4월 19건, 6월 22건, 7월, 8월, 9월 및 10월에는 각각 26건씩을 Table 8과 같이 채취하였다. 환경시료에는 *M. cynos*, CCoV, CBoV 및 CHV-1가 검출되었으며, 양성건수는 45건(31.0%)이고 이중 단독검출 44건(30.3%), 중복검출

Table 8. Prevalence (%) of respiratory pathogens in environmental samples in the shelter

Month	No. of positive samples (%)			
	<i>M. cynos</i>	CCoV	CBoV	CHV-1
April (<i>n</i> =19)		3 (15.8)		
June (<i>n</i> =22)			5 (22.7)	1 (4.5)
July (<i>n</i> =26)	1 (3.8)		1 (3.8)	1 (3.8)
August (<i>n</i> =26)				25 (96.2)
September (<i>n</i> =26)	3 (11.5)			1 (3.8)
October (<i>n</i> =26)				5 (19.2)
Total (<i>n</i> =145)	4 (2.8)	3 (2.1)	6 (4.1)	33 (22.8)
<i>P</i> -value	0.107	0.002	0.000	0.000

$P < 0.05$, statistically significant.

1건(0.7%)이었으며, 유기견 비좁은 시료에서 검출된 *B. bronchiseptica*와 CPIV는 환경시료에서 검출되지 않았다. 중복검출된 시료는 6월 실내 보호소 바닥에서 채취한 1건에서 CBoV와 CHV-1이 동시에 검출되었다.

*M. cynos*는 7월과 9월에 각각 3.8%와 11.5%로 모두 4건(2.8%)이 검출되었으며($P=0.107$), 건물 내·외 및

Table 9. Rate of detection respiratory pathogens by place collected in environmental samples

Place	No. of positive samples (%)			
	<i>M. cynos</i>	CCoV	CBoV	CHV-1
Outdoor (<i>n</i> =48)	1 (2.1)		2 (4.2)	9 (18.8)
Inside (<i>n</i> =70)	1 (1.4)	2 (2.9)	3 (4.3)	14 (20.0)
Indoor cage (<i>n</i> =27)	2 (7.4)	1 (3.7)	1 (3.7)	10 (37.0)
Total (<i>n</i> =145)	4 (2.8)	3 (2.1)	6 (4.1)	33 (22.8)
<i>P</i> -value	0.247	0.426	1.000	0.144

P<0.05, statistically significant.

케이지 환경시료에서 확인되었다(Table 9). CCoV는 4 월에만 3건(15.8%)이 실내와 케이지 환경시료에서 검출되었다. CBoV는 6월과 7월에만 22.7%와 3.8%로 모두 6건(4.1%)이 검출되었고(*P*=0.000), 건물 내·외 및 케이지에서 모두 6건(4.1%)이 검출되었다. CHV-1은 8 월에 채취한 환경시료 25건(96.2%)에서 가장 많이 검출되었고, 다음으로 10월에 5건(19.2%)이고 모두 33건 (22.8%)이 검출되었다. CHV-1은 실외 18.8%, 실내 20.0% 그리고 케이지 22.8%에서 확인되었다. 보호소 건물 내·외 및 케이지의 보호 장소에 따른 호흡기 병원체 검출률의 차이는 통계학적으로 유의성이 없었다.

고찰

개 전염성 호흡기 질환은 복잡하고 다양한 요인에 의해서 발생하며, 모든 질병마다 관련된 병원체가 동일하지 않을 수 있다. 이번 조사는 광주동물보호소 내 유기견과 환경시설을 대상으로 호흡기 병원체를 조사한 것으로 진료 수의사가 보호소에 입소한 유기견을 진료할 때 호흡기 증상의 유무와 상관없이 비즙을 채취하였다. 보호소 건물 내 바닥, 야외 시설의 바닥과 케이지 등에서 환경시료를 6회에 걸쳐 반복 채취함으로써 다양한 시점에 대한 호흡기 병원체의 분포를 조사하였고, 유기견이 보호소 입소 후 검체를 채취한 시점까지의 보호기간에 따른 병원체 감염 정도의 정보를 얻을 수 있었다.

CIRD에서 가장 흔하게 분리되고 높은 전염성을 가진 병원체 중 하나인 CPIV는 개 집단의 밀집 정도가 감염률과 관련이 있다(Buonavoglia와 Martella, 2007). CPIV는 감염 후 8~10일 동안 감염된 동물의 호흡기 관으로부터 배출되고 일반적으로 감염된 에어로졸에 의해 직접 접촉으로 전파된다. CPIV 감염은 2주령 또

는 그 이상의 개에서 일반적으로 상부 호흡기관에 제한되어 있다. 임상증상은 감염 후 일반적으로 2~8일에 나타난다. 여러 가지 예방백신을 이용하여 CPIV 감염을 예방할 수 있으며, 적절하게 예방접종을 받은 개는 높은 역가가 생기게 되고 최소 3년 동안 지속될 것이다(Paul 등, 2003).

광주동물보호소에 대한 개 호흡기 바이러스 조사에 대한 이전 연구에서 CPIV 검출률은 3.9%로 보고하였다(Na 등, 2013). 이번 조사에서 CPIV의 유기견에서 검출률은 2.0%이었고, 6월과 7월에 각각 1건(2.7%)과 3건(5.3%), 10월에 2건(4.3%)으로 조사되었지만, 통계학적으로 유의성은 없었다. CPIV 검출 6건 중 단독감염과 중복감염은 각각 3건이었고, 성별에 따른 감염 건수도 각각 3건씩으로 확인되었다. 보호기간에 따른 CPIV 검출률은 7일 이내에 7.9%, 14일 이내 2.9% 그리고 21일 이내 1.8%로 확인되었고, 그 이상의 기간에서는 검출되지 않았으며, 환경시료에서는 검출되지 않았다. 일본에서 급성 호흡기 질환에 걸린 개에서 CPIV는 7.4%로, 독일에서 CIRD에 걸린 개에서 CPIV가 37.7%로 보고하였다(Mochizuki 등, 2008; Schulz 등, 2014). Erles 등(2004)의 조사에 따르면 CPIV 감염은 보호소에 입소된 후 2주 이내에 가장 빈번하게 발생했고, 백신 접종에 의해 유도된 항체 형성이 증가함에 따라 감소하였으며, 임상징후를 보이지 않은 많은 개에서도 발견되었다고 보고하였다. 이번 조사와 이전 연구결과에 따르면 보호소에 입소한 유기견에 CPIV의 감염은 2~3주 내에 가장 많이 발생할 것으로 예측된다.

동물보호소의 시설과 환경의 차이 즉, 다양한 위생 및 영양 상태, 군집/밀도의 정도 및 다양한 스트레스가 바이러스 감염의 유발과 전파를 촉진할 수 있다. 환경 차이에 따른 호흡기 바이러스 검출률에 변화가 있는지 조사한 브라질의 보고에 따르면 유기견 보호소의 불량한 영양과 위생상태 및 빈약한 시설의 보호소에서 바이러스 검출률은 78%로 이중 CPIV (71%)가 가장 빈번하게 검출되었고, 그외 CA2V-2 (45%), CDV (21%)가 단독 또는 중복감염으로 검출되었지만, 군집 밀도가 낮고 위생상태가 좋은 보호소 두 곳의 바이러스 검출률은 9~14%로 조사되었다(Monteiroa 등, 2016). 미국에서 보호소 내의 임상적으로 무증상인 개에서 CIRD 병원체 검출률은 47.7%로 *M. cynos* (29.2%), *B. bronchiseptica* (19.5%), CA2V-2 (12.5%), CDV (7.4%) 그리고 CPIV (3.2%)가 가장 흔하게 검출되는 병원체로 보고하였다(Lavan과 Knesl, 2015). *B. bronchiseptica*

또는 *M. cynos*는 무증상일 수 있지만, 환경 스트레스, 면역 기능 장애, 영양 결핍 또는 혼합 사육과 같은 잠재적 요인은 1차 감염을 유발하거나 이들 병원체가 남아있는 건강한 개에서 2차 감염이 진행되어 임상 질환이 발현될 수 있다(Lavan과 Knesl, 2015).

CHV-1은 2주령 이하의 강아지에서 치명적인 전신성 괴사성 출혈성 질병이지만, 2주령 이상의 강아지와 성견에서는 임상증상이 거의 나타나지 않으며, 성견에서 감염은 상부 호흡기계에 국한되어 있다(Buonavoglia와 Martella, 2007). CHV-1은 건강한 개에서 다양한 조직에 존재하는 것으로 밝혀졌다(Burr 등, 1996). 따라서 다른 바이러스와 세균 감염으로 인한 스트레스로 인해 CIRDC 질병 감염중에 CHV-1이 재활성화되어 심각한 임상 증상이 있는 개에서 더 자주 발견될 수 있다. 이번 조사에서 CHV-1은 95건(31.7%)이 검출되었고 이중 단독감염 22.0%, 중복감염 9.7%이었다. 검체 채취 월에 따른 검출률은 8월 100%, 3월 65.2%, 9월 56.1%로 매우 높게 나타났으며, 성별에 따른 감염 건수는 수컷 40.0%, 암컷 25.4% 및 중성화된 수컷 30.8%로 나타나 수컷이 암컷보다 검출률이 높았다($P=0.048$). 보호기간에 따른 CHV-1 검출률은 7일 이내에 42.1%, $7 < \sim \leq 21$ 일 20.6%, $21 < \sim \leq 60$ 일 48.2%로 나타나 주로 입소 후 2개월 이하에서 감염이 이루어진 것으로 보인다($P=0.002$). Erles 등(2004)의 조사에 따르면 PCR 검사에 의한 CHV-1 검출률은 호흡기 증상이 없는 개체에서는 2.2~9.7%, 호흡기 증상을 보이는 개체에서는 증상의 정도에 따라 7.1~25.0%로 보고하였다. 그리고 보호소 입소 2주 이내에 감염은 드물지만 3~4주 동안에 검출률이 높다고 보고하였다.

CRCoV의 검출률은 국내에서 호흡기 증상이 있는 개에서 2.8%, 일본에서 급성 호흡기 질환에 걸린 개에서 1.5%로, 독일에서 CIRDC에 걸린 개에서는 9.8%로 보고하였다(Mochizuki 등, 2008; An 등, 2010; Schulz 등, 2014). 이번 조사에서는 CRCoV는 유기견의 비좁고 환경시료에는 검출되지 않았다.

Mochizuki 등(2008)은 일본에서 급성 호흡기 질환에 걸린 개에서 CCoV 검출률을 4.4%로 보고하였는데, 이번 조사에서 CCoV 2건(0.7%)이 CHV-1과 *M. cynos*와 중복감염으로 8월에 채취한 유기견 2두에서 수컷과 암컷에서 각각 검출되었고, 입소 후 $7 < \sim \leq 14$ 일에 모두 확인되었다. 환경시료에서 CCoV는 3건(2.1%)으로 4월 채취한 건물 내 2건, 케이지 1건에서 확인되었다. 장염형 CCoV의 genotype은 type I과 type II로 나누어지는데 최근 이탈리아에서 치명적이고 전신성의

고병원성 CCoV type II가 장내용물과 폐에서 검출되었다(Buonavoglia 등, 2006).

일반적으로 어린 개는 CCoV에 의해서 질병으로 고통을 받지만, 성견에서는 준임상 감염이 흔하다(Kapoor 등, 2012). CCoV는 임상증상에 상관없이 분변, 비즙, 뇨 그리고 혈액에서 검출되며, 호흡기 질환에 걸린 개에서 실질적으로 다발한다(Kapoor 등, 2012; Lau 등, 2012). Lau 등(2012)은 CCoV가 호흡기 질환보다는 전신감염을 일으킨다고 제안하였다. 이번 조사에서 CCoV는 4월과 6월에 채취한 유기견의 호흡기 시료에서 5건(1.7%)이 모두 3세 이상의 개에서 검출되었으며, 이중 4건은 단독감염이었고, 1건은 *M. cynos*와 혼합감염이었고, 수컷 1건, 암컷 4건에서 검출되었다. 보호소 입소 후 $7 < \sim \leq 14$ 일에 4건(5.7%)이 검출되었다. 환경시료에서 CCoV는 6월에 5건(22.7%), 7월에 1건(3.8%)이 건물 내·외 및 케이지에서 검출되었다. 이전 국내 보고에 따르면 다양한 임상증상으로 폐사한 개의 폐와 장에서 CCoV가 9.6%에서 검출되었고, 모두 3개월령 이하에서 감염되었다. 이중 CCoV가 검출된 4마리의 개에서는 질병 또는 폐사와 관련된 다른 어떤 병원체도 검출되지 않았다. 이들 개는 콧물, 식욕결핍, 혼수, 폐수종, 간질성 폐렴, 폐포 중격 변성, 폐 섬유증, 사구체 변성의 병리학적 소견과 임상증상이 관찰되었다(Choi 등, 2015).

대부분의 CIRDC를 검사하는 연구에서 상부호흡기에서 정상 세균총으로 있는 mycoplasma를 가능성 있는 원인체로서 포함하고 있지 않다(Chalker 등, 2004). 이번 조사에서 유기견의 *M. cynos* 검출률은 22.0%로 CHV-1 다음으로 높았으며, 3월, 4월 그리고 6월에 채취한 시료에서 각각 73.9%, 50.0% 그리고 45.9%로 계절적 영향이 있었으며, 이들 양성시료 중 59.1%에서 단독으로 검출되었다. 그 외 성별이나 나이에 따른 검출률의 차이는 통계학적으로 유의성은 없었다. 국내에서 호흡기 질병에 걸린 실험용 개의 폐조직에서 *M. cynos*를 확인하였고, 병리조직학적 특징인 세기관지 주변의 림프구 증식과 간질의 비후와 림프구와 단핵구 침윤을 관찰하였다(Hong과 Kim, 2012). Chalker 등(2004)은 *M. cynos*는 섬모가 있는 기관 상피에서 입증함으로써 하부 호흡기계에서만 CIRDC와 관련이 있는 것으로 보고하였으며, 이 균은 CIRDC의 증상을 더욱 악화시키고 보호소 내에서 어린 나이와 거주 시간과의 관련성이 있다고 하였다. 그리고 보호소 입소 후 처음 2~3주 동안에 *M. cynos*에 대부분 감염되는 경향이 있으며, 21일 이상 기간 동안 머문 개에서는

M. cynos 분리가 감소한다고 보고하였다. 이번 조사 결과도 이들 보고와 유사한 경향을 보였는데, 입소 기간에 따른 *M. cynos*의 검출률은 $7 < \sim \leq 14$ 일에 35.7%, $14 < \sim \leq 21$ 일에 33.9%, $21 < \sim \leq 30$ 일에 31.3% 그리고 30일 이상부터는 뚜렷하게 감소하였다.

한편, 이번 조사에서 보호소 내·외부 및 케이지의 환경시료에서 *M. cynos*는 4건(2.8%)으로 7월에 1건(3.8%)과 9월에 3건(11.5%)으로 나타났다. Decaro 등(2016)의 보고에 의한 *M. cynos*는 초기 급성 CIRDC 임상증상이 있는 개의 7.7%, 무증상 개에서는 5.3%로 확인되었으며, 이 중 4건(5.1%)이 다른 병원체와 혼합 감염으로 확인되었다. 이번 조사에서 *M. cynos* 양성견 수 중 CHV-1와 중복감염은 24건으로 36.4%로 나타났다. CIRDC는 다양한 병원체에 의한 복합적인 질병으로 이들 병원체가 동시에 존재할 경우 질병의 심각성이 더욱 증가하게 된다. 뉴질랜드에서 CIRDC 증상이 있는 개에서 *M. cynos* 17%, CPIV 6% 그리고 *B. bronchiseptica* 6%가 양성이었다고, 건강한 개에서 CAdV-2 6%와 *M. cynos* 4%가 양성이라고 보고하였다(Sowman 등, 2018). 캐나다의 5개 소동물병원에서 채취한 개에서 *M. cynos*의 양성률은 CIRDC 증상이 있는 개에서 81.2%이고 대조군은 72.7%로 보고하였다(Joffe 등, 2016).

*B. bronchiseptica*는 CIRDC에서 가장 흔하게 분리되는 세균성 원인체이다. 이번 연구에서 *B. bronchiseptica*는 세균배양을 통해서 검출률을 조사하였으며, 8월~10월에 채취한 7건(2.3%)의 유기견 비좁은에서만 검출되었다. 독일 연구에서 PCR 검사를 통한 *B. bronchiseptica*의 검출률은 CIRDC에 걸린 개에서 78.7%로 가장 높은 검출률을 보였고, 건강한 개에서는 45.6%, 가정에서 채취한 검체에서 69.9%, 보호소 유기견에서는 41.4%로 보고하였다(Schulz 등, 2014). Decaro 등(2016)이 보고에 의한 *B. bronchiseptica*는 초기 급성 CIRDC 임상증상이 있는 개의 10.25% (8/78건), 무증상 개에서는 3.1%로 확인되었으며, 이 중 5건이 다른 병원체와 혼합 감염으로 확인되었다. 일본에서 호흡기 증상이 있는 가정에서 기르는 반려견의 *B. bronchiseptica* 검출률은 10.3%로 보고하였다(Mochizuki 등, 2008). 이번 조사의 검출률이 다른 연구자보다 낮은 것은 검사방법 즉, 세균배양과 PCR 검사에 차이로 생각한다.

결론적으로 이번 조사를 통해서 광주동물보호소에 입소하는 유기견의 질병분포와 입소 후 병원체에 감염되는 시기를 파악할 수 있었으며, 보호시설의 바닥과 케이지 등 환경 내에서 병원체가 확인됨으로써 철저한 소독과 위생관리가 매우 중요함을 인식할 수 있

었다. 이 결과를 동물보호소 관리자와 수의사에게 제공하여 질병 예방과 확산방지를 위한 개체 및 군집관리와 위생적인 보호시설의 운영관리 정책수립에 매우 중요한 자료로 활용되기를 기대한다. 한편, 보호소에서 시민에게 유기견으로 분양할 때 동물의 질병상태를 반드시 제공함으로써 입양 후 질병치료를 소요되는 경제적 손실을 최소화할 수 있도록 하며, 건강한 동물이 시민에게 분양될 수 있는 효율적인 질병관리 체계가 보호소에도 도입되어야 할 것으로 생각한다.

결 론

CIRDC는 개 전염성 기관기관지염 또는 kennel cough로 불리며, 주로 보호소와 같은 집단으로 거주하는 환경에서 전염성 높은 복합 호흡기 질환이다. 이번 조사는 광주동물보호소 내 유기견의 호흡기 병원체 조사를 위해서 2019년 2월부터 10월까지 유기견 300마리의 비좁은 보호소 바닥, 케이지 등 환경시료 145건을 채취하여 세균배양 및 11개 병원체 즉, *M. cynos*, CDV, CIV, CPIV, CRCoV, CCoV, CnPnV, CHeV, CAdV-2, CHV-1, CBoV에 대한 유전자 검사를 하였다. 유기견 300마리의 비좁은시료 300건 중에서 호흡기 병원체 6종이 148건(49.3%)에서 검출되었다. CHV-1이 95건(31.7%)으로 가장 많이 검출되었고, 다음으로 *M. cynos* 66건(22.0%), *B. bronchiseptica* 7건(2.3%), CPIV 6건(2.0%), CBoV 5건(1.7%), CCoV 2건(0.7%)순으로 검출되었다. 호흡기 병원체가 단독으로 검출된 시료는 116건(38.7%), 중복감염 시료는 32건(10.7%)이었다. 보호소에 입소한 기간에 따른 *M. cynos*의 검출률은 7일에서 30일 사이에 높았으며, CHV-1은 7일 이내에 그리고 21일에서 60일 사이에 높았고, 통계학적으로 유의성이 있었다. 환경시료 145건 중에서 *M. cynos*, CCoV, CBoV 및 CHV-1가 검출되었다. 이번 조사는 광주동물보호소에 대한 호흡기 병원체 조사를 통해서 보호소의 운영방법과 환경관리 그리고 수의사의 치료방향 등에 대한 지표를 제시하였고, 보호소 내 유기견의 개 전염성 호흡기 질환 상태를 체계적으로 관리하고 검사할 수 있는 정책 수립 자료로 활용할 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2019년도 광주광역시보건환경연구원 연

구사업비 지원으로 수행하였습니다. 이번 연구과제를 수행하는데 많은 도움을 주신 광주동물보호소 남주현 수의사님께 감사드립니다.

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

Ba-Ra-Da Koh, <https://orcid.org/0000-0002-7531-0914>

Han-Na Kim, <https://orcid.org/0000-0003-4912-7320>

Hyo-Jung Kim, <https://orcid.org/0000-0003-2422-567X>

A-Reum Oh, <https://orcid.org/0000-0002-7879-546X>

Bo-Ram Jung, <https://orcid.org/0000-0002-9924-048X>

Jae-Sung Park, <https://orcid.org/0000-0003-2690-1977>

Jae-Gi Lee, <https://orcid.org/0000-0001-8498-3320>

Ho-Myoung Na, <https://orcid.org/0000-0002-7403-6888>

Yong-Hwan Kim, <https://orcid.org/0000-0002-6938-7333>

REFERENCES

- 농림축산식품부. 2018. '17년 유실·유기동물 10만 마리 구조·보호. <http://www.mafra.go.kr/mafra>.
- 문화체육관광부·농촌진흥청. 2018. 2018년 반려동물에 대한 인식 및 양육 현황 조사 보고서. <http://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=38280>.
- An DJ, Jeong W, Yoon SH, Jeoung HY, Kim HJ, Park BK. 2010. Genetic analysis of canine group 2 coronavirus in Korean dogs. *Vet Microbiol* 141(1-2): 46-52.
- Bottinelli M, Rampacci E, Stefanetti V, Marenzoni ML, Malmlov AM, Coletti M, Passamonti F. 2016. Serological and biomolecular survey on canine herpesvirus-1 infection in a dog breeding kennel. *J Vet Med Sci* 78(5): 797-802.
- Britton AP, Davies JL. 2010. Rhinitis and meningitis in two shelter cats caused by *Streptococcus equi* subspecies *zoepidemicus*. *J Comp Pathol* 143(1): 70-74.
- Buonavoglia C, Decaro N, Martella V, Elia G, Campolo M, Desario C, Castagnaro M, Tempesta M. 2006. Canine coronavirus highly pathogenic for dogs. *Emerg Infect Dis* 12(3): 492-494.
- Buonavoglia C, Martella V. 2007. Canine respiratory viruses. *Vet Res* 38: 355-373.
- Burr PD, Campbell ME, Nicolson L, Onions DE. 1996. Detection of canine herpesvirus 1 in a wide range of tissues using

- the polymerase chain reaction. *Vet Microbiol* 53(3-4): 227-237.
- Chalker VJ, Owen WM, Paterson C, Barker E, Brooks H, Rycroft AN, Brownlie J. 2004. Mycoplasmas associated with canine infectious respiratory disease. *Microbiology* 150(Pt 10): 3491-3497.
- Choi JW, Lee KH, Lee JI, Lee MH, Lee KK, Oem JK. 2015. Genetic characteristics of canine bocaviruses in Korean dogs. *Vet Microbiol* 179(3-4): 177-183.
- Decaro N, Mari V, Larocca V, Losurdo M, Lanave G, Lucente MS, Corrente M, Catella C, Bo S, Elia G, Torre G, Grandolfo E, Martella V, Buonavoglia C. 2016. Molecular surveillance of traditional and emerging pathogens associated with canine infectious respiratory disease. *Vet Microbiol* 192: 21-25.
- El-Attar LM, Mitchell JA, Brooks Brownlie H, Priestnall SL, Brownlie J. 2015. Detection of non-primate hepatitis viruses in UK dogs. *Virology* 484: 93-102.
- Erles K, Dubovi EJ, Brooks HW, Brownlie J. 2004. Longitudinal study of viruses associated with canine infectious respiratory disease. *J Clin Microbiol* 42(10): 4524-4529.
- Highland MA, Byrne BA, Debroy C, Samitz EM, Peterson TS, Oslund KL. 2009. Extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*-induced pneumonia in three kittens and fecal prevalence in a clinically healthy cohort population. *J Vet Diagn Invest* 21(5): 609-615.
- Hong S, Kim O. 2012. Molecular identification of *Mycoplasma cynos* from laboratory beagle dogs with respiratory disease. *Lab Anim Res* 28(1): 61-65.
- Joffe DJ, Lelewski R, Weese JS, McGill-Worsley J, Shankel C, Mendonca S, Sager T, Smith M, Poljak Z. 2016. Factors associated with development of Canine Infectious Respiratory Disease Complex (CIRDC) in dogs in 5 Canadian small animal clinics. *Can Vet J* 57(1): 46-51.
- Kapoor A, Dubovi EJ, Henriquez-Rivera JA, Lipkin WI. 2012. Complete genome sequence of the first canine circovirus. *J Virol* 86(12): 7018.
- Lau SKP, Woo PCY, Yeung HC, Teng JLL, Wu Y, Bai R, Fan RYY, Chan KH, Yuen KY. 2012. Identification and characterization of bocaviruses in cats and dogs reveals a novel feline bocavirus and a novel genetic group of canine bocavirus. *J Gen Virol* 93(Pt 7): 1573-1582.
- Lavan R, Knesl O. 2015. Prevalence of canine infectious respiratory pathogens in asymptomatic dogs presented at US animal shelters. *Small Anim Pract* 56(9): 572-576.
- Li L, Pesavento PA, Leutenegger CM, Estrada M, Coffey LL, Naccache SN, Samayoa E, Chiu C, Qiu J, Wang C, Deng X, Delwart E. 2013. A novel bocavirus in canine liver. *Virol J* 10:54.
- Li L, Pesavento PA, Shan T, Leutenegger CM, Wang C, Delwart E. 2011. Viruses in diarrhoeic dogs include novel kobuviruses and sapoviruses. *J Gen Virol* 92(pt 11): 2534-2541.
- Maboni G, Seguel M, Lorton A, Berghaus R, Sanchez S. 2019. Canine infectious respiratory disease: New insights into

- the etiology and epidemiology of associated pathogens. *PLoS One* 14(4): e0215817.
- Mitchell JA, Cardwell JM, Leach H, Walker CA, Le Poder S, Decaro N, Rusvai M, Egberink H, Rottier P, Fernandez M, Fragkiadaki E, Shields S, Brownlie J. 2017. European surveillance of emerging pathogens associated with canine infectious respiratory disease. *Vet Microbiol* 212: 31-38.
- Mochizuki M, Yachi A, Ohshima T, Ohuchi A, Ishida T. 2008. Etiologic study of upper respiratory infections of household dogs. *J Vet Med Sci* 70(6): 563-569.
- Monteiroa FL, Cargneluttia JF, Martinsa M, Anzilierob D, Erhardta MM, Weiblena R, Floresa EF. 2016. Detection of respiratory viruses in shelter dogs maintained under varying environmental conditions. *Braz J Microbiol* 47(4): 876-881.
- Myung BY, Yi YK, Paik IY, Chung GM, Lim S, Suh GH, Kang SS, Shin S. 2009. The disease status of stray dogs admitted to an animal shelter in Gwangju, Korea. *Korean J Vet Res* 49(4): 297-307.
- Na HM, Bae SY, Lee YE, Park JS, Park SD, Kim ES, Kim YH. 2013. Prediction survey on the viral disease of companion animals in Gwangju area, Korea. *Korean J Vet Serv* 36(3): 187-192.
- Paul MA, Appel M, Barrett R, Carmichael LE, Childers H, Cotter S, Davidson A, Ford R, Keil D, Lappin M, Schultz RD, Thacker E, Trumpeter JL, Welborn L; American Animal Hospital Association Canine Vaccine Task Force. 2003. Report of the American Animal Hospital Association (AAHA) Canine Vaccine Task Force: executive summary and 2003 canine vaccine guidelines and recommendations. *J Am Anim Hosp Assoc* 39(2): 119-131.
- Pesavento PA, Murphy BG. 2014. Common and emerging infectious diseases in the animal shelter. *Vet Pathol* 51(2): 478-491.
- Piewbang C, Rungsipipat A, Poovorawan Y, Techangamsuwan S. 2016. Development and application of multiplex PCR assays for detection of virus-induced respiratory disease complex in dogs. *J Vet Med Sci* 78(12):1847-1854.
- Pratelli A, Tempesta M, Greco G, Martella V, Buonavoglia C. 1999. Development of a nested PCR assay for the detection of canine coronavirus. *J Virol Methods* 80(1): 11-15.
- Priestnall SL, Mitchell JA, Walker CA, Erles K, Brownlie J. 2014. New and emerging pathogens in canine infectious respiratory disease. *Vet Pathol* 51(2): 492-504.
- Renshaw RW, Zylich NC, Laverack MA, Glaser AL, Dubovi EJ. 2010. Pneumovirus in dogs with acute respiratory disease. *Emerg Infect Dis* 16(6): 993-995.
- Schulz BS, Kurz S, Weber K, Balzer HJ, Hartmann K. 2014. Detection of respiratory viruses and *Bordetella bronchiseptica* in dogs with acute respiratory tract infections. *Vet J* 201(3): 365-369.
- Song DS, An DJ, Moon HJ, Yeom MJ, Jeong HY, Jeong WS, Park SJ, Kim HK, Han SY, Oh JS, Park BK, Kim JK, Poo H, Webster RG, Jung K, Kang BK. 2011. Interspecies transmission of the canine influenza H3N2 virus to domestic cats in South Korea, 2010. *J Gen Virol* 92: 2350-2355.
- Sowman HR, Cave NJ, Dunowska M. 2018. A survey of canine respiratory pathogens in New Zealand dogs. *New Zealand Veterinary Journal* 66(5): 236-242.