

## 综 述

# 抗体在犬猫病毒性疾病预防与治疗中的研究进展

王 宇<sup>1</sup>, 苏艳梅<sup>1</sup>, 王振龙<sup>1,2</sup>, 王秀敏<sup>1,2</sup>, 王金全<sup>1,3\*</sup>

(1. 中国农业科学院饲料研究所, 北京, 100081; 2. 三亚中国农业科学院国家南繁研究院, 海南三亚, 572024; 3. 深圳市湾区宠物经济研究院, 广东深圳, 518120)

**[摘要]** 犬猫常见病毒性传染病发病急且致死率高。近年来, 以抗体为代表的被动免疫方案展现出极高的临床价值。本文系统梳理了抗体在犬猫病毒性疾病预防、治疗及效果评价方面的研究进展。在预防方面, 抗体能够提供即时保护, 有效解决母源抗体干扰并弥补幼年动物的免疫空白期。在治疗方面, 单克隆抗体、卵黄抗体和纳米抗体表现出显著的疗效。它们能够精准中和病毒、阻断细胞感染并构建粘膜防御屏障。此外, 文章还分析了不同给药途径的生物利用度差异、排毒动力学监测以及抗体依赖性增强的安全风险。以期为犬猫病毒性疾病的临床防控及被动免疫制剂的研发与合理应用提供系统参考。

**[关键词]** 犬猫; 常见病毒; 单克隆抗体; 卵黄抗体; 纳米抗体; 被动免疫

**[中图分类号]**

**[文献标识码]** A

**[文章编号]**

## 1 引言

伴侣动物常见病毒性传染病在临床诊疗中占据极高比例, 且具有发病急、病程快、致死率高的特点。传统的治疗模式往往侧重于补液与抗感染等支持疗法, 难以从根本上阻断病毒复制。随着生物制药技术的演进, 以单克隆抗体(mAbs)、卵黄抗体(IgY)及纳米抗体(VHH)为代表的被动免疫方案展现了极高的临床价值。本文旨在通过系统梳理预防、治疗及评价三个维度的研究进展, 为伴侣动物病毒性疾病的精准防控提供理论参考。

## 2 犬猫病毒流行病学现状

**2.1 犬类高发病毒** 近年来, 中国犬类病毒的流行表现出高感染率的特征, 且毒株也在不断演变。Liu 等人的调查显示, 犬细小病毒(CPV-2)的检出率最高, 达到了 30.6% [1]。目前, CPV-2c 已经成为绝对的优势毒株, 其占比约为 69%—82% [1] [2]。Li 等人在山东地区的研究发现, CPV-2c 表现

出极高的致病性 [3]。

相比之下, 犬瘟热病毒(CDV)与犬腺病毒(CAV-1/2)的临床检出率较低。Liu 等人指出, 这些病毒的检出率维持在 0.5%—6.1% 之间, 主要归因于 72.1%—85.7% 的疫苗抗体保护率 [1]。在肠道病毒中, 犬冠状病毒(CCoV)的检出率为 14.2%, 且该病毒经常与 CPV-2 共同感染并提高死亡率 [1]。

在呼吸道病毒方面, 犬副流感病毒(CPIV)最为常见。Liu 等人的数据表明, CPIV 检出率为 8.4%, 但现有疫苗对该病毒的保护率仅为 49.0% [1]。主要原因是新出现的亚洲谱系毒株与传统疫苗株之间存在明显的遗传差异 [1]。此外, 犬疱疹病毒(CHV-1)虽然检出率较低, 但对幼犬仍具有致死风险 [1][3]。

**2.2 猫类高发病毒** 目前, 全球范围内的猫类病毒疾病具有很强的传染性。猫瘟病毒(FPV)是其中的主要威胁, Khan 等人在孟加拉国法里德布尔地区发现该病毒的患病率约为 23.48% [4]。同时, 多猫环境会显著增加 FPV 感染的风险 [4][5]。

猫杯状病毒(FCV)和猫疱疹病毒(FHV-1)是导致上呼吸道传染病的主导病原。Nguyen 等人在

项目基金: 北京市自然科学基金 (6254041)

第一作者: 王宇, E-mail: wangyu\_ivy@163.com; 苏艳梅,

E-mail: 14708220487@163.com;

\* 通信作者: 王金全, 研究员 E-mail: wangjinquan@caas.cn

越南胡志明市等地的调查中发现,FCV 在流浪猫群体里的检出率高达 57.14% [5]。同时,FHV-1 在发病群体中的占比超过了 50% [5][7]。Yang 等人 在中国延吉市的研究指出,该病毒由于具有终身带毒和潜伏特性,根除工作非常困难 [7]。

猫传染性腹膜炎 (FIP) 的风险也持续存在。Wang 等人指出,中国深圳近期暴发的大规模疫情凸显了病毒变异带来的监测压力 [6]。另外,慢性逆转录病毒(FeLV) 和 (FIV) 的分布有明显的地域差异。Puga-Torres 等人在厄瓜多尔基多发现 FeLV 的阳性率达到了 28.59% [8]。Luckman 等人 和 Beatty 等人分别在新西兰与中国香港的调查中证实,FIV 在成年雄猫群体中的阳性率为 4.7%—16% [9][10]。

### 3 抗体在犬猫病毒性疾病预防中的应用

在病毒暴露前后的早期干预中,抗体能够打破传播链。Larson 等人指出,被动免疫预防可以为处于高风险环境中的犬猫提供即时滴度,从而有效弥补疫苗接种后的“免疫空白期” [11]。在宠物收容所或多猫家庭等病原体高度富集的场所,抗体具有极高的应用价值 [12][13]。

3.1 紧急预防与拦截机制的分子动力学 在高密度饲养或疑似暴露环境下,外源性抗体通过直接中和循环系统中的病毒颗粒发挥作用。Larson 等人的研究证实,在攻毒前对犬静脉注射 CPV 单克隆抗体,可使犬只产生远高于保护线的中和滴度 [11]。Parrish 等人发现,这些抗体通过与病毒表面的关键抗原位点结合,能够改变病毒衣壳的构象稳定性,从而阻止其与宿主细胞受体的早期对接 [14]。

此外,Day 等人指出,被动免疫的优势在于其即时性,能迅速在易感个体间构建起临时的“免疫防火墙” [13]。对于免疫系统发育不全的幼年动物,直接补充抗体避免了主动免疫诱导期内感染风险。Van Nguyen 等人通过对照实验发现,口服卵黄抗体(IgY)能够吸附在肠粘膜绒毛表面,利用空间位阻效应阻止犬细小病毒穿透肠道上皮细胞 [15]。这种拦截机制在病毒即将定植时将其捕获并随粪便排出。

3.2 解决母源抗体干扰与免疫孔隙期 幼年动物的“免疫空窗期”是精准防疫工作中的主要难点。Mila 等人通过动力学分析证实,当母源抗体滴度下降至 1:160 以下时,母体抗体既不足以提供完全保护,又会干扰疫苗的免疫应答 [16]。Bergmann 等人发现,这种“干涉现象”是导致幼猫

发生猫瘟免疫失败的主要原因 [17]。Larson 等人的研究提出,特异性单抗在此时介入,可以提供高强度的外源性保护,且其保护效力受残余母体抗体的干扰较小 [11]。

Day 等人的研究进一步揭示,外源性抗体在体内的衰减遵循一级动力学过程,通过精确计算给药剂量,可以实现与母体抗体衰减曲线的平滑衔接 [13],这不仅提升了幼年动物的存活率,也为后续疫苗接种争取了安全时间。Squires 等人强调,预防性抗体的使用必须根据当地流行毒株的抗原位点进行精准匹配 [18]。此外,Hartmann 等人指出,在多猫环境下,早期使用抗体干预可以显著降低群体内的病毒载量,从而降低因高病毒压力引发疫苗免疫失败风险 [19]。

3.3 粘膜免疫与生物物理防御屏障 针对呼吸道和肠道病毒,构建局部粘膜防御是预防感染的关键。Li 等人研发的吸入型纳米抗体(VHH)具有优异的热稳定性和 pH 耐受力,能够直接定植于呼吸道上皮表面 [20]。Radford 等人研究猫杯状病毒(FCV)发现粘膜表面的中和抗体不仅能阻止病毒进入上皮细胞,还能有效降低康复猫的排毒水平 [21]。Gaskell 等人进一步证实,局部高浓度抗体能够显著抑制病毒在粘膜层的早期复制,降低后续病程的严重程度 [22]。

为了延长预防效力,Pearson 等人利用基因工程技术构建了长效分泌型 IgA 融合蛋白。这种抗体可与粘膜层粘蛋白结合,形成长效生物物理屏障,进而提高对环境病毒的清除效率 [23]。Bustamante-Córdova 等人指出,这种粘膜防御体系尤其适用于预防猫传染性腹膜炎等通过口鼻途径传播的病毒感染 [24]。通过在病毒入侵门户建立高浓度抗体群,大幅降低病毒在群体内的循环速率。

### 4 抗体疗法在治疗中的应用

4.1 单克隆抗体(mAbs) 单克隆抗体具有靶向亲和力强,在临床治疗优势显著。Larson 等人的对照实验数据表明,早期使用犬细小病毒(CPV)CPMA 单抗可使患犬存活率达 100% [25]。而 Nguyen 等人观察到未接受单抗干预的对照组死亡率高达 57% [5]。在临床应用中,单抗治疗能将重症患犬的中位住院时间从 4 天缩短至 2 天,并有效加速淋巴细胞数量回升 [25][26]。

从分子水平看,中和抗体能够精准锁定病毒衣壳上的关键位点。Nelson 等人与 Wikoff 等人通过结构生物学分析发现,单抗主要结合在 CPV 衣壳蛋白 VP2 的尖峰区域(Spikes)[27][28]。这种结

合通过空间位阻效应,直接遮蔽了病毒与宿主细胞转铁蛋白受体(TfR)的接触位点。此外,某些高亲和力和单抗还能诱导病毒衣壳产生构象应变,迫使病毒在进入细胞前提前脱壳,从而使其基因组被细胞外酶降解。针对猫杯状病毒(FCV),Cubillos-Zapata 等人证实单抗能精准识别其 VP1 蛋白的 P2 区域,从而高效阻断病毒对呼吸道上皮细胞的侵染 [29]。

为提升临床安全性,抗体的种属适配改造至关重要。Wang 等人指出,未经改造的鼠源抗体在犬猫体内极易诱发抗药物抗体(ADA)反应,这会导致抗体在 3 到 5 天内即被清除。通过将单抗序列进行犬源化或猫源化处理,其血液循环半衰期可延长至 10 天以上 [30]。Kökkaya 等人强调,利用蛋白 A 亲和色谱等高级纯化技术,可以去除生产过程中的杂质蛋白,从而显著降低过敏反应和血清病的发生率 [31]。

4.2 多克隆抗体 (Polyclonal Antibodies) 多克隆抗体,尤其是源自禽类的卵黄抗体(IgY),在伴侣动物肠道病毒病的治疗中具有独特的地位。da Silva 等人提到,IgY 作为一种被动免疫制剂,具有来源广泛且生产成本较低的优势 [32]。Madani 等人认为,IgY 在干预 CPV-2、犬瘟热及猫瘟等烈性传染病时临床价值显著 [33][34]。

在治疗机制方面,IgY 主要在肠道发挥作用。Van Nguyen 等人的研究发现,口服 IgY 能够形成一种“粘膜涂层”,在病毒进入肠道上皮细胞前将其截获。实验数据显示,接受 IgY 治疗的患犬在给药第 3 天时,其粪便排毒量显著下降 [15]。此外,Han 等人指出,IgY 具有较强的热稳定性和酸稳定性,能够在复杂的胃肠道环境中保持生物活性 [35]。

在综合疗效评价上,多克隆抗体展现了良好的协同作用。Singh 等人的研究显示,抗 CPV-2 的 IgY 疗法在实验性犬细小病毒性肠炎 (CPVE) 中可降低临床评分、缩短症状持续时间、降低死亡率并改善体重增长 [36]。Rahman 等人进一步证实,口服 IgY 可以缓解肠道炎症并促进受损粘膜的修复,从而缩短患病动物的康复周期 [37]。由于 IgY 不与哺乳动物的类风湿因子结合,Abbas 等人认为这种疗法在安全性上优于传统的同种异体血清治疗 [38]。

4.3 基因工程与新型抗体 针对变异株复杂多样、深层组织感染等临床难题,基因工程抗体已成为当前研发的重点方向。Salvador 等人与 Jin 等人指

出,传统 IgG 抗体分子量较大(约 150 kDa),难以高效穿透血脑屏障或血眼屏障 [39][40]。而纳米抗体(VHH)分子量极小(约 15 kDa),具备优异的组织渗透能力 [39][41]。

在猫传染性腹膜炎(FIP)等疾病治疗中,纳米抗体具有显著优势。Schmitz 等人的结构研究证实,特定 VHH 片段能深入到病毒蛋白的隐蔽凹槽中,锁定高度保守的内部表位 [42]。Li 等人利用基因工程技术,将 VHH 与猫源 IgA-Fc 进行融合表达,显著增强了抗体对粘膜组织的亲和力,并增加了药物在病灶部位的浓度 [20]。Zalevsky 等人定点突变 Fc 段,强化了抗体与内吞体中 FcRn 受体的结合能力,从而实现了抗体在体内的再循环利用 [43]。

针对猫冠状病毒(FCoV)可能引发的抗体依赖性增强(ADE)风险,新型抗体设计应更加严谨。Pedersen 等人警告称,非中和性抗体可能辅助病毒进入巨噬细胞并加重病情 [44]。因此,Bustamante-Córdova 等人建议在开发重组抗体时,应当消除 Fc 片段的效应功能(Fc-silent),在保留中和能力的同时规避 ADE 效应 [24]。这些技术进步使得基因工程抗体正逐步演变成为一种高效、安全且多功能的生物诊断与治疗平台。

## 5 效果评估与临床差异

对抗体在宿主体内的药代动力学特征、排毒动力学曲线及潜在免疫风险开展综合监测,是实现精准效果评估的重要前提。

5.1 给药途径与生物利用度的分子差异 治疗急性病毒感染时,给药途径直接影响有效中和滴度的建立速度。Wang 等人指出,单克隆抗体由于分子量巨大且具有强极性,无法通过简单扩散穿透胃粘膜屏障,其口服生物利用度通常不足 2% [30]。相比之下,静脉注射(IV)能够绕过吸收障碍,使抗体以 100% 的利用率立即进入体循环 [30]。Larson 等人的临床实验证明,早期静脉注射单抗可以将感染犬的死亡率从 57% 降至 0% [25]。

针对不同病灶,局部给药展现了独特的生物利用度优势。Duarte 等人发现,通过雾化吸入给药,抗体可以避免肝脏首过效应,直接在呼吸道粘膜表面达到极高的治疗浓度 [45]。这种方式比全身给药能更有效地中和环境入侵的病毒颗粒。在肠道感染中, Van Nguyen 等人证实口服卵黄抗体(IgY)虽然不进入血液,但能在肠粘膜表面维持 6 到 12 小时的生物活性 [15]。Oh 等人通过开发涂层递送系统,进一步延长抗体在酸性胃液中的存

活时间,显著提升治疗效果 [46]。

5.2 病毒载量监测与排毒动力学定量比较 病毒排毒的动力学特征,是评估抗体清除效率的核心量化指标。Mila 等人通过定量 PCR 技术发现,高滴度的系统性抗体能够显著压缩病毒排毒时长 [16]。Torbaty 等人指出,有效的抗体干预不仅能降低病毒载量的峰值,还能通过加快病毒清除速率来缩短“排毒半衰期” [47]。这种动力学改变对阻断多猫环境中的链式传播至关重要。

在临床定量的应用中,qPCR 技术能够精确描绘病毒 DNA 或 RNA 的衰减曲线。Zhou 等人研发的 11D9 单抗在治疗实验中证实,高亲和力抗体能将病毒排泄峰值迅速锁定在感染后的最初 48 小时内 [48]。这种精准的峰值压缩显著降低了病宠对周围环境的生物污染强度。Decaro 等人的研究进一步证实,实时定量分析在监测病毒排泄规律方面具有极高的敏感性,是制定隔离解除标准的科学依据 [49]。Radford 等人提醒,即便临床症状消失,仍需通过动力学监测确保患宠不再具有传染性 [50]。

5.3 抗体依赖性增强(ADE)效应的风险评估 在针对猫冠状病毒(FCoV)的抗体研发中,ADE 效应是必须评估的安全性指标。Pedersen 等人通过早期研究发现,低浓度或非中和性抗体可能辅助病毒进入巨噬细胞,从而加剧猫传染性腹膜炎(FIP)的病理损伤 [44]。Hohdatsu 等人通过分子实验证实,当抗体与病毒 S 蛋白结合但未能完全阻断受体结合位点时,Fc 段会与巨噬细胞表面的 Fc $\gamma$ 受体结合,诱导病毒发生内吞,病毒顺利进入细胞内部开始复制 [51]。这种由抗体介导的“特洛伊木马”效应是导致某些生物制剂研发失败的主因。Bustamante-Córdova 等人建议,在设计新型重组抗体时,应当对抗体 Fc 段进行功能化消除改造,以切断其与 Fc $\gamma$ 受体的相互作用 [24]。Zalevsky 等人证实,通过 Fc 段定点突变,可以在保留中和活性的同时,完全规避 ADE 风险 [43]。目前的临床评价体系已经将 ADE 风险扫描作为新型抗体上市前的核心安全性指标,以确保治疗方案不会加重患宠的免疫负担。

## 6 现存问题与未来挑战

病毒变异是抗体疗法面临的首要难题。Pratelli 等人发现,原始疫苗产生的中和滴度在面对变异株时会显著下降 [52]。Cavalli 等人指出,目前的 CPV-2c 变异株难以被传统血清识别 [53]。López-Astacio 等人进一步解释称,病毒衣壳蛋白

的突变会导致现有抗体失效 [43]。

高成本也限制了疗法的普及。Wang 等人提到,目前兽用单抗市场仍由慢性病药物占据 [30]。Kökkaya 等人指出,大规模细胞培养和冷链物流推高了用药价格 [31]。这些因素在基层诊疗机构中形成了门槛。

联合用药正成为新趋势。Gokalsing 等人指出,GS-441524 在治疗深层组织感染时仍存在一定局限 [55]。Cooke 等人发现,该药物的吸收差异巨大可能导致治疗失败 [56]。为了提升疗效,Wang 等人建议将小分子药物与单抗联用以降低复发风险 [57]。

## 7 结论

抗体疗法为犬猫病毒性疾病提供了精准且高效的防控新手段。外源性抗体能够迅速在易感个体中构建临时免疫防火墙。不同类型的抗体在靶向中和病毒与建立局部粘膜防御中发挥了不可替代的作用。在临床治疗中,早期抗体干预可显著压缩病毒排毒时间,并大幅降低重症感染的死亡率。然而,该疗法当前仍面临两大发展阻碍:一是不断演变的病毒变异株容易导致现有抗体失效;二是复杂的生产工艺与冷链物流推高了用药成本,限制了其在基层的普及。未来,新型抗体的研发需重点消除抗体依赖性增强(ADE)效应以保障安全性。通过基因工程技术开发组织穿透力更强的广谱抗体,并积极探索抗体与抗病毒小分子药物的联合疗法,从而突破现有临床治疗瓶颈。

## 参考文献

- [1] Liu C, Chen Y, Cui N, *et al.* Molecular detection of canine viral infectious diseases in China: an investigation from 2018 to 2024 [J]. *Frontiers in Veterinary Science*, 2025, 12: 1709294.
- [2] Li H, Zhou H, Li L, *et al.* Epidemiological status and genome characteristics of canine parvovirus in China from 2022 to 2024: H. Li *et al.* [J]. *Archives of virology*, 2025, 170(6): 124.
- [3] Li J, Cheng B, Li Z, *et al.* Detection and molecular epidemiology of canine parvovirus and identification of highly pathogenic CPV-2c isolates from Shandong, China [J]. *Virus Genes*, 2025, 61(1): 97-109.
- [4] Khan M K, Akimul M K, Sumona N A, *et al.* Prevalence and associated risk factors of Feline Panleukopenia Virus (FPV) in cats of Faridpur district, Bangladesh [J]. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 2025, 11 (4): 135-142.
- [5] Nguyen T T, Nguyen Q N. Prevalence of feline panleukopenia virus, feline herpesvirus and feline calicivirus infection in cats at the clinic, Ho Chi Minh City, Vietnam [J]. *Advanced Animal and Veterinary Sciences*, 2025, 13(2): 372-382.
- [6] Yang M, Mu B, Ma H, *et al.* The latest prevalence, isolation, and molecular characteristics of feline herpesvirus type 1 in Yanji City, China [J].

- Veterinary Sciences, 2024, 11(9): 417.
- [7] Wang T, He M, Liu Y, *et al*. High Prevalence of Multi-Viral Co-Infections and Low Rabies Seropositivity in Stray Cats of Shenzhen, China[J]. *Animals*, 2025, 15(20): 3042.
- [8] Puga-Torres B, Navarrete H, de la Torre D. Retrospective Analysis of Feline Leukemia Virus (FeLV) Frequency in Domestic Cats in Quito, Ecuador (2021 - 2024)[J]. *Animals*, 2025, 15(10): 1469.
- [9] Luckman C, Gates M C. Epidemiology and clinical outcomes of feline immunodeficiency virus and feline leukaemia virus in client-owned cats in New Zealand[J]. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*, 2017, 3(2): 2055116917729311.
- [10] Beatty J A, Choi Y R, Nekouei O, *et al*. Epidemiology of pathogenic retroviruses and domestic cat hepadnavirus in community and client-owned cats in Hong Kong[J]. *Viruses*, 2024, 16(2): 167.
- [11] Larson L, Hansen J, Ramasami P, *et al*. Prophylactic use of canine parvovirus monoclonal antibody induces blockade of vaccinal canine parvovirus immunization similar to maternally derived passive immunity [J]. *American Journal of Veterinary Research*, 2025, 86(12).
- [12] Pesavento P A, Murphy B G. Common and emerging infectious diseases in the animal shelter[J]. *Veterinary pathology*, 2014, 51(2): 478-491.
- [13] Day M J, Horzinek M C, Schultz R D, *et al*. WSAVA Guidelines for the vaccination of dogs and cats [J]. *The Journal of small animal practice*, 2016, 57(1): E1.
- [14] Parrish C R. Host range and the control of antigenic variation and virulence in parvoviruses[J]. *Veterinary Microbiology*, 1999, 69(1-2): 29~40.
- [15] Van Nguyen S, Umeda K, Yokoyama H, *et al*. Passive protection of dogs against clinical disease due to Canine parvovirus -2 by specific antibody from chicken egg yolk[J]. *Canadian journal of veterinary research*, 2006, 70(1): 62.
- [16] Mila H, Grellet A, Desario C, *et al*. Protection against canine parvovirus type 2 infection in puppies by colostrum-derived antibodies [J]. *Journal of nutritional science*, 2014, 3: e54.
- [17] Bergmann M, Schwertler S, Reese S, *et al*. Antibody response to feline panleukopenia virus vaccination in healthy adult cats [J]. *Journal of feline medicine and surgery*, 2018, 20(12): 1087-1093.
- [18] Squires R A, Crawford C, Marcondes M, *et al*. 2024 guidelines for the vaccination of dogs and cats - compiled by the Vaccination Guidelines Group (VGG) of the World Small Animal Veterinary Association (WSAVA)[J]. *Journal of small animal practice*, 2024, 65(5): 277-316.
- [19] HARTMANN K. Feline infectious peritonitis [J]. *The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 2005, 35(1): 39-vi. DOI: 10.1016/j.cvsm.2004.10.011.
- [20] Li Q, Humphries F, Girardin R C, *et al*. Mucosal nanobody IgA as inhalable and affordable prophylactic and therapeutic treatment against SARS-CoV-2 and emerging variants [J]. *Frontiers in immunology*, 2022, 13: 995412.
- [21] Radford A D, Addie D, Belák S, *et al*. Feline calicivirus infection. ABCD guidelines on prevention and management [J]. *Journal of feline medicine and surgery*, 2009, 11(7): 556-564.
- [22] RADFORD A D, COYNE K P, DAWSON S, *et al*. Feline calicivirus [J]. *Veterinary Research*, 2007, 38 (2): 319~335. DOI: 10.1051/vetres/2006056.
- [23] Pearson M, LaVoy A, Evans S, *et al*. Mucosal immune response to feline enteric coronavirus infection[J]. *Viruses*, 2019, 11(10): 906.
- [24] Bustamante -Córdova L, Melgoza -González E A, Hernández J. Recombinant antibodies in veterinary medicine: an update [J]. *Frontiers in Veterinary Science*, 2018, 5: 175.
- [25] Larson L, Miller L, Margiasso M, *et al*. Early administration of canine parvovirus monoclonal antibody prevented mortality after experimental challenge [J]. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 2024, 262(4): 506-512.
- [26] AVMA Journals (2024). Field safety and efficacy data analysis.
- [27] Nelson C D S, Palermo L M, Hafenstein S L, *et al*. Different mechanisms of antibody-mediated neutralization of parvoviruses revealed using the Fab fragments of monoclonal antibodies [J]. *Virology*, 2007, 361 (2): 283~293.
- [28] Wikoff W R, Wang G, Parrish C R, *et al*. The structure of a neutralized virus: canine parvovirus complexed with neutralizing antibody fragment[J]. *Structure*, 1994, 2(7): 595-607.
- [29] Cubillos-Zapata C, Angulo I, Almanza H, *et al*. Precise location of linear epitopes on the capsid surface of feline calicivirus recognized by neutralizing and non-neutralizing monoclonal antibodies [J]. *Veterinary Research*, 2020, 51(1): 59.
- [30] Wang J, Zhou X, Elazab S T, *et al*. Current review of monoclonal antibody therapeutics in small animal medicine [J]. *Animals*, 2025, 15(4): 472.
- [31] Kokkaya S, Goksu A G, Szdutmaz , *et al*. Monoclonal antibodies in veterinary antiviral immunotherapy: technologies, applications and challenges[J]. *Veterinary Research Communications*, 2025, 49(6): 1-17.
- [32] da Silva M T L, Deodato R M, Villar L M. Exploring the potential usefulness of IgY for antiviral therapy: A current review [J]. *International journal of biological macromolecules*, 2021, 189: 785-791.
- [33] Ali M A, Mamedov Z M, Ibragimova T J, *et al*. Application of yolk immunoglobulins (IgY) in the treatment of some infectious diseases of dogs[J]. *Baku State University Journal of Life Sciences & Biology*, 2024, 2(1): 64-72.
- [34] Madani K, Neyestani N, Mehrzad J, *et al*. Therapeutic applications of IgY in common canine and feline viral diseases [J]. *Veterinary and Animal Science*, 2025: 100534.
- [35] Han S, Zhang X, Zhao J. Production of egg yolk antibody (IgY) against recombinant canine parvovirus VP2 protein [J]. *Acta Scientiae Veterinariae*, 2012, 40(2): 1-8.
- [36] Singh M, Manikandan R, De U K, *et al*. Canine Parvovirus -2: An emerging threat to young pets[M]//Recent Advances in Canine Medicine. IntechOpen, 2022.
- [37] Rahman S, Van Nguyen S, Icatlo Jr F C, *et al*. Oral passive IgY-based immunotherapeutics: a novel solution for prevention and treatment of alimentary tract diseases[J]. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 2013, 9(5): 1039-1048.
- [38] Abbas A T, El-Kafrawy S A, Sohrab S S, *et al*. IgY antibodies for the immunoprophylaxis and therapy of respiratory infections [J]. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 2019, 15(1): 264-275.
- [39] Salvador J P, Vilaplana L, Marco M P. Nanobody: outstanding features for diagnostic and therapeutic applications [J]. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 2019, 411(9): 1703-1713.
- [40] Jin B K, Odongo S, Radwanska M, *et al*. NANOBODIES: a review of diagnostic and therapeutic applications [J]. *International journal of*

molecularsciences,2023,24(6):5994-5994.

- [41] Minatel VM, Prudencio CR, Barraviera B, *et al*. Nanobodies a prospect approach to treatment of viral diseases [J]. *Frontiers in Immunology*, 2024, 14: 1303353.
- [42] Schmitz K R, Bagchi A, Roovers R C, *et al*. Structural evaluation of EGFR inhibition mechanisms for nanobodies/VHH domains [J]. *Structure*, 2013, 21(7): 1214-1224.
- [43] Zalevsky J, Chamberlain A K, Horton H M, *et al*. Enhanced Antibody Half-Life Improves [J]. 2010.
- [44] Pedersen N C. A review of feline infectious peritonitis virus infection: 1963–2008 [J]. *Journal of feline medicine and surgery*, 2009, 11(4): 225-258.
- [45] Duarte F, Faisca P, Saraiva M, *et al*. Pulmonary delivery of antibodies for the treatment of respiratory diseases [J]. *Pharmaceutics*, 2022, 14(10): 2154.
- [46] Oh KE, Jeoung SY, Kim BM, *et al*. Effect of chicken egg yolk antibody on canine parvoviral enteritis in pups [J]. *Korean Journal of Veterinary Research*, 2014, 54(2).
- [47] Torbati E, Krause KL, Ussher JE. The immune response to SARS-CoV-2 and variants of concern [J]. *Viruses*, 2021, 13(10): 1911.
- [48] Zhou L, Wu H, Du M, *et al*. A canine-derived chimeric antibody with high neutralizing activity against canine parvovirus-2 [J]. *AMB Express*, 2022, 12(1): 76.
- [49] Decaro N, Elia G, Martella V, *et al*. A real-time PCR assay for rapid detection and quantitation of canine parvovirus type 2 in the feces of dogs [J]. *Veterinary microbiology*, 2005, 105(1): 19-28.
- [50] RADFORD AD, ADDIE D, BELÁKS, *et al*. Feline calicivirus infection: ABCD guidelines on prevention and management [J]. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 2009, 11(7): 556-564. DOI:10.1016/j.jfms.2009.05.004.

- [51] HOHDATSU T, YAMADA M, TOMINAGA R, *et al*. Antibody-dependent enhancement of feline infectious peritonitis virus infection in feline alveolar macrophages and human monocyte cell line U937 by serum of cats experimentally or naturally infected with feline coronavirus [J]. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 1998, 60(1): 49-55. DOI:10.1292/jvms.6049.
- [52] Pratelli A, Cavalli A, Martella V, *et al*. Canine parvovirus (CPV) vaccination: comparison of neutralizing antibody responses in pups after inoculation with CPV2 or CPV2b modified live virus vaccine [J]. *Clinical Diagnostic Laboratory Immunology*, 2001, 8(3): 612-615.
- [53] Cavalli A, Martella V, Desario C, *et al*. Evaluation of the antigenic relationships among canine parvovirus type 2 variants [J]. *Clinical and Vaccine Immunology*, 2008, 15(3): 534-539.
- [54] López-Astacio R A, Adu O F, Goetschius D J, *et al*. Viral capsid, antibody, and receptor interactions: experimental analysis of the antibody escape evolution of canine parvovirus [J]. *Journal of virology*, 2023, 97(6): e00090-23.
- [55] Gokalsing E, Ferrolho J, Gibson M S, *et al*. Efficacy of GS-441524 for Feline Infectious Peritonitis: A Systematic Review (2018–2024) [J]. *Pathogens*, 2025, 14(7): 717.
- [56] Cooke S W, Hammond R, Gunn-Moore D A. Therapeutic Drug Monitoring of GS-441524 in Cats with Feline Infectious Peritonitis: Pharmacokinetic Variability and Implications for Dose Optimization [J]. *Pathogens*, 2026, 15(3): 291.
- [57] Wang J. Development of Antiviral Therapies for Feline Infectious Diseases [J]. *International Journal of Molecular Veterinary Research*, 2024, 14.

## Recent Progress in Antibody-Based Strategies for the Prevention and Therapy of Viral Infections in Dogs and Cats

WANG Yu<sup>1</sup>, Su Yanmei<sup>1</sup>, WANG Zhenlong<sup>1,2</sup>, WANG Xiumin<sup>1,2</sup>, WANG Jinquan<sup>1,3\*</sup>

(1. Institute of Feed Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

2. National Nanfan Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Sanya, Hainan Province 572024, China;

3. Shenzhen Bay Area Pet Economy Research Institute, Shenzhen, Guangdong Province 518120, China)

**[Abstract]** Common viral infectious diseases in canines and felines are characterized by rapid clinical onset and high mortality rates. In recent years, passive immunization strategies, primarily represented by antibodies, have demonstrated substantial clinical utility. This article systematically reviews research advances in the application of antibodies for the prophylaxis, therapeutics, and efficacy evaluation of viral diseases in dogs and cats.

In terms of prophylaxis, antibodies provide immediate protection, effectively mitigating maternal antibody interference and bridging the "immunity gap" in juvenile animals. Regarding therapeutics, monoclonal antibodies (mAbs), egg yolk antibodies (IgY), and nanobodies have exhibited significant curative effects through precise viral neutralization, blockade of cellular infection, and the establishment of mucosal defense barriers. Furthermore, this review analyzes differences in bioavailability across various administration routes, the monitoring of viral shedding kinetics, and the potential safety risks of antibody-dependent enhancement (ADE). This work aims to provide a comprehensive reference for the clinical prevention and control of canine and feline viral diseases, as well as the research, development, and rational application of passive immunotherapeutic agents.

**[Key words]** Canines and felines; Common viruses; Monoclonal antibodies; Egg yolk antibodies; Nanobodies; Passive immunization