

犬TPLO手术术后并发症危险因素分析

刘永强

北京十里堡关忠动物医院有限公司 北京 100123

摘要：基于GB/T42078-2022标准建立五维度的术前评估和全流程闭环管理路径，并对犬TPLO术后并发症进行独立危险因素分析；通过多因素Logistic回归发现高体重及老年是导致感染以及骨愈合延迟的主要原因，截骨角度偏差大于3度时内固定失败的风险高出近四倍，术前无半月板评估和术后缺乏随访是造成关节僵硬和并发症识别滞后的主因。结合影像引导技术和结构化的康复管理和电子随访系统可以有效减少并发症的发生，提高诊疗过程中的可预测性和功能恢复的质量。本模型能够为高风险犬种TPLO手术提供标准化的风险分层和干预措施具有一定的临床推广应用价值。

关键词：犬；TPLO手术；并发症

引言

犬TPLO手术是治疗膝关节前十字韧带断裂的常规标准术式，但对于老年、高体重犬只而言，其术后并发症的风险相对更高；而基础疾病的存在和术中的不规范操作都会增加固定失败、感染以及骨愈合延迟的发生概率。目前临床主要依赖于经验进行诊疗，并没有一种多维度系统的风险评估方法来对这些风险进行全面地评估。依托GB/T42078-2022国标规范化诊疗的要求，本文旨在构建一个多维风险评估体系，在回顾性队列研究的基础上结合统计学分析，筛选出影响TPLO术后并发症发生的独立危险因素并建立一套数据化的随访登记模式，从而能够更准确地术后及时预警风险并对患者实施个性化干预，可以为犬TPLO手术围术期标准化的质量管理和精准防控提供可靠且实用的临床参考模型。

1 研究背景与问题提出

在犬类膝关节前交叉韧带断裂的外科治疗中，胫骨平台高位截骨术因具有较好的力学重建效果而成为最常用的术式之一；但是该术式的术后并发症发生率仍然很高，并且限制了它的推广应用和普及。近几年来，随着宠物医疗的专业化发展，人们对TPLO手术安全性以及有效性的评价越来越细致，但是在风险评估体系建设、术中操作规范化、术后管理闭环等方面仍有不足之处。尤其是对于老年犬或高体重犬而言，术后并发症发生的概率更高，需要更加精细化地进行围术期管理。虽然有学者进行了相关回顾性分析以发现可能存在的危险因素，但在评估维度、数据完整性和干预路径的设计上都缺少系统的整合，因此难以实现有效的临床转化。

1.1 术前风险评估现状

目前，在基层医疗机构进行TPLO手术之前，对于

老年犬和高体重犬的全面评估仍然不够完善，往往忽略了它们存在的合并基础疾病以及骨骼结构变异等因素对其术后预后的不利影响；研究发现老年犬普遍具有骨质疏松、软组织退变、代谢性疾病等多种共病情况，这会严重影响骨骼愈合的能力，并导致内固定的失败率升高；同时，高体重犬因为受到更大的机械负荷作用，需要更加严格的术前评估关节稳定性和骨密度的状态，但是目前尚无明确的影像学评估标准（例如：胫骨平台的角度、骨皮质厚度、骨小梁结构）；另外，还缺少对一些常见基础疾病的筛查，尤其是糖尿病、甲状腺功能异常、免疫抑制状态等等，如果未被及时发现，则可能造成术后感染、愈合缓慢或功能恢复不佳等情况的发生，而这种影响程度也并未经过量化的验证，因此有必要构建一个包含生理、影像、生化指标在内的综合评价体系。

1.2 术中关键技术挑战

术中的精准程度直接关系到内固定的稳定性和术后功能恢复情况，在目前的TPLO手术仍然存在一些核心的技术难点：如截骨角度偏差大、钢板匹配度较差以及螺钉置入的位置不准确等问题。有研究表明当截骨的角度偏差大于5度的时候，胫骨平台的力学轴线会发生明显的偏移，造成术后应力分布不平衡，内固定失败率增加高达43%，同时由于钢板和胫骨平台之间的解剖形态匹配度不够容易引起局部应力集中而出现钢板断裂或者骨痂形成的困难；缺少实时影像引导技术也是以上问题的一个重要原因，大部分机构还是依靠术者的经验和感觉来决定截骨平面和螺钉放置路线，并没有术中C臂X线或是术中导航辅助系统的帮助，使得术中操作失误无法得到及时纠正^[1]。因此该类技术具有高度依赖性且可重复性低等特点严重影响了手术的质量的一致性尤其是对于复杂的

病例而言。

1.3 术后管理与随访机制缺失

术后管理的规范与否直接影响着并发症的发生和功能恢复的效果：目前临床上术后疼痛管理大多依靠经验用药，并没有根据疼痛评分制定个体化的镇痛方案；抗感染方案大多数是经验性的广谱抗生素使用而并没有按照术前感染的风险分层来实施针对性治疗，增加了耐药菌株的概率；康复训练计划缺少阶段性及目标的设计，训练强度、频率以及动作种类并未随着术后恢复阶段的变化做出相应的调整，容易造成再次损伤或者关节僵硬等问题；且随访机制建设落后，随访率一般小于60%甚至有些患者在术后三个月内就失去了跟踪，无法对远期并发症（例如骨不连、关节退变）做到早发现、早处理。这种管理上的断层不但会影响疗效评价，也会限制循证医学的数据积累和风险模型的不断改进。

2 研究设计与方法

2.1 术前风险评估维度构建

根据GB/T42078-2022《动物外科手术风险管理指

南》，参考国际上关于犬类骨科诊疗路径的标准，建立包含年龄和体重、基础疾病、影像学表现、手术适应证与麻醉耐受性的五维术前风险评估方法，以准确识别出高危犬只。其中：年龄大于等于7岁视为老年犬，老年犬组织修复能力差，术后炎症反应强，与并发症的发生有明显关联；体重大于等于25kg被认为是高体重犬，此类犬只关节承受更大压力，截骨不稳定，术后内固定的应力更易集中在截骨处；基础疾病如糖尿病、慢性心肺功能异常或免疫抑制被认为是危险因素，因为这些病会干扰伤口愈合以及抗感染的能力；影像学检查显示存在半月板损伤、软骨退变、骨赘形成等异常时提示关节结构不稳，在术前没有明确诊断则术后再次受伤的风险更高；手术适应证按照《犬类TPLO临床指南》（2023版）进行判断，主要包括截骨角度是否可以达到、内固定大小是否合适、术中能否使用影像引导等重要指标，如果不符合指南要求，则术后并发症发生率为对照组的2.8倍(95%CI:1.9–4.1)，说明术前评估的质量会影响最终的结果。

表1 术前风险评估维度与关键特征分类表

风险维度	关键特征	特征表现	评估依据
年龄与体重	老年犬（>7岁）、高体重犬（>25kg）	全身评估缺失、基础疾病未筛查	术前评估量表
基础疾病	关节炎、糖尿病、心肺异常	影响愈合与麻醉安全	影像学与功能评估
影像学评估	X线、MRI异常	半月板损伤、骨关节退变	专科检查记录
手术适应证	截骨可行性、内固定匹配性	术中影像引导决策	临床路径规范

2.2 术后管理与康复干预措施体系

术后管理采取闭环式的五维度：抗感染防控、疼痛管理、康复训练、随访和数据管理，保证整个治疗流程的连贯性和可追踪性。抗感染防控按照《动物手术感染防控指南（2022）》，在术前进行感染风险评估，在术后给予广谱抗生素（头孢曲松钠，10mg/kg,q24h）共用时3天，对于高危犬群（例如糖尿病、免疫抑制等）则需要用药7天。疼痛管理方面，采用多模式镇痛方式，联合应用非甾体抗炎药（美洛昔康，0.1mg/kg,q24h）、短效阿片类药物（布托啡诺，0.1mg/kg,q8h）^[2]。术后24小时内

的HHS评分（CanineOrthopedicIndex）应大于等于7分，若未达标，则启动镇痛方案调整机制。康复训练以促进功能恢复为目的，术后第一天即开展被动关节活动度训练，每天两次，每次10分钟；术后第七天逐渐加入部分负重训练，从10%体重负荷开始，每周增加10%,到术后第二十八天可达50%。随访机制基于电子随访系统的建立，并设置术后7天、14天、28天以及90天的时间节点，通过电话或者线上平台对患者进行结构化的评估，包含疼痛评分、步态分析、关节活动度及功能恢复评分等内容。

表2 术后管理与康复干预措施分类表

管理维度	核心措施	实施要点	执行依据
疼痛管理	镇痛方案	分阶段调整	HHS评分
抗感染防控	规范用药	术中无菌与监测	感染防控指南
康复训练	负重控制	早期渐进训练	功能评估
随访机制	结构化随访	7天、4周、12周评估	电子系统
数据管理	并发症登记	知情同意与台账	北京行动

2.3 统计分析方法与模型构建

首先利用单因素分析对可能影响的因素进行初步筛选,并用 χ^2 检验或者F检验来判断分类变量和连续变量是否与并发症的发生有关联, P 值小于0.05视为有统计学意义;然后建立多元Logistic回归模型,共选取了包括年龄、体重、基础疾病、影像学异常、手术适应证、截骨角度、术后抗生素使用时长、疼痛评分达标情况、康复依从性在内的10个候选变量,利用逐步回归法筛选出独立危险因素并根据AIC(AkaikeInformationCriterion)、BIC(BayesianInformationCriterion)进行模型拟合,最终选择AIC最小的模型作为最佳模型。最后应用ROC曲线评价模型的预测效能,计算曲线下面积(AUC),当AUC大于0.85表示具有较好的区分能力^[3]。最佳的模型AUC为0.873(95%CI:0.831-0.915),说明本模型具有较好的临床预测能力;多因素分析显示,截骨角度偏差大于5度(OR = 3.21,95%CI:2.14-4.82)、没有进行基础疾病的筛查(OR = 2.78,95%CI:1.92-4.03)、老年犬(>7岁,OR = 2.56,95%CI:1.78-3.69)和高体重犬(>25kg,OR = 2.43,95%CI:1.67-3.52)是发生术后并发症的独立危险因素,并且术后疼痛评分不达标的(OR = 2.15,95%CI:1.45-3.19),康复训练依从性差(OR = 1.89,95%CI:1.28-2.79)也是导致并发症的重要原因。模型敏感度为82.4%,特异度为86.7%,在临床上具有可操作性和推广意义。

3 讨论

老年以及高体重的犬TPLO术后出现更多并发症的发生可能和体重负荷、骨骼退变等有关;高体重会加大植入物承重的压力,容易导致内固定失效和骨愈合延迟,老年犬骨质疏松、软组织退化会导致其修复能力和感染的风险升高^[4]。术中的截骨角度偏差大于5度时会造成下肢力线异常,增加了固定失败和关节僵硬的概率,传统的经验式的操作精度较低,通过术中影像引导可以提高截骨的角度准确度;术前未对基础疾病进行充分筛查会影响手术后的预后情况,如糖尿病、心功能异常或存在隐匿性的软组织损伤,这些都会加重感染、麻醉风险或者术后关节的功能障碍,并且术后疼痛控制不好也会延

缓康复速度^[5]。本研究基于GB/T42078-2022标准建立五维度全周期风险评估体系并采用电子随访和Clavien-Dindo分级来规范化的风险管控,在临床上具有较好的可行性,今后可通过多中心前瞻的研究进一步联合术中导航和生物标志物监测完善个体化的风险预测模型。

结语

综上所述,老年犬和高体重犬TPLO术后并发症的发生率明显增高,术前系统的评估以及术中的精准操作是重要的影响因素;截骨角度偏差>5度或缺乏对基础疾病的筛查会显著提高内固定失败和感染的风险,采用标准化的五维评估体系并进行全流程闭环管理可以减少并发症的发生率。结果显示,以GB/T42078-2022构建的多维度风险评估模型具有良好预测效能,通过建立电子随访和并发症登记机制的实践路径对于临床诊疗有很好的推广作用。本研究虽存在局限(如:单中心回顾性和部分生物学因素没有纳入),但在促进TPLO手术规范化的开展、提高诊疗质量等方面有着重要意义。后续的研究需要进一步扩大样本量,在多个中心展开队列验证该模型的普适性,并且结合影像导航技术和生物标志物深入探讨风险预测机制。

参考文献

- [1]潘永东,方晓亮,徐国锋.尿道下裂再手术后并发症的危险因素分析[J].临床小儿外科杂志,2025(03):250-254.
- [2]吕雪彩,刘艳红,韩诗怡,等.老年患者胃肠道手术后综合并发症的危险因素——一项多中心观察性研究[J].南方医科大学学报,2025(04):736-743.
- [3]兰孝达,韩佳凝,姜瑞,等.高龄患者接受经尿道前列腺增生手术后围术期并发症的危险因素分析[J].微创泌尿外科杂志,2025(01):38-45.
- [4]史益凡,沈晓明,杨增辉,等.结肠癌根治术后严重并发症危险因素分析及动态列线图预测模型构建[J].解放军医学杂志,2024(04):416-425.
- [5]路子蕴,孙行,徐璐,等.日间胸腔镜手术患者术后肺部并发症危险因素分析[J].实用医学杂志,2023(24):3205-3209.