

울산지역 공원에서 채집된 모기의 심장사상충 감염도 조사

차세진* · 윤남식 · 이승준 · 장지택

울산광역시 보건환경연구원

Survey on infection rate of *Dirofilaria immitis* in mosquitoes collected from the parks in Ulsan

Cejin Cha*, Namsik Yoon, Sungjoon Lee, Jeetag Jang

Ulsan Institute of Health & Environment, Ulju 44953, Korea

Received July 27, 2022
Revised November 7, 2022
Accepted November 11, 2022

Corresponding author:

Cejin Cha

E-mail: cjcha49@korea.kr

https://orcid.org/0000-0001-5966-5128

Dirofilariasis is a mosquito-borne parasitic infection that mainly causes symptoms such as chronic cough, respiratory distress, abnormal breath sounds, heart valve dysfunction, right heart hypertrophy, liver congestion and cirrhosis, ascites, and pleural effusion in dogs. In this study, from June to September 2021, we collected and identified mosquitoes in parks where citizens often take their dogs for a walk, and created pools from them by month, species, and location. These pools were checked for the infection of *Dirofilaria immitis* by PCR and the minimum infection rates (MIRs) were calculated. The MIR of all mosquitoes collected was 6.4, and the MIRs of mosquitoes from Daewangam Park, Yecheoncheon Walk, Taehwagang National Garden, and Sinbulsan County Park were 9.7, 4.7, 2.1, and 0, respectively. It also confirmed that *Aedes hatori*, *Aedes vexans nipponii*, and *Ochlerotatus koreicus* were major vectors of heartworm in Ulsan. Our results suggest that heartworm prophylaxis should be considered in Ulsan.

Key Words: *Dirofilaria immitis*, Heartworm, PCR, Mosquito, MIR

서론

심장사상충(*Dirofilaria immitis*)은 주로 열대, 아열대, 온대 지역에서 모기에 의해 매개되는 기생충으로 개, 고양이, 여우, 늑대 등 다양한 포유동물에 기생하는데 특히, 개에서 여러 장기 에 장애를 유발한다(Simón 등, 2009). 감염된 개의 혈액에 존재하는 자충(microfilaria)은 중간 숙주인 모기가 숙주를 흡혈 할 때 모기의 체내에 들어가 말피씨기관에서 제3기 유충(L3)으로 발육한다. 이 제3기 유충은 모기의 주둥이로 이동하여 흡혈 과정에서 종숙주 체내로 들어가서 폐동맥과 우심실에서 성충으로 성장한다.(Ledesma와 Harrington, 2011). 개 심장사상충 증은 주로 만성기침, 호흡축박, 비정상 호흡음, 심장판막의 기능부전, 우심 비대, 간층혈 및 간경화, 복수, 흉수 등을 유발한다 (Park, 2002).

개의 심장사상충 감염을 일으키는 원인체는 사람에게도 위험 요소로 작용하기도 한다. *D.immitis*가 인체에 감염이 되면 호흡기 및 피하에 결절을 유발하기도 하며(Simón 등, 2005), 간에 결절을 형성하기도 한다(Kim 등, 2002).

심장사상충을 매개하는 모기는 집모기류(*Culex*), 숲모기류(*Aedes*, *Ochlerotatus*), 열록날개모기류(*Anopheles*)를 포함하여 약 70여종(Ludram 등, 1970; Cancrini 등, 2006)이 알려져 있을 정도로 다양하다. 스페인, 이탈리아, 터키에서는 *Culex pipiens*, 포르투갈 마테이라와 스페인 카나리아 제도에서는 *Culex theileri*가 심장사상충을 매개하는 주요 모기종으로 보고한 바 있다(Morchón 등, 2012). 일본에서는 적어도 16종의 모기가 심장사상충 전파에 역할을 하는 것으로 알려져 있으며, 호주에서는 *Aedes notoscriptus*, 브라질에서는 *Aedes*속의 모기가 심장사상충 전파를 한다고 보고한 바 있다(Noack

등, 2021). 또한 아르헨티나에서는 *Culex pipiens*와 *Aedes aegypti*를 주요 매개종으로 보고하였다(Vezzani 등, 2006).

개에서 심장사상충 감염을 조사는 지금까지 국내에서 지역별로 다양하게 보고된 바 있다. 하지만 모기에서 직접 심장사상충 유전자를 검출하는 방법으로 심장사상충 감염률을 확인하고 주요 매개종을 확인한 연구는 국내에서는 경기도 및 강원도(Lee 등, 2007), 인천(Jeong 등, 2020) 밖에 없다. 이번 연구는 모기에서 직접 심장사상충 자충에 대한 감염도를 조사하는 울산지역 최초의 연구로서, 반려동물의 출입이 잦은 공원지역의 모기를 채집하여 PCR 방법으로 심장사상충 항원에 대한 감염도를 확인하여 심장사상충 예방대책 수립을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

모기채집 및 분류

모기는 울산광역시 내에 시민들이 자주 이용하는 공원 4개소(테화강국가정원, 대왕암공원, 여천천산책로, 신불산군립공원)에서 2021년 6월부터 9월까지 4개월간 주 1회 채집하였다. 채집은 구·군 보건소에서 운영중인 디지털모기계측기를 이용하였다.

채집한 모기는 실험실로 가져와 분류 전까지 냉동실에서 보관하였으며, 1개월 단위로 전자모기도감(질병관리청)의 형태학적 분류기준에 따라 실체현미경을 이용하여 동정하였다. 동정된 모기는 시기별·종별·장소별로 1~50마리 단위로 pool을 만들었다.

핵산 추출

모기에서 *D. immitis* 감염 확인을 위한 genomic DNA 추출은 Maxwell RSC® Whole Blood DNA kit (Promega, USA) 및 Maxwell RSC® 48 (Promega, USA) 장비를 이용하였다.

모기 pool은 homogenization용 2 mL tube에 넣어서 준비해두었다. 각 tube에 proteinaseK 40 µL, TLA buffer 400 µL를 분주하여 homogenization을 진행한 후, 70°C heat block

에서 60분간 incubation시켰다. 그 후, 12,000 rpm으로 5분 동안 원심분리한 후 깨끗한 상층액을 추출에 이용하였다.

추출 장비에 카트리지를 장착한 후에 시료 300 µL, elution buffer 100 µL를 분주하여 Maxwell software에서 'Whole Blood DNA'를 선택하여 *D. immitis* DNA를 추출하였다.

PCR 분석

*D. immitis*의 16S rRNA 유전자 증폭을 위한 PCR 수행을 하기 위해 Watt 등(1999)의 방법을 따라 Table 1의 프라이머를 제작하였다. 이 프라이머를 이용하여 양성대조군 시료에 PCR을 실시하여 그 유효성을 검증하였다. 양성대조군은 동물병원에 내원한 심장사상충 감염견 중 자충이 확인된 개체의 혈액을 이용하였다. 감염 확인은 Rapid CHW Ag 2.0키트(Bionote, Korea)를 이용하였으며, 자충의 유무는 헤파린 튜브에 말초혈액을 채혈한 후 혈구도말하여 광학현미경으로 확인하였다.

모기에서 추출한 genomic DNA는 상기의 프라이머를 사용하여 PCR을 실시하였다. AccuPower® HotStart PCR Premix (Bioneer, Korea)에 template DNA 4 µL, 10 pmol/µL 프라이머 각 1 µL, DNA free water 14 µL를 첨가하여 총 20 µL로 만들었다. PCR 반응조건은 initial denaturation 94°C에서 5분 수행한 후, denaturation 94°C에서 40초, annealing 55°C에서 40초, elongation 72°C에서 40초를 40회 반복하였다. 이러한 핵산 증폭 과정을 거친 후 QIAxcel Advanced Instrument (QIAGEN, Germany)를 이용하여 양성밴드 유무를 확인하였다.

최소감염률(MIR) 계산

최소감염률(minimum infection rates, MIR=양성으로 검출된 pool 수/채집한 모기 총 마리수×1,000)은 모기 1,000마리당 심장사상충 감염률을 의미한다(Ejiri 등, 2009). 시기별·장소별·종별로 최소감염률을 구하여 비교분석 하였다.

Table 1. Sequence of primer for PCR

Oligo name	Sequence (5'→3')	Product size
<i>D. immitis</i> F	GCA TCT TAG AAC TTG GTC CAT CC	440 bp
<i>D. immitis</i> R	CAA AGG CGT ATT TAC CGC CAC	

결 과

2021년 6월부터 9월까지 채집한 모기는 총 10종, 2,795마리로 태화강국가정원에서 472마리(16.9%), 대왕암공원에서 1,238마리(44.3%), 여천천산책로에서 1,068마리(38.2%), 신불산군립공원에서 17마리(0.6%) 채집하였다. 공원 4개소에서 채집한 전체 모기의 심장사상충 최소감염률은 6.4이며, 공원별로 최소감염률을 살펴보면 태화강국가정원에서는 2.1, 대왕암공원에서는 9.7, 여천천산책로에서는 4.7, 신불산군립공원에서 0으로 나타났다(Table 2).

채집한 모기를 장소별, 시기별, 종별로 1~50마리 단위로 pool을 만들어 심장사상충 항원 PCR 검사를 한 결과, 총 118개의 pool 중에서 18개 pool에서 심장사상충 양성을 확인하였다. 양성 pool의 개수는 태화강국가정원에서는 하토리숲모기 (*Aedes hatorii*)에서 1개, 대왕암공원에서는 빨간집모기(*Cx. pipens*)에서 5개, 이나토미집모기(*Culex inatomii*)에서 1개, 한국숲모기(*Ochlerotatus koreicus*)에서 4개, 토고숲모기(*Ochlerotatus togoi*)에서 1개, 총 12개였으며 여천천산책로에

서는 빨간집모기(*Culex pipens*)에서 3개, 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)에서 1개, 금빛숲모기(*Aedes vexans nipponii*)에서 1개, 총 5개로 나타났다.

모기 종별로 심장사상충에 대한 최소감염률을 살펴보면 하토리숲모기에서 100.0, 금빛숲모기에서 24.4, 한국숲모기에서 22.1, 이나토미집모기 13.7, 토고숲모기 13.5, 작은빨간집모기 6.4, 빨간집모기 3.7 순으로 나타났다. 채집장소에 따른 모기 종별 최소감염률을 살펴보면 태화강국가공원의 하토리숲모기는 100.0으로 가장 높게 나타났으며, 여천천의 금빛숲모기에서 24.4, 대왕암공원의 한국숲모기 22.1, 대왕암공원의 이나토미집모기 13.7, 대왕암공원의 토고숲모기 13.5, 여천천의 작은빨간집모기 6.4, 대왕암공원의 빨간집모기 2.3, 여천천의 빨간집모기 1.4 순으로 나타났다(Table 3).

채집된 모기를 시기별로 살펴보면 각각 6월 1,469마리(52.6%), 7월 442마리(15.8%), 8월 775마리(27.7%), 9월 109마리(3.9%)였다. 월별 양성 pool의 개수는 6월 8개, 7월 4개, 8월 5개, 9월 1개였으며, 월별 채집된 모기의 심장사상충에 대한 최소감염률을 각각 6월 5.4, 7월 9.0, 8월 6.5, 9월 9.2로 나타

Table 2. Regional prevalence of *D. immitis* infection in mosquitoes

Site	Taehwagang National Garden	Daewangam Park	Yeocheoncheon Walk	Sinbulsan County Park	Total
No. of mosquitoes	472	1,238	1,068	17	2,795
% of mosquitoes	16.9	44.3	38.2	0.6	100.0
No. of Pools	26	48	37	7	118
No. of Positive Pools	1	12	5	0	18
MIR*	2.1	9.7	4.7	0.0	6.4

*MIR: Number of positive pools/total number of mosquitoes×1,000.

Table 3. Regional prevalence of *D. immitis* infection by mosquito species

Species	Mosquito		T*		D [†]		Y [‡]		S [§]		Total	
	No. ¹	%**	(+) ^{††}	MIR	(+)	MIR	(+)	MIR	(+)	MIR	(+)	MIR
<i>Cx. pipens</i>	2,171	77.7	0	0	5	2.3	3	1.4	0	0	8	3.7
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	157	5.6	0	0	0	0	1	6.4	0	0	1	6.4
<i>Cx. inatomii</i>	73	2.6	0	0	1	13.7	0	0	0	0	1	13.7
<i>Oc. koreicus</i>	181	6.5	0	0	4	22.1	0	0	0	0	4	22.1
<i>Oc. togoi</i>	148	5.3	0	0	2	13.5	0	0	0	0	2	13.5
<i>Ae. vexans nipponii</i>	41	1.5	0	0	0	0	1	24.4	0	0	1	24.4
<i>Ae. hatorii</i>	10	0.4	1	100.0	0	0	0	0	0	0	1	100.0
<i>Ar. subalbatus</i>	10	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anopheles spp.</i>	3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oc. vagans</i>	1	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2,795	100									18	6.4

*T, Taehwagang National Garden; †D, Daewangam Park; ‡Y, Yeocheoncheon Walk; §S, Sinbulsan County Park; ¹No., number of mosquitoes; **%, percentage of mosquitoes; ††(+), number of positive pools.

Table 4. Seasonal prevalence of *D. immitis* infection in mosquitoes

Site	Jun	Jul	Aug	Sep	Total
No. of mosquitoes	1,469	442	775	109	2,795
% of mosquitoes	52.6	15.8	27.7	3.9	100.0
No. of pools	48	21	33	16	118
No. of positive pools	8	4	5	1	18
MIR*	5.4	9.0	6.5	9.2	6.4

*MIR: Number of positive pools/total number of mosquitoes×1,000.

Table 5. Seasonal prevalence of *D. immitis* infection in mosquitoes by mosquito species

Species	Mosquito		Jun		Jul		Aug		Sep		Total	
	No.	%	(+)	MIR*	(+)	MIR	(+)	MIR	(+)	MIR	(+)	MIR
<i>Cx. pipens</i>	2,171	77.7	3	1.4	2	0.9	3	1.4	0	0	8	3.7
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	157	5.6	0	0	0	0	1	6.4	0	0	1	6.4
<i>Cx. inatomii</i>	73	2.6	1	13.7	0	0	0	0	0	0	1	13.7
<i>Oc. koreicus</i>	181	6.5	2	11.0	1	5.5	0	0	1	5.5	4	22.1
<i>Oc. togoi</i>	148	5.3	1	6.8	1	6.8	0	0	0	0	2	13.5
<i>Ae. vexans nipponii</i>	41	1.5	1	24.4	0	0	0	0	0	0	1	24.4
<i>Ae. hatorii</i>	10	0.4	0	0	0	0	1	100.0	0	0	1	100.0
<i>Ar. subalbatus</i>	10	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anopheles spp.</i>	3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oc. vagans</i>	1	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2,795	100	8	5.4	4	9.0	5	6.5	1	9.2	18	6.4

*MIR : number of positive pools / total number of mosquitoes×1,000.

났다(Table 4).

채집 시기별로 나누어서 모기 종별 최소감염률을 살펴보면 8월의 하도리숲모기는 100.0으로 가장 높게 나타났으며, 6월 금빛숲모기에서 24.4, 6월 이나토미집모기 13.7, 6월 한국숲모기 11.0, 6월과 7월의 토고숲모기 6.8, 8월 작은빨간집모기 6.4, 7월과 9월 한국숲모기 5.5, 6월과 8월의 빨간집모기 1.4, 7월의 빨간집모기 0.9 순으로 나타났다(Table 5).

고 찰

최근 들어 우리 사회에서 반려동물을 키우는 인구는 갈수록 증가하고 있으며 가족의 일원으로 받아들이는 문화도 정착되고 있다. 2021년 동물보호에 대한 국민의식조사 보고서(농림축산식품부, 2021)에 따르면 전체 응답자의 66.8%가 반려동물을 기른 경험이 있으며, 그 중 개가 72.9%를 차지하는 것으로 나타났다. 이렇게 반려동물을 키우면서 보호자들이 중요하게 생각하는 기본적인 건강관리 중 하나가 심장사상충 예방이다(김, 2012).

이 연구에서는 울산지역 공원 4개소에서 모기를 채집하여 심장사상충 감염도 및 심장사상충을 매개하는 모기종을 조사하였다.

울산의 공원에서 모기를 채집한 결과, 채집된 모기 마리수 및 최소감염률은 공원별로 편차가 컸다. 전체 모기의 44.3%가 대왕암공원에서 채집되었으며 최소감염률도 9.7로 심장사상충 감염에 대한 위험도도 가장 높게 나타났다. 최소감염률이란 모기 1,000마리 중 양성 pool의 개수로, pool은 1~50마리씩 만들어졌기 때문에 대왕암공원에서는 모기 1,000마리당 최소 9.7마리에서 최대 485마리가 심장사상충에 감염되었음을 의미한다. 반면 신불산근린공원은 전체 모기의 0.6%만 채집되었으며 심장사상충 감염은 확인되지 않았다.

공원 4개소에서 전체 모기의 심장사상충 최소감염률은 6.4로 2018년 인천지역에서 조사 결과(0.38)와 비교하여 아주 높은 감염률을 나타내었으며(Jeong 등, 2020), 2005년 강원도지역의 조사 결과(1.4)와 비교해도 높았지만 2005년 경기도 지역의 조사 결과(10.8)와 비교했을 때는 낮은 수준의 감염률을 보였다(Lee 등, 2007). 모기가 아닌 개에서의 심장사상충 감염률을 살펴보면 1997년 인천의 사육견 조사결과에서는 2.7% (Lee 등, 1999), 2012~2013년 유기견 조사결과에서는 2.2% (Yoon 등, 2014), 2019년 경기도 유기견 조사결과에서 8.2% (Ko 등, 2020), 2000~2001년 강원도 사육견 조사결과에서는 25.7%

(Wee 등, 2001), 2009년 울산지역의 사육견 조사결과에서는 7.2% (Park, 2010) 및 2017년 유기견 조사결과에서는 5.2% (Lee 등, 2020)로 보고된 바 있다. 모기의 심장사상충 감염률과 개에서의 심장사상충 감염률과의 상관관계에 대한 직접적인 연구는 수행된 바 없지만 직관적으로 양의 상관관계를 가진다고 추정할 수 있다. 하지만 상기의 연구결과는 조사시기가 달라서 정확한 비교는 어려웠으며, 이를 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

모기의 감염률에 영향을 주는 요인으로는 숙주(개)의 개체 수, 특정 모기종의 수, 모기 유충 서식지의 가용성 및 기타 생물학적 또는 비생물학적 조건이 있을 수 있다고 보고된 바 있다(Paras 등, 2014). 또한 심장사상충 주요 매개종으로 알려진 모기들이 있음에도 불구하고 도시화로 인한 모기종의 다양성 감소가 모기의 심장사상충 감염률을 낮추고 질병전파 가능성을 낮추어서 숙주의 감염률도 낮춘다는 연구도 있다(Spence Beaulieu 등, 2020).

본 연구에서 하토리숲모기, 금빛숲모기, 한국숲모기, 이나 토미집모기, 토고숲모기, 작은빨간집모기, 빨간집모기 등 7종에서 심장사상충 감염을 확인하였다. 특히, 하토리숲모기(*Ae. hatorii*), 금빛숲모기(*Ae. vexans nipponii*), 한국숲모기(*Oc. koreicus*)에서 높은 감염률을 나타냈는데 이들 숲모기 종이 울산지역의 심장사상충 전파에 주요 매개체임을 알 수 있다. 이는 인천의 연구(Jeong 등, 2020)와 유사한 결과를 보였는데 인천에서는 등줄숲모기 및 한국숲모기를 심장사상충의 주요 매개체로 결론짓고 있다. 또한 경기도는 금빛숲모기와 큰검정들모기를, 강원도는 금빛숲모기를 질병 전파의 주요 매개체로 보고 있다. 대왕암공원에서 모기에서의 심장사상충에 대한 감염률이 높았던 이유가 이러한 숲모기류의 밀도가 다른 지역보다 월등히 높은 것이 원인일 것이라고 생각된다.

월별 채집된 모기 수는 6월이 가장 많았고, 8월, 7월, 9월 순이었다. 모기 밀도에 영향을 주는 요인에는 온도, 상대습도, 강수량, 풍속 등이 있는데(Dom 등, 2013; Asigau와 Parker, 2018; Na와 Yi, 2020) 7월 초 짧은 낮장마와 7월 중하순의 폭염, 8월 중순까지 건조한 날씨, 9월의 상대적으로 높은 풍속으로 인해 6월에 비해 7, 8, 9월에 채집한 모기 수가 적었던 것으로 사료된다. 모기 채집량과 모기종의 차이는 그해 모기가 집중 발생하는 7월부터 9월까지 기후에 따라 증감의 변화가 크다(한 등, 2011). 월별로 채집된 모기의 심장사상충에 대한 최소감염률은 9월, 7월, 8월, 6월 순으로 높게 나타났다. 이는 채집된 모기종의 차이가 감염률에 영향을 줬기 때문으로 사료된다. 9월에

감염률이 가장 높게 나타난 이유는 채집모기 수가 매우 적었던 데 반해 감염률이 높은 하토리숲모기에서 양성 이 나왔기 때문일 것으로 추정된다.

개에서의 심장사상충 감염률은 실외사육견이 실내사육견보다 월등히 높은 것으로 보고된 바 있는데(Lu 등, 2017) 이는 실내 사육견은 모기와 접촉할 기회 자체가 적어서 감염률이 낮은 것으로 알려져 있다(Park, 2010). 그러므로 심장사상충에 감염된 모기가 많은 공원에서 반려동물을 산책시킨다는 것은 심장사상충에 대한 감염 위험도가 높아진다는 것을 의미한다.

이 연구 결과를 바탕으로 반려동물과 삶을 함께하는 시민들에게 공원 모기를 통한 심장사상충 감염 위험이 있음을 알리고 심장사상충 예방약 투여 독려를 통해 심장사상충 감염을 낮출 수 있을 것이다. 또한 심장사상충을 매개하는 모기의 활동시기인 여름에서 초가을까지 공원지역 방제활동의 기초자료로 활용하여 반려견의 심장사상충 예방에 기여할 것으로 기대한다.

결론

2021년 6월부터 9월까지 울산지역 공원 4개소에서 채집한 모기에 대해서 PCR 방법으로 심장사상충 감염도를 조사한 결과, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 공원 4개소에서 채집한 모기는 총 2,795마리였다. 전체 모기의 심장사상충 최소감염률은 6.4이며, 공원별로 최소감염률을 살펴보면 대왕암공원에서는 9.7, 여천천산책로에서는 4.7, 태화강국가정원에서는 2.1, 신불산근립공원에서는 0으로 나타났다.
2. 모기 종별로 심장사상충 감염에 대한 최소감염률을 확인한 결과, 하토리숲모기(*Ae. hatorii*), 금빛숲모기(*Ae. vexans nipponii*), 한국숲모기(*Oc. koreicus*)에서 높은 감염률을 나타냈는데 이들 종이 울산지역의 심장사상충 전파에 주요 매개체임을 확인하였다.
3. 월별 채집된 모기 수는 6월이 가장 많았고, 8월, 7월, 9월 순이었으며, 심장사상충에 대한 최소감염률은 각각 6월 5.4, 7월 9.0, 8월 6.5, 9월 9.2로 나타났다. 온도, 상대습도, 강수량, 풍속 등의 영향을 받아 채집된 모기밀도 및 모기종에 차이를 보였으며, 모기의 감염률은 채집 모기수와는 별개로 채집된 모기종의 비율이 감염률에 영향을 주었기 때문으로 생각된다.
4. 이 연구 결과를 바탕으로 시민들에게 공원 모기를 통한 심장사상충 감염 위험이 있음을 알리고 심장사상충 예방약 투여 독려 및 공원지역 방제활동을 통해 반려견의 심장사상충 예방에 기여할 수 있을 것이다.

CONFLICT OF INTEREST

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

ORCID

Cejin Cha, <https://orcid.org/0000-0001-5966-5128>

Namsik Yoon, <https://orcid.org/0000-0001-7000-2405>

Sungjoon Lee, <https://orcid.org/0000-0001-9876-4735>

Jeetag Jang, <https://orcid.org/0000-0002-8439-753X>

REFERENCES

- 김재영. 2012. 고양이의 심장사상충증. J Korean Vet Med Assoc 48(7): 500-504.
- 농림축산식품부. 2021. 2021년 동물보호에 대한 국민의식조사 보고서, pp.11-19.
- 한창호, 윤용태, 이집호, 이정미, 최성민. 2011. 서울지역에서 채집한 모기 분포 조사(2008-2011). 대한보건협회 보건종합학술대회 2011(0): 99-99.
- Asigau S, Parker PG. 2018. The influence of ecological factors on mosquito abundance and occurrence in Galápagos. J Vector Ecol 43(1): 124-137.
- Cancrini G, Magi M, Gabrielli S, Arispici M, Tolari F, Dell'Omodarme M, Prati MC. 2006. Natural vectors of dirofilariasis in rural and urban areas of the Tuscan region, Central Italy. J Med Entomol 43(3): 574-579.
- Dom NC, Ahmad AH, Ismail R. 2013. Habitat Characterization of *Aedes* Sp. Breeding in Urban Hotspot Area. Behav Sci 85(1): 100-109.
- Ejiri H, Sato Y, Sawai R, Sasaki E, Matsumoto R, Ueda M, Higa Y, Tsuda Y, Omori S, Murata K, Yukawa M. 2009. Prevalence of avian malaria parasite in mosquitoes collected at a zoological garden in Japan. Parasitol Res 105(3): 629-633.
- Jeong C, Song JS, Kim MD, Kim KH, Lee JG, Lee SM. 2020. Molecular survey of *Dirofilaria immitis* in mosquitoes collected from parks the in the Incheon metropolitan city in Korea. Korean J Vet Serv 43(1): 1-6.
- Kim MK, Kim CH, Yeom BW, Park SH, Choi SY, Choi JS. 2002. The first human case of hepatic dirofilariasis. J Korean Med Sci 17(5): 686-690.
- Ko JH, Park MY, Shin BH, Nam YH, Ku KN, Son JI. 2020. A survey of canine infectious diseases in stray dogs in Gyeonggi Province, Korea. Korean J Vet Serv 43(4): 217-225.
- Ledesma N, Harrington L. 2011. Mosquito Vectors of Dog Heartworm in the United States: Vector Status and Factors Influencing Transmission Efficiency. Top Companion Anim Med 26(4): 178-185.
- Lee IC, Ko YH, Lee HY, Moon HJ, Yoon NS, Lee GM, Park SW, Jin BC, Sun GW, Jeong SJ, Hwang IG. 2020. Status of abandoned animals and prevalence of diseases in the Ulsan Animal Shelter. Rep Ulsan Inst Health & Environ 10: 557-569.
- Lee SE, Kim HC, Chong ST, Klein TA, Lee WJ. 2007. Molecular survey of *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* by direct PCR for wild caught mosquitoes in the Republic of Korea. Vet Parasitol 148(2): 149-155.
- Lee SM, Hwang HS, Kim JH. 1999. Studies on infection rate and histopathological findings of canine heartworms in Incheon city. Korean J Vet Serv 22(1): 25-35.
- Lu TL, Wong JY, Tan TL, Hung YW. 2017. Prevalence and epidemiology of canine and feline heartworm infection in Taiwan. Parasi Vectors: 10(Suppl 2): 7-15.
- Ludlam KW, Jachowski LA Jr, Otto GF. 1970. Potential vectors of *Dirofilaria immitis*. J Am Vet Med Assoc 157(10): 1354-1359.
- Morchón R, Carretón E, González-Miguel J, Mellado-Hernández I. 2012. Heartworm disease (*Dirofilaria immitis*) and their vectors in Europe-new distribution trends. Front Physiol 3: 1-12.
- Na SM, Yi HB. 2020. Application of smart mosquito monitoring traps for the mosquito forecast systems by Seoul Metropolitan city. J ecology environ 44(2): 98-105.

- Noack S, Harrington J, Carithers DS, Kaminsky R, Selzer PM. 2021. Heartworm disease - Overview, intervention, and industry perspective. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist* 16: 65-89.
- Paras KL, O'Brien VA, Reiskind MH. 2014. Comparison of the vector potential of different mosquito species for the transmission of heartworm, *Dirofilaria immitis*, in rural and urban areas in and surrounding Stillwater, Oklahoma, U.S.A. *Med Vet Entomol Suppl* 1: 60-67.
- Park CE. 2010. Epidemiological survey on prevalence of *Dirofilaria immitis* infection in dogs of Ulsan area. *Korean J Vet Serv* 33(2): 157-165.
- Park NY. 2002. Heartworm Disease : HWD, *Dirofilaria immitis*. *J Korean Med Assoc* 38(10): 886-891.
- Simón F, López-Belmonte J, Marcos-Atxutegi C, Morchón R, Martín-Pacho JR. What is happening outside North America regarding human dirofilariasis? *Vet Parasitol* 2005. 133(2-3): 181-189.
- Simón F, Morchón R, González-Miguel J, Marcos-Atxutegi C, Siles-Lucas M. 2009. What is new about animal and human dirofilariasis? *Trends Parasitol* 25(9): 404-409.
- Spence Beaulieu MR, Federico JL, Reiskind MH. 2020. Mosquito diversity and dog heartworm prevalence in suburban areas. *Parasit Vectors* 13: 12.
- Vezzani D, Eiras DF, Wisnivesky C. 2006. *Dirofilariasis* in Argentina: Historical review and first report of *Dirofilaria immitis* in a natural mosquito population. *Vet Parasitol* 136(3-4): 259-273.
- Watts KJ, Courteny CH, Reddy GR. 1999. Development of a PCR- and probe-based test for the sensitive and specific detection of the Dog Heartworm, *Dirofilaria immitis*, in its mosquito intermediate host. *Mol Cell Probes* 13(6): 425-430.
- Wee SH, Lee, Kim JT, Lee CG. 2001. Prevalence of *Dirofilaria immitis* Infection in Dogs of Chuncheon Area. *J Prev Vet Med* 25(4): 229-232.
- Yoon GR, Jung EH, Ra DK, Jeong C, Lee KM, Chae HW, Lee JG, Lee SM. 2014. Animals and diseases prevalence of the rescued dogs in an animal shelter in Incheon. *Korean J Vet Serv* 37(4): 297-305.