

# 现行猫心丝虫病

*(Dirofilaria immitis)*

## 预防、诊断和治疗原则



AMERICAN  
HEARTWORM  
SOCIETY  
EST. 1974



# 感谢我们慷慨的赞助商



Bayer HealthCare



Translated by Yan Cao and Shao-min Cai.

Printed with an Education Grant from IDEXX Laboratories. Photomicrographs courtesy of Bayer HealthCare.

© 2014 American Heartworm Society | PO Box 8266 | Wilmington, DE 19803-8266 | E-mail: [info@heartwormsociety.org](mailto:info@heartwormsociety.org)

# 现行猫心丝虫病

(*Dirofilaria immitis*)

## 预防、诊断和治疗原则

(2014年7月修订)



### 目录

点击下列链接阅读各章节内容。

序言 .....	2
流行病学 .....	2
图1 城市热岛效应模式图	
猫心丝虫感染的生物学特性 .....	3
图2 心丝虫的生活史	
猫心丝虫病的病理生理学.....	5
图3 HARD显微镜下的肺小动脉病灶	
图4 HARD显微镜下肺泡病灶	
体格检查 .....	6
临床症状	
诊断测试 .....	6
微丝蚴	
血清学检测	
胸部X线检查	
超声心动检查	
尸体剖检	
图5 猫心丝虫诊断总结	
表1 猫心丝虫病诊断流程和检测判读	
治疗 .....	10
药物治疗	
手术治疗	
杀虫治疗的其他注意事项	
沃尔巴克氏体	
心丝虫病患猫的监测	
预防 .....	11
药物	
血清学检测	
参考文献 .....	13

由美国心丝虫协会执行委员会批准和撰写（委员会成员：” Dr. Stephen Jones, 会长; Dr. Wallace Graham, 前任会长; Dr. Cristiano von Simson, 副会长; Dr. Robert Stannard, 财务主管; Dr. Doug Carithers, 编辑 : Dr. Patricia Payne, Dr. Chris Rehm, Dr. Charles Thomas Nelson, Dr. Martha Smith-Blackmore, Dr. Elizabeth Clyde and, Dr. Bianca Zaffarano 委员会成员; Dr. Matthew Miller, 年会主席; Dr. Clarke Atkins, Symposium年会副主席; Dr. John McCall, 副编辑; Dr. Mike Loenser and Dr. Tony Rumschlag, 当然成员。2015年十月新增的参考文献引自Christopher Evans, MS, Research Professional II, Department of Infectious Diseases, University of Georgia

### 序言

以下这些建议取代了先前的版本，是根据2013年美国心丝虫协会（AHS）三年一次研讨会、2010年国际猫心丝虫会议及最新的相关研究而修订的。犬心丝虫感染的相关预防、诊断、治疗建议则会包含在犬心丝虫准则中。

### 流行病学

在全世界，包括全美国50个州都有心丝虫感染的确诊病例。在美国的领土及其保护区域内，在48个相互毗邻的州、夏威夷、波多黎各、美属维尔京群岛及关岛，心丝虫病都被认为至少是区域性流行病 (Bowman and Atkins, 2009; Kozek et al, 1995; Ludlam et al, 1970)。阿拉斯加尚无心丝虫传播的报道，但是在阿拉斯加州中部区域存在心丝虫的蚊虫媒介，且其气候条件适合心丝虫的短期传播(Darsie and Ward, 2005; Slocombe et al, 1995; Terrell, 1998)。因此，携带微丝蚴的犬或野生犬科动物的入境都可能会导致心丝虫在该地区传播。在美国其他区域，微

丝蚴携带犬与野生犬的迁移和领地扩张一直都是导致寄生虫传染的重要影响因素，而且能携带微丝蚴的蚊虫种类普遍存在，只要适合的气候环境和水池同时存在，就有疾病传播的可能性(Levy et al, 2007, 2011)。在特定的区域，只要以上的任何因素改变都能对心丝虫的传播力形成显著影响。

自然及人为导致的环境变化、动物的迁移都会导致心丝虫感染风险的增加。一些非疫源地及低发病率的商业区或住宅区在发展及扩张时，未开发区的排水系统的改建及新的城市水源引入都会导致心丝虫的传播及发病率增加。在美国西部，树木的种植和灌溉会导致*Aedes sierrensis*伊蚊（西部节孔蚊）的栖息地扩大，此蚊是心丝虫传播的主要媒介 (Scoles et al, 1993)。而白纹伊蚊*Aedes albopictus*（亚洲虎斑蚊）自1985年从休斯顿海岸入境，目前分布在北部靠近加拿大的区域(Scoles and Dickson, 1995)，在西部区域也已发现了这个物种群体。这种居住在城市的蚊子能够在花盆等小容器中进行繁殖 (Benedict et al, 2007)。城市扩张会导致“热岛效应”（图1），白天建筑物和停车场热量滞留致温度上升，即使在较冷的季节，心丝虫幼虫仍能在媒蚊体内发育，从而延长了传播季节(Morchón et al, 2012)。

蚊子的活动区域扩张会导致感染动物的数量增加，而心丝虫传播的关键是气候条件，只有足够的热量和湿度才能保证蚊子的数量，而微丝蚴也需要足够的热量才能在中间宿主体内的发育至具有感染性的第三期幼虫（L3）。研究表明当外界温度低于57°F(14°C)时，幼虫在三种蚊子体内发育停止(Christensen and Hollander, 1978; Fortin and Slocombe, 1981)。而心丝虫的传播性在冬天确实会降低，但是城市热岛效应的存在导致心丝虫的传播率从未降至零。而且，有些种类的蚊子会以成

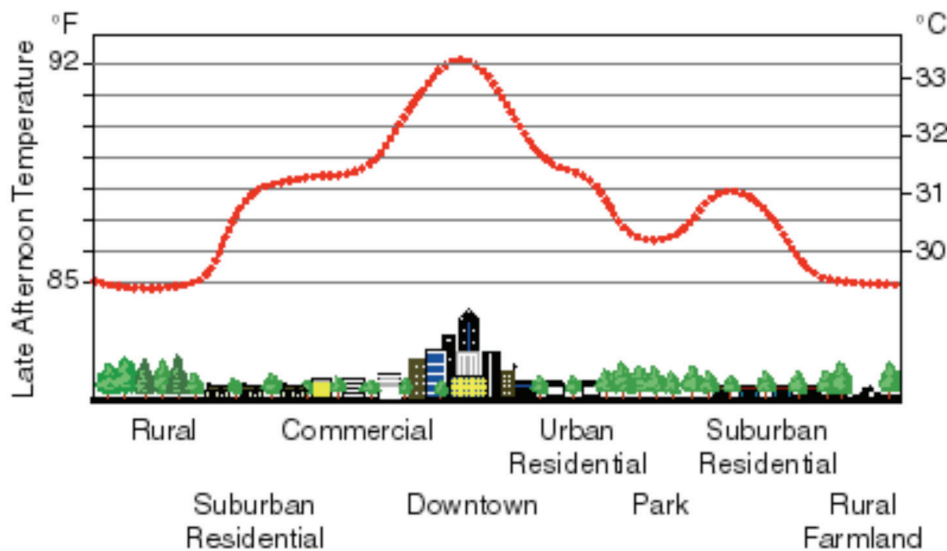


图1 城市热岛效应模式图，引自<http://eetd.lbl.gov/eatland/HighTemps/2014>

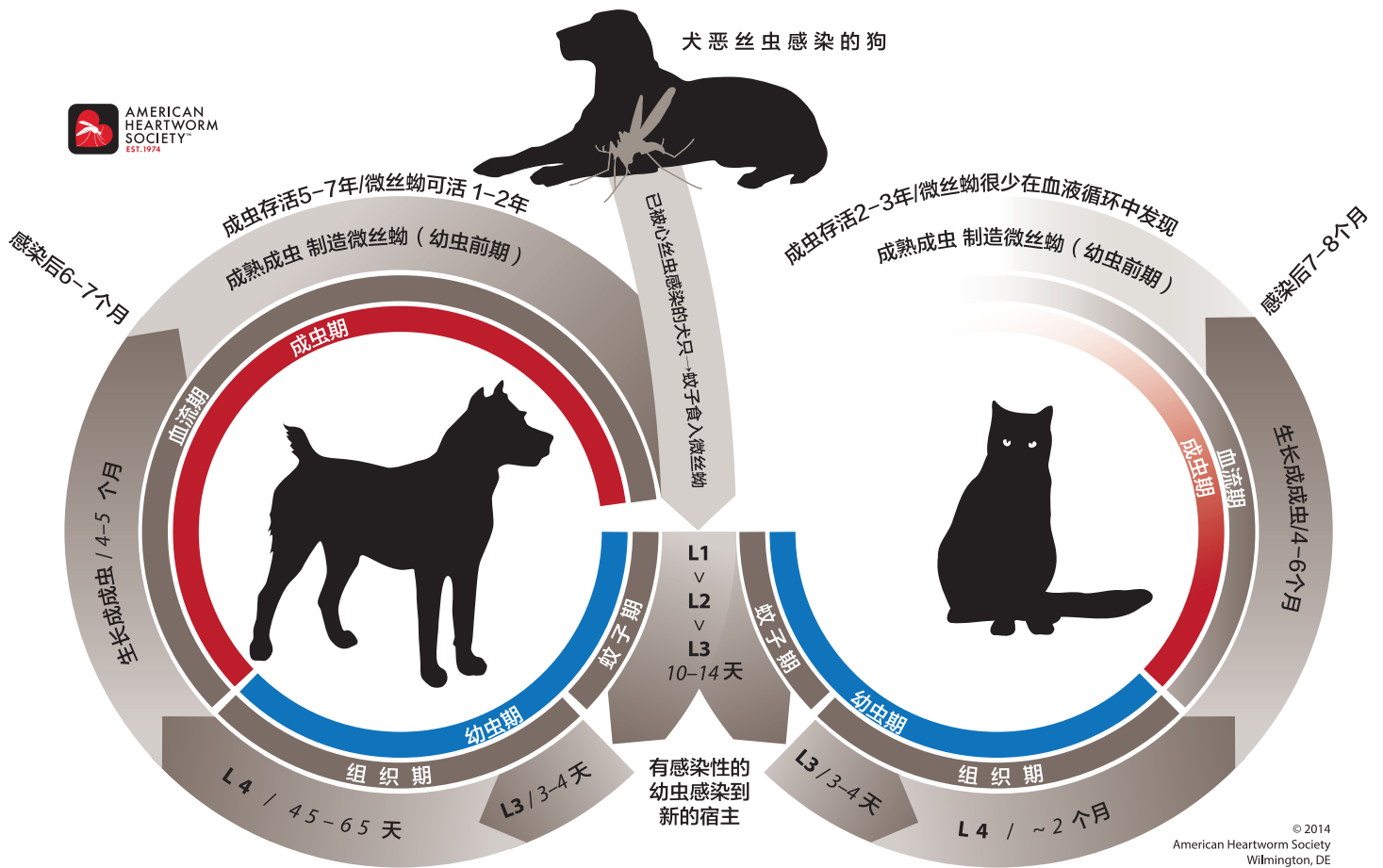


图2 猫心丝虫生活史 (右)

虫的形态过冬。虽然低温条件下心丝虫幼虫发育停止，但是一旦回暖，幼虫会快速发育(Ernst and Slocombe, 1983)。

在温带地区，心丝虫传播的季节时长主要取决于环境积热是否足够将蚊子体内幼虫孵育至感染阶段。北半球的心丝虫传播高峰主要在7、8月份，通过模型预测可知在北纬37度平行线（大概是弗吉尼亚州——北卡罗来纳州线）以上的美国大陆，心丝虫传播时长最多为6个月。虽然这种基于气候数据的模型预测在学术上颇有吸引力，但是同常忽略了许多潜在的重要因素，如城市微环境的影响，蚊子独特的生物习性和适应性，幼虫发育时间与蚊子寿命的差异性，每年不同的温度变化，全球气候变化。发病风险预测图是假定蚊子寿命为1个月制作的，然而许多蚊子的寿命和繁殖期不止1个月，如*Aedes albopictus* (3个月)；*Aedes sticticus* (3个月)；*Ochlerotatus trivittatus* (2个月)；*Aedes vexans* (2个月)；*Ochlerotatus canadensis* (几个月)；也有文献报道冬眠的*Anopheles quadrimaculatus*能够存活4~5个月，所以发病风险预测图反映的心丝虫传播时长比实际的要短。

一旦微丝蚴感染的家养犬和野生犬数量超过兽医的

可控范围，环境中的可携带幼虫的蚊子就会导致心丝虫传播的可能，且难以根除。

### 猫心丝虫感染的生物学特性

猫的心丝虫病与犬的心丝虫病具有显著的差异，这与宿主—寄生虫之间的关系特性有关。尽管心丝虫可感染猫，但与犬相比，猫对心丝虫的抵抗力更强。试验条件下对正常犬注射100条L3幼虫后，几乎100%的犬体内平均长出60条成虫(Blagburn et al, 2011)；而106只试验条件下感染的猫，79%的猫感染1条以上成虫，70%感染2条以上成虫，感染患猫平均带有6条成虫，总体平均每只猫感染3条(McCall et al, 1992, Dillon et al 2007, McCall unpublished data)。这些L3幼虫成长为L4幼虫和幼稚型成虫（未成熟成虫）过程中有一定死亡率，但是幼稚型成虫的大量死亡主要发生在感染后3~4个月移行到肺部的过程中。大部分的猫心丝虫感染相对较轻，常少于6条成虫(Genchi et al, 1992b)。猫心丝虫感染一般只有1到2条成虫，即使偶尔出现较为严重的感染，有三分之一的心丝虫为同性。然而因为猫的体型较小，从生物量角度，即使感染少量心丝虫也认为是严重的感染。一些临床调查和试验感染猫的数据显示，公猫较易感，但尚未定

论公猫具有更强易感性。研究显示临床上猫的抗*D immitis*抗体血清阳性率无性别差异性，而蚊子叮咬也无性别偏好，尽管有些资料显示母猫有更严重的趋势。因为大部分蚊子更喜欢叮咬犬，这也可能是猫发病率较低的原因。*Culex spp* (库蚊) 是许多城市最普遍的蚊子种类，对犬猫无选择偏好。

因为诊断的局限性，猫心丝虫的实际发病率可能要更大些，许多猫感染心丝虫只表现出很短暂的临床症状或者在还没确诊就已死亡。在收容所猫的尸检调查中发现猫的心丝虫成虫感染率为同地区未驱虫犬的5%~10%(Browne et al, 2005)。而猫循环系统中的微丝蚴则很难被发现(Browne et al, 2005)，如果猫体内存在微丝蚴，只会比犬晚出现一周（最早出现在感染后195天），并且很少在超过感染后228天仍持续存在(McCall et al, 1992)。从猫身上移植出的心丝虫能够在犬体内继续繁殖微丝蚴，因此猫的免疫系统既能清除微丝蚴，又能抑制微丝蚴的产生，导致猫心丝虫隐性感染。

另有迹象表明猫并不是心丝虫的合适宿主，心丝虫在猫体内的异常移行发生率比犬高(McCall et al, 1992)。尽管并不常见，猫的体腔、全身动脉和中枢神经系统都可见心丝虫分布。另外，猫体内的的心丝虫寿命一般为2~3年，短于犬（图2）(Genchi et al, 2008; McCall et al, 1992)。尽管如此，猫的心丝虫疾病依然危害严重。

### 猫心丝虫病的病理生理学

猫心丝虫具有较大的临床意义，因为即使很少数量的心丝虫都可能威胁到患猫的生命。尽管活的成虫在肺动脉中会导致局部的动脉炎，但是有些猫从未出现明显的临床症状。当患猫出现明显的临床症状时，通常已经达到疾病的两个阶段：1) 心丝虫移行到肺部血管；2) 成虫死亡(Dillon, 1998; Homes et al, 1992; McCall et al, 2008)。第一阶段出现在感染后约3~4个月时，此时未成熟成虫进入肺动脉及小

动脉，该阶段的早期症状源于肺实质和血管对新至的心丝虫及该批虫体大量死亡产生急性炎症反应，该阶段很容易被误诊为哮喘或者过敏性支气管炎，但是实际上这些症状都是综合征的一部分，称为“心丝虫相关呼吸系统疾病”(HARD) (Lee and Atkins, 2010)。随着心丝虫成熟，这些急性期的症状减退，即使患猫能彻底清除感染，其组织病理学的损伤仍然存在(Browne et al, 2005)。最明显的镜下病变表现为肺动脉的阻塞性内皮肥厚（图3），其他的病理学改变则发生在肺泡（图4）、细支气管、支气管和肺动脉。

研究表明感染一旦达到肺部，活的心丝虫能够有效抑制机体的免疫系统(González-Miguel et al, 2010; Simón et al, 2001)，这会导致许多猫能够耐受心丝虫的感染且不表现临床症状，直到成虫开始死亡才进入疾病发展的第二个阶段。死亡的心丝虫会导致肺部炎症反应和血栓栓塞，从而引起致命的急性肺损伤(Atkins et al, 2000; McCall et al, 2008)，即使患猫只感染了一条心丝虫，该成虫死亡也会导致相同的反应。研究表明未移行入心脏的幼虫（L3和L4）死亡时会导致肺部小动脉的平滑肌肥厚和肺部间质肌肉纤维细胞的数量增多。而如果患猫在感染心丝虫之前有使用预防药物，则不会表现出明显的病理学变化。

在犬心丝虫病中，腔静脉综合征（心丝虫性血红蛋白尿）部分是由于大量心丝虫移行至后腔静脉和右心房室交界处，并影响了三尖瓣的功能所致。由于感染程度常较轻，腔静脉综合征很少发生于猫，但是即使1~2条心丝虫即可导致三尖瓣返流和心杂音的出现(Bowman and Atkins, 2009)。

与犬心丝虫疾病中发生的心丝虫特异性动脉炎相似，在猫心丝虫病中，肺叶和外周肺动脉也会出现动脉内膜增生。由于猫感染的心丝虫数量较少并且持续时间短，上述的损伤通常比较局限，且很少会

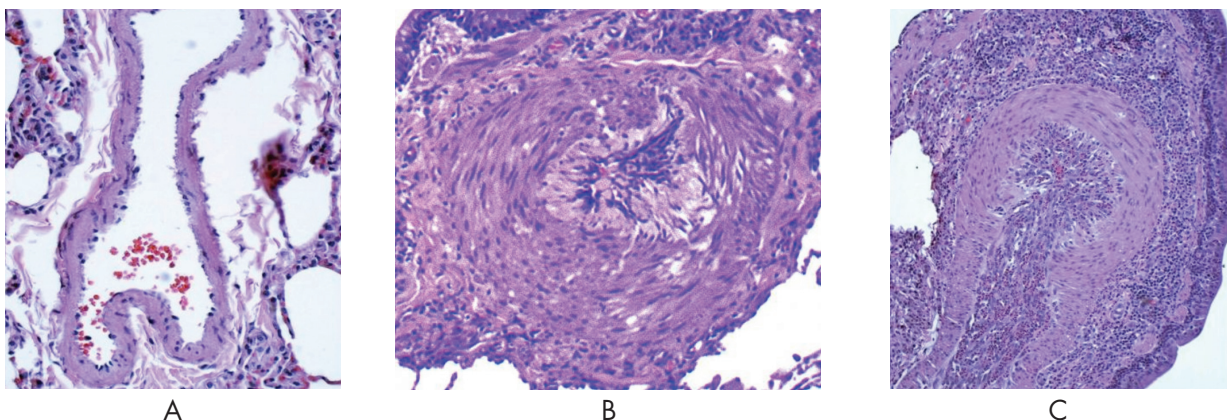


图3肺小动脉。A.心丝虫成虫和抗体阴性；B.心丝虫成虫阴性，抗体阳性；C.心丝虫成虫阳性。

导致严重的阻塞而引起明显的肺动脉高压。因此，与犬相比，心丝虫感染的患猫较少出现右心室肥厚和右心衰竭。即使血管管腔因为心丝虫导致的血栓而变得狭窄，肺支气管的侧支循环能够防止肺部栓塞的发生(Dillon et al, 1995)。

## 体格检查

### 临床症状和体格检查结果

许多心丝虫患猫能够耐受感染且不表现出明显的临床症状，或者症状只是短暂出现。猫心丝虫病的临床症状可能只出现轻微的不适，或者主要出现呼吸道和胃肠道症状（如呕吐），偶尔出现慢性或急性的神经症状。最常见的为慢性呼吸道症状，如持续的呼吸急促、间歇性咳嗽和呼吸用力。当心丝虫移行到右心的房室交界处且影响到三尖瓣功能时，会出现收缩期杂音，有些猫会出现厌食和体重下降。许多报道显示患猫出现与进食无关的间歇性呕吐，因此在心丝虫流行病区内的猫出现该症状且无其他病因时，应怀疑是否为心丝虫感染。其他异常如胸腔积液、腹腔积液、乳糜胸、气胸、共济失调、癫痫和晕厥等也有相关文献报道，但并不常见。患猫可能会毫无征兆地出现极严重的综合征，包括呼吸窘迫、共济失调、昏厥、癫痫、咳血，甚至猝死(Atkins et al, 2000; Dillon, 1984; Dillon et al, 1996, 1997a,b; McCall et al, 2008)。

## 诊断测试

猫心丝虫的诊断比犬要难得多，且容易被忽视，很重要的一点是对这个疾病保持警觉性。想要验证这种高难度的怀疑通常需要多种检测方法，有时还需要多次复查。最常见的临床检测方法包括血清学检测、胸部X线和超声心动检查。

## 微丝蚴

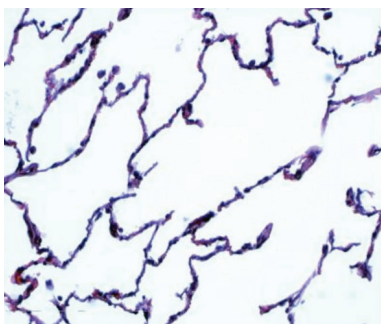
猫很少能检测出微丝蚴的存在。在美国，猫只有 *Dirofilaria immitis* 的微丝蚴确诊报道，但是在意大利北部，发现过 *Dirofilaria repens* 的微丝蚴(Genchi et al, 1992b, 1993)。由于仅少量的微丝蚴出现，通过使用浓缩技术（改良的Knott技术和微孔过滤器）能够提高微丝蚴的检出率。

## 血清学

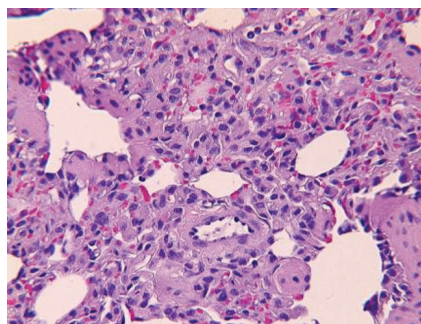
抗原与抗体的检测结果判读十分复杂，为了能够有信心使用这些检测，有必要充分了解其局限性。抗原检测是检测犬心丝虫的金标准，但是由于猫更常见雄性成虫和有症状的幼虫感染，所以现在尚无可靠的抗原检测手段来排除心丝虫疾病。目前的心丝虫抗原检测技术能够检测到最“隐性”的感染（出现成虫但是循环中没有微丝蚴存在），其中至少有一条雌性成虫，且特异性几乎达到100% (Levy, 2007)。猫心丝虫感染5.5~8个月后能够在血液中检测到抗原(McCall et al, 1998; Stewart et al, 1992)。一项尸检调查发现收容所的猫中，50%~70%的被感染的猫体内至少出现一条雌性成虫(Berdoulay et al, 2004; Snyder et al, 2000)。感染程度轻、雌虫未发育成熟、只出现雄虫感染及未按照试剂盒说明操作会导致假阴性结果(Genchi et al, 1998; McCall et al, 1998)。也有研究显示抗原-抗体复合物能够干扰抗原检测，导致假阴性结果，此时只需将试剂管水浴加热到104°C，10分钟后免疫复合物会被破坏并释放抗原，得到更加精确的结果(Little et al, 2014)。

目前并不建议将每个血液样本都进行加热，因为该操作并不符合这些检测的试剂盒说明，而且会干扰联合检测的结果，影响检测其他感染原的抗体反应。由于上述原因和其他原因考虑，心丝虫检测结果不能报告为“阴性”，只能报告为阳性或者未检测到抗原（NAD）。

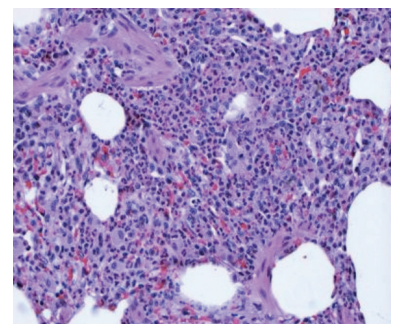
抗体检测的好处在于无论是雄虫还是雌虫都能检测，因为两者的幼虫阶段都能在感染2个月后刺激机体产生可检测的免疫反应(McCall et al., 1995)。抗体检测并不能指示感染是否持续存在，只能确定感染是否发生过。最新研究表明，在试验条件下，



A



B



C

图4 肺泡。A. 心丝虫成虫和抗体阴性；B.心丝虫成虫阴性，抗体阳性；C.心丝虫成虫阳性。

成虫感染的猫抗体检测的敏感性和特异性能达到98% (Bestul et al, 1998; McCall et al, 1992)；而尸检调查中发现，对于收容所里自然感染的患猫，抗体检测的敏感性较低，只有32%~89%(Berdoulay et al, 2004; Snyder et al, 2000)。不同的抗体检测方法对幼虫不同发展阶段的敏感性不同，且常见不同检测方法之间检测结果不一致。在一项尸检调查中使用了六种抗体检测方法，31只患猫中有21只至少有一种抗体检测方法出现假阳性(Snyder et al, 2000)，但是这些检测所使用的都是动物死后采集的样本，可能对敏感性有一定的影响。但是另一项尸检调查中使用的是生前采集的样本，结果10只患猫中50%出现阴性结果(Nelson and Self, 1998)。第三篇报道为一个大学转诊中心的调查研究，50例确诊病例中出现14%假阴性结果(Atkins et al, 2000)。这四项研究说明抗体检测的敏感性差异较大，为了充分了解这种差异性，需要确定所检测的群体和检测时机。第一项研究中，是在试验条件下将50~100条L3幼虫注射到正常猫体内，并且跟踪6个月，其攻毒量远大于自然感染(Bestul et al, 1998)；心丝虫正常寿命大概2~4年，并没有相关数据表明在攻毒2~4年后患猫体内的抗体是否降低。后面两项尸检调查的患猫群体则更接近于实际临床病例(Snyder et al, 2000; Nelson and Self, 1998)。最后一项转诊中心的调查研究中则有72%的患猫出现心丝虫病的临床症状(Atkins et al, 2000)。从这些研究有限的证据表明，随着寄生虫成熟，患猫体内的抗体水平下降；出现临床症状的患猫比那些无症状患猫更容易出现抗体阳性。收容所的尸检调查结果则表明，抗体与大量肺部小动脉的阻塞性内皮肥厚具有显著相关性。上述的病理学变化出现在79%尸检确诊有成虫感染的患猫和50%未感染心丝虫成虫但是抗体阳性的猫(Browne et al, 2005)。这些发现已经在一项使用试验模型的研究中被证实，那些感染心丝虫但未发育成成虫的患猫体内，依然出现明显的肺部疾病(Blagburn and Dillon, 2007)，该模型是使猫感染100条L3幼虫，并且在感染84天后每两周使用一次伊维菌素（剂量为150 μg/kg）来抑制感染，在8个月后剖检时发现50%的猫抗体阴性，但是这些猫在影像学 and 病理学上都出现心丝虫相关的呼吸道疾病(HARD)。另一项试验使用的相同方法，而剖检时间为感染后16个月，发现所有猫抗体均为阴性，但仍出现相关的影像学 and 病理学变化。

正确判读抗体检测的结果需要额外的信息和全面的分析。当患猫体内已经出现雌性成虫，则抗原检测结果比大众原本认知的效果更可靠；因为成虫和幼稚型成虫都能导致患猫出现临床症状，合并使用抗原和抗体检测能够提高诊断准确率。

## 胸部X线检查

即使不依靠血清学检测，X线检查也能提供猫心丝虫疾病感染的相关诊断依据，并且能评估疾病的严重程度，监测其好转与恶化的变化趋势。与犬相同，猫心丝虫病的X线征象表现为肺叶大动脉及外周肺部小动脉的增粗，它的特征是血管没有逐渐变细，肺后叶分支血管的末端可能出现扭曲和截断(Brawner et al, 1998; Donahoe et al, 1976a,b; Schafer and Berry, 1995)。这些血管的变化特点在腹背位中最为明显，并且可能只出现在肺右后叶动脉，这是心丝虫最常出现的位置。但是与犬不同的是，患猫肺部动脉的病变征象会慢慢变得正常，最后甚至完全看不出任何感染迹象(Selcer et al, 1996)。而主肺动脉的增粗可能会发生在感染严重的患猫身上，但是这并不是可靠的诊断标准，因为大部分的患猫都没有出现肺动脉高压，且肺叶大动脉容易被心影轮廓遮挡，心影轮廓通常很少增大。肺部支气管间质型在数月内自行消退，这种继发的变化可提示猫心丝虫病，但是并非猫心丝虫病独有的特征。其他与心丝虫相关的较少见肺部变化包括：肺叶的膨胀过度和隔膜变平，肺实质点状密度升高，肺实变，胸腔积液，气胸(Schafer and Berry, 1995; Selcer et al, 1996)。某些猫心丝虫病病例的胸部X线片则无任何明显变化(Selcer et al, 1996)。

那些通过病史和临床症状怀疑为心丝虫病的患猫中，半数会出现提示心丝虫病存在的X线征象，而那些因肺动脉增粗而怀疑心丝虫感染的猫中，有一半为心丝虫抗体阳性(Brawner et al, 1998)。导致心丝虫病的X线特征、临床症状和血清学结果差异的原因可能包括：心丝虫的不同生长阶段、宿主免疫反应和脏器疾病、病变的自愈。猫感染弓首线虫和圆线虫也可出现相似的X线征象，需要进行鉴别诊断(Browne et al, 2005; Mackenzie, 1960; Swerczek et al, 1970)。

## 超声心动检查

通过二维心脏超声就能对右心结构进行完整评估，也能扫查到一部分的主肺动脉、大部分右肺动脉和少部分的左肺动脉(Venco et al, 1998b)。尽管心丝虫常见于主肺动脉和右肺动脉分支，在超声检查时仍需要系统地扫查所有位置，因为轻度感染的情况下，只能在一两处位置发现心丝虫，并且容易漏诊。成虫的体壁呈强回声界面，当超声界面横断心丝虫虫体时会产生短的平行线影像，这就是活成虫的特征征象(Selcer et al, 1996)。有时也能发现死亡的成虫，表现为体壁回声界面塌陷。猫心丝虫成虫比肺动脉要长，因此跟犬相比，猫更容易发现心丝虫从肺动脉外周分支延伸至近心段(Atkins et al, 1998)。经验丰富的超声医师不难通过



表1 猫心丝虫诊断流程和检测判读

检测方法	检测说明	结果	判读	局限性
抗体检测	检测猫对心丝虫幼虫所反应产生的抗体。最早可在被蚊子叮咬后的八周检测到感染。	阴性	较不怀疑	抗体检测可确认心丝虫幼虫感染，但无法确定疾病的因果关系。
		阳性	较可疑；50%以上的猫会存在肺动脉疾病；确认猫咪感染风险	
抗原检测	检测心丝虫雌性成虫或死亡雄虫 (>5条) 和雌虫产生的抗原	阴性	较不怀疑	未成熟虫体或仅感染雄虫很少被检测到。
		阳性	确定感染心丝虫	
胸部X线检查	检测血管增粗（幼稚型成虫感染导致炎症，之后出现增厚）、肺实质炎症和水肿（水肿仅发生于急性呼吸窘迫综合征（ARDS）病例）	正常	较不怀疑	X线征象判断较主观，容易受到判读医师的影响。
		符合猫心丝虫征象	血管明显增粗会增加对该病的怀疑	
超声心动检查	在超声的扫查声窗内，可发现肺动脉分支内未成熟或成熟的虫体产回声的体壁。	未见虫体	不会增加对疾病的怀疑	超声医生的对心丝虫扫查的经验会影响诊断准确率。
		发现虫体	确认发现虫体	

注解：没有任何一种单一检测能够诊断所有猫的心丝虫病。抗原检测在检测成虫抗原时具有很高的特异性，但是无法检测出雄性成虫抗原。临床医生必须结合多种检测的结果来确定心丝虫病是否为猫发生临床症状的病因。



图5 猫心丝虫诊断总结

超声检查确诊猫心丝虫病，特别是感染多条成虫时(DeFrancesco et al, 2001; Genchi et al, 1998)。对于感染超过5个月的心丝虫疑似病例，心脏超声检查在确诊心丝虫感染方面具有很强的特异性(Selcer et al, 1996)。但是心脏超声很难确定心丝虫的数量，因为心丝虫呈蛇形盘旋，在一个超声截面上，一条心丝虫能够产生多段强回声界面，因此容易高估心丝虫的数量。

## 尸体剖检

由于活体动物确诊心丝虫感染比较困难，因此当猫疑似因心丝虫病或未知原因疾病死亡时，应该进行剖检确认。必须彻底检查腔静脉、右心和肺动脉，因为少量的心丝虫很容易被漏诊，特别是那些未成熟的、死亡的或只剩碎片的心丝虫(Atkins et al., 1998; Genchi et al., 1998; Levy, 2007; McCall et al., 1992, 1995)。需要特别注意检查肺动脉的最末梢处，因为死亡的成虫容易被血流冲至肺动脉的最远末端梢处(Miller et al., 1998)。由于心丝虫可能移行到异常位置，所以剖检时还应该彻底检查全身动脉、体腔，如果生前出现了神经症状，还应该彻底检查脑部和椎管(Snyder et al., 2000)。

猫心丝虫诊断方法见图5，诊断流程和检测见表1

注解：没有任何一种单一检测能够诊断所有猫的心丝虫病。抗原检测在检测成虫抗原时具有很高的特异性，但是无法检测出雄性成虫抗原。临床医生必须结合多种检测的结果来确定心丝虫病是否为猫发生临床症状的病因。

## 治疗

### 药物治疗

如果猫没有出现明显的症状，只出现与心丝虫病相似的肺部血管病变和间质型病变，可以考虑给其一定时间等其自愈。对于这些亚临床病例可以考虑每6~12个月复查抗原、抗体检测和胸部X线。对于那些能够恢复的猫，出现X线征象的消退，特别是抗原检测从阳性转为阴性，都代表已经度过危险期。

对于那些出现肺部病变X征象的心丝虫患猫，无论是否出现临床症状，都可以使用泼尼松进行控制，使用过程需要逐渐降低剂量。对于那些抗体阳性和/或抗原阳性的心丝虫患猫，无论是否表现出临床症状，都应该开始使用泼尼松。可以2mg/kg/天的初始剂量口服给药，两周内逐渐减量至0.5mg/kg两天一次，维持使用两周后停药，并通过临床症状和/或胸部X线的变化评估治疗效果。对于症状复发的猫可以重复使用上述疗程(Genchi et al., 2008)。

对于急性严重发作的患猫需要立即使用治疗休克的药物进行支持疗法，根据患猫的体况不同，可能会静脉给予皮质类固醇、平衡电解质溶液、支气管扩张剂，并通过鼻管或氧仓给予氧气。即使患猫出现严重的间质型或肺泡型肺型，也不适合使用利尿剂。阿司匹林和其他非甾体类抗炎药(NSAIDs)不仅对疾病没有效果，并且可能加剧肺实质病变(Rawlings, 1990)。

而对于那些使用了类固醇药物后仍然表现临床症状的患猫，如果其体况比较稳定，可以考虑使用杀虫剂作为最后治疗手段。目前美拉索明的使用经验有限，因此并不推荐用于猫。初步研究显示美拉索明3.5mg/kg的剂量就能对猫产生毒性作用(Goodman, 1996; McLeroy, 1998)。

研究表明与不进行治疗的患猫相比，使用伊维菌素以24 $\mu$ g/kg/月剂量治疗两年，能够减少65%的心丝虫数量(Guerrero et al, 2002)。因为大部分患猫感染的心丝虫量较少，所以心丝虫数量并不是导致问题的关键所在，反而是当成虫死亡后导致的过敏反应更严重。使用伊维菌素治疗时也可能出现过敏反应，但其反应尚不清楚。

迄今为止并未有研究显示任何药物杀虫治疗能够有效延长成虫患猫的生存时间。

### 手术治疗

原则上，通过外科手术移除心丝虫比在体内杀死心丝虫的方法更好。可以通过颈静脉切开术引入毛刷(Venco et al., 1998b)、篮状导管(Borgarelli et al, 1997)或者环状捕捉器移除心丝虫，或者左侧胸廓切开术，在右心室做一个荷包切口，然后使用鳄鱼钳通过该切口将心丝虫移除(Glaus et al, 1995; Rawlings et al, 1994)。在做这些操作之前，都需要使用心脏超声对心丝虫进行定位，并确定这些无弹性的器械能否移除虫体(Borgarelli et al, 1997)。当使用右颈静脉途径时，只能移除位于腔静脉和右心房的心丝虫，因为那些器械难以到达右心室；而通过左侧胸廓切开，心室切口，使用直鳄鱼钳能移除心房、心室和主肺动脉内的心丝虫。

对于严重感染的患猫或者危急情况下，除了使用支持疗法和杀虫治疗外，外科移除心丝虫也是一个良好的选择，虽然该方法不可能移除所有的心丝虫(Rawlings et al, 1994)。对于出现腔静脉综合症的患猫，外科治疗是首选方案，需要特别注意的是必须将心丝虫完整移除，因为被切断的心丝虫会导致急性循环衰竭和死亡(Venco et al, 1998a)。

### 杀虫治疗的其他注意事项

沃尔巴克氏体属 大部分的线虫类丝虫，包括*D immitis*，体内都会含有专性的、细胞内寄生的革

兰氏阴性菌，这类细菌属于沃尔巴克氏体(Taylor et al, 2005)。对于感染其他丝虫类寄生虫的动物，在感染后第一个月内使用四环素能有效杀死含有沃尔巴克氏体沃尔巴克氏体属的丝虫，并抑制微丝蚴的生长，但是对不含有沃尔巴克氏体沃尔巴克氏体属的丝虫则无效(Bosshardt et al, 1993; Hoerauf et al, 1999)。也有相似的关于*D immitis*的治疗相关研究报告(McCall et al, 2011)。在一项研究中，使用四环素治疗心丝虫感染的犬，会导致雌性成虫的繁殖受抑制(Bazzocchi et al, 2008)。研究显示这些细菌跟心丝虫病的发病机理有关，可能是它们的内毒素作用(Bouchery et al, 2013)。最新研究显示沃尔巴克氏体表面的一种主要蛋白(WSP)能够诱导*D immitis*宿主的特异性IgG抗体反应(Kramer et al, 2005)。除了其内毒素的作用外，沃尔巴克氏体可能通过其表面蛋白(WSP)引起肺部和肾脏的炎症反应。目前正在研究在杀虫治疗前使用多西环素是否能够抑制沃尔巴克氏体的数量，并评估这种治疗方法的临床实用性。

### 心丝虫病患猫的监测

无论心丝虫患猫是否出现临床症状、是否进行内/外科杀虫治疗，都建议每6~12个月复查一次血清学检测，监测感染的发展情况。一旦确诊成虫感染，同时进行抗体和抗原检测能够获得更多的信息。具体的复查间隔时间需要根据具体情况调整，对于没有症状的患猫，可以每年复查；对于那些自愈或者使用药物导致抗原检测阳性结果转阴的患猫，需要在4~5个月内复查，监测其血液抗原是否正常(Levy et al, 2003)；一旦抗原转阴或者临床症状消失，可以选择性地进行抗体检测，因为即使寄生虫消失，抗体会继续存留一段时间，而且即使进行预防治疗，持续接触心丝虫感染源依然能够产生抗体阳性反应。对于那些出现肺部血管和实质性病变的患猫，或通过心脏超声确诊为心丝虫感染的猫，都能够使用胸部X线检查和超声检查监测疾病发展。

### 预防

在犬心丝虫流行或者感染性蚊虫存在的区域，给猫每个月使用一次预防药物能够安全有效地预防心丝虫病。许多猫都住在室内，居住环境比犬更安全稳定，除非房屋能够有效阻止蚊子进入室内，否则这些所谓的“室内猫”还是存在感染风险。再一项回顾性研究中，在诊断为心丝虫感染的患猫中有25%为室内猫(Atkins et al., 2000)。所以猫咪主人应该了解他们猫咪的生活环境及感染心丝虫的风险。当确定使用药物预防时，应该至少在心丝虫传染期开始后30天内使用，并持续使用至传染期后30天内。可以建议宠物主人全年使用心丝虫预防药物，原因如

下：1) 含有塞拉菌素(Boy et al, 2000)的产品或莫昔克丁+吡虫啉(Arther et al, 2003)外用滴剂能够有效预防一些常见的外寄生虫；2) 提高畜主医嘱服从性；3) 即使忘记使用，继续使用药物仍能有效预防(更多细节可以参考犬指导手册中大环内脂类药物治疗的章节)。

### 药物

猫心丝虫病预防程序为每月口服伊维菌素或者美贝霉素肟，也可以外用莫昔克丁或塞拉菌素滴剂。心丝虫预防可以从8月龄幼猫开始，并且在心丝虫流行区域和心丝虫传染期内，所有猫都必须进行心丝虫预防。各种预防药物的每月最小使用剂量为：伊维菌素24 µg/kg (Longhofer et al, 1995)；美贝霉素肟2.0 mg/kg (Genchi et al, 2004)；莫昔克丁1.0 mg/kg(Arther et al, 2003)；塞拉菌素6 mg/kg (McTier et al, 2000)。即使是心丝虫血清抗体或抗原阳性都能够使用这些药物。

### 血清学检测

目前，在大部分区域缺乏心丝虫血清流行病学数据，而在进行药物预防之前，兽医有必要对当地的猫进行检测，并了解其潜在的发病风险。因为本指导手册仍然在更新与评估，仍建议用药前血清学检测，为接受药物预防的猫复查时提供相关的参考标准。

尽管会建议在猫化学药物预防之前先进行血清学检测，但是其实用性并不如犬，这种矛盾与犬猫心丝虫的检测方法和检测效果的差异有关。犬的预筛检测包括血液的抗原检测和微丝蚴检测，这两项检测都对已感染成虫的患犬有很强的特异性。许多抗体阳性猫(并不是大部分)只是暂时性感染L4幼虫(Levy et al, 2003)，研究显示猫感染L4以上的幼虫可能出现心丝虫相关的呼吸道疾病(HARD)，因此更说明药物预防的重要性。虽然抗原检测具有一定的局限性，它仍然能够用于健康猫的监测(请参考“诊断性检测”章节部分表1中抗原、抗体检测的局限性)。最好的监测方法是同时检测抗原和抗体。

因为猫血液中很少出现微丝蚴，或者出现时间很短，且使用较低的杀微丝蚴化学药物剂量会产生不良反应，所以并不需要进行微丝蚴的检测。再者，对于使用药物预防的猫来说，反复进行抗体检测的意义有限，因为猫在重复感染未到达心脏的心丝虫幼虫可能会使抗体检测变得敏感，产生不可靠数据(Donoghue et al, 1998)。因此，给猫做心丝虫检测的最主要原因是：

1. 基于临床检查的信息，给怀疑心丝虫感染的猫建立病因诊断。

2. 监测那些已经确诊为心丝虫病患猫的发展过程。
  3. 在使用预防药物前建立基本的参考标准。
- 虫病进行诊断、治疗和预防。当有新的研究进展发表时，本指导原则也会继续更新。

这些指导方针是基于心丝虫病研究的最新信息，本协会的目的在于鼓励大家采用标准流程对心丝

### 参考文献

- Arther RG, Bowmann DD, McCall JW, et al. Feline Advantage Heart™ (imidacloprid and moxidectin) topical solution as monthly treatment for prevention of heartworm infection (*Dirofilaria immitis*) and control of fleas (*Ctenocephalides felis*) on cats. *Parasitol Res.* 2003;90:S137-S139.
- Arther RG, Charles S, Ciszewski DK, et al. Imidacloprid/moxidectin topical solution for the prevention of heartworm disease and the treatment and control of flea and intestinal nematodes of cats. *Vet Parasitol.* 2005;133:219-225.
- Atkins CE, Arther RG, et al. Echocardiographic quantification of *Dirofilaria immitis* in experimentally infected cats. *Vet Parasitol.* 2008;158(3):164-170
- Atkins CE, DeFrancesco TC, Coats JR, et al. Heartworm infection in cats: 50 cases (1985-1997). *J Am Vet Med Assoc.* 2000;217:355-358.
- Atkins CE, DeFrancesco TC, Miller MW, et al. Prevalence of heartworm infection in cats with signs of cardiorespiratory abnormalities. *J Am Vet Med Assoc.* 1988;212:517-520.
- Bazzocchi C, Mortarino M, Grandi G, et al. Combined ivermectin and doxycycline treatment has microfilaricidal and adulticidal activity against *Dirofilaria immitis* in experimentally infected dogs. *Int J Parasitol.* 2008;38:1401-1410.
- Benedict MQ, Levine RS, Hawley WA, Lounibos LP. Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2007;7:76-85.
- Berdoulay P, Levy JK, Snyder PS, et al. Comparison of serological tests for the detection of natural heartworm infection in cats. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2004;40:376-384.
- Bestul KJ, McCall JW, Supakorndej N, et al. Evaluation of the ASSURE/FH antibody assay for the detection of feline heartworm infection. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, pp 179-185.
- Bishop BF, Bruce CI, Evans NA, et al. Selamectin: a novel broad-spectrum endectocide for dogs and cats. *Vet Parasitol.* 2000; 91:163-176.
- Blagburn BL, Dillon AR. Feline heartworm disease: solving the puzzle. *Vet Med.* 2007;102 (suppl), 7-14.
- Blagburn BL, Dillon AR, Arther RG, et al. Comparative efficacy of four commercially available heartworm preventive products against the MP3 laboratory strain of *Dirofilaria immitis*. *Vet Parasitol.* 2011;176:189-194.
- Borgarelli M, Venco L, Piga PM, et al. Surgical removal of heartworms from the right atrium of a cat. *J Am Vet Med Assoc.* 1997;211:68-69.
- Bosshardt SC, McCall JW, Coleman SU, et al. Prophylactic activity of tetracycline against *Brugia pahangi* infection in jirds (*Meriones unguiculatus*). *J Parasitol.* 1993;79:775-777.
- Bouchery T, Lefoulon E, Karadjian G, et al. The symbiotic role of *Wolbachia* in Onchocercidae and its impact on filariasis. *Clin Microbiol Infect.* 2013;19:131-140.
- Boudreaux M, Dillon AR, Ravis WR, et al. Effects of treatment with aspirin or aspirin/dipyridamole combination in heartworm negative, heartworm infected, and embolized heartworm-infected dogs. *Am J Vet Res.* 1991;52(12):1992-1999.
- Bowman DD, Atkins CE. Heartworm biology, treatment, and control. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2009;39:1127-1158.
- Bowman DD, Johnson RD, Fogelson M, Hepler DI. Effects of milbemycin oxime on adult ascarids (*Toxocara cati*) in cats with naturally acquired infections. In *Proceedings of the 36th Annual AAVP Meeting*, 1991.

- Boy MG, Six RH, Thomas CA, et al. Efficacy and safety of selamectin against fleas and heartworms in dogs and cats presented as veterinary patients in North America. *Vet Parasitol.* 2000;91:233-250.
- Brawner WR Jr, Dillon AR, Robertson-Plouch CK, Guerrero J. Radiographic diagnosis of feline heartworm disease and correlation to other clinical criteria: Results of a multicenter clinical case study. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, pp 91-95.
- Browne LE, Carter TD, Levy JK, et al. Pulmonary arterial disease in cats seropositive for *Dirofilaria immitis* but lacking adult heartworms in the heart and lungs. *Am J Vet Res.* 2005;66:1544-1549.
- Christensen BM, Hollander AL. Effect of temperature on vector parasite relationships of *Aedes trivittatus* and *Dirofilaria immitis*. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington.* 1978;45:115-119.
- Christensen BM, Rowley WA. Observations on the laboratory biology and maintenance of *Aedes trivittatus*. *Mosquito News.* 1978;38:9-14.
- Darsie R Jr, Ward R. *Identification and Geographical Distribution of the Mosquitoes of North America, North of Mexico.* University Press of Florida, Gainesville, FL, 2005.
- DeFrancesco TC, Atkins CE. The utility of echocardiography in the diagnosis of feline heartworm disease: A review of published reports. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, pp 103-105.
- DeFrancesco TC, Atkins CE, Miller MW, et al. Use of echocardiography for the diagnosis of heartworm disease in cats: 43 cases (1985-1997). *J Am Vet Med Assoc.* 2001;218:66-69.
- Di Sacco B, Cancrini G, Genchi C. Studio del tropismo nei riguardi del cane e del gatto da parte dei ditteri potenziali vettori delle filariosi in provincia di Pavia. *Parassitologia.* 1992;34:11-12.
- Dillon AR. Feline dirofilariasis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1984;14:1185-1199.
- Dillon AR. Clinical significance of feline heartworm disease. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1998;28:1547-1565.
- Dillon AR, Atkins C, Clekis T, et al. Feline heartworm disease, Part 1. *Feline Pract.* 1996;24:12-16.
- Dillon AR, Atkins C, Clekis T, et al. Feline heartworm disease, Part 2. *Feline Pract.* 1997a;25:26-30.
- Dillon AR, Atkins C, Clekis T, et al. Feline heartworm disease, Part 3. *Feline Pract.* 1997b;25:12-21.
- Dillon AR, Blagburn B, Tillson DM, et al. Immature heartworm infection produces pulmonary parenchymal, airway, and vascular disease in cats. *J Vet Intern Med.* 2007;21:608-609.
- Dillon AR, Brawner WR, Robertson-Plough CK, Guerrero J. Feline heartworm disease: Correlation of clinical signs, serology, and other diagnostics. Results of a multicenter study. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, American Heartworm Society, Tampa, FL. 1998:153-158
- Dillon AR, Tillson DM, Hathcock J et al. Lung histopathology, radiography, high-resolution computed tomography, and bronchio-alveolar lavage cytology are altered by *Toxocara cati* infection in cats and is independent of development of adult intestinal parasites. *Vet Parasitol.* 2013;193:413-426.
- Dillon AR, Tillson DM, Wooldridge A, et al. Effect of pre-cardiac and adult stages of *Dirofilaria immitis* in pulmonary disease in cats: CBC, bronchial lavage cytology, serology, radiographs, CT images, bronchial reactivity, an histopathology. *Vet Parasitol.* 2014;206:24-37.
- Dillon AR, Warner AE, Brawner W, et al. Activity of pulmonary intravascular macrophages in cats and dogs with and without adult *Dirofilaria immitis*. *Vet Parasitol.* 2008;158(3):171-176.
- Dillon AR, Warner AE, Molina RM. Pulmonary parenchymal changes in dogs and cats after experimental transplantation of dead *Dirofilaria immitis*. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '95*, Auburn, AL. American Heartworm Society, 1995, pp 97-101.
- Donahoe JM, Kneller SK, Lewis RE. Hematologic and radiographic changes in cats after inoculation with infective larvae of *Dirofilaria immitis*. *J Am Vet Med Assoc.* 1976a;168:413-417.
- Donahoe JM, Kneller SK, Lewis RE. In vivo pulmonary arteriography in cats infected with *Dirofilaria immitis*. *Vet Radiol.* 1976b;17:147-151.
- Donoghue AR, Piché CA, Radecki SV, et al. Effect of prophylaxis on anti heartworm antibody levels in cats receiving trickle experimental infections of *Dirofilaria immitis*. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, pp 135-138.

- Ernst J, Slocombe JOD. The effect of low temperature on developing *Dirofilaria immitis* larvae in *Aedes triseriatus*. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '83*, Orlando, FL. American Heartworm Society, 1983, pp 1-4.
- Fernandez C, Chikweto A, Mofya S, et al. A serological study of *Dirofilaria immitis* in feral cats in Grenada, West Indies. *J Helminthol*. 2010;84:390-393.
- Fortin JF, Slocombe JOD. Temperature requirements for the development of *Dirofilaria immitis* in *Aedes triseriatus* and *Ae. vexans*. *Mosquito News*. 1981;41:625-633.
- Genchi C, Cody R, Pengo G, et al. Efficacy of a single milbemycin oxime administration in combination with praziquantel against experimentally induced heartworm (*Dirofilaria immitis*) infection in cats. *Vet Parasitol*. 2004;122:287-292.
- Genchi C, Di Sacco B, Cancrini G. Epizootology of canine and feline heartworm infection in Northern Italy: possible mosquito vectors. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '92*, Austin, TX. American Heartworm Society, 1992a, pp 39-46.
- Genchi C, Guerrero J, Di Sacco B, Formaggini L. Prevalence of *Dirofilaria immitis* infection in Italian cats. In *Proceedings of Heartworm Symposium '92*, Austin, TX. American Heartworm Society, 1992b, pp 97-102.
- Genchi C, Kramer L, Venco L, et al. Comparison of antibody and antigen testing with echocardiography for the detection of heartworm (*Dirofilaria immitis*) in cats. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, pp 173-177.
- Genchi C, Venco L, Ferrari N, et al. Feline heartworm (*Dirofilaria immitis*) infection: a statistical elaboration of the duration of the infection and life expectancy in asymptomatic cats. *Vet Parasitol*. 2008;158:177-182.
- Genchi C, Venco L, Magnino S, et al. Aggiornamento epidemiologico sulla filariosi del cane e del gatto. *Veterinaria*. 1993;7:5-11.
- Gjullin CM, Yates WW, Stage HH. Studies on *Aedes vexans* (Meig.) and *Aedes sticticus* (Meig.) floodwater mosquitoes in the lower Columbia River Valley. *Ann Entomol Soc Am*. 1950;43: 262-275.
- Glaus TM, Jacobs GJ, Rawlings CA, et al. Surgical removal of heartworms from a cat with caval syndrome. *J Am Vet Med Assoc*. 1995;206:663-666.
- González-Miguel J, Morchón R, et al. Identification of *Dirofilaria immitis* immunoreactive proteins recognized by sera from infected cats using two-dimensional electrophoresis and mass spectrometry. *Mol Biochem Parasitol*. 2010;174:78-82.
- Goodman DA. Evaluation of a single dose of melarsomine dihydrochloride for adulticidal activity against *Dirofilaria immitis* in cats. Thesis for Master of Science Degree. University of Georgia, Athens, GA, 1996.
- Guerrero J, McCall JW, Dzimianski MT, et al. Prevalence of *Dirofilaria immitis* infection in cats from the southeastern United States. In *Proceedings of the American Heartworm Symposium '92*, Austin, TX. American Heartworm Society, 1992, pp 92-95.
- Guerrero J, McCall JW, Genchi C. The use of macrocyclic lactones in the control and prevention of heartworm and other parasites in dogs and cats. In Vercruysse J, Rew RS (eds): *Macrocyclic Lactones in Antiparasitic Therapy*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2002, pp 353-369.
- Guerrero J, McCall JW, Genchi C, et al. Recent advances in heartworm disease. *Vet Parasitol*. 2004;125:105-130.
- Hinman EH, Hurlbut HS. A study of winter activities and hibernation of *Anopheles quadrimaculatus* in the Tennessee Valley. *Am J Trop Med Hyg*. 1940;20:431-446.
- Hoerauf A, Nissen-Pahle K, Schmetz C, et al. Tetracycline therapy targets intracellular bacteria in the filarial nematode *Litomosoides sigmodontis* and results in filarial infertility. *J Clin Invest*. 1999;103:11-18.
- Holmes RA, Clark JN, et al. Histopathologic and radiographic studies of the development of heartworm pulmonary vascular disease in experimentally infected cats. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '92*. Austin, TX. American Heartworm Society, 1992, pp 81-89.
- Humbert-Droz E, Buscher G, Cavalleri D, Junquera P. Efficacy of milbemycin oxime against fourth-stage larvae and adults of *Ancylostoma tubaeforme* in experimentally infected cats. *Vet Rec*. 2004;154:140-143.
- Knight DH, Lok JB. Seasonality of heartworm infection and implications for chemoprophylaxis. *Clin Tech Small Anim Pract*. 1998;13:77-82.

- Kozek WJ. What is new in the Wolbachia/Dirofilaria interaction. *Vet Parasitol.* 2005;133(2-3):127-132.
- Kozek WJ, Vazquez AE, Gonzalez C Jr, et al. Prevalence of canine filariae in Puerto Rico and the Caribbean. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '95*, Auburn, AL. American Heartworm Society, 1995.
- Kramer L, Genchi C. Feline heartworm infection: serological survey of asymptomatic cats living in northern Italy. *Vet Parasitol.* 2002;104:43-50.
- Kramer L, Simon F, Tamarozzi F, et al. Is Wolbachia complicating the pathological effects of *Dirofilaria immitis* infections? *Vet Parasitol.* 2005;133(2-3):133-136.
- Kramer LH, Tamarozzi F, Morchón R, et al. Immune response to and tissue localization of the *Wolbachia* surface protein (WSP) in dogs with natural heartworm (*Dirofilaria immitis*) infection. *Vet Immunol Immunopathol.* 2005;106:303-308.
- Lee ACY, Atkins CE. Understanding Feline heartworm infection: Disease, diagnosis, and treatment. *Top Comp Anim Med.* 2010;25:224-230.
- Levy JK. Diagnostic changes in feline heartworm disease. In *State of the Heartworm '07 Symposium*, Washington, DC. American Heartworm Society, 2007, p 30.
- Levy JK, Lappin MR, Crawford PC, Glaser AL. Infectious diseases of dogs and cats rescued from the 2005 Gulf Coast hurricane disaster. In *Research Abstract Program of the 25th Annual ACVIM Forum*, Abstract #19, p 577, 2007.
- Levy JK, Lappin MR, Glaser AL, et al. Prevalence of infectious diseases in cats and dogs rescued following Hurricane Katrina. *J Am Vet Med Assoc.* 2011;238(3):311-317.
- Levy JK, Snyder PS, Taveres LM, et al. Prevalence and risk factors for heartworm infection in cats from northern Florida. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2003;39:533-537.
- Little SE, Raymond MR, Thomas JE, et al. Heat treatment prior to testing allows detection of antigen of *Dirofilaria immitis* in feline serum. *Parasites Vectors.* 2014;7:1.
- Longhofer SL, Daurio CP, Plue RE, et al. Ivermectin for the prevention of feline heartworm disease. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '95*, Auburn, AL. American Heartworm Society, 1995, pp 177-182.
- Löwenberg Neto P, Navarro-Silva MA. Development, longevity, gonotrophic cycle and oviposition of *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) under cyclic temperatures. *Neotrop Entomol.* 2004;33:29-33.
- Ludlam KW, Jachowski LA Jr, Otto GF. Potential vectors of *Dirofilaria immitis*. *J Am Vet Med Assoc.* 1970;157:1354-1359.
- Mackenzie A. Pathological changes in lungworm infestation in two cats with special reference to changes in pulmonary arterial branches. *Res Vet Sci.* 1960;1:255-259.
- McCall JW. Evaluation of feline heartworm antibody test kits and diagnostic laboratory test. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '01*. American Heartworm Society, 2001, pp 125-134.
- McCall JW, Dzimianski MT, McTier TL, et al. Biology of experimental heartworm infections in cats. In *Proceedings of the American Heartworm Symposium '92*, Austin, TX. American Heartworm Society, 1992, pp 71-79.
- McCall JW, Genchi C, Kramer LH, et al. Heartworm disease in animals and humans. In Rollinson D, Hay SI (eds): *Advances in Parasitology*. New York: Academic Press, 2008, pp 193-285.
- McCall JW, Guerrero J, Supakorndej P. Evaluation of the accuracy of antigen and antibody tests for detection of heartworm infection in cats. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, p 32.
- McCall JW, Supakorndej N, Ryan W, Soll MD. Utility of an ELISA-based antibody test for detection of heartworm infection in cats. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '95*, Auburn, AL. American Heartworm Society, 1995, pp 127-133.
- McLeroy LW. Evaluation of melarsomine dihydrochloride for adulticidal activity against *Dirofilaria immitis* in cats with intravenously transplanted adult heartworms. Thesis for Master of Science Degree. University of Georgia, Athens, GA, 1998.
- McTier TL, McCall JW, Dzimianski MT, et al. Prevention of heartworm infection in cats by treatment with ivermectin at one month post-infection. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '92*, Austin, TX.

American Heartworm Society, 1992, pp 111-116.

McTier TL, Shanks DJ, Watson P, et al. Prevention of experimentally induced heartworm (*Dirofilaria immitis*) infections in dogs and cats with a single topical application of selamectin. *Vet Parasitol.* 2000;91:259-268.

Miller MW, Atkins CE, Stemme K, et al. Prevalence of exposure to *Dirofilaria immitis* in cats in multiple areas of the United States. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, pp 161-166.

Morchón R, Carretón E, González Miguel J, Mellado Hernández I. Heartworm disease (*Dirofilaria immitis*) and their vectors in Europe. New distribution trends. *Front Physiol.* 2012;3.

Nelson CT, Self TS. Incidence of *Dirofilaria immitis* in shelter cats in southeast Texas. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, pp 63-66.

Nelson CT, Seward RL, McCall JW, et al. 2007 Guidelines for the Diagnosis, Prevention, and Management of Heartworm (*Dirofilaria immitis*) Infection in Cats. American Heartworm Society, 2007.

Nolan TJ, Niamatali S, Bhopale V, et al. Efficacy of a chewable formulation of ivermectin against a mixed infection of *Ancylostoma braziliense* and *Ancylostoma tubaeforme* in cats. *Am J Vet Res.* 1992;53:1411-1413.

Piché CA, Cavanaugh MT, Donoghue AR, et al. Results of antibody and antigen testing for feline heartworm infection at Heska® Veterinary Diagnostic Laboratories. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, pp 139-143.

Pratt HD, Moore CD. *Mosquitoes of Public Health Importance and Their Control*. United States Government Printing Office, Washington, DC, 1960.

Rawlings CA. Pulmonary arteriography and hemodynamics during feline heartworm disease. Effect of aspirin. *J Vet Intern Med.* 1990;4:285-291.

Rawlings CA, Calvert CA, Glaus TM, Jacobs GJ. Surgical removal of heartworms. *Sem Vet Med Surg Small Anim.* 1994;9:200-205.

Ryan WG, Gross SJ, Soll MD. Diagnosis of feline heartworm infection. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '95*, Auburn, AL. American Heartworm Society, 1995, pp 121-126.

Ryan WG, Newcomb KM. Prevalence of feline heartworm disease—a global review. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '95*, Auburn, AL. American Heartworm Society, 1995, pp 79-86.

Schafer M, Berry CR. Cardiac and pulmonary artery mensuration in feline heartworm disease. *Vet Radiol Ultrasound.* 1995;36:499-505.

Scoles GA, Dickson SL, Blackmore MS. Assessment of *Aedes sierrensis* as a vector of canine heartworm in Utah using a new technique for determining the infectivity rate. *J Am Mosq Control Assoc.* 1993;9:88-90.

Selcer BA, Newell SM, Mansour AE, McCall JW. Radiographic and 2-D echocardiographic findings in eighteen cats experimentally exposed to *D. immitis* via mosquito bites. *Vet Radiol Ultrasound.* 1996;37:37-44.

Simón F, Genchi C, Prieto G, Allende E. Immunity in the vertebrate hosts. In Simón F, Genchi C (eds): *Heartworm Infection in Humans and Animals*. Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca, Spain, 2001, p 218.

Slocombe J, Srivastava B, Surgeoner G. The transmission period for heartworm in Canada. In *Proceedings of the Heartworm Symposium '95*, Auburn, AL. American Heartworm Society, 1995, pp 43-48.

Snyder PS, Levy JK, Salute ME, et al. Performance of serologic tests used to detect heartworm infection in cats. *J Am Vet Med Assoc.* 2000;216:693-700.

Stewart VA, Hepler DI, Grieve RB. Efficacy of milbemycin oxime in chemoprophylaxis of dirofilariasis in cats. *Am J Vet Res.* 1992;53:2274-2277.

Swerczek TW, Nielsen SW, Helmboldt CF. Ascariasis causing pulmonary arterial hyperplasia in cats. *Res Vet Sci.* 1970;11:103-104.

Taylor MJ, Bandi C, Hoerauf A. Wolbachia bacterial endosymbionts of filarial nematodes. *Adv Parasitol.* 2005;60:245-284.

Terrell S. Heartworm in Alaska: Prevalence in domestic dogs and wild canids. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998, pp 83-86.



Venco L, Borgarelli M, Ferrari E, et al. Surgical removal of heartworms from naturally-infected cats. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998a, pp 241-246.

Venco L, Morini S, Ferrari E, Genchi C. Technique for identifying heartworms in cats by 2-D echocardiography. In *Recent Advances in Heartworm Disease: Symposium '98*, Tampa, FL. American Heartworm Society, 1998b, pp 97-102.



**AMERICAN  
HEARTWORM  
SOCIETY™**  
EST.1974

这些准则是根据心丝虫疾病最新的信息而制定，为了鼓励社会大众使用标准的心丝虫诊断、治疗和预防程序，这些准则会随着新的研究发表不断更新。