

基于 GIS 技术对虎病例的回顾性分析

范玉^{①②} 张庆勋^① 韩姝伊^① 罗静^① 何宏轩^{①*}

① 中国科学院动物研究所 北京 100101; ② 中国科学院大学生命科学学院 北京 100049

摘要: 疫病对珍稀濒危物种虎的 (*Panthera tigris*) 生存构成重大威胁。先前的许多研究都将疫病的出现与社会经济、环境和生态因素联系起来, 但还没有研究明确分析这些因素与虎病例发生之间的关系。本研究从虎病例的分类统计情况、空间分布情况、时间相关性三个方面分析了 1909 至 2019 年间全球范围内的 551 个虎病例。运用地理信息系统 (GIS) 及 SPSS 统计分析软件针对中国范围内 (未统计台湾省以及香港和澳门特别行政区) 虎病例的发生情况进行了回归分析, 分析结果表明, 虎病例的发生与人口因素存在显著的相关性, 提示相关工作人员应注意加强对人口密度较大地区的虎疫病防控工作力度。该结果为建立一个用于预测虎疫病最有可能发生地区的模型提供了基础。

关键词: 回顾性分析; 风险因素; 虎病例; 可视化; 地理信息系统 (GIS)

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2020) 04-491-22

A Retrospective Analysis of Tiger Case Reports Based on GIS Technology

FAN Yu^{①②} ZHANG Qing-Xun^① HAN Shu-Yi^① LUO Jing^① HE Hong-Xuan^{①*}

① Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;

② College of Life Sciences, University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: Diseases represent a significant threat to the survival of tigers (*Panthera tigris*). Many previous studies have linked the emergence of the diseases to socio-economic, environmental and ecological factors, but none of these studies specifically analyzed the relationship between these factors and tiger case reports. This study used Excel software to make statistics and present the classification statistics of tiger case reports in the world (Table 1), as well as time-dependent change (Fig. 4, 5). The Poisson regression of SPSS software was used to analyze correlation between case reports' number and time quantitatively. ArcGIS software was used to present the geographical distribution of tiger case reports worldwide (Fig. 1) and in China (Fig. 2). Furthermore, this study used ArcGIS software to open the spatial interpolation database derived from the 'Resource and Environment Data Cloud Platform' which is created by Chinese Academy of Sciences. The properties of grids where tiger distribute in China (Taiwan Province, Hong Kong and Macao special

基金项目 国家重点研发计划项目 (No. 2017YFD0501702);

* 通讯作者, E-mail: hehx@ioz.ac.cn;

第一作者介绍 范玉, 女, 硕士研究生; 研究方向: 野生动物疫病; E-mail: fanyu@ioz.ac.cn。

收稿日期: 2019-12-16, 修回日期: 2020-05-05 DOI: 10.13859/j.cjz.202004011

administrative regions were not counted) were export to an excel sheet, including whether the grid was tiger case reports positive, the population interpolation of the grid, the precipitation interpolation of the grid, and the air temperature interpolation of this grid. The logistic regression model in SPSS was used to quantify the association's strength among grids where tiger case reports occurred and factors hypothesized. The response variable (yes, no) was whether the grids occurred tiger case reports. Candidate variables to fit the prediction were population, precipitation and air temperature. The result of analysis confirms that there is a significant positive correlation between tiger case reports and demographic factor (Table 2), suggesting that we should pay more attention to the prevention of tiger diseases in areas with high population density (Fig. 3). This study provides a basis for building a model to predict regions where new tiger diseases are most likely to occur.

Key words: Retrospective analysis; Risk factors; Tiger case report; Visualization; Geographic information system, GIS

虎 (*Panthera tigris*) 是大型猫科动物, 属于哺乳纲食肉目猫科豹属。虎有 9 个亚种, 包括东北虎 (*Panthera tigris altaica*)、华南虎 (*P. t. amoyensis*)、巴厘虎 (*P. t. balica*)、印度支那虎 (*P. t. corbetti*)、马来西亚虎 (*P. t. jacksoni*)、爪哇虎 (*P. t. sondaica*)、苏门答腊虎 (*P. t. sumatrae*)、孟加拉虎 (*P. t. tigris*)、里海虎 (*P. t. virgata*)。由于各种人为因素和自然环境因素的影响, 虎的数量不断减少, 成为珍稀濒危物种, 属于《华盛顿公约》CITES 附表 I 的濒危保护动物 (CITES 2017), 《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》濒危动物。其中, 巴厘虎、爪哇虎、里海虎已经绝灭, 目前在全球仅存约 3 200 只野生虎 (IUCN 2019)。

虎种群的濒危受到多种因素的影响, 其中疫病是一个非常重要的因素, 包括细菌性疫病、病毒性疫病、真菌性疫病、寄生虫病等。一些研究表明, 人类疾病和动物疫病的出现与一些社会经济因素、环境因素和生态因素有关 (Morse 1995, Taylor et al. 2001, Dione et al. 2017)。虎病例的发生也可能受到上述因素的影响。

空间流行病学运用地理信息系统和空间分析技术描述并分析疫病以及健康和卫生事件的空间分布特点及发展变化规律, 探索影响特定人群健康状况的决定因素, 为防治疫病、促进健康以及卫生服务提供策略和措施 (汪旻等

2003, 方立群等 2004a, 周红霞等 2015)。随着计算机科学的迅速发展, 空间分析技术带动了空间流行病学学科的发展, 地理信息系统 (geographic information system, GIS)、遥感 (remote sensing, RS)、全球定位系统 (global positioning system, GPS)、空间分析、生态学分析模型已成为空间流行病学研究中的核心技术 (周晓农 2009, 周晓农等 2011)。近年来, 空间流行病学领域的研究在国内外已有大量文献发表。Jones 等 (2008) 运用空间流行病学方法分析发现人类新发传染病的起源发生与社会、经济、生态等因素显著相关。颜仕鹏等 (2019) 采用空间统计分析方法分析了 2010 至 2015 年湖南省恶性肿瘤发病和死亡的资料, 阐明了湖南省恶性肿瘤发病和死亡的空间分布模式。王超等 (2019) 运用 ArcGIS 10.0 软件建立了泰州市麻疹发病数据库, 通过全局自相关分析、局部自相关分析、趋势面分析等方法对麻疹的时间发生特征、空间分布特征进行了分析阐述。

近期在动物疫病研究领域出现了一些针对某一物种的传染性疫病进行多因素分析的研究 (Vander Waal et al. 2018), 然而目前关于虎疫病的研究主要是单独的病例报道。本研究整理了 1909 至 2019 年全球范围内的 551 起虎病例 (附录)。基于对疫病发生的生态动力学的文献综述, 本研究初步选取了人口、降水、气温三

个因素, 将空间流行病学原理、方法应用到本研究中, 通过回归分析得出与虎病例发生相关的因素, 并在此基础上预测未来更可能发生虎疫病的地区, 从而加强这些高风险地区对虎的饲养管理, 以达到预防动物疫病, 保护珍稀濒危动物的目的。

1 材料与方法

1.1 病例

本研究通过在检索引擎 (PubMed、CNKI、Web of Science) 中搜索关键词 “tiger disease” “tiger dead” “tiger death”, 获取了从 1909 至 2019 年全球范围内的 551 个虎病例 (附录)。整理每个病例的如下相关信息: 病原体, 引发该病例的病原体名称; 疾病或症状, 与该病例相关的疾病名称或个体的症状; 时间, 病例发生的年份; 地点, 病例发生的地点; 参考文献, 该病例报告的信息来源; 数量, 在同一时间、同一地点、同种疾病的病例数。

1.2 虎在中国的分布

本研究统计了虎在中国的分布 (未统计台湾省以及香港和澳门特别行政区)。对于生存在野外的虎, 统计了所有虎分布的自然保护区 (文榕生 2018)。对于圈养的虎, 统计了所有饲养虎的动物园和农场 (钱振宇 1984, 邵锡如等 1986, 张恩珠等 1996, 刘马根等 1998, 胡瑞友等 1999, 赵志刚 2003, 汪晓飞等 2005, 李秀霞等 2007, 梁洪国 2008, 马再玉等 2009, 高玉伟等 2010, 杨玉钊等 2010, 邓爱怀等 2011, 郭玉荣 2014, 刘永相等 2015)。

在所统计地区中虎的分布地点具体如下。山西省 (芦芽山、太原动物园、运城市人民公园动物园、大同公园), 吉林省 (长白山、松花江三湖、雁鸣湖、黄泥河、珲春东北虎自然保护区、汪清、白城动物园、本溪动物园、丹东动物园、抚顺动物园、长春市动植物公园), 黑龙江省 (牡丹峰、黑龙江凤凰山、七星砬子东北虎、三江、六峰湖、梅林莲花湖、大佳河、东方红湿地、小北湖、东宁鸟青山、太平沟、

五常大峡谷、老爷岭东北虎、哈尔滨东北虎林园、哈尔滨动物园、鸡西动物园、佳木斯动物园、齐齐哈尔动物园、双鸭山动物园、齐齐哈尔龙沙公园、哈尔滨北方森林动物园), 浙江省 (凤阳山-百山祖、温州动物园、温岭动物园、宁波动物园、杭州野生动物园、杭州动物园), 安徽省 (板仓、马鞍山动物园、颍上县动物园、安庆动物园、合肥野生动物园), 福建省 (福建武夷山、龙栖山、天宝岩、梁野山、峨眉峰、九阜山、牙梳山、圭龙山、福建龙岩梅花山华南虎繁育基地、闽西动物园、黄山大熊猫主题乐园、福州动物园、南平动物园、泉州动物园、三明动物园、漳州动物园、中山公园), 江西省 (井冈山、江西武夷山、信丰金盆山、宜黄华南虎、老虎脑、大岗山、南昌动物园、九江动物园), 湖北省 (木林子、五峰后河、神农架、十八里长峡、荆门龙泉动物园、荆州中山动物园、十堰市人民公园、武汉动物园、襄阳环城动物园、宜昌儿童公园、宜昌野生动物园), 湖南省 (炎陵桃源洞、莽山、浏阳大围山、壶瓶山、八面山、九嶷山、东安舜皇山、阳明山、八大公山、乌云界、衡东四方山、长沙生态动物园、常德动物园、衡阳动物园、怀化动物园、湘潭动物园、岳阳金鹤动物园、株洲神农动物园、株洲石峰动物园、长沙动物园), 广东省 (南岭、丰溪、古田、车八岭、韶关华南虎繁育研究中心、乳源大峡谷、仁化高坪、佛山动物园、广州动物园、深圳野生动物园、香江动物园、广州香江野生动物世界), 广西壮族自治区 (花坪、桂林市七星景动物园、桂林熊森熊虎山庄、柳州动物园、南宁市动物园), 重庆市 (金佛山、武隆白马山、黔江小南海湿地、重庆动物园), 四川省 (百里峡、成都大熊猫繁育研究基地、达州动物园、泸州动物园、攀枝花动物园、碧峰峡野生动物园、中国彩灯博物馆、成都动物园), 贵州省 (雷公山、螺蛳壳、茂兰、梵净山、贵阳黔灵动物园、贵阳森林野生动物园), 云南省 (西双版纳、南滚河、文山、金光寺、高黎贡山、黄连山、药山、云南大围山、永德大雪

山、无量山、铜壁关、哀牢山、青华绿孔雀、新平哀牢山、云岭、临沧澜沧江、小岩方、洱海公园、宝华公园、昆明动物园、临沧动物园、云南野生动物园、昆明动物园), 西藏自治区(雅鲁藏布大峡谷、察隅慈巴沟、西藏动物园), 陕西省(佛坪、化龙山、宝鸡动物园、西安动物园), 青海省(循化孟达、青海动物园、西宁人民公园), 上海市(上海动物园、上海野生动物园), 江苏省(镇江动物园、盐城动物园、徐州彭动物园、无锡市动物园、苏州动物园、南通动物园、南京珍珠动物园、南京红山森林动物园、连云港动物园、昆山动物园、常熟动物园、淮安动物园、如皋水绘园景区、常州淹城野生动物园、江苏南通市园林管理处、扬州动物园、华南虎苏州培育基地), 山东省(邹城动物园、淄博动物园、烟台动物园、西霞口动物园、泰州动物园、青岛动物园、临沂动植物园、济宁动物园、济南跑马岭动物园、济南动物园、德州动物园、苍山动物园、青竹动物园、和平动物园、临沂罗庄区动物园), 甘肃省(兰州动物园), 新疆维吾尔自治区(克拉玛依动物园、石河子动物园、乌鲁木齐动物园、天山动物园、伊宁动物园), 宁夏回族自治区(银川中山公园), 辽宁省(本溪动物园、大连森林动物园、丹东动物园、抚顺动物园、锦州动物园、沈阳森林野生动物园、沈阳动物园), 北京市(北京动物园、北京麋鹿苑、北京野生动物园、北京八达岭野生动物世界), 天津市(天津市动物园), 内蒙古自治区(呼和浩特市大青山野生动物园、乌海市人民公园、通辽市西拉木伦公园、包头市劳动公园动物园), 河北省(石家庄市动物园、邢台动物园、塘沽动物园、唐山市大城山公园、保定市动物园、邯郸市丛台公园、秦皇岛野生动物园、唐山动物园), 河南省(焦作动物园、洛阳王城动物园、平顶山动物园、新乡动物园、郑州市动物园、周口动物园), 海南省(海口金牛岭动物园、海南热带野生动物园)。

1.3 空间定位

使用谷歌地图找到虎病例发生地点和虎分布地点的精确空间坐标(位置数据点)。运行制图软件 ArcGIS 10.5, 将中国分为边长为 50 km 的网格若干个, 并将虎病例的全球分布情况、虎病例的中国分布情况以及虎在中国的分布情况(未统计台湾省以及香港和澳门特别行政区)进行空间定位。

1.4 驱动因素

基于对疫病发生的生态动力学的文献综述, 人类的人口密度在人类新发传染病事件中是一个重要的独立预测指标(Allen et al. 2017, Shah et al. 2018), 气温和降水可以影响某些特定类型的人类新发传染病事件的发生(Jones et al. 2008)。本研究初步选取了人口、降水、气温三个驱动因素, 人口为 1990、1995、2000、2005、2010 年的平均人口(人/km²), 降水和气温为 1995、2000、2005、2010、2015 年的平均降水量(mm)和平均气温(℃)。

1.5 风险因素分析

使用软件 ArcGIS 10.5 打开来源于中国科学院资源环境数据中心的人口、降水、气温三种驱动因素的中国范围空间插值数据库, 导出中国范围内虎分布地点所在网格的属性, 即该网格是否有虎病例发生、该网格的人口插值、该网格的降水插值、该网格的气温插值。随后使用 SPSS 软件构建二元逻辑回归模型, 来量化虎病例的发生情况与可能影响中国范围内虎病例发生的驱动因素之间的关系。响应变量是有虎分布的空间网格是否报告了疫情。用于预测的解释变量为人口、降水量和气温。

1.6 虎病例数量与时间的相关性分析

从附录中摘取时间及该年份虎病例的数量两类信息。运用 Excel 软件中的折线图功能绘制“全球每年虎病例的数量”和“中国每年虎病例的数量”两个折线图。运用 SPSS 软件中的泊松回归功能对年份和该年份虎病例的数量进行相关性分析。

2 结果

2.1 虎病例分类统计结果

根据所获得的文献历史数据（附录），发现引起虎患病的病原体类型包括细菌、病毒、真菌、寄生虫（表 1）。在所有的疫病类型中，病毒性疫病最常见，占比为 49.18%（271/551），寄生虫病则最少（3/551），另外，其他疫病占比为 32.85%（181/551），细菌性疫病占比为

16.33%（90/551），真菌性疫病占比为 2.00%（11/551）。

2.2 虎病例分布地图

本研究将附录中的全球虎病例的地理分布情况可视化呈现在图 1 中，虎病例发生的热点地区主要分布在美国东部、西欧、亚洲东南部。

将附录中的中国范围内虎病例的地理分布情况可视化呈现在图 2 中。

表 1 虎源病原体的分类统计情况

Table 1 Classification statistics of pathogens from tiger

病原体类型 Pathogen class	病原体种类 Pathogen type
细菌 Bacteria	炭疽杆菌、鼻疽伯克霍尔德氏菌、魏氏梭菌、沙门氏菌、弗氏柠檬酸杆菌、变形杆菌、大肠杆菌、肺炎克雷伯菌、巴斯德菌、牛分枝杆菌、禽分支杆菌、链球菌、幽门螺杆菌、葡萄球菌、EF-4 菌、化脓棒状杆菌、福氏志贺氏菌、假结核耶尔森菌、爱德华菌、坏死杆菌 <i>Bacillus anthracis, Burkholderia mallei, Clostridium perfringens, Salmonella, Citrobacter freundii, Proteus, Escherichia coli, Klebsiella Pneumoniae, Pasteurella, Mycobacterium bovis, Mycobacterium avium, Streptococcus, Helicobacter pylori, Staphylococcus, Eugonic Fermenter-4, Corynebacterium pyogenes, Shigella flexneri, Yersinia pseudotuberculosis, Edwardsiella, Necrobacillosis</i>
病毒 Virus	细小病毒、猫疱疹病毒、猪疱疹病毒、犬瘟热病毒、流感病毒、猫杯状病毒、副流感病毒 5 型、戊肝病毒、脑心肌炎病毒、冠状病毒、猫免疫缺陷病毒、狂犬病病毒 <i>Protoparvovirus, Feline herpesvirus, Suid herpesvirus, Canine distemper virus, Influenza virus, Feline calicivirus, Parainfluenza virus 5, Hepatitis E virus, Encephalomyocarditis virus, Coronaviridae, Feline Immunodeficiency virus, Rabies virus</i>
真菌 Fungi	荚膜组织胞浆菌、球孢子菌、犬小孢子菌、隐袭腐霉 <i>Histoplasmosis capsulati, Coccidioides, Microsporum canis, Pythium insidiosum</i>
寄生虫 Parasite	猫胞裂虫、疥螨、猫胃虫 <i>Cytauxzoon felis, Sarcoptes scabiei, Physaloptera praeputialis</i>

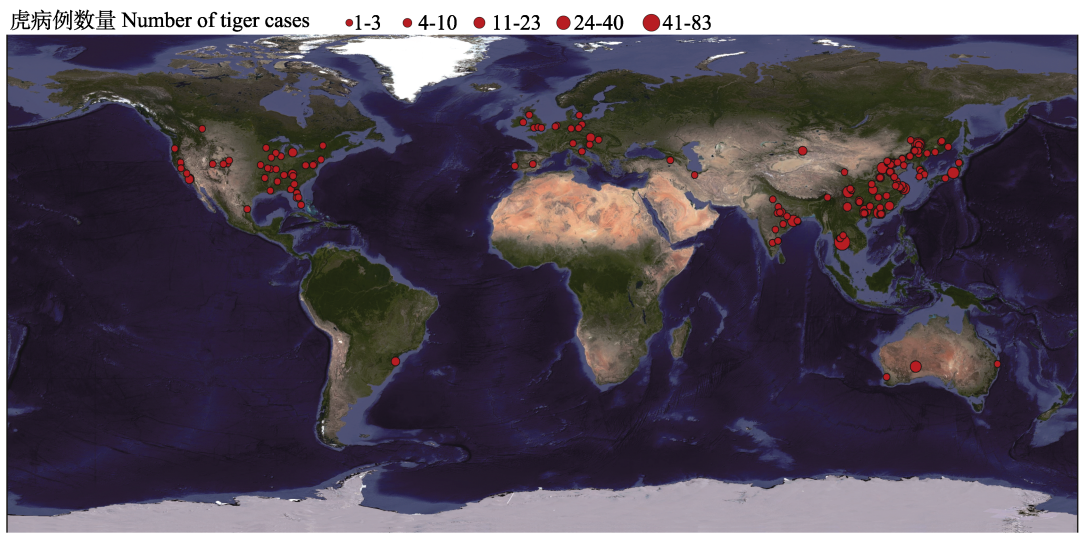


图 1 从 1909 年到 2019 年虎病例地理分布的全球丰度图

Fig. 1 Global richness map of the tiger cases reports' geographic distribution from 1909 to 2019



图 2 从 1909 年到 2019 年虎病例地理分布的中国丰度图

Fig. 2 Chinese richness map of the tiger cases reports' geographic distribution from 1909 to 2019

2.3 中国范围内虎病例的相对发生风险分析

基于全球虎病例数据集(附录),本研究特别分析了其中中国地区的数据,并建立了一个二元逻辑回归模型来研究响应变量(网格内是否有虎病例发生)与解释变量(网格的人口、降水量和气温)之间的潜在关系。在这三个被测试的因素中,只有人口因素与虎病例的发生有统计学上的关联,且在人口较多的地区,虎病例的发生风险增加(表 2,图 3)。

2.4 虎病例数量与时间的相关性分析

自 1970 年以来,虎患病的病例数不断增加,由于 2004 年禽流感在泰国动物园中暴发

(Thornley 2004),折线图出现了一个明显的峰值(图 4)。运用泊松回归分析全球范围内虎病例数量与时间的相关性,两者呈显著正相关关系(回归系数为 0.056, $P < 0.01$)。

自 1909 年以来,发生在中国的虎病例数共计 272 例。对 2004 年随机采集自哈尔滨的 220 份虎血清样品进行 H5 亚型流感病毒抗体调查时发现,抗体阳性率可达 25.9%,其中 28 只有临床高热与肺炎病史(高玉伟等 2010),这一事件导致折线图在 2004 年处出现一个明显的峰值(图 5)。运用泊松回归分析中国范围内虎病例数量与时间的相关性,两者亦呈显著正相

表 2 虎病例发生与人口、降水量、气温的相关性

Table 2 The correlation between the occurrence of tiger case reports' and population, precipitation, or air temperature

	回归系数 Regression coefficient	标准误差 Standard error	卡方值 Wald	自由度 Degree of freedom	P 值 Probability	比值比 Odd ratio	回归系数的 95.0%置信区间 The 95.0% confidence interval of regression coefficient	
							下限 Lower	上限 Upper
人口 Population	0.001	0.000	12.435	1	0.000	1.001	1.001	1.002
降水量 Precipitation	0.000	0.001	0.515	1	0.473	1.000	0.998	1.001
气温 Air temperature	- 0.025	0.055	0.201	1	0.654	0.976	0.875	1.087
常数 Constant	- 1.255	0.480	6.824	1	0.009	0.285		

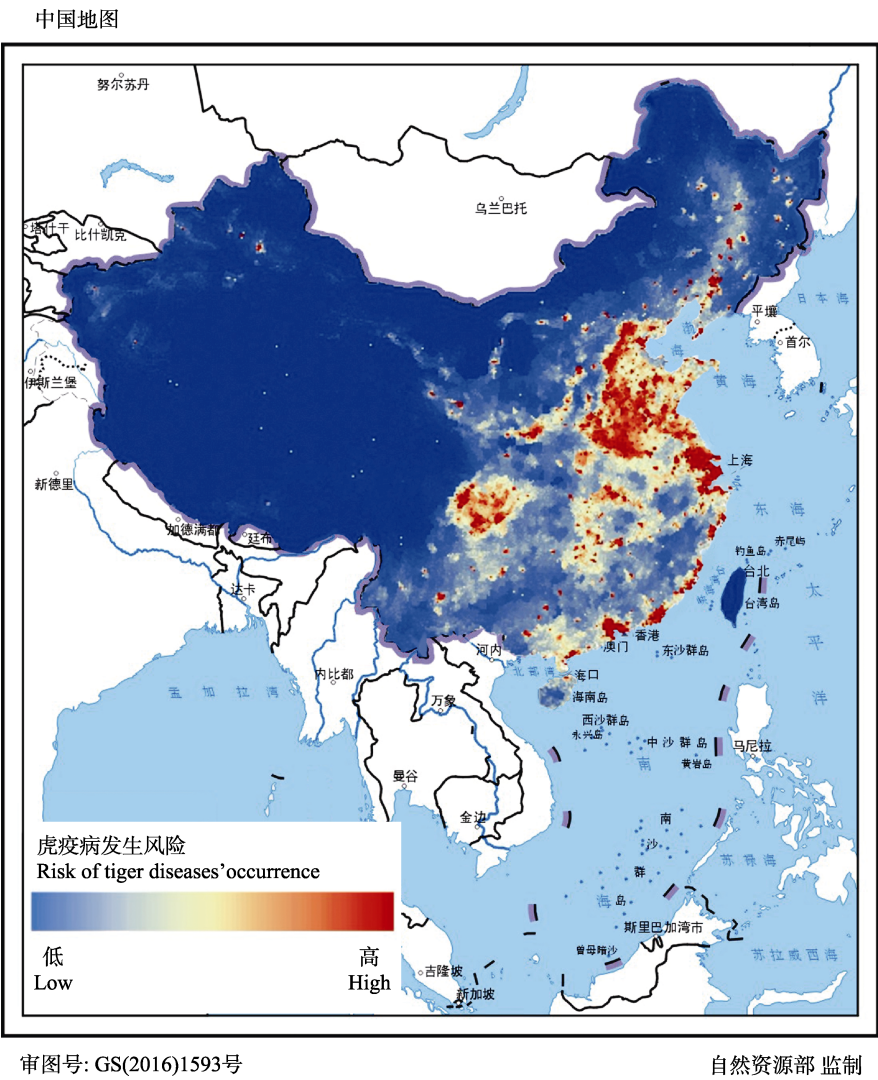


图 3 虎病例在中国的相对发生风险分布

Fig. 3 Relative risk distribution of tiger case reports' occurrence in China

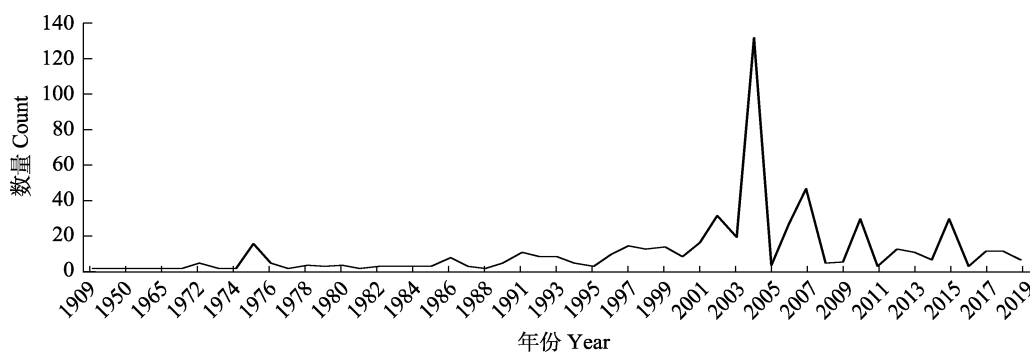


图 4 全球每年虎病例的数量

Fig. 4 Number of tiger cases reports per year around the world

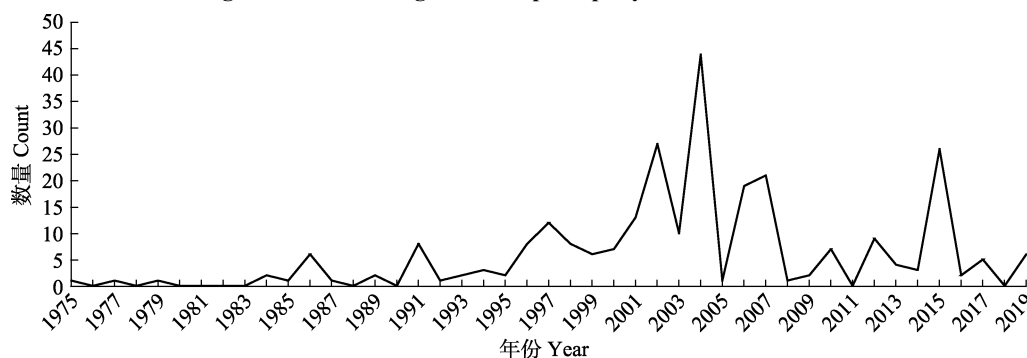


图 5 中国每年虎病例的数量

Fig. 5 Number of tiger case reports per year in China

关关系 (回归系数为 0.033, $P < 0.01$)。

3 讨论

近年来空间流行病学技术在我国快速发展,在人类传染病的预防与控制、慢性非传染病的预防与控制、环境流行病学、伤害流行病学、卫生资源研究与服务中有广泛应用。另外,该技术在动物疫病风险预测及防控方面也得到了越来越广泛的应用。马家奇等 (2007) 使用 GIS 空间插值分析技术分析鼠疫宿主鼠的密度,推测某地区鼠密度的分布情况,进而为鼠疫监测提供技术支持;方立群等 (2004b) 将空间流行病学技术用于分析中国肾综合征出血热疫区的性质与其宿主种群构成的关系;一些学者运用地理信息系统 GIS 和遥感 RS 技术研究了汉坦病毒、宿主动物及其环境之间的生态学

关系 (Boone et al. 2000, Gregory et al. 2000)。

本研究使用空间流行病学方法和技术通过回顾性分析对网络中记录的虎病例数据进行分析,为空间流行病学在动物疫病风险分析领域的应用增加了案例。

在所有的虎病例中,病毒感染是最常见的病因,这一结果与前人的观点相近 (Burke 1998, Cleaveland et al. 2001, Taylor et al. 2001, Woolhouse et al. 2005)。由于病毒 (尤其是 RNA 病毒) 的核苷酸替换率通常很高,变异纠正能力较差,因此对包括虎在内的新宿主的适应能力更高,更易造成新发传染病的发生。

通过泊松回归分析发现,全球范围内和中国范围内虎病例的数量均与年份呈显著正相关关系。先前有研究提出了新发传染病对全球健康的威胁正在增加这一猜想 (Morens et al.

2004, King et al. 2006), 本研究结果为这一猜想提供了数据支持。

本研究发现, 虎病例的发生集中在中低纬度地区, 这一现象与人类的病原体丰富度分布模式相似 (Grenyer et al. 2006, Jones et al. 2008)。根据这个现象, 本研究猜想促使病原体在中低纬度地区传播的环境参数 (如高温和丰沛的降水) 是造成这种现象的原因, 并针对这一猜想将虎病例的发生与气温和降水因素进行了相关性分析。模型分析结果显示, 在人口较多的地区, 虎病例的发生风险增加, 提示相关工作人员应注意加强对人口密度较大地区的虎疫病预防工作力度。本研究认为, 人口的增长会增加环境的复杂性, 比如游客投喂食物的安全性。另一方面, 虎病例的发生与降水、气温无关, 也反映了在虎的饲养过程中对环境条件的良好控制。

然而, 本研究并不完善。首先, 由于预测因子缺乏特异性, 研究在机制推理方面受到限制。例如, 人口密度的影响可以代表人为导致的环境变化 (人类对景观的压力), 人与动物的接触率, 或这些因素的组合 (Allen et al. 2017)。未来可以在此研究基础上细化预测因子, 以提高模型性能和解释疫病发生相关因素的能力, 进而更好地了解虎病例发生的潜在机制。其次, 部分病例报道未在出版物上正式发表, 因而限制了对这一部分数据的检索和利用, 但对于从宏观角度分析虎病例整体空间格局的影响不大 (王璐等 2019)。另外, 不同种类的疫病 (如细菌性疫病、病毒性疫病、真菌性疫病和寄生虫病) 有其独特的生物学和生态学特征, 不同的驱动因素可能在疫病发生过程中发挥着它们各自的作用。由于这些限制, 本研究的模型输出不能作出具体解释, 而只能反映出虎病例发生的地理区域和环境类型的广泛趋势。

本研究是针对虎病例发生风险进行的定量分析, 研究结果为建立一个用于预测虎病例最有可能发生地区的模型提供了基础, 并可以为虎疫病的防控提供依据, 同时本研究也为其他

流行病学研究提供了有效的信息化工具和科学决策支持手段。

参 考 文 献

- Adaskad J M, Lynch S. 2004. Fibrocartilaginous embolic myelopathy in a Sumatran Tiger (*Panthera tigris sumatrae*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 35(2): 242–244.
- Akin E Y, Baumgartner W A, Lee J K, et al. 2013. Meningioma in a Bengal Tiger (*Panthera tigris tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 44(3): 761–764.
- Allan K, Masters N, Rivers S, et al. 2014. T-lymphocyte-rich thymoma and myasthenia gravis in a Siberian tiger (*Panthera tigris altaica*). *Journal of Comparative Pathology*, 150(2/3): 345–349.
- Allen T, Murray K A, Zambrana-Torrel C, et al. 2017. Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nature Communications*, 8(1): 1124.
- Amonsin A, Payungporn S, Theamboonlers A, et al. 2006. Genetic characterization of H5N1 influenza A viruses isolated from zoo tigers in Thailand. *Virology*, 344(2): 481–491.
- Anderson K M, Garner M M, Clyde V L, et al. 2018. Gastric dilatation and enterotoxemia in ten captive felids. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 253(7): 918–925.
- Appel M J G, Yates R A, Foley G L, et al. 1994. Canine distemper epizootic in lions, tigers, and leopards in North America. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 6(3): 277–288.
- Ball R L, Weiner L, Richner A. 2001. Etodolac as an adjunct to managing osteoarthritis in captive Bengal tigers (*Panthera tigris bengalis*) // American Association of Zoo Veterinarians. Proceedings American Association of Zoo Veterinarians American Association of Wildlife Veterinarians Association of Reptilian and Amphibian Veterinarians National Association of Zoo and Wildlife Veterinarians Joint Conference Orlando. Florida: American Association of Zoo Veterinarians, 137–139.
- Barnes J A, Gerlis L M, Cunningham A A. 2001. Preductal aortic coarctation and patent ductus arteriosus in a Sumatran tiger (*Panthera tigris sumatrae*) cub. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 32(1): 111–114.
- Basak D K, Chatterjee A, Sengupta J, et al. 1976. Sweat gland

- carcinoma in a royal Bengal tigers. *Indian Journal of Animal Health*, 15(1): 49–50.
- Bernays M E, Smith R I. 1999. Convergent strabismus in a white Bengal tiger. *Australian Veterinary Journal*, 77(3): 152–155.
- Blythe L L, Schmitz J A, Roelke M, et al. 1983. Chronic encephalomyelitis caused by canine distemper virus in a Bengal tiger. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 183(11): 1159–1162.
- Bonnie B B, Susan M L, Nathalie R, et al. 2019. Treatment of leiomyosarcoma in a tiger (*Panthera tigris*) with stereotactic radiotherapy. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 60(3): E33–E37.
- Boone J D, McGwire K C, Otteson E W, et al. 2000. Remote sensing and geographic information systems: charting Sin Nombre virus infections in deer mice. *Emerging Infectious Diseases*, 6(3): 248–258.
- Bose V S C, Nath I, Mohanty J, et al. 2002. Epidermoid carcinoma of the eyelid in a tiger (*Panthera tigris*). *Zoos Print*, 17(12): 965–966.
- Buergelt C, Powe J, White T. 2006. Abdominal pythiosis in a Bengal tiger (*Panthera tigris tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 37(2): 186–189.
- Burke D S. 1998. *Pathology of Emerging Infections*. Washington D.C.: ASM Press, 1–12.
- Cho H S, Kim Y H, Park N Y. 2006. Disseminated mycobacteriosis due to *Mycobacterium avium* in captive Bengal tiger (*Panthera tigris*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 18(3): 312–314.
- CITES. 2017. Appendices I, II and III. [EB/OL]. [2019-11-06]. <https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>.
- Cleaveland S, Laurenson M K, Taylor L H. 2001. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356(1411): 991–999.
- Cohen S. 1982. Endodontic treatment for a Bengal tiger. *International Endodontic Journal*, 15(3): 143–146.
- Crook E K, Carpenter N A. 2014. Acute lymphocytic cholangitis and liver failure in an Amur tiger (*Panthera tigris altaica*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 45(1): 143–147.
- Dean K, Ruža S, Željko G, et al. 2011. Canine distemper in Siberian tiger cubs from Zagreb Zoo: case report. *Acta Veterinaria Brno*, 80(1): 47–50.
- Delacruz-Hernández N I, Merino-Charres J O, Salinas-Navarrete E M, et al. 2016. Amyloidosis associated with feline leukemia virus in a white Bengal tiger (*Panthera tigris tigris*). *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 46(4): 679–683.
- Demartini J C. 1974. Thymic hypoplasia and lymphopenia in a Siberian tiger. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 165(9): 824–826.
- Deysarkar S, Basak D K, Majumdar B. 1988. Sebaceous gland carcinoma in a royal Bengal tiger. *Indian Journal of Animal Health*, 27(2): 189–190.
- Dione M M, Akol J, Roesel K, et al. 2017. Risk factors for African swine fever in smallholder pig production systems in Uganda. *Transboundary and Emerging Diseases*, 64(3): 872–882.
- Duarte M D, Barros, Silvia C, et al. 2009. Fatal infection with feline panleukopenia virus in two captive wild carnivores. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 40(2): 354–359.
- Duncan I D, Stewart J D, Carpenter S. 1982. Inflammatory myopathy in a captive Bengal tiger. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 181(11): 1237–1241.
- Finotello R, Ressel L, Verin R, et al. 2011. Mammary carcinoma in a tiger (*Panthera tigris*): morphological and immunohistochemical study. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 42(1): 134–138.
- Flegel T, Böttcher P, Alef M, et al. 2008. Continuous lumbar hemilaminectomy for intervertebral disc disease in an Amur tiger (*Panthera tigris altaica*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 39(3): 468–471.
- Freitas B J A. 1998. About a case of feline infectious peritonitis in Bengala tiger. *Medicina Veterinaria*, 15(5): 287–290.
- Garner M M, Lung N P, Citino S, et al. 1996. Fatal Cytauxzoonosis in a captive-reared white tiger (*Panthera tigris*). *Veterinary Pathology*, 33(1): 82–86.
- Gilbert M, Miquelle D G, Goodrich J M, et al. 2014. Estimating the potential impact of canine distemper virus on the Amur tiger population (*Panthera tigris altaica*) in Russia. *PLoS One*, 9(10): e110811.
- Goss L J, Whittier J R. 1956. Flexor spasm syndrome in the carnivore.

- II. Occurrence in a tiger (*Felis tigris*). American Journal of Veterinary Research, 17(65): 723–728.
- Gregory E G, James E C, Jonathan A P, et al. 2000. Using remotely sensed data to identify areas at risk for hantavirus pulmonary syndrome. Emerging Infectious Diseases, 6(3): 238–247.
- Grenyer R, Orme C D, Jackson S F, et al. 2006. Global distribution and conservation of rare and threatened vertebrates. Nature, 444(7115): 93–96.
- Harrison A J, Walker H. 1909. Fatal enteritis in a tiger caused by Physaloptera praeputialis. Parasitology, 2(1–2): 29–31.
- Harrison T M, Sikarskie J, Kruger J, et al. 2007. Systemic calicivirus epidemic in captive exotic felids. Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 38(2): 292–299.
- Henrickson R V, Biberstein E L. 1972. Coccidioidomycosis accompanying hepatic disease in two Bengal tigers. Journal of the American Veterinary Medical Association, 161(6): 674–677.
- Hruban Z, Carter W, Meehan T, et al. 1988. Complex mammary carcinoma in a tiger (*Panthera tigris*). Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 19(4): 226–230.
- Hu S P, Zhang Z, Zhang J E, et al. 2017. Sterile nodular panniculitis with lung and lymph node involvement in a Siberian tiger (*Panthera tigris altaica*). The Journal of Veterinary Medical Science, 79(12): 1998–2001.
- IUCN. 2019. The IUCN red list of threatened species. [EB/OL]. [2019-10-31]. <https://www.iucnredlist.org/species/15956/5333650>.
- Jaimee L W, Frances H, Julia A B, et al. 2015. Congenital vestibular disease in captive Sumatran tigers (*Panthera tigris ssp. sumatrae*) in Australasia. The Veterinary Journal, 206(2): 178–182.
- Jayadevappa S M, Ranganath B N, Ranganath L, et al. 1997. Incidence of an undifferentiated sarcoma in the oral cavity of a Bengal tiger. Indian Veterinary Journal, 74(9): 800–801.
- Jeon H, Pakhrin B, Bae I H, et al. 2007. Pyelonephritis associated with Staphylococcus intermedius in a Siberian Tiger (*Panthera tigris altaica*). Journal of Veterinary Medical Science, 69(8): 851–852.
- Jones K E, Patel N G, Levy M A, et al. 2008. Global trends in emerging infectious diseases. Nature, 451(7181): 990–993.
- Joshi B P, Sharma S D. 1986. Acquired diaphragmatic-hernia in an Indian tiger (*Panthera tigris tigris*) of a mobile zoo. Indian Veterinary Journal, 63(1): 68–69.
- Jung I, Kim Y S, Jee H, et al. 2009. Feline panleukopenia virus infection in a Siberian tiger. Journal of Veterinary Clinics, 26(5): 504–507.
- Kaginkar Y R. 2007. Case study: pyometra (open) in Bengal tigress. Zoos' Print Journal, 22(4): 23.
- Kang M S, Park M S, Kwon S W, et al. 2006. Amyloid-producing odontogenic tumour (calcifying epithelial odontogenic tumour) in the mandible of a Bengal tiger (*Panthera tigris tigris*). Journal of Comparative Pathology, 134(2–3): 236–240.
- Keller D L, Steinberg H, Sladky K K. 2011. Disseminated histoplasmosis in a Bengal tiger (*Panthera tigris*). Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 42(4): 727–731.
- Khaki P, Mosavari N, Khajeh N S, et al. 2012. Glanders outbreak at Tehran Zoo, Iran. Iranian Journal of Microbiology, 4(1): 3–7.
- Kim D Y, Kim Y B, Shin N S, et al. 2002. Metastatic mammary gland adenocarcinoma in a tiger. Korean Journal of Veterinary Research, 42(3): 289–292.
- King D A, Peckham C, Waage J K, et al. 2006. Infectious diseases: preparing for the future. Science, 313(5792): 1392–1393.
- Kitchen H, Dayhuff K, Ricketts C. 1978. Diseases of hair in polar bears and Bengal tigers. [EB/OL]. [2020-05-03]. https://apps-websiteofknowledge-com.webvpn.las.ac.cn/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=48&SID=5CrEHrtHZANelwcq9KH&page=1&doc=1
- Kolmstetter C, Munson L, Ramsay E C. 2000. Degenerative spinal disease in large felids. Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 31(1): 15–19.
- Kortegaard H E, Qvist J, Nielsen C G, et al. 2003. Endodontic treatment of a tiger. Journal of Veterinary Dentistry, 20(3): 149–153.
- Kuntze A, Valentin A. 1997. Clinical progression of FIV-infection in a group of six tigers (*Panthera tigris*). Erkrankungen der Zootiere, 38: 281–285.
- Kuramochi M, Izawa T, Hori M, et al. 2015. Chordoma of the thoracic vertebrae in a Bengal tiger (*Panthera tigris tigris*). The Journal of Veterinary Medical Science, 77(7): 893–895.
- Lafortune M, Fleming G J, Wheeler J L, et al. 2007. Wound management in a juvenile tiger (*Panthera tigris*) with vacuum-assisted closure (v.a.c. therapy). Journal of Zoo and

- Wildlife Medicine, 38(2): 341–344.
- Lange R R, Lima L, Frühvald E, et al. 2017. Cataracts and strabismus associated with hand rearing using artificial milk formulas in Bengal tiger (*Panthera tigris* spp *tigris*) cubs. *Open Veterinary Journal*, 7(1): 23–31.
- Lantos A, Niemann S, Mezösi L, et al. 2003. Pulmonary tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* subsp. *caprae* in captive Siberian tiger. *Emerging Infectious Diseases*, 9(11): 1462–1464.
- Lee A M, Guppy N, Bainbridge J, et al. 2017. Multiple myeloma in an Amur tiger (*Panthera tigris altaica*). *Open Veterinary Journal*, 7(4): 300–305.
- Lee S W, Elfadl A K, Chung M J, et al. 2018. Urocystitis, pyelonephritis, renal papillary necrosis and chronic tubulointerstitial disease causing chronic renal insufficiency in a Siberian tiger (*Panthera tigris altaica*): a case report. *Veterinární medicína*, 63(10): 482–487.
- Liu H M, Yan Q, Zhao B, et al. 2013. Isolation, molecular characterization, and phylogenetic analysis of encephalomyocarditis virus from South China tigers in China. *Infection, Genetics and Evolution*, 19: 240–243.
- Lloyd J, Allen J G. 1980. The isolation of group EF-4 bacteria from a case of granulomatous pneumonia in a tiger cub. *Australian Veterinary Journal*, 56(8): 399–400.
- Lumeij J T, Hajer R, Dik K J, et al. 1987. Diagnosis of pulmonary *Mycobacterium bovis* infection in a tiger. *The Veterinary Record*, 120(13): 302–304.
- Mccullagh K G, Lucke V M. 1978. Renal papillary necrosis in tiger. *Acta Zoologica et Pathologica Antverpiensia*, 52(70): 3–13.
- Moran J, Nieto J, Fernandez M, et al. 1992. Clinical case: salmonellosis in Indian tiger. *Erkrankungen der Zootiere*, 34: 139–142.
- Morens D M, Folkers G K, Fauci A S. 2004. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. *Nature*, 430(6996): 242–249.
- Morse S S. 1995. Factors in the emergence of Infectious diseases. *Emerging Infectious Diseases*, 1(1): 7–15.
- Murphy M K, Arzi B, Vapniarsky A N, et al. 2013. Characterization of degenerative changes in the temporomandibular joint of the Bengal tiger (*Panthera tigris tigris*) and siberian tiger (*Panthera tigris altaica*). *Journal of Comparative Pathology*, 149(4): 495–502.
- Mushtaq M H, Juan H, Jiang P, et al. 2008. Complete genome analysis of a highly pathogenic H5N1 influenza A virus isolated from a tiger in China. *Archives of Virology*, 153(8): 1569–1574.
- Nagao Y, Nishio Y, Shiomoda H, et al. 2012. An outbreak of canine distemper virus in tigers (*Panthera tigris*): possible transmission from wild animals to zoo animals. *Journal of Veterinary Medical Science*, 74(6): 699–705.
- Narayanaswamy H D, Murthy G S, Das D K, et al. 2006. Ulcerative gastroenteritis due to chronic renal failure in a white tiger. *Indian Veterinary Journal*, 83(1): 82–83.
- Nath I, Bose V S C, Ray S K. 2002. Conservative management of simple tibial fracture in a white tiger cub. *Zoos' Print Journal*, 17(3): 745.
- Nath I, Panda S K, Sahoo N, et al. 2007. Adynamic ileus in a tigress *Panthera tigris*. *Zoo's Print Journal*, 22(12): 2950–2951.
- Nicole T, Francisco R T, Manfred R, et al. 2017. Electron microscopic, genetic and protein expression analyses of *Helicobacter acinonychis* strains from a Bengal tiger. *PLOS ONE*, 8(8): e71220.
- Nyska A, Aizenberg I, Zlotogorski A, et al. 1993. Congenital hypothyroidism and associated dwarfism in a pet tiger (*Panthera tigris*). *Feline Practice*, 21(5): 7–12.
- Pandey S K, Manake M S, Tiwari S K. 1989. Umbilical hernia in a tiger cub - case report. *Indian Veterinary Journal*, 66(1): 69–70.
- Pandit S R. 1950. Two instances of proved rabies in the tiger. *The Indian Medical Gazette*, 85(10): 441.
- Pierce R L, Vorhies M W, Bicknell E J. 1973. *Yersinia pseudotuberculosis* infection in a Siberian tiger and a spider monkey. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 163(6): 547.
- Powe J, Castleman M, Fiorello C. 2005. A thymic carcinoid in a bengal tiger (*Panthera tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 36(3): 531–533.
- Quigley K S, Evermann J F, Leathers C W, et al. 2010. Morbillivirus infection in a wild siberian tiger in the Russian Far East. *Journal of Wildlife Diseases*, 46(4): 1252–1256.
- Rettig T. 1983. A brief review of salmonellosis as a veterinary zoonosis, and a case history of *Salmonella pyometra* in a Bengal tiger performing in a travelling circus. [EB/OL]. [2020-05-03].

- https://apps-webofknowledge-com.webvpn.las.ac.cn/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=49&SID=5CrEHrthZANelwcq9KH&page=1&doc=1.
- Richard M L, Jeffrey L E, Jeffrey L E. 1991. Endometrial adenocarcinoma in a Bengal tiger (*Panthera tigris bengalensis*) implanted with melengestrol acetate. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 22(1): 130–134.
- Rodriguez K T, Cushing A C, Bernal C, et al. 2018. Endocardial fibroelastosis in two related tiger cubs (*Panthera tigris*). *Journal of Veterinary Cardiology*, 20(1): 73–77.
- Sathyanarayana R M, Ramachandra R N, Raghavan R, et al. 1981. Isolation of *Corynebacterium pyogenes* from a case of broncho-pneumonia in tiger cubs. *Tigerpaper*, 8(4): 23.
- Scaglione F E, Tursi M, Chiappino L, et al. 2011. Pentalogy of Fallot in a captive Siberian Tiger (*Panthera tigris altaica*): description of first case. *Acta Materialia*, 46(18): 6565–6574.
- Schröder H D, Ludwig C, Jakob W, et al. 1998. Chronic gastritis in tigers associated with *Helicobacter acinonyx*. *Journal of Comparative Pathology*, 119(1): 67–73.
- Simon T A, Miquelle D G, Chang T Y, et al. 2013. Canine distemper virus: an emerging disease in wild endangered Amur tigers (*Panthera tigris altaica*). *mBio*, 4(4): e00410–13.
- Shah V, Shah A, Joshi V. 2018. Predicting the origins of next forest-based emerging infectious disease. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(6): 1–9.
- Shilton C M, Thompson M S, Meisner R, et al. 2002. Nasopharyngeal myxosarcoma in a Bengal tiger (*Panthera tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 33(4): 371–377.
- Shin N S, Kwon S W, Kim D Y, et al. 1998. Metastatic malignant mesothelioma in a tiger (*Panthera tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 29(1): 81–83.
- Shin S K, Park B M, Na K J, et al. 2009. Malignant paraganglioma case in a Siberian tiger. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 39(4): 398.
- Singh K R, Rajeswari K R, Char N L. 1994. Colisepsicaemia in a tiger. *Indian Veterinary Journal*, 71(4): 406.
- Slusher R, Bistner S I, Kircher C. 1965. Nutritional secondary hyperparathyroidism in a tiger. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 147(10): 1109–1115.
- Smith R E, Boardman W, Turnbull P C. 1971. Hepatoma in a Bengal tiger. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 159(5): 617–619.
- Steinmetz H W, Rutten M, Ruess M K, et al. 2010. Clinical course of a malignant peripheral nerve sheath tumor in a Siberian tiger (*Panthera tigris altaica*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 22(6): 970–975.
- Strauss G. 2008. Diagnosis and therapy of an otitis media in a Sumatra tiger (*Panthera tigris sumatrae*). *Zoological Record*, 12(4): 308–313.
- Strauss G, Wibbelt G. 2007. Odontogener Tumor im Oberkiefer eines Sibirschen Tigers (*Panthera tigris altaica*). *Zoological Record*, 12(2): 178–184.
- Suedmeyer W K, Houck M L, Kreeger J. 2003. Klinefelter syndrome (39 XXY) in an adult Siberian tiger (*Panthera tigris altaica*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 34(1): 96–99.
- Sujatha K, Srilatha C, Amaravathi P. 2013. Pathology of cholangio-hepatocellular carcinoma in a Royal Bengal Tiger (*Panthera tigris tigris*). *Zoos' Print*, 28(4): 27–28.
- Sula M M, Frank L A, Ramsay E C. 2018. Lymphocytic mural folliculitis resembling epitheliotropic lymphoma in tigers (*Panthera tigris*). *Veterinary Pathology*, 55(5): 731–735.
- Sykes J M, Garner M M, Greer L L, et al. 2007b. Oral eosinophilic granulomas in tigers (*Panthera tigris*) -A collection of 16 cases. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 38(2): 300–308.
- Sykes J M, Ramsay E C. 2007a. Attempted treatment of tigers (*Panthera tigris*) infected with *Microsporum canis*. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 38(2): 252–257.
- Takatori K, Ichijo S, Kurata H. 1981. Dermatophytosis of tiger caused by *Microsporum canis*. *Mycopathologia*, 73(2): 105–108.
- Taylor L H, Latham S M, Woolhouse M E J. 2001. Risk factors for human disease emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356(1411): 983–989.
- Thornley M. 2004. Avian influenza ravages Thai tigers. *Australian Veterinary Journal*, 82(11): 652.
- Vander Waal K, Deen J. 2018. Global trends in infectious diseases of swine. *PNAS*, 115(45): 11495–11500.
- Vandewatering C C, Zwart P, Bakker J. 1972. Cavernous tuberculosis of the lungs and secondary hypertrophic osteoarthropathy in a Siberian tiger (*Panthera tigris*). *Journal of Small Animal Practice*, 13(6): 321–327.

- Whiteside D P, Remedios A M, Black S R, et al. 2006. Meloxicam and surgical denervation of the coxofemoral joint for the treatment of degenerative osteoarthritis in a Bengal tiger (*Panthera tigris tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 37(3): 416–419.
- Wiedner E B, Isaza R, Lindsay W A, et al. 2008. Pericardial mesothelioma in a Bengal tiger (*Panthera tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 39(1): 121–123.
- Wolf D C, Lenz S D, Carlton W W. 1991. Renal papillary necrosis in two domestic cats and a tiger. *Veterinary Pathology*, 28(1): 84–87.
- Won D S, Park C, Inyoung J, et al. 2004. A case of nutritional secondary hyperparathyroidism in a Siberian tiger cub. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 66(5): 551–553.
- Woolhouse M E J, Gowtage-Sequeria S. 2005. Host range and emerging and reemerging pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 11(12): 1842–1847.
- Yilmaz R, Yumusak N. 2015. An Athrax outbreak in wild felidae kept in a local zoo. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 21(3): 441–444.
- Zaki S, Nalini T S, Rao M S, et al. 1980. Isolation of *Shigella flexneri* from two tiger cubs. *Current Science*, 49(7): 288.
- Zeira O, Briola C, Konar M, et al. 2012. Suspected neurotoxicity due to *Clostridium perfringens* type B in a tiger (*Panthera tigris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 43(3): 666–669.
- Zenker W, Koelbl S, Reifinger M, et al. 2001. A possible case of distemper in Siberian tigers. *Erkrankungen der Zootiere*, 40: 221–228.
- Zhang H, Shan F, Zhou X, et al. 2017. Outbreak and genotyping of canine distemper virus in captive Siberian tigers and red pandas. *Scientific Reports*, 7(1): 8132.
- Zhang Y L, Hou Z J, Ma J Z. 2012. Hemorrhagic enterocolitis and death in two felines (*Panthera tigris altaica* and *Panthera leo*) associated with *Clostridium perfringens* type A. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 43(2): 394–396.
- 蔡勤辉. 1992. 华南虎慢性肾炎病例探讨. *中国兽医杂志*, 18(8): 26–27.
- 蔡勤辉. 1993. 东北虎变形杆菌病诊疗报告. *中国畜禽传染病*, 15(1): 38–39.
- 柴恭春, 屈大水. 1996. 东北虎蜂窝织炎病例. *中国兽医杂志*, 22(3): 37.
- 常爽, 丁壮, 杨松涛, 等. 2007. 虎源 H5N1 亚型高致病性禽流感病毒人工感染家猫的病理学研究. *病毒学报*, 23(6): 477–480.
- 陈大庆, 李林翔. 2013. 华南虎患猫病毒性鼻气管炎的诊治. *野生动物*, 34(5): 281–284.
- 陈茂金, 黄海玲, 付党华, 等. 2018. 圈养虎迟缓爱德华氏菌的分离鉴定及药敏分析. *野生动物学报*, 39(1): 110–114.
- 陈永林. 1996. 从虎貉分离的新群链球菌的特性研究. *中国兽医杂志*, 22(8): 6.
- 崔艳芳, 王德丽, 刘丽娜, 等. 2015. 一株虎源 H5N1 亚型禽流感病毒的分离鉴定及生物学特性研究. *中国预防兽医学报*, 37(12): 908–911.
- 单芬, 吴其锐, 邹洁建, 等. 2018. 虎源犬瘟热病毒的分离鉴定及 H 基因的序列分析. *野生动物学报*, 39(1): 35–40.
- 邓爱怀, 崔芳燕. 2011. 亚成体东北虎感染巴氏杆菌死亡一例. *野生动物*, 32(3): 154–155.
- 董建文, 白志军. 2003. 美洲虎病毒性肠炎的治疗. *中国兽医杂志*, 39(10): 49.
- 董建文, 王万华, 白志军. 2005. 华南虎膈疝病例. *中国兽医杂志*, 41(4): 58–59.
- 范克伟, 余佳, 杨守深, 等. 2018. 华南虎源奇异变形杆菌的分离鉴定及其系统发育分析. *中国兽医科学*, 48(1): 69–75.
- 范泉水, 夏咸柱, 邱薇, 等. 2000. 老虎感染猫传染性鼻-结膜炎病毒的研究. *中国病毒学*, 15(4): 373–378.
- 方立群, 曹务春. 2004a. 3S 技术在自然疫源性疫病中的应用及发展前景. *中国人兽共患病杂志*, 20(9): 807–810.
- 方立群, 李承毅, 杨华, 等. 2004b. 应用地理信息系统研究我国肾综合征出血热疫区类型与主要宿主动物构成的关系. *中华流行病学杂志*, 25(11): 929–933.
- 高玉伟, 夏咸柱, 扈荣良, 等. 2003. 猎豹与虎猫杯状病毒的分离及其超变区基因比较研究. *中国预防兽医学报*, 25(3): 19–22.
- 高玉伟, 周明, 刘丹, 等. 2010. 虎血清 H5 亚型流感病毒抗体调查. *兽类学报*, 30(4): 444–448.
- 耿艳杰. 2017. 白虎膀胱转移性印戒细胞癌一例. *农民致富之友*, 61(12): 266–267.
- 郭玉荣. 2014. 东北虎迁地保护研究及自然保护区野化训练场构建策略. 哈尔滨: 东北林业大学博士学位论文, 105–108.
- 韩磊, 靳兴军, 郭峰, 等. 2004. 虎犬瘟热病毒的分离与初步鉴定.

- 中国兽医杂志, 40(2): 30.
- 何赏. 2015. 流感病毒 H5N1 亚型虎源株的生物学特性及溯源. 南京: 南京农业大学博士学位论文, 19–20.
- 赫耀显, 孙柏林, 兰敬国. 1990. 虎泛白细胞减少症并发大肠杆菌感染的治疗. 中国兽医杂志, 16(7): 13.
- 胡桂学, 夏咸柱, 于守萍, 等. 2006. 虎巴氏杆菌病病例. 中国兽医杂志, 42(3): 43–44.
- 胡瑞友, 王加礼. 1999. 用敌百虫治疗东北虎疥螨病病例报告. 山东畜牧兽医, 20(5): 38.
- 金天明, 高丰, 佟庆彬, 等. 2007. 东北虎巴氏杆菌病的病原分离鉴定及耐药性试验. 黑龙江畜牧兽医, 50(2): 81–82.
- 阚保东, 蒋成玉. 2001. 进境俄罗斯期仔虎链菌性肺炎的诊断报告. 动物科学与动物医学, 18(1): 54.
- 乐正中. 1989. 华南虎间皮肉瘤病例. 中国兽医杂志, 25(6): 36–37.
- 雷胜桥, 李石洲, 任小冬, 等. 2014. 华南虎皮肤感染的诊治. 野生动物学报, 35(3): 335–338.
- 黎满香, 董伟, 宁玲忠. 2004. 东北虎“猝死症”的病因分析报告. 畜牧与兽医, 70(6): 25.
- 李石洲, 雷胜桥, 任小冬, 等. 2015. 一例华南虎便秘并发胃肠炎的诊治. 野生动物学报, 36(4): 434–437.
- 李天宪, 罗怡珊, 赵林, 等. 1993. 东北虎感染猫泛白细胞减少症的研究——综合诊断. 中国兽医科技, 23(7): 6–7.
- 李同义, 杨光诚. 1997. 幼东北虎病毒性脑炎诊治一例. 郑州牧专学报, 17(3): 61–62.
- 李伟. 2007. 幼龄孟加拉虎便秘的诊治. 动物医学进展, 28(3): 119–120.
- 李伟, 张茂金, 陈玉才, 等. 2007. 虎埃希氏大肠杆菌感染的诊治. 畜牧与兽医, 73(9): 77.
- 李秀霞, 杨耀辉, 花福有. 2007. 东北虎骨癌病例报告. 现代畜牧兽医, 36(1): 10.
- 李元果, 高晓龙, 桑晓宇, 等. 2014. 虎源伪狂犬病毒的鉴定及 gB 基因分析. 中国病原生物学杂志, 9(12): 1057–1060.
- 李志庚, 苏雨刚, 赵连臣. 1996. 东北虎阴道及子宫蓄脓引起并发症病例分析. 中国兽医杂志, 22(10): 27–28.
- 李志庚, 魏宏义. 1990. 东北虎脑血栓病例简述. 中国兽医科技, 20(4): 27–28.
- 梁洪国. 2008. 东北虎坏死型皮炎病例. 中国兽医杂志, 44(12): 87.
- 梁洪国, 郑红华, 郑星道, 等. 1999. 仔虎先天性心脏病的报告. 黑龙江畜牧兽医, 42(1): 24.
- 梁玉珍, 陈绚姣, 蔡勤辉, 等. 2004. 华南虎恶性黑色素瘤转移病例. 中国兽医杂志, 40(12): 52.
- 刘冰许, 杨光成, 刘冰花. 1997. 幼东北虎小叶性肺炎的病理学观察. 云南畜牧兽医, 26(2): 22.
- 刘马根, 郑维平, 潘瑞荣, 等. 1998. 东北虎难产助产病例. 中国兽医杂志, 24(6): 26–27.
- 刘胜瑞, 李庆国, 李志庚, 等. 1994. 东北虎难产助产. 野生动物, 16(3): 34.
- 刘亭亭, 张彦龙, 徐丹丹, 等. 2018. 虎源犬小孢子菌的培养鉴定. 黑龙江畜牧兽医, 61(7): 132–134.
- 刘永相, 李秀云, 刘鑫, 等. 2015. 虎源细小病毒的分离鉴定及其 VP2 基因分析. 中国预防兽医学报, 37(9): 721–724.
- 卢岩, 陈永林, 潘庆山, 等. 2006. 东北虎 A、D 型魏氏梭菌混合感染导致猝死. 中国兽医杂志, 42(2): 58–59.
- 卢岩, 潘庆山, 董军. 2006. 幼龄东北虎佝偻病致死病例. 中国兽医杂志, 42(3): 47–48.
- 马家奇, 徐成, 戚晓鹏, 等. 2007. 空间插值分析方法在鼠密度监测中的应用. 中华地方病学杂志, 26(3): 340–342.
- 马君, 周宇, 薛立群, 等. 2010. 非洲狮和东北虎鼻、唇发生传染性溃烂的病例报告//中国畜牧兽医学会. 中国畜牧兽医学会 2010 年学术年会——第二届中国兽医临床大会论文集(下册). 长春: 中国畜牧兽医学会, 669–671.
- 马小萍, 邓长林, 周薇, 等. 2016. 幼东北虎掌骨骨折病例. 中国兽医杂志, 52(5): 117–118.
- 马再玉, 马君, 罗林丰. 2009. 东北虎上腭发生浸润性高中分化鳞癌的报告. 四川动物, 28(6): 921–922.
- 农汝, 雷伟, 黄宁, 等. 2017. 东北虎疑似急性淋巴细胞白血病例. 中国兽医杂志, 53(2): 102–103.
- 彭广能, 刘长松, 马晓平, 等. 2007. 狮虎豹暴发大肠杆菌病的诊治. 中国兽医杂志, 55(5): 57–58.
- 朴玉仁, 申东杰. 1989. 东北虎马鼻疽感染一例. 延边医学院学报, 12(3): 179–208.
- 朴玉仁, 叶彩珍, 千云松. 1979. 沙门氏菌猪霍乱孔城道夫变种感染东北虎致死的报告. 延边医学院学报, 2(1): 95–98.
- 钱振宇. 1984. 虎膈疝—病例报告. 野生动物, 6(3): 62–63.
- 乔柏荣, 叶志勇. 1988. 孟加拉虎胸膜弥漫型恶性间皮瘤的临床病理剖检报告. 中国兽医杂志, 46(12): 22.
- 乔军, 孟庆龄, 夏咸柱, 等. 2001. 用 PCR 法检测东北虎感染猫细小病毒的研究. 畜牧与兽医, 33(5): 14–16.

- 邱薇, 胡挺松, 王文博, 等. 2016. 东北虎致死病原体的分离鉴定及药敏试验. 中国兽医杂志, 52(10): 38–39.
- 邱薇, 夏咸柱, 范泉水, 等. 2000. 桂林老虎猫瘟热病毒的分离鉴定. 中国预防兽医学报, 22(4): 10–12.
- 邵锡如, 王志忠, 廖炎发, 等. 1986. 疑似仔虎病毒性肺炎. 中国兽医杂志, 12(12): 23.
- 余锐萍, 安俊卿, 刘天龙, 等. 2017. 东北虎及孟加拉虎跨种间感染 HEV-4 的报告//中国畜牧兽医学会. 中国毒理学会兽医毒理学委员会与中国畜牧兽医学会兽医食品卫生学分会联合学术研讨会暨中国毒理学会兽医毒理学委员会第 5 次全国会员代表大会会议论文集. 北京: 中国畜牧兽医学会, 249.
- 苏克炳, 张淑华. 2012. 幼龄东北虎伊维菌素中毒的救治. 中国兽医杂志, 48(11): 68–69.
- 孙柏林, 李创新. 1992. 虎狮群发性大肠杆菌病的诊治. 中国兽医科技, 22(12): 22.
- 孙洋, 郭学军, 周博, 等. 2008. 东北虎出血性腹泻病原分离与鉴定. 中国兽医杂志, 44(9): 89–90.
- 孙志明, 杨芝芬. 2007. 东北虎急性胰腺炎的诊治. 畜牧与兽医, 39(5): 63–64.
- 万蝶, 吴长德. 2015. 虎源金黄色葡萄球菌耐药性的检测及耐 β -内酰胺类药机制的研究. 新农业, 45(15): 4–8.
- 汪晓飞, 刘维洪, 马玉琴. 2005. 东北虎高原肺心病一例. 青海畜牧兽医杂志, 35(3): 49.
- 汪旸, 陈晓东, 林大榕. 2003. 地理信息系统与流行病学分析. 江苏预防医学, 14(4): 79–81.
- 王超, 张翔, 朱中奎, 等. 2019. 泰州市 2009–2017 年麻疹空间流行病学分析. 中华疫病控制杂志, 23(3): 273–277.
- 王海军, 王开, 李元果, 等. 2017. 圈养白虎 H5N1 亚型禽流感病毒的分离鉴定及其 HA 和 NA 基因的生物信息分析. 中国兽医学报, 37(11): 2126–2130.
- 王璐, 陈远才, 黄建营, 等. 2019. 基于 GIS 技术的中国地区隐孢子虫流行病学数据空间分析. 中国人兽共患病学报, 35(7): 633–638.
- 文榕生. 2018. 中国珍稀野生动物分布变迁(续). 济南: 山东科学技术出版社, 1852–1855.
- 吴龙华, 徐春忠, 付建平, 等. 2002. 东北虎中暑群发病报道与分析. 上海师范大学学报(自然科学版), 49(S): 138–140.
- 吴兴兵. 2006. 大肠埃希氏菌致东北虎子宫内膜炎的诊治. 野生动物, 28(4): 43–44.
- 夏咸柱, 高玉伟, 扈荣良, 等. 2003. 通过病毒分离鉴定和基因检测首次发现虎流感. 中国兽医学报, 23(2): 107–110.
- 肖建雄, 单芬, 黄嘉欣, 等. 2013. 东北虎和华南虎源传染性鼻气管炎病毒的 PCR 检测和序列分析. 野生动物, 34(3): 146–151.
- 谢和平, 朱庆艳, 陈武, 等. 2012. 华南虎源大肠杆菌的快速鉴定及致病特性的初步研究. 野生动物, 33(3): 109–133.
- 谢麟, 张碧莲, 冯国胜. 1997. 虎和豹猫“冷应激症”的诊治与病案分析. 广西畜牧兽医, 13(4): 37–38.
- 徐春忠, 夏咸柱, 文德亮, 等. 2005. 野生猫科动物杯状病毒感染的诊治. 畜牧与兽医, 37(2): 32.
- 徐海涛, 王旭, 宫磊. 2016. 东北虎巴氏杆菌病的流行及诊断. 农家科技, 32(4): 404.
- 许益民, 郑维平, 李文斌. 2003. 中国东北虎的多发性骨髓瘤的病理学诊断//中国畜牧兽医学会. 中国畜牧兽医学会兽医病理学分第 12 次暨中国动物病理生理学专业委员会第 11 次学术讨论会论文集. 北京: 中国畜牧兽医学会, 241–243.
- 颜仕鹏, 许可葵, 肖海帆, 等. 2019. 2010–2015 年湖南省恶性肿瘤空间流行病学特征分析. 中国肿瘤, 28(11): 832–837.
- 杨明, 赵云华. 2000. 人工哺育幼东北虎代谢性白内障病的早期诊治. 野生动物, 22(2): 22–23.
- 杨乃才, 张良, 李茹, 等. 1998. 东北虎肝母细胞瘤病例. 中国兽医杂志, 24(9): 27.
- 杨松涛, 王立刚, 戈锐, 等. 2007. 虎源猫泛白细胞减少症病毒的分离鉴定. 兽类学报, 27(2): 170–174.
- 杨玉钊, 刘永张, 陈越, 等. 2010. 虎股骨骨折病例探讨. 现代农业科技, 39(5): 317.
- 尹志芳. 2010. 狮、虎、豹疑似杯状病毒感染的治疗. 中国动物检疫, 27(6): 58.
- 于亚丽. 2009. 圈养虎群 FPV 感染调查及免疫预防研究. 哈尔滨: 东北林业大学硕士学位论文, 18–24.
- 翟俊琼, 周霞, 邹舒展, 等. 2018. 虎源、小熊猫源副流感病毒 5 型的鉴定及 F 基因遗传进化分析. 中国兽医学报, 38(4): 700–703.
- 张恩珠. 1988. 氯胺酮引起东北虎癫痫样反应一例. 中国兽医科技, 18(3): 50.
- 张恩珠, 贲亚华, 车桂翠. 1996. 狮虎疑似冠状病毒病的诊治. 中国兽医科技, 26(1): 37–38.
- 张晓锋, 王丹竹, 谢建蒙, 等. 2010. 狮虎兽股骨骨折内固定手术病例. 中国兽医杂志, 46(3): 79–80.

张亚成, 田丽红, 吕占禄, 等. 2010. 虎源猫瘟热病毒的分离和鉴定. 黑龙江畜牧兽医, 53(5): 117–118.

赵波, 牛李丽, 钟顺隆, 等. 2001. 东北虎缺钙的诊治. 四川畜牧兽医, 28(11): 47.

赵志刚. 2003. 东北虎应激性疫病的诊疗. 中国兽医杂志, 39(6): 25.

郑先春. 1992. 华南虎假膜性急性出血性胃炎死亡一例. 四川动物, 11(1): 37.

中国农业部. 2015. 广西南宁市动物园死亡老虎检出 H5N1 禽流感病毒. [EB/OL]. [2019–10–31]. <https://www.ixueshu.com/document/1a0a1ff99ddccf8455a86dfd74809942318947a18e7f9386.html>

周红霞, 唐咸艳, 仇小强. 2015. 空间流行病学理论与方法研究现状与展望. 国外医学医学地理分册, 36(2): 79.

周明, 何伟. 2002. 东北虎反流性食管炎的诊治. 黑龙江畜牧兽医, 45(8): 61.

周明, 王玮. 2009. 幼龄东北虎患急性胃肠炎病例报告. 黑龙江畜牧兽医, 52(5): 95–96.

周晓农. 2009. 空间流行病学. 北京: 科学出版社, 3–24.

周晓农, 杨国静, 杨坤, 等. 2011. 中国空间流行病学的发展历程与发展趋势. 中华流行病学杂志, 32(9): 854–858.

朱晓文, 高玉伟, 王立刚, 等. 2010. 东北虎幼虎肺炎病原的诊断. 黑龙江畜牧兽医, 53(15): 111–113.

朱耀才, 刘宝山, 胡玉苗, 等. 2012. 由魏氏梭菌引起东北虎幼虎死亡的诊断报告. 中国兽医杂志, 48(10): 81–99.

附录 1909-2019 年全球虎病例数据集

Appendix Global tiger cases data set from 1909 to 2019

病原体	疾病或症状	时间	地点	参考文献	数量
A、D 型魏氏梭菌	抽搐, 猝死	2006	北京动物园	卢岩等 2006	1
A 型流感病毒	流感	2001	黑龙江省东北虎林园	夏咸柱等 2003	1
A 型魏氏梭菌	胃扩张和肠毒血症	2018	美国某医院	Anderson et al. 2018	1
		2015	美国某医院		1
		2009	美国某地		1
		2012	哈尔滨动物园		1
	出血性小肠结肠炎	2012	哈尔滨动物园	Zhang et al. 2012	1
A 型魏氏梭菌和弗氏柠檬酸杆菌	出血性腹泻	2006	军事医学科学院军事兽医研究所	孙洋等 2008	1
B 型魏氏梭菌	神经性疾病	2012	美国某野生动物保护和研究中心	Zeira et al. 2012	1
EF-4 菌	肺炎	1980	澳大利亚西部珀斯动物园	Lloyd et al. 1980	1
H5 亚型流感病毒	流感	2002	桂林	高玉伟等 2010	3
		2002	哈尔滨		8
		2002	唐山		1
		2002	宜昌		8
		2003	哈尔滨		3
		2003	郑州		1
		2004	哈尔滨		28
巴氏杆菌	巴氏杆菌病	2004	吉林市江南公园	金天明等 2007	1
		2004	军事医学科学院军事兽医研究所	胡桂学等 2006	3
		2009	哈尔滨北方森林公园	邓爱怀等 2011	1
		2016	哈尔滨东北虎林园	徐海涛等 2016	1
胞裂虫	胞裂虫病	1996	美国佛罗里达州北部一私人繁育机构	Garner et al. 1996	1
鼻疽伯克霍尔德氏菌	鼻疽病	1989	延吉市公园	朴玉仁等 1989	1
		2010	伊朗德黑兰动物园	Khaki et al. 2012	1

续附录

病原体	疾病或症状	时间	地点	参考文献	数量
变形杆菌		1989	广州动物园	蔡勤辉 1993	1
迟缓爱德华氏菌	粪便异常	2017	江西南昌市动物园	陈茂金等 2018	1
大肠杆菌	猝死症	2003	湖南农业大学动物科技学院	黎满香等 2004	1
	大肠杆菌病	2004	四川农业大学雅安校区	彭广能等 2007	12
		2012	广州动物园	谢和平等 2012	1
	肺炎	2019	哈尔滨东北虎林园	朱晓文等 2010	6
	腹泻	1991	石家庄市动物园	孙柏林等 1992	6
	呕吐、腹泻	2006	济南动物园	李伟等 2007	6
	子宫内膜炎	2006	湖北省十堰市人民公园	吴兴兵 2006	1
大肠杆菌、肺炎克雷伯氏菌	腹泻、拒食、精神萎靡、流涕	2015	成都市某野生动物园	邱薇等 2016	3
泛白细胞减少症	出血性肠炎	1986	石家庄市动物园	赫耀显等 1990	5
弗氏志贺菌	痢疾、发烧、神经症状	1980	牛津大学	Zaki et al. 1980	2
化脓棒状杆菌	支气管肺炎	1981	泰国曼谷	Sathyanarayana et al. 1981	1
坏死杆菌	坏死性皮炎	2006	长春市动植物公园	梁洪国 2008	1
假结核耶尔森菌		1973	美国某地	Pierce et al. 1973	1
荚膜组织胞浆菌	播散性组织胞浆菌病	2011	威斯康辛大学麦迪逊分校兽医学院外科和病理生物科学系	Keller et al. 2011	1
甲型 H5N1 流感病毒	流感	2002	哈尔滨	常爽等 2007	1
		2003	泰国素攀武里府	Amonsin et al. 2006	4
		2004	泰国春武里省是拉差	Thornley 2004	83
		2005	上海某动物园	Mushtaq et al. 2008	1
		2013	江苏某动物园	何赏 2015	1
		2013	江苏某动物园	王海军等 2017	1
		2015	广西省南宁市动物园	崔艳芳等 2015	1
		2015	广西省南宁市动物园	中国农业部 2015	10
		2017	广西动物园	王海军等 2017	1
疥螨虫	疥螨病	1996	临沂市罗庄区动物园	胡瑞友等 1999	1
金黄色葡萄球菌		2015	沈阳森林野生动物园	万蝶等 2015	1
狂犬病毒	狂犬病	1943	印度瑞贡医学协会	Pandit 1950	1
		1950	印度阿萨姆邦		1
链球菌	肺炎	1999	唐山市	阚保东等 2001	4
	呼吸衰竭和精神沉郁	2015	贵州省扎佐某野生动物园	胡玲玲等 2016	4
	肾病变	1984	延吉市人民公园	陈永林 1996	1
流感病毒	脑炎	1994	郑州市动物园	李同义等 1997	1
猫杯状病毒	口腔溃疡	2002	上海某动物园	高玉伟等 2003	1
	猫杯状病毒病	1994	齐齐哈尔市龙沙公园	张恩珠等 1996	1
		1997	广西某野生动物养殖场	范泉水等 2000	8
		1998	广西某野生动物养殖场		6
		2002	上海野生动物园	徐春忠等 2005	5
		2007	临沂动植物园	尹志芳 2010	1
		2007	美国兰辛波特公园动物园	Harrison et al. 2007	5

续附录

病原体	疾病或症状	时间	地点	参考文献	数量
猫免疫缺陷病毒	猫免疫缺陷病	1997	德国柏林	Kuntze et al. 1997	1
猫疱疹病毒 1 型	传染性鼻气管炎	2010	苏州动物园	陈大庆等 2013	3
		2012	广州动物园	肖建雄等 2013	3
猫胃虫	呕吐，腹泻	1909	美国克利夫顿动物园	Harrison et al. 1909	1
猫细小病毒	传染性出血性肠炎	1999	广西桂林某野生养殖场	邱薇等 2000	1
		2010	哈尔滨东北虎林园	张亚成等 2010	1
		2007	哈尔滨东北虎林园	杨松涛等 2007	1
		2009	哈尔滨东北虎林园	于亚丽 2009	1
		2015	哈尔滨北方森林公园	刘永相等 2015	1
	高热、腹泻、呕吐和白细胞减少	1993	贵阳	李天宪等 1993	1
	咳嗽	2015	墨西哥塔毛利帕斯州自治大学兽医学院病理实验室	Delacruz-Hernández et al. 2016	1
	猫瘟热	1999	中国某动物园	乔军等 2001	1
	呕吐，腹泻	2009	韩国首尔动物园	Jung et al. 2009	1
	严重出血性肠炎	2006	葡萄牙里本斯动物园	Duarte et al. 2009	1
脑心肌炎病毒	心肌炎	2012	福建省梅花山国家级自然保护区	Liu et al. 2013	3
牛分枝杆菌	肺结核	1972	荷兰皇家鹿特丹动物园	Vandewatering et al. 1972	1
		1987	荷兰乌特勒支大学	Lumeij et al. 1987	1
		2001	匈牙利布达佩斯动植物园	Lantos et al. 2003	1
奇异变形杆菌	精神沉郁，粪便异常	2016	福建梅花山华南虎繁育研究所	范克伟等 2018	1
禽分枝杆菌	肺结核	2006	韩国光州内池公园动物园	Cho et al. 2006	1
球孢子菌	球孢子菌病	1972	美国某地	Henrickson et al. 1972	2
犬副流感病毒	犬副流感	2015	广东省某动物园	翟俊琼等 2018	2
犬瘟热病毒	犬瘟热	1983	美国俄勒冈州立大学	Blythe et al, 1983	1
		1992	加利福尼亚州香巴拉保护区	Appel et al. 1994	1
		1992	美国圣法南度谷区的野生动物中转站		5
		1993	加利福尼亚州香巴拉保护区		5
		1999	奥地利维也纳某私营老虎饲养场	Zenker et al, 2001	6
		2003	北京市某动物园	韩磊等 2004	1
		2004	俄罗斯哈巴罗夫斯克拉伊的波克罗夫卡村	Quigley et al. 2010	1
		2004	俄罗斯锡霍特-阿林山脉西侧	Seimon et al. 2013	1
		2004	克罗地亚萨格勒布动物园	Dean et al. 2011	2
		2010	俄罗斯	Gilbert et al. 2014	4
		2010	俄罗斯乌苏里斯克	Seimon et al. 2013	1
		2010	俄罗斯锡霍特-阿林山脉东侧		1
		2010	日本某野生动物园	Nagao et al. 2012	13
		2015	广东省某动物园	Zhang et al. 2017	1
		2017	广州某地	单芬等 2018	1
犬小孢子菌	皮肤真菌病	1979	日本秋田市动物园	Takatori et al. 1981	1
		2003	美国田纳西州一外来猫科动物保护区	Sykes et al. 2007a	3
		2017	哈尔滨东北虎林园	刘亭亭等 2018	2

续附录

病原体	疾病或症状	时间	地点	参考文献	数量
沙门氏菌	肺炎	1983	美国	Rettig 1983	1
		1992	印度	Moran et al. 1992	1
		1977	延吉公园	朴玉仁等 1979	1
		2011	美国某地 1	Anderson et al. 2018	1
炭疽杆菌	炭疽	2014	土耳其卡尔斯动物园	Yilmaz et al. 2015	1
伪狂犬病毒	伪狂犬病	2012	北京动物园	李元果等 2014	1
魏氏梭菌	猝死	2010	沈阳市森林野生动物园	朱耀才等 2012	1
戊肝病毒 4 型	戊肝	2015	北京动物园	余锐萍等 2017	2
细菌和真菌	皮肤细菌病	2013	韶关华南虎繁育研究中心	雷胜桥等 2014	2
幽门螺旋杆菌	腹泻	2013	泰国	Nicole et al. 2017	1
	慢性胃炎	1998	德国某动物园	Schröder et al. 1998	2
中间葡萄球菌	肾炎	2006	韩国国家动物园	Jee et al. 2007	1
	白内障	2017	巴西圣卡塔琳娜州波梅罗迪动物园	Lange et al. 1971	4
	鼻唇传染性溃烂	2008	长沙动物园	马君等 2010	1
	鼻咽粘液肉瘤	2002	美国佛罗里达大学	Shilton et al. 2002	1
	便秘	2007	济南动物园	李伟 2007	1
	便秘、胃肠炎	2014	韶关华南虎繁育研究基地	李石洲等 2015	1
	病毒性肺炎	1984	西宁市人民公园	邵锡如等 1986	1
		2001	石家庄市动物园	董建文等 2003	9
	出血性胃炎	1992	四川	郑先春 1992	1
	传染性腹膜炎	1998	西班牙	Freitas 1998	1
	代谢性白内障	2000	深圳野生动物园	杨明等 2000	4
	癫痫	1987	齐齐哈尔市动物园	张恩珠 1988	1
	多发性骨髓瘤	2001	江苏扬州市动物园	许益民等 2003	1
		2017	爱尔兰都柏林动物园	Lee et al. 2017	1
	恶性副神经节瘤	2009	南韩清州中华民族大学兽医学院	Shin et al. 2009	1
	恶性黑色素瘤转移	2003	广州动物园	梁玉珍等 2004	1
	法洛五联症	2012	意大利蓬比亚动物园	Scaglione et al. 2011	1
	反流性食管炎	2000	哈尔滨东北虎林园	周明等 2002	1
	蜂窝织炎	1994	天津动物园	柴恭春等 1996	1
	腐皮病	2006	美国佛罗里达州某户外保护区	Buergelt et al. 2006	1
		2006	美国盖恩斯维尔市佛罗里达州大学		1
	肝癌	1971	美国某地	Smith et al. 1971	1
		2012	印度安德拉邦普罗德达图尔	Sujatha et al. 2013	1
	肝母细胞瘤	1998	大连森林动物园兽医院	杨乃才等 1998	1
	高原肺心病	2003	西宁动物园	汪晓飞等 2005	1
	膈疝	1975	江苏南通市园林管理处	钱振宇 1984	1
		1985	印度马图拉	Joshi et al. 1986	1
		2003	石家庄市动物园	董建文等 2005	1
	佝偻病	2000	北京动物园	卢岩等 2006	1
	骨癌	2003	辽宁省沈阳市动物园	李秀霞等 2007	1

续附录

病原体	疾病或症状	时间	地点	参考文献	数量
	股骨骨折	2007	昆明动物园	杨玉钊等 2010	4
		2007	深圳野生动物园	张晓锋等 2010	1
	骨关节炎	2001	美国坦帕市布希花园	Ball et al. 2001	1
		2006	加拿大卡尔加里动物园	Whiteside et al. 2006	1
	汗腺癌	1989	印度	Basak et al. 1976	1
	急性肠胃炎	2006	黑龙江省东北虎林园	周明等 2009	8
	急性淋巴细胞白血病	2014	广西南宁市动物园	农汝等 2017	1
	急性淋巴细胞性胆管炎 与肝功能衰竭	2014	美国	Crook et al. 2014	1
	急性胰腺炎	2006	无锡市动物园	孙志明等 2007	1
	甲状腺功能亢进	1965	美国某地	Slusher et al. 1965	1
		2003	韩国建国大学	Won et al. 2004	1
	间皮肉瘤	1979	贵阳动物园	乐正中 1989	1
	结核，骨关节病	1972	鹿特丹皇家动物园	Vandewatering et al. 1972	1
	浸润性高中分化鳞癌	2007	长沙动物园	马再玉等 2009	1
	胫骨骨折	2002	印度奥里萨邦兽医学院	Nath et al. 2002	1
	克氏综合征	2000	美国堪萨斯城动物园	Suedmeyer et al. 2003	1
	口腔嗜酸性肉芽肿	2007	印度奥里萨邦兽医学院外科	Sykes et al. 2007b	16
	口腔未分化肉瘤	1997	印度班加罗尔大学	Jayadevappa et al. 1997	1
	溃疡性胃肠炎	2006	印度班加罗尔	Narayanaswamy et al. 2006	1
	冷应激症	1996	桂林雄森熊虎山庄	谢麟等 1997	7
	淋巴细胞壁毛囊炎	2018	美国田纳西州诺克斯维尔市田纳西大学 兽医学院生物医学与诊断科学系	Sula et al. 2018	6
	慢性肾炎	1986	广州动物园	蔡勤辉 1992	1
	毛发疾病	1978	美国	Kitchen et al. 1978	1
	弥漫型恶性间皮瘤	1985	成都市动物园	乔柏荣等 1988	1
	弥散性肺充血和水肿	2001	伦敦动物园	Barnes et al. 2001	1
	难产胎儿	1991	辽宁省锦州市北湖公园	刘胜瑞等 1994	2
		1995	扬州市瘦西湖公园	刘马根等 1998	2
	脑膜瘤	2013	美国密西西比州立大学	Akin et al. 2013	2
	脑血栓病	1998	辽宁省锦州市北湖公园	李志庚等 1990	1
	颞下颌关节变性	2013	美国加州大学戴维斯分校	Murphy et al. 2013	2
	膀胱转移性印戒细胞癌	2015	秦皇岛野生动物园	耿艳杰 2017	1
	皮脂腺癌	1988	印度某地	Deysarkar et al. 1988	1
	平滑肌肉瘤	2018	美国路易斯安那州立大学兽医学院	Bonnie et al. 2019	1
	脐疝	1989	印度贾巴尔普尔	Pandey et al. 1989	1
	屈肌痉挛综合征	1956	美国某地	Goss et al. 1956	1
	缺钙	2001	四川成都动物园	赵波等 2001	2
	疝气	1994	印度海得巴拉	Singh et al. 1994	1
	肾功能衰竭	2018	韩国庆北国立大学	Lee et al. 2018	1
	肾乳头坏死	1978	英国布里斯托尔大学病理学系	Mccullagh et al. 1978	2
		1991	美国拉斐特国家医学研究院诊断实验室	Wolf et al. 1991	1

续附录

病原体	疾病或症状	时间	地点	参考文献	数量
	收敛性斜视	1999	澳大利亚昆士兰凯索路兽医医院	Bernays et al. 1999	1
	退行性脊柱疾病	1976	美国诺克斯维尔动物园	Kolmstetter et al. 2000	4
	外伤	2007	美国盖恩斯维尔市佛罗里达州大学	Lafortune et al. 2007	1
	无病原体感染的胃扩张	2013	美国某动物园 1	Anderson et al. 2018	1
	无菌结节性脂膜炎	2017	哈尔滨某野生动物公园	Hu et al. 2017	1
	无力性肠梗阻	2007	印度南丹喀南动物园	Nath et al. 2007	1
	先天性甲状腺功能减退症	1993	美国农业图书馆	Nyska et al. 1993	1
	先天性前庭疾病	1975	澳大利亚西亚动物园	Jaimee et al. 2015	14
	先天性心脏病	1997	长春动植物园	梁洪国等 1999	1
	纤维软骨性栓塞性脊髓病	2004	美国加州图拉雷市食品安全实验室	Adaska et al. 2004	1
	小叶性肺炎	1997	郑州市动物园	刘冰许等 1997	3
	心包间皮瘤	2008	美国佛罗里达州波尔克市林林兄弟和巴纳姆贝利大象保护中心	Wiedner et al. 2008	1
	心内膜纤维弹性体	2018	美国田纳西大学兽医医学中心	Rodriguez et al. 2018	2
	胸腺发育不良	1974	美国科罗拉多州立大学兽医学院	Demartini et al. 1974	1
	胸腺类癌	2005	美国佛罗里达大学	Powe et al. 2005	1
	胸腺瘤, 重症肌无力	2014	英国格拉斯哥大学	Allan et al. 2014	1
	胸椎脊索瘤	2015	日本大阪府立大学	Kuramochi et al. 2015	1
	牙髓治疗	1982	美国旧金山太平洋大学	Cohen 1982	1
		2003	丹麦皇家兽医大学	Kortegaard et al. 2003	1
	牙源性肿瘤	2005	韩国首尔国立大学	Kang et al. 2006	1
		2007	德国柏林-斯菲尔德动物园	Strauss et al. 2007	1
	炎性肌病	1982	加拿大蒙特利尔麦吉尔大学神经学系	Duncan et al. 1982	1
	眼睑表皮样癌	2002	印度南丹喀南动物园	Bose et al. 2002	1
	阴道及子宫蓄脓	1993	辽宁省锦州市某公园	李志庚等 1996	1
	应激性疾病	2000	北京八达岭野生动物世界	赵志刚 2003	1
	幼龄东北虎伊维菌素中毒	2010	河北省唐山市大城山公园	苏克炳等 2012	2
	掌骨骨折	2014	江苏南京某动物表演场	马小萍等 2016	1
	中耳炎	2008	德国, 柏林-斯菲尔德动物园	Strauss 2008	1
	中暑	2007	上海野生动物园东北虎非洲狮混散养区	吴龙华等 2002	12
	周围神经鞘恶性肿瘤	2010	瑞士苏黎世大学	Steinmetz et al. 2010	1
	转移性恶性间皮瘤	1998	韩国永仁市爱宝乐园	Shin et al. 1998	1
	转移性乳腺癌	1986	林肯公园动物园	Hruban et al. 1988	1
	转移性乳腺腺瘤	2002	韩国	Kim et al. 2002	1
		2010	意大利安科纳滨海法尔科纳拉动物园	Finotello et al. 2011	1
	椎间盘疾病	2008	德国莱比锡大学小动物医学系	Flegel et al. 2008	1
	子宫积液	2007	印度蒂鲁帕蒂动物园	Kaginkar 2007	1
	子宫内膜癌	1991	美国霍普金斯大学	Richard et al. 1991	1