

< Short Communication >

## 진돗개의 심장사상충 감염률 조사

이정치

광주보건대학교 임상병리과

### A survey of canine heartworm (*Dirofilaria immitis*) infections among Jindo dogs

Jeong-Chi Lee\*

Department of Clinical Pathology, Gwangju Health University, Gwangju 506-701, Korea

(Received 2 December 2013; revised 13 December 2013; accepted 23 December 2013)

#### Abstract

A survey of canine heartworm (*Dirofilaria immitis*) infection among 102 Jindo dogs was performed from September to October 1995, using a microfilarial test (modified Knott's test) and an antigen test (DiroCHEK, Synbiotics, USA). The infection rate of 102 Jindo dogs was 1.9% (2/102) by the modified Knott's test, but was 4.9% (5/102) by the antigen test. This result revealed that the antigen test is more accurate than the microfilarial test. Also, 222 Jindo dogs (Male 61, Female 161) were examined for *Dirofilaria immitis* infection from 1995 to 1997 using an antigen test (DiroCHEK, Synbiotics, USA). Twelve (5.4%) Jindo dogs were positive for *Dirofilaria immitis* antigen. The infection rates were higher than in male (6.6%, 4/61) than female dogs (5.0%, 8/161). The infection rates of heartworm in Jindo dogs at the age of under 1 year, 1~2 years and over 2 years old were 0.0% (0/39), 4.3% (5/115) and 10.3% (7/68), respectively. The older age had higher infection rates than the younger age ( $P=0.018$ ). The infection rates of canine heartworm was reported to be the highest (17.6%,  $P=0.028$ ) in Jodo-myeon, 10.6% in Uisin-myeon and 5.3% in Imhoe-myun. But dogs with antigenemia weren't detected in Gogun-myeon and Jisan-myeon. This study indicates that the prevalence of canine heartworm in Jindo-gun is lower than previously reported (3.1% and 12.3%) which utilized microfilarial tests.

**Key words :** Canine heartworm, *Dirofilaria immitis*, Jindo dogs, Antigen test, Modified Knott's test

## 서 론

진돗개는 천연기념물 제53호 지정되어 보호받고 있는 우리나라 고유 견종으로 뛰어난 용맹성과 수렵성 뿐만 아니라 주인에게 충직하여 많은 사람들에게 의해 사육되고 있다. 이러한 우수한 품성 때문에 진돗개는 반려동물로서 많은 사람들과 함께 지내고 있으며(이와 유, 1988), 이로 인해 개와 사람사이에 인수공통질병들이 문제시 될 수 있다. 특히 개에 기생하는 심장사상충은 모기를 통해 개 뿐만 아니라 사람에게 감염

을 일으킬 수 있기 때문에 공중보건학적으로 매우 중요하다.

심장사상충은 모기 매개성 인수공통기생충으로 암컷 성충은 폐동맥과 우심실에 기생하면서 혈액내로 필라리아 자충을 생산하고 이 자충은 모기 체내에서 감염유충으로 발육한 후, 모기가 다른 종숙주를 흡혈할 때 감염이 이루어진다(Solsby, 1982). 심장사상충은 개 뿐만아니라 고양이, 여우, 늑대, 말 및 사람을 포함한 여러 포유동물에도 기생하는데(Solsby, 1982; Knight, 1992) 그 중 고양이는 감수성은 있지만 이상적인 숙주가 아니기 때문에 개에 비해 감염률은 훨씬 낮다(Kendall, 1991; Rawlings 등, 1995). 또한 사람이

\*Corresponding author: Jeong-Chi Lee, Tel. +82-62-958-7623,  
Fax. +82-62-953-6085, E-mail. [jchlee@ghu.ac.kr](mailto:jchlee@ghu.ac.kr)

감염기 자충에 감염되면, 성충으로 발육될 가능성은 낮지만 폐에 원형음형(coin lesion)이나 피하결절을 형성하게 된다(Hatsushika 등, 1992).

심장사상충증의 임상증상은 다양하며, 질병특유의 증상도 없다(Grieve 등, 1986; Smith와 Malone, 1989). 그래서 대부분의 감염견들은 혈액내에 필라리아자충이 존재하는 것 이외의 특별한 임상증상을 나타내지 않는다(Solsby, 1982). 그러나 중감염된 경우 성충은 폐동맥혈관의 섬유증과 동맥내막염을 일으키는 등 폐혈관 병소는 광범위해지고 혈관저항성은 높아져서 휴식시에도 폐고혈압증이 일어나며, 그 결과 우심실 비대와 울혈성 심장기능부전이 나타난다. 그리고 필라리아자충은 폐실질과 신사구체에 손상을 줄 수 있다. 그 밖의 증상으로는 기침, 호흡곤란, 혈색소노, 황달, 체력저하, 체중감소 및 복수 등이 일어난다(Solsby, 1982; Knight, 1992).

심장사상충의 진단은 일반적으로 혈액내에 존재하는 필라리아자충을 검사하는 방법으로 일단 필라리아자충이 확인되면 양성견으로 확진할 수 있기 때문에 그만큼 신뢰성이 있다(Hoskins 등, 1984; Bruner 등, 1988). 그러나 심장사상충의 필라리아자충은 채혈 시간과 계절에 따라 정기출현성이 있고 성충이 심장에 기생하면서도 혈액내에 필라리아자충이 검출되지 않는 이른바 은폐감염(occult infection)인 경우가 많아(Courtney 등, 1989; Courtney와 Cornell, 1990; Wong과 Thomford, 1991; Nelson 등, 2005) 말초 혈액내 필라리아자충의 유무에 따른 검사법은 오진율이 매우 높다.

이와 같은 은폐감염의 경우 혈액내 필라리아자충 검사법만으로는 정확한 감염률을 알 수 없으며, 실제 감염률도 낮게 나타난다(Grieve 등, 1986; Courtney와 Zeng, 1993). 그래서 은폐감염으로 인한 오진을 배제하기 위해서 숙주의 혈액내에 존재하는 성충의 항원 또는 특이항체를 검출하는 면역학적 진단 방법이 연구되었으며, 그 중에서 성충의 항원을 검출하는 방법이 실제 부검을 통한 성충의 검출률과 일치해 가장 정확한 진단방법으로 보고되었다(Thilsted 등, 1987). 심장사상충의 면역학적 진단법은 혈액중 필라리아자충 검사법보다 민감성과 특이성이 높기 때문에 최근 심장사상충의 진단방법으로 이용되고 있다(Thilsted 등, 1987; Courtney 등, 1990; Nelson 등, 2005).

진돗개의 심장사상충에 대한 연구는 1971년과 1985년에 각각 혈액중에서 필라리아자충을 검출하는 방법으로 감염률을 각각 보고하였다(이, 1971; 김 등, 1985). 진돗개를 많이 사육하고 있는 진도군은 바다에 의해

둘리싸여 있어 기후가 습하고 온난하여 모기서식에 적당한 기후 및 지리적 조건을 갖고 있어 심장사상충의 감염이 지속되었을 것으로 예상된다. 하지만 1985년 이 후 심장사상충에 대한 감염률 조사는 없었고 특히 항원검사법을 이용한 정확한 검사 결과는 아직 보고되지 않았다.

이 연구는 진도군에서 사육되고 있는 진돗개의 종보존 사업과 기생충성 질병예방을 위하여 심장사상충의 진단법인 modified Knott's test와 항원 검사법으로 심장사상충의 감염실태를 조사하였기에 이를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험동물

1995년 8월부터 9월까지 진도군내에서 사육되고 있는 진돗개들 중에서 최소 8개월령 이상으로 임상적으로 건강하다고 여겨지는 진돗개 102두(수컷 32두, 암컷 70두)를 대상으로 하였다. 혈액채취는 오전 11시부터 6시 사이에 요골쪽피부정맥(cephalic vein)으로부터 4 mL를 채혈하여 그 중 1 mL는 modified Knott's test를 실시하기 위해 2% formalin 용액에 채혈 즉시 혼합하였고 나머지 3 mL에서 분리한 혈청은 항원검사를 실시하기 전까지 -20°C에 동결 보관하였다.

### 필라리아자충 검사(microfilarial test)

혈액 1 mL를 2% formalin 용액 9 mL에 넣고 잘 혼합하고 2000 rpm에서 5분간 원심분리시킨 다음 상층액을 제거하였다. 남아있는 침전물에 0.1% new methylene blue 용액을 첨가하여 잘 혼합한 후 경검하였으며, *Dirofilaria immitis*와 *Dipetalonema reconditum*의 감별은 형태학적 특징에 준하여 실시하였다(Patton과 Faulkner, 1992).

### 항원검사법(antigen test)

항원검사법은 1995년 조사대상견 102두와 1996년과 1997년에 진도군내에서 사육하고 있는 진돗개 120두를 추가하여 총 222두(수컷 61두, 암컷 161두)를 대상으로 실시하였다.

심장에서 기생하고 있는 심장사상충의 성충으로부터

터 유리되어 혈액내에 존재하는 특이항원을 검출하기 위해 단클론항체와 sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)법을 이용한 진단법으로서, 상품화되어 시판되고 있는 것들 중에서 DiroCHEK kit (Synbiotic Inc., San Diego, California)를 이용하여 실시하였으며, 검사방법은 제조사의 지시에 따라 실시하였다.

## 통계처리

필라리아자충 검사법과 항원검사법 간의 검출률의 차이 그리고 연령, 성별 및 지역간 감염률의 차이는 SPSS 19.0을 이용하여 Chi-Square test를 실시하였다.

## 결 과

총 진돗개 102두를 대상으로 modified Knott's test와 항원검사법을 각각 실시하여 조사한 감염률은 Table 1과 같다. Modified Knott's test에 의한 감염률은 1.9% (2/102두), 항원검사법에 의한 감염률은 4.9% (5/102두)로 나타나, 필라리아자충을 검사하는 modified Knott's test보다 성충 특이항원을 검사하는 항원 검사법의 검출률이 더 높았다. 또한 modified Knott's

**Table 1.** Comparison of the microfilarial test and antigen test in detecting *Dirofilaria immitis* infection among Jindo dogs in Jindo-gun, Jeollanam-do, Korea

	No. of dogs examined	No. of positive dogs (%)
Antigen test*	102	5 (4.9)
Modified Knott's test	102	2 (1.9)

\*DiroCHEK (Synbiotics, Inc., Sandiego, California, USA).

**Table 2.** Prevalence of *Dirofilaria immitis* by sex and age among Jindo dogs using ELISA Kit

	No. of dogs examined	No. of positive dogs (%)
Sex		
Male	61	4 (6.6)
Female	161	8 (5.0)
Age		
<1	39	0 (0.0)
1~2	115	5 (4.3)*
>2	68	7 (10.3)*
Total	222	12 (5.4)

\*Significant statistical difference ( $P=0.018$ ).

test에서 양성견 2두는 항원검사법에서 모두 항원 양성으로 조사되었다.

성별 및 연령에 따른 항원 양성 감염률은 Table 2와 같다. 항원검사법으로 조사한 총 222두에 대한 감염률은 5.4% (12/222두)이었다. 그 중 수컷은 6.6% (4/61두), 암컷은 5.0% (8/161두)로 수컷이 암컷보다 감염률이 더 높았다. 그러나 성별 간 유의성은 인정되지 않았다. 또한 연령에 따른 감염률은 1세 미만에서 감염견은 없었으며, 1세에서 2세 사이의 감염률은 4.3% (5/115두), 그리고 2세 이상에서 감염률은 10.3% (7/68두)로 연령이 증가할수록 감염률도 증가하였다 ( $P=0.018$ ).

조사 대상 진돗개 222두를 행정구역별로 구분하여 감염률을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 조사 대상 지역 중 조도면에서 감염률이 17.6% (3/17두)로 가장 높았으며 ( $P=0.028$ ), 다음으로 의신면과 임회면에서 10.6% (5/47두), 5.3% (1/19두) 순으로 조사되었다. 그러나 고군면과 지산면에서 항원 양성견은 검출되지 않았다.

## 고 찰

심장사상충은 모기의 흡혈을 통해 감염 유충이 중숙주의 체내에 침입하고 성충은 우심실과 폐동맥에 기생하면서 혈액순환 장애를 일으키는 기생충이다 (Soulsby, 1982). 이 기생충은 전세계적으로 분포하고 있으며, 특히 미국(Foreyt와 Lagerquist, 1991), 캐나다(Slocombe, 1990), 유럽(Cringoli 등, 2001) 및 남아메리카(Labarthe 등, 1997), 호주(Copland 등, 1992) 그리고 일본(Hatsushika 등, 1992) 등 많은 나라에서 문제시되고 있다. 우리나라 역시 이 기생충에 의한 감염이

**Table 3.** Distribution of *Dirofilaria immitis*-infected dogs among Jindo dogs in Jindo Gun, Korea

Area	No. of dogs examined	No. of positive dogs (%)
Jindo Eup	65	1 (1.5)
Gunnae-myeon	62	2 (3.2)
Uisin-myeon	47	5 (10.6)
Gogun-myeon	9	0 (0.0)
Jisan-myeon	3	0 (0.0)
Imhoe-myeon	19	1 (5.3)
Jodo-myeon	17	3 (17.6)*
Total	222	12 (5.4)

\*Significant statistical difference ( $P=0.028$ ).

존재하고 있기 때문에 이 기생충 감염의 예방 및 관리를 위해서는 감염률의 조사가 반드시 선행되어야 한다. 그래서 이 연구는 진도군이라는 특정 지역에서 천연기념물로 보호받고 있는 진돗개들을 대상으로 심장사상충의 감염률을 조사하였다.

진도군에서 사육되고 있는 진돗개 총 102두를 대상으로 modified Knott's test와 항원검사법을 이용하여 심장사상충의 감염실태를 조사한 결과 각각 1.9%와 4.9%로 조사되었다. 이 연구결과 modified Knott's test로 조사된 감염률은 1971년과 1985년에 같은 방법으로 조사한 감염률 3.1% (이, 1971)과 12.3% (김 등, 1985)보다 낮게 나타났는데, 이는 조사 시기 그리고 진도군내에서도 조사 지역 특히 조사 대상견의 연령의 차이에 기인한 것으로 사료된다. 또한 두 검사법 중 항원검사법이 modified Knott's test에 의한 방법보다 검출률이 더 높았다. 비록 두 검사법간의 검출률의 차이는 연구 결과마다 상이하였지만 항원검사법이 modified Knott's test보다 검출률이 더 높았다는 다른 연구자들의 결과와 유사하였다(이 등, 1996; 서 등, 2001; 위 등, 2001; 이 등, 2003; 임 등, 2003; 장 등, 2004; 김 등, 2009). 혈액 중에 존재하는 필라리아자충을 검출하는 진단법은 항원검사법에 비해 정확도가 낮으며, 특히 성충의 수가 적을 때 검출률은 훨씬 낮게 나타난다(Courtney와 Zeng, 1993). 또한 필라리아자충의 정기출현성과 성충은 기생하지만 필라리아자충은 검출되지 않는 은폐감염의 경우 필라리아검사법만으로는 정확한 감염 상태를 알 수 없다(Courtney 등, 1989; Courtney와 Cornell, 1990; Wong과 Thomford, 1991). 그래서 이 등(1996)은 German Shepherd를 대상으로 항원양성견이면서 반복적인 필라리아자충 검사에서 음성으로 나온 3마리에 대한 부검 결과에서 모두 심장 및 폐동맥에서 성충의 존재를 확인함으로써 은폐감염을 일부 확인할 수 있다고 하였다. 이 연구결과에서 항원 양성견 5마리 중 3마리에서 필라리아자충이 검출되지 않아 그 중 2마리를 다시 채혈하여 modified Knott's test와 항원검사법을 반복하여 실시한 결과 항원 검사에서는 모두 양성반응을 보였지만 필라리아자충은 여전히 검출되지 않았다. 이것은 성충이 존재하면서도 필라리아자충이 검출되지 않는 은폐감염의 경우로 여겨지며, 은폐감염의 경우 필라리아자충 검사법만으로는 정확한 감염 여부를 알 수 없었지만 항원검사법이 필라리아자충 검사법보다 민감성과 특이성이 높아 더 정확한 진단방법임을 알 수 있었다.

일반적으로 심장사상충의 항원을 검출하는 진단키트는 단클론항체와 효소중합면역항체법(ELISA)을 이용한 항원 검사법이다. 그래서 항원 검사법을 이용한 검출률은 심장내에 존재하는 성충의 성과 연령에 따라 다르며, 성충의 수와도 약간의 관련성이 있다. 실제 많은 수의 살아있는 수컷 성충보다 5개월 이상된 암컷 성충이 존재할 때 검출률이 높으며, 정확도와 민감도에서는 한마리의 암컷 성충이 기생한 경우에서도 항원 검사에 의해 진단이 가능하다(McCall 등, 1994). 그래서 항원검사법을 이용한 심장사상충의 진단율은 99% 이상으로 알려져 있다. 그러므로 심장사상충의 정확한 감염률을 알기 위해서는 정확한 진단법인 항원검사법을 이용한 조사가 필요하다.

진돗개 222두를 대상으로 항원 양성 감염률은 5.4% (12/222두)로 조사되었으며, 이러한 결과는 이 등(1996)이 German shepherd를 대상으로 조사한 28.3%, 서 등(2001)의 춘천지역에서 조사한 50.3%, 위 등(2001)이 춘천지역서 조사한 25.7%, 이 등(2003)이 충남지역에서 조사한 19.0%, 임 등(2003)이 대구지역에서 조사한 23.6%, 장 등(2004)이 대전지역에서 조사한 12.1%, 김 등(2009)이 경남 남부지역에서 조사한 22.5% 그리고 Song 등(2003)이 경기, 강원, 경남 충남에서 조사한 40.0%보다 낮게 조사되었다. 이렇게 감염률이 낮아진 것은 진도군에서 지속적으로 방역을 실시하고 있고 각 농가에서도 양견장을 정기적으로 소독하고 있기 때문에 이로 인한 모기의 서식이 감소된 결과라고 사료된다. 그러나 이 연구결과는 다른 연구자의 결과보다 이전의 결과임을 감안하면 심장사상충의 감염이 과거보다 점점 증가하고 있으며, 특히 항원검사법을 이용하여 조사한 이후부터 감염률이 높아지고 있음을 알 수 있다(위 등, 2001).

성별에 따른 감염률은 일반적으로 실외 사육과 좀더 활동적인 수컷이 암컷호르몬에 의하여 유충의 성장이 지연되는 암컷보다 비슷한 연령대에서 더 높다고 알려져 있다(이 등, 2003). 이 연구결과 수컷이 6.6% 그리고 암컷이 5.0%로 수컷에서 다소 높게 조사되어 수컷의 감염률이 더 높았다는 보고(위 등, 2001; 이 등, 2003; 박, 2010)와 유사하였으나, 암컷의 감염률이 더 높았다는 보고(이 등, 1996; 서 등, 2001; 임 등, 2003; 장 등, 2004; 김 등, 2009)와는 상이하였다. 이는 성별에 따른 차이보다 연령에 의한 영향으로 조사대상의 평균 연령이 높은 경우 감염률 또한 증가한 것으로 사료된다.

연령에 따른 감염률은 연령이 많을수록 증가하는

데, 이 연구 결과에서도 1세에서 2세까지 감염률보다 2세 이상의 감염률이 더 높게 조사되었다. 이러한 결과는 이 등(1996)이 German Shepherd를 대상으로 조사한 연구에서 연령이 증가할수록 감염률 또한 유의성 있게 증가하였다는 보고와 유사하였으며, 그 밖에 많은 연구자들도 유사한 결과를 보고하였다(Montoya 등, 1998; Fan 등, 2001; 서 등, 2001; 위 등, 2001). 이는 연령이 많아질수록 모기와 접촉기회가 증가하고 그만큼 감염의 기회도 증가하기 때문으로 사료된다.

지역별 감염 실태에서는 고군면과 지산면을 제외하고 진도군 전체에서 항원 양성견이 존재하였으며, 특히 조도면과 의신면에서 감염률이 높게 조사되었다. 이(1971)는 의신면의 감염률이 36.4%로 가장 높다고 하였고 김 등(1985)은 의신면의 감염률이 18.3%로 두 번째로 높았다고 하여 이 연구 결과와 유사하였다. 과거 심장사상충의 감염률이 높았던 의신면과 조도면은 서로 가깝게 접하고 있고 특히 조도면은 섬 지역으로 지역 특성상 진돗개의 이동이 적고 진도읍과 달리 모기서식지 방역이나 심장사상충 예방이 잘 이루어지지 않은 결과로 여겨지며, 심장사상충이 검출되지 않은 지역은 조사 대상견이 다른 지역보다 적었기 때문이며, 앞으로 좀 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

지구 온난화로 인한 열대성 기후 변화로 모기의 서식지역이 넓어지고 시기가 점점 길어지면서 심장사상충의 감염은 앞으로 계속 증가할 수 있기 때문에 진돗개 뿐만 아니라 반려견들의 지속적인 심장사상충 예방이 필요하다고 사료된다.

## 결 론

진도군내에서 사육되고 있는 진돗개를 대상으로 심장사상충 감염률을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

먼저 8개월령 이상 102두를 대상으로 modified Knott's test와 항원검사법을 각각 실시한 결과 감염률은 1.9% (2/102두)와 4.9% (5/102두)로 조사되어 항원 검사법에서 검출률이 더 높게 나타났다. 총 222두 (수컷: 61, 암컷: 161)를 대상으로 항원검사법을 실시한 결과 수컷이 6.6% (4/61두), 암컷이 5.0% (8/161두)로 수컷에서 감염률이 더 높았고 1세 미만에서 항원 양성견은 없었으며, 1세에서 2세 사이에서 4.3% (5/115두), 2세 이상에서 10.3% (7/68두)로 연령이 증

가할수록 감염률 또한 증가하였다. 지역별 감염률은 조도면 17.6% (3/17두), 의신면 10.6% (5/47두), 임희면 5.3% (1/19두), 군내면 3.2% (2/62), 진도읍 1.5% (1/65두) 순이었으며, 고군면과 지산면에서 항원 양성견은 검출되지 않았다.

## 참 고 문 헌

- 김도경, 조명희, 박미남, 조은정, 남택수, 손성기, 허정호. 2009. 경남 남부지역 사육견에 대한 심장사상충 감염률 조사. *한국가축위생학회지* 32: 369-375.
- 김자숙, 김선홍, 이태욱, 이정길. 1985. 진도견의 심장사상충 감염률 조사. *대한수의사회지* 21: 497-499.
- 박창은. 2010. 울산지역 개의 심장사상충 감염에 관한 조사. *한국가축위생학회지* 33: 157-165.
- 서영우, 신성식, 김종택. 2001. 수도권 일대 집단 번식농장 사육견에서의 개심장사상충 감염 실태. *대한수의학회지* 41: 79-83.
- 이정길, 유갑현. 1988. 진도견-우리나라의 고유견. *대한수의사회지* 28: 405-408.
- 이정길. 1971. 한국진도견에 있어서의 견사상충감염에 관한 연구. *전남대논문집* 17: 373-381.
- 이정치, 이채용, 신성식, 이정길. 1996. 국내 독일셰퍼드 (German shepherd)종의 개심장사상충 감염실태. *기생충학회지* 34: 225-231.
- 이중훈, 심상원, 김 희, 김영진, 안신욱, 한귀섭. 2003. 충남지역 집단 번식농장 사육견의 심장사상충 감염률 조사. *한국가축위생학회지* 26: 19-26.
- 위성환, 이정길, 김종택. 2001. 춘천지역 개의 심장사상충 감염실태 조사. *한국수의공중보건학회지* 25: 229-232.
- 임현숙, 조유정, 서동균, 송동준, 이춘식, 배영찬. 2003. 대구지역 개의 심장사상충 감염 실태. *한국가축위생학회지* 26: 129-134.
- 장승익, 송운재, 하순희, 이상준, 정년기, 문병천. 2004. 대전지역 사육견의 심장사상충 감염실태 조사. *한국가축위생학회지* 27: 133-137.
- Bruner CJ, Hendrix CM, Blagburn BL, Hanrahan LA. 1988. Comparison of Serologic Tests for Detection of Antigen in Canine Heartworm Infections. *J Am Vet Med Assoc* 192: 1423-1427.
- Copland MD, O'Callaghan MG, Hajduk P, O'Donoghue PJ. 1992. The occurrence of *Dirofilaria immitis* in dogs in South Australia. *Aust Vet J* 69: 30-32.
- Courtney CH, Cornell JA. 1990. Evaluation of heartworm immunodiagnostic tests. *J Am Vet Med Assoc* 197: 724-729.
- Courtney CH, Zeng QY, Bean ES. 1989. Predicting heartworm burdens with the DiroCHEK heartworm antigen test kit. *J Am Anim Hosp Assoc* 25: 643-646.
- Courtney CH, Zeng QY. 1993. Comparison of two antigen tests and the modified Knott's test for the detection of canine heartworm at different worm burdens. *Canine Pract* 18:

- 5-7.
- Courtney CH, Zeng QY, Tonelli Q. 1990. Sensitivity and specificity of the CITE heartworm antigen test and a comparison with DiroCHEK heartworm antigen test. *J Am Anim Hosp Assoc* 26: 623-628.
- Cringoli G, Rinaldi L, Veneziano V, Capelli G. 2001. A prevalence survey and risk analysis of filariosis in dogs from the Mt. Vesuvius area of southern Italy. *Vet Parasitol* 102: 243-252.
- Fan CK, Su KE, Lin YH, Liao CW, Du WY, Chiou HY. 2001. Seroepidemiologic survey of *Dirofilaria immitis* infection among domestic dogs in Taipei City and mountain aboriginal districts in Taiwan (1998-1999) *Vet Parasitol* 102: 113-120.
- Foreyt WJ, Lagerquist JE. 1991. Serological Survey for Heartworm (*Dirofilaria immitis*) in Dogs in Washington. *J Parasitol* 77: 800-802.
- Grieve RB, Glickman LT, Bater AK, Grieve MM, Thomas CB, Patronek GH. 1986. Canine *Dirofilaria immitis* infection in a hyperenzootic area: examination by parasitologic finding at necropsy and by two serodiagnostic methods. *Am J Ve Res* 47: 329-332.
- Hatsushika R, Okino T, Shimizu M, Ohyama F. 1992. The Prevalence of Dog Heartworm (*Dirofilaria immitis*) Infection in Stray Dogs in Okayama, Japan. *Kawasaki Med J* 18: 75-83.
- Hoskins JD, Hagstad HV, Hribernik TN, Breitschwerdt EB. 1984. Heartworm Disease in Dogs from Louisiana: Pretreatment clinical and Laboratory Evaluation. *J Am Anim Hosp Assoc* 20: 205-210.
- Kendall K, Collins GH, Pope SE. 1991. *Dirofilaria immitis* in cats from inner sydney. *Aust Vet J* 68: 356-357.
- Knight DH. 1992. Heartworm disease. In *Small Animal Practice*. pp. 137-145. 2nd ed. Churchill Livingstone Pub, New York.
- Labarthe N, Ferreira AM, Guerrero J, Newcomb K, Paes-de-Almeida E. 1997. Survey of *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) in random source cats in metropolitan Rio de Janeiro, Brazil, with descriptions of lesions. *Vet Parasitol* 71: 301-306.
- McCall JW, McTier TL, Supakorndej N, Ricketts RP. 1994. Further Characterization of Several Commercially-available Heartworm Antigen Test Kits. The North American Veterinary Conference Proceedings 8: 461-463.
- Montoya JA, Morales M, Ferrer O, Molina JM, Corbera JA. 1998. The prevalence of *Dirofilaria immitis* in Gran Canaria, Canary Islands, Spain (1994-1996) *Vet Parasitol* 75: 221-226.
- Nelson CT, McCall JW, Rubin SB, Buzhardt LF, Dorion DW, Graham W, Longhofer SL, Guerrero J, Robertson-Plouch C, Paul A. 2005. 2005 Guidelines for the diagnosis, prevention and management of heartworm (*Dirofilaria immitis*) infection in dogs. *Vet Parasitol* 2005 133: 255-266.
- Patton S, Faulkner CT. 1992. Prevalence of *Dirofilaria immitis* and *Dipetalonema reconditum* infection in dogs: 805 cases (1980-1989). *J Am Vet Med Assoc* 205: 1533-1534.
- Rawlings CA, Calvert CA. 1995. Heartworm disease. pp. 1046-1068. In *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. 4th ed. Saunders Pub, Philadelphia.
- Slocombe JOD. 1990. Heartworm in dogs in Canada in 1989. *Can Vet J* 31: 499-505.
- Smith RE, Malone JB. 1989. Evaluation of Latex Antigen-Based *Dirofilaria immitis* Detection Test. *J Am Anim Hosp Assoc* 25: 138-142.
- Song KH, Lee SE, Hayasaki M, Shiramizu K, Kim DH, Cho KW. 2003. Seroprevalence of canine dirofilariosis in South Korea. *Vet Parasitol* 114: 231-236.
- Soulsby E.J.L. 1982. *Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals*. pp. 307-319. 7th ed. Bailliere Tindall, London.
- Thilsted JP, Whorton J, Hibbs CM, Jillson GP, Steece R, Stromei M. 1987. Comparison of four serotests for the detection of *Dirofilaria immitis* infection in dogs. *Am J Vet Res* 48: 837-841.
- Wong MM, Thomford JW. 1991. Serodiagnosis of Prepatent Dirofilariasis: Problems and Significance. *J Am Anim Hosp Assoc* 27: 33-38.