



热成像技术应用于猫狗动物的兽医学

介绍

热成像技术工作原理

热辐射或红外能量是不可见电磁波谱的一部分，由于波长太长，肉眼一般难以察觉（图1）；而我们能感知的是它所散发的热能。与可见光不同的是，任何具有绝对零度以上温度的事物均能散发出热量。即使是低温物体，如：冰块，也能散发红外辐射能。

红外热像仪与摄像机的工作原理类似，但红外热像仪并不是一种光学记录工具，而仅用于记录红外辐射能（即：热量）。这类热像仪可测量和记录物体的温度，生成一种红外图像——热图像。肉眼无法看清漆黑环境中的物体，而红外热像仪却丝毫不受光线的影响。

物体的温度越高，所散发的红外辐射能越多。因此，红外热像仪不仅能记录红外图像，而且还能测量物体的表面温度。机载处理器通过图像增强和计算功能可测量物体表面的温度。这种在测量温度的同时又能生成物体图像的方法在兽医学领域具有十分广阔的新应用前景。

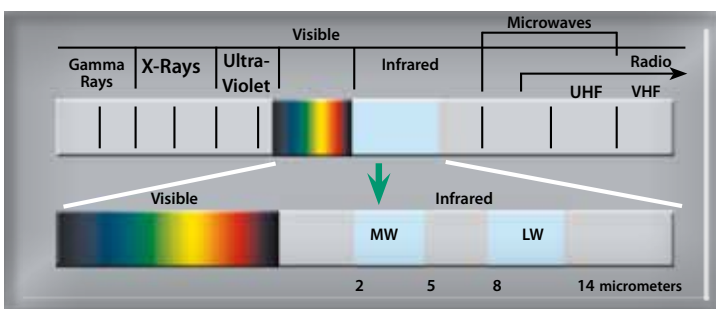


图1：电磁波谱显示红外光的波段范围。

热成像技术：一种非侵入性检测方法 红外热像仪小巧玲珑、使用方便。

“调色板”是一个十分重要的概念。调色板是指在一幅热图像中使用的一套颜色组合，它随着温度的变化表现出具体的颜色。如，某张调色板可能在温度最低的区域显示为蓝色，在温度最高的区域显示为白色，在最热区与最冷区之间显示为红色和黄色。

红外热像仪有多种调色板可供选择。在检查动物时，选择一种方

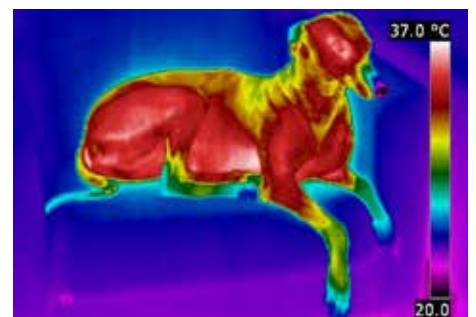


图2.a.：坐在沙发上的灰犬的热图像，使用各种深色调色板显示图像。



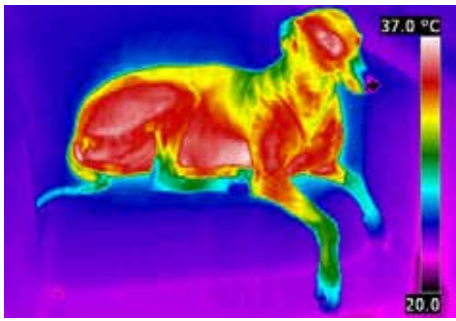


图2.b.: 坐在沙发上的灰犬的热图像，使用彩色调色板显示图像。

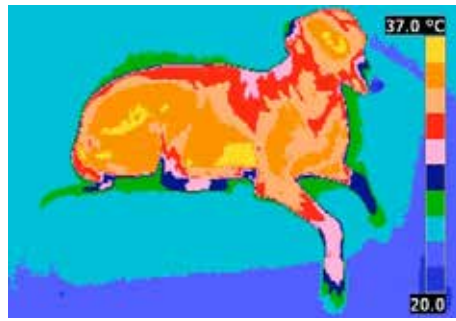


图2.c.: 所示为坐在沙发上的灰犬的热图像，使用医用调色板显示图像。

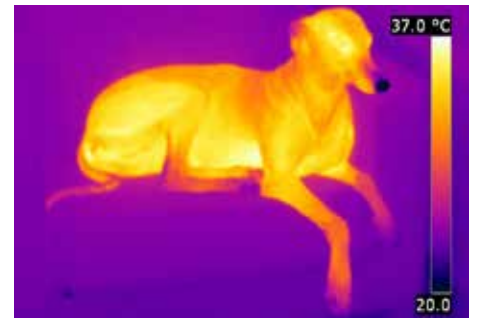


图2.d.: 坐在沙发上的灰犬的热图像，使用深铁色调色板显示图像。

便分析解读的调色板至关重要：如，“各种深色”具有清晰易辨的色彩。

使用热成像技术对动物的全面检查包含拍摄动物各个部位的热图（图3-7所示）。需拍摄图像的数量取决

于患者的体型，体型越大，所需图像的数量越多。拍摄患者脚印的热图像也十分有助于病情诊断（图8）。然而，却不能以偏概全——由于患有严重疼痛症的动物会改变自身体重的承重点，受影响的肢体实际上可能未留有任何脚印。

拍摄的图像将使用红外热像仪随附的软

件（如，FLIR QuickReport）进行分析。有时也可借助热像仪显示屏上的信息做一些预分析。由于还未对具有不同皮毛类型动物的辐射率进行研究，因而，目前完全依靠温度测量是难以行通的。但做一些比较未尝不可：例如，比较左右两幅热图像。脚印可以表明体重承载的不对称性或温度高的脚印可能已患感染/炎症，并有助于分析其它图像。如果温度变化在临床中至关重要，关键部位的温差通常在 1°C 左右（图9）。

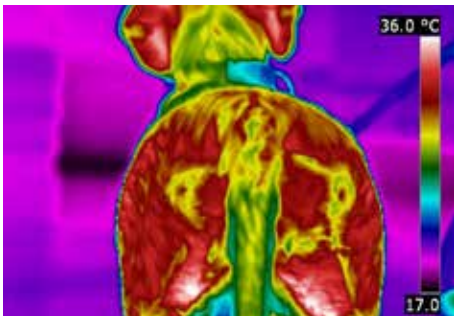


图3：使用热成像技术检查动物：后视拍摄。

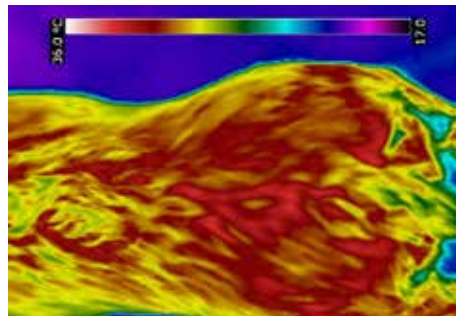


图4：使用热成像技术检查动物：俯视拍摄。

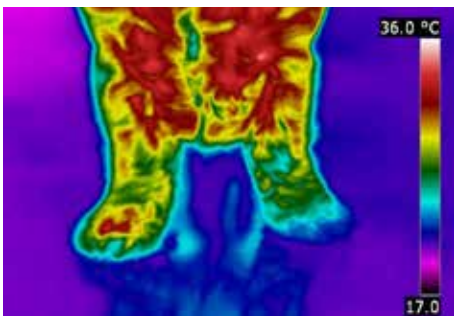


图5：使用热成像技术检查动物：正视拍摄。

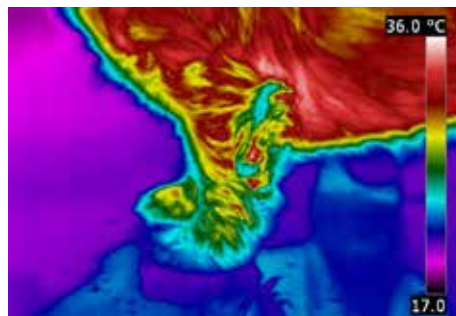


图6：使用热成像技术检查动物：左视拍摄。

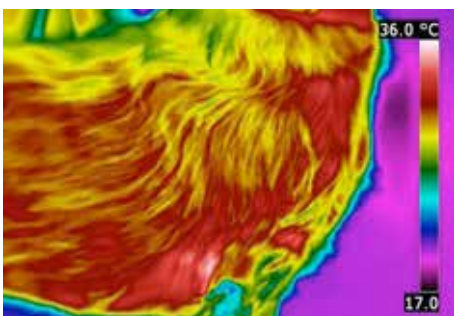
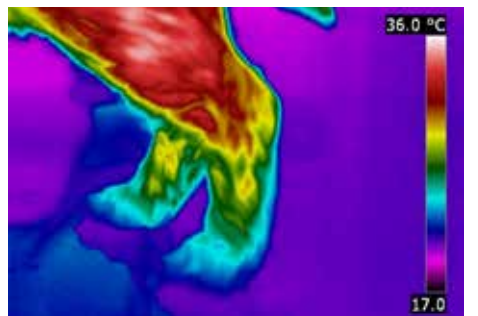


图7：使用热成像技术检查动物：右视拍摄。

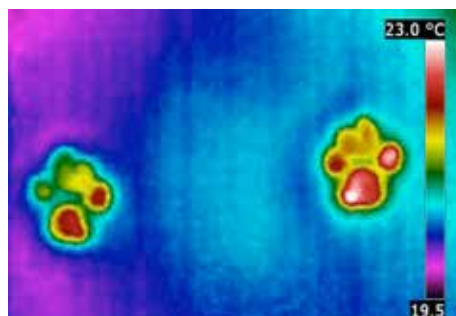
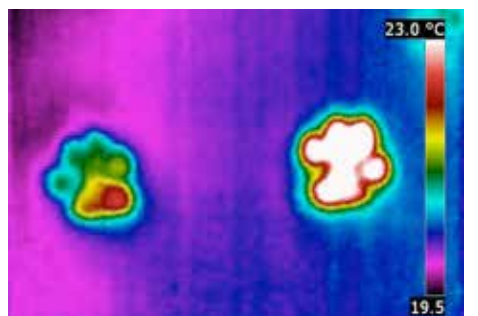


图8：使用热成像技术检查动物的脚印。a为后腿，b为前腿。



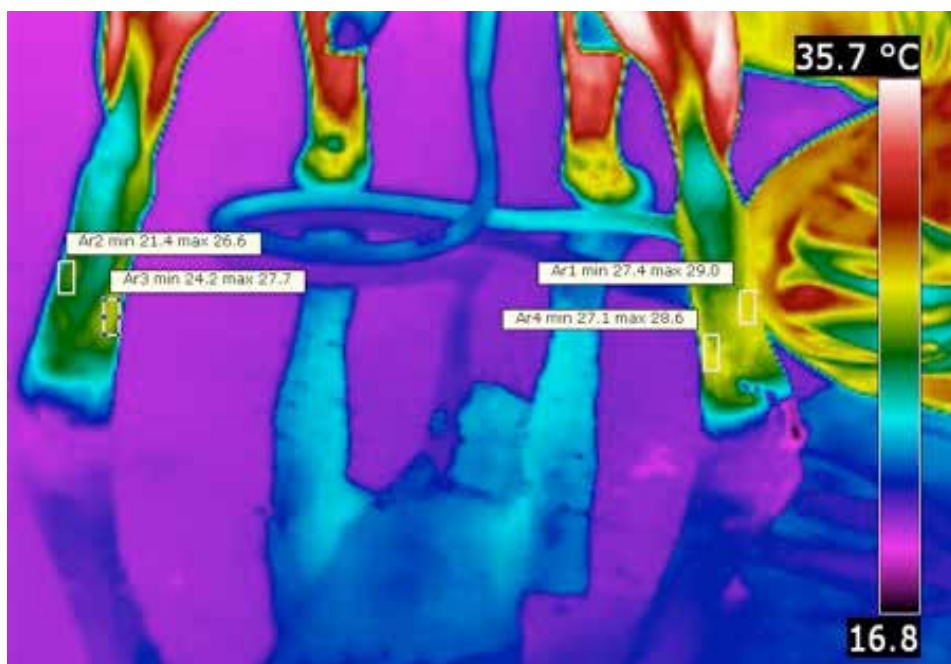


图9：在后腿踝骨区域（跛行的狗）存在显著的临床温差。

最后谨记：还需使用其它诊断方法做进一步临床检查。

可能的应用

由于热成像能显示患者的热对称性以及异常的热区或冷区，因而它能检测到改变正常热图像的诸多因素。如果热图像表现为非对称或者存在意料之外的热异常现象，可能表示存在感染、软组织问题（肌腱、肌肉等）、关节问题、神经紊乱或甚至是被毒蛇咬伤。从以上举例不难看出，热成像技术对疼痛定位、疼痛治疗，甚至是对此类患者的后续治疗都极其实用。

借助热成像技术进行检查的患者通常患有一些与骨骼和肌肉相关的病痛。要么是无法发现具体的病区，

要么是处于后续的康复治疗中。疼痛十分明显，但不明具体位置的患者十分常见。以下实例说明使用热成像技术可以查出的病痛。

感染

感染的定义：一种能由细菌或病毒引起的发炎过程。炎症和感染产生放热反应：换言之，受感染的部位温度要高于周围组织。热成像技术能够检测到发炎过程，然而肉眼却难以企及。

一只5岁的雌性灰犬左后腿出现轻微跛行，但是只发现其中一个脚趾有轻微擦伤。经过热成像检查后表明擦伤引起了大面积感染（图10所示）。在对热图进行分析后，治疗计划由局部治疗改为全身用药（非

甾体类抗炎药物（NSAID）和抗生素）。

灰犬在用药后效果十分明显，跛行的程度立即有所缓解。第二天拍摄的后续热图（图11）表明愈合快速，只剩下局部感染。

本案例中的热图表明红外热像仪是检查受伤，以及为患者合理规划治疗方案的一种优良工具。同样，在后续治疗中使用热成像技术也十分简单、有效。

炎症

炎症可以通过身体对可能伤害的反应来确定。炎症的迹象包括发烧、红肿、疼痛以及出现功能损失。炎症不涉及细菌或病毒。由于发炎部位的温度要高于周围组织，因而热成像技术能够检测出这类炎症的迹象。

一名德国牧羊人在在对狗进行两次骨科检查后，均未确诊，后来改用热成像技术进行检查。狗虽跛行甚微，但主人却忧心忡忡，主要原因可能是骨科医生未发现任何具体问题，而动物却无法正常行走。经过热成像检查后，热图像（图12）显示左后腿的脚掌温度异常。随后，主人发现狗的脚爪中扎入了一块碎屑，并立即将其去除。要是没有热成像技术，将很难对此局部炎症进行确诊。

肌肉注射会引起局部炎症。热成像

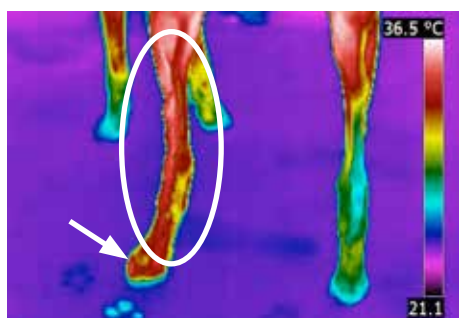


图10：擦伤区（箭头所示）以及受感染区（圆圈所示）。



图11：局部感染区（箭头所示）以及感染愈合区（圆圈所示）。

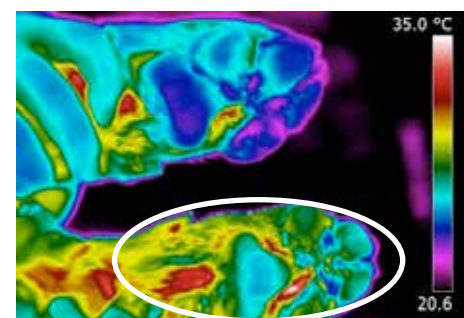


图12：温度较高的左前腿脚垫（圆圈所示）。

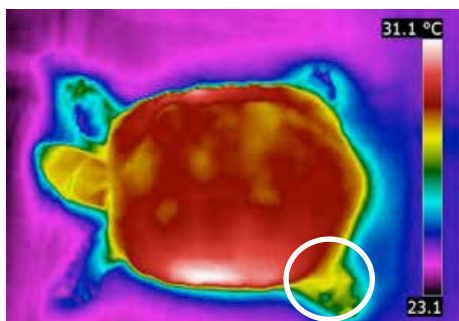


图13: 一只乌龟经过肌肉注射后发生局部炎症: (a)俯视图拍摄(b)后视拍摄(圆圈所示)。

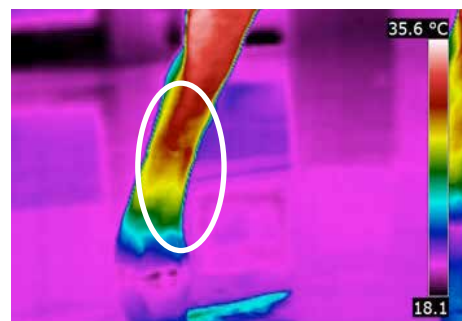
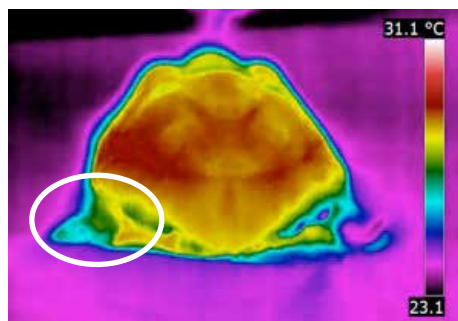


图14: 右后腿正视拍摄的热图像。右后腿前部的温度要略高于左后腿(图15)。

检查结果表明, 此类炎症在冷血动物中特别明显(图13a和图13b)。

肌腱

在热图像中, 肌腱的温度通常要低于其它结构组织。细微的受伤在发生解剖学变化前可以通过热成像技术查出, 发生解剖学变化后可以使用超声波检查法或X光检测。

一只4岁, 经过阉割后的雄性斯塔福德郡牛头杂交犬, 在右后腿持续跛行一段时间后, 使用红外热像仪对其做了检查。由于该“患者”右后腿未受力, 其症状表现为间

歇性行走不平衡。经过神经科和骨科医生临床检查、X光或磁共振检(MRI)测后, 未发现具体病因。曾怀疑其患有与腰骶骨相关的病痛, 但一直未得到确诊。

在拍摄热图像后, 发现右后腿的脚底部位存在异常现象(图14-15)。

关节

不同的关节问题会导致动物产生明显的功能性疾病, 并引起不同类型的疼痛。

骨关节炎发病后疼痛难忍。急性期过后, 疼痛虽会明显减轻, 但疾病会影响肌肉的活动。骨关节炎同样也可能是由关节部位的其它疾病/突起导致而成。

一只年轻雌性成年犬的右前腿出现绞痛和跛行症状。之前, 她被诊断为右肘剥脱性骨软骨炎, 并在关节部位做了手术。手术通常具有一定疗效, 或至少能让狗正常行走。

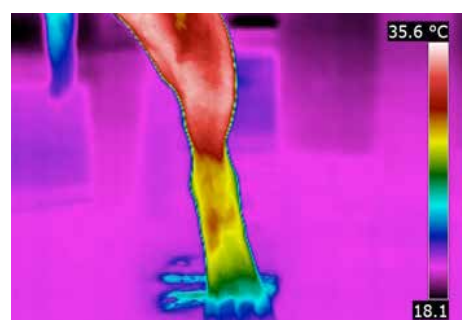


图15: 左后腿(正常温度)。

常规检查未发现导致其跛行的具体病因, 而且主人希望能得到不同的见解, 并进行一次热成像检查。热图像显示, 在右腿肘关节部位(图16)存在明显的温差, 骨

科医生针对该部位的X光检查与评估表明关节炎病变。因而, 此犬的放牧能力必定受到了一定限制。

热成像技术同样也可用于检查非急性期的骨关节炎病症。一只罗特韦尔犬左肩患有骨关节炎, 当时在正使用NSAIDs和针灸进行治疗。使用热成像检查后, 这些问题变得一目了然(图17和18)。

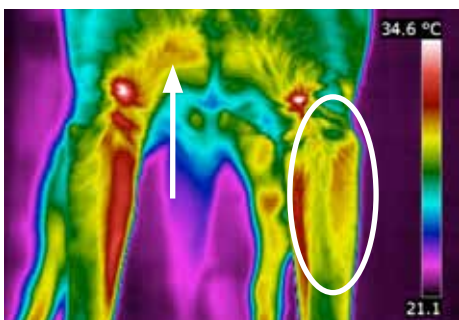


图16: 左肘区域温度偏高, 因为患有有关节炎(圆圈所示)。胸肌部位的温度偏高, 因为过度使用右前腿(箭头所示)。

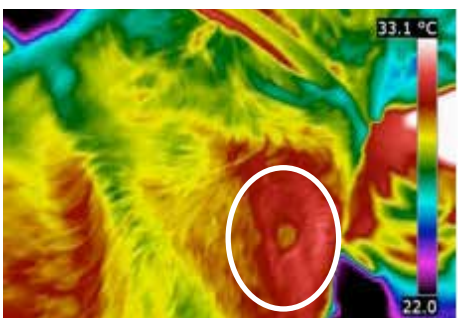


图17: 图示中的狗左肩患有有关节炎, 致使其过多使用右肩, 因而右肩部位温度偏高(圆圈所示)。

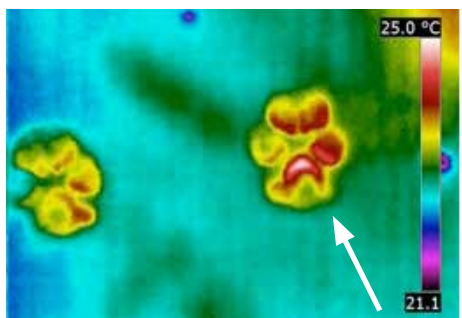
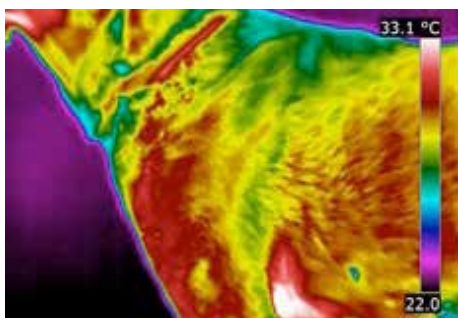


图18: 由于肢体疼痛, 脚印表现出轻微不平衡, 右前腿承载的重量要高于左前腿(箭头所示)。

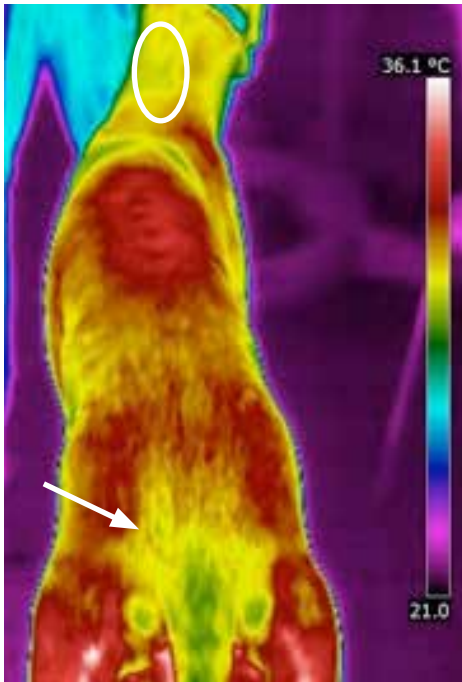


图19: 颈部的冷区 (圆圈所示), 以及盆骨区域的冷点 (箭头所示)。

神经系统问题

神经系统问题表现为冷区, 此部位的组织受非正常神经的支配。神经紊乱可能由创伤、挤压或衰退过程引起。当神经无法正常工作时, 受神经系统支配的部位 (肌肉等) 也将无法像往常一样活跃, 所以在热图中, 其温度要低于周围组织。

一只雄性灰犬由于屡现病痛, 因而接收了红外热像仪检查。主人不愿进行大面积检查, 但却对热成像技术十分惬意。之前, 灰犬被诊断为患有颈椎钙化病, 而且在其中一只腿的脚垫中嵌入有一块岩石。灰犬的两只前腿出现跛行, 左后腿颤抖不停。

热成像检查表明, 之前的神经性问题依旧存在 (图19)。颈部的神经性问题同样也是导致前腿跛行的病因。而盆骨部位的冷点是导致左后腿发颤的原因。

一位疼痛门诊的兽医发现该犬左后腿发颤的原因是由坐骨神经卡压症引起。热图像表明冷区在结构上与

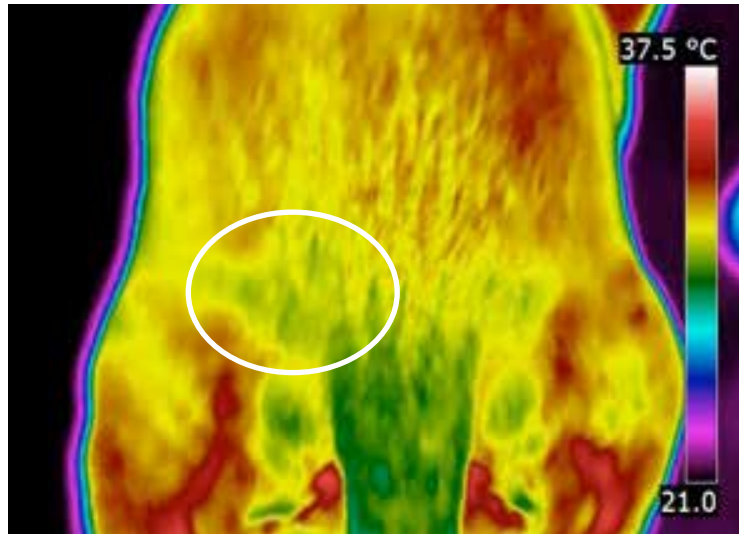


图20: 坐骨神经区域的温度要低于左侧部位 (圆圈所示)。

坐骨神经相关 (图20)。

经过针灸治疗后, 受影响区域有了稍许改善 (图21)。虽然整个腰椎区温度略低, 但温度分布更均匀。整体温度下降表明病情有所好转, 主要是由于疼痛消失, 而且减少了不正常的肌肉使用, 降低了这一部位的炎症。

由于这一问题只能暂时缓解, 而无法彻底治愈, 应用针灸和止痛药对此犬的疼痛治疗仍需继续进行。

疼痛定位/治疗

热成像技术是十分实用的疼痛检测工具。由于猫从不轻易表现自己的

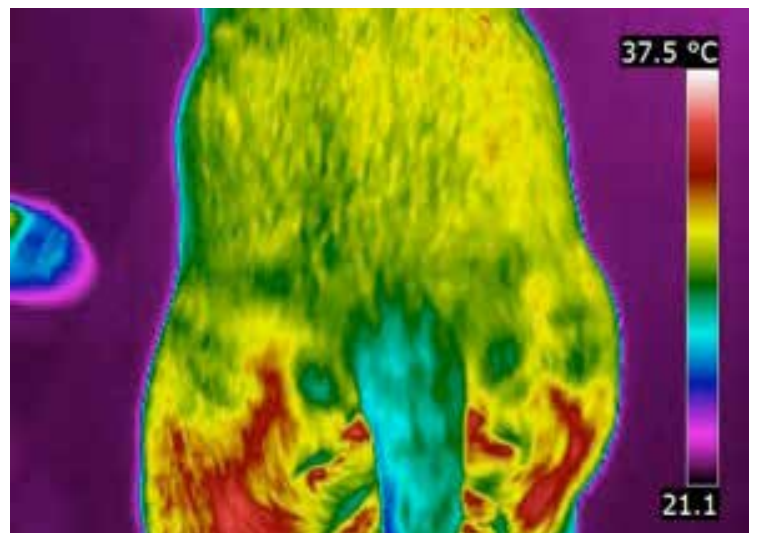


图21: 经过治疗后, 动物盆骨两侧的温度更均匀。

疼痛感, 那么对猫的检测是一个典型的案例。使用热成像技术可以发现, 动物的疼痛表现为高温区或温度不均衡区。高温区表明可能存在炎症或感染, 或由于过度使用非疼痛肢体所引起。

一只5岁, 经过阉割后的雄性孟加拉猫由于具有攻击性行为, 因而对其做了热成像检查。热图表明臀部周围某个区域的温度要高于其它区域 (图22)。这一现象在针对猫的脚步拍摄的热图中有所体现 (图22b)。

在服用止痛药 (NSAIDs) 后, 猫的攻击行为发生了改变, 第二天拍摄的后续热图表明症状有了明显改

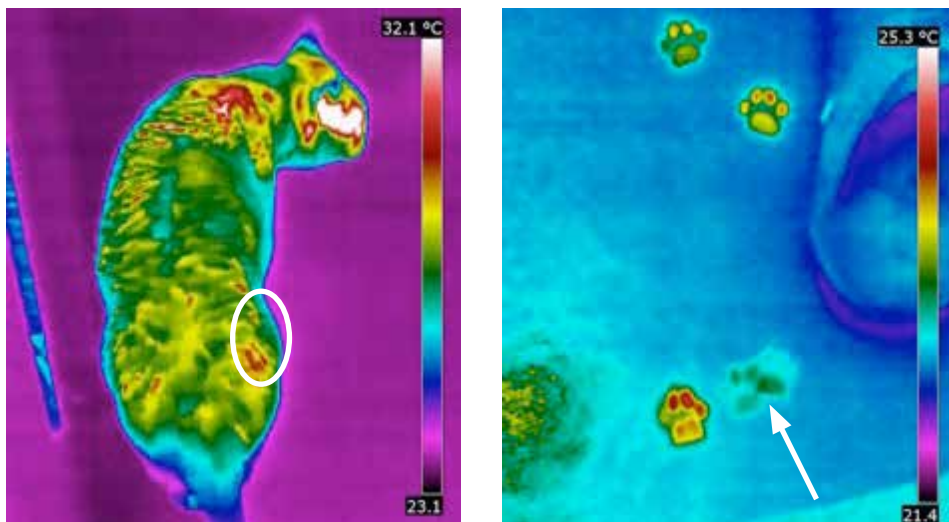


图22: (a) 疼痛(圆圈所示)引起右后腿温度偏高, (b) 脚印表示右后腿未承受身体重量(箭头所示)。

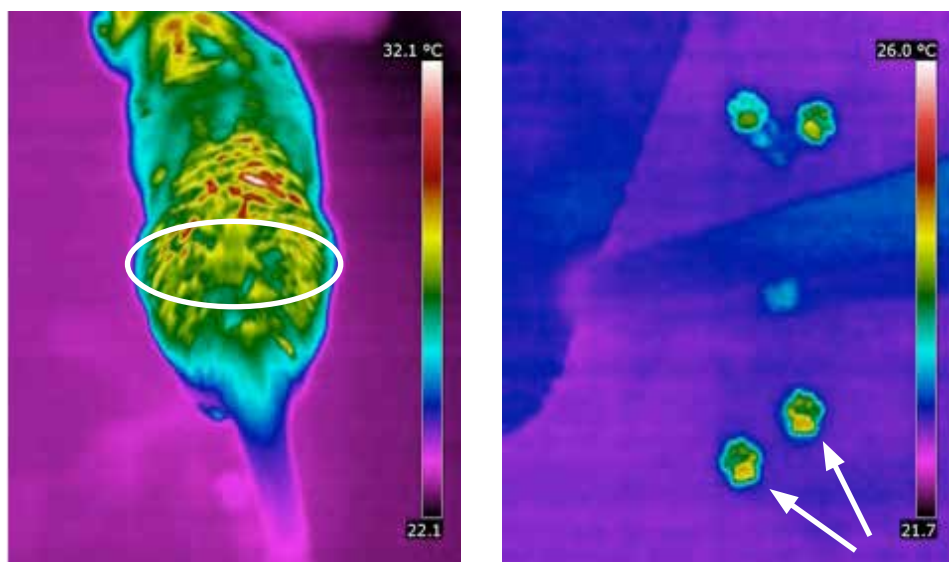


图23: (a) 髋关节部位(圆圈所示)无温差, (b) 脚印表示两只腿承重更均匀(箭头所示)。

善, 疼痛迹象消除(图23)。

在对臀部和腰椎部位进行X光检查后, 未发现有骨关节炎症状。结论是: 疼痛由肌肉损伤或关节脱臼引起。由于X光检查通常无法清晰诊断初期病变, 因而也并不排除患有早期关节炎。

将会使用热成像技术时常对这只猫进行监测, 让疼痛能得到尽早治疗。

综合评价

有必要意识到, 为了有效避免误诊, 使用热成像技术后, 还需使用

其它检查方法进行确诊。如果患者身体潮湿(如, 被雨淋湿), 皮毛中的湿气会影响热图像的显像效果。多风的地点不宜使用热成像技术, 由于热量容易通过蒸发、辐射和传导的形式逸散。有阳光直射或其它热源的地方也不宜使用热成像技术。

作为一种生理学诊断工具, 在患者未发生解剖学变化前, 热成像能将病因“化无形为有形”。对于疑似肌腱或肌肉受损的症状, 使用其它解剖诊断工具(如X光检查、超声波、CT、MRI)无法诊断时(无解剖变化), 热成像技术将显示其独特的实用性, 早期诊断能让伤痛在

加剧前得到合理有效的治疗。

热成像技术的优点之一是不会产生辐射, 不会对动物(或其主人)造成伤害。同时, 在整个过程中, 动物可以始终保持完全清醒的状态, 由于在检查期间无需接触动物, 即使是患病严重和生性胆小的动物, 也不会产生任何紧张情绪。

芬兰赫尔辛基大学的 Mari Vainionpää正在开发一套关于小动物热成像检查的课程, 以满足对此独特工具兴趣浓厚的临床医生, 在病情诊断以及后续治疗中的需求。

使用热成像技术检查动物的用户需要十分熟悉该技术, 尤其是在做出



患者治疗或深入治疗的决定前, 能够熟练地解读热图像。首先, 需要掌握有关患病动物生理学和解剖学的知识, 检查应由兽医进行, 或与兽医一同讨论检查结果。

芬兰赫尔辛基大学兽医药理学与毒理学学院, 马与小动物医学系
FI-00014, Koetilantie 7 PO Box 57

如需了解有关红外热像仪或此应用的更多信息, 请联系:

FLIR中国公司总部:
前视红外热像系统贸易(上海)有限公司
全国咨询热线: 400-683-1958
邮箱: info@flir.cn
www.flir.com

图片仅供说明之用, 显示图像可能不代表该热像仪的实际分辨率